



LAND  
BRANDENBURG

Ministerium für Landwirtschaft,  
Umwelt und Klimaschutz

Bodenschutz



## Boden und Monitoring

Steckbriefe Brandenburger Böden



## 1. Zum Thema

Böden entwickeln sich über lange Zeiträume. Wirkungen wechselnder Umwelt- und Nutzungseinflüsse werden nicht sofort sichtbar, sondern erst nach vielen Jahrzehnten. Unter dem Begriff Monitoring sind alle Untersuchungsprogramme vereint, die langfristig und regelmäßig Umwelteigenschaften erfassen. Datenvergleiche zeigen, ob Entwicklungen positiv verlaufen oder Zustandsverschlechterungen eintreten, die eine Gegensteuerung erfordern.



Erkundung einer Beobachtungsfläche mit Hilfe der Rammkernsondierung.

Inhalte und Ziele des Bodenmonitorings sind vielfältig. Die Bodendauerbeobachtung (BDB) ist ein Instrument zur langfristigen Überwachung von Veränderungen des Zustandes und der Funktionen des Bodens im Sinne des Bundesbodenschutzgesetzes. Regelmäßig werden auf repräsentativen, meist landwirtschaftlich genutzten Flächen Eigenschaften, Nutzung und Beeinträchtigungen des Bodens erfasst. Bewertungsmodelle sollen frühzeitig Aussagen über Grad und Richtung von Bodenveränderungen liefern. Ein anderes Programm des Landes Brandenburg ist die Boden-

zustandserhebung im Wald (BZE), die zugleich Teil des bundes- und europaweiten forstlichen Umweltmonitorings ist. Auf Basis eines Stichprobennetzes werden Zustand und Dynamik der Waldböden erfasst und Bewirtschaftungsmaßnahmen abgeleitet.

Landwirtschaftliche Dauerfeldversuche konzentrieren sich auf wenige Standorte in Brandenburg. Untersucht werden u.a. die Wirkung verschiedener Dünger auf den pflanzlichen Ertrag und die Nährstoffversorgung der Böden sowie der Einfluss von Fruchtfolgegestaltung und Bodenbearbeitung auf die Bodenfruchtbarkeit. Im Vergleich zur BDB und BZE werden Stoffgehalte im Jahresverlauf direkt gemessen und genaue Bilanzen für das System Boden-Pflanze aufgestellt. Ein wichtiger Bestandteil des Brandenburger Bodenmonitorings sind Untersuchungen zur Bodenentwicklung auf Flächen in Bergbaufolgelandschaften. Sie dienen der Überwachung einer erfolgreich verlaufenden Rekultivierung durch Wiederherstellung der Bodenfruchtbarkeit und der Erforschung verschiedener Entwicklungsprozesse.

Der Ablauf einer Flächeneinrichtung und -betreuung ist bei allen Programmen in den Grundzügen ähnlich.	
<b>1</b>	Flächenauswahl nach bestimmten Kriterien
<b>2</b>	Bodenkundliche Aufnahme nach KA5 bzw. forstlicher Standorterkundung, GPS-Einmessung und Vermarkung
<b>3</b>	Periodische Erfassung relevanter Bodenparameter, Bewirtschaftungsdaten und Versuchsdaten (je nach Fragestellung)
<b>4</b>	Datenbank gestützte Dokumentation u. Auswertung der Ergebnisse
<b>5</b>	Führung einer Bodenprobenbank

### 2.1 Bodendauerbeobachtung

Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (LUGV)

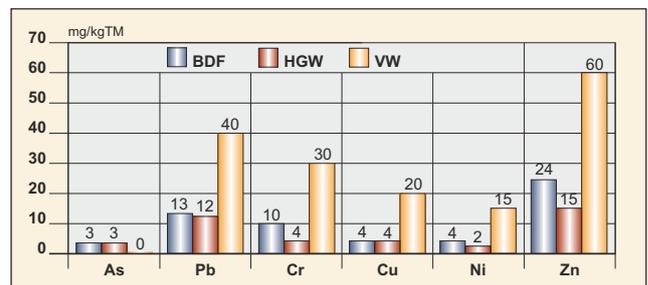
Das LfU betreibt derzeit ein Messnetz von 33 Bodendauerbeobachtungsflächen (BDF) auf landwirtschaftlich genutzten Standorten und drei Naturschutzflächen. Sie repräsentieren typische Boden- und Nutzungsformen. Auf einigen Flächen wird die Bodenentwicklung unter Einwirkung stofflicher Belastung durch Chemie- und Zementindustrie oder ehemaliger Gülleeinträge beobachtet.

Die im Biosphärenreservat Flusslandschaft-Elbe eingerichtete BDF 32 (Profilfoto) dient der Beobachtung der Bodenentwicklung auf Vorrangflächen des Natur- und Hochwasserschutzes. Deichrückbau und Entwicklung eines natürlichen Auenwaldes in der Lenze der Elbtalaue zielen auf die Wiederherstellung einer intakten Auendynamik ab. Damit verbunden sind Stoffakkumulationen und Änderungen der Biodiversität der Bodenorganismen, z.B. der Regenwurmfaua (hier: *Lumbricus terrestris*).



Nach der im Jahr 1996 abgeschlossenen Ersteinrichtung und -beprobung werden alle zehn Jahre bodenchemische Parameter und alle drei bis fünf Jahre die BDF u.a. auf Regenwürmer untersucht. Vollständige Datensätze liegen bisher für zwei Dekaden vor. Um eindeutige Trends zur Entwicklung von Stoffgehalten und Bodenparametern ableiten zu können, sind weitere Zeitreihen erforderlich.

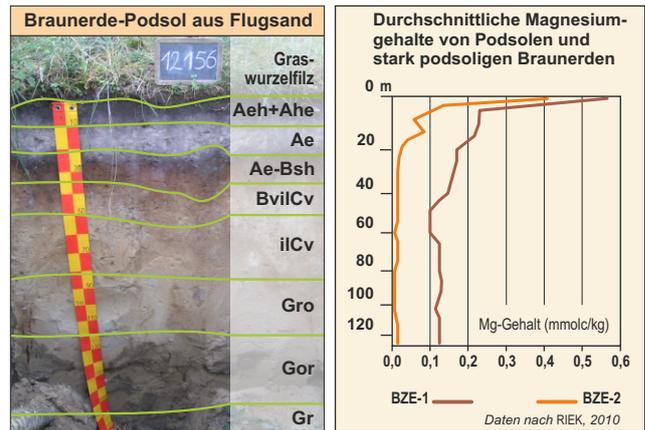
Die Auswertung des aktuellen Bodenzustandes zeigt, dass mittlere Arsen- und Schwermetallgehalte in den Oberböden von 14 sandigen BDF zwar die Hintergrundwerte (HGW) des Landes erreichen, aber deutlich unter den Vorsorgewerten (VW) der Bundes-Bodenschutzverordnung liegen. Schädliche Bodenveränderungen sind nicht zu erwarten. (Grafik n. TESSMANN, 2010)



Hintergrundwerte sind repräsentative Stoffkonzentrationen in Böden einer Region. Sie beruhen auf den naturbedingten Grundgehalten eines Substrates und der allgemein vorhandenen anthropogenen Zusatzbelastung. Hintergrundwerte wurden im Land Brandenburg einmalig an 400 Stellen erhoben und im Bodenzustandskataster (BZK) dokumentiert. BZK und BDF werden im Fachinformationssystem Bodenschutz (FISBOS) gehalten.

Koordination und Auswertung der BZE obliegen dem Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde. Die erste Bodenzustandserhebung (BZE-1) auf etwa 150 Waldstandorten fand in Brandenburg 1991/92 statt. Die Wiederholungsinventur (BZE-2) folgte im Jahr 2006. Bodenchemische und -physikalische Untersuchungen dienen dem Gewinn von Informationen zur Bodenversauerung, Stickstoffsättigung, Kohlenstoffspeicherung, Schadstoffbelastung und zum Bodenwasserhaushalt unter veränderten Klimabedingungen. Die Befunde der BZE-2 belegen eine hohe Dynamik der Bodeneigenschaften. Signifikant ist die Verarmung vieler Waldstandorte an basischen Nährelementen wie Calcium und Magnesium im Zeitraum zwischen BZE-1 und BZE-2. Eine Ursache ist der Rückgang der pufferwirksamen basischen Staubeinträge.

Blattproben für Nährstoffanalysen liefern Aussagen, welche Nährstoffe in welcher Menge von den Pflanzen tatsächlich aufgenommen wurden.



In der rechten Grafik werden mittlere Magnesiumgehalte von jeweils 32 Punkten der BZE-1 und BZE-2 in Abhängigkeit von der Tiefe dargestellt.

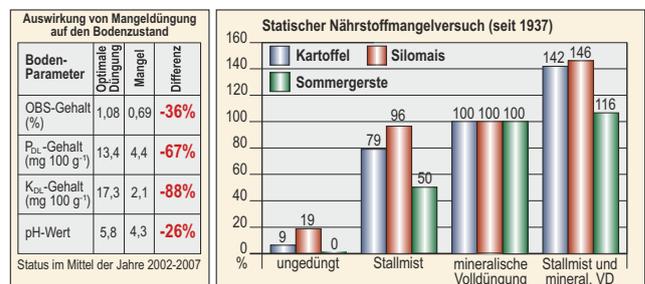
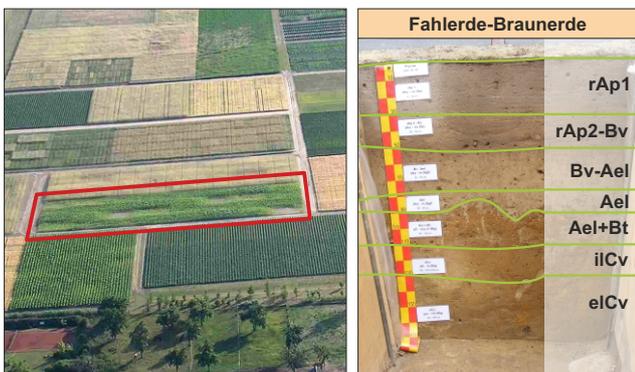
Bei Magnesiumkonzentrationen im Mineralboden nahe und unterhalb der laboranalytischen Nachweisgrenze ist von einer Mangelsituation auszugehen. Solche Verhältnisse sind überwiegend bei den naturbedingt nährkraftschwachen Podsolen und stark podsoligen Braunerden zu finden. Durch die gewonnene Datenbasis können praxisrelevante Problemstellungen wissenschaftlich fundiert diskutiert werden. Im Vordergrund stehen Fragen nach Notwendigkeit, Ausmaß und räumlicher Verteilung von waldbaulichen Maßnahmen. Es ist zu beurteilen, wie gut Waldumbau, Kalkung zur Kompensation von Säureeinträgen und Düngung zum Schutz der Böden und zur Verwirklichung des Nachhaltigkeitsgedankens bei der forstwirtschaftlichen Nutzung beitragen.

2.3 Landwirtschaftliche Dauerfeldversuche

verschiedene Institutionen

Landwirtschaftliche Dauerfeldversuche werden in Brandenburg von dem Landesamt für Ländliche Entwicklung, Landwirtschaft und Flurneuordnung (LELF), der Humboldt-Universität zu Berlin (HU), dem Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau Großbeeren/Erfurt e.V. (IGZ) und dem Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e.V. durchgeführt. Eine 2009 gemeinsam herausgegebene Publikation informiert umfassend über die verschiedenen Standorte, Versuchsvarianten und wichtigsten Ergebnisse. Vorgestellt wird der „Statistische Nährstoffmangelversuch“ der Lehr- und Forschungsstation Thyrow der HU Berlin. Kurt Opitz legte 1937 den Versuch an um festzustellen, welche Veränderungen sich an Boden und Pflanzen zeigen, wenn Nährstoffe auf leichtem Boden in Mangel geraten bzw. wenn zusätzlich organischer Dünger eingesetzt wird.

Blick auf den Nährstoffmangelversuch (rote Markierung) der Lehr- und Forschungsstation Thyrow und ein repräsentatives Bodenprofil.



Relativerträge ausgewählter Nutzpflanzen in Abhängigkeit von der Düngung auf schwach schluffigem Sandboden im 9-jährigen Mittel (GÄBERT, 2010).

Längerfristiger Verzicht auf Kalkung sowie Phosphor- und Kaliumdüngung führt zu starker Versauerung, Nährstoffverarmung und Verringerung der organischen Substanz. Eine derartige Verschlechterung der Bodenfruchtbarkeit (BFK) verursacht bei Silomais geringe, bei Kartoffeln mittlere und bei Sommergerste starke Ertragsrückgänge bis hin zum Totalausfall. Die BFK ist dauerhaft nur durch Kombination von organischer und mineralischer Düngung zu erhalten.

Vom LELF werden in Güterfelde, LK Potsdam-Mittelmark Versuche zur Humusreproduktion durchgeführt. In der rechten Fotohälfte ist deutlich die Wirkung mineralischer Düngung zu erkennen.

Das LELF untersucht weiterhin den Einfluss pflugloser Bodenbearbeitung mit organischer Düngung auf den Humus- und Nährstoffgehalt. Diese Fragestellung ist für Brandenburg einmalig.

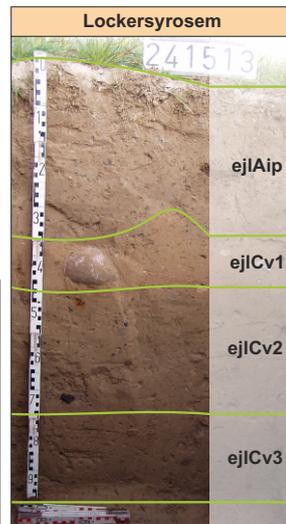


Das Forschungsinstitut für Bergbaufolgelandschaften e.V. (FIB) erarbeitet Sanierungslösungen für Landschaftsräume, die durch Industrie, Nähr- und Schadstoffeinträge oder eine standortwidrige Landnutzung in ihrer Leistungsfähigkeit beeinträchtigt sind. Die Bodenfruchtbarkeit soll durch eine standortgerechte land- und forstwirtschaftliche Nutzung wiederhergestellt werden. Untersucht werden die langfristige Entwicklung des Bodenzustandes, Auswirkungen von Bewirtschaftungsmaßnahmen sowie der Einsatz von organischen Bodenverbesserungsmitteln und Nährstoffträgern.

Ausgehend von den ertragsbegrenzenden Substrateigenschaften leiten sich spezifische Rekultivierungsansprüche und Bewirtschaftungsmaßnahmen ab. Die Tabelle zeigt bodenkundliche Zielgrößen der landwirtschaftlichen Rekultivierung für den Krumbereich 0-30 cm (Übersicht nach HAUBOLD-ROSAR & GUNSCHERA 2009 - vgl. Tabelle rechts). Die Richtwerte kennzeichnen den angestrebten Bodenzustand zum Abschluss der Rekultivierung. Während der Wiedernutzbarmachung können der Erfolg einer Rekultivierung anhand eines mehrmaligen Ist-Zielwert-Vergleiches gemessen und Bewirtschaftungsmaßnahmen wie Fruchtfolgegestaltung, Bodenbearbeitung oder das Düngeregime angepasst werden.

Die Entwicklung dieses Lockersyroses aus quartären Kippsubstraten wird von der BTU bei Jänschwalde untersucht.

Einarbeitung von Meliorationskalken mittels einer Tiefspatenfräse.



Merkmal	Substratgruppe					
	I	II	III	IV/V	VI	VII
Äquivalent-Ackerzahl (potenziell)	60-85	60-65	55-65	40-50	35-45	25-35
Phosphor (mg 100 g <sup>-1</sup> )	8	7	7	7	7	7
Kalium (mg 100 g <sup>-1</sup> ) (pflanzenverfügbar, Ammoniumlaktat-Essigsäure- Extrakt, HFA 3.2.3.3)	15	14	12	11	12	9
Magnesium (mg 100 g <sup>-1</sup> ) (pflanzenverfügbar, nach Schachtschabel, LUFA Bd. 1 A 6.2.4.1)	9	8	6	6	6	5
pH (KCl)	6,8-7,2	6,5-7,0	6,0-7,0	6,0-7,0	6,0-6,5	6,0-6,2
C <sub>t</sub> (Masse-%)	0,5-1,5	1,0-1,5	1,5-2,0	0,5-0,9	1,0-1,5	>0,5-1,0
db (g cm <sup>-3</sup> ) Trockenraumgewicht (Lagerungsdichte)	1,65	1,60	1,65	1,60	1,50	1,50

I quartäre stark bindige Substrate • II quartär-tertiäre stark bindige Mischsubstrate • III tertiäre stark bindige Substrate • IV quartäre bindige Substrate • V quartär-tertiäre bindige Mischsubstrate • VI tertiäre bindige Substrate • VII quartäre und tertiäre schwach bindige Substrate und Mischsubstrate

Die Brandenburgische Technische Universität Cottbus (BTU) untersucht ebenfalls Bodenentwicklungsprozesse auf Kippsubstraten. Dazu wurden im Rekultivierungsbereich des Braunkohletagebaus Jänschwalde in Kooperation mit der Vattenfall Europe Mining AG eine Versuchsfläche eingerichtet, um Wirkungen unterschiedlicher Fruchtfolgen, organischer Bodenhilfsstoffe sowie einer nichtwendenden Tiefenlockerung auf die Entwicklung der Bodenstruktur zu untersuchen. In der 7-jährigen Rekultivierungsphase erfolgen regelmäßige Messungen bodenphysikalischer Kenngrößen wie Wasserbindung, Lagerungsdichte und Korngrößenverteilung. Die Effekte unterschiedlicher Rekultivierungsstrategien auf die Entwicklung einer funktionsfähigen Bodenstruktur werden ermittelt und Empfehlungen für geeignete Kombinationen von Rekultivierungsmaßnahmen ausgesprochen.

### 3. Ausblick

Die Ergebnisse der verschiedenen Programme sind für eine Vielzahl von Frage- und Aufgabenstellungen von Interesse. Dauerfeldversuche leisten wichtige Beiträge für eine nachhaltige landwirtschaftliche Bodennutzung. Fachliche Grundlagen des landwirtschaftlichen Bodenschutzes werden weiterentwickelt. Experimentelle Nachweise von langfristigen Wirkungen der Stoffkreisläufe sind für Boden- und Klimaschutz sowie den Erhalt der Biodiversität und die Verbesserung des Landschaftswasserhaushalts von großer Bedeutung. Vergleiche von Nutzungsvarianten mit Nullvarianten erlauben Aussagen zur Entwicklung bestimmter Parameter und deren Übertragung vom Punkt in die Fläche. Dauerbeobachtungsflächen, Waldbodeninventuren, Dauerfeldversuche sowie die sich im Aufbau befindende BZE der Landwirtschaft sind geeignet, die Gültigkeit von Vorhersagen zur Wirkung des Klimawandels auf den Boden langfristig zu prüfen. Sie liefern wichtige Grundlagen und Daten für ein Klimafolgenmonitoring wie es die Deutsche Anpassungsstrategie fordert. Dazu zählen auch bodenphysikalische Aspekte wie Bodenerosion und Verdichtung oder Informationen zur Flächennutzung. In einer künftig stärkeren Vernetzung bodenbezogener Untersuchungsprogramme, Optimierung des Datenaustausches und Abstimmung methodischer Fragen werden Chancen auf Synergieeffekte für ein auf den Klimawandel bezogenes Monitoring gesehen. Auch im Rah-

men der Ökosystemaren Umweltbeobachtung (ÖUB) in den drei Biosphärenreservaten Brandenburgs werden Daten zur Entwicklung der Böden gewonnen. Die langfristige Dauerbeobachtung und Analyse menschlicher Einwirkungen auf den Boden liefern Daten zur Humusentwicklung, zur Situation des Nährstoff- und Wasserhaushalts und zur Entwicklung der Regenwurmfauna in den Böden der Ökosystemgruppen, Acker und Grünland.

#### Impressum:

**Herausgeber:** Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz des Landes Brandenburg (MLUK), Öffentlichkeitsarbeit  
**Redaktion:** Referat Bodenschutz  
**Fachbeiträge:** NaturschutzKonzepte, Beate Gall; „LUGV, Joachim Tessmann; LFE, Winfried Riek; FIB e.V., Dirk Knoche; BTU Cottbus, Julia Krümmelbein; HU Berlin, Thomas Gäbert; LELF, Jörg Zimmer  
**Fotos:** Titelseite - Entnahme von ungestörten Bodenproben auf landwirtschaftlichen Rekultivierungsflächen im Tagebau Jänschwalde, Michael Haubold-Rosar  
 2. Seite - links oben Wilfried Hierold, links unten Joachim Tessmann, Profifoto Wilfried Hierold  
 3. Seite - rechts oben Profifoto Wolfgang Hölzer, links oben Winfried Riek, links unten und Profifoto Michael Baumecker, rechts unten Jörg Zimmer  
 4. Seite - links oben Dirk Knoche, Profifoto Dieter Kühn  
**Gestaltung:** WATZKE-DESIGN, Michendorf  
 Potsdam, 2011, 3. aktualisierte Auflage, Dezember 2020  
 © MLUK Brandenburg  
 Die Verwendung des Steckbriefes zu gewerblichen Zwecken, auch in Auszügen, bedarf der Genehmigung des Herausgebers.