



Boden- Dauerbeobachtungsflächen im Freistaat Thüringen



Fachstandpunkte der TLUG Nr. 10/2006

Boden-Dauerbeobachtungsflächen
im Freistaat Thüringen

Einführung und Überblick über die
Boden-Dauerbeobachtung im
Freistaat Thüringen

Diese Veröffentlichung wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie (TLUG) Jena über Internet-Download zur Verfügung gestellt.

Sie darf weder von Parteien noch Wahlhelfern im Wahlkampf zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf diese Veröffentlichung nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Landesanstalt zugunsten einzelner Gruppen verstanden werden kann. Den Parteien ist es gestattet, die Veröffentlichung zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.

Impressum

Fachstandpunkte der Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie
Nr. 10/2006

Herausgeber: Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie
Göschwitzer Straße 41, 07745 Jena
Tel.: 03641/684-0
E-Mail: TLUG.Post@TLUGJena.Thueringen.de
Internet: <http://www.tlug-jena.de>
Koordination: Ref. 34 - Umweltkonzepte, Raumanalyse,
Geoinformationswesen, Dr. Jürgen Schulz

Redaktion: Arbeitsgemeinschaft Bodendauerbeobachtung Thüringen (AG BD Thüringen): Dr. Koch/TMLNU; Dr. Gullich/TLL; Herr Schwerhoff/TLWJF; Frau Hanußek-Biermann/TLUG (federführend)
Der Dank gilt allen, die Informationen, Texte, Materialien zu diesem Beitrag bereitgestellt und sich die Zeit zur kritischen Durchsicht genommen haben.
Anregungen, Verbesserungsvorschläge und Kritik richten Sie bitte an:
<mailto:m.hanussek-biermann@tlugjena.thueringen.de>

Umschlagbilder: - Segmentbeprobung der BDF Bad Liebenstein
- Leitprofilaufnahme an der BDF Großebersdorf
- Probenahme Mikrobiologie einer Forst-BDF
- Depositionssammler an der BDF Possen
- Lumbricidenbeprobung an der BDF Großobringen
- Bodenprobenbank der TLUG in Niederpöllnitz

Jena, im April 2006

Gliederung

1.	Einführung und Überblick über die Boden-Dauerbeobachtung im Freistaat Thüringen.....	5
1.1	Einleitung	5
1.1.1	Ziele und Funktionen der Boden-Dauerbeobachtung.....	5
1.1.2	Gesetzliche Grundlagen der Einrichtung von Boden-Dauerbeobachtungsflächen	6
1.1.3	Definition und Beschreibung einer Boden-Dauerbeobachtungsfläche	7
1.2	Kooperationen und Aufgabenverteilung bei der Einrichtung und dem Betrieb der BDF in Thüringen	8
1.2.1	Aufgabenschwerpunkte der Landesanstalten bei der Anlage und dem Betrieb von BDF	8
1.2.2	Messumfang der Boden-Dauerbeobachtung	14
1.3	Übersicht der BDF-Standorte im Freistaat Thüringen	16
1.3.1	Beginn der Einrichtung und aktueller Stand.....	16
1.3.2	Standortauswahl	17
1.3.3	Repräsentanzanalyse für die Boden-Dauerbeobachtungsflächen in Thüringen	17
1.4	Ergebnis der Repräsentanzanalyse	18
1.4.1	Umsetzung der Ergebnisse	18
1.4.2	Ausblick.....	20
1.5	Verzeichnisse	21
1.5.1	Tabellenverzeichnis	21
1.5.2	Abbildungsverzeichnis	21
1.5.3	Literaturverzeichnis	21

1. Einführung und Überblick über die Dauer-Bodenbeobachtung im Freistaat Thüringen

1.1 Einleitung

Böden sind zentrale Bestandteile des Naturhaushaltes. Sie erfüllen wichtige ökologische Funktionen und sind Lebensgrundlage für Menschen, Tiere und Pflanzen. Der Schutz des Bodens als nicht vermehrbares, kostbares Gut ist daher eine wichtige und im Vergleich mit dem Schutz von Luft und Wasser gleichrangige Aufgabe des Umweltschutzes.

Um die ökologische Leistungs- und wirtschaftliche Nutzungsfähigkeit nachhaltig zu sichern, ist eine genaue Kenntnis der vielfältigen stofflichen Eigenschaften von Böden auch in ihrer zeitlichen Entwicklung erforderlich. Veränderungen der Bodenqualität sind oft nicht mehr rückgängig zu machen. Sie erfolgen fast unmerklich über lange Zeiträume. Die Ergebnisse einzelner Bodenuntersuchungen ermöglichen daher keine Aussagen über die Belastung und Veränderung von Böden.

Die Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie (TLUG), die Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL), sowie die Thüringer Landesanstalt für Wald, Jagd und Fischerei (TLWJF) betreiben als Bestandteil der landesweiten Umweltüberwachung ein Netz von Boden-Dauerbeobachtungsflächen (BDF), um den Zustand und die Veränderung der Beschaffenheit von Böden zu erkennen und zu überwachen.

1.1.1 Ziele und Funktionen der Boden-Dauerbeobachtung

Ziele der Boden-Dauerbeobachtung (BD) sind

- die Beschreibung des aktuellen Zustandes der Böden,

- die langfristige Überwachung von Veränderungen der Böden sowie
- die Ableitung von Prognosen der zukünftigen Entwicklung.

Die einzelnen Boden-Dauerbeobachtungsflächen repräsentieren dabei unterschiedliche Standortbedingungen und Nutzungsarten.

Die BD erfüllt folgende wesentliche Funktionen:

- Frühwarnsystem für schädliche Bodenveränderungen,
- Kontrollinstrument für umweltpolitische Maßnahmen,
- Beweissicherung,
- Umfeld-Überwachung,
- Referenz für Bodenbelastungen (Hintergrundwerte, Bodenbelastungskataster),
- Versuchsplattform für Forschung (z. B. zur Methodenentwicklung),
- Referenz für bodenkundliche Standortaufnahmen.

Die BD ist ein wichtiges Instrument der Daseinsvorsorge und bietet sich aufgrund der zentralen Steuerfunktion des Bodens im Naturhaushalt als Basis für ein integriertes Umweltmonitoring an.

1.1.2 Gesetzliche Grundlagen der Einrichtung von Boden-Dauerbeobachtungsflächen (BDF)

In der **Bodenschutzkonzeption der Bundesregierung von 1985** (Drucksache 10/2977) wird die Einrichtung von BDF als notwendig angesehen. Im Jahr 1987 folgten vom Bundeskabinett beschlossene Maßnahmen zum Bodenschutz (Drucksache 11/1625). Darin wurde der Schutz des Bodens als eine der wichtigsten fach- und bereichsübergreifenden Aufgaben der Umweltpolitik für die kommenden Jahre hervorgehoben.

Auf der 28. Umweltministerkonferenz am 07./08. Mai 1987 wurde den Ländern empfohlen, Bodeninformationssysteme (BIS) aufzubauen, deren integraler Bestandteil Boden-Dauerbeobachtungsflächen sind (Sonderarbeitsgruppe Informationsgrundlagen Bodenschutz 1987: Punkt 1.1.3 "Bodenbeobachtung und Beweissicherung").

Das **Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG)** vom 17.03.1998 wurde mit dem Zweck beschlossen, die Funktionen des Bodens zu sichern oder wiederherzustellen (§ 1). Gemäß § 7 besteht die Pflicht, Vorsorge gegen das Entstehen schädlicher Bodenveränderungen zu treffen. Nach § 7 Satz 2 sind Vorsorgemaßnahmen geboten, „wenn wegen der räumlichen, langfristigen oder komplexen Auswirkungen einer Nutzung auf die Bodenfunktionen die Besorgnis einer schädlichen Bodenveränderung besteht“.

In § 21 (4) des BBodSchG wird den Ländern empfohlen, ein Bodeninformationssystem einzurichten und zu führen. Die Erfassung von Daten der BDF als ein Baustein des BIS wird darin ausdrücklich erwähnt. BDF erhalten hierdurch eine erhebliche Bedeutung als Instrument zur Umsetzung der Ziele des Bodenschutzes.

Im **Thüringer Bodenschutzgesetz** vom 31.12.2003 (ThürBodSchG) wird im § 6 der

vom Bundesgesetzgeber eröffnete Regelungsspielraum auf Landesebene genutzt, indem die Einrichtung und der Betrieb eines Bodeninformationssystems vorgesehen ist. Analog den bundesrechtlichen Ausführungen wird in § 6 Abs. 1 dargelegt, dass die Daten von BDF integraler Bestandteil eines BIS sind.

Die **Europäische Kommission** verfolgt seit Mitte der 90er Jahre, dank eines gewachsenen Bewusstseins für die Gefährdung der Böden, Bestrebungen zur Entwicklung einer Europäischen Bodenschutzstrategie. Wichtige Meilensteine in diesem Kontext sind zunächst die Verabschiedung des 6. Umweltaktionsprogramms (Januar 2001) und die Mitteilung der Kommission „Hin zu einer spezifischen Bodenschutzstrategie“ (vom 16.04.2002) an den Rat, das europäische Parlament und die Ausschüsse. Das 6. Umweltaktionsprogramm verpflichtet die Kommission bis 2005 eine thematische Strategie zum Bodenschutz zu entwickeln.

Als Hauptgefahren für den Boden in der EU werden Erosion, Rückgang organischer Substanz, Bodenkontamination, Bodenversiegelung, Bodenverdichtung, Rückgang der biologischen Vielfalt der Böden, Versalzung sowie Überschwemmung und Erdbeben angesehen. Zu den einzelnen Themen wurden Arbeitsgruppen, sog. technical working groups, eingerichtet. Die zum Thema Bodenmonitoring eingesetzte Arbeitsgruppe (Working group on monitoring) hat im Mai 2004 einen Abschlussbericht vorgelegt, der ein EU-weites Monitoring empfiehlt.

Informationen über die Entwicklung einer EU-Bodenschutzstrategie:

<http://www.europa.eu.int/comm/environment/soil/index.htm>

<http://forum.europa.eu.int/Public/irc/env/soil/library?l=/monitoring/workingsgroup&vm=detailed&sb=Title>

1.1.3 Definition und Beschreibung einer Boden-Dauerbeobachtungsfläche

BDF sind Messflächen zur Erfassung und Bewertung langfristiger Bodenveränderungen infolge standort-, landschafts-, nutzungs- und belastungsspezifischer Einflüsse.

Sie werden bundesweit auf repräsentativen Standorten durch die einzelnen Bundesländer angelegt. Die BDF umfassen eine festgelegte Mindestfläche und werden in bestimmten Zeitintervallen einem umfangreichen Messprogramm unterzogen.

Die Ergebnisse von Erhebungen und Messungen auf BDF werden im BIS abgelegt und bereit gehalten.

Die Messfläche der BDF wird unter verschiedenen Nutzungen wie Acker, Grünland oder Wald eingerichtet und hat zumeist eine quadratische Form (Abb. 1). Wenn es die Geländesituation erfordert, kann auch eine andere Grundform gewählt werden. Die Flächengröße sollte jedoch circa 1000 m² betragen. Basis-BDF, die über keine zusätzlichen Messeinrichtungen vor Ort verfügen, sind im Gelände nicht erkennbar. Die geographische Position der Fläche wird in Gauß-Krüger Koordinaten (Bessel) angegeben. Zur Markierung der Flächen werden langfristig wiederauffindbare Unterflurmarken benutzt. Die äußeren Abmessungen betragen in der Regel 50 m x 50 m. Die Gesamtfläche ist in eine Kernfläche von 30 m x 30 m und eine umgebende Rahmenfläche unterteilt. Innerhalb der Kernfläche wird die flächenhafte Bodenbeprobung durchgeführt. Die Anlage von Schürfgruben sowie die Durchführung von flächenzerstörenden Probenahmen und Messungen erfolgt außerhalb der Kernfläche in der Rahmenfläche. Da die Probenahme am jeweiligen Entnahmeort eine Störung der Bodenverhältnisse hervorruft, werden die Entnahmestellen bei Wiederholungsbehebungen nach einem festen Schema variiert, um die Mehrfachbeprobung eines Punktes auszuschließen.

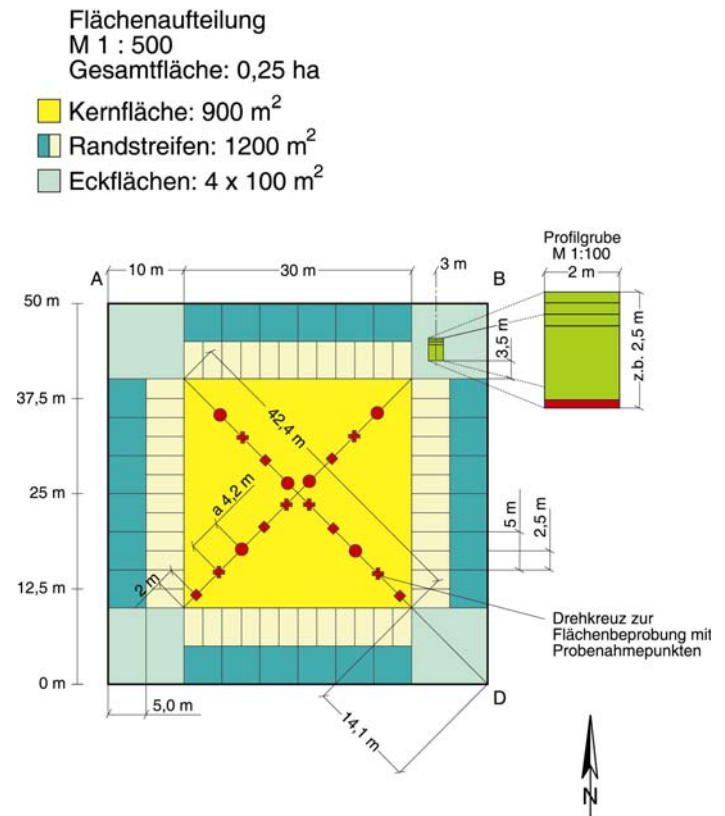


Abb. 1: Skizze einer Boden Dauerbeobachtungsfläche

1.2 Kooperationen und Aufgabenverteilung bei der Einrichtung und dem Betrieb der BDF in Thüringen

Die Einrichtung und Betreuung von BDF erfolgt in Kooperation zwischen der Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie

(TLUG), der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL) und der Thüringer Landesanstalt für Wald, Jagd und Fischerei (TLWJF). Dies spiegelt sich auch in der Aufgabenverteilung wider:

Aufgabengebiet Boden-Dauerbeobachtung	Zuständige Behörden		
	TLUG	TLL	TLWJF
	Fachliche Koordination	Mitarbeit/Abstimmung	Mitarbeit/Abstimmung
Flächenauswahl	Koordination/verantwortlich für BDF auf Sonderstandorten und unter forstlicher Nutzung	Verantwortlich für landwirtschaftlich genutzte Flächen	Mitwirkung bei BDF unter forstlicher Nutzung
Flächeneinrichtung/Grundinventur, Wiederholungsuntersuchungen	Koordination/verantwortlich für BDF auf Sonderstandorten und unter forstlicher Nutzung	Verantwortlich für landwirtschaftlich genutzte Flächen	Mitwirkung bei BDF unter forstlicher Nutzung
Erfassung und Verwaltung der (Mess-) Daten	Koordination/verantwortlich für BDF auf Sonderstandorten und unter forstlicher Nutzung	Verantwortlich für landwirtschaftlich genutzte Flächen	Zuarbeit/Abstimmung
Weitergabe von Daten	Federführung	Zuarbeit/Abstimmung	Zuarbeit/Abstimmung
Berichte	Koordination/verantwortlich für BDF auf Sonderstandorten und unter forstlicher Nutzung	Zuarbeit/Abstimmung, verantwortlich für landwirtschaftlich genutzte Flächen	Zuarbeit/Abstimmung

Tab. 1: Übersicht über die Aufgabenverteilung im Bodenschutz zwischen der TLUG, der TLL und der TLWJF entsprechend dem Erlass des TMLNU vom 10.04.2003.

1.2.1 Aufgabenschwerpunkte der Landesanstalten bei der Anlage und dem Betrieb von BDF

Die Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie (TLUG) sichert bei der Standortauswahl aller BDF in Thüringen die Wahrung der flächenhaften Landschafts- und Bodenrepräsentanz (regional-bodengeographische und geologisch-bodenkundliche Belange) durch Standortvorschläge verbunden mit gezielten Sondierungskartierungen. Die Auswahl sowie die umfassende Aufnahme und Dokumentation der Leitprofile und der Flächen der einzelnen BDF erfolgte

durch die TLL und die Zusammenarbeit mit der TLUG.

Die TLUG betreibt zurzeit, unterstützt durch die TLWJF, neun **BDF unter Forst** (Tab. 1), die durch einen Ausbau von Boden-Beobachtungsflächen im Wald hervorgegangen sind und sich in vier Fällen in direkter räumlicher Nähe zu Waldmessstationen befinden. Die TLUG betreut sechs als **Sonderstandorte angelegte BDF** (Tab. 3) auf Standorten, die bis 1990 besonderen Belastungen ausgesetzt waren. Hier soll die Reaktion der Bodeneigenschaften und -funktionen des Ökosystems Boden auf besondere Belastungsfaktoren geprüft werden. Gleichzeitig werden die Mess- und Beobachtungsergebnisse als Datengrundlage für bodenschutzrelevante Maßnahmen und Planungs-

zwecke genutzt. Die Ergebnisse der umfangreichen Dokumentation und Analyse der BDF werden auch im Rahmen anderer Aufgaben und Fragestellungen genutzt: unter anderem als Referenzprofile für die Erstellung von Bodenkarten, als ergänzende Information zur Ermittlung von Hintergrundwerten für anorganische und organische Stoffe in Böden sowie als Basis für Forschungszwecke.

Die TLUG führt die **Bodenprobenbank** zur Beweissicherung. Hier werden getrocknete Proben aller BDF als Rückstellproben eingelagert.

Die von der **Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft** betriebenen 14 BDF (Tab. 4 und 5) dienen folgenden Zielstellungen:

- Erkennen von mittel- bis langfristigen Bodenveränderungen unter landwirtschaftlicher Nutzung,
- Frühwarnung bei Gefahr (sollten die Vorsorgewerte der BBodSchVO bei guter fachlicher Praxis überschritten werden)
- Fachwissenschaftliche Vorbereitung agrarpolitischer Entscheidungen und

- Versuchs- und Informationsbasis für die Beratung nach §17, Abs. 2 BBodSchG (Zuständigkeit der TLL nach ThürBodSchG §11, Abs. 5).

Die **Landesanstalt für Wald, Jagd und Fischerei (TLWJF)** stellt im Rahmen ihrer vielfältigen Monitoring-Programme unter Wald Messflächen für den Ausbau zu BDF zur Verfügung und wirkt unterstützend bei der Anlage und dem Betrieb von BDF unter forstlicher Nutzung mit. Häufig wird die Anlage der BDF auf forstwirtschaftlich genutzten Standorten mit bereits unterhaltenen Depositionsmessstellen gekoppelt.

Arbeitsgruppe Bodendauerbeobachtung Thüringen (AG BD Thüringen)

Unter der Schirmherrschaft des TMNLU entstand 1995 die AG BD Thüringen. Die AG BD koordiniert die Arbeiten, entwickelt abgestimmte Untersuchungskonzepte und ist für den Informationsaustausch und für gemeinsame Veröffentlichungen zuständig.

Nr.	Name der BDF	Bodenform	Nutzung	Art der BDF	Untersuchungsumfang	Datum der Einrichtung	angeschlossene Messnetze
1	Vessertal	Braunerde aus (Kryo-) Schluffgrus über tiefem (Kryo-) Grus	Forst	Basis BDF	der Untersuchungsumfang entspricht den obligatorischen Parametern laut LABO-Vorgaben	23.10.96	Waldmessstation
2	Suhl	schwach podsolige Braunerde aus grusführendem (Kryo-) Lehm über (Kryo-) Schuttsand				24.10.96	Waldmessstation bis 2001, Inventurpunkt der Waldboden-Beobachtung
3	Steiger	pseudovergleyte Braunerde-Parabraunerde aus Hangschluff über (Kryo-) Gruston				03.07.01	Waldmessstation
4	Altenburg	schwach podsoliger Pseudogley aus kies-führendem (Kryo-) Löss über tiefem Moränensandkies				09.07.01	Inventurpunkt der Waldboden-Beobachtung
5	Possen	Fahlerde aus Löss über tiefem (Kryo-) Schutt				12.07.01	Level- II-Fläche, Hauptmessstation
6	Juechsen	mäßig lessivierte Braunerde-Rendzina aus flachem (Kryo-) Löss über flachem (Kryo-) Schutt über Kalkstein				17.07.01	Inventurpunkt der Waldboden-Beobachtung
7	Nauendorf	schwach podsolige Braunerde aus flachem (Kryo-) Schuttlöss über (Kryo-) Schutt				19.07.01	Inventurpunkt der Waldboden-Beobachtung
8	Westerwald	Parabraunerde aus Löss über Verwitterungsschutt				24.07.01	Inventurpunkt der Waldboden-Beobachtung
9	Lehesten	schwach podsolige Braunerde aus (Kryo-) Lehmschutt				21.08.01	Waldmessstation

Tab. 2: BDF unter Forst, betreut durch die TLUG

Nr.	Name der BDF	Bodenform	Nutzung	Art der BDF	Untersuchungsumfang	Datum der Einrichtung	angeschlossene Messnetze
10	Niederorschel	Parabraunerde-Pseudogley aus periglaziärem Sandlöss über tiefem periglaziärem Lehm	Acker	Basis BDF	der Untersuchungsumfang entspricht den obligatorischen Parametern laut LABO-Vorgaben	21.10.04	Kein zusätzliches Messnetz
11	Wolferschwenda	Parabraunerde-Tschernosem aus Lösslehm über tiefem Löss				26.10.04	Kein zusätzliches Messnetz
12	Olbersleben	Pararendzina aus flachem schuttführenden Lehm über Fließschluffgrus				28.10.04	Kein zusätzliches Messnetz
13	Seelingstedt	Pseudogley aus schuttführendem (Kryo-) Ton über tiefem (Kryo-) Schuttton	Grünland	Sonder-BDF / Belastungsstandorte	Gammaspektrometrie natürlicher Radionuklide (K^{40} , Pb^{210} , Ra^{226} , Rn^{222} , Th^{230} , U^{238})	11.10.95	Immision, Gamma-ODL/Radon, Meteorologie
14	Bad Liebenstein	Vega-Gley aus Fluvilehm über Fluvisand über tiefem Fluvisandkies			Cadmium, Ammoniumnitrat NH_4NO_3 (pflanzenverfügbares Cd), wasserlösliches Cd (Grundwassergefährdung)	16.10.95	Grundwasser, Immission, Meteorologie
15	Knau	Braunerde-Parabraunerde aus Kryo-Schluff über Verwitterungsschutt			NO_3^- - und NH_4^+ -Stickstoff (ergänzend empfohlene Untersuchungsparameter)	09.10.95	Grundwasser, Immission, Meteorologie
16	Plottendorf	Vega-Gley aus Fluvilehm über tiefem Fluvisand			PAK (obligatorischer Parameter)	07.11.96	PAK
17	Dorndorf	Vega-Gley aus Fluvilehm über Fluviton			Salz	08.11.96	Grundwasser
18	Silbitz	Vega aus flachem kiesführendem Fluvilehm über Fluvilehm			PCDD/F polychlorierte Dibenzodioxine/Dibenzofurane (ergänzend empfohlene organische Spurenstoffe)	06.11.96	Dioxin

Tab. 3: BDF unter Acker und auf Sonderstandorten, betreut durch die TLUG

Nr.	Name der BDF	Bodenform	Nutzung	Art der BDF	Erweiterter Untersuchungsumfang	Datum der Einrichtung	Angeschlossene Messnetze
19	Wöhlsdorf 1	Pseudogley aus schuttführendem (Kryo-) Schluff über tiefem grusführendem (Kryo-) Sand	Acker	Basis BDF mit speziellen Untersuchungen	Bodenchemie TM, NH ₄ -N, NO ₃ -N, S _{min} TM, pH, P, K, Mg, hydrol. Azidität, Salzgehalt Na(CAL), CaCO ₃ , C _{org} , Nt, St, Chlorid pflanzenverfügbar (nach klassischer Methode): B, Mo, Zn, Cu, Mn, Fe Ammoniumnitratextraktion: Cu, Cd, Cr, Pb, Ni, Zn, As, Tl, Sb, Mo, Mn, B, Fe HF-HNO₃- Druckaufschluß: Ca, P, K, Mg, Na, Cl, Cu, Cd, Cr, Pb, Ni, Zn, Hg, As, Tl, Sb, Mo, Mn, B, Fe, Al, V K-fix nass+tro, Ksa, Psl, Pfr organische PSM: CKW (PCB), Triazine, PAK (30 Wirkstoffe) Tiefenbohrung TM, pH, P, K, Mg, CaCO ₃ , Nt, Ct, Chlorid organische PSM: CKW (PCB), Triazine, PAK (30 Wirkstoffe) Bodenphysik Aggregatdichte (4 Wiederholungen) Druckfestigkeit (20 Wiederholungen) Bodenbiologie Köderfressstreifentest (Zelluloseabbau) Katalasezahl, Bodenatmung (Arginin-Ammonifikation 1996-2000) Pflanzen Ertrag (Hauptprodukt, Koppelprodukt) TS lutro, absolute TM N, P, K, Ca, Mg, S, Na, NO ₃ , Cd, Cr, Pb, Ni, As, Hg, Sb, Tl, B, Cu, Mn, Mo, Zn organische PSM: CKW (PCB) (31 Wirkstoffe)	10.07.92	Sickerwassermessung
20	Wöhlsdorf 2	Kolluvisol - schwach pseudovergleyte Braunerde aus schuttführendem Hangschutt über tiefem (Kryo-) Grusschluff				23.07.92	-
21	Altengottern 1	Gley-Vega aus Fluvischluff über tiefem Fluvilehm				03.09.96	Sickerwassermessung
22	Altengottern 2	Vega-Gley aus flachem Fluvilehm über Fluviton				25.09.96	Sickerwassermessung
23	Großobringen 1	Kalktschernosem aus schuttführendem (Kryo-) Lehm über (Kryo-) Tonschluff				17.09.92	Sickerwassermessung, Grosslysimeter, agrar-meteorologische Messstation
24	Großobringen 2	Braunerde-Tschernosem aus (Kryo-) Löss				15.09.92	Grosslysimeter, agrar-meteorologische Messstation
25	Daasdorf	Pseudogley-Pararendzina aus geröllführendem (Kryo-) Ton				28.05.93	Sickerwassermessung

Tab. 4: BDF unter landwirtschaftlicher Nutzung, betreut durch die TLL

Nr.	Name der BDF	Bodenform	Nutzung	Art der BDF	Erweiterter Untersuchungsumfang	Datum der Einrichtung	Angeschlossene Messnetze
26	Mellingen	Pseudogley-Pararendzina aus (Kryo-) Schuttton über tiefem Verwitterungsschutt	Acker	Basis BDF mit speziellen Untersuchungen	Untersuchungsumfang siehe Tab. 3	09.06.93	Sickerwassermessungen
27	Großebersdorf 1	Kolluvisol über Pseudogley aus schuttführendem (Kryo-) Lehm über tiefem Verwitterungsschutt				28.07.93	Sickerwassermessungen
28	Großebersdorf 2	Kolluvisol-Pseudogley aus Hangschluff über tiefem (Kryo-) Schluff				28.07.93	Sickerwassermessungen
30	Frankenheim	Braunerde aus flachem (Kryo-) Grusschluff über (Kryo-) Schluffschutt	Grünland			30.08.94	Kein zusätzliches Messnetz
31	Kaltenwestheim	Rendzina aus (Kryo-) Schuttton über tiefem Verwitterungsschutt				30.08.94	Kein zusätzliches Messnetz
32	Oberweissbach 1	Braunerde aus (Kryo-) Schluffschutt über (Kryo-) Schutt				28.07.92	Kein zusätzliches Messnetz
33	Oberweissbach 2	Pseudogley aus grusführendem (Kryo-) Schluff				08.10.92	Kein zusätzliches Messnetz

Tab. 5: BDF unter Grünland, betreut durch die TLL

1.2.2 Messumfang der Boden-Dauerbeobachtung

Der Messumfang der einzelnen BDF richtet sich grundsätzlich nach den Vorgaben der LABO (siehe Einrichtung und Betrieb von BDF in Loseblattsammlung „Bodenschutz“ Stand 01/02, 35. Lieferung). Er wird aber in Abhängigkeit von der Fragestellung durch die betreuenden Landesanstalten variiert. Auch

die Zeitintervalle der Wiederholungsbeprobungen sind unterschiedlich. Die Abweichungen vom obligatorischen Untersuchungsumfang sowie abweichende Zeitintervalle der Wiederholungsuntersuchungen werden bei der Dokumentation der einzelnen BDF unter Punkt 4 aufgeführt.

Der Messumfang für eine Basis-BDF gründet sich auf die im Folgenden aufgeführten Untersuchungen.

Parameter	Methode	Gleichwertige Methode	Probeentnahmestelle	Untersuchungs- turnus in Jahren
pH-Wert (CaCl ₂ , KCl, H ₂ O)	DIN ISO 10390-7	(DIN 19684-1)	Profil, Kernfläche	> 5
C _{ges} , C _{org}	DIN ISO 10694	(DIN 19684-2)	Profil, Kernfläche	> 5
N _{ges}	DIN ISO 11261-8	(DIN 19684-4)	Profil, Kernfläche	> 5
Carbonat	DIN ISO 10693	(DIN 19684-5)	Profil, Kernfläche	> 5
KAK _{pot}	DIN ISO 13536	(DIN 19684-8)	Profil, Kernfläche	> 5
KAK _{eff}	BZE 1994 bei pH (CaCl ₂) < 6,5		Profil, Kernfläche	> 5
Nährstoffe im Königswasseraufschluss (Ca, Mg, Fe, K, Mn, P, S)	DIN ISO 11466	(DIN 38414-7)	Profil, Kernfläche	> 5 und ereignisabhängig
Schwermetalle im Königswasseraufschluss (Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn, As, Al)	DIN ISO 11466	(DIN 38414-7)	Profil, Kernfläche	> 5 und ereignisabhängig
Radionuklide ¹³⁷ Cs, ¹³⁴ Cs	BMU (1997)	keine	Kernfläche	> 5 und ereignisabhängig

Tab. 6: Bodenchemische Untersuchungen

Parameter	Methode	Gleichwertige Methode	Probeentnahmestelle	Untersuchungs- turnus in Jahren
6 PCB	DIN ISO 10382	(VDLUFA)	Kernfläche	> 5 und ereignisabhängig
7 Chlorpestizide	DIN ISO 10382	(VDLUFA)	Kernfläche	> 5 und ereignisabhängig
16 PAK	DIN ISO 13877	(VDLUFA)	Kernfläche	> 5 und ereignisabhängig

Tab. 7: Organische Spurenstoffe

Parameter	Methode	Gleichwertige Methode	Probeentnahmestelle	Untersuchungs- turnus in Jahren
Korngrößen	DIN 19683-2		Profil	einmalig
Rohdichte	DIN 19683-12	ISO 11272	Profil	einmalig
Festsubstanzdichte	DIN 19683-11		Profil	einmalig
Porengrößenverteilung	DIN 19683-13		Profil	einmalig
Saugspannung k_f	DIN 19683-9		Profil	einmalig

Tab. 8: Bodenphysikalische Untersuchungen

Parameter	Methode	Gleichwertige Methode	Untersuchungs- turnus in Jahren
Mikrobielle Biomasse	ANDERSON & DOMSCH 1978 DIN ISO 14240-1	Randfläche	≥ 1 Jahr (jährlich auf Acker, zweijährig auf Grünland, dreijährig im Forst)
Basalatmung	DOMSCH 1962	Randfläche	≥ 1 Jahr
Metabolischer Quotient	ANDERSON & DOMSCH 1990	Randfläche	≥ 1 Jahr
Lumbriciden	Handauslese und Formalin-Austreibung GRAEFE 1991; BAUCHHENS 1981 UND 1997	Randfläche	> 5 Jahre
Kleinanneliden	Nassextraktion nach GRAEFE 1991 BZW. GRAEFE IN DUNGER & FIEDLER 1998 ODER O'CONNOR	Randfläche	> 5 Jahre

Tab. 9: Bodenmikrobiologische Untersuchungen

Parameter	Methode	Untersuchungsturnus in Jahren
Gesamtgehalte P, S, Ca, Mg, K, Mn	z. B. HNO_3 -Druckaufschluss BZE (1994)	jährlich
Gesamtkohlenstoff	C-Analysator	jährlich
Gesamtstickstoff	N-Analysator	jährlich
Gesamtgehalte As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn	z. B. HNO_3 -Druckaufschluss BZE (1994)	jährlich

Tab. 10: Pflanzeninhaltsstoffe bei landwirtschaftlich genutzten BDF

1.3 Übersicht der BDF-Standorte im Freistaat Thüringen

1.3.1 Beginn der Einrichtung und aktueller Stand

Im Freistaat Thüringen wurde 1992 mit der Anlage von BDF begonnen. Bis zum

01.01.2005 wurden insgesamt 32 BDF eingerichtet (Abb. 2). Sie werden in Kooperation durch die Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie (TLUG) und die Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL) sowie die Thüringer Landesanstalt für Wald, Jagd und Fischerei (TLWJF) betrieben.

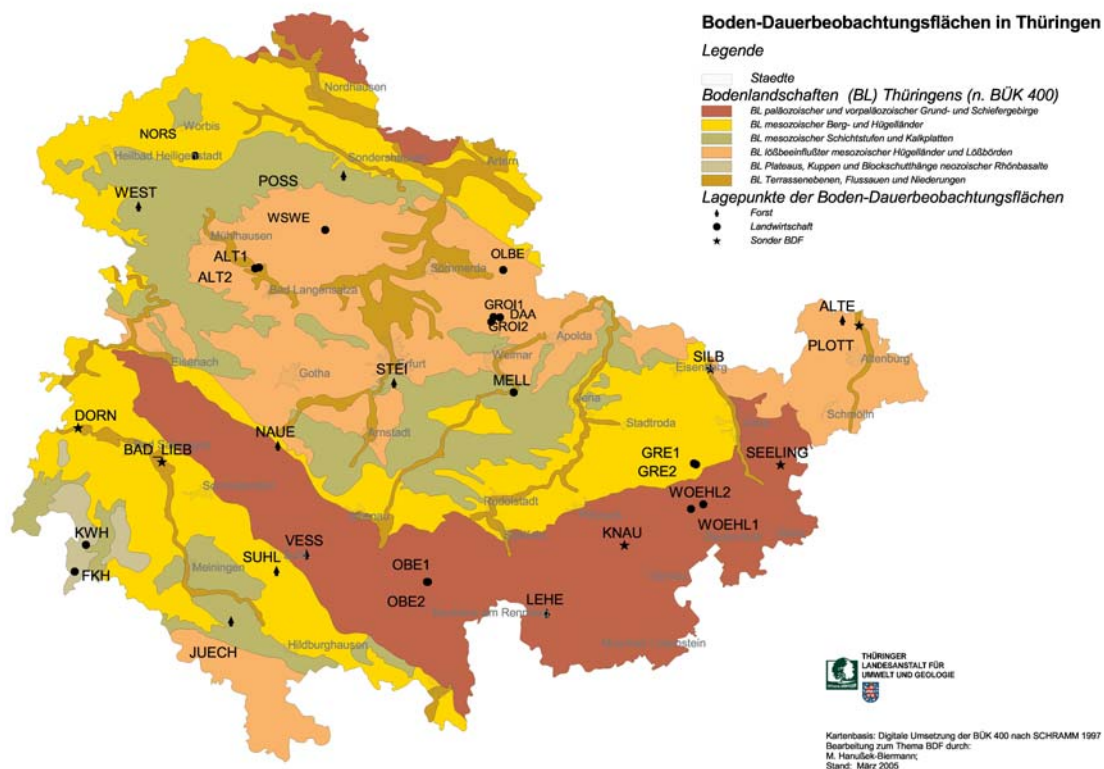


Abb. 2: Übersichtskarte der BDF in Thüringen

Die Anlage und Betreuung der BDF im Freistaat Thüringen erfolgte nach den Vorgaben der "Sonderarbeitsgruppe Informationsgrundlagen Bodenschutz der Umweltministerkonferenz" (SAG), hier speziell den Ausarbeitungen im "Arbeitsheft Bodenschutz 1: BODEN-Dauerbeobachtungsflächen" von 1991. Diese wurden durch den Bericht "Boden-Dauerbeobachtung – Einrich-

tung und Betrieb von Boden-Dauerbeobachtungsflächen" (Ad-hoc-AG Boden-Dauerbeobachtung des ständigen Ausschusses Informationsgrundlagen der Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz, LABO, 9/1999), abgelöst und ergänzt. Die Vorgaben dieses Berichtes sind auch für Thüringen bindend (TMLNU-Erlass vom 09.03.2000).

1.3.2 Standortauswahl

Die Auswahl der BDF-Standorte erfolgte nach folgenden Kriterien:

1. **Landschaftsrepräsentanz:** BDF in charakteristischen bzw. flächenhaft vorherrschenden Landschaften;
2. **Bodenrepräsentanz:** BDF auf Böden, die für die o. g. Landschaften bezüglich Ausgangsmaterial, Bodenbildung, Bodenwasser- und Bodenstoffhaushalt usw. als typisch anzusehen sind;
3. **Nutzungsrepräsentanz:** BDF
 - a) BDF unter charakteristischer oder vorherrschender Nutzung,
 - b) BDF unter regionalspezifisch vorherrschender Sondernutzung;
4. **Belastungsrepräsentanz:**
 - a) BDF in Gebieten mit geogenen Besonderheiten,
 - b) BDF in Gebieten mit anthropogenem Belastungseinfluss,
 - c) BDF in unbelasteten bzw. diffus ubiquitär belasteten Gebieten;
5. **Einbindung in bestehende oder geplante (Überwachungs-) Messnetze** und ökologische Beobachtungsgebiete;
6. **Langfristige Verfügbarkeit** der BDF, Erhaltung der ausgewählten Nutzung, Sicherstellung des Betriebes sowie die Erfassung der Bewirtschaftungsmaßnahmen.

Gestützt auf Expertenwissen erfolgte bis 1999 die Auswahl repräsentativer, unbelasteter bzw. ubiquitär belasteter Standorte unter Berücksichtigung der oben aufgeführten Kriterien. Gleichzeitig wurden auch BDF (sog.

Sonder-BDF), in Gebieten mit bekannten stofflichen Belastungen (anthropogene Belastungsgebiete bis 1990) eingerichtet.

1.3.3 Repräsentanzanalyse für die Boden-Dauerbeobachtungsflächen in Thüringen

Im Jahr 2000 wurde die "Repräsentanzanalyse zur Auswahl von Boden-Dauerbeobachtungsflächen (BDF)" abgeschlossen. Die von der Friedrich-Schiller-Universität Jena, Lehrstuhl für Geoinformatik, Geohydrologie und Modellierung, durchgeführte komplexe räumliche Gesamtanalyse beinhaltete die Bewertung umfangreicher digitaler Datenebenen, wie

- die Bodenformenverteilung (Bodengeologische Übersichtskarte, 1 : 100 000)
- die Nutzung (CORINE-Landcover-Daten),
- das Klima (GEOFEM incl. Niederschlag) und
- das Relief (Digitales Geländemodell, DGM_20).

Die entwickelte Methode liefert reproduzierbare Ergebnisse und ist bewertungsoffen konzipiert. Sie ermöglicht anhand einer hierarchischen Ordnung eine problem- und anwendungsbezogene Bewertung und Flächenauswahl für die BDF.

Der Anlass für die Durchführung einer Repräsentanzanalyse war die Frage, wo in Thüringen unter Wahrung der oben aufgeführten Repräsentanzkriterien und unter Berücksichtigung der bereits existierenden BDF weitere Flächen eingerichtet werden müssen, um eine möglichst hohe Flächenabdeckung zu erreichen.

Gleichzeitig sollte mit Hilfe der Repräsentanzanalyse der Prozess der Standortauswahl durch objektive Verfahren der Flächenauswahl ersetzt werden. Mit der

Repräsentanzanalyse lag ein Instrumentarium vor, das eine Überprüfung des bestehenden BDF-Konzeptes in Thüringen erlaubte.

1.4 Ergebnis der Repräsentanzanalyse

Die Ergebnisse dieser Analyse zeigten,

1. dass von den 75 bodengeologischen Einheiten (BGE) der Bodengeologischen Übersichtskarte 34 repräsentative BGE auszuweisen sind. Diese Zuordnung entspricht 90 % der Landesfläche von Thüringen und
2. dass die bis 1999 vorhandenen 22 BDF erst 41 % der Landesfläche abdeckten (Abb.3).

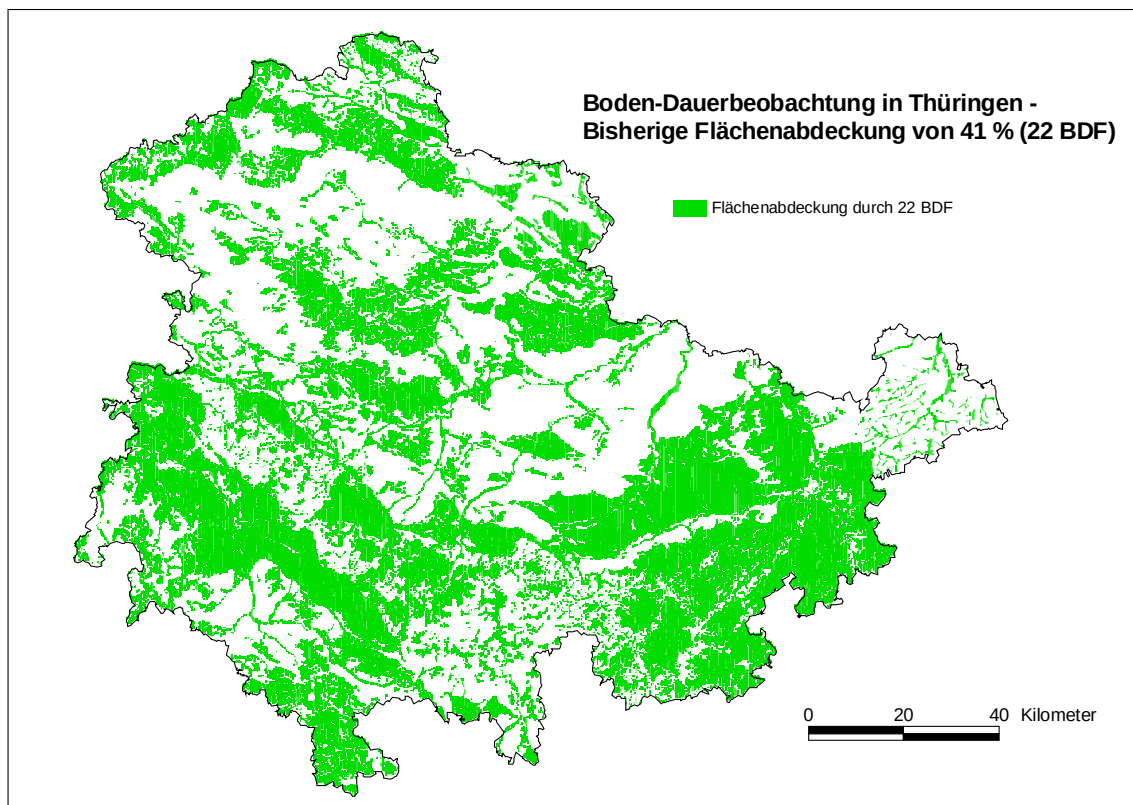


Abb. 3: Flächenabdeckung der BDF zum Beginn der Repräsentanzanalyse

Durch die Einrichtung von zehn weiteren BDF bis 2004, von denen sieben durch Ausbau bestehender Forst-Messflächen und drei auf Acker-Standorten realisiert wurden, konnte der Grad der Flächenabdeckung von 41 % auf 77,5 % gesteigert werden.

Um darüber hinaus auf die nach der Repräsentanzanalyse maximal anzustrebende Flächenabdeckung von 90 % zu kommen,

müsste für ca. ein Prozent Flächenzuwachs jeweils eine weitere BDF angelegt werden.

1.4.1 Umsetzung der Ergebnisse

Bei der Umsetzung der Ergebnisse der Repräsentanzanalyse wurde in einem ersten Schritt überprüft, ob sich Standorte bestehender Messprogramme in das BDF-Netz integrieren lassen. Ausgedehnte Messnetze existieren im Bereich des

forstlichen Umweltmonitorings (z. B. Waldboden-Beobachtungsflächen, Waldmessstationen, Level-II-Flächen), die in ihrem Beprobungsmodus und ihrem Analyseprogramm jedoch i.d.R. nicht alle für eine BDF geforderten Voraussetzungen aufweisen.

Eine Kooperation der TLUG mit der TLWJF führte im Jahr 2001 zur Einrichtung von sieben BDF in unmittelbarer Nachbarschaft

zu Forst-Messflächen (Abb. 4). Die Daten der forstlichen Messflächen, sowie die bereits angelegten Schürfe können für die BDF mitgenutzt werden und das somit breitere Untersuchungsspektrum der BDF stellt einen Informationsgewinn für den Forst dar.

Im Jahr 2004 wurden durch die TLUG drei weitere BDF auf bis dahin nicht berücksichtigten bodengeologischen Einheiten unter Ackernutzung eingerichtet.

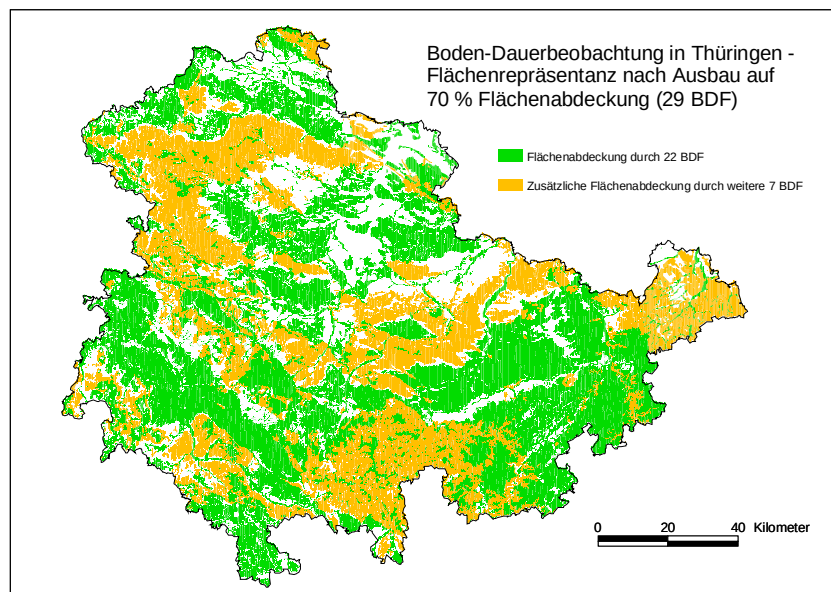


Abb. 4: Grad der Flächenabdeckung von 70 % durch 29 BDF (Stand 2001)

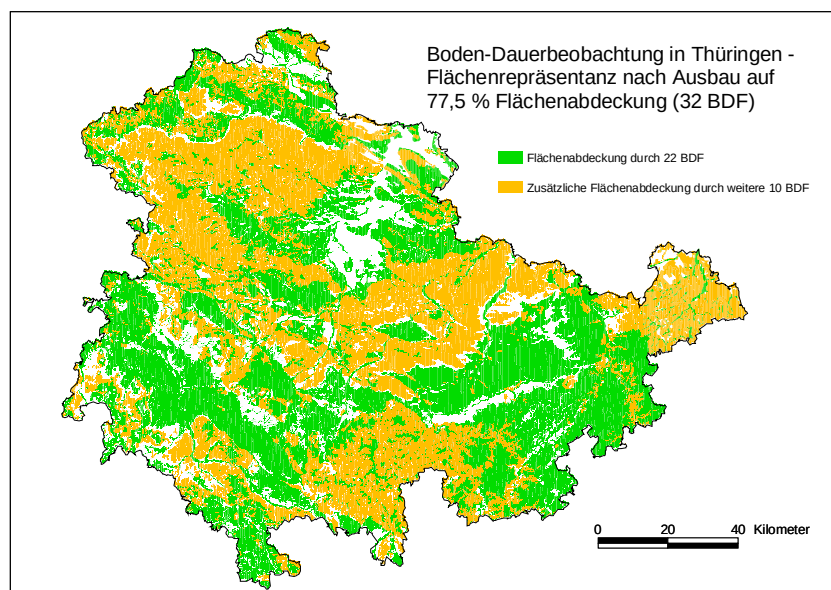


Abb. 5: Grad der Flächenabdeckung von 77,5 % durch 32 BDF (Stand 2004)

1.4.2 Ausblick

Ein weiterer Ausbau der BDF bis zur Erreichung der 90-prozentigen Flächenabdeckung ist wünschenswert.

Von insgesamt 34 als repräsentativ für Thüringen angesehenen bodengeologischen Einheiten konnten bisher die in Tabelle 11 aufgeführten BGE nicht mit einer Boden-Dauerbeobachtungsfläche abgedeckt werden. Da der Flächenzuwachs mit jeder neu einzurichtenden BDF nur noch gering ist, muss hier bei jeder Neueinrichtung das Verhältnis von Kosten und Informationsgewinn abgewogen werden.

Bodengeologische Einheit	Landesfläche in %	häufigste Landnutzungs-kategorie
h3l	2,42	Acker
k2	2,41	Acker
t3	1,82	Acker
llö	1,82	Acker
h2t	1,56	Acker
t3g	1,24	Acker
k1	1,16	Acker
ds31	0,83	Acker
s3	0,82	Acker
r1	0,77	Laubmischwald
h3t	0,52	Acker
hln	0,38	Acker
g2	0,33	Laubmischwald

Tab. 11: Bisher nicht berücksichtigte bodengeologische Einheiten bei der Einrichtung von BDF

1.5 Verzeichnisse

1.5.1 Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Übersicht über die Aufgabenverteilung im Bodenschutz zwischen der TLUG, der TLL und der TLWJF entsprechend dem Erlass vom 10.04.2003.....	8
Tab. 2:	BDF unter Forst, betreut durch die TLUG.....	10
Tab. 3:	BDF unter Acker und auf Sonderstandorten, betreut durch die TLUG.....	11
Tab. 4:	BDF unter landwirtschaftlicher Nutzung, betreut durch die TLL.....	12
Tab. 5:	BDF unter Grünland, betreut durch die TLL.....	13
Tab. 6:	Bodenchemische Untersuchungen.....	14
Tab. 7:	Organische Spurenstoffe.....	14
Tab. 8:	Bodenphysikalische Untersuchungen.....	15
Tab. 9:	Bodenmikrobiologische Untersuchungen.....	15
Tab. 10:	Pflanzeninhaltsstoffe bei landwirtschaftlich genutzten BDF.....	15
Tab. 11:	Bisher nicht berücksichtigte bodengeologische Einheiten bei der Einrichtung von BDF	20

1.5.2 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Skizze einer Boden-Dauerbeobachtungsfläche.....	7
Abb. 2:	Übersichtskarte der BDF in Thüringen.....	16
Abb. 3:	Flächenabdeckung der BDF zum Beginn der Repräsentanzanalyse.....	18
Abb. 4:	Grad der Flächenabdeckung von 70 % durch 29 BDF (Stand 2001).....	19
Abb. 5:	Grad der Flächenabdeckung von 77,5 % durch 32 BDF (Stand 2004).....	19

1.5.3 Literaturverzeichnis

Ad-hoc-AG Boden (1994): Anleitung zur Entnahme von Bodenproben.- Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe und Staatl. Geol. Dienste der Bundesrep. Dtschl. (Hrsg.), Geol. Jb. Reihe G, Heft 1, 34 S.; Hannover.

Ad-hoc-AG Boden (2000): Labormethoden-Dokumentation.- Geol. Jb. Reihe G, Heft 8: 215 S., 1 Disk.; Stuttgart.

Ad-hoc-AG Boden (2000): Methodendokumentation Bodenkunde - Auswertungsmethoden zur Beurteilung der Empfindlichkeit und Belastbarkeit von Böden.- 2. Aufl., Loseblattsammlung; Stuttgart [Schweizerbart].

BARTH, N., BRANDTNER, W., CORDSEN, E., DANN, T., EMMERICH, K.-H., FELDHAUS, D., KLEEFISCH, B., SCHILLING, B., UTERMANN, J. (ad hoc AG Bodendauerbeobachtung der LABO) (2000): Boden-Dauerbeobachtung, Einrichtung und Betrieb von Boden-Dauerbeobachtungsflächen.- In: ROSENKRANZ, D. et al. (Hrsg.): Bodenschutz: Ergänzbare Handbuch der Maßnahmen und Empfehlungen für den Schutz, Pflege und Sanierung von Böden, Landschaft und Grundwasser Berlin.

BBodSchG (1989): Gesetz zum Schutz des Bodens (Bundes-Bodenschutzgesetz) vom 17.03.1998:- BGB I, S. 502ff.

- BBodSchV (1999): Bundesregierung: Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 16.07.1999.- BGBl I. S. 1554 ff.
- BERNHOFER, Ch., GOLDBERG, V. & FRANKE, J. (2003): Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben der TLUG; REKLI Aufbau einer Klimadatenbank und Regionale Klimadiagnose für Thüringen.- unveröffentlichter Abschlussbericht; Jena.
- Bodenkundliche Kartieranleitung (1994): 4. verbesserte und erweiterte Aufl. (KA4).- Hrsg. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe u. Geologische Landesämter der Bundesrepublik Deutschland, 392 S.; Hannover.
- Bodenkundliche Kartieranleitung (2005): 5 verbesserte und erweiterte Aufl. (KA5).- Hrsg. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe u. Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, 438 S.; Hannover.
- RAU, A., SCHRAMM, H., WUNDERLICH, J. (1995): Die Leitbodenformen Thüringens; Weimar.
- SCHRAMM, H., POHL, A., WUNDERLICH, J., BISCHOFF, R. (1997): Atlas der Schwermetallgehalte Thüringer Böden 1:400000; Weimar.
- SCHILLING, B. (1994): Boden-Dauerbeobachtungsflächen des Bayrischen Geologischen Landesamtes. Zielstellung, Stand der Arbeiten und Ergebnisse aus den Erstuntersuchungen.- GLA Fachberichte 11; München.
- SEIDEL, G. (1995): Geologie von Thüringen; Stuttgart.
- Sonderarbeitsgruppe Informationsgrundlagen Umweltschutz der UMK (1991): Konzeption zur Einrichtung von Boden-Dauerbeobachtungsflächen im Auftrag der UAG „Boden-Dauerbeobachtungsflächen im Auftrag der SAG „Informationsgrundlagen Bodenschutz“- Bayer. Staatsministerium f. Landentwicklung und Umweltfragen (Hrsg.): Arbeitshefte Bodenschutz1, 56 S.; München.
- ThürBodSchG (2003): Thüringer Gesetz zur Ausführung des Bundes-Bodenschutzgesetzes vom 16. Dezember 2003, - GVBl., S. 511 ff.
- TLUG (2003): Geologie und Hydrogeologie im Überblick. Daten zur Geologischen und Hydrogeologischen Übersichtskarte von Thüringen. Generiert für den Maßstab 1:200000.- Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie; Jena.