

2/1998

Geologie in Hessen

Böden im Wandel

Dauerbeobachtung von Böden in Hessen



Hessisches Landesamt
für Bodenforschung

Geologie in Hessen, Band 2/1998
Wiesbaden 1998
ISSN 0947-9864

Böden im Wandel

Dauerbeobachtung von Böden in Hessen

Schriftleitung
Prof. Dr. Andreas Hoppe
Hessisches Landesamt für Bodenforschung
Leberberg 9, 65193 Wiesbaden

Umschlagbild:
Profilgrube der Boden-Dauerbeobachtungsfläche in Oedelsheim.
Stagnogley aus periglaziale Schutt über Buntsandstein.

© Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden 1998
ISSN 0947-9864

Bearbeitung: Dr. Karl-Heinz Emmerich
unter Mitarbeit von Brigitte Kaiser

Satz: Hessisches Landesamt für Bodenforschung
Druck: Hessisches Landesvermessungsamt
Gedruckt auf chlor- und säurefreiem Papier

Vertrieb: Hessisches Landesamt für Bodenforschung
Leberberg 9, 65193 Wiesbaden
Telefon: 0611/537-0, Telefax: 0611/537 327

Vorwort

Die Böden sind – trotz rasanter wissenschaftlich-technischer Entwicklung – auch künftig für Menschen und Natur eine unentbehrliche Lebensgrundlage.

In einer Handvoll Boden befinden sich mehr Lebewesen, als Menschen auf dem Planeten Erde leben. Bodenschutz ist deshalb eine immer wichtiger werdende gesellschaftspolitische Forderung und eine ökologische Herausforderung.

Um nachhaltig ihre wirtschaftliche Nutzungs- und ökologische Leistungsfähigkeit zu erhalten, ist eine genaue Kenntnis der vielfältigen stofflichen Eigenschaften von Böden auch in ihrer zeitlichen Entwicklung erforderlich. Diese Informationen sind bei vorhandenen Belastungen besonders bedeutsam.

Veränderungen der Bodenqualität sind oft nicht mehr rückgängig zu machen. Sie erfolgen fast unmerklich über lange Zeiträume und haben unterschiedliche Auswirkungen auf das Bodengefüge. Einzelne Bodenanalysen sagen daher wenig aus über Belastungen und Veränderungen, denen die Böden ausgesetzt sind.

Die klassische bodenkundliche Kartierung wird erweitert und bedarf deshalb einer landesweiten Ergänzung durch Boden-Dauerbeobachtung.

Dabei sollen vor allem repräsentativ

- die langfristige Entwicklung typischer Böden erfaßt und dokumentiert,
- besonders empfindliche Standorte genauer beobachtet und
- sonstige Umweltmonitoringprogramme um die Informationen zum Bodenergänzt werden.

Auf meine Bitte hin hat das Hessische Landesamt für Bodenforschung in enger Abstimmung mit den übrigen betroffenen hessischen Fachbehörden hierzu eine Konzeption erarbeitet. Nur durch die überbehördliche Bereitschaft zur Zusammenarbeit ist es möglich, diesen Teil des hessischen Bodenschutzprogramms ohne zusätzlichen Personalaufwand umzusetzen. Dabei konnten auch die bundeseinheitlichen Standards berücksichtigt werden.



Ich bin sicher, daß die Ergebnisse der Boden-Dauerbeobachtung eine wichtige Basis für fachgerechte Bewertungen von Böden und ihren Belastungen sein werden. Sie sind insofern eine unersetzliche Basis für die Politikberatung und die Umsetzung des kommenden Bodenschutzgesetzes.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Gerhard Bökel'.

Gerhard Bökel
Minister
Hessisches Ministerium des Innern
und für Landwirtschaft, Forsten und Naturschutz

Inhalt

Zusammenfassung	4
Böden brauchen Schutz	5
Zielsetzung der Boden-Dauerbeobachtungsflächen und ihre Einbindung in den Bodenschutz	8
Boden-Dauerbeobachtung in Hessen	8
Standortauswahl	8
Vorhandene Dauerbeobachtungsprogramme	13
Wald-Dauerbeobachtung der Hessischen Landesanstalt für Forsteinrichtung, Waldforschung und Waldökologie	13
Lysimeterstationen der Hessischen Landesanstalt für Umwelt	14
Musterstücke der Bodenwertschätzstelle der Oberfinanzdirektion	14
Sonderuntersuchungen	16
Untersuchungsprogramm	16
Probennahme und Standortbeschreibung	16
Untersuchungen und Arbeitsverteilung	18
Untersuchungsturnus	20
Kurzcharakterisierung der wichtigsten hessischen Böden	23
Boden-Dauerbeobachtungsflächen in Hessen	24
Schriftenverzeichnis	26
Lieferbare Boden-Daten (Auszug aus dem Verzeichnis geowissenschaftlicher Karten und Schriften des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung)	26

Das Boden-Dauerbeobachtungsprogramm in Hessen verfolgt verschiedene Ziele:

- Geowissenschaftler erfassen und dokumentieren den Zustand sowie die langfristige Entwicklung typischer Böden in Hessen. Dabei ergänzen sie inhaltlich die Bodenkarte 1 : 50 000.
- Andere Umweltbeobachtungsprogramme – beispielsweise zur Waldbelastung durch Immissionen oder zur Ausweisung von Naturwaldreservaten – sollen bodenkundlich unterstützt werden.
- Die Bodenkundler erkennen lokale Belastungen von Böden, unter anderem durch (Schad-)Stoffeinträge am Flughafen, Auswaschung von Nitraten, Bodenerosion oder Sedimentation in Flufäuen.
- Eine Bodenprobenbank soll es ermöglichen, die Proben zu späteren Zeitpunkten auf momentan noch unbekannte Stoffe hin zu untersuchen.

Für das Hessische erdwissenschaftliche Informationssystem (HEISS) und das Fachinformationssystem Boden/Bodenschutz sind die Boden-Dauerbeobachtungsflächen eine unerläßliche vierdimensionale Datenbasis, die Raum und Zeit erfaßt. Die Geowissenschaftler teilen das Boden-Dauerbeobachtungsnetz in extensiv und intensiv zu untersuchende Standorte auf. Nur so können sie die vielfältigen Anforderungen erfüllen. Intensiv untersuchte Standorte können nur in enger Zusammenarbeit mit Hochschulen und anderen Behörden betreut werden.

Böden brauchen Schutz

Böden sind ein komplexes vierdimensionales (Raum-/Zeit-)System, in dem sich Lithosphäre, Hydrosphäre, Atmosphäre und Biosphäre durchdringen. Sie dienen höheren Pflanzen als Standort und sind die Lebensgrundlage für Tiere und Menschen. Böden regulieren in unserem Ökosystem zahlreiche Umweltprozesse und sind nicht nur zur Produktion von Nahrungsmitteln sowie organischen Rohstoffen nutzbar, sondern auch Lebensraum zahlreicher Organismen. Alle menschlichen Aktivitäten sind untrennbar mit der Nutzung von Böden verbunden.

Bodenforscher brauchen zahlreiche Basisinformationen über die räumlichen und zeitlichen Veränderungen von Böden, um sie langfristig zu schützen. Nur mit Hilfe dieser Daten können sie vorhandene Belastungen bewerten und künftige Schädigungen abschätzen.

Rechtliche Instrumente zum wirkungsvollen Vollzug von Bodenschutzmaßnahmen wurden erst in jüngster Zeit geschaffen. Als erstes Land erließ Baden-Württemberg ein Gesetz zum Schutz des Bodens am 24.06.1991, danach folgte Sachsen mit dem Ersten Gesetz zur Abfallwirtschaft und zum Bodenschutz am 12.08.1991. Zur Erfassung und Überwachung der Bodenbeschaffenheit schreibt das baden-württembergische Gesetz unter anderem vor, Boden-Dauerbeobachtungsflächen einzurichten. Das neue Bundesbodenschutzgesetz schließlich sieht vor, daß die Länder über die Einrichtung von Bodeninformationssystemen bestimmen können, in denen auch Daten von Boden-Dauerbeobachtungsflächen erfaßt werden.

Die Arbeitsgruppe „Boden-Dauerbeobachtungsflächen“, eine Unterabteilung der Sonderarbeitsgruppe „Informationsgrundlagen Bodenschutz“, legte am 02.07.1991 (UAG BDF 1991) eine „Konzeption zur Einrichtung von Boden-Dauerbeobachtungsflächen“ vor, um die Arbeitsschritte bundesweit zu vereinheitlichen und Vergleiche zu ermöglichen.

Die Arbeitsgruppe „Boden-Dauerbeobachtungsflächen“, eine Unterabteilung der Sonderarbeitsgruppe „Informationsgrundlagen Bodenschutz“, legte am 02.07.1991 (UAG BDF 1991) eine „Konzeption zur Einrichtung von Boden-Dauerbeobachtungsflächen“ vor, um die Arbeitsschritte bundesweit zu vereinheitlichen und Vergleiche zu ermöglichen.



Abb. 1. Geowissenschaftler richten eine Boden-Dauerbeobachtungsfläche ein.

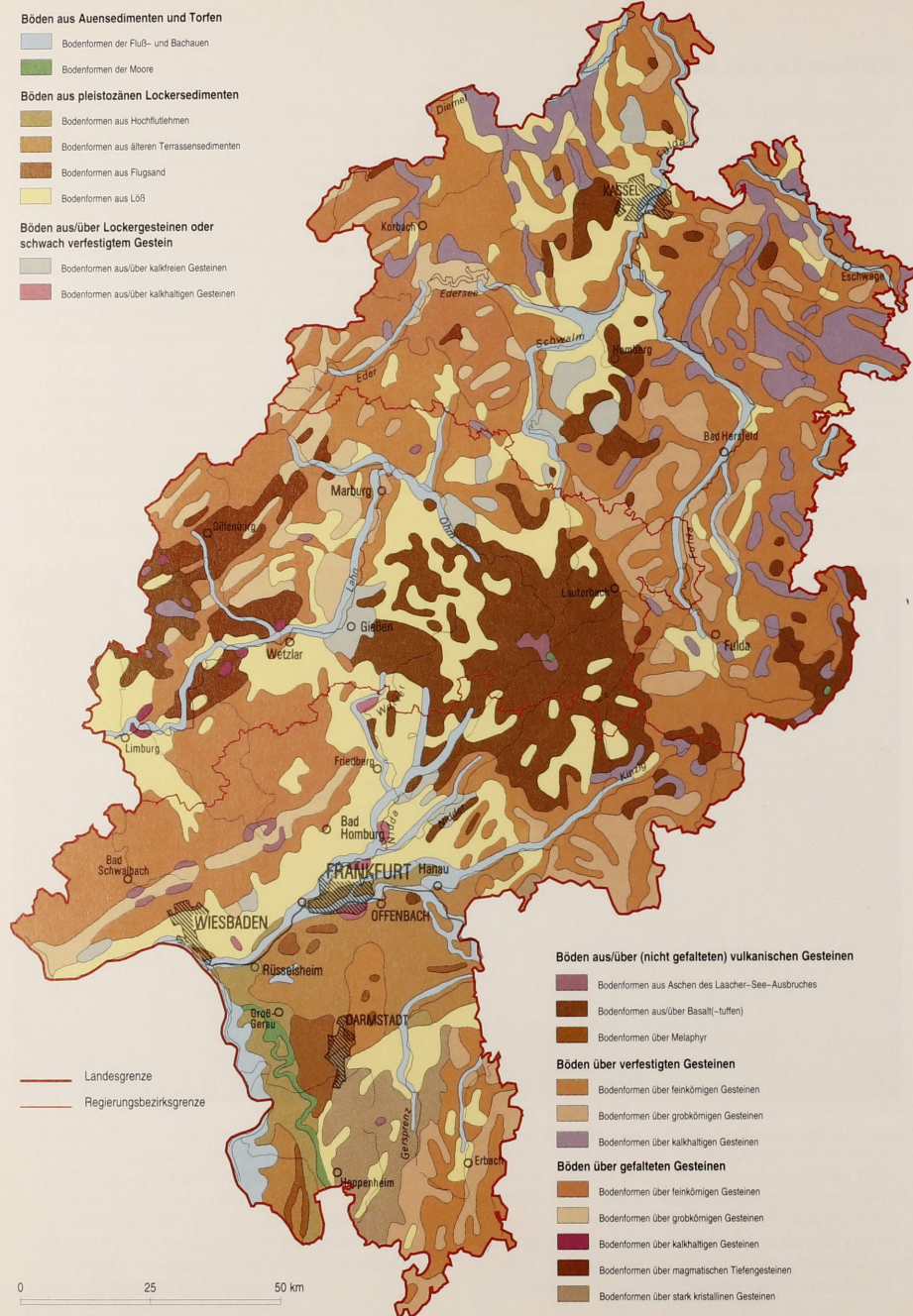


Abb. 2. Bodenübersichtskarte von Hessen.

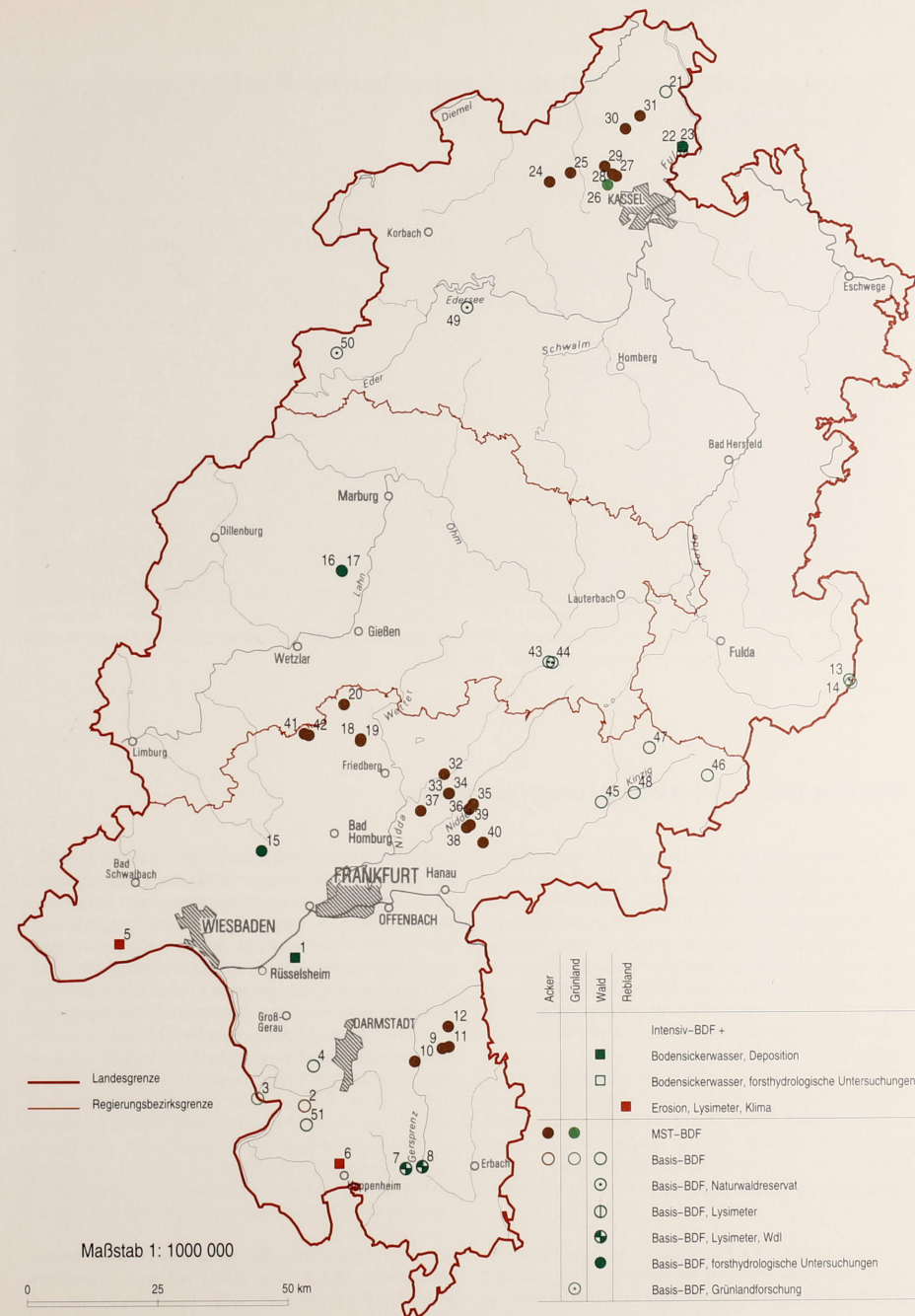


Abb. 3. Karte der Boden-Dauerbeobachtungsflächen in Hessen (vgl. S. 24).

Zielsetzung der Boden-Dauerbeobachtungsflächen und ihre Einbindung in den Bodenschutz

Die „Konzeption zur Einrichtung von Boden-Dauerbeobachtungsflächen“ definiert folgende Ziele:

1. Feststellung der gegenwärtigen Merkmale und Eigenschaften von Böden.
2. Langfristige Ermittlung von Bodenveränderungen infolge standortbelastungs- und nutzungsspezifischer Einflüsse durch periodische Untersuchungen des Bodenzustandes und durch Bilanzierung des Stoffhaushaltes der Böden. Aus den Veränderungen soll die Empfindlichkeit von Böden und die Möglichkeit der Prognose ermittelt werden.
3. Schaffung von Eichstandorten und Referenzflächen zur Erfassung regionaler Belastungen.
4. Schaffung einer Datenbasis für die Entwicklung von Auswertemodellen.

Diese Ziele gehen weit über die bisher geleistete und noch laufende Erfassung der Bodeneigenschaften hinaus. Sie dienen dazu, nicht nur die Eigenschaften der Umweltmedien zu erfassen, sondern auch deren Funktion im Naturhaushalt zu schützen. Wie Schlichting (1986) formuliert, ist eine Bodenschädigung nicht immer gleichbedeutend mit einer Veränderung der Bodenmerkmale, sondern mit einer Veränderung der Bodenfunktion. Es

ist also nicht ausreichend, die Bodenmerkmale – wie die Anzahl der Rostflecken oder den Humusgehalt – zu bestimmen. Der Boden muß auch auf seine Funktionen hin, beispielsweise als Sickerwasserspender oder Pflanzenstandort, untersucht werden.

Für das sich im Aufbau befindliche Hessische erdwissenschaftliche Informationssystem (HEISS), zu dem das Fachinformationssystem Boden/Bodenschutz gehört, sind die Boden-Dauerbeobachtungsflächen die einzige vierdimensionale Datenbasis. Besonders die Punkte 2 und 4 erscheinen für eine effektive Einbindung der Boden-Dauerbeobachtungsflächen in das Fachinformationssystem Boden/Bodenschutz besonders wichtig (Arnold et al. 1997). Auch der Rat der Sachverständigen für Umweltfragen betont in seinem Konzept zur Umweltbeobachtung (RSU 1990: 12 f.), daß Messungen durch Modelle und Simulationen ergänzt werden sollen.

Mit Hilfe der Boden-Dauerbeobachtungsflächen (Abb. 3) sollte es möglich sein, die Qualität von Prognosen zu überprüfen. Konzepte zum langfristigen und großräumigen Ökosystemschutz wie das des kritischen Stoffeintrags (critical loads) können so umgesetzt werden (v. Borries 1990).

Boden-Dauerbeobachtung in Hessen

Die Konzeption und Einrichtung von Boden-Dauerbeobachtungsflächen erfordern ein hohes Maß an inner- und überbehördlicher Abstimmung und Zusammenarbeit. Daher hat das Hessische Ministerium für Landwirtschaft und Forsten mit Erlaß vom 17.12.1991 (Az.: VI 4-46d-60.03-5757/91) das Hessische Landesamt für Bodenforschung beauftragt, einen Arbeitskreis zur Boden-Dauerbeobachtung einzurichten. In diesem Arbeitskreis stimmen alle Behörden, die bereits an bodenschutzrelevanten Themen arbeiten, ihre Aktivitäten ab.

Standortauswahl

Die Konzeption zur Einrichtung von Boden-Dauerbeobachtungsflächen fordert die Bodenkundler dazu auf, typische Landschaften, Boden- und Nutzungsformen aus-

In den ersten Projektjahren suchten die Teilnehmer des Arbeitskreises die zweckmäßigste Vorgehensweise zu methodischen und inhaltlichen Fragen (RSU 1990: 14). Dabei wurde die Konzeption so offengehalten, daß sie jederzeit ergänzt werden kann. So könnten Erweiterungen notwendig werden, falls neue Schadstoffe auftreten, sich die Analysemethoden verändern oder verfeinerte Methoden eingesetzt werden müssen. Ziel ist es, die Boden-Dauerbeobachtungsflächen in ein umfassendes Umweltmonitoring zu integrieren.

zuwählen. Außerdem sollen natürliche Besonderheiten, Belastungen durch den Menschen und Naturnähe berücksichtigt werden.



Abb. 4. Boden-Dauerbeobachtungsflächen sollen langfristig zugänglich sein und repräsentativ genutzt werden.

Für die Standortwahl ist auch die Frage bedeutsam, ob die Flächen langfristig zugänglich sind und eine repräsentative Nutzung garantiert ist. Es ist daher sinnvoll, Flächen in staatlichem oder kommunalem Besitz auszuwählen.

Die Bodenkundler wählen die Boden-Dauerbeobachtungsflächen in Hessen anhand der Legende zur Bodenübersichtskarte 1:200000 aus. Diese unterteilt Hessen in drei Bodenregionen mit 18 Bodengroßlandschaften und 61 Bodenlandschaften (Tab. 1). Zur weiteren Auswertung der Legende müssen die Forscher aus allen Bodenlandschaften Proben entnehmen und im Labor untersuchen. Diese Bodenprobennahme kombinieren sie mit der Einrichtung einer Boden-Dauerbeobachtungsfläche. Dies ist eine notwendige Ergänzung zur bodenkundlichen Landesaufnahme, da in Hessen bisher nur bei den Boden-Dauerbeobachtungsflächen boden-

kundliche Parameter umfassend erhoben werden. Die Beprobung unterstützt die Kartierergebnisse methodisch und liefert Interpretationsgrundlagen.

In den ausgewählten Bodenlandschaften müssen die Bodenkundler mehrere Boden-Dauerbeobachtungsflächen anlegen, um das gesamte Spektrum der Bodenformen abzudecken und um Vergleichswerte für Interpretationen zu erhalten.

Generell sollen in Zukunft alle flächenrepräsentativen Bodenuntersuchungen an den Standorten der Boden-Dauerbeobachtung durchgeführt werden. Dadurch vermeiden die Behörden Mehrfachausgaben. Ferner soll es in Zukunft möglich sein, die für eine spezielle Fragestellung gewonnenen Ergebnisse mit den anderen Daten des Standortes zu verschneiden, um eine bessere Interpretation zu ermöglichen.

Tab. I. Bodenlandschaften in Hessen und bereits bestehende Boden-Dauerbeobachtungsflächen

BDF Boden-Dauerbeobachtungsfläche
 I Intensiv-Meißfläche der I. Kategorie
 Level II Versuchsflächen der HLFWW

MST Musterstück der Oberfinanzdirektion
 NW Naturwaldreservate
 WdI Versuchsflächen „Waldschäden durch Immission“ der HLFWW

Bodenregion	Boden-großlandschaft	Bodenlandschaft	Dauerbeobachtungsflächen
Becken und Senken	Tschernosem-Parabraunerde - Parabraunerde	- Bodengesellschaften der ebenen und flachwelligen Lößlandschaft	
		Parabraunerde-Tschernosem - Parabraunerde - Pararendzina - Bodengesellschaft der Wetterau	5 BDF-MST (Ober Mörlen I & II, Pohl Göns, Staden, Altstadt) NW (Butzbach)
		Tschernosem-Parabraunerde - Parabraunerde - Bodengesellschaft des Hessengaus	
	Parabraunerde - Pararendzina - Kolluvium	- Bodengesellschaft der hügeligen Lößlandschaft	
		Rigosol - Pararendzina - Mergel-Rendzina - Bodengesellschaft des Rheingaus	
		Pararendzina - Kolluvium - Bodengesellschaft der Reinheimer Bucht und Kleinen Bergstraße	4 BDF-MST (Groß Umstadt I & II, Reinheim, Richen)
		Parabraunerde - Tschernosem-Parabraunerde - Pararendzina - Bodengesellschaft des Limburger Beckens und des Goldenen Grundes	
		Parabraunerde - Zweischichtparabraunerde - Braunerde - Bodengesellschaft des Büdinger-Meerholzer-Hügellandes	4 BDF-MST (Hainchen, Langen-Bergheim, Hüttengesäß)
		Parabraunerde-Tschernosem - Parabraunerde - Bodengesellschaft des Großenlindener Hügellandes	
	Parabraunerde - Pseudogley-Parabraunerde	- Bodengesellschaft der feuchten Lößgebiete	
		Parabraunerde - Pseudogley-Parabraunerde - Pseudogley - Bodengesellschaft des Kasseler Beckens	2 BDF-MST (Weimar, Fürstenwald)
		Pseudogley-Parabraunerde - Zweischichtparabraunerde - Braunerde - Bodengesellschaft der Hofgeismarer Rötenske	
		Parabraunerde - Pseudogley-Parabraunerde - Bodengesellschaft des Amöneburger Beckens und des Ebsdorfer Grundes	
		Parabraunerde - Zweischichtparabraunerde - Pseudogley - Bodengesellschaft der Schwalm und des Neustädter Sattels	
		Pseudogley - Bodengesellschaft der Gießener Lahntalsenke	
	(Bänder-)braunerde - (Bänder-)parabraunerde - Gley	- Bodengesellschaft der Flugsand- und Terrassensandgebiete Südhessens	
		Braunerde - (Bänder-)Parabraunerde-Pseudogley - Gley - Bodengesellschaft der Untermainebene	BDF-I (Frankfurt-Flughafen) 2 NW (Babenhausen, Bruchköbel)
		(Bänder-)Parabraunerde - Pararendzina - Bodengesellschaft der Flugsandgebiete	BDF (Eschollbrücken)
	Parabraunerde - Brauner Auenboden - Gley - Niedermoor	- Bodengesellschaften der Flußniederungen	
		Brauner Auenboden - Gley-Niedermoor - Bodengesellschaft der Oberrheinniederung	BDF (Biebesheim) NW (Groß-Gerau)
		Parabraunerde - Auenpodosol - Bodengesellschaft des Hochgestades des Rheins	BDF (Allmendfeld)
		Niedermoor - Pelosol - Tschernitza - Gley - Bodengesellschaft des Alneckars	
		Parabraunerde - Brauner Auenboden - Gley - Bodengesellschaft der Mainaue	
		Gley - Bodengesellschaft der Talweitungen	

Fortsetzung Tab. I.

Bodenregion	Boden-großlandschaft	Bodenlandschaft	Dauerbeobachtungsflächen
Deckgebirge	Braunerde - Zweischichtbraunerde - Rendzina	- Bodengesellschaften des westhessischen Berg- und Senkenlandes	
		Zweischichtparabraunerde - Rendzina - Pelosol - Bodengesellschaft der Waldecker Gefilde	
		Braunerde-Pseudogley - Braunerde - Bodengesellschaft des Waldecker Waldes	
		Zweischichtparabraunerde - Braunerde - Rendzina - Bodengesellschaft der westlichen Randsenken	NW (Wolfhagen)
		Braunerde - Podsol-Braunerde - Zweischichtparabraunerde - Bodengesellschaft des Burgwaldes	Level II (Kirchhain) NW (Wetter)
		Braunerde - Podsol-Braunerde - Bodengesellschaft der Marburger Lahnberge	
		Braunerde - Zweischichtparabraunerde - Pseudogley - Bodengesellschaft der oberhessischen Schwelle	
		Braunerde - Braunerde-Podosol - Pseudogley - Bodengesellschaften des Nordhessischen Berglandes	
		Braunerde - Pseudogley - Bodengesellschaft des Reinhardswaldes	3BDF-WdI (Münden I & II, Oedelsheim)
		Braunerde-Podosol - Braunerde-Pseudogley - Bodengesellschaft des Kaufunger Waldes (mit Söhre)	NW (Witzenhausen)
	Weserbergland		
		Parabraunerde - Rendzina - Bodengesellschaft der Warburger Börde und Randgebiete	
	Braunerde - Rendzina	- Bodengesellschaften des Osthessischen Berglandes	
		Rendzina - Braunerde - Pelosol-Pseudogley - Bodengesellschaft des Muschelkalk-/Keuper Berglandes Osthessens, einschließlich des Oberen Buntsandsteins	NW (Hess. Lichtenau)
		Braunerde - Zweischichtparabraunerde - Pseudogley - Braunerde - Bodengesellschaft des Buntsandsteins Osthessens	2 Level-II (Hünfeld, Kalbach) WdI (Grebenuau) 2 NW (Nentershausen, NeuhoF)
		Rendzina - Zweischichtparabraunerde - Bodengesellschaft des Zechsteins des Sontraer Hügellandes	
		Rendzina - Zweischichtparabraunerde - Bodengesellschaft des Zechsteins des Unterrassattels	
		Parabraunerde - Pseudogley - Bodengesellschaft der osthessischen Lößlehmgelände	
	Rendzina - Braunerde - Parabraunerde	- Bodengesellschaften des Thüringer Beckens	NW (Wanfried)
	Podsol-Braunerde - Braunerde	- Bodengesellschaften des Hessisch-Fränkischen Schichtstufenlandes	
		Braunerde - Pseudogley-Braunerde - Bodengesellschaft des Büdinger Waldes	
		Braunerde - Zweischichtparabraunerde - Rendzina - Bodengesellschaft des Schlüchterner Beckens	
		Podsol-Braunerde - Braunerde - Bodengesellschaft des Buntsandstein-Spessarts	Level II, WdI (Biebergemünd)
		Braunerde-Podosol - Braunerde - Bodengesellschaft des Buntsandstein-Odenwaldes	BDF-WdI (Kahlberg)
		Braunerde - Pseudogley - Bodengesellschaft des Messeler Hügellandes	NW (Langen)
	Zweischichtparabraunerde - Braunerde	- Bodengesellschaften der vulkanischen Gebirge	
		Zweischichtparabraunerde - Pseudogley - Braunerde - Bodengesellschaft des Vorderen Vogelberges	
		Pseudogley-Parabraunerde - Braunerde - Relikt-Latosol - Bodengesellschaft des Unteren Vogelberges	NW (Schlüchtern)

Fortsetzung Tab. 1.

Bodenregion	Boden-großlandschaft	Bodenlandschaft	Dauerbeobachtungsflächen
		Lockerbraunerde - Braunerde - Pseudogley - Bodengesellschaft des Hohen Vogelsberges	NW (Schotten)
		Braunerde - Pseudogley - Bodengesellschaft der vulkanischen Rhön	2 BDF (Störnberg, Steinkopf)
		Braunerde - Bodengesellschaft des vulkanischen Knülls	Level II (Homburg Elze)
		Braunerde - Bodengesellschaft des Habichtswaldes	2 BDF-MST (Oberelsungen, Zierenberg) Level 2, WdI (Wollhagen, Zierenberg)
		Braunerde - Pseudogley - Bodengesellschaft des Westerwaldes	NW (Weilburg)
		Braunerde - Bodengesellschaft des Meißners	NW (Bad Sooden-Allendorf)
Grundgebirge	Zweischichtparabraunerde - Braunerde - Podsol - Bodengesellschaft des Taunus		
		Zweischichtparabraunerde - Braunerde - Pseudogley - Bodengesellschaft des Vortaunus	BDF-I (Steinberg) NW (Bad Homburg)
		Podsol - Braunerde - Lockerbraunerde - Bodengesellschaft des Hohen Taunus	BDF-WdI (Königstein) NW (Rüdesheim)
		Zweischichtparabraunerde - Braunerde - Bodengesellschaft des Hinteren Taunus	
	Braunerde - Podsol - Braunerde - Rendzina - Bodengesellschaft des Lahn-Dill-Gebietes		
		Braunerde - Podsol - Braunerde - Bodengesellschaft der Grauwacken des Lahn-Dill-Gebietes	2 BDF-WdI (Krofdorf I & II)
		Rendzina - Rendzina - Braunerde - Bodengesellschaft der Massenkalle des Lahn-Dill-Gebietes	
		Braunerde - Bodengesellschaft der Magmatite des Lahn-Dill-Gebietes	Level II (Weilburg)
	Braunerde - Podsol - Braunerde - Bodengesellschaften des Sauerlandes		
		Braunerde - Podsol - Braunerde - Bodengesellschaft des Sauerlandes	WdI (Frankenberg) NW (Frankenberg)
	Braunerde - Podsol - Braunerde - Bodengesellschaft des Kellerwaldes		
		Braunerde - Podsol - Braunerde - Bodengesellschaft der Grauwacken und Konglomerate des Kellerwaldes	NW (Kellerwald)
		Braunerde - Bodengesellschaft der Magmatite des Kellerwaldes	
	Zweischichtparabraunerde - Braunerde - Pseudogley - Bodengesellschaft des Kristallinen Spessarts		
		Zweischichtparabraunerde - Braunerde - Pseudogley - Bodengesellschaft des Kristallinen Spessarts	
	Braunerde - Bodengesellschaften des Kristallinen Odenwaldes		
		Pararendzina - Parabraunerde - Braunerde - Bodengesellschaft der Bergstraße	BDF-I (Rebmuttergarten)
		Braunerde - Bodengesellschaft der basischen Magmatite des Kristallinen Odenwaldes	
		Braunerde - Bodengesellschaft der saueren Magmatite des Kristallinen Odenwaldes	BDF-WdI (Erzberg) Level II (Heppenheim) NW (Seeheim-Jugenheim)

Vorhandene Dauerbeobachtungsprogramme

Bestehende Meßnetze werden die Bodenforscher in ihre Überlegungen zur Standortwahl für Boden-Dauerbeobachtungsflächen einbeziehen. In der Praxis bedeutet das: Zunächst wählen sie die Standorte nach den oben beschriebenen Kriterien aus. Danach prüfen sie, welche bestehenden Untersuchungen diesen Anforderungen weitgehend genügen. Mängel im Detail, wie kleine Unterschiede in den Mächtigkeiten der Bodenhorizonte oder in den Subtypen der Böden, können dabei in Kauf genommen werden. Das Interesse an einer Kostenminimierung und der Vorteil schon bestehender Meßreihen überwiegt hierbei. Aus bodenkundlicher Sicht muß bei gravierenden Mängeln des Standortes geprüft werden, inwieweit die Daten als Zusatzinformationen für Boden-Dauerbeobachtungsflächen in räumlicher Nähe zu verwerten sind.



Abb. 5. Diese Tschernosem-Parabraunerde aus Loß in Ober-Mörlen beproben das Hessische Landesamt für Bodenforschung und die Oberfinanzdirektion Frankfurt gemeinsam.

Wald-Dauerbeobachtung der Hessischen Landesanstalt für Forsteinrichtung, Waldforschung und Waldökologie

Es gibt bereits forstliche Beobachtungsprogramme (Bodenzustandserhebung im Wald (BZE), Waldschäden durch Immission (WdI), Level II-Flächen der BZE, Naturwaldreservate), die Teilaspekte der Boden-Dauerbeobachtung erfassen. Hier ist es mit einem geringen Mehraufwand möglich, zusätzliche umweltrelevante Bodenparameter zu erheben.

Im Rahmen des Untersuchungsprogrammes „Waldbelastung durch Immissionen (WdI)“ messen Mitarbeiter der Landesanstalt seit 1984 in sechs Meß- und zwei Forschungsgebieten auf 28 Freiland-Meßstationen sowie auf 15 Buchen- und 24 Fichten-Meßflächen Niederschlag und Schadstoffdeposition, in sechs Fichten- und zwei Buchenaltbeständen sowie in 12 Quellen und 32 Wald-

bächen Bodensicker-, Quell-, Bach- und Grundwasser. Seit Herbst 1984 entnahmen die Wissenschaftler an zunächst drei Stationen (Witzenhausen, Grebenau und Königstein) Bodenwasserproben mittels Saugkerzen. Das sind poröse Körper, die eine naturnahe Entnahme des pflanzenverfügbaren Bodenwassers erlauben. Ende 1986 wurde die Bodenwasserbeprobung modernisiert und die Zahl der Stationen auf sechs erhöht.

An den WdI-Hauptmessstationen in Grebenau, Witzenhausen, Bieber, Frankenberg und Fürth werden Boden-Dauerbeobachtungsflächen eingerichtet. In der näheren Umgebung der WdI-Stationen Fürth und Königstein wurden schon Boden-Dauerbeobachtungsflächen angelegt. Die Forschungsgebiete Krofdorf und Reinhardswald wurden 1995 in das Boden-Dauerbeobachtungsnetz aufgenommen.

Ebenso ist geplant, Boden-Dauerbeobachtungsflächen an den Level-II-Flächen der Bodenzustandserhebung im Wald anzulegen. Koordinieren die Wissenschaftler die Bodenprobenahme, sparen sie auch hier Personal- und Materialkosten.

Durch die Verknüpfung der bodenkundlichen und forstlichen Messreihen sind schon fast alle der in Tab. 1 aufgeführten Bodenlandschaften mit überwiegend forstlicher Nutzung erfasst. Bislang übriggeblieben sind der Waldecker Wald, der Büdinger Wald, der Kellerwald, die Region des Altneckar und die Massenkalke des Lahn-Dill-Gebietes sowie der kristalline Vordere Spessart, wobei die beiden letztgenannten von nur sehr geringer räumlicher Ausdehnung sind. In diesen Gebieten sind die Boden-Dauerbeobachtungsflächen nach Möglichkeit an die Standorte der Bodenzustandserhebung im Wald anzubinden.

Lysimeterstationen der Hessischen Landesanstalt für Umwelt

Die Hessische Landesanstalt für Umwelt (HLfU) betreibt seit über 20 Jahren 73 Lysimeterstationen mit unterschiedlicher Ausstattung. Die Mitarbeiter der Landesanstalt stechen unter Freilandbedingungen Bodenmonolithen mit einem Meter Durchmesser und bis zu drei Metern Tiefe aus, um das unten austretende Sickerwasser aufzufangen. Die HLfU plant die Zahl der Lysimeterstationen schrittweise zu reduzieren, dennoch wird sie die

Einrichtung der Boden-Dauerbeobachtungsflächen begleiten, örtlich die Lysimeterbeobachtungen weiterführen oder ergänzen. Die Boden-Dauerbeobachtungsflächen Eschollbrücken, Heppenheim-Rebmuttergarten und Steinberg liegen in unmittelbarer Nähe von Lysimeterstationen. An den beiden Boden-Dauerbeobachtungsflächen bei Fürth/Odenwald wurden neue Lysimeter installiert.

Musterstücke der Bodenwertschätzstelle der Oberfinanzdirektion (OFD) Frankfurt

Die Oberfinanzdirektion Frankfurt führt ein Verzeichnis mit derzeit 245 Musterstücken und acht Landesmusterstücken. Diese gehen auf das Gesetz zur Bewertung des Kulturbodens (Bodenschätzungsgesetz vom 16.10.1934) zurück. Hiermit wurde es möglich, die Ertragsfähigkeit von landwirtschaftlich genutzten Böden zahlenmäßig zu erfassen. Bei den Musterstücken handelt es sich um Eichprofile, die die gleichmäßige Bewertung der Böden landes- und bundesweit gewährleisten sollen. Die genaue Lage der Profile ist auf Flurstückskarten im Maßstab 1:5000 verzeichnet. Gelegentlich sind Nachschätzungen erforderlich. In diesen Fällen berücksichti-

te die Oberfinanzdirektion lediglich Profilverkürzungen durch Erosion. Andere Bodenveränderungen erhob sie nicht. In Zukunft werden nachzuschätzende Musterstücke der Oberfinanzdirektion als Boden-Dauerbeobachtungsflächen ins Programm aufgenommen. Sie sind gut geeignet, mit geringem Arbeitsaufwand ein Netz für landwirtschaftlich genutzte Flächen aufzubauen. Die Mitarbeiter der Finanzverwaltung führen die Beprobung meistens allein durch. Nur in Einzelfällen ist die Anwesenheit eines Mitarbeiters des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung erforderlich.



Abb. 6. Beprobung ist personalintensiv und daher teuer. Deshalb sollen Messnetze miteinander verknüpft werden.



Abb. 7. Einbau eines Lysimeters.

Sonderuntersuchungen

Zur Klärung aktueller Fragestellungen laufen zahlreiche Sonderuntersuchungen. Sie beziehen sich beispielsweise auf mögliche Auswirkungen der Startbahn West des Rhein-Main-Flughafens auf das Grundwasser oder die Nitratbelastung in Wasserschutzgebieten. In diesen Fällen wenden die jeweiligen Wissenschaftler Methoden an, die sich mit denen zur Boden-Dauerbeobach-

tung vielfach überschneiden. Deshalb übernahmen sie an der Startbahn West eine der Untersuchungsflächen und bauten sie als Boden-Dauerbeobachtungsfläche aus.

Bei neuen bodenbezogenen Untersuchungsprogrammen wird bereits zu Beginn geprüft, ob sie sich in das Boden-Dauerbeobachtungsnetz integrieren lassen.



Abb. 8. Bodenkundler erfassen an dieser intensiv beobachteten Fläche die Bodenerosion unter Weinbau.

Untersuchungsprogramm

Probennahme und Standortbeschreibung

Die Probennahme und Standortbeschreibung erfolgt gemäß dem Endbericht der Arbeitsgruppe „Boden-Dauerbeobachtung“. Neben der herkömmlichen Probennahme in einer Profilgrube werden die Boden-Dauerbeobachtungsflächen auch flächenhaft beprobt.

Bei forstlich genutzten Boden-Dauerbeobachtungs-

flächen kennzeichnet das Vermessungsamt die vier Eckpunkte einer 30 m x 30 m großen Fläche.

Landwirtschaftlich genutzte Flächen misst das Amt nur in Ausnahmefällen ein. Sie werden entsprechend den Musterstückbeschreibungen der Oberfinanzdirektion auf einem Kartenausschnitt 1:2000 verzeichnet.



Abb. 9. Ein Ingenieur kennzeichnet Boden-Dauerbeobachtungsflächen im Wald.

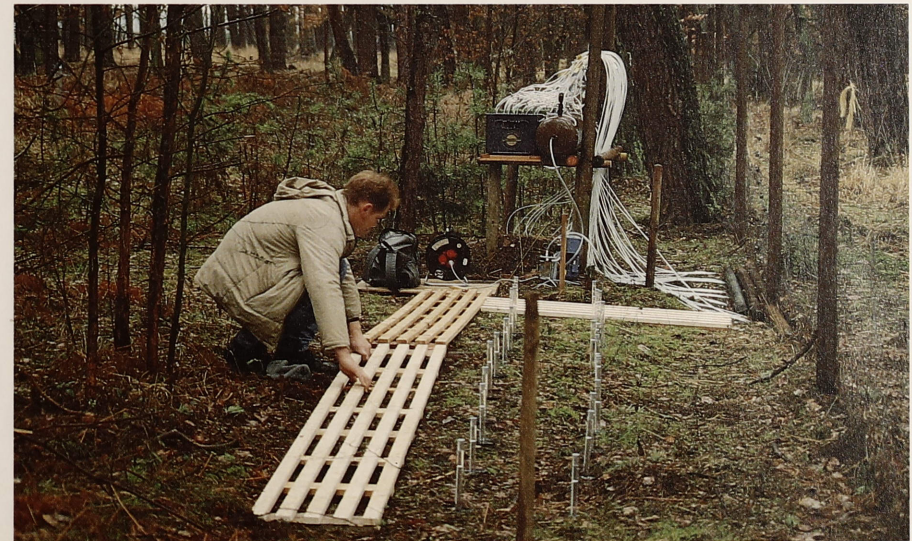


Abb. 10. Mindestens monatlich wird diese Intensiv-Boden-Dauerbeobachtungsfläche untersucht.

Untersuchungen und Arbeitsverteilung

Tab. 2. Untersuchungen und Arbeitsverteilung bei den Boden-Dauerbeobachtungsflächen in Hessen

Parameter	Bedingungen	Untersuchungsziel - potentielle Veränderung	Intervall	Verknüpfung	Ausführung
Bodenchemie, anorganisch					
pH (CaCl ₂)	Basis BDF, MST	allgemeine Charakterisierung, Bodenzustand - Versauerung	> 5 Jahre	Deposition, Stoffdynamik	HLFB
pH (H ₂ O)	Wald	allgemeine Charakterisierung, Bodenzustand - Versauerung	> 5 Jahre	Deposition, Stoffdynamik	HLFB
C gemäß DIN 19684/2	Basis BDF, MST	allgemeine Charakterisierung, Bodenzustand - Veränderung der Abbauraten der organischen Substanz	nach Bedarf	C/N, pH, Austauschkapazität, Bodenwasser	HLFB
N gemäß DIN 19684/4	Basis BDF, MST	allgemeine Charakterisierung, Bodenzustand - Veränderung der Abbauraten der organischen Substanz	nach Bedarf	C/N, pH, Austauschkapazität, Bodenwasser	HLFB
Carbonatgehalt gemäß DIN 19684/5	Basis BDF, MST	allgemeine Charakterisierung, Bodenzustand - Auf- und Entkalkung	> 5 Jahre	pH, Stoffdynamik, Gefüge	HLFB
AK _{pot} (Ca, Mg, Na, K) AK _{eff} (Ca, Mg, Na, K, Al, H, Mn, Fe)	Landwirtsch., MST Wald	allgemeine Charakterisierung, Bodenzustand - Basensättigung - Umverteilung bei Kationeneintrag und Versauerung	> 5 Jahre	pH, Stoffdynamik, Kationeneintrag	HLFB
Fe ₀ , Fe ₁ , Mn ₀ , Mn ₁ , Al ₀ , Al ₁	Basis BDF, MST	allgemeine Charakterisierung, Bodenzustand - bei starker Versauerung Verlagerung	> 5 Jahre	pH, Redoxpotential	HLFB
As, Cd, Cr, Cu, Ni, Sb, V, Zn, Pb (Königswasseraufschluß) P, K, Mg (HF/HClO ₄ -Aufschluß)	Basis BDF, MST	allgemeine Charakterisierung, Bodenzustand - Eintrag der Immission, Düngung, Anreicherung, Auswaschung	> 5 Jahre	Deposition, Bodenwasser, Austauschkapazität	HLFB
SiO ₂ , Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃ gesamt	Basis BDF, MST	allgemeine Charakterisierung, Bodenzustand - bei starker Versauerung Verlagerung	> 5 Jahre	pH, Redoxpotential	HLFB
Laktalöslichkeit K ₂ O, P ₂ O ₅	MST	Nährstoffversorgung	> 5 Jahre		HLFB
Hg (HNO ₃ -Aufschluß)	nach Bedarf	Nährstoffversorgung	> 5 Jahre		HLFB, HLVA
Tl, Co	bei lokal gegebener Belastung	Nährstoffversorgung	> 5 Jahre		HLFB
Elektrische Leitfähigkeit	gezielte Untersuchungen	Einfluß der Nutzung - Erhöhung durch Versalzung	mehrmals jährlich	Austauschkapazität, pH, Bodenwasser	HLFB
Gleichgewichtsbodenlösung (z.B. EDTA-Aufschluß o.ä.)	gezielte Untersuchungen	Verfügbarkeit der Nährstoffe - potentielle Auswaschung	mehrmals jährlich	Pufferkapazität, Deposition, Austauschkapazität, pH	HLFB
Bodenwasser	ausgewählte Flächen	Verfügbarkeit der Nährstoffe - potentielle Auswaschung - Stoffbilanzierung, reale Auswaschung	mehrmals jährlich	Deposition, Stoffdynamik, Grundwasser, Pflanzen	HLFB
Qualitative Tonmineralbestimmung	Basis BDF	allgemeine Charakterisierung, Bodenzustand - sekundäre Chloritisierung, K-Entzug	> 5 Jahre	Austauschkapazität	z.Zt. nicht möglich
Radionuklide	Basis BDF	momentane Belastung - Zerfall, Immission	> 5 Jahre, bzw. ereignisbedingt	Deposition	HLFU, HLVA
Bodenchemie, organisch					
PCB, CKW, PAH	Basis BDF, MST	momentane Belastung - Abbau, Auswaschung, Immission	> 5 Jahre, bzw. ereignisbedingt	Deposition	HLVA
PCDF / PCDD	Basis BDF, MST	dito	dito	Deposition	Vergabe
Bodenphysik					
Korngröße gemäß DIN 19683/1&2	Basis BDF, MST	allgemeine Charakterisierung, Bodenzustand - (Tonverlagerung)	> 10 Jahre	Austauschkapazität, Wasserhaushalt	HLFB

Fortsetzung Tab. 2.

Parameter	Bedingungen	Untersuchungsziel - potentielle Veränderung	Intervall	Verknüpfung	Ausführung
Wasserdurchlässigkeit, Kf gemäß DIN 19683/9	Basis BDF, MST	allgemeine Charakterisierung, Bodenzustand - (Tonverlagerung) - bei Bearbeitung im Oberboden, Katastrophen (Windwurf), Entalkung, Versalzung	> 10 Jahre, bzw. bei Spezialuntersuchungen im Oberboden häufiger	Wasserhaushalt	HLFB
Porengrößenverteilung (LK, FK, nFK, GPV)	Basis BDF, MST	dito	dito	Wasserhaushalt	HLFB
Rohdichte	Basis BDF, MST	dito	dito	Wasserhaushalt	HLFB
Wasserdurchlässigkeit, errechnet/Wassergehalt	bei Saugkerzen und/oder Tensiometern	dito	> 5 Jahre	Wasserhaushalt, Stoffbilanz	HLFB
Gefügestabilität	Erosionsmessungen	dito	> 5 Jahre	Erodierbarkeit	Hochschul-Institute
Bohrkerne, Dünnschliffe	Auensedimente quartäre Sedimente	dito, Sedimentationsrhythmus, Auf- und Abtrag, Belastungsänderung		Bodenchemie	HLFB, HLFB, NLIB
¹⁴ C-Datierung	dito	dito	einmal	Bodenchemie	NLIB
Bodeneintrag, -austrag					
Wassererosion Winderosion	auf ausgewählten landwirtschaftl. Nutzflächen	Bodenabtrag, Nutzungseinfluß - Stoffumverteilung	kontinuierlich	alle o.g. Parameter	HLFB Hochschul-Institute
Bodenbiologie					
mikrobielle Biomasse	entfällt bis auf weiteres	allgemeine Charakterisierung, Bodenzustand - Reaktion auf Umwelteinflüsse		anorg. Parameter, C/N, Bodenlösung	HLFA z.Zt. zurückgestellt
Lumbriciden	dito	dito		dito	dito
Collembolen, Nematoden, Enchyträen	dito	dito		dito	dito
Klima					
	in der Nähe, bei Bedarf (z.B. Erosionsmessungen) auf der Fläche	Ein- und Austrag abgrenzen charakterisieren	kontinuierlich	alle o.g. Parameter	HLFB, HLFU, Wetteramt
nasse Deposition					
pH	Intensiv BDF	Abgrenzung des Eintrags aus der Luft	kontinuierlich	Bodenlösung, anorg. Param., Stoffbilanz	HLFB, (HLFU)
Leitfähigkeit	Intensiv BDF	Abgrenzung des Eintrags aus der Luft	kontinuierlich	Bodenlösung, anorg. Param., Stoffbilanz	HLFB, (HLFU)
Anionen	Intensiv BDF	Abgrenzung des Eintrags aus der Luft	kontinuierlich	Bodenlösung, anorg. Param., Stoffbilanz	HLFB, (HLFU)
Kationen	Intensiv BDF	Abgrenzung des Eintrags aus der Luft	kontinuierlich	Bodenlösung, anorg. Param., Stoffbilanz	HLFB, (HLFU)
Schwermetalle	Intensiv BDF	Abgrenzung des Eintrags aus der Luft	kontinuierlich	Bodenlösung, anorg. Param., Stoffbilanz	HLFB, (HLFU)
organische Schadstoffe	ausgewählte Flächen	Abgrenzung des Eintrags aus der Luft	vorläufig kontinuierlich	Bodenlösung, anorg. Param., Stoffbilanz	WaBoLu Programm beendet

Ausführung und Abkürzungen:

HLFB Hessisches Landesamt für Bodenforschung
HLFU Hessische Landesanstalt für Umwelt
HLVA Hessische Landwirtschaftliche Versuchsanstalt
NLIB Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung

FEA Hessische Forsteinrichtungsanstalt
HLFA Hessische Lehr- und Forschungsanstalt Eichhof, Institut für Grünlandsoziologie
WaBoLu Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene des Bundesgesundheitsamtes

Die Konzeption zur Boden-Dauerbeobachtung (UAG-DBF 1991) differenziert die durchzuführenden Untersuchungen in obligatorische, ergänzende und fakultative Parameter. Die obligatorischen Parameter werden auf Waldstandorten in jedem Falle ermittelt, damit ein länderübergreifender Vergleich der Ergebnisse möglich ist.

Der hessische Arbeitskreis traf aus den übrigen Parametern eine für die Boden-Dauerbeobachtung sinnvolle Auswahl. Um möglichst schnell ein hessenweites Beobachtungsnetz zu bekommen, erscheint es sinnvoll, die Boden-Dauerbeobachtungsflächen in drei Kategorien aufzuteilen. Das sind:

1. „Intensiv-Meß-Flächen“ mit Untersuchungen in kurzen – mindestens monatlichen – Zeitabständen auf bestimmte Fragestellungen hin (z.B. Bodensickerwasser, Erosion).
2. „Basis-Boden-Dauerbeobachtungsflächen“, die vollständig beprobt werden und danach auf noch unbestimmte Zeit, voraussichtlich 5–10 Jahre, unberührt bleiben.
3. „Extensive Boden-Dauerbeobachtungsflächen“ mit reduziertem Beprobungs- und Analysenaufwand. Hierfür bieten sich die Musterstücke der Bodenschätzung an.

Untersuchungsturnus

Die oben angeführte Konzeption schlägt einen Untersuchungsturnus von fünf Jahren vor. Um langfristige Bodenveränderungen zu erkennen, erscheinen diese Intervalle für einige Parameter jedoch zu lang. Genauere Untersuchungen hierzu laufen derzeit in Bayern. Bei periodischer Beprobung müssen die Wissenschaftler die Zeitintervalle so wählen, daß der Zustand des Systems sich zwischenzeitlich nicht wesentlich ändert. Neben der räumlichen Variabilität sind auch ausgeprägte jahreszeit-

Der zur Zeit bei den hessischen Boden-Dauerbeobachtungsflächen durchgeführte Untersuchungsumfang ist in Tab. 2 dargestellt.

Eine Erfassung der obligatorischen Parameter entspricht jedoch noch keiner Dauerbeobachtung, sondern ist – wenn auch dringend notwendig – lediglich eine bodenkundliche Inventarisierung. Zur Boden-Dauerbeobachtung sind wiederholte Beprobungen und kontinuierliche Untersuchungen der Bodenfunktionen notwendig. Für eine sinnvolle Durchführung ist es deshalb bedeutsam, den Untersuchungsturnus richtig festzusetzen.

liche Schwankungen des Bodenzustands zu erwarten. Für Blei-Immissionen allerdings errechnet Schweickle (1991), daß bei einer durchschnittlich belasteten Parabraunerde in Baden-Württemberg frühestens nach 39 Jahren mit einer statistisch abgesicherten Veränderung zu rechnen ist. Bei stärker immissionsbelasteten Standorten im Ruhrgebiet reduziert sich das Zeitintervall auf die Hälfte.

Es ist notwendig, an ausgewählten Standorten kontinuierliche Messungen in kurzen Zeitabständen durchzu-



Abb. 11. Im „Intensiv-Meßnetz“ werden auch kurzzeitig variable Bodenparameter erfaßt.

führen. Dabei sind folgende Parameter wichtig: der Eintrag von Schadstoffen über die Luft, die Schadstoffkonzentrationen im Boden sowie die Ein- und Austräge aus dem Boden mit dem Sickerwasser. Aus diesen Daten leiten die Bodenforscher dann Stoffbilanzen ab. Sie wählen in diesem „Intensiv-Meßnetz“ solche Standorte aus, deren Böden die stärksten Veränderungen erwarten lassen. Solche idealtypischen Flächen wurden am Rhein-Main-Flughafen und im Reinhardswald bei Münden eingerichtet (Abb. 3). An erstgenanntem Standort ist in der Nachbarschaft des Flughafens eine Gley-Braunerde aus umgelagertem Flugsand über Terrassensand und -kies anzutreffen. Dieser Boden läßt meßbare Veränderungen viel früher erwarten als unempfindliche Böden, beispielsweise eine Parabraunerde aus Löß. Dieses Teilmeßnetz nutzen die Wissenschaftler als Frühwarnsystem im Sinne des vorsorgenden Bodenschutzes. Sie können aus den Ergebnissen Risiken abschätzen und prognostizieren, in welchen Zeiträumen sich die Funktionen des Bodens nachhaltig ändern und entscheiden, wann eine weitere Flächenbeprobung notwendig wird.

Um den Einfluß der versickernden Wässer auf das Grundwasser zu ermitteln, sollten die Boden-Dauerbeobachtungsflächen dieses Teilmeßnetzes entweder bei bestehenden Grundwassermeßstellen liegen oder es müßten Grundwassermeßstellen neu angelegt werden.

Das Teilmeßnetz ist unerlässlich, um den Stoffhaushalt der Böden zu bilanzieren, die Empfindlichkeit von Böden abzuschätzen, Prognosen zu entwickeln und eine Datenbasis für die Entwicklung von Auswertemodellen zu erstellen. Diese Punkte sind wichtig für die Einbindung in das erdwissenschaftliche Informationssystem und für eine Erweiterung der Datenbasis. Außerdem ließen sich mit den Daten des Fachinformationssystems Rechenmodelle erarbeiten und die Anwendbarkeit für Hessen überprüfen.

Als Standorte für das Teilmeßnetz bieten sich neben der schon bestehenden Fläche am Frankfurter Flughafen die WdI-Stationen an. Das Hessische Landesamt für Bodenforschung beteiligt sich an den Untersuchungen, damit neben den forsthydrologischen auch bodenkundliche und hydrogeologische Fragestellungen beantwortet werden können. So sind mit geringem Mehraufwand umfangreiche Kenntnisse zur Stoffbilanz der Böden zu gewinnen.

Anhand der Ergebnisse dieser intensiv

untersuchten Standorte legen die Wissenschaftler die Beprobungsintervalle für die übrigen Standorte fest. Es ist nicht auszuschließen, daß die Beprobungsintervalle bei den Basis-Boden-Dauerbeobachtungsflächen von fünf auf sieben oder sogar zehn Jahre erhöht werden können. Damit sinkt der Arbeitsaufwand erheblich.

Das Hessische Landesamt für Bodenforschung sollte über alle behördlich initiierten und finanzierten Bodenuntersuchungen informiert sein, die für die Boden-Dauerbeobachtungen relevant sind. Auch Hochschulinstitute führen entsprechende Untersuchungen in großer Zahl durch. Zur effektiven Nutzung öffentlicher Mittel sollte das Hessische Landesamt für Bodenforschung auch diese Informationen über Böden erhalten, um eine zentrale Erfassung und Übersicht zu gewährleisten.



Abb. 12. Bei Basis-Boden-Dauerbeobachtungsflächen können die Beprobungsintervalle möglicherweise von fünf auf sieben oder zehn Jahre erhöht werden.

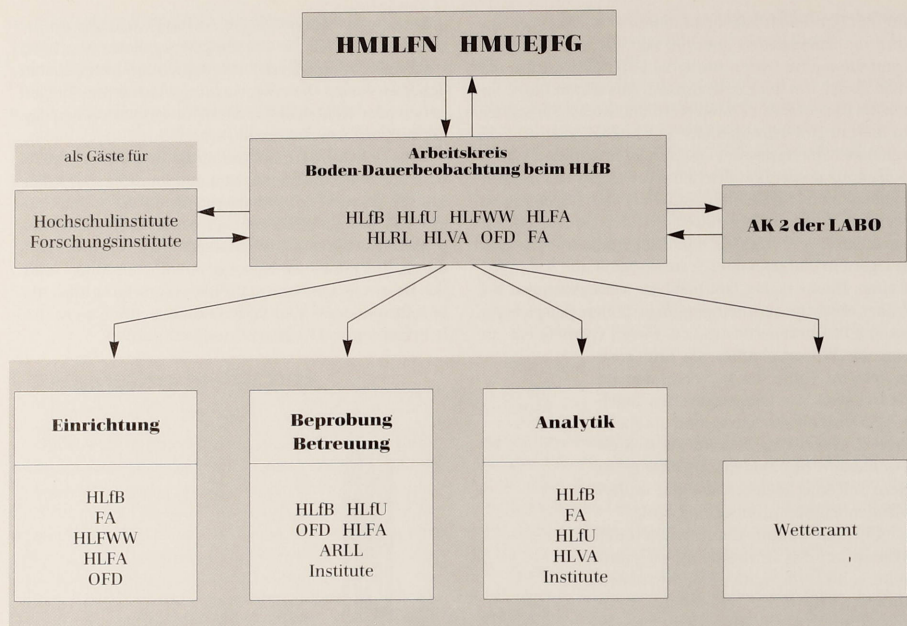


Abb. 13. Organisationsstruktur der Boden-Dauerbeobachtung in Hessen.

Abkürzungen:

AK Arbeitskreis
 ARLL Amt für Regionalentwicklung, Landschaftspflege und Landwirtschaft
 FA Forschungsanstalt, Geisenheim
 HLFA Hessische Lehr- und Forschungsanstalt Eichhof
 HLfB Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden
 HLfU Hessische Landesanstalt für Umwelt, Wiesbaden
 HLFWW Hessische Landesanstalt für Forsteinrichtung, Waldforschung und Waldökologie, Gießen, Münden

HLRL Hessisches Landesamt für Regionalentwicklung und Landwirtschaft, Kassel
 HLVA Hessische Landwirtschaftliche Versuchsanstalt, Kassel, Darmstadt
 HMILFN Hessisches Ministerium des Innern und für Landwirtschaft, Forsten und Naturschutz
 HMUEJFG Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Jugend, Familie und Gesundheit
 LABO Bund-/Länder-Arbeitsgemeinschaft „Boden“
 OFD Oberfinanzdirektion, Frankfurt a.M.

Kurzcharakterisierung der wichtigsten hessischen Böden

Terrestrische Böden

Ah/C-Böden

Das sind Böden geringer Entwicklungstiefe, die einen deutlich ausgebildeten humosen Oberbodenhorizont besitzen. Ihre Eigenschaften werden weitgehend durch das Gestein bestimmt. Ranker aus silikatischem Festgestein, Rendzina aus festem oder lockerem Carbonat- bzw. Sulfatgestein, Regosole aus silikatischem Lockergestein (grabbar) und Pararendzina aus carbonathaltigem (ca. 2-75%), festem oder lockerem Kiesel- oder Silikatgestein (z.B. Löß).

Schwarzerden (Tschernosem, Kalktschernosem) (Acxh/elCc-Profil)

Schwarzerden weisen mächtige (> 3 dm) humose Oberböden (Ah-Horizonte) auf. Diese Horizonte entstanden durch intensive Tätigkeit von Bodentieren unter Steppenklima. Solche Klimabedingungen herrschten in Hessen zuletzt zwischen ca. 8000 und 5500 Jahren v. Chr. Diese Böden sind sehr fruchtbar und sie sind nur an auch heute noch besonders trockenen Standorten erhalten.

Braunerden (Ah/Bv/C-Profil)

Braunerden sind Böden, bei denen durch Verwitterung von Mineralen Eisen freigesetzt und oxidiert wird. Damit einher geht oft eine Verlehmung durch Tonmineralneubildung. Der so gebildete typische Horizont wird als Bv bezeichnet. Die Eigenschaften von Braunerden werden wesentlich durch das Ausgangsgestein bestimmt.

Parabraunerden (Ah/Al/Bt/C-Profil)

Eine durch Lessivierung bzw. durch mechanische Verfrachtung der Feintonfraktion bedingte Tonverarmung im Oberboden (Al) und eine entsprechende Tonanreicherung im Unterboden (Bt) kennzeichnen diese Böden. Lessivierung findet meist in löß-/lößlehmreichen Substraten statt. Die Böden sind daher meist basenreicher als Braunerden.

Podsole (Ahe/Ae/B(s)h/B(h)s/C-Profil)

Podsole sind Böden, bei denen durch starke Versauerung organische Stoffe sowie Aluminium und Eisen aus dem Oberboden (Ae) ausgewaschen und im Unterboden (Bsh) angereichert werden.

Relikt-Ferralit (.../HBu/Cj/Cv-Profil)

Ferralite sind Reste tropischer-subtropischer Verwitterungsböden aus der Tertiärzeit (vor 70-1,7 Mio. Jahren). Sie treten heute nur noch in Resten auf und sind von jüngeren Böden überlagert. Relikt-Ferralite sind sehr nährstoffarm und verursachen oft Stauwasser im Boden.

Stauwasserböden (Pseudogleye, Stagnogleye)

Bei Pseudogleyen (Ah/Sw/Sd-Profil) folgt unter einem wasserleitenden Horizont (Sw) ein dichter, wasserstauer Horizont (Sd). Im wasserstauenden Horizont werden aus den Grobporen Oxide gelöst, diese fallen in den Trockenphasen im Inneren der Aggregate als Oxide aus. Pseudogleye sind durch stark wechselnde Naß- und Trockenphasen gekennzeichnet. Der wasserstauende Sd-Horizont wirkt stark hemmend auf die Durchwurzelung.

Stagnogleye (Sw-Ah/Srw/Srd-Profil) sind Pseudogleye mit extrem langer Naßphase (200-300 Tage pro Jahr). Der Srd-Horizont ist durch ständigen Luftmangel gekennzeichnet.

Semiterrestrische Böden

Auenböden, Gleye und Moore

Auenböden (aAh/aC/aG-Profil) sind Böden aus Sedimenten in Tälern von Flüssen und Bächen. Sie werden zum Teil periodisch überflutet und weisen einen rezent noch stark schwankenden Grundwasserstand auf. Sie sind meist nährstoffreich, aufgrund ihrer Waserdynamik jedoch nur eingeschränkt nutzbar. Eine Tschernitza ist ein tschernosemartiger Auenboden.

Bei Gleyen (Ah/Go/Gr-Profil) werden aus den ständig wassergesättigten Gr-Horizonten Oxide gelöst und abtransportiert. Im Grundwasserschwankungsbereich (Go) fallen sie zum Teil als Konkretionen aus.

Moore sind hydromorphe Böden mit einem mehr als 3 dm mächtigen Torfhorizont. Niedermoore sind topogene Moore, die in ständig wassergefüllten Tiefenbereichen entstehen.

Boden-Dauerbeobachtungsflächen in Hessen

Gebiets-Typ	Lfd. Nr.	BDF-Standort	Kürzel	TK 25 Bl.-Nr.	Bl.-Name	Einrichtungs-jahr	Höhe ü. NN
I	1	Flughafen Frankfurt	FH	5917	Kelsterbach	1992	97
I	2	Allmendfeld	ALL	6217	Zwingenberg	1992	92
I	3	Biebesheim	BIE	6216	Gernsheim	1992	88
I	4	Eschollbrücken	EB	6117	Darmstadt West	1992	98
I	5	Steinberg	STB	5914	Eltville	1993	205
I	6	Rebmuttergarten	REB	6317	Bensheim	1993/94	163
I	7	Fürth-Erzberg	ODW-I	6318	Lindenfels	1993/94	470
I	8	Fürth-Kahlberg	ODW-II	6319	Erbach	1993/94	450
I	9	Groß Umsatdt	GUMS-I	6119	Groß Umstadt	1993	185
I	10	Reinheim	REI	6119	Groß Umstadt	1993	175
I	11	Groß Umstadt II	GUMS-II	6119	Groß Umstadt	1993	185
I	12	Richen	RI	6119	Groß Umstadt	1993	160
III B	13	Rhön-Stimberg	STIR	5526	Bischofsheim	1994/95	800
III B	14	Rhön-Steinkopf	STEI	5526	Bischofsheim	1994/95	840
I	15	Königstein	KÖN	5716	Oberreifenberg	1994	500
II	16	Krofdorf-Gleiberg	KRO-I	5317	Rodheim Bieber	1995	295
II	17	Krofdorf-Gleiberg II	KRO-II	5317	Rodheim Bieber	1995	295
I	18	Ober Mörlen I	O-MÖ I	5618	Friedberg	1995	180
I	19	Ober Mörlen II	O-MÖ II	5618	Friedberg	1995	195
II	20	Pohl Göns	PO GÖ	5517	Cleeberg	1995	250
II	21	Oedelsheim	OED	4423	Oedelsheim	1995	370
II	22	Münden I	MÜN I P4	4523	Münden	1995	240
II	23	Münden II	MÜN II P5	4523	Münden	1995	230
II	24	Oberelsungen	OE	4621	Wolffhagen	1995	310
II	25	Zierenberg	ZB	4621	Wolffhagen	1995	290
II	26	Weimar I	WEIM	4622	Kassel West	1995	285
II	27	Weimar II	WEI II	4622	Kassel West	1995	245
II	28	Weimar III	WEI III	4622	Kassel West	1995	260
II	29	Fürstenwald	GREB	4622	Kassel West	1995	295
II	30	Grebenstein	GRE I	4522	Hofgeismar	1995	240
II	31	Udenhausen	UD	4522	Hofgeismar	1995	285
I	32	Staden	STA	5619	Staden	1995	125
I	33	Altenstadt I	ALS 1	5719	Altenstadt	1995	170
I	34	Altenstadt II	ALS 2	5719	Altenstadt	1995	180
I	35	Hainchen I	HAI 1	5720	Büdingen	1995	125
I	36	Hainchen II	HAI 2	5719	Altenstadt	1995	133
I	37	Erbstadt	ERB	5719	Altenstadt	1995	160
I	38	Langen-Bergheim I	LaBe 1	5719	Altenstadt	1995	150
I	39	Langen-Bergheim II	KaBe 2	5719	Altenstadt	1995	150
I	40	Hüttengesäß	HÜT	5720	Büdingen	1995	165
I	41	Butzbach-Bodenrod	BU BO	5517	Cleeberg	1996	430
I	42	Butzbach-Bodenrod II	BU BO II	5617	Usingen	1996	450
III B	43	Rudingshain	SCHOT 2	5421	Ulrichstein	1996/97	590
III B	44	Rudingshain	SCHOT 1	5421	Ulrichstein	1996/97	660
I	45	Salmünster	WIL	5722	Bad Soden-Salmünster	1997	320
I	46	Ramholz	RAM	5623	Schlüchtern	1997	480
I	47	Kressenbach	KRE	5622	Steinau	1997	350
I	48	Steinau	STE	5622	Steinau	1997	300
II	49	Locheiche, Kellerwald	LOKEL	4819	Fürstenberg	1997	ca. 550
II	50	Battenberg	BAT	4917	Battenberg	1997	445
I	51	Rohrlache		6217	Zwingenberg	1997/98	91

Erläuterungen:

I Region mit großen Verdichtungsräumen
II Regionen mit Verdichtungsansätzen

III ländlich geprägte Regionen
B gering besiedelte, peripher gelegene Regionen
MST Musterstücke der Oberfinanzdirektion

B Basis-Boden-Dauerbeobachtungsfläche
I Intensiv-Boden-Dauerbeobachtungsflächen
Wdl Waldschäden durch Immission

Geologie	Bodentyp	Nutzung, Vegetation	BDF-Typ	Zusatz-untersuchungen
umgelagerter Flugsand über Terrasse	Podsolige Gley-Braunerde	Wald (Kiefer, Eiche)	I	Deposition, Sicker-, Grundwasser
Neckar-Altlaufsedimente	Gley-Pelosol	Acker	B	
Auensedimente des Rheins	Vega	Grünland	B	
kalkhaltiger Fugsand	pseudovergleyte Bänder-Braunerde	Wald (Kiefer)	B	
Schiefer	Rigosol	Weinberg	I	Erosion, Lysimeter
Löß	Rigosol-Pararendzina	Weinberg	I	Erosion, Lysimeter
Granit	Braunerde	Wald	B	Wdl, Lysimeter
Buntsandstein	podsolige Braunerde	Wald	B	Wdl, Lysimeter
Löß	Parabraunerde	Acker	MST	MST
Löß	erodierte Parabraunerde	Acker	MST	MST
Löß	Pararendzina	Acker	MST	MST
Sandlöß	Pseudogley-Parabraunerde	Acker	MST	MST
Basalt	Braunerde	Wald	B	
Basalt	Braunerde	Grünland	B	Eichhof
Schiefer	Braunerde	Wald	B	Wdl
Grauwacke	Parabraunerde-Pseudogley	Wald	B	Wdl
Grauwacke	Pseudogley-Parabraunerde	Wald	B	Wdl
Löß	Tschermosem-Parabraunerde	Acker	MST	MST
Löß	stark erodierte Parabraunerde	Acker	MST	MST
Löß	Pararendzina	Acker	MST	MST
Mittlerer Buntsandstein	Stagnogley	Wald (Huteeichen)	B	
Mittlerer Buntsandstein	podsolige, pseudovergleyte Braunerde	Wald (Buchen)	B(I)	Wdl
Lößlehm	Pseudogley-Parabraunerde	Wald (Buchen)	I	Wdl, Bodensickerwasser
Lößlehm	erodierte Parabraunerde	Acker	MST	MST
Röt	Pelosol	Acker	MST	MST
Auenlehm	Auengley	Grünland	MST	MST
Schwemmfächer- und Auen-sedimente	Braunerde-Pelosol	Acker	MST	MST
Kolluvium	Kolluvisol	Acker	MST	MST
Röt	Pelosol	Acker	MST	MST
Lößlehm	pseudovergleyte Parabraunerde	Acker	MST	MST
Löß	Parabraunerde-Haftnässepseudogley	Acker	MST	MST
Lößlehm	Pseudogley	Acker	MST	MST
Rotliegendes	Braunerde	Acker	MST	MST
Löß	Kolluvisol	Acker	MST	MST
Hochflutlehm	Pseudogley	Acker	MST	MST
Hochflutlehm, Schutt	Reliktgley-Pelosol	Acker	MST	MST
Löß	erodierte Parabraunerde	Acker	MST	MST
Lößlehm	Pseudogley-Kolluvisol	Acker	MST	MST
Lößlehm	Parabraunerde-Kolluvisol	Acker	MST	MST
Lößlehm	erodierte Parabraunerde	Acker	MST	MST
Devonschiefer	Pseudogley	Acker	MST	MST
Devonschiefer	Regosol	Acker	MST	MST
Basalt	Braunerde	Wald	B	Naturwaldreservat
Basalt	Lockerbraunerde	Wald	B	Naturwaldreservat
Buntsandstein	Parabraunerde-Braunerde	Wald	B	
Muschelkalk	Terra Fusca	Wald	B	
Muschelkalk	Rendzina	Wald	B	
Buntsandstein	Parabraunerde-Braunerde	Wald	B	
Grauwacke	Braunerde	Wald	B	Naturwaldreservat
Grauwacke	Braunerde	Wald	B	Naturwaldreservat
Neckaraltlauf	Niedermoor	Wald		

Schriftenverzeichnis

Arnold, H., Friedrich, K. & Vorderbrügge, T. (1997): Datenverarbeitung im Bodenschutz. Das Fachinformationssystem Boden/Bodenschutz. - Inform. HZD-Magazin für die Hess. Landesverwaltung, 3: 25-31; Wiesbaden.

Boden-Dauerbeobachtungsflächen in Bayern (1990): Standortauswahl, Einrichtung, Probenahme, Analytik; Bayerische Staatsministerien für Landesentwicklung und Umweltfragen & für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, München.

Borries, D. F. W. v. (1990): Konzeptionelle Ansätze für den Umgang mit schadstoffbelasteten Böden. - VDI Berichte 537: 1321-1341.

Klausing, O. (1974): Die Naturräume Hes-

sens mit einer Karte der naturräumlichen Gliederung 1:200000. - Schriften der Hess. Landesanstalt für Umwelt, Wiesbaden.

Lewis, R. A., Paulus, M., Horras, C. & Klein, B. (1988): Auswahl und Empfehlung von ökologischen Umweltbeobachtungsgebieten in der Bundesrepublik Deutschland. - Deutsches Nationalkomitee für das UNESCO-Programm „Man and the Biosphere (MAB)“: MAB-Mitteilungen 29, Bonn.

RSU, Der Rat der Sachverständigen für Umweltfragen (1990): Allgemeine Ökologische Umweltbeobachtung - Sondergutachten Oktober 1990; Geschäftsstelle im Statistischen Bundesamt, Wiesbaden.

Schlichting, E. (1991): Wofür, wogegen und wie Bodenschutz? - Bodenschutztagung über Umweltforschung an der Universität Hohenheim; Hohenheimer Arbeiten: 1-8; Stuttgart.

Schweickle, V. (1991): Bemessung von Meßintervallen für Dauerbeobachtungsflächen in Boden-Meßnetzen. - Z. Pflanzenernähr. Bodenk., 154: 225-226; VCH, Weinheim.

UAG-BDF, Unterarbeitsgruppe „Boden-Dauerbeobachtungsflächen“ im Auftrag der Sonderarbeitsgruppe „Informationsgrundlagen Bodenschutz“ (1991): Konzeption zur Einrichtung von Boden-Dauerbeobachtungsflächen. - Arbeitshefte Bodenschutz 1; München.

Lieferbare Boden-Daten

(Auszug aus dem Verzeichnis geowissenschaftlicher Karten und Schriften des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung)

Für die in der Übersicht dargestellten Bodenkarten können nutzerspezifisch thematische Karten erstellt und geliefert werden

Digitale Kartendaten (Vektor- und Sachdaten)

Maßstab 1:50000

Maßstab 1:500000

- Bodenübersichtskarte von Hessen (BÜK 500)
- Ableitungskarten auf Grundlage der BÜK 500
 - a) Physikochemisches Filtervermögen des Bodens
 - b) Nitratrückhaltevermögen des Bodens
 - c) Ertragspotential des Bodens
 - d) Biotopentwicklungspotential des Bodens

- Themenkarten der bodenkundlichen Flächendaten 1:50000 Geometrien blattweise lieferbar; Verfügbarkeit siehe Blattübersicht S. 28 z. Z. verfügbar:
 - a) Bodenkarte von Hessen
 - b) Nitratrückhaltevermögen des Bodens
 - c) Ertragspotential des Bodens
 - d) Standorttypisierung für die Biotopentwicklung

1. Digitale Karten und Daten

Digitale Karten und Daten werden projektbezogen abgegeben. Die Nutzung der Daten wird durch eine Nutzungsvereinbarung geregelt.

1.1 Digitale Karten

1.1.1 Standardkarten nach Blattschnitten der Maßstäbe 1:50000 und 1:500000

Farbkarte DM 50,-
Farbkarte, wasserfest DM 70,-
Farbkarte 1:1 Mio. (DIN A4) DM 10,-

1.1.2 Spezialkarten, Speziallayouts

Grundpreis Farbkarte bis DIN A0 DM 70,-
Grundpreis Farbkarte, wasserfest bis DIN A0 DM 90,-
Die Kosten für Spezialkarten, Speziallayouts errechnen sich aus dem Grundpreis zzgl. Zeitaufwandpauschale je

1.2 Sachdatendokumentation Kartendaten

Legendenauszug Flächen-, Liniendaten je angefangene 100 Seiten DM 25,-

1.3 Digitale Kartendaten

1.3.1 Vektordaten

Vektordaten werden als Voll- oder Teilblatt (Ausschnitt) im Blattschnitt der amtlichen Kartenreihen der Maßstäbe 1:50000 bis 1:200000 geliefert. Blattschnittfreie Kartenwerke (z.Z. BK 50) und der Maßstab 1:500000 können für beliebige Ausschnitte geliefert werden. Das gewünschte Raumsegment wird über vier Rechts- und Hochwerte (Gauß-Krüger) als Quader definiert oder mit Blattnummer und -name (z.B. L 5520 Schotten) gekennzeichnet. Die Berechnung der Kosten erfolgt nach gelieferten attribuierten Objekten (je nach Kartenwerk und Datenart -Punkt, Linie oder Fläche-). Angebote auf Anfrage.
Kosten je attribuiertem Objekt
Mindestkostenpauschale

DM 0,30
DM 400,-

1.3.2 Digitale Sachdaten zu Kartenwerken

Die digitalen Sachdaten werden nur in Verbindung mit Geometriedaten der Kartenwerke abgegeben. Je nach Kartenwerk stehen verschiedene Merkmale zur Auswahl, die auf Anfrage zur Verfügung gestellt werden. Bei den bodenkundlichen Flächendaten 1:50000 sind dies z.B. Bodenprofilaten wie Bodensubtyp, Grundnässen, Stau-nässe, Erosionsgrad, Bodenart oder abgeleitete Daten, z.B. Feldkapazität des Hauptwurzelraumes und Nitratrückhaltevermögen des Bodens.

Die Merkmaldefinitionen (Thesaurus bzw. Schlüssel) sowie die Methodenbeschreibungen zu Ableitungsthemen werden kostenfrei abgegeben.

Kosten je Merkmal/Thema

Berechnungsbeispiel:

Abgabe von Kartendaten der bodenkundlichen Flächendaten 1:50000

Geometriedaten

Bl. L 5520 Schotten 1592 Flächenobjekte zu je DM 0,30 DM 478,-

Sachdaten zu den Grundeinheiten des Kartenausschnittes

Bodeneinheit/Bodenform DM 150,-
Bodenart der Bodenhorizonte DM 150,-
Grobodengehalt der Bodenhorizonte DM 150,-
Nutzbare Feldkapazität des Hauptwurzelraumes DM 150,-

Gesamtkosten

DM 1.228,-

1.3.3 Rasterdaten

Raster-Scan der digitalen Standardkartenwerke je Blatt

DM 250,-

Raster-Scan für Spezialkarten und -layouts

Grundpreis pro Scan
zzgl. Zeitaufwandpauschale je Stunde gemäß den Sätzen der Hessischen Verwaltungskostenordnung

DM 250,-

1.3.4 Vektor-Graphikdaten

Plotdaten der digitalen Standardkartenwerke als PostScript-Datei je Blatt

DM 250,-

Plotdaten von Spezialkarten und -layouts als PostScript-Datei

Grundpreis pro Karte
zzgl. Zeitaufwandpauschale je Stunde gemäß den Sätzen der Hessischen Verwaltungskostenordnung.

DM 250,-

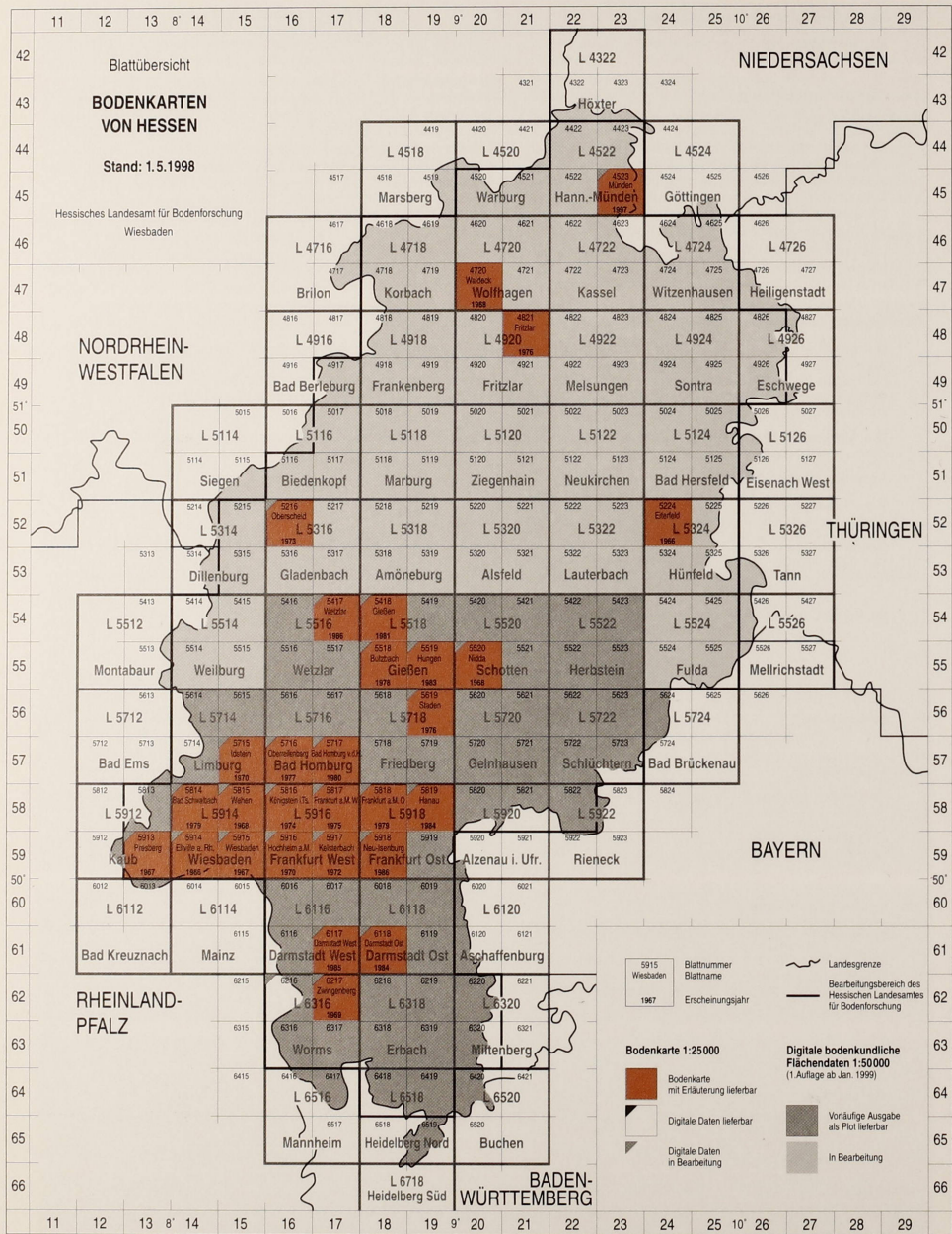
2. Abgabeformate

2.1 Datenträger

DAT-Streamer-Tape (UNIX-TAR-Format), QIC 80 (DOS), CD-ROM, 3,5 Zoll Disketten 1,4 MB (DOS Zip-Format oder Apple-Stuffit-Forma

2.2 Datenformate

Vektordaten	Sachdaten	Rasterdaten	Vektor-Graphikdaten
ArcInfo E00 und Generate DXF	Oracle, Arc-Info-Tables, dBase Access, Excel, ASCII	TIFF, PCX, PICT, GIF, JPEG in der Auflösung 300 bis 800 DPI	Plotdaten als PostScript-Datei



Bodenkarte von Hessen 1: 25000 mit Erläuterung DM 40,-
 Preise digitaler Daten und Karten s. S. 26 und 27