

Boden-Dauerbeobachtung im Land Brandenburg - Zusammenfassung der Auswertung des Untersuchungszeitraumes 1999-2009

Um den Boden als bedeutsame Lebensgrundlage des Menschen auch für künftige Generationen nachhaltig zu schützen, führen die Bundesländer seit Mitte der achtziger Jahre Untersuchungen zum Zustand der Böden und zur langfristigen Überwachung der Veränderung von Bodenzustand und Bodenfunktionen durch.

Zur Zeit dienen diesem Ziel über ganz Deutschland verteilt etwa 800 Boden-Dauerbeobachtungsflächen, auf denen vor allem bodenphysikalische, bodenchemische und bodenbiologische Parameter nach den konzeptionellen Vorgaben der LABO untersucht werden.

Im Land Brandenburg werden zur Zeit 33 Boden-Dauerbeobachtungsflächen (BDF) auf landwirtschaftlich bzw. naturschutzfachlich genutzten Standorten untersucht.

Ausgewählt wurden die Standorte einerseits nach der Landschafts-, Boden- und Nutzungsrepräsentanz sowie der Zuordnung zu regionalen Verwaltungseinheiten und der Berücksichtigung spezieller realer bzw. potenzieller lokaler Belastungssituationen. Ein weiteres Auswahlkriterium war die langfristige Erhaltung und Verfügbarkeit der Fläche. Aus diesem Ansatz heraus ergibt sich die Einteilung der 33 BDF in die Kategorien I bis III. Zur Kategorie I gehören 20 Flächen mit repräsentativen Boden-, Landschafts- und Nutzungsformen. Zur Kategorie II gehören 8 Flächen mit realen bzw. potenziellen lokalen Bodenbelastungen. In Kategorie III sind 5 Flächen mit sensitiven Bodentypen erfasst.

Im Untersuchungszeitraum 1999 bis 2009 wurden alle BDF des Landes Brandenburg gemäß LABO-Konzeption beprobt und untersucht. Nach der Erstbeprobung im Untersuchungszeitraum 1990 bis 1995 handelt es nunmehr um die erste Wiederholungsbeprobung.

Grundlagen für die **Bewertung der Untersuchungsergebnisse** waren die BBodSchV (Vorsorgewerte, Prüfwerte, Maßnahmenwerte), die Rahmenempfehlung zur Düngung im Land Brandenburg (2000), die Bodenkundliche Kartieranleitung (KA5, 2005), aktuell gültige Hintergrundwerte des Landes Brandenburg sowie Literatur mit Hinweisen zur Bewertung bodenbiologischer Untersuchungsergebnisse (HÖPER&KLEEFISCH 2001, SOMMER et al. 2002). Darüber hinaus wurden einige Parameter anhand einschlägiger bodenkundlicher Literatur (z.B. Handbuch der Bodenkunde, SCHEFFER&SCHACHTSCHABEL 2010) eingeschätzt.

Ergebnisse

Der **pH-Wert** des Oberbodens der BDF variiert von stark sauer bis sehr schwach alkalisch. Über 80% der Standorte weisen eine mäßig bis sehr schwach saure Bodenreaktion auf. Der pH-Wert lag im Vergleich der verschiedenen VDLUFA- Bodenartengruppen (siehe Tabelle 2 unten) auf rein sandigen Böden im Mittel erwartungsgemäß um ein bis zwei Stufen unter den Werten bindigerer Standorte (siehe Abb.1).

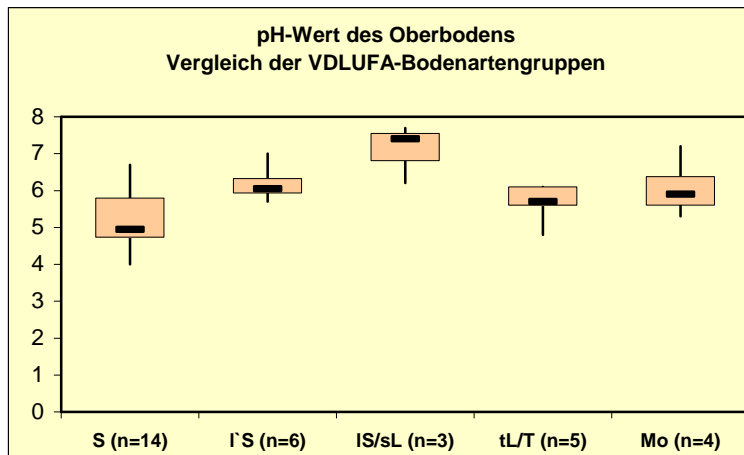


Abb. 1: pH-Wert des Oberbodens – Vergleich der VDLUFA-Bodenartengruppen (Minimum, Maximum, 25. und 75. Perzentil, Median)

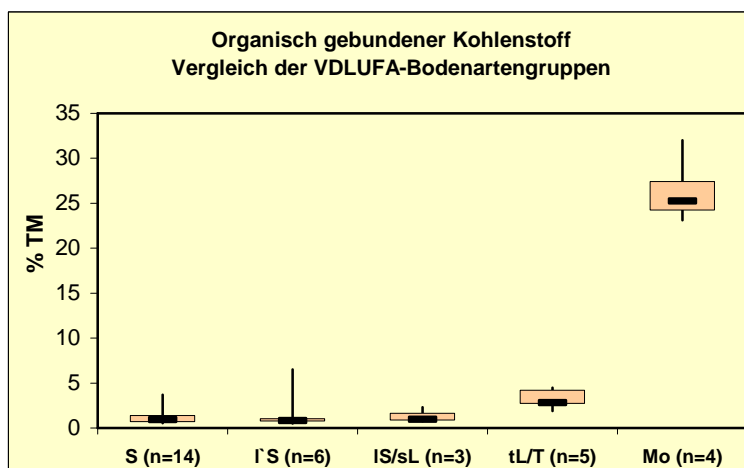


Abb. 2: Gehalt des Oberbodens an organisch gebundenem Kohlenstoff – Vergleich der VDLUFA-Bodenartengruppen (Minimum, Maximum, 25. und 75. Perzentil, Median)

Erwartungsgemäß konnte für den Gehalt des Oberbodens an **organisch gebundenem Kohlenstoff (TOC)** eine große Spannweite von 0,51 bis 32 %TM gemessen werden, da hier die humusarmen Sandböden auf der einen Seite den organischen Niedermoorböden auf der anderen Seite gegenüberstehen. Den Niedermoorböden mit einem mittleren TOC-Gehalt von 25,3 %TM folgen im Vergleich der VDLUFA- Bodenartengruppen die stark humosen tonigen Lehmen/Tonen mit einem mittleren TOC- Gehalt von 2,8 %TM. Die weniger bindigen Standorte sind mit mittleren Werten von 0,8 bis 1 %TM als schwach humos einzustufen (siehe Abb.2)

Die Gehalte des Oberbodens an **Stickstoff (gesamt)** variieren zwischen 0,06 und 2,5 %TM und folgen dem Muster des organisch gebundenen Kohlenstoffs. Das aus den oben beschriebenen Kenngrößen ermittelte Verhältnis aus dem TOC und Stickstoff (gesamt) lag zwischen 6 und 12,8 und entspricht damit gemäß SCHEFFER&SCHACHTSCHABEL (2010) dem für mitteleuropäische Acker- und Grünlandstandorte typischen Bereich.

Die **Gesamtgehalte** des Oberbodens der BDF an **Kalium** (560 – 10230 mg/kgTM), **Magnesium** (353 – 8180 mg/kgTM) und **Phosphor** (275 – 6110 mg/kgTM) weisen relativ hohe Spannweiten auf. Die mittleren Kalium- Magnesium und Phosphorwerte der verschiedenen VDLUFA-Bodenartengruppen steigen mit der Bindigkeit von den reinen Sandböden hin zu den Lehm- und Tonböden deutlich an. Während jedoch die mittleren Kalium- und Magnesiumwerte der Niedermoorböden mit denen der reinen Sandböden vergleichbar sind, ist der mittlere Phosphorgehalt bei den Niedermoorböden höher als bei allen anderen VDLUFA-Bodenartengruppen und liegt hier im Mittel bei 1810 mg/kgTM sowie maximal bei 6110 mg/kgTM. Der Gesamtphosphorgehalt der BDF 12, einer ehemaligen Güllehochlastfläche, liegt mit 1270 mg/kgTM um den Faktor 3 über dem Wert vergleichbarer Sandstandorte und ebenfalls über dem mittleren Wert der Lehm- und Tonböden.

Die mittleren Gehalte des Oberbodens an **löslichen Nährstoffen** zeigen im Vergleich der verschiedenen VDLUFA-Bodenartengruppen für Kalium, Magnesium und Phosphor jeweils spezifische Muster. Der mittlere Gehalt an löslichem Kalium weist in Abhängigkeit von der Körnung keine signifikanten Unterschiede auf und liegt bei den Niedermoorböden etwa um den Faktor 4 über den Werten der übrigen VDLUFA-Bodenartengruppen. Der Gehalt an löslichem Magnesium korreliert dagegen mit der Körnung und steigt von den Sandböden zu den Lehm- und Tonböden deutlich an. Die Werte der Lehm- und Tonböden sowie der Niedermoorböden liegen im gleichen Bereich. Der mittlere Gehalt an löslichem Phosphor zeigt im Vergleich der verschiedenen VDLUFA-Bodenartengruppen keine erkennbaren Unterschiede. Der höchste Wert wurde mit 15 mg/100gTM auf der BDF 12 (siehe oben) gemessen. Dieser Wert liegt um den Faktor 2 über dem mittleren Wert vergleichbarer Sandstandorte.

Gemessen an den Gehaltsklassen der Rahmenempfehlung zur Düngung im Land Brandenburg (2000) lagen bei löslichem Kalium jeweils die Hälfte der Standorte im suboptimalen bzw. im optimalen Bereich oder darüber. Bei löslichem Magnesium lagen 34,4% der Standorte im suboptimalen Bereich und 65,4% im optimalen Bereich bzw. darüber. Bei löslichem Phosphor wurden auf 43,8% der Standorte Werte im suboptimalen Bereich und auf 56,2% der Standorte Werte im optimalen Bereich und darüber ermittelt. Diese Ergebnisse sind unter der Prämisse zu werten, dass der projektspezifische Zeitpunkt der Probennahme nicht alle durchgeführten Düngungsmaßnahmen erfassen kann und Änderungen bei der Einordnung in die Gehaltsklassen in Abhängigkeit vom Probennahmezeitpunkt vorkommen können.

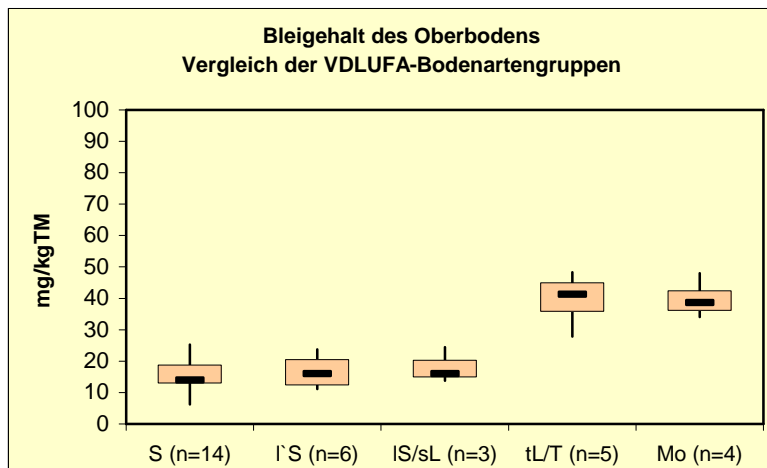


Abb. 3: Bleigehalt (KW) des Oberbodens – Vergleich der VDLUFA-Bodenartengruppen (Minimum, Maximum, 25. und 75. Perzentil, Median)

Die mittleren Konzentrationen des Oberbodens an **Arsen, Chrom, Kupfer, Nickel und Quecksilber** steigen in der Reihenfolge der VDLUFA-Bodenartengruppen von den reinen Sandböden über die lehmigen Sande und sandigen bzw. schluffigen Lehme hin zu den Lehm- und Tonböden an. Anders verhält es sich bei den Elementen **Blei** (siehe Abb.3), **Cadmium** und **Zink**. Hier liegen die mittleren Konzentrationen des Oberbodens der reinen Sandböden, der lehmigen Sande und sandigen bzw. schluffigen Lehme im gleichen Bereich

und erreichen wie bei den anderen Schwermetallen auf den Standorten mit Lehm- und Tonböden die höchsten Werte.

Die Gruppe der Niedermoorböden zeigte im Vergleich der VDLUFA-Bodenartengruppen die höchsten mittleren Werte für die Elemente Cadmium und Quecksilber. Die mittleren Gehalte der Niedermoorböden an Arsen und Blei entsprechen den Werten der Lehm- und Tonböden. Dagegen sind die mittleren Gehalte der Niedermoorböden an Chrom, Kupfer, Nickel und Zink mit den Werten der VDLUFA-Bodenartengruppen lehmiger Sand und sandiger bzw. schluffiger Lehm vergleichbar.

Die Werte der als Acker genutzten Boden-Dauerbeobachtungsflächen (Ausgangssubstrat Sand) für Arsen, Blei, Cadmium, Kupfer und Quecksilber liegen im Bereich der entsprechenden **Hintergrundwerte des Landes Brandenburg**. Dagegen sind die Werte für Chrom, Nickel und Zink im Median um den Faktor 2 bis 3 gegenüber den Hintergrundwerten erhöht. Bei den als Acker genutzten Standorten mit dem Ausgangssubstrat Lehm entsprechen die Werte für Arsen, Blei, Cadmium und Quecksilber den Hintergrundwerten des Landes Brandenburg, während die Werte für Kupfer und Zink bzw. Chrom und Nickel um den Faktor 2 bzw. 6 über den Hintergrundwerten liegen.

Die Schwermetallkonzentrationen der als Grünland genutzten Niedermoorstandorte liegen mit Ausnahme von Kupfer und Nickel auf der BDF 21 um den Faktor 2 bis 8 über den Hintergrundwerten des Landes Brandenburg. Dabei ist zu beachten, dass es sich bei den Hintergrundwerten für Niedermoorstandorte mit Grünlandnutzung aufgrund der geringen und heterogenen Datenlage um vorläufige Werte handelt.

Die **Vorsorgewerte der BBodSchV** werden in der Regel deutlich unterschritten. Im Median liegt die Auslastung der Vorsorgewerte zwischen 25% (Cadmium) und 50% (Quecksilber). Die Auslastung der Vorsorgewerte der BBodSchV für Blei liegt im Median bei 35% (siehe Abb. 4)

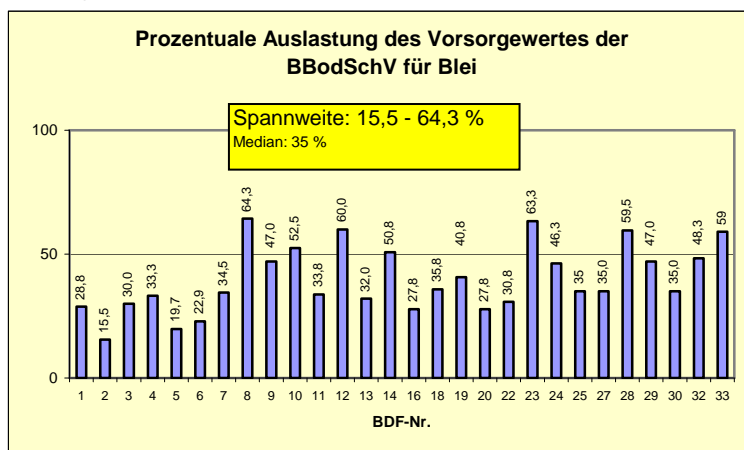


Abb. 4: Prozentuale Auslastung der Vorsorgewerte der BBodSchV für Blei (KW)

Die **Radionuklide $^{134}\text{Cäsium}$ und $^{137}\text{Cäsium}$** sind Produkte der Kernspaltung mit Halbwertszeiten von zwei bzw. dreißig Jahren. Die spezifische Aktivität von $^{134}\text{Cäsium}$, die vom Reaktorunfall in Tschernobyl aus dem Jahr 1986 ausging, liegt inzwischen auf allen Boden-Dauerbeobachtungsflächen des Landes Brandenburg unterhalb der Bestimmungsgrenze. Dagegen liegt der Wert für $^{137}\text{Cäsium}$, der in der Summe vor allem den Kernwaffentests in den sechziger Jahren sowie dem Reaktorunfall von Tschernobyl zuzuordnen ist, im Median bei 9,9 Bq/kgTM. Auffällig hohe Werte von ca. 100 Bq/kgTM wurden auf einem Niedermoorstandort und zwei Elbauenstandorten gemessen. Aufgrund lokaler Wetterbedingungen kam es hier im Jahr 1986 beim Durchzug der radioaktiven Wolke zu einer erhöhten Ablagerung radioaktiver Partikel.

Böden stellen wegen ihrer Filter- und Pufferfunktion für viele persistente **organische Schadstoffe** eine natürliche Senke dar. Im Rahmen der Boden-Dauerbeobachtung werden aus dieser Stoffgruppe polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK 16), polychlorierte Biphenyle (PCB 6), Dioxine und Furane (PCDD/F) sowie ausgewählte persistente heute nicht mehr zugelassene Pestizide untersucht.

Auf den Boden-Dauerbeobachtungsflächen des Landes Brandenburg wurden im Oberboden Konzentrationen an **polyzyklischen aromatische Kohlenwasserstoffen (PAK 16)** von < 0,03 bis 2,17 mg/kgTM gemessen. Von den Ackerstandorten entsprechen ca. 2/3 den Hintergrundwerten, während die übrigen um den Faktor 3 bis 14 über den Werten liegen. Von acht untersuchten Grünlandstandorten liegen sieben im Bereich der Hintergrundwerte und eine Fläche um den Faktor 5 darüber. Die Vorsorgewerte der BBodSchV werden durchgängig eingehalten bzw. deutlich unterschritten. Deutlich unterschritten wird auf allen Flächen auch der Vorsorgewert für Benzo(a)pyren.

Die Konzentration an **polychlorierten Biphenylen (PCB 6)** konnte im Untersuchungszeitraum von 1999 bis 2009 auf 23 Boden-Dauerbeobachtungsflächen bestimmt werden. Die Werte des Oberbodens variieren zwischen < 1 und 6,7 µg/kgTM und entsprechen damit weitgehend den zurzeit gültigen Hintergrundwerten des Landes Brandenburg.

Die Vorsorgewerte der BBodSchV werden auf allen untersuchten Flächen sehr deutlich unterschritten.

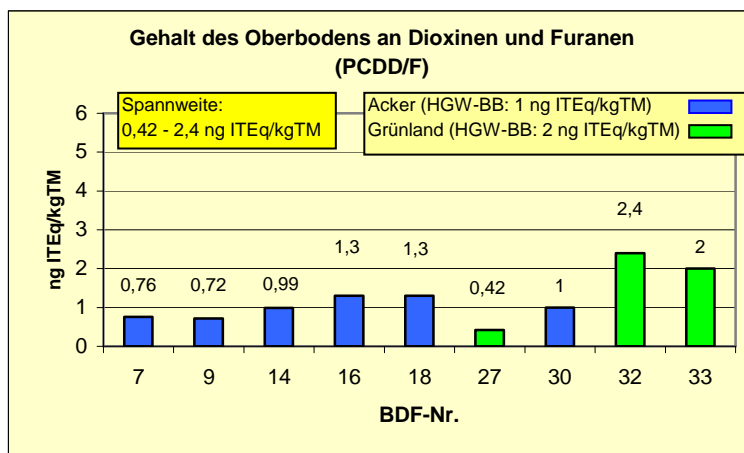


Abb. 5: Gehalt des Oberbodens an Dioxinen und Furanen (PCDD/F) im Vergleich mit den Hintergrundwerten des Landes Brandenburg

Die im Oberboden von neun Boden-Dauerbeobachtungsflächen gemessenen Werte für **Dioxine und Furane (PCDD/F)** liegen zwischen 0,42 und 2,4 ng ITEq/kgTM und entsprechen damit den zurzeit bekannten Hintergrundwerten des Landes Brandenburg (siehe Abb.5). Diese Werte sind gemäß „Leitfaden für die Vorgehensweise bei akuten Dioxinschadensfällen“ (LUA NRW, 1995) als niedrig einzustufen.

Die Konzentration des Oberbodens an persistenten nicht mehr zugelassenen **Pflanzenschutzmitteln** liegt bei **PCP, HCB** und den **HCH-Isomeren** größtenteils unterhalb der Bestimmungsgrenze bzw. im Bereich der Hintergrundwerte des Landes Brandenburg. Die Konzentration des Oberbodens an **DDX** variiert zwischen < 0,5 und 125 µg/kgTM. Damit entsprechen die meisten Werte den Hintergrundwerten des Landes Brandenburg. Die DDX-Konzentration des Oberbodens der BDF 30 liegt mit 125 µg/kgTM um den Faktor 2,5 über dem Hintergrundwert des Landes Brandenburg. Die Bestimmung von 11 ausgewählten aktuell zugelassenen Pflanzenschutzmitteln auf 11 ausgewählten Boden-Dauerbeobachtungsflächen ergab mit drei Ausnahmen Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze. Werte oberhalb der Bestimmungsgrenze ergaben sich mit 35 µg/kgTM Glyphosat+Glyphosat-Trimesium für einen Ackerstandort im Oderbruch (BDF 16) sowie zwei unmittelbar benachbarte Ackerstandorte in der Uckermark (BDF 5,6) mit 8,8 bzw. 7,5 µg/kgTM Tebuconazol. Diese Werte sind jedoch aufgrund der geringen Halbwertszeit dieser Verbindungen eher als unproblematisch einzuschätzen.

Zur Charakterisierung der **bodenbiologischen Eigenschaften der Standorte** wurden einerseits **mikrobiologische Parameter** (Basalatmung, mikrobielle Biomasse, metabolischer Quozient) und andererseits die **Lumbricidenfauna** (Abundanz, Biomasse, Artenspektrum, Individuendominanz) untersucht.

Die **Basalatmung** des Oberbodens lag zwischen 0,16 und 12,3 $\mu\text{g CO}_2\text{-C/kgTM}$. Während die Ackerstandorte überwiegend sehr geringe bis geringe Atmungsaktivität aufwiesen, zeigte sich auf den Grünlandstandorten eine mittlere bis sehr hohe Basalatmung. Die höchsten Werte wurden erwartungsgemäß auf Grünland-Niedermoorstandorten gemessen.

Analog der Basalatmung entsprach die **mikrobielle Biomasse** des Oberbodens im Wesentlichen den durch die Standorteigenschaften bestimmten Erwartungen, wobei die mikrobielle Biomasse vor allem durch die Körnung bzw. den Humusgehalt des Bodens und die Nutzung des Standortes bestimmt wird. Die für die mikrobielle Biomasse ermittelten Werte lagen zwischen 117 und 3463 $\mu\text{g BM-C/kgTM}$. Die höchsten Werte wurden auf Grünland-Niedermoorstandorten gemessen, gefolgt von Grünlandstandorten der Elb- und Oderaue sowie Ackerstandorten im Oderbruch mit hohem Tonanteil. Die geringsten Werte wurden erwartungsgemäß auf sandigen Ackerstandorten ermittelt. Der metabolische **Quozient** ergab Werte zwischen $0,42 \times 10^{-3}$ und $3,6 \times 10^{-3}$. Daraus lässt sich ableiten, dass die Effizienz der Substratnutzung durch die Mikroorganismen nicht beeinträchtigt war.

Die mittlere **Abundanz der Lumbriciden** lag im Untersuchungszeitraum zwischen 0 und 520 Tieren / m^2 . Die Abundanz und das Artenspektrum werden dabei im Wesentlichen von der Bodenart und dem Humusgehalt gestimmt.

Tabelle 1:

Vergleich der Erwartungswerte nach KRÜCK et al.(2006) mit den Lumbricidendaten der BDF

BDF-Nr	Erwartungswert	Artenzahl/Arten (erwartet)	Ermittelter Wert	Artenzahl/Arten (ermittelt)
1	1	1/A.cal.	2	1/A.cal.
2	1	1/A.cal.	1	0
3	3b	2/A.cal.; L.ter.	2	2/A.cal.; L.ter.
4	3c/4	3-4/A.cal.; L.ter.; A.ros.; (A.chl.)	4	4/A.cal.; L.ter.; A.ros.; A.chl.
5	3c/4	3-4/A.cal.; L.ter.; A.ros.; (A.chl.)	5a	3/ A.cal.; L.ter.; A.ros
6	3c/4	3-4/A.cal.; L.ter.; A.ros.; (A.chl.)	5b	5/A.cal.; L.ter.; A.ros.; A.chl.; L.rub.
7	3b	2/A.cal.; L.ter.	3b	2/A.cal.; L.ter.
8	6	>4/ A.cal.; L.ter.; A.ros.; (A.chl.); L.rub.	3c+	6/ A.cal.; A.ros.;A.chl.; L.rub.; E.tetr.; O.tyr.
9	3c/4	3-4/A.cal.; L.ter.; A.ros.; (A.chl.)	3c	4/A.cal.; L.ter.; A.ros.; A.chl.
10	3c/4	3-4/A.cal.; L.ter.; A.ros.; (A.chl.)	3c+	5/A.cal.; L.ter.; A.ros.; A.chl.; A.lon.
11	2	1-2/A.cal.: (A.chl.)	2	1/A.cal.
12	2	1-2/A.cal.: (A.chl.)	2	1/A.cal.
13	2	1-2/A.cal.: (A.chl.)	1	0
14	1	1/A.cal.	2	1/A.cal.
16	5a	3-4/A.cal.; L.ter.; A.ros.; (A.chl.)	4	4/A.cal.; L.ter.; A.ros.; A.chl.
18	4/5a	3-4/A.cal.; L.ter.; A.ros.; (A.chl.)	4	4/A.cal.; L.ter.; A.ros.; A.chl.
19	2	1-2/A.cal.: (A.chl.)	2	1/A.cal.
20	2	1-2/A.cal.: (A.chl.)	2	1/A.cal.
22	2	1-2/A.cal.: (A.chl.)	3b	2/A.cal.; L.rub.
23	1	1/A.cal.	1	1/A.cal.
24	2	1-2/A.cal.: (A.chl.)	2	1/A.cal.
25	2	1-2/A.cal.: (A.chl.)	1	1/A.cal.
27	5b	>4/ A.cal.; L.ter.; A.ros.; (A.chl.); L.rub.	3b	2/A.cal.; A. ros.
28	5b	>4/ A.cal.; L.ter.; A.ros.; (A.chl.); L.rub.	6	6/ A.cal.; A.ros.;A.lon.; L.rub.; L.ter.; O.tyr.
29	4	3-4/A.cal.; L.ter.; A.ros.; (A.chl.)	2	2/A.cal.; L.ter.
30	4/5a	3-4/A.cal.; L.ter.; A.ros.; (A.chl.)	4	2/A.cal.; L.ter.
32	6	>4/ A.cal.; L.ter.; A.ros.; (A.chl.); L.rub.	3c+	5/A.ros.; A.chl.; L.rub.; E.tetr.; O.tyr.
33	6	>4/ A.cal.; L.ter.; A.ros.; (A.chl.); L.rub.	6	5/A.cal.; L.ter.; A.ros.; A.chl.; L.rub.

Grün: = Erwartungswert; Blau: > Erwartungswert; Rot: < Erwartungswert

Die durch die Bodeneigenschaften zu erwartenden Werte bestätigten sich auf 15 von 28 untersuchten Standorten. Auf fünf Flächen lagen die Werte für die Abundanz bzw. das Artenspektrum über den Erwartungswerten und auf acht Flächen unterhalb der Erwartungswerte, wobei leichte Schwankungen um den Erwartungswert als normal zu bewerten sind (siehe Tabelle 1). Auf einigen Standorten (z.B. Niedermoor, Flussaue) treten infolge stark schwankender Bedingungen des Wasserhaushaltes je nach Probennahmetermin große Unterschiede in der Abundanz und im Artenspektrum auf.

Projektstand und Ausblick

Das Projekt „Boden-Dauerbeobachtung im Land Brandenburg“ konnte wie geplant im Jahr 2009 die **erste Wiederholungsbeobachtung abschließen** und befindet sich gegenwärtig in

der Phase der **zweiten Wiederholungsbeprobung** bzw. im zeitlich vorgeschriebenen Takt der Wiederholungsuntersuchungen für bodenbiologische Parameter.

Eine **Zielstellung** der Boden-Dauerbeobachtung besteht darin, den **aktuellen Bodenzustand** auf landwirtschaftlich genutzten Flächen des Landes Brandenburg zu beschreiben.

Dieses **Ziel** ist für den beschriebenen Untersuchungszeitraum **erfüllt**. Damit hat sich das BDF-Projekt des Landes Brandenburg in der Praxis bewährt.

Die Ermittlung von statistisch abgesicherten **Veränderungen** der Bodeneigenschaften bzw. die Ableitung von **Prognosen** der weiteren Entwicklung des Bodenzustandes ist ein langfristiger Prozess und nur durch die Weiterführung des Untersuchungsprogramms möglich. Diese Aufgabenstellung besitzt neben der Beschreibung des aktuellen Bodenzustandes eine hohe Priorität im Rahmen des vorsorgenden Bodenschutzes des Landes Brandenburg.

Zu gleichen Einschätzungen kommt die UBA-Redaktionsgruppe „Boden-Dauerbeobachtung“ in ihrem von der LABO bestätigten Bericht aus dem Jahr 2008 hinsichtlich der bundesweiten Umsetzung des Projektes.

Im Vergleich der Ergebnisse der **ersten Wiederholungsbeprobung** mit den Ergebnissen der **Erstbeprobung aus den Jahren 1990-1995** zeigt sich für das Land Brandenburg keine veränderte Einstufung bzw. Bewertung in Bezug auf die gesetzlich geregelten Bodenwerte (BBodSchV) sowie die Hintergrundwerte des Landes.

Andererseits zeigen die Ergebnisse bei einigen Parametern (z.B. Schwermetallgehalte auf Niedermoorstandorten, siehe oben) eine gewisse Diskrepanz zu den zurzeit gültigen Hintergrundwerten des Landes Brandenburg auf. Eine Ursache kann in der relativ geringen Anzahl der für die Bestimmung der Hintergrundwerte verwendeten Standorte liegen. Weitere mögliche Ursachen werden zur Zeit geprüft.

Erste Hinweise auf bestehende Trends zur Entwicklung des Bodenzustandes sind dagegen in der **bundesweiten Auswertung** der Ergebnisse der Boden-Dauerbeobachtung, in die die Daten aus dem Land Brandenburg eingeflossen sind, bereits erkennbar.

Diese Erkenntnisse ermöglichen wiederum Entwicklungen, die auf Landesebene aufgrund der geringeren Datenmenge zur Zeit noch nicht abgebildet werden, früher zu erkennen und dann gegebenenfalls bei der Gestaltung des Untersuchungsprogramms zu berücksichtigen.

Andererseits fanden die Untersuchungsergebnisse aus der Boden-Dauerbeobachtung des Landes Brandenburg bereits in zahlreichen Projekten von bundesweiter bzw. europäischer Relevanz Verwendung und sind auf diesen Ebenen auch in Zukunft sehr bedeutsam.

Vor dem Hintergrund aktueller Fragestellungen, z.B. hinsichtlich des **Einflusses des Klimawandels** auf die Bodenfunktionen, erlangen die Daten aus der Boden-Dauerbeobachtung zunehmende Bedeutung, da es sich hier um die am besten untersuchten Standorte in Bezug auf den Boden handelt.

Im Rahmen des **UBA-Projektes „Auswertung der Veränderungen des Bodenzustandes für BDF und Validierung räumlicher Trends unter Einbeziehung anderer Messnetze“** wurde unter Beteiligung des Landes Brandenburg für die Boden-Dauerbeobachtung ein **Methodencode** zur analytischen Qualitätssicherung entwickelt. Diese Maßnahme ist für ein so langfristig angelegtes Projekt im Sinne der Vergleichbarkeit der erhobenen Daten von besonderer Bedeutung. Darüber hinaus wurde in diesem Projekt der Teilbereich **„Datenauswertung und Weiterentwicklung des Monitorings“** unter Einbeziehung von Untersuchungsergebnissen des Landes Brandenburg verwirklicht. Im Ergebnis dieses Projektes wurde ermittelt, dass ein Beprobungszyklus von zehn Jahren ausreichend erscheint, um relevante Veränderungen der untersuchten Parameter im bundesweiten Rahmen zu erkennen. Dagegen wird für eine Trendanalyse der einzelnen Standorte ein Zeitraum von mindestens 20 Jahren bzw. drei Untersuchungszyklen als sinnvoll angesehen.

Weitere Projekte von bundesweiter Bedeutung in die Standorte und Daten der Boden-Dauerbeobachtung des Landes Brandenburg integriert worden sind waren:

„**Ermittlung flächenrepräsentativer Hintergrundkonzentrationen prioritärer Schadstoffe im Bodensickerwasser**“ (BGR, 2008) sowie „**Fortschreibung von Beurteilungsmaßstäben für den Wirkungspfad Boden – Pflanze: Methodik zur flächenrepräsentativen Erfassung pflanzenverfügbarer Stoffgehalte in unbelasteten Böden und Stoffgehalte in Nahrungs- und Futtermittelpflanzen**“ (UBA, 2010).

Auch in ein Projekt von europäischer Dimension sind BDF-Standorte des Landes Brandenburg eingebunden. Ziel dieses Projektes war die **„Erarbeitung eines europaweiten geochemischen Atlas zu Makro- und Spurenelementen in landwirtschaftlich genutzten Oberböden, GEMAS“ (BGR, 2010)**.

Die genannten Projekte erwiesen sich jeweils für beide Seiten als Gewinn. Einerseits profitierten die Projektnehmer von der bereits vorhandenen Datenlage der BDF. Andererseits werden dem Land Brandenburg bodenrelevante Daten zur Verfügung gestellt, die sich zur Zeit über die Projektmethodik nicht erschließen. Beispielhaft seien hier neue Erkenntnisse zum Gehalt des Bodens an dl-PCB genannt.

Auch in Zukunft wird die Boden-Dauerbeobachtung des Landes Brandenburg sowohl landes- als auch bundesweit bedeutsame Themen des Bodenschutzes aufgreifen. Gegenwärtig beteiligt sich das Land Brandenburg am F/E-Vorhaben des UBA **„Erarbeitung fachlicher, rechtlicher und organisatorischer Grundlagen zur Anpassung an den Klimawandel aus der Sicht des Bodenschutzes – Teilvorhaben: Bestimmung der Veränderungen des Humusgehaltes und deren Ursachen auf Ackerböden Deutschlands“**. In Rückkopplung werden aus diesem Projekt wertvolle Hinweise zum weiteren methodischen Vorgehen hinsichtlich der Bestimmung klimatisch bzw. durch die Bewirtschaftung bedingter Einflüsse auf die Entwicklung des Humusgehaltes in landwirtschaftlich genutzten Böden des Landes Brandenburg erwartet.

Ein weiteres Projekt unter Verwendung von BDF-Daten des Landes Brandenburg ist ein vom Bundesamt für Naturschutz geplantes Vorhaben zur **„Prüfung der Nutzung von BDF im Rahmen eines Monitorings potenzieller Auswirkungen von gentechnisch veränderten Pflanzen auf Bodenorganismen“** mit dem Ziel des gesetzlich verankerten Schutzes der Funktion des Bodens als Lebensraum der Bodenorganismen.

Die **Bewertung der Lebensraumfunktion** des Bodens wird im Untersuchungsprogramm des Landes Brandenburg durch die Bestimmung der gemäß LABO-Konzeption als obligatorisch eingestuft Parameter möglich. Wünschenswert wäre hier die Erweiterung des Untersuchungsprogramms durch weitere bodenbiologische Parameter, die in der LABO-Konzeption empfohlen, jedoch nicht als obligatorisch eingestuft werden. Dadurch können gegebenenfalls weitere Indikatoren für Fragestellungen zur **Erhaltung der Biodiversität** in Böden identifiziert und genutzt werden.

Von besonderer Bedeutung für die Beurteilung der **Wirkung von Schadstoffen** auf Bodenorganismen und Pflanzen ist, neben der direkten Messung biologischer Parameter, die Erfassung der bioverfügbaren Fraktion von Schadstoffen.

Aus diesem Grunde wurde wie von der UBA-Redaktionsgruppe „Boden-Dauerbeobachtung“, angeregt mit Beginn der zweiten Wiederholungsbeprobung die Bestimmung des **Gehaltes an ammoniumnitratlöslichen Schwermetallen** in das Untersuchungsprogramm des Landes Brandenburg aufgenommen.

Aufgrund der Zielstellung lange Zeitreihen vergleichend zu betrachten, werden an die **Datenhaltung** in Rahmen des Projektes „Boden-Dauerbeobachtung im Land Brandenburg“ einerseits sowie den **Datentransfer** andererseits besonders hohe Ansprüche gestellt. Mit Beginn der zweiten Wiederholungsbeprobung wurde zu diesem Zweck die Fachanwendung „bBIS“, die dem Land Brandenburg vom UBA kostenlos zur Verfügung gestellt wurde, eingeführt. Bei dem Programm handelt es sich um eine Multiuser Client- Server- Lösung, die als JAVA-Applikation mit dem Programm RISA-Gen von der Fa. RISA Sicherheitsanalysen GmbH konfiguriert wurde.

Die **Vergleichbarkeit der methodischen Vorgehensweise** zur Gewinnung der Untersuchungsergebnisse stellt für den Vergleich von Werten in langen Zeitreihen ebenfalls eine unabdingbare Voraussetzung dar und wird zur Zeit über die Einführung eines für dieses Projekt vom UBA entwickelten Methodencodes sicher gestellt.

Für die Validierung der Ergebnisse aus den Zeitreihen, zur analytischen Qualitätssicherung sowie gegebenenfalls zur Ermittlung von Stoffen, die zum Zeitpunkt der Probennahme nicht relevant bzw. unbekannt waren, werden die zurzeit etwa 6000 Rückstellproben aus der **Bodenprobenbank** genutzt. Hier handelt es sich um getrocknete Bodenproben, die bei Raumtemperatur aufbewahrt werden und deshalb für die Bestimmung von stabilen Parametern

genutzt werden können. Eine Aufbewahrung von feldfrischen Proben im tief gefrorenen Zustand (mindestens -18°C) zur späteren Bestimmung von instabileren Verbindungen wäre wünschenswert, konnte bisher aber vor allem aus Gründen des hohen Platzbedarfes und des hohen Kostenaufwandes nicht realisiert werden.

Das Projekt „Boden-Dauerbeobachtung im Land Brandenburg“ befindet sich zurzeit in der Phase der **zweiten Wiederholungsbeprobung** bzw. im zeitlich vorgeschriebenen Takt der Wiederholungsuntersuchungen für bodenbiologische Parameter. Bei planmäßigem Projektverlauf kann im Jahr **2017** mit dem **Abschluss der zweiten Wiederholungsuntersuchung** aller Boden-Dauerbeobachtungsflächen gerechnet werden.

Bei der Auswertung der im Rahmen der zweiten Wiederholungsbeprobung ermittelten Untersuchungsergebnisse werden neben der Beschreibung des aktuellen Bodenzustandes erste Hinweise auf die Entwicklung des Bodenzustandes im zeitlichen Verlauf erwartet.

Tabelle 2: VDLUFA-Bodenartengruppen nach **STANDPUNKT des VDLUFA (2000)**:

BDF-Nr.	Standort	Bodenartengruppe	Bezeichnung	verwendete Symbole
BDF 01	Lockstädt	1	Sand	S
BDF 02	Blandikow			
BDF 07	Vierraden			
BDF 13	Neuholland			
BDF 14	Klandorf			
BDF 23	Telz			
BDF 27	Kossin			
BDF 11	Altenhof			
BDF 12	Altenhof			
BDF 19	Lichtenow			
BDF 22	Kuhlowitz			
BDF 24	Marienhöhe			
BDF 25	Glienicke			
BDF 29	Dubrau			
BDF 28	Zeckerin	2	schwach lehmiger Sand	I'S
BDF 03	Schönhagen			
BDF 04	Bagemühl			
BDF 09	Bölkendorf			
BDF 10	Bölkendorf			
BDF 20	Lünow			
BDF 05	Augustenfelde	3/4	stark lehmiger Sand/ sandiger/schluffiger Lehm	IS/sL
BDF 06	Augustenfelde			
BDF 30	Biehlen			
BDF 08	Zützen	5	toniger Lehm/Ton	tL/T
BDF 16	Rathsdorf			
BDF 33	Lenzen Ost			
BDF 18	Gusow			
BDF 32	Lenzen West			
BDF 15	Zerpenschleuse	6	Anmoor/Niedermoor	Mo
BDF 17	Paulinenaue			
BDF 21	Schenkenberg			
BDF 26	Golßen			

Literatur

- AG BODEN (2005):** Bodenkundliche Kartieranleitung. 5. berb. u. erw. Aufl., Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (Hrsg.), Hannover
- Anonym (1995):** Leitfaden für die Vorgehensweise bei akuten Dioxin-Schadensfällen, Merkblätter Nr.5, Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen
- Anonym (2000):** Rahmenempfehlung zur Düngung im Land Brandenburg, MLUR Brandenburg
- BARTH, N. et al. (2001):** Boden-Dauerbeobachtung. Einrichtung und Betrieb von Boden-Dauerbeobachtungsflächen. – In: Rosenkranz, D., Bachmann, G., König, W., Einsele, G. (Hrsg.): Bodenschutz, Erich Schmidt Verlag
- BBodSchV (1999):** Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12.7.1999, BGBl.I, Nr.36, S. 1554 - 1582
- HÖPER, H., KLEEFISCH, B. (2001):** Untersuchung bodenbiologischer Parameter im Rahmen der Boden-Dauerbeobachtung in Niedersachsen. Bodenbiologische Referenzwerte und Zeitreihen. Arbeitshefte Boden 2001/4, 94 S.
- KRÜCK, S., JOSCHKO, M., SCHULTZ-STERMBERG, R., KROSCHEWSKI, B., TESSMANN, J. (2006):** A classification scheme for earthworm populations (Lumbicidae) in cultivated agricultural soils in Brandenburg, Germany. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde 169, S. 589 - 732
- SCHEFFER, F. , SCHACHTSCHABEL, P. (2010):** Lehrbuch der Bodenkunde, 16. Auflage
- SOMMER, M. et al. (2002):** Böden als Lebensraum für Organismen – Regenwürmer, Gehäuselandschnecken und Bodenmikroorganismen in Wäldern Baden-Württembergs. Hohenheimer Bodenkundliche Hefte, Heft 63, Universität Hohenheim, Stuttgart
- STANDPUNKT des VDLUFA (2000):** Bestimmung des Kalkbedarfs von Acker- und Grünlandböden, Hrsg.: Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA), Darmstadt

Kontakt: LUGV, Abteilung Technischer Umweltschutz

Referat T 6 - Altlasten, Bodenschutz

Dr. Joachim Tessmann

Tel.: 033201/ 442-371

E-Mail: Joachim.Tessmann@LUGV.Brandenburg.de