

# MONITORING ALS GENERATIONENAUFGABE

Viele unserer Erkenntnisse basieren auf Daten, die schon Generationen vor uns zusammengetragen haben. Im landwirtschaftlich geprägten Bayern hatte die Beobachtung der Natur immer eine große Bedeutung. Vor dreihundert Jahren begannen die Augustiner Chorherren am Hohenpeißenberg mit der regelmäßigen Erfassung der Wetterdaten. Bauern beobachteten von jeher die Gesundheit ihrer Tiere und das Pflanzenwachstum auf ihren Feldern. Seit dem 19. Jahrhundert wurden diese einfachen Dauerbeobachtungen systematisiert und mit wissenschaftlichen Erkenntnissen verknüpft.

An der LfL ist die Basis jeglicher Forschungsarbeit die kontinuierliche Erhebung und Archivierung exakter Daten. Eines der wichtigsten Langzeitprojekte ist dabei die Boden-Dauerbeobachtung in Bayern. Wie wirken Bewirtschaftung und Umwelteinflüsse langfristig auf die Qualität von Böden? Wie steht es um Bodenleben, Schadstoffbelastung oder Wasserhaushalt, wie um die Vegetation? Seit 1985 erhebt die Landesanstalt an 131 repräsentativen bayerischen Standorten Daten. Langen Atem hat die LfL aber auch bei Langzeitversuchen. Am Staatsgut Puch werden seit 1953 zum Teil ununterbrochen Versuche durchgeführt, um etwa Auswirkungen unterschiedlicher Bodenbearbeitung oder Fruchtfolgen zu untersuchen.



Florian Ebertseder,  
Boden- und Erosionsschutzexperte und  
jüngster Chef der Boden-Dauerbeobachtung



Christa Müller,  
Expertin für Bodenschadstoffe und  
Urgestein des Monitoring



Ein Gespräch mit Bodenforschern aus zwei Generationen, Christa Müller, bis 2003 Koordinatorin des Boden-Dauerbeobachtungs-Flächen-Programms (BDF) und ihrem Nachfolger Florian Ebertseder, beide am Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz

## Bayerische Boden-Dauerbeobachtung in Zahlen – aktuell

- 11 verschiedene Bodenklimaräume
- 121 Boden-Dauerbeobachtungs-Flächen auf landwirtschaftlich genutzten Standorten, davon
  - 77 konventionelle Ackerflächen
  - 15 ökologische Ackerflächen
  - 15 konventionelles Grünland
  - 7 ökologisches Grünland
  - 7 Hopfen und Wein konventionell zusätzlich
- 77 Messstellen auf Waldstandorten
- 61 Messstellen an Sonderstandorten
- 3 Institutionen in Zusammenarbeit: Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) und Landesamt für Umwelt (LfU)

**Beprobung:** je Parzelle 8 Mischproben mit ca. 2 Kilo, je 4 Unter- und 4 Oberboden, gewonnen aus 4 Durchgängen je 20 Einstichen

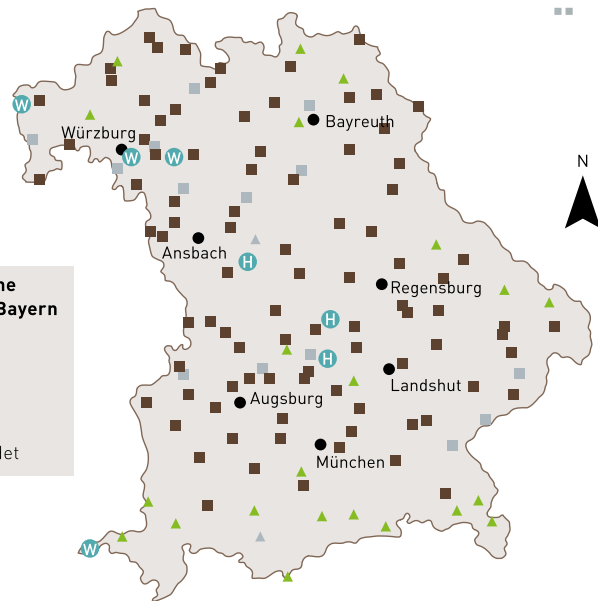
**Untersuchungsumfang:** ca. 20 Parameter zur Bodenphysik, ca. 140 Bodeninhaltsstoffe (Nährstoffe, Humus, Schwermetalle u.a. anorganische und organische Schadstoffe), 3 Parameter zur Bodenfauna, ca. 30 Parameter zu Wirtschaftsdüngern (Nährstoffe, Schadstoffe), 13 Parameter zur Vegetation

**Erhebung:** ca. 40 Parameter zur Bewirtschaftung

**Probenumfang** Boden und Wirtschaftsdünger in 35 Jahren: 20.334

**Landwirtschaftliche BDF-Standorte in Bayern**

- Acker
- ▲ Grünland
- ⊕ Hopfen
- ⊙ Wein
- Acker, beendet
- ▲ Grünland, beendet



*Frau Müller, beim Thema Boden-Dauerbeobachtung in Bayern sind Sie quasi die Frau der ersten Stunde. Wie kamen Sie zu diesem jetzt seit über 35 Jahren laufenden Projekt?*

Christa Müller: Das war für mich wirklich ein Glücksfall damals. Frisch von der Uni wurde ich 1985 Projektleiterin eines ganz neuen Arbeitsgebiets an der LfL, der Dauerbeobachtung des Bodens.

*Was war daran so neu?*

Christa Müller: Im Vergleich zu Luft und Wasser wurde der Boden ja relativ spät als Schutzgut entdeckt. Aufgeschreckt von den möglichen Folgen des Sauren Regens kam in den 80ern die Frage: Stirbt jetzt nach dem Wald auch noch der Boden? Das führte 1985 die Bundesregierung zur ersten Bodenschutzkonzeption, die die Länder unter anderem zu umfangreichen Bodenuntersuchungen und zur Bodenerfassung verpflichtete, der eigentliche Startschuss zu meiner Arbeit.

*Wie haben Sie angefangen, Sie waren ja auch bundesweit Pioniere bei der Boden-Dauerbeobachtung.*

Christa Müller: Ja, wir waren vorne dran. Noch im selben Jahr haben wir mit der Einrichtung der ersten

Boden-Dauerbeobachtungs-Flächen (BDF) begonnen. Innerhalb kürzester Zeit hatten wir unser Netz mit 131 BDF auf landwirtschaftlich genutzten Standorten, also direkt bei den Landwirten, repräsentativ und über ganz Bayern verteilt nach verschiedenen klimatischen und geologischen Bedingungen. Der Freistaat konnte bundesweit als erster auf ein vollständiges Beprobungsnetz zurückgreifen, denn mit im Boot waren von Anfang an die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft mit 77 BDF auf Waldstandorten und das Bayerische Landesamt für Umwelt mit 61 BDF auf Sonderstandorten (zum Beispiel Naturschutzgebiete oder schadstoffbelastete Gebiete).

Florian Ebertseder: Und der Freistaat hat dabei, das würde ich gerne noch ergänzen, bewusst diese Aufgabe in die Hände einer staatlichen Institution gelegt, die sich intensiv mit landwirtschaftlichen Fragen befasst. Wie entwickeln sich die Böden tatsächlich in der Praxis, vor Ort, ob Ackerfläche oder Grünland, ob ökologischer oder konventioneller Anbau. Da sind wir in Bayern als Landesanstalt als Institution und mit einem tollen Messnetz sehr nah dran am Landwirt, sehr fokussiert und praxisbezogen.

### *Welche Fragen standen am Beginn Ihrer Monitoringarbeit?*

Christa Müller: Unser Blick galt anfangs vor allem der Schadstoffbelastung der Böden, also den Einträgen aus der Umwelt, aber auch aus der Landwirtschaft selbst wie Schwermetallen, zum Beispiel aus dem damals üblichen verbleiten Benzin. Aber dann kam Ende April 1986 Tschernobyl...

### *Hat die Reaktorkatastrophe an Ihrer Arbeit etwas geändert?*

Christa Müller: Grundsätzlich eigentlich nicht, Probenahme ist Probenahme, wir mussten halt zusätzlich Radionuklide wie Caesium oder Strontium messen. Trotzdem war es eine erste Bewährungsprobe für unser Bodendauerbeobachtungsprogramm. Wir konnten auf unser neues Messnetzwerk zurückgreifen und hatten damit ohne großen Aufwand sofort ein Kataster zur Radioaktivität in Bayern. Und wir hatten Bodenproben vor Tschernobyl, die wir als Vergleich untersuchen konnten. Eigentlich hatte sich da schon unsere Arbeit rentiert.

### *Standen Sie denn unter Rechtfertigungsdruck mit dem Thema Bodenmonitoring?*

Christa Müller: Man muss sich vorstellen, dass wir die ersten bundesweit waren, die sich mit Monitoring beschäftigten, das war nicht gerade en vogue. Und den breiten Konsens, dass auch der Boden eine zentrale Stellung in den Ökosystemen und als Lebensgrundlage hat, gab es vor über 30 Jahren noch nicht. Heute ist das wissenschaftlich wie gesellschaftlich unstrittig. Insofern war ich ganz froh, dass wir gleich zu Beginn den Wert unserer Arbeit unter Beweis stellen konnten.

### *Was ist das Besondere am Monitoring, in Ihrem Fall an der langfristigen Untersuchung des Bodens?*

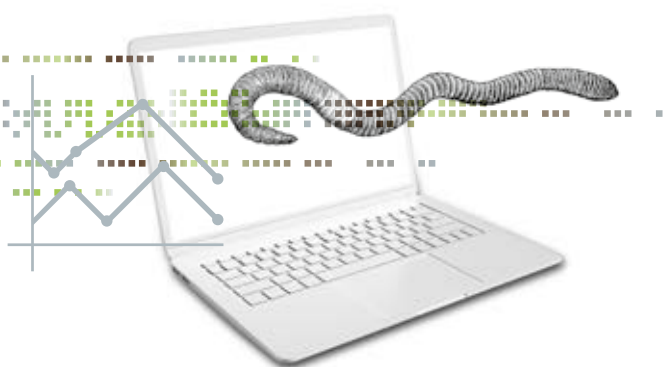
Florian Ebertseder: Vieles, was das Monitoring auszeichnet, mag anderen Forschern zu unspektakulär erscheinen. Monitoring meint auf Bayerisch ja erst einmal nur „Schaun“. Wir sind mit diesem Langzeitprojekt die Dokumentaristen unter den Wissenschaftlern und können mit unseren jahre- oder gar jahrzehntelangen Untersuchungen keine schnellen Ergebnisse vorweisen. Bei uns zählt der lange Atem. Über mehrere Generationen hinweg an einem Thema zu arbeiten, ergebnisoffen Proben und Daten zu erheben und sie auch für die kommenden Generationen zu verwahren, um sie auch für diese nutzbar zu machen, ich finde das faszinierend.

### *Was müssen Sie denn alles beim Bodenmonitoring „auf dem Schirm haben“ und wie wird das dann dokumentiert?*

Florian Ebertseder: Sehr viel, das ist eines unserer großen Themen! Wir haben viele Standorte, viele Proben und damit viele Daten aus vielen Jahren! Zur Illustration: Unser aktuelles Messnetz besteht aus 121 Boden-Dauerbeobachtungsflächen mit je 1.000 Quadratmeter. Auf diesen Flächen wird regelmäßig, also je nach Untersuchungsgegenstand alle ein bis zehn Jahre in einem komplexen Verfahren eine Bodenprobe von ungefähr zwei Kilogramm entnommen. Die Probe wird dann von verschiedenen Arbeitsgruppen bodenphysikalisch (nach Bodenart, Lagerungsdichte), inhaltlich (Humus, Nährstoffe, Schadstoffe) und nach Biodiversität (Biomasse, Artenzahl) analysiert. Parallel dazu werden die landwirtschaftlichen Basisdaten der jeweiligen Fläche (Art der Bewirtschaftung, Nutzpflanzenart, Düngung) erhoben und Aufnahmen zur Acker- und Grünlandvegetation durchgeführt. Alles das zusammen ergibt über einen Zeitraum von mehreren Jahrzehnten eine äußerst umfangreiche Datenbank. Derzeit wertet unser Institut die Daten aus 35 Jahren landwirtschaftlicher BDF in Bayern aus. Ein enormer Aufwand, aber wir haben fest eine Veröffentlichung für Ende des Jahres 2021 geplant!



Die Vielfalt der bayerischen Böden ist auch farblich zu erkennen



*All das wäre ohne moderne Technologien nicht möglich.*

Christa Müller: Hier sind die Digitalisierung und Automatisierung manchmal Fluch und Segen zugleich. Natürlich können wir mittlerweile viele Millionen von Datensätzen archivieren und bearbeiten. Und die neuen Untersuchungsverfahren machen gerade bei den Schadstoffen früher notwendige Einzeluntersuchungen überflüssig und lassen komplexe Analysen schnell und in einem Arbeitsschritt zu. Aber das produziert ja auch die Datenmengen und mit denen muss man ja irgendwie umgehen bei Dokumentation und Auswertung.

*Apropos Lagerung, Sie verfügen inzwischen über ein riesiges Probenlager.*

Christa Müller: Ja, aus unseren sogenannten Rückstellproben entsteht seit vielen Jahren eine Bodenprobenbank, die auch unseren Nachfolgern Material für neue Analysen und neue Fragestellungen bereithält. Sicher ein großer Schatz für die Zukunft, vor allem wenn neue Stoffe dazukommen. Diese können wir dann an den Rückstellproben nachuntersuchen und wissen so, ob sie auch vor 30 Jahren schon in unseren Böden zu finden waren oder nicht.

*Kontinuität und viel Zeit ist aber nicht nur in der Boden-Dauerbeobachtung gefragt. Unter Ihrer Mitarbeit führt das Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz an der LfL Feldversuche weiter, die es schon länger gibt, als die LfL selbst.*



Ein Schatz für zukünftige Generationen: Die Bodenprobenbank der LfL mit Proben aus mehr als 35 Jahren

Florian Ebertseder: In der Tat! Ein weiteres großes Arbeitsfeld meiner Arbeitsgruppe und einer Reihe anderer Arbeitsgruppen an der LfL sind die Dauerversuche. Am Staatsgut Puch bei Fürstenfeldbruck werden seit fast 70 Jahren Dauerversuche zu Auswirkungen der landwirtschaftlichen Nutzung auf den Boden durchgeführt. Im Gegensatz zur Boden-Dauerbeobachtung werden mit Dauerversuchen klare Versuchsfragen als Exaktversuch im Feldmaßstab geprüft. Die betreiben wir selbstverständlich weiter. Zusätzlich wollen wir jetzt auch in Ruhstorf an der Rott, dem jüngsten Standort der LfL, Feldversuche etablieren, die sich neueren Fragestellungen widmen und auf einen längeren oder langen Zeitraum konzipiert sind.

*Warum diese langen Laufzeiten?*

Florian Ebertseder: Böden sind träge Systeme; sie reagieren meist erst nach Jahren oder Jahrzehnten, deshalb betreiben wir diese sogenannten Exaktversuche im Feldmaßstab über eine so lange Zeit. Wie wirken sich verschiedene Fruchtfolgen aus? Welche Folgen hat eine langjährige Brache oder der Daueranbau von Weizen auf den Boden? Was bewirken unterschiedliche Bodenbearbeitung oder Düngung, welche Maßnahmen gibt es beim Erosionsschutz? Solche Fragen lassen sich nach ein, zwei Jahren nicht beantworten, geschweige denn wissenschaftlich belegen. Und wir erweitern unsere Langzeitprojekte: In Ruhstorf bauen wir gerade ein neues Dauerversuchsfeld auf, bei dem wir Erosion und Abflüsse dokumentieren können. Wir beschäftigen uns hier also mit wichtigen Zukunftsfragen. Wie sieht es mit Austrägen und Einträgen von Pflanzenschutzmitteln und Nährstoffen aus? Welche Auswirkungen hat der Klimawandel auf den Bodenschutz und bestimmte Pflanzenbausysteme?

*Damit kommen wir zur Zukunft Ihrer Arbeit...*

Florian Ebertseder: ...die sich gar nicht so groß ändern wird. Auch bei den aktuellen Fragestellungen – nehmen Sie nur so existenzielle wie Trockenheit und die Biodiversität – unsere Aufgabe des Erfassens wird auf alle Fälle bleiben.

Christa Müller: Der Boden ist unsere Lebensgrundlage. Um ihn zu schützen, müssen wir seinen Zustand kennen und dokumentieren, eine zeitlose Aufgabe. Aber wir behalten natürlich die Veränderungen der Rahmenbedingungen im Auge, fragen uns, ob unsere Messstellen noch repräsentativ sind oder passen unseren Untersuchungsumfang neuen Herausforderungen an. So gesehen, geht uns die Arbeit nicht aus. Und wohl auch nicht den Generationen nach uns.

## Dauerversuche in Bayern

Seit 1953 werden in Bayern landwirtschaftliche Dauerversuche durchgeführt. Am Staatsgut Puch (Ortsteil von Fürstenfeldbruck) untersucht man seit fast 70 Jahren in Dauerfeldversuchen ununterbrochen die Auswirkungen unterschiedlicher Fruchtfolge- und Bewirtschaftungssysteme auf die organische Bodensubstanz, auf bodenphysikalische Parameter und das Bodenleben. Der „jüngste“ Dauerversuch wurde 1992 gestartet. Ziel ist es, den „Einfluss der Grundbodenbearbeitung (Pflug, Grubber, Direktsaat) auf Ertrag und Bodeneigenschaften“ festzustellen. Erste Ergebnisse belegen eine Verbesserung der Bodenqualität bei geringerer Intensität der Bodenbearbeitung. Am neuen niederbayerischen Standort der LfL in Ruhstorf a.d.Rott sind ebenfalls langlaufende Exaktversuche auf dem Feld geplant. Im Aufbau befindet sich ein Erosions- und Abflussmessfeld, das zukünftig exakte Messungen zum Boden- und Stoffaustrag erlauben wird. Damit erhofft sich das Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz (IAB) neue Erkenntnisse für verbesserte Bodenschutzmaßnahmen.



Bodenmonitoring und landwirtschaftliche Praxis: Die Erosionsschutz-App "ABAG interaktiv" zur Einschätzung des Erosionsrisikos.

