

Untersuchungen zur Regenwurmaktivität auf den Thüringer Bodendauerbeobachtungsflächen


Günter Marre, Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft


SCHUTZ DES ACKERBODENS VOR SCHADVERDICHTUNG

UNTERSUCHUNGEN ZUR REGENWURMAKTIVITÄT AUF DEN THÜRINGER BODENDAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN

G. Marre

Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Naumburger Str. 98, 07743 Jena





Die biologische Aktivität des Bodens ist durch entsprechende Fruchtfolgegestaltung zu erhalten oder zu fördern (§ 17 Abs. 2 Nr. 6)

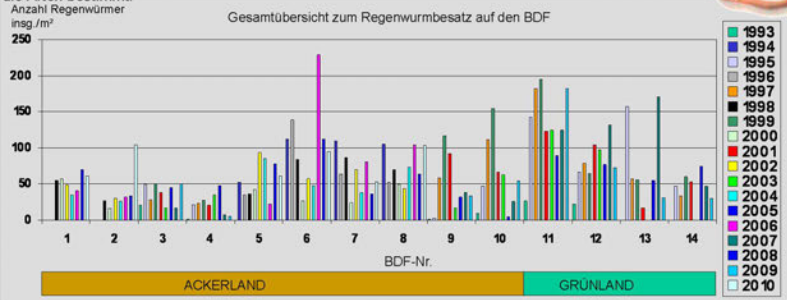
Der Ackerboden ist Standort der Kulturpflanzen und Lebensraum der Mikroorganismen. Die Stoffwechselleistungen aller Bodenorganismen bestimmen zusammen mit den physikochemischen Bodeneigenschaften die Bodenfruchtbarkeit und damit den pflanzlichen Biomassertrag. Die Bodenorganismen erfüllen dabei wichtige Funktionen im Zusammenhang mit dem Umsatz und Abbau der organischen Substanz, der Bereitstellung von Makro- und Mikronährstoffen und dem Schließen von Stoffkreisläufen.

Sie durchmischen die mineralischen, organischen und biologischen Bodenkomponenten und sind beteiligt an der Stabilisierung der Bodenstruktur (Lebendverbauung) sowie am Schutz der Pflanzen vor Schaderregern und Krankheiten. Sie fördern das Pflanzenwachstum durch stoffliche Wechselbeziehungen und bauen organische Schadstoffe ab.

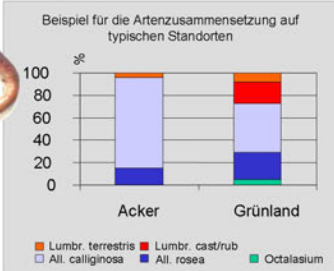
Beprobte wurden im zweijährigen Turnus zehn Acker- und vier Grünland-Bodendauerbeobachtungsflächen (BDF) mit einer modifizierten Formalin-Methode nach JANETSCHKE verbunden mit einer Handauslese (jeweils zehn Wiederholungen von je 0,25 m²).

Es werden die Anzahl, die Masse jeweils getrennt nach adulten und juvenilen, sowie die Arten bestimmt.

Gesamtübersicht zum Regenwürmersatz auf den BDF



Beispiel für die Artenzusammensetzung auf typischen Standorten

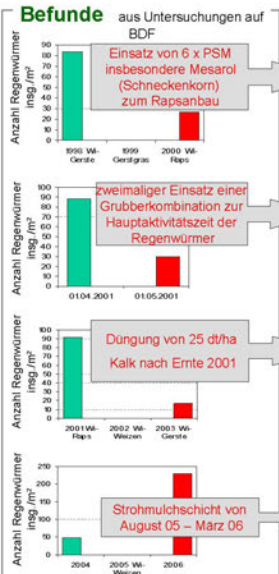


Durchschnittswerte auf den Thüringer Bodendauerbeobachtungsflächen

für Ackerstandorte
 53 Regenwürmer / m² = 53.000/ha
 29,9 g/m² = 299 kg/ha

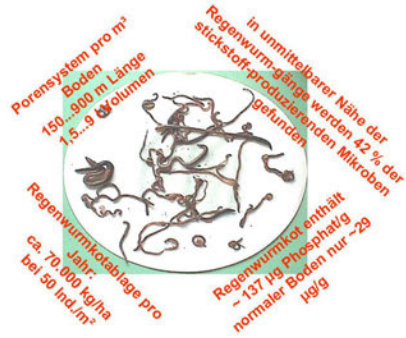
für Grünlandstandorte
 85 Regenwürmer / m² = 85.000/ha
 40,6 g/m² = 406 kg/ha

Befunde aus Untersuchungen auf BDF



Empfehlungen

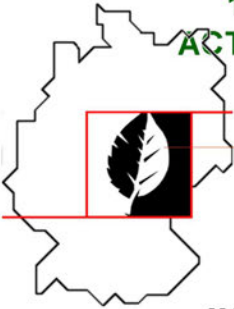
- Beachtung der Grundsätze der Guten fachlichen Praxis bei Düngungs- und Pflanzenschutzmaßnahmen.
- Möglichst vielfältige Fruchtfolgen.
- Reduzieren der mechanischen Eingriffe in das Bodengefüge unter zeitlicher Berücksichtigung der biologischen Aktivität.
- Vermeidung von Schadverdichtungen.
- Auf den Standort abgestimmte Kalkung (keine zu extreme pH-Erhöhung).
- Homogene Verteilung und Einarbeitung von Pflanzenresten und organischen Düngern.
- Hoher Bodenbedeckungsgrad (z.B. durch Untersaaten, Zwischenfrüchte, konservierende Bodenbearbeitung einschließlich Strohmulch).



Porensystem pro m²
 150.000 m Länge
 1,5 g Volumen

in unmittelbarer Nähe der Regenwurmgänge werden 12 % der stickstoffproduzierenden Mikroben gefunden


Regenwurmkot enthält ca. 70.000 kg/ha bei 50 Ind./m² jahrl. = 137 kg Phosphat/g normaler Boden nur ~29 µg/g



PROTECTION OF ARABLE SOILS AGAINST SOIL COMPACTION

10 YEARS INVESTIGATION OF EARTHWORM ACTIVITY IN LONG TERM OBSERVATION OF FARM LAND

G. Marre
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Naumburger Str. 98, 07743 Jena



MAIN FACTS OF THE POSTER:

We determined Mean values on the Thuringian long-term observation surfaces as follows

1. field locations on arable land:
 $53 \text{ earthworms/m}^2 = 53.000/\text{ha}$
 $29.9 \text{ g/m}^2 = 299 \text{ kg/ha}$

2. locations on grassland:
 $85 \text{ earthworms/m}^2 = 85.000/\text{ha}$
 $40.6 \text{ g/m}^2 = 406 \text{ kg/ha}$

Conclusions:

- A multiple crop rotation is advisable.
- It is necessary, to pay attention to the principles of good technical practice in fertilization and management of plant protection.
- High degree of ground covering (for example due to undersown crop, intertillage, conservating tillage including straw mulch) is useful.
- reduction of mechanical interferences into the soil structure with temporal consideration of biological activity
- avoidance of harming soil compression
- on the location co-ordinated limewashing (none to extreme pH increase).
- Homogeneous distribution and underplow of plant-residues and organic fertilizers.

BDF – Vollzugshilfe für die BBodSchV?

Christa Müller, Titus Ebert, Sabine Mikolajewski, Wolfgang Sitte, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft; Irmgard Kern, Uwe Blum, Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft



Bayer. Landesanstalt für Landwirtschaft
 Institut für Agrarökologie,
 Ökologischen Landbau und Bodenschutz



BDF - Vollzugshilfe für die BBodSchV ?

C. Müller ¹⁾, T. Ebert ¹⁾, S. Mikolajewski ²⁾, W. Sitte ²⁾, I. Kern ³⁾, U. Blum ³⁾

Zielsetzung

Zur Bewertung von Schadstoffen in Ackerböden enthält die **BBodSchV Prüf- und Maßnahmenwerte** für pflanzenverfügbare Gehalte im Ammonium-Nitrat-Extrakt (NH_4NO_3) für den Pfad Boden-Pflanze.

Pflanzenqualität	Wachstumsbeeinträchtigungen
Blei, Cadmium	Arsen, Nickel
Thallium	Kupfer, Zink

In diesem Zusammenhang ist von Interesse:

- Wie hoch sind die pflanzenverfügbaren Gehalte von anorganischen (Schad)Stoffen bei praxisüblich bewirtschafteten Ackerböden ?
- Wie hoch ist der Anteil der NH_4NO_3 -Werte am Gesamtgehalt (Königswasser (KW)) ?

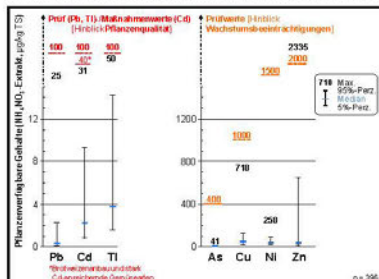
Material und Methoden

Landesweit wurden in Oberböden von 99 Acker-BDF in 4-facher Wdh. (n = 396) anorganische (Schad) Stoffe im NH_4NO_3 - und KW-Extrakt bestimmt (2005).

Ergebnisse

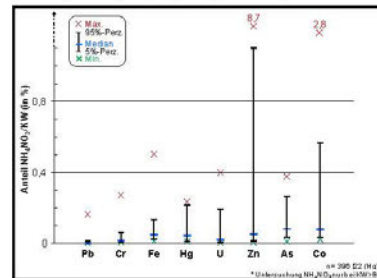
1. Die pflanzenverfügbaren (NH_4NO_3)-Gehalte sind auf den praxisüblich bewirtschafteten Acker-BDF durchwegs sehr niedrig.
2. Sie erreichen prozentual im Mittel die *Prüf-/Maßnahmenwerte der BBodSchV*
 - im Hinblick auf Pflanzenqualität zwischen 0,3 (Pb) und 2 (Cd) bzw. 3,8 % (Tl)
 - im Hinblick auf Wachstumsbeeinträchtigungen zwischen 1,6 (As) und 4,5 (Cu) bzw. 1,8 (Zn) und 2,4 % (Ni)

Pflanzenverfügbare Gehalte von Acker-BDF im Vergleich zu Prüf-/ Maßnahmenwerten der BBodSchV

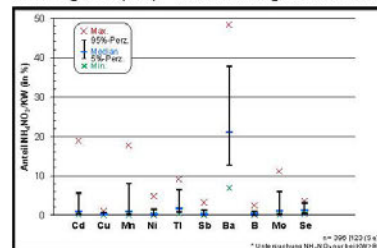


3. Der mittlere Anteil der pflanzenverfügbaren Gehalte am Gesamtgehalt auf Acker-BDF beträgt für
 - Pb, Cr, Fe, Hg, U, Zn, As, Co (geringer verfügbare Elemente): 0,001- 0,08 %
 - Cd, Cu, Mn, Ni, Tl, Sb, Ba, B, Mo, Se (stärker verfügbare Elemente): 0,2 -1,7 (Ba 21) %

Anteil der pflanzenverfügbaren Gehalte (NH_4NO_3) am Gesamtgehalt (KW) – geringer verfügbare Elemente



Anteil der pflanzenverfügbaren Gehalte (NH_4NO_3) am Gesamtgehalt (KW) – stärker verfügbare Elemente



Fazit

- Das BDF-Programm liefert repräsentative Vergleichswerte zur Beurteilung schädlicher Bodenveränderungen nach BBodSchV für den Pfad Boden- Pflanze.
- Das Verhältnis von NH_4NO_3 zu KW zeigt die unterschiedliche Pflanzenverfügbarkeit der Elemente bei praxisüblich bewirtschafteten Acker-Flächen.

1) LfL IAB 2) LfL AQU 3) LWF

Kontakt: Christa Müller Tel: 08161/71-4474, E-Mail: christa.mueller@lfl.bayern.de

Evaluation des Gesamtverfahrens zur Boden-Dauerbeobachtung in Schleswig-Holstein

Rainer Nerger, Claus-Georg Schimming, Nicola Fohrer, Universität Kiel; Marek Filipinski, Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und Ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein; Oliver Hakemann, Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein

Im Rahmen der schleswig-holsteinischen Boden-Dauerbeobachtung sind 38 Boden-Dauerbeobachtungsflächen (BDF) im Jahr 2009 zum dritten Mal beprobt und hinsichtlich ihrer Bodeneigenschaften untersucht worden. Nach nunmehr zwanzig Jahren der Erfassung und Dokumentation von Bodeneigenschaften wird nach einer Auswertung der bisherigen Daten eine darauf basierende umfangreiche Evaluation bezüglich der bisherigen Leistung und der weiteren Fortführung des Gesamtverfahrens sowie der Einzelverfahren vorgenommen. Sie dient sowohl der Optimierung der eingesetzten Untersuchungsverfahren insbesondere im Hinblick auf ihre Aussagefähigkeit als auch der Straffung und Konsolidierung bei gleichzeitiger Verbesserung des Gesamtverfahrens im Hinblick auf seine langfristige Durchführung.

Die Verfahren werden hinsichtlich der zugrunde liegenden Probenentnahme- bzw. Datenerfassungsstrategie, des Probenentnahmetermins und -turnus sowie des gemessenen Parameterumfangs, der Untersuchungsmethodenkontinuität und der weiteren Eignung der BDF als Monitoringflächen überprüft.

Die räumliche Wiederholung der Untersuchungen macht das Erkennen von signifikanten zeitlichen Bodenveränderungen möglich. Für den Vergleich zwischen der Erst- und der Zweitbeprobung werden einige Faktoren ausgewiesen, die die Vergleichbarkeit der Ergebnisse teilweise einschränken können.

Hinsichtlich der Probenentnahmestrategie sind kleinere Änderungen für die Bodenmaterialentnahmetiefen bei Grünlandstandorten sowie für die Mischung von Bodenmaterialproben vorgesehen. Eine genaue zeitliche Terminierung der Probenentnahme erweist sich bei den bodenmikrobiologischen Untersuchungen als besonders wichtig. Für die Bewirtschaftungsdatenerhebung wird der Fokus vor allem auf eine tagesgenaue Dokumentation der Aktivitäten der Flächenbewirtschafteter gelegt.

Die Probenentnahmeintervalle erweisen sich als zentraler Bestandteil der Erstellung belastbarer Zeitreihen. Orientiert an den bisherigen Ergebnissen der Boden-Dauerbeobachtung in Schleswig-Holstein als auch der anderer Länder/Staaten, z. B. denen der bayerischen und schweizerischen Boden-Dauerbeobachtung, wird derzeit diskutiert, den Turnus der anorganisch-chemischen und der bodenphysikalischen Untersuchungen in Schleswig-Holstein von zehn auf fünf Jahre zu verkürzen, um schneller engere und belastbarere Zeitreihen zu erhalten. Ebenso wird erwogen, die Intervalle der bodenmikrobiologischen Untersuchungen sowie die der bodenzoologischen Untersuchungen zu verkürzen. Zeitlich höher aufgelöste klimawandelrelevante Messdaten können damit ebenso besser für entsprechende Modellierungen und Datenanalysen (z. B. im Rahmen von BOKLIM) genutzt werden.

Hinsichtlich der Untersuchungsmethoden ist vor allem die labormethodische Kontinuität als wesentlich für ein geringes Unsicherheitsbudget der Messwerte. Sowohl für bodenbiologische als auch für bodenchemische und -physikalische Verfahren wird die Beibehaltung der bisherigen genormten Standardmethoden auch in Zukunft eine hohe Priorität haben.

Pflanzensoziologische Untersuchungen auf bewirtschafteten Flächen sowie lichenologische Untersuchungen stehen im Rahmen der schleswig-holsteinischen Dauerbeobachtung zur Disposition, da sich ihre Aussagefähigkeit hinsichtlich des Erkennens von Bodenveränderungen sowie der Aufklärung von Wechselbeziehungen als sehr begrenzt erweist oder bereits aus den Ergebnissen anderer biologischer Untersuchungen (Bodenmikrobiologie und Bodenzologie) abgeleitet werden kann.

Das Gesamtverfahren ist geeignet, um ein langfristiges Monitoring auf den BDF durchzuführen und Bodenveränderungen zu erfassen. Aussagen zu signifikanten zeitlichen Veränderungen sind aufgrund der adäquaten Probennahmemethodik für alle bisherigen Untersuchungen im Rahmen des Standardbeprobungsschemas möglich.

Evaluation des Gesamtverfahrens zur Boden-Dauerbeobachtung in Schleswig-Holstein




R. Nerger¹, M. Filipinski², C.-G. Schimming¹, N. Fohrer¹, O. Hakemann³

Einleitung

Nach 20 Jahren der Erfassung und Dokumentation der Bodeneigenschaften von 38 Boden-Dauerbeobachtungsflächen (BDF) in Schleswig-Holstein wurde nach einer Auswertung der bisherigen Daten eine darauf basierende umfangreiche Evaluation bezüglich der bisherigen Leistung und der weiteren Fortführung des Gesamtverfahrens sowie der Einzelverfahren vorgenommen.

Die erste zentrale Aufgabe bestand nicht nur in der Auswertung, welche Aussagen zu Bodenveränderungen, Ursache-Wirkungs-Effekten und ökologischen Problemen bereits mit den bisher gewonnenen Daten dargestellt werden können, sondern vor allem darin, welche Hinweise sie geben können, inwieweit die eingesetzten Verfahren in der Lage sind, Trends in der Entwicklung von Böden zu erkennen.

Im Hinblick auf seine langfristige Fortführung ist hiermit die zweite zentrale Aufgabe der Studie sowohl die Optimierung der eingesetzten Untersuchungsverfahren, insbesondere im Hinblick auf ihre Aussagefähigkeit, als auch die Straffung und Konsolidierung bei gleichzeitiger Verbesserung des Gesamtverfahrens.

Probenahmestrategie

Im Rahmen der Einrichtung (Erstbeobachtung) erfolgte eine horizontbezogene Probenahme. Bei der Zweit- und Drittbeobachtung wurde wie folgt verfahren: 0-30 cm Acker-, 0-5 cm Grünland- und Waldböden sowie in Auflagen.

Es wurden nach dem nebenstehenden Schema jeweils 6 Proben zu einer Mischprobe zusammenfasst und analysiert (Standardschema).

Die räumliche Wiederholung hat sich durch die Ermittlung der Flächenvariabilität als Grundlage für Aussagen zur Signifikanz zeitlicher Messwertänderungen erwiesen. Die Erstellung von Mischproben führte zu einer Homogenisierung des Materials um die standörtliche Varianz zu verringern. Das Verfahren der einzelnen Analyse aller 18 Proben auf den Intensiv-BDF brachte keine zusätzlichen Erkenntnisse. Die standörtliche Varianz war stärker ausgeprägt als im Standardverfahren.



Die Erstellung von 3 Mischproben aus 18 Einzelproben wird beibehalten (Standardschema). Nur in der Drittbeobachtung wurde neben den 3 Mischproben eine Gesamtmischprobe (aus allen 18 Einzelproben) erstellt.

Für die jährliche Untersuchung der Intensiv-BDF wurde statt der Einzelbeobachtung die Bildung von 3 Mischproben aus jeweils 6 Einzelproben nach dem Standardschema vorgeschlagen.

Probenahmeliefen und Probenanzahl je Horizont werden seit der Zweitbeobachtung beibehalten.

Beprobungsintervalle

Die Einrichtung der ersten 33 BDF in Schleswig-Holstein erfolgte zwischen 1989 und 1992, von denen ein Standort aufgegeben wurde. Die restlichen 6 Standorte wurden zwischen 1996 und 2007 eingerichtet. Die Zweitbeobachtung erfolgte 1999 und die Drittbeobachtung 2009.

Bisherige Beprobungsintervalle: Bodenchemie-physik: 10 Jahre
Bodenmikrobiologie: 3-4 Jahre
Bodenfauna: 5-7 Jahre

Nach wenigen Messungen, in diesem Fall drei, treten oft sog. Zickzack-Verläufe auf. Erst bei längeren Zeitreihen werden langfristige Trends sichtbar. Die Daten zeigen, dass es für einige Bodeneigenschaften, z.B. Humus- und Nährstoffgehalte, sinnvoll ist, die Oberböden in geringeren zeitlichen Abständen zu beproben.



In Anlehnung an Konzepte anderer Einrichtungen steht für bodenchemische und -physikalische Eigenschaften eine Verkürzung der Beprobungsintervalle von 10 auf 5 Jahre zur Diskussion.

Empfohlene Beprobungsintervalle:
Bodenchemie-physik: 5 Jahre
Bodenmikrobiologie: 3 Jahre (bewirtschaftete BDF)
Bodenfauna: 6 Jahre (bewirtschaftete BDF)

Damit können schneller engere und belastbare Zeitreihen erhalten werden, die auch für klimawandelerne Untersuchungen (z. B. BOKLIM) und Modellierungen von Nützen wären.

Bewirtschaftungsaufzeichnungen

In Abhängigkeit von zu untersuchenden Parametern kann der Zeitpunkt der Probenahme von besonderer Bedeutung sein. So reagieren mikrobiologische Bodeneigenschaften äußerst sensibel auf Bewirtschaftungsmaßnahmen wie z.B. Nährstoffeinträge durch Düngung. Das nebenstehende Beispiel zeigt, dass die C_{org}-Werte der Acker-BDF im Jahr 1998 fast durchgängig die höchsten Werte aller Messungen aufweisen. Eine späte Probenahme mit oft bereits erfolgter Düngung wurde als Grund dafür ausgewiesen. Dieses Beispiel verdeutlicht, dass zur Interpretation von Untersuchungsergebnissen aus der Boden-Dauerbeobachtung taggenaue Aufzeichnungen der Bewirtschaftungsaktivitäten unerlässlich sind.



Durch eine weitere Intensivierung der Zusammenarbeit mit den Flächenbewirtschaftern wird die Probenahme zwecks bodenmikrobiologischer Untersuchungen vor den Bewirtschaftungsaktivitäten sichergestellt.

Bei den Schlagkarteln wird der Fokus verstärkt auf eine taggenaue Dokumentation der Bewirtschaftungsaktivitäten gelegt.

Untersuchungsmethoden

Im Rahmen der Einrichtung verwendete Methoden zur Bestimmung vom organischen Kohlenstoff, Gesamtstickstoff, Carbonat sowie von Schwermetallgehalt wurden bei der Zweit- und Drittbeobachtung nicht mehr verwendet. Senkung der Nachweisgrenzen, sicherheits- und arbeits-technische Maßnahmen waren Gründe hierfür.

Bei signifikanten Unterschieden der Messergebnisse im Vergleich zur Zweitbeobachtung oder bei hohen Standortvarianzen wurden Rückstellproben erneut mit den aktuellen Methoden untersucht, wie im Beispiel rechts anhand der Kjeldahl-Untersuchungen für Gesamtstickstoff (N_{ges}) gezeigt wird. Die labormethodische Kontinuität ist ein wesentlicher Faktor für geringe messtechnische Unsicherheiten.



Es wird empfohlen, die seit der Einrichtung der Boden-Dauerbeobachtungsflächen eingesetzten Untersuchungsmethoden beizubehalten. Im Falle eines erforderlichen Methodenwechsels ist die Vergleichbarkeit jeder einzelnen Methode durch eine ausreichende Anzahl von Parallelmessungen zu beweisen.

Zusammenfassung und Ausblick

Der Betrieb einer Boden-Dauerbeobachtungsfläche wird auf Grund tiefgreifender Veränderungen des Standortes eingestellt.

An drei Boden-Dauerbeobachtungsflächen erfolgte ein Nutzungswechsel vom Grünland zum Acker.

Vegetationsuntersuchungen an bewirtschafteten BDF sowie lichenologische Untersuchungen wurden als in geringerem Maße geeignet beurteilt, Bodenveränderungen zu dokumentieren.

Die angewandten Verfahren und bisherigen Daten sind geeignet, die Bodeneigenschaften zu beschreiben und die Signifikanz zeitlicher Messwertveränderungen zu ermitteln. Dafür waren insbesondere die Implikation des Prinzips der räumlichen Wiederholung, die Vereinheitlichung der Probenahmestrategie, die Kontinuität der Untersuchungsmethoden und ein breites Spektrum untersuchter Bodeneigenschaften maßgeblich.

Die bisherigen Daten sind jedoch noch nicht ausreichend, um längerfristige Trends zu projizieren. Daher wurde vorgeschlagen, die Beprobungsintervalle zu verkürzen um schneller belastbare Zeitreihen zu erhalten. Diese Daten in größerer zeitlicher Auflösung können ebenso für umfassendere Ursache-Wirkungs-Analysen sowie Klimawandelerne Untersuchungen und Modellierungen genutzt werden. Um zu vermeiden, dass langfristige Effekte von kurzfristigen überdeckt werden, soll vor allem bei den mikrobiologischen Untersuchungen künftig eine noch präzisere Abstimmung mit den Flächenbewirtschaftern hinsichtlich der Bewirtschaftungsaktivitäten erfolgen.

¹ Universität Kiel, Institut für Natur- und Ressourcenschutz, Abteilung Hydrologie und Wasserwirtschaft, Osthausstr. 75, 24118 Kiel; Email: merger@hydrology.uni-kiel.de
² Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, Dezernat Boden, Hamburger Chaussee 25, 24220 Friböck; Email: marek.filipinski@lur.landsh.de
³ Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, Referat Boden, Grundwasser und Altlasten, Wasserversorgung, Mercatorstr. 3, 24106 Kiel; Email: oliver.hakemann@mlr.landsh.de

25 Jahre Bodendauerbeobachtung in der Landwirtschaft

Melanie Treisch, Christa Müller, Roswitha Walter, Robert Beck, Robert Brandhuber, Gisbert Kuhn, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

Vor 26 Jahren, im Jahr 1985, wurde die Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft vom Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten als Reaktion auf die sich häufenden Meldungen über Versauerung und Kontamination der Böden mit der Einrichtung eines landesweiten Bodenbeobachtungsnetzes für den Bereich Landwirtschaft beauftragt. Ein forstwirtschaftliches Dauerbeobachtungsnetz wurde zur gleichen Zeit von der heutigen LWF aufgebaut, während das LfU das Monitoring auf Sonderstandorten übernahm.

1 Standortwahl

1.1 Übersicht über die Landwirtschaftliche Nutzung

Mit Hilfe der Landwirtschaftsämter wurden innerhalb der ersten zwei Jahre 132 Bodendauerbeobachtungsflächen (BDF) mit einer Größe von 1000 m² auf landwirtschaftlich genutzten Standorten eingerichtet. Es handelte sich dabei um in die Fruchtfolgen des jeweiligen Betriebs integrierte, ortsüblich bewirtschaftete Praxisflächen. Davon wurden 102 Parzellen ackerbaulich genutzt, 22 als Grünland und 8 wurden mit Sonderkulturen (Hopfen, Wein, Obst) bestellt. Bei der Standortwahl wurde auf eine Repräsentanz aller Landschaftseinheiten in Bayern geachtet.

Die Anzahl der BDF hat sich bis heute auf 127 Standorte verringert (93 Acker, 27 Grünland und 7 Sonderkulturen). Neun Ackerstandorte wurden meist wegen Baumaßnahmen gekündigt, vier seit den 90er Jahren neu dazu gewonnen. Durch Grünlandeinsaat oder -umbruch änderte sich die Nutzung auf zehn weiteren BDF im Laufe der 25 Jahre. Zwölf Betriebe stellten in dieser Zeit auf ökologischen Landbau um.

Knapp die Hälfte der Landesfläche Bayerns wird landwirtschaftlich genutzt. Die Ackerfläche nimmt mit ca. 2,1 Mio. Hektar etwa zwei Drittel der Landwirtschaftsfläche ein, das restliche Drittel entfällt mit 1,1 Mio. Hektar auf Dauergrünland und 27 Tsd. Hektar Sonderkulturen. Im überwiegend grünlandgeprägten Alpenvorland befindet sich gut ein Drittel der Grünlandfläche Bayerns, während die am intensivsten ackerbaulich genutzten Gebiete im Tertiärhügelland Ober- und Niederbayerns und am Untermain liegen. Der Weinbau beschränkt sich auf die wärmebegünstigten Regionen Frankens, während das bekannteste Obstanbaugebiet im äußersten Südwesten am Bodensee liegt. Das weltweit größte Hopfenanbaugebiet befindet sich in der Hallertau zwischen Isar und Donau.

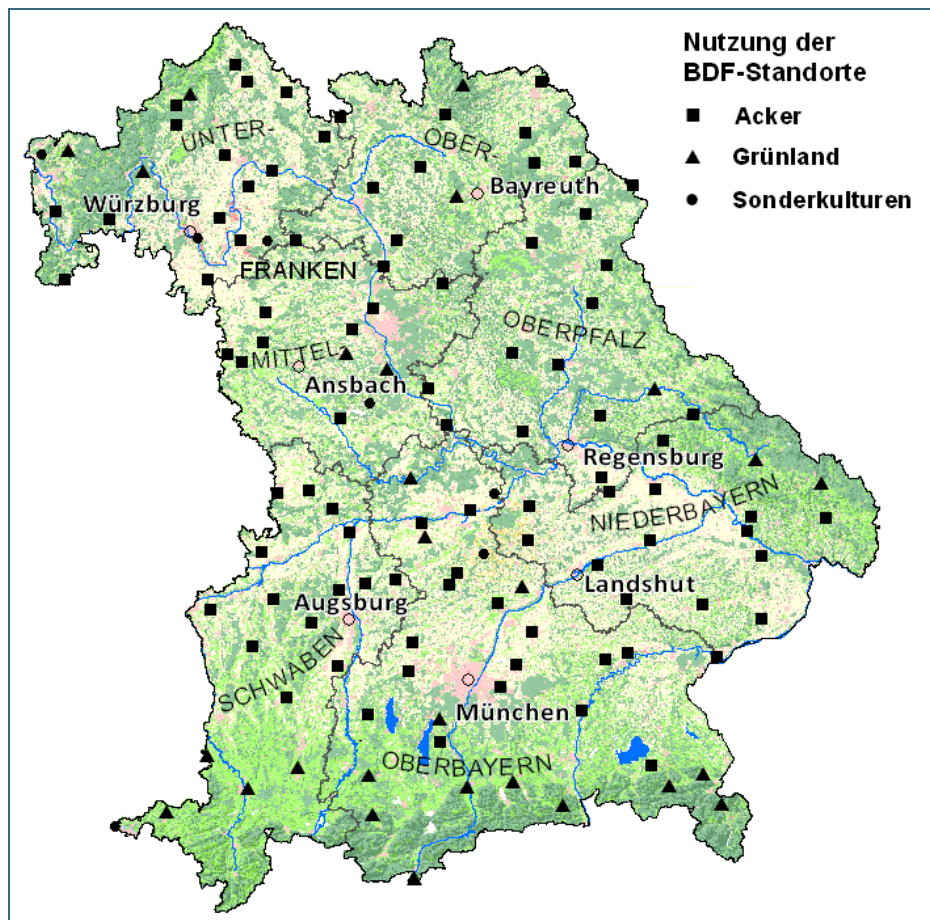


Abb. 1:
127 landwirtschaftliche
BDF-Standorte in Bay-
ern (Stand 2011)

Die Auswahl der BDF-Standorte berücksichtigt diese landwirtschaftlichen Schwerpunktgebiete und deren Hauptnutzungen. Die Ackerstandorte machen 73 % der BDF aus, die Grünlandstandorte 21 % und die Sonderkulturen Hopfen, Wein und Obst sind mit 6 % beteiligt (vergl. Abb. 2 links).

Die Anteile der Hauptfruchtarten der BDF-Ackerparzellen repräsentieren die bayernweiten Verhältnisse ebenfalls gut. Die Abbildung 2 (rechts) vergleicht den Anteil aller angebaute Hauptfruchtarten der Acker-BDF (Anteile gemittelt über den gesamten 25jährigen Beobachtungszeitraum) mit den bayernweiten Flächennutzungsanteilen bei Ackerkulturen (Nutzungsanteile aller Ackerflächen Bayerns im Jahr 2010). Die Mähdruschfrüchte (alle Getreidearten, Raps, ohne Körnermais) bilden auf BDF-Ackerflächen mit 67 % und bayernweit mit 59 % die größte Gruppe der angebaute Fruchtarten. Körner- und Silomais werden im BDF-Programm zu 15 % und bayernweit auf 24 % der Ackerfläche angebaut. Kartoffeln und Zuckerrüben machen bei BDF 9 %, in ganz Bayern 2 % der Ackerfläche aus. Die teils mehrjährigen, als Ackerfutter genutzten Kulturen (Ackergras, Klee, Leguminosen-Gemenge) bilden 8 % im BDF-Programm bzw. 6 % der bayernweit angebaute Ackerkulturen. Auf sonstige Feldfrüchte entfallen im BDF-Programm 2 % und bayernweit 9 %.

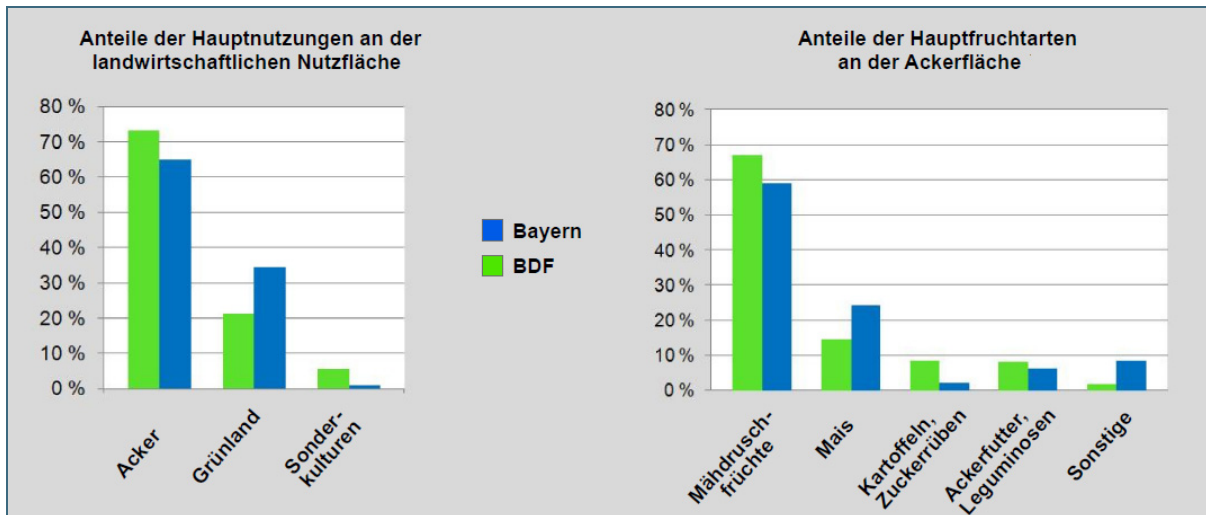


Abb. 2:

Links: Vergleich der Hauptnutzungen der BDF-Standorte mit der bayernweiten Nutzungsverteilung.
 Datengrundlage BDF: Anteile der aktuellen Acker-, Grünland- und Sonderkultur-Standorte (2011), Bayern: Flächenanteile der Acker-, Grünland- und Sonderkulturen der gemeldeten Landwirtschaftsflächen Bayerns im Jahr 2010 (StMELF, Invekos-Datenbank Stand: Dez 2010)

Rechts: Vergleich der Hauptfruchtarten der BDF-Ackerflächen mit der bayernweiten Ackernutzung.

Datengrundlage BDF: Anteile der angebauten Hauptfruchtarten aller Acker-BDF von 1985 bis 2010, Bayern: Flächenanteile der Hauptfruchtarten aller gemeldeter Ackerflächen in Bayern im Jahr 2010 (StMELF, Invekos-Datenbank Stand: Dez 2010)

1.2 Berücksichtigung der Standortfaktoren Boden und Klima

Die Landesfläche Bayerns gliedert sich in Regionen unterschiedlicher geologischer und klimatischer Ausprägung. Die Spannweite wird deutlich beim Vergleich des relativ trockenen und warmen Klimas im Würzburger Raum (mittlere Jahresmitteltemperatur 9,5 °C und mittlere Jahresniederschläge 530 mm) mit dem kühlen und feuchten Alpenraum (z. B. Ruhpolding 5,0°C und >2000 mm) (www.dwd.de, 19.09.2011). Zum Vergleich und zum Verständnis landwirtschaftlicher Produktionsdaten müssen die vorherrschende Witterung und die Bodenbeschaffenheit als wesentliche Einflussfaktoren berücksichtigt werden. Daher wurden von Roßberg et al. (2007) deutschlandweite Bodenklimaräume definiert, die der länderübergreifenden Optimierung und Koordination im landwirtschaftlichen Versuchswesen dienen (beteiligte Institutionen: BBA, JKI-SF, LFA, LfL).

Bayern ist in neun Bodenklimaräume (BKR) mit ähnlichen Witterungs- und Bodenverhältnissen untergliedert. Ein Vergleich der Flächenanteile der Acker- und Grünlandflächen Bayerns mit den Anteilen der BDF-Flächen je Bodenklimaraum zeigt eine gute Verteilung der BDF-Standorte je BKR.

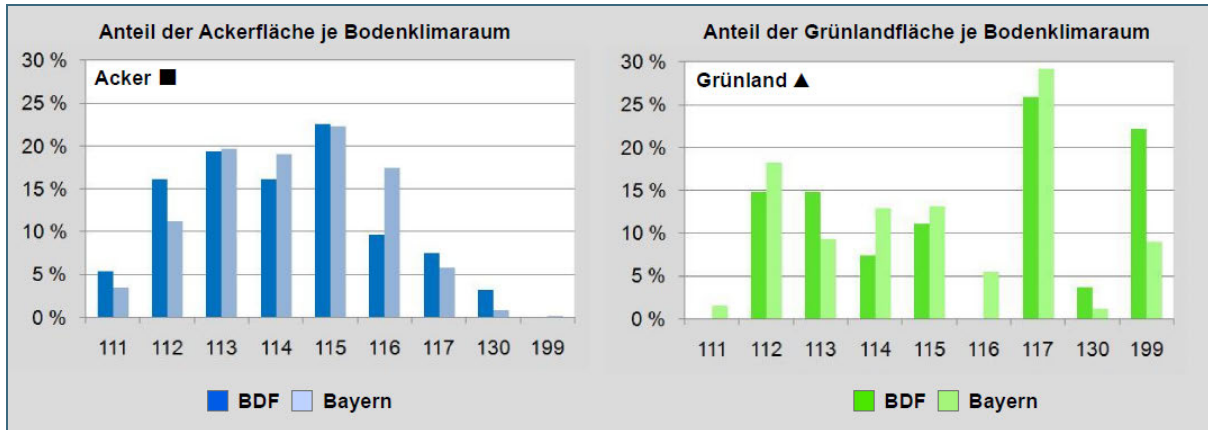


Abb. 3: Vergleich der Ackerflächen- (links) und Grünlandflächenanteile (rechts) des BDF-Programms und Bayerns an den Bodenklimaraumen.

111 Verwitterungsböden in den Übergangslagen, 112 Verwitterungsböden in den Höhenlagen
 113 Nordwestbayern – Franken, 114 Albflächen und Ostbayerisches Hügelland, 115 Tertiärhügelland, Donau-Süd, 116 Gäu, Donau- und Inntal, 117 Moränen-Hügelland und Voralpenland 130 Spessart, 199 Alpen;
 Datengrundlage: BDF: Anteile der BDF-Ackerflächen und BDF-Grünlandflächen Stand 2011; Bayern: Flächenanteile der gemeldeten Ackerflächen und Grünlandflächen Bayerns im Jahr 2010 (StMELF, Invekos-Datenbank Stand: Dez 2010)

Die Repräsentanz der Bodenverhältnisse von Acker- und Grünlandstandorten in Bayern durch die BDF zeigt die Abbildung 4. Kriterium ist die Bodenart der Bodenschätzung (fünf Hauptgruppen). Die Anteile der BDF-Flächen (getrennt nach Acker und Grünland) an den Bodenartengruppen geben die bayerischen Verhältnisse gut wider. Um die 60 % der Acker- und 70 % der Grünlandböden sind Lehme, etwa je 20 % lehmige Sande und ca. je 10 % Tone. Sandböden sind unter Ackernutzung etwas häufiger, Moorböden nehmen dagegen bei Grünland einen höheren Anteil ein. Insgesamt bilden Moore und Sande mit < 10 % die seltensten Bodenarten unter landwirtschaftlicher Nutzung.

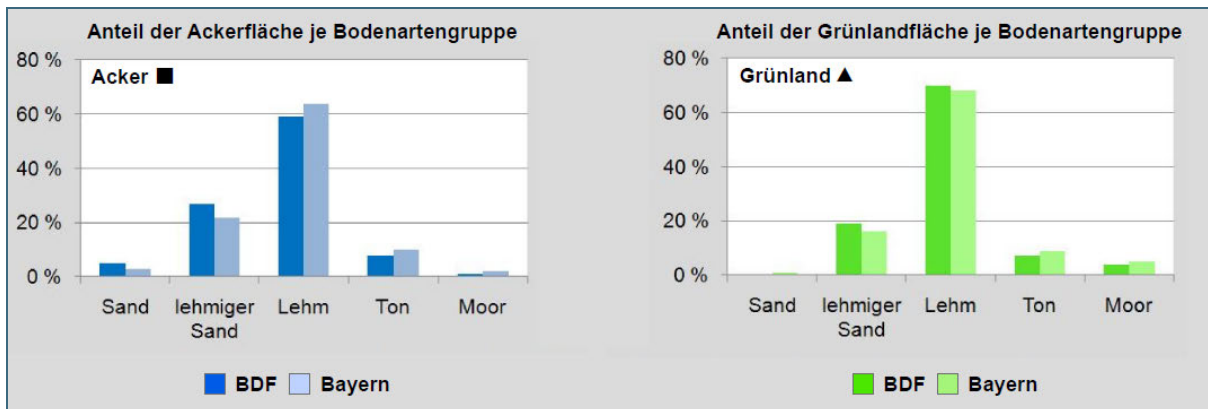


Abb. 4: Vergleich der Ackerflächen- (links) und Grünlandflächenanteile (rechts) des BDF-Programms und Bayerns hinsichtlich der vorkommenden Bodenarten.

Datengrundlage: Bodenschätzung: Vektordaten der Bodenschätzung (Bayerische Vermessungsverwaltung, www.geodaten.bayern.de); BDF: Anteile der BDF-Ackerflächen und BDF-Grünlandflächen, Stand 2011; Bayern: Flächenanteile der gemeldeten Ackerflächen und Grünlandflächen Bayerns im Jahr 2010 (StMELF, Invekos-Datenbank Stand: Dez 2010)

2 Untersuchungsumfang

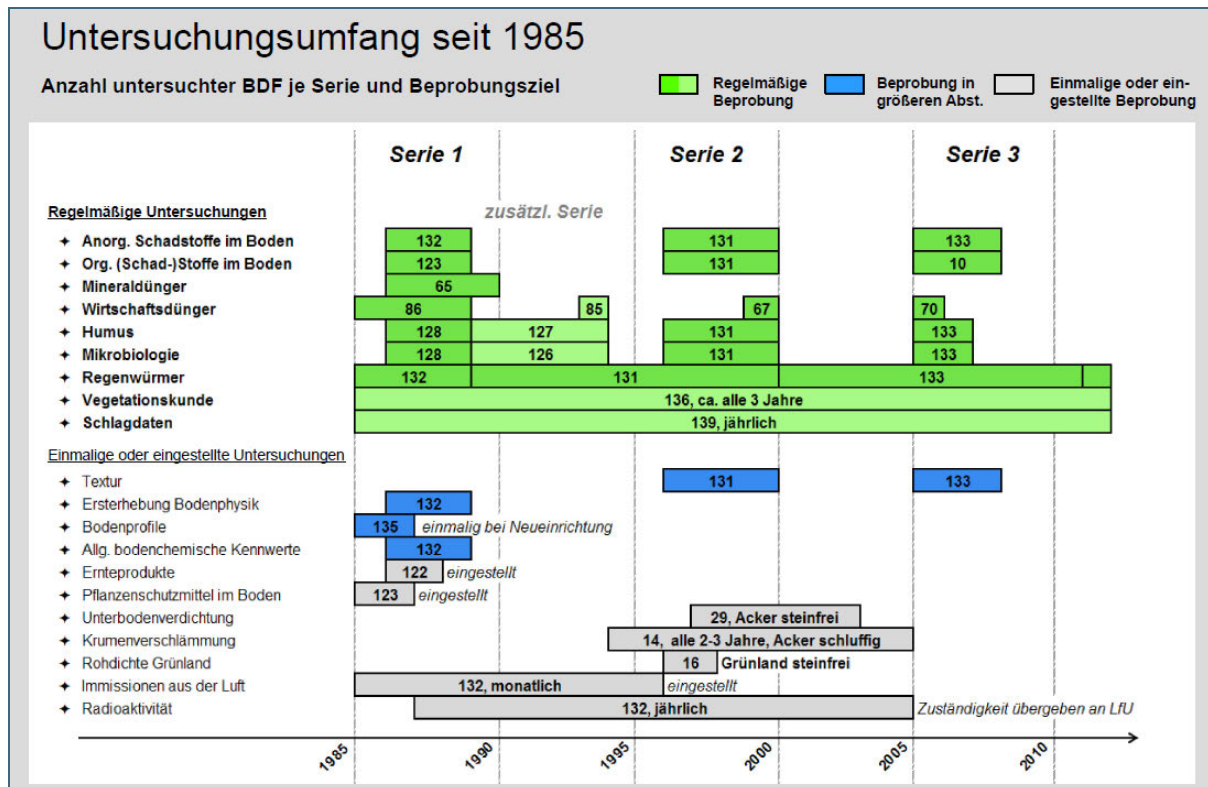


Abb. 5: Untersuchungsumfang auf den landwirtschaftlichen BDF in Bayern

Der Untersuchungsumfang der Dauerbeobachtung deckt die Themenschwerpunkte Stoffeinträge aus der Luft und durch Dünger (Wirtschafts-, Mineraldünger), Bodennähr- und -schadstoffe, Humus, Bodenphysik, Bodenfauna und Vegetation ab. Die in den 80er Jahren begonnenen Untersuchungen mussten im Laufe der Zeit an die Arbeitskapazitäten der LfL-Arbeitsgruppen und der Landwirtschaftsämter angepasst oder aus fachlichen Gründen reduziert werden.

Besonders wertvoll erwies sich das BDF-Programm beim Reaktorunfall von Tschernobyl 1986 durch unmittelbaren Vergleich der bayernweiten Radionuklid-Gehalte vor und nach dem Ereignis. Abbildung 5 gibt einen Überblick über den bisher geleisteten Beprobungsumfang. Je nach Fachbereich wurden die Beprobungen bereits in drei- oder vierfacher Wiederholung (vereinzelt noch engmaschiger) in mehrjährigem Abstand durchgeführt.

2.1 Regelmäßige Untersuchungen

Zu den Kernaufgaben des Bodenmonitorings gehört die Dokumentation des Stoffbestandes im Boden. Die **anorganischen** Stoffe (Haupt- und Spurennährstoffe, Schwermetalle u. a. anorganische Schadstoffe) aller BDF wurden bereits in drei Serien in etwa 10jährigem Abstand untersucht. Ober- und Unterboden wurden jeweils getrennt beprobt und analysiert. Außer den Gesamtgehalten (Königswasser-Extrakt) wurden in Serie 2 und 3 auch die pflanzenverfügbaren Gehalte mittels Ammonium-Nitrat-Extrakt bestimmt. Damit liegen bayernweit Vergleichswerte für praxisüblich bewirtschaftete landwirtschaftliche Böden bei der Bearbeitung von schädlichen Bodenveränderungen und Altlasten nach Bundes-Bodenschutz-Verordnung (BBodSchV) vor.

Die **organischen Schadstoffe** (PCB, PAK, CKW) wurden nur jeweils in einer Serie auf allen BDF untersucht, in der Folgeserie wurden zur Absicherung der Werte und Erfassung der Veränderung nur die BDF mit den höchsten Werten wiederholt beprobt. Das Beprobungsintervall für Schadstoffuntersuchungen von 10 Jahren soll auch in Zukunft beibehalten werden, sodass die nächste Serie für 2015 geplant ist.

Um die Stoffeintragswege nachvollziehen zu können, werden die gleichen Parameter (Haupt- und Spurennährstoffe, Schwermetalle u. a. anorganische Schadstoffe) auch bei den **Wirtschaftsdüngern** aller viehhaltenden BDF-Betriebe analysiert. Dies wurde bereits in vier Wiederholungen durchgeführt und soll genauso in ca. 5jährigen Abständen weiterverfolgt werden.

Die ausgebrachten **Mineraldünger** wurden bisher erst einmal analysiert, eine Wiederholung soll aber in den nächsten Jahren stattfinden.

Die Probenahmen für die **Humus**-Analysen fanden parallel zur mikrobiologischen Untersuchung ebenfalls bereits in vier Serien jeweils im zeitigen Frühjahr vor der ersten Düngung auf allen BDF-Standorten statt. Ausgewertet wurden für die Beurteilung des Humushaushalts die Gehalte an organischem Kohlenstoff und der Gesamtstickstoff im Ober- und Unterboden. Die mikrobielle Biomasse und die Katalasezahl wurden jeweils für den Oberboden ermittelt. Die nächste Humusanalyse ist für 2012 geplant. Langfristig wird der Untersuchungsturnus aber mit den 10jährigen Bodenschadstoffbeprobungen zusammengelegt. Die Bodenmikrobiologie soll zukünftig nur noch exemplarisch an einer reduzierten Anzahl von BDF untersucht werden.

Seit Beginn der Bodenbeobachtung wird die **Regenwurmzönose** und Siedlungsdichte auf allen BDF ermittelt. Es liegen Ergebnisse von drei Wiederholungsserien hinsichtlich der Abundanz und Biomasse der adulten Tiere und des gesamten Fanges vor. Die bayerische Regenwurmpopulation wird weiterhin alle 10 Jahre erfasst werden.

Die **vegetationskundlichen** Aufnahmen finden auf allen Acker- und Grünland-BDF in dreijährigem Turnus statt, sodass inzwischen acht Wiederholungen je BDF vorliegen. Erstellt werden jeweils Artenlisten (bei Acker der Begleitflora) mit Deckungs- und Zeigerwerten, die zur Charakterisierung der Standortbedingungen beitragen können. Die Vegetationsaufnahmen werden weiterhin alle drei Jahre durchgeführt werden.

Von allen BDF werden jährlich schlag- und betriebsspezifische Bewirtschaftungsdaten in Form einer von den Landwirten auszufüllenden Schlagkartei erhoben. Darunter befinden sich 113 Standorten mit gleichbleibender Nutzung (84 % aller bisher eingerichteter BDF) bei denen die Erhebung einer kontinuierlichen 25jährigen Zeitreihe gelang.

2.2 Einmalige oder eingestellte Untersuchungen

Für die Standortcharakterisierung jeder BDF wurde ein Profilbescrieb anhand eines 1m tief freigelegten **Bodenprofils** erstellt.

Mit der Ersteinrichtung wurden zudem die **bodenphysikalischen** Eigenschaften von Ober- und Unterboden (Textur, Rohdichte, Porenverteilung im Oberboden) anhand von vier weiteren Profilen je BDF bestimmt. Die **Texturanalyse** wurde mit jeweils modifizierten Methoden auch in der zweiten und dritten Beprobungsserie durchgeführt.

Neben den physikalischen Eigenschaften wurden bei der Erstuntersuchung auch **chemische Kennwerte** der Ober- und Unterböden aller BDF ermittelt (Kationenaustauschkapazität, Karbonat, pH, Gesamtkohlenstoff, Gesamtstickstoff).

Die Analyse der Bodenproben auf **Pflanzenschutzmittelrückstände** (z. B. Atrazin, Phenylharnstoff-herbizide) wurde nach der ersten Serie aus methodischen Gründen eingestellt, da mit den üblichen Analysenverfahren nur die extrahierbaren Rückstände und keine Gesamtgehalte erfasst werden können. Zur Erfassung zeitlicher Veränderungen von Pflanzenschutzmittelrückständen im Boden erschien dies nicht zielführend. Die ausgebrachten Mengen an Pflanzenschutzmitteln werden jedoch weiterhin über die jährlichen Schlagkarteien vollständig abgefragt.

Zum Untersuchungsumfang der ersten Beprobungsserie gehörte neben den Bodenproben auch die Analyse der Inhaltsstoffe von **Ernteprodukten**. Die Ernteprodukte wurden auf Schwermetalle u. a. anorganische Schadstoffe hin untersucht. Die Beprobung wurde allerdings nach der ersten Serie eingestellt. Eine jährliche Messung der Radionuklide in Ernteprodukten wurde im Rahmen der Radioaktivitätskontrollen (s. u.) bis 2005 beibehalten.

Sehr umfangreiche Untersuchungen widmeten sich von 1985 bis 1996 den **Immissionen** aus der Luft, da zu Beginn des BDF-Programms kaum Daten zu Nähr- und Schadstoffeinträgen in ländlichen Gebieten vorlagen. Auf jeder BDF wurden bei der Ersteinrichtung zwei Bergerhoffgefäße installiert und bis 1996 monatlich die Feststoffeinträge sowie Stickstoff, Schwefel und Chlorid gemessen. Aus den jährlich gesammelten Feststoffmengen wurden die Nähr- und Schwermetalleinträge bestimmt. Aus Labor-Kapazitätsgründen wurden die Immissionsuntersuchungen der Landwirtschafts-BDF 1996 eingestellt. Gleichzeitig weitete das Landesamt für Umwelt (LfU) sein Netz von Immissionsmessstationen von den klassischerweise städtischen Standorten auf ländliche Regionen aus, sodass seit 1996 für das BDF-Programm diese Ergebnisse verwendet werden können.

Seit dem Reaktorunglück in Tschernobyl im Jahr 1986 wurden alle BDF jährlich auf die Cäsium-Kontamination (Cs 137, Cs 134) im Oberboden hin untersucht, bei Grünland wurden auch die Tiefenverlagerung sowie die Gehalte an Strontium gemessen. Außerdem wurden Proben der Ernteprodukte (Grünschnitt, sowie Proben von Winterweizen und Wintergerste) auf Radionuklide untersucht. Im Jahr 2005 fand ein Zuständigkeitswechsel statt und die Aufgabe der **Radioaktivitätskontrollen** wurde an das LfU übergeben.

Die regelmäßigen Beprobungen wurden durch weitere bisher einmalige Untersuchungen ergänzt. Von 1995 bis 2002 wurden 29 Acker-BDF in zwei Tiefen auf **Unterbodenverdichtungen** (Luftkapazität) hin untersucht. Zur Bestimmung der **Krumenverschlämmung** wurden von 1994 bis 2004 etwa alle drei Jahre 14 Acker-BDF beprobt und ihre Aggregatstabilität, Luftkapazität und Trockenrohddichte ermittelt. Die fünffache Wiederholung erlaubt eine gesicherte Interpretation der nicht unerheblich schwankenden Werte. Die einmalige Ermittlung der **Rohddichte** auf 16 möglichst steinfreien Grünland-BDF wurde in den Jahren 1996/1997 durchgeführt, u. a. auch für die Berechnung der Schadstoffmengen im Boden.

3 Zusammenfassung

Bayern besitzt mit seinen insgesamt 269 und im landwirtschaftlichen Teil 127 Dauerbeobachtungsflächen eine solide Basis für ein langfristig ausgelegtes Bodenmonitoring. Die von der LfL betreuten landwirtschaftlich genutzten Flächen repräsentieren die unterschiedlichen, durch Witterung und Bodenverhältnisse geprägten Regionen und bieten einen guten Überblick über die gebietstypischen landwirtschaftlichen Bewirtschaftungsformen.

Der umfangreiche Beprobungsumfang, den man sich zu Beginn als Ziel gesetzt hat, musste inzwischen aus Kapazitätsgründen und z.T. aufgrund fachlicher Überlegungen reduziert werden. Dennoch umfasst das BDF-Programm „Landwirtschaft“ auch in Zukunft ein breit gefächertes Spektrum an Untersuchungen, die eine langfristige Beurteilung des Bodenzustands ermöglichen werden.

Informationen und Veröffentlichungen zum Thema Bodendauerbeobachtung finden Sie auf der Homepage der LfL unter: <http://www.lfl.bayern.de/iab/boden/36385/index.php>.

Literatur:

ROßBERG D., MICHEL V., GRAF R., NEUKAMPF R. (2007): Definition von Boden-Klima-Räumen für die Bundesrepublik Deutschland, Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd., 59 (7), S. 155–161; Eugen Ulmer KG, Stuttgart

dwd.de Klimadaten-online, 19.09.2011:

http://www.dwd.de/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwwwDesktop?_nfpb=true&_pageLabel=_dwdwww_klima_umwelt_klimadaten_deutschland&activePage=&_nfls=false



Bayer. Landesanstalt für Landwirtschaft
 Institut für Agrarökologie,
 Ökologischen Landbau und Bodenschutz



Bayern - 25 Jahre Bodendauerbeobachtung in der Landwirtschaft

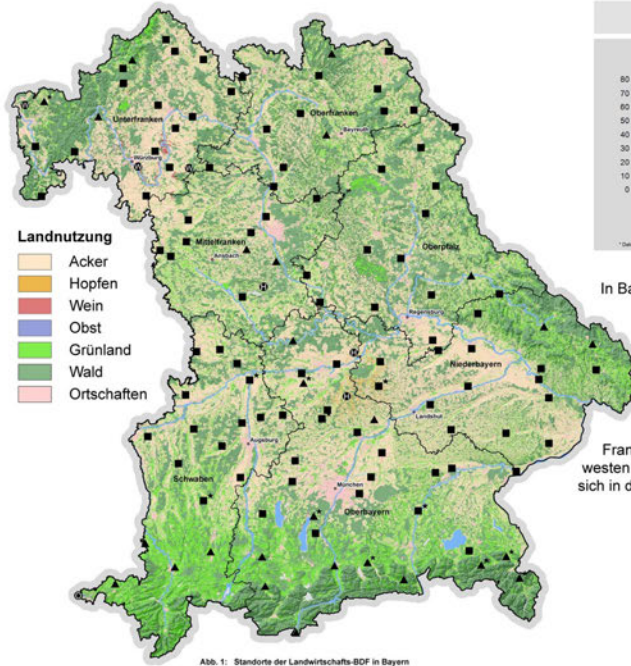
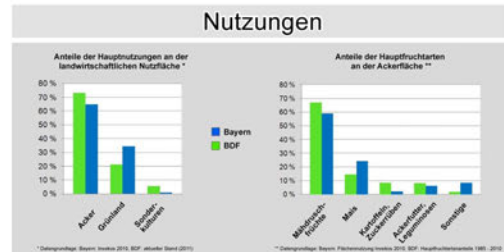


Abb. 1: Standorte der Landwirtschafts-BDF in Bayern

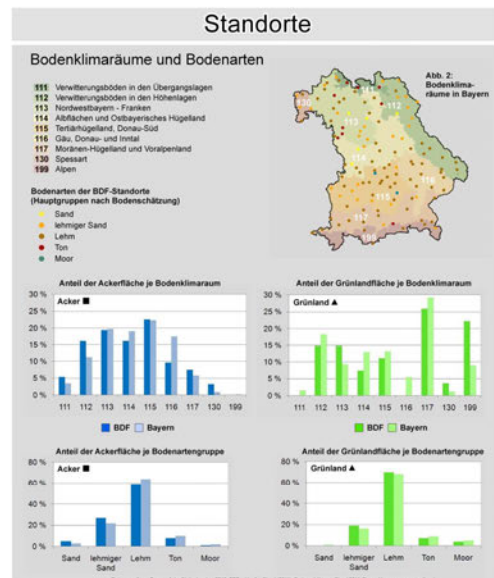
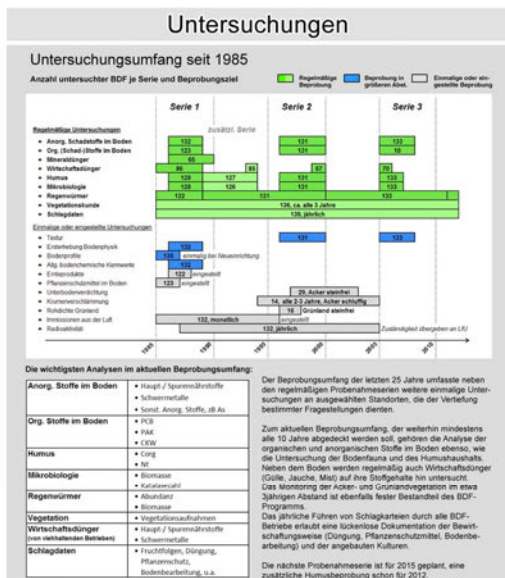


In Bayern werden ca. 2,1 Mio Hektar Ackerfläche und rund 1,1 Mio Hektar Grünland bewirtschaftet. Die aktuell 127 Dauerbeobachtungsflächen repräsentieren Lage und Anteile der landwirtschaftlichen Flächen in Bayern.

Während das Alpenvorland überwiegend grünlandgeprägt ist, findet man die am intensivsten ackerbaulich genutzten Gebiete im Tertiärhügelland Ober- und Niederbayerns und am Untermain. Der Weinbau beschränkt sich auf die wärmebegünstigten Regionen Frankens, während das bekannteste Obstanbaugebiet im äußersten Südwesten am Bodensee liegt. Das weltweit größte Hopfenanbaugebiet befindet sich in der Holledau zwischen Isar und Donau.

Nutzung der BDF-Standorte

- Acker, konventionell (88)
- * Acker, ökologisch (5)
- ▲ Grünland, konventionell (20)
- ▲* Grünland, ökologisch (7)
- Hopfen (3)
- Obst (1)
- Wein (3)



Bearbeitung: LfL, Melanie Treisch (melanie.treisch@lfl.bayern.de), September 2011
 Datengrundlage: Bayer. Vermessungsverwaltung (www.geodaten.bayern.de), Bayer. Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (Invekos-Daten)

Tagungsleitung / Referenten / Aussteller

Dr. Richard Fackler
Vizepräsident des LfU
Bayer. Landesamt für Umwelt
Dienststelle Hof
Hans-Högn-Str. 12
95030 Hof
Tel.: 09281 1800–4500
E-Mail: Richard.Fackler@lfu.bayern.de

Dr. Bernd Schilling
Bayer. Landesamt für Umwelt
Dienststelle Hof
Hans-Högn-Str. 12
95030 Hof
Tel.: 09281 1800–4780
E-Mail: Bernd.Schilling@lfu.bayern.de

Peter Spörlein
Bayerisches Landesamt für Umwelt
Dienststelle Hof
Hans-Högn-Str. 12
95030 Hof
Tel.: 09281 1800–4784
E-Mail: Peter.Spoerlein@lfu.bayern.de

Dr. Robert Beck
Bayer. Landesanstalt für Landwirtschaft
Lange Point 6
85354 Freising
Tel.: 08161 71–3705
E-Mail: Robert@Beck@lfl.bayern.de

Dr. Frank Glante
Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel.: 0340 2103-3434
E-Mail: Frank.Glante@uba.de

apl. Prof. Dr. Walter Olbricht
Universität Bayreuth
Universitätsstr. 30
95447 Bayreuth
Tel.: 0921 55-3271
E-Mail: btmo01@uni-bayreuth.de

Alfred Schubert
Bayer. Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1
85354 Freising
Tel.: 08161 71–4947
E-Mail: Alfred.Schubert@lwf.bayern.de

Dr. Thomas Suttner
Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und
Gesundheit
Rosenkavalierplatz 2
81925 München
Tel.: 089 9214–3314
E-Mail: Thomas.Suttner@stmug.bayern.de

Roswitha Walter
Bayer. Landesanstalt für Landwirtschaft
Institut für Agrarökologie
Lange Point 6
85354 Freising
Tel.: 08161) 71–5080
E-Mail: Roswitha.Walter@lfl.bayern.de

