

VBB-Bulletin Nr. 3 / April 1999

Tätigkeitsbericht		Seite
1	Jahresbericht des Präsidenten Bedeutung der VBBo für die Bodenbiologie im Vollzug	1
2	Tätigkeiten der Projektgruppen	3
	Konzept Bodenbiologie	3
	Öffentlichkeitsarbeit	3
	Probenahme, Probenvorbereitung, Mikrobiologie	3
	Mykorrhiza	4
	Konkrete Belastungen	4
Ausgewählte Projekte der VBB		
3	Bodenbiologie und Bodenschutz	5
4	Bodenmikrobiologische Kennwerte biolo- gisch und integriert bewirtschafteter Be- triebspaare	6
5	Ringanalyse Mikrobiologie	7
6	Datenbank für bodenmikrobiologische Kennwerte – Konzept	7
7	Einsatz des Bodenchromas im Vollzug	9
Forum		
8	Bäuerliche Wahrnehmung von Boden- fruchtbarkeit	10
9	Regenwurmerhebungen im KABO Bern	11
10	Erfahrungen mit dem Einbezug bodenmi- krobiologischer Kennwerte in Monitoring- programmen in Deutschland	13
11	Belastungen des Bodens durch Mikroor- ganismen	14

1 Jahresbericht des Präsidenten

Die Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit steht im Mittelpunkt der neuen Verordnung über die Belastung des Bodens (VBBo) vom 1. Juli 1998. Der Vollzug mit diesem Schutzziel ist unmittelbar mit der Bodenbiologie verknüpft. Nach der

VBBo gilt unter anderem ein Boden nur dann als fruchtbar, wenn er eine für seinen Standort typische, artenreiche, biologisch aktive Lebensgemeinschaft und typische Bodenstruktur sowie eine ungestörte Abbaufähigkeit aufweist. Die Arbeitsgruppe «Vollzug Bodenbiologie (VBB)» befasst sich daher seit einigen Jahren mit diesem zentralen Schutzziel.

Das vorliegende Bulletin Nr. 3 gibt einen Einblick in die vielfältigen Tätigkeiten der Arbeitsgruppe und fasst die wesentlichen Ergebnisse für das Jahr 1998 zusammen. Ein Konzept für den Vollzug liegt als Dokument für die Kantone vor. Der GartenLehrpfad stand in 30 Gemeinden im Einsatz und wird 1999 in der Westschweiz eingeführt und erste Vorabklärungen zur Vertiefung des Themas «Bodenschutz» in der Schule haben statt gefunden. Die Projektgruppe «Mikrobiologie» berichtet über Vergleichsmessungen für bodenmikrobiologische Parameter, ein Datenbankkonzept und Arbeiten zur Verbesserung der Interpretationsgrundlagen. Auch die Mykorrhiza zur Beurteilung der Bodenfruchtbarkeit war im vergangenen Jahr wiederum ein wichtiges Thema. Methodische und experimentelle Fragen standen dabei im Vordergrund. Die Gruppe «Konkrete Belastungen» befasste sich mit der biologischen Charakterisierung von mit Schwermetall und organischen Schadstoffen kontaminierten Böden. Das Bulletin stellt fünf ausgewählte Projekte der VBB kurz vor. Das Forum stand wiederum für vollzugsrelevante Arbeiten ausserhalb der VBB zur Verfügung. Mit vier Beiträgen, von der bäuerlichen Wahrnehmung, über kantonale Regenwurmerhebungen, einem Blick über die Grenze bis zu Belastungen des Bodens durch Mikroorganismen, ist die Thematik erfreulich breit und zeigt die Bedeutung der interdisziplinären Arbeit für den Vollzug.

Turnusgemäss geht der Vorsitz 1999 in neue Hände über. Claudia Maurer-Troxler von der Bodenschutzfachstelle des Kantons Bern (siehe Impressum) wird die Arbeitsgruppe durch die nächsten zwei Jahre führen.

Projektgruppen der Arbeitsgruppe Vollzug Bodenbiologie Stand Jan. 99

Name und Arbeitsinhalt der Projektgruppe	Mitglieder	Leitung/ Kontaktperson
Konzept Bodenbiologie		
<ul style="list-style-type: none"> - Konzeptblätter «Einsatz Bodenbiologie im Bodenschutz» detaillieren - Zusammenhänge zwischen Projekten aufzeigen - Organisation einer Datenbank für Vergleichswertbereiche - Dokumentation über vollzugsorientierte Arbeiten Bereich Bodenbiologie 	R. Bono (BL) R. Krebs (SG) C. Maurer-Troxler (BE) Th. Muntwyler (AG) K. Nowack (FiBL) G. von Rohr (SO)	Dr. Roland Bono Amt für Umweltschutz und Energie Rheinstrasse 29 4410 Liestal Tel. 061 925 61 11 roland.bono@bud.bl.ch
Öffentlichkeitsarbeit		
<ul style="list-style-type: none"> - Information und Sensibilisierung der Öffentlichkeit für den Bereich Bodenbiologie - Aktuelle Projekte: Regenwurmausstellung, GartenLehrpfad 	R. Bono (BL) A. Desaulles (IUL) R. Krebs (SG) B. Pokorni (NE) R. von Arx (BUWAL) G. von Rohr (SO) T. Wegelin (ZH)	Dr. Roland von Arx BUWAL 3003 Bern Tel. 031 322 93 37 roland.vonarx@buwal.admin.ch
Probenahme, Probevorbereitung und Methodik Mikrobiologie		
<ul style="list-style-type: none"> - Erarbeiten und validieren von Probenahmestrategien (Wiese, Acker, Wald) - Auswahl, Standardisierung und Validierung von Methoden - Erarbeitung von Referenzmethoden - Dokumentation der räumlichen und zeitlichen Variabilität - Definition von Vergleichswertbereichen 	W. Heller (FAW) P. Mäder (FiBL) H.-R. Oberholzer (FAL) A. Rudaz (IUL)	Dr. Paul Mäder FiBL Ackerstrasse, Postfach 5070 Frick Tel. 062 865 72 72 paul.maeder@fibl.ch
Mykorrhiza		
<ul style="list-style-type: none"> - Evaluation einer Standardmethode zur Beschreibung des Mykorrhiza-Zustandes eines Bodens 	S. Egli (WSL) U. Galli (Grenchen) C. Maurer-Troxler (BE) A. Mozafar (ETH) B. Senn (Uni Bern) V. Wiemken (Uni BS)	Dr. Simon Egli WSL, Zürcherstrasse 111 8903 Birmensdorf Tel. 01 739 22 71 simon.egli@wsl.admin.ch
Konkrete Belastungen		
<ul style="list-style-type: none"> - Pilotstudien zur Erfassung von konkreten Belastungen - Dokumentation über die Beeinflussung von Bodenmikroorganismen und Bodentieren durch Schadstoffe und Bewirtschaftung 	F. Céladin (GE) E. Laczko (Solvit) A. Rudaz (IUL)	Dr. Ariane Rudaz Institut für Umweltschutz und Landwirtschaft IUL Schwarzenburgstr. 155 3003 Bern Tel. 031 323 83 02 ariane.rudaz@iul.admin.ch
Geplante Projektgruppen		
Zoologie		
<ul style="list-style-type: none"> - Methoden zur Erfassung der Bodentiere evaluieren, standardisieren und in Fallstudien testen 	noch offen	Dr. Claudia Maurer-Troxler Abteilung Umwelt und Landwirtschaft, Rütli 3052 Zollikofen Tel. 031 910 53 34 chqf9mcl@ibmmail.com

Anmerkung: Ab Februar 1999 werden die beiden Projektgruppen «Probenahme, Probevorbereitung und Methodik Mikrobiologie» und «Konkrete Belastungen» als Projektgruppe «Mikrobiologie» geführt (Leitung Dr. Paul Mäder).

2 Tätigkeiten der Projektgruppen

Projektgruppe Konzept Bodenbiologie

Ziel dieser Gruppe ist es, aufgrund des aktuellen Wissensstandes ein Konzept für den Einsatz bodenbiologischer Methoden im Bodenschutz auszuarbeiten. Dazu traf sich die Projektgruppe 1998 an vier Sitzungen.

Das Ergebnis dieser Arbeit liegt als Dokument zuhanden der Vollzugsorgane in den Kantonen vor (vgl. zusammenfassender Bericht Kapitel 3). Aufgrund von noch bestehenden Wissenslücken wird zudem der Forschungsbedarf ausgewiesen.

Projektgruppe Öffentlichkeitsarbeit

Die BUWAL-Aktion «Gesunde Gärten – Gesunde Umwelt» wurde 1998 mit dem GartenLehrpfad fortgesetzt. Der GartenLehrpfad stand in 30 Gemeinden der deutschen Schweiz im Einsatz. Die unzähligen Begleitveranstaltungen haben schätzungsweise über 20'000 Personen angesprochen. Er wird 1999 auch in der Westschweiz mit einem Pilotprojekt der Stadt Lausanne und dem «Centre de Lullier» (GE) eingeführt. Die Aktionen im Rahmen des GartenLehrpfades standen meistens unter dem Patronat der Kantone und Gemeinden. Zahlreiche Institutionen aus dem Bereich Garten und Naturschutz, das Gewerbe und lokale Vereine machten engagiert mit. Die entstandenen Kontakte sind eine gute Basis für eine zukünftige Zusammenarbeit, mit dem Ziel, den Boden und die Natur im Siedlungsraum vorsorglich zu schützen. Die Öffentlichkeit wurde mit Zeitungsinseraten und Faltblättern auf die Aktion aufmerksam gemacht. In der deutschschweizer Presse erschienen über 150 Beiträge mit regionalem Bezug. Zudem war der GartenLehrpfad in Lokalradios und -fernsehen und auf einer Internetseite ein Thema. Die GartenLehrpfad-Sets stehen Gemeinden und Fachorganisationen auch weiterhin zur Verfügung. Die Sets und weitere Informationen sind erhältlich bei: Büro naturnah, Hinterer Schermen 29, 3060 Ittigen (Tel. 031 922 06 79, Fax 031 922 04 45).

Die vom BUWAL und zahlreichen Kantonen unterstützte Regenwurmausstellung war weiterhin erfolgreich in verschiedenen Museen der deutschen Schweiz unterwegs. Bis 29. August 1999 ist sie noch im Naturmuseum in St. Gallen, vom November bis März 2000 in Bern und anschliessend ab April 2000 im Bündner Naturmuseum zu sehen. Unter der Federführung des Naturmuseums von Lausanne ist gegenwärtig eine Anpassung an die Westschweiz in Vorbereitung.

Die Projektgruppe hat Vorabklärungen zur Vertiefung des Themas «Bodenschutz» in der Schule durchgeführt. Eine «Werkstatt Boden» soll als Hilfe zur Vorbereitung des Unterrichts ausgearbeitet werden. Der Inhalt, das weitere Vorgehen und die Umsetzung wird gegenwärtig in enger Zusammenarbeit mit der Stiftung Umweltbildung Schweiz (SUB) festgelegt. Als Basis dienen die Begleitunterlagen zum Erlebnispfad Ebenrain des Kantons Basel-Land und ein Entwurf des IUL mit Bodenexperimenten und ihrer Deutung. Das Hilfsmittel für den Unterricht soll gleichzeitig für die deutsch- und französischsprachige Schweiz erarbeitet werden.

Das BUWAL hat der Arbeitsgemeinschaft Büro naturnah – Martin Geillinger & Partner einen Auftrag zur Ausarbeitung eines Konzepts für eine koordinierte Öffentlichkeitsarbeit im Bereich Bodenschutz gegeben. Das Konzept mit dem Titel «Erlebnis Boden – Eine Aktionskampagne zum Schutz des Bodens» soll laufende und geplante Projekte einbeziehen und aufzeigen, wie die verschiedenen Aktivitäten noch besser koordiniert und aufeinander abgestimmt werden können. Anhand des Konzepts wird im Sommer 1999 über das weitere Vorgehen und eine mögliche nationale Aktionskampagne unter Einbezug der verschiedenen Akteure entschieden.

Projektgruppe Probenahme, Probevorbereitung und Methodik Mikrobiologie

Die Arbeit in dieser Projektgruppe umfasste im vergangenen Jahr hauptsächlich die folgenden Schwerpunkte:

- Vergleichsmessungen der beiden Methoden N-Mineralisierung im aeroben Brutversuch und Dehydrogenaseaktivität. Darüber wird in diesem Bulletin in Kapitel 5 berichtet.
- Erarbeitung eines Konzeptes für eine Datenbank zur Erfassung bodenmikrobiologischer Ergebnisse (siehe Kapitel 6)
- Arbeiten zur Verbesserung der Interpretationsgrundlagen für bodenmikrobiologische Ergebnisse

Eine wichtige Voraussetzung für den Einsatz von bodenmikrobiologischen Methoden im Bodenschutz ist die Interpretation der Ergebnisse. Vor allem Ergebnisse von Standorten ohne Vergleichsflächen sind mit den verfügbaren Grundlagen schwer zu interpretieren. Dazu ist es nötig, für jeden Standort einen zu erwartenden Wert, den sogenannten Referenzwert, zu erarbeiten. Zur Definition von Referenzwerten muss eine breite Datenbasis und ein einheitliches Verfahren zu deren Ermittlung festgelegt werden. Als

Diskussionsgrundlage für einen Workshop «Bodenmikrobiologische Kennwerte zur Beurteilung des Fruchtbarkeitszustandes des Bodens - Vorgehen zur Festlegung von Referenzwerten» an der Tagung «Beurteilung der Bodenfruchtbarkeit» an der FAL, Reckenholz vom 13.2.1998 wurden verschiedene Verfahren zur Ermittlung von Referenzwerten diskutiert und zusammengestellt. Darauf basierend wurde ein Konzept zur Bildung einer Datenbank erstellt. Dieses Datenbankkonzept soll zu einer möglichst umfassenden Sammlung der Ergebnisse von bodenmikrobiologischen Bestimmungen aus Projekten im Bodenschutz und in der Landwirtschaft führen. Das Datenbankkonzept wird im Kapitel 6 dieses Bulletins ausführlich vorgestellt.

Im laufenden Jahr ist geplant, die Datenbank zu erstellen und ein laborübergreifendes Qualitätskontrollverfahren mit Referenzböden einzuführen. Die Arbeiten an den Referenzmethoden werden fortgesetzt.

Projektgruppe Mykorrhiza

Im Zentrum der Arbeiten des vergangenen Jahres standen Abklärungen zum Einbezug der Mykorrhiza als Kriterium zur Beurteilung der Bodenfruchtbarkeit. Nach der umfangreichen Literaturarbeit des Vorjahres sollten offene methodische Fragen im Experiment geklärt werden. Im Rahmen einer Diplomarbeit untersuchte Petar Klingel am Beispiel des Schiessstandes Zuchwil die Auswirkungen der Schwermetallbelastung auf das Infektionspotential von vesikulär-arbuskulären Mykorrhizapilzen. Er stellte dabei fest, dass Sporendichte und Infektionspotential der Pilze eng mit dem Bleigehalt des Bodens korreliert waren. Die Resultate zeigen, dass das angewandte Testsystem zur Erfassung des Mykorrhizainfektionspotentials unter Verwendung ungestörter Bodenproben sich eignet, starke Schwermetallbelastungen und ihre negativen Auswirkungen auf die vesikulär-arbuskulären Mykorrhizapilze nachzuweisen. Die Arbeit, die am Institut für Pflanzenwissenschaften der ETH unter der Leitung von Prof. Dr. E. Frossard und

Dr. A. Mozafar durchgeführt wurde, konnte wichtige grundlegende Fragen zur Anwendbarkeit der Methode klären. Offen im Hinblick auf die Ausarbeitung einer Standardmethode bleiben noch wichtige Fragen, wie die der optimalen Versuchsdauer und der Eignung der Methode für schwächere Belastungen, die im Bereich der Grenzwerte für Schwermetallkontaminationen liegen, oder für andere Fragestellungen, wie mechanische oder physikalische Belastungen. Diese Arbeiten werden uns im laufenden Jahr beschäftigen.

Projektgruppe Konkrete Belastungen

Die Haupttätigkeit der AG Bodenbelastungen bestand in der biologischen Charakterisierung von experimentell mit Kupfer kontaminierten Versuchspartikeln. Die analysierten Parameter waren: Diversität der Phospholipidfettsäuren (PLFA), Biomasse - ATP, Aktivität der Nitrifikantenpopulation, CO₂ - Freisetzung, metabolischer Quotient und die Parameter des im Kt. Genf eingeführten biologischen Messprogrammes (Biomasse, potentielle Aktivität). Parallel wurden diejenigen physiko-chemischen Parameter analysiert, welche für den Lebensraum Boden und für die bodenbiologische Aktivität bestimmend sind. Die zweijährige Feldstudie wird im kommenden Frühjahr (Mai 1999) abgeschlossen.

Ebenfalls kurz vor dem Abschluss ist eine Literaturstudie über ökotoxikologische Methoden zur Prüfung der Wirksamkeit von Bodensanierungsverfahren bei Metall- und organischen Schadstoffkontaminationen.

Die Tätigkeiten der AG Bodenbelastungen werden in Zusammenarbeit mit der ETH Lausanne, dem privaten Dienstleistungslabor Solvit und dem Kt. Genf sowie mit dem Fachverein Arbeit und Umwelt (Arbeitsprogramm Forschung und Umwelt) realisiert.

3 Bodenbiologie und Bodenschutz

Ohne Bodenleben gibt es keine Böden! Bodenbildung und Bodenfruchtbarkeit sind unmittelbar mit einer Vielzahl von Organismen im Boden verknüpft. Was liegt also näher, als das Bodenleben intensiv in die Bodenschutzarbeit miteinzubeziehen.

So können bodenbiologische Untersuchungen chemisch-physikalische Messungen ergänzen, indem sie gesamthaft die Wirkungen stofflicher und mechanischer Belastungen aufzeigen. Ebenso können Bodenlebewesen bei der Information über gesunde und belastete Böden vermittelnd wirken. Schliesslich können dezimierte Gemeinschaften von Bodentieren eine Belastung besser veranschaulichen und vermitteln als abstrakte Analysenwerte von Schwermetallen.

Diese Überlegungen bewogen die VBB, sich in einer Arbeitsgruppe intensiver mit den verschiedenen Einsatzmöglichkeiten der Bodenbiologie im Bodenschutz auseinanderzusetzen. Bodenfachpersonen aus dem FiBL sowie den Bodenschutzfachstellen der Kantone AG, BE, BL, SG und SO erarbeiteten im vergangenen

Jahr dazu ein VBB-Dokument, das demnächst veröffentlicht wird. Es richtet sich in erster Linie an die Vollzugsbehörden, um ihnen den Einstieg und die Weiterarbeit im Themenbereich «Bodenbiologie - Bodenschutz» zu erleichtern. Ebenso angesprochen werden die Forschungsinstitutionen, die mit ihrer Arbeit die dazu notwendigen wissenschaftlichen Grundlagen liefern.

Das Dokument geht davon aus, dass bisher das Schwergewicht bodenbiologischer Erhebungen im Vollzug auf den Einsatz im Rahmen der Dauerbeobachtung gelegt worden ist. Mit den revidierten gesetzlichen Grundlagen (Umweltschutzgesetz, USG und Verordnung über Belastungen des Bodens, VBBo) besteht nun auch in den Bereichen «physikalischer Bodenschutz» (die Bodenorganismen sind wesentlich am Aufbau einer stabilen Bodenstruktur beteiligt) und «biologische Belastungen» klarer Handlungsbedarf. Dazu werden die Einsatzbereiche (s. Abb. 1) mit den möglichen Zielen, die laufenden und geplanten Vorhaben, einsetzbare bodenbiologische Parameter sowie vorhandene und fehlende Grundlagen und Interpretationshilfen aufgezeigt.

Roland Bono

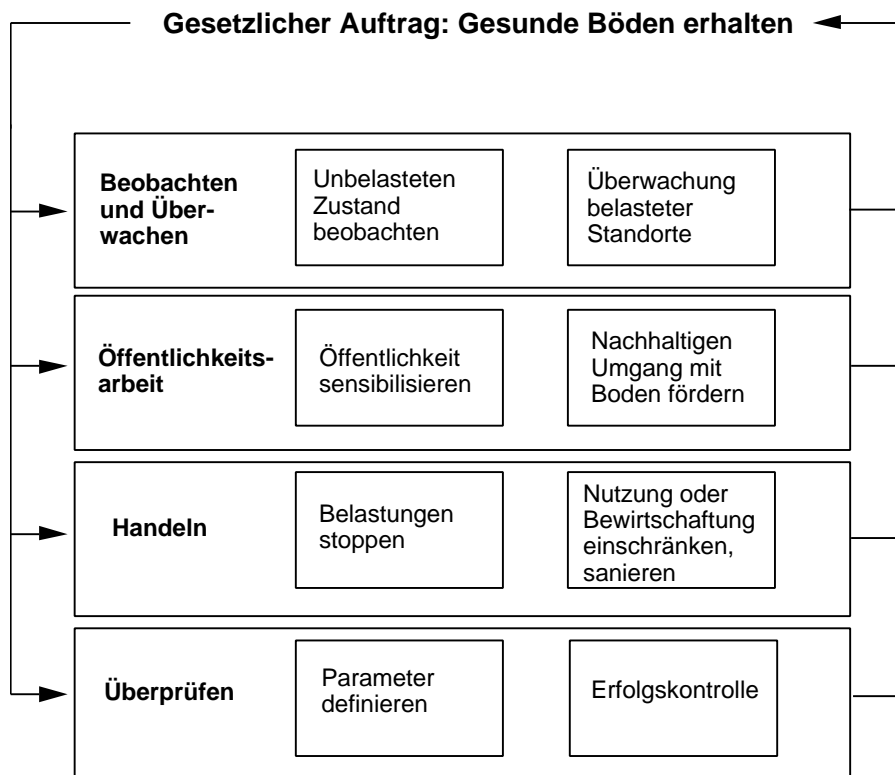


Abb.1: Einsatzbereiche der Bodenbiologie im Bodenschutz

4 Bodenmikrobiologische Kennwerte biologisch und integriert bewirtschafteter Betriebspaare

In einer zweijährigen Fallstudie wurden 14 Betriebspaare im östlichen Teil des Juras und des Mittellandes mit jeweils einem biologisch und einem integriert wirtschaftenden Betrieb bezüglich bodenmikrobiologischer Kennwerte untersucht. Der Umstellungszeitpunkt der biologisch bewirtschafteten Betriebe lag mindestens 10 Jahre zurück. Im Frühjahr 1997 und 1998 wurden jeweils zwei bezüglich Bodeneigenschaften, Kultur und Vorkultur vergleichbare Parzellen beprobt. Pro Parzelle wurden vier Mischproben hergestellt, die einzeln analysiert wurden. Die Streuung der erfassten Parameter innerhalb der einzelnen Parzellen lag mehrheitlich unter 15%. Dies bedeutet, dass die ausgewählten Parzellen recht homogen waren.

Die mikrobiologischen Parameter Biomasse (FEM), Biomasse (SIR), Basalatmung und N-Mineralisierung zeigten signifikante Korrelationen mit dem Tongehalt, pH-Wert und C_{org} -Gehalt. Die bodenmikrobiologischen Kennwerte wiesen untereinander signifikante Korrelationen auf, d.h. die verschiedenen Kennwerte ergaben eine ähnliche Aussage.

Die zentrale Frage dieser Untersuchung betraf die Auswirkungen des Bewirtschaftungssystems. Die Hypothese war, dass durch die biologische Bewirtschaftung die Bodenorganismen gefördert werden. Für die Auswertung wurden die direkt gemessenen Parameter Biomasse, Basalatmung und N-Mineralisierung, sowie die berechneten Parameter metabolischer Quotient (Basalatmung/Biomasse) und C_{mic}/C_{org} (mikrobielle Biomasse/ C_{org} -Gehalt) separat beurteilt.

In der Abb. 2 sind die Ergebnisse der Parzellenvergleiche für die bodenmikrobiologischen Parameter dargestellt. Bei rund 50% aller Parzellenvergleiche war zwischen den Bewirtschaftungsvarianten kein signifikanter Unterschied vorhanden. Bei rund einem Drittel der Vergleiche der gemessenen Parameter war der Wert in der Bioparzelle eindeutig höher. Dieser Anteil war bei der Biomasse bezogen auf die organische Substanz etwas grösser. Bei 10% der Vergleiche waren die Werte der IP-Parzelle höher. Für den metabolischen Quotienten waren die Unterschiede weniger deutlich. (Ein tiefer metabolischer Quotient weist auf günstige bodenmikrobiologische Verhältnisse hin.)

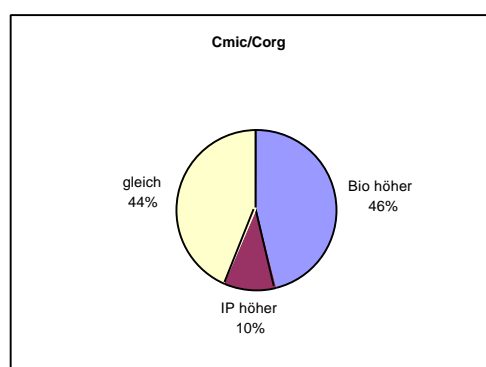
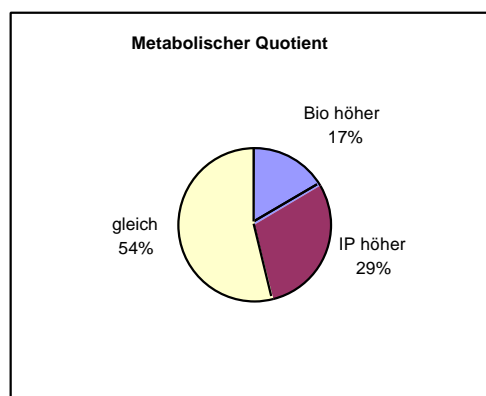
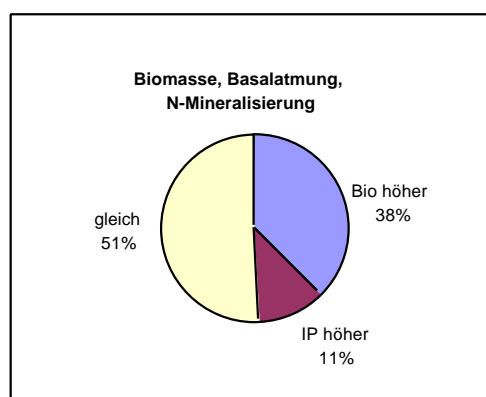


Abb. 2: Ergebnisse der Parzellenvergleiche (Bio - IP) der 27 Parzellenpaare. Anteil der Vergleiche, wo Bio oder IP höher ist

Die festgestellten Unterschiede zwischen dem biologischen und dem integrierten System sind nicht so deutlich, wie es aufgrund von Ergebnissen aus Exaktversuchen hätte erwartet werden können. Dafür können verschiedene Faktoren verantwortlich sein. Im Exaktversuch ist die Bewirtschaftung genau festgelegt und es wird in der Regel nur ein Standort erfasst. Zudem ist die Befahrung von Versuchspartellen oft nicht praxiskonform. Demgegenüber weisen die Bewirtschaftungssysteme «biologisch» bzw. «integriert» bei der Ausführung in der Praxis eine grosse Variabilität auf; in unserer Untersuchung wurden zudem bezüglich Bodeneigenschaften und Klima unterschiedliche Standorte erfasst.

Mit unseren Ergebnissen konnte die anfangs aufgestellte Hypothese nur teilweise, jedoch nicht sehr deutlich bestätigt werden. Durch die biologische Bewirtschaftungsform konnte häufiger eine Förderung der Bodenorganismen und ihrer Aktivität festgestellt werden. Dieses Ergebnis erlaubt jedoch keine Verallgemeinerung, da die Hälfte der Vergleiche keinen Unterschied zeigten.

Karin Nowack, FiBL

Hans-Rudolf Oberholzer, FAL

5 Ringanalyse Mikrobiologie

In einer Ringanalyse mit drei Durchgängen und je sechs Böden wurde die Vergleichbarkeit der Messungen der Dehydrogenaseaktivität und der N-Mineralisierung untersucht. An den Vergleichsmessungen beteiligten sich die privaten Labors Agrolab (Ebikon), Solvit (Kriens), und Löt (Laboratorium für Ökotoxikologie, Nunningen), die staatlichen Labors der FAL (Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, Reckenholz), des IUL (Institut für Umweltschutz und Landwirtschaft, Liebefeld), der FAW (Forschungsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau, Wädenswil) sowie das Labor des FiBL (Forschungsinstitut für Biologischen Landbau, Frick). Vor dem zweiten Durchgang fusionierten die Labors Agrolab und Solvit, weshalb sie von da an als ein Labor auftraten. Das Labor Löt beteiligte sich nur am dritten Durchgang.

Der Variationskoeffizient der Messungen verschiedener Labors lag bei der Dehydrogenase bei 8 bis 28 %, im Mittel bei etwa 15 %. Die Methode wurde in mehreren Punkten geringfügig angepasst (mehrheitlich genauere Formulierungen und Standardisierungen). Die Unterschiede zwischen den Labors wurden letztlich vor allem auf die unterschiedliche Qualität der verwendeten Chemikalie Triphenyl-Tetrazolium-Chlorid zurückgeführt.

Bei der N-Mineralisierung wurde v.a. durch laborinterne Qualitätsverbesserungen eine gute Übereinstimmung erreicht: im letzten Durchgang betrug der Variationskoeffizient der Laborwerte 16 %, abgesehen von einem Labor, das neu dazu kam und einem Labor, in dem sehr hohe Abweichungen von den übrigen Werten gefunden wurden, die nicht erklärt werden konnten.

Die bodenmikrobiologischen Kenngrößen können also im allgemeinen bei exakter Einhaltung der Vorschriften von verschiedenen Labors gut

vergleichbar gemessen werden. Ein ständiger Austausch von Informationen zwischen den Labors sowie wiederkehrende Ringanalysen sind jedoch langfristig zur Qualitätssicherung notwendig.

Karin Nowack, FiBL

6 Datenbank für bodenmikrobiologische Kennwerte – Konzept

Die Einordnung und Bewertung der Messwerte von einem bestimmten Standort ist ein notwendiger Schritt zur Anwendung bodenmikrobiologischer Kennwerte für Bodenschutz und Landwirtschaft. Die Beurteilung der Bodenfruchtbarkeit eines belasteten Standortes kann durch einen Vergleich mit Messwerten einer oder mehrerer repräsentativer unbelasteter Vergleichsflächen erfolgen. Falls dies nicht möglich ist, sowie bei der Beurteilung langfristiger Veränderungen, benötigt man Referenzwertbereiche, anhand derer ein einzelner Messwert als «normal», «zu hoch» oder «zu tief» eingeteilt werden kann. In der Begleitung zur Beurteilung der Bodenfruchtbarkeit wurden diese Referenzwertbereiche «Normalbereiche» genannt. Es wurden Normalbereiche für Acker- und Wiesennutzung definiert, die jedoch nicht nach chemischen und physikalischen Bodeneigenschaften klassiert wurden. Der pH-Wert, der Gehalt an organischer Substanz und der Tongehalt beeinflussen jedoch die Aktivität und Menge der Mikroorganismen entscheidend. Deshalb soll eine Datenbank aufgebaut werden, die diesem Umstand Rechnung trägt, indem die Messwerte von verschiedenen Böden und Nutzungen systematisch erfasst und klassiert werden. Mit Hilfe von geeigneten Klassierungen der Böden sollen daraus Referenzwertbereiche definiert werden können (Grundlage für diese Überlegungen ist das Arbeitspapier der VBB (1998), welches anlässlich der Tagung «Beurteilung der Bodenfruchtbarkeit» an der FAL Reckenholz präsentiert und diskutiert wurde). In einem weiteren Verfahren werden Referenzwerte mit einer multiplen Regression auf der Basis zahlreicher Standortfaktoren wie Tongehalt und Gehalt an organischer Substanz berechnet.

Alle Institutionen und Personen in der Schweiz, welche bodenmikrobiologische Messungen durchführen, sind aufgerufen, die Messwerte für die Datenbank zur Verfügung zu stellen.

Für eine sinnvolle Datensammlung sind einerseits Qualitätskriterien einzuhalten und andererseits sind für die Auswertung Begleitparameter aufzunehmen.

Kontakt für Datenbank, Referenzmethoden und Referenzböden: H.-R. Oberholzer, FAL Reckenholz, Tel. 01/377 72 97,
e-mail: hansrudolf.oberholzer@fal.admin.ch

Qualitätsanforderungen für die Aufnahme bodenmikrobiologischer Werte in die Datenbank:

Auswahl des Standortes:

- Homogene Flächen bzw. Teilflächen
- Gleichmässige Topographie (keine Kuppen, Mulden)
- Mindestabstand zum Feldrand (in Bearbeitungsrichtung 5 m, quer zur Bearbeitungsrichtung 10 m), von Waldrändern (20 m), Hecken und Bäumen (10 m)
- natürlicher Bodenaufbau (keine Auffüllungen, Planierungen etc.)
- evtl. Einmessung der Flächen mit GPS

Probenahme:

Die Probenahme muss gemäss den Referenzmethoden¹ durchgeführt werden.

Messdaten Boden:

Es werden nur Messdaten in die Datenbank aufgenommen, die mit den Referenzmethoden oder einer überprüft vergleichbaren Methode gemessen wurden. Bodenmikrobiologische Messungen sollen mit Dreifach-Bestimmung durchgeführt werden.

Labors, die bodenmikrobiologische Daten in die Datenbank einbringen wollen, müssen immer einen Referenzboden mitlaufen lassen. Dieser ist an der FAL Reckenholz erhältlich.

Datenschutz:

Personen- und Bewirtschaftungs-Daten (z.B. von Bauern, Nutzern der Probenahmefläche) dürfen nur im Einverständnis mit diesen in die Datenbank aufgenommen werden und an dritte weitergegeben werden. Die FAL trägt die Verantwortung im Umgang mit diesen Daten.

Begleitparameter:

Anmerkung: *Kursiv* gedruckte Parameter sind für die Auswertung nicht unbedingt erforderlich

- Adresse der Kontaktperson (Pächter oder Besitzer der Fläche)
- Düngergrossvieheinheiten des Betriebs
- verwendete Dünger des Betriebs

Beprobungsfläche:

- Koordinaten, Lagebeschreibung
- Flurname, Parzellennummer
- Bewirtschaftungsart (Acker: Bio, IP, Konv; Wiese: Intensität, Vegetationsgesellschaft; Wald: Vegetationsgesellschaft), die genannte Bewirtschaftung seit (Jahr)
- *Fruchtfolge*
- *Bodentyp, Untergrund (Gestein)*
- Höhe über Meer, *Jahresniederschlagsmenge, Klimaregion*
- Spezielle Angaben zur Geschichte der Fläche

Bodenprobe:

- Datum
- aktuelle Nutzung/Kultur und Fruchtfolge dieser Fläche
- Bodenbearbeitung ein halbes Jahr zurück
- Düngung ein halbes Jahr zurück

Messungen:

- Tongehalt, Schluffgehalt, Sandgehalt
- pH-Wert (CaCl₂)
- Kalkgehalt (Kalktest)
- C_{org}-Gehalt
- Biomasse FEM, *Biomasse SIR, Biomasse ATP, Basalatmung, N-Mineralisierung*

zusätzliche Messungen: *pH (H₂O), Kalkgehalt (absoluter Wert), N_{tot} Gehalt P, K, Mg, Ca, Salz, KUK; Enzyme etc.*

Karin Nowack (FiBL), Hans-Rudolf Oberholzer (FAL), Paul Mäder (FiBL), Endré Laczko (Solvit)

7 Beurteilung der Bodenqualität mit Hilfe des Chroma-Tests

Der Chroma-Boden-Test liefert Rundfilterchromatogramme, welche je nach Zusammensetzung der Bodenprobe verschiedene Farben und Strukturen aufweisen. Mit dem Test möchte man langfristige Vorgänge im Boden sowie den gesamten Zustand des Bodens erfassen. In einer Studie² wurde abgeklärt, inwieweit der Test reproduzierbare Aussagen zur mikrobiellen Aktivität sowie zu Auf- und Abbauprozessen von Humus im Boden erlaubt und ob der Test als Methode im Bodenschutzvollzug geeignet ist.

Die Arbeit basiert auf einer Literaturstudie und einer ExpertInnenbefragung. Bezüglich Anwendung des Tests und Handhabung der Methode ergab sich, dass

- wenig Austausch zwischen den AnwenderInnen des Chroma-Boden-Tests besteht. Insbesondere geschieht der Austausch zwischen Forschung und Praxis in nur geringem Masse
- die Handhabung der Chroma-Methode (und damit die Interpretation) je nach AnwenderIn variiert, u.a. wegen der ungenügenden Standardisierung
- der Austausch von Informationen und Erfahrungen bisher vor allem auf ehrenamtlicher Basis geschieht
- die Methode zeitaufwendig und im Moment ökonomisch gesehen nicht rentabel ist.

Aus diesen und weiteren Gründen kommt die Studie zum Schluss, dass der Chroma-Boden-Test zum jetzigen Zeitpunkt für die Anwendung als Methode im Vollzug nicht geeignet ist. Um diese zu ermöglichen, kommt nach Meinung des Autors der Einrichtung einer «Koordinationsstelle für bildschaffende Methoden» eine wesentliche Bedeutung zu. Diese übernimmt folgende Aufgaben:

- gegenseitiges Abgleichen von Resultaten und Interpretationen unter den Fachleuten
- Vernetzung von Chroma-Kompetenzen aus Forschung und Praxis
- Organisation von Weiterbildungsveranstaltungen, Tagungen, Exkursionen usw.
- Öffentlichkeitsarbeit
- Einrichtung von Labors speziell für Chroma-Boden-Tests; Qualitätssicherung

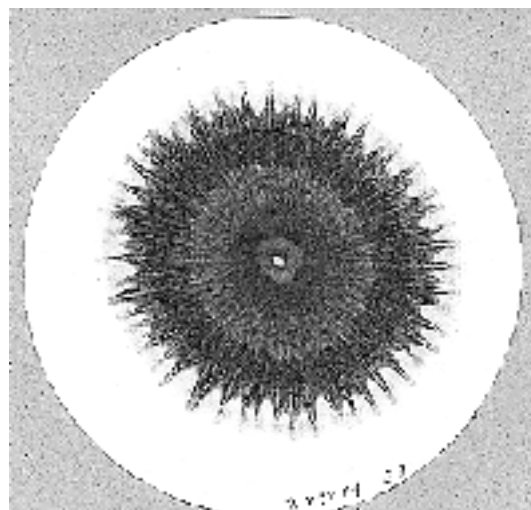


Abb. 3:

Bild 1. Chroma-Bild eines Ackerbodens (Parabraunerde, Ap-Horizont in 0-5 cm Tiefe) mit recht guter biologischer Aktivität. Die Form- und Farbumterschiede weisen auf eine recht gute Humusbildung, vielseitige biologische Aktivität und Versorgung mit genügend Nährhumus hin.

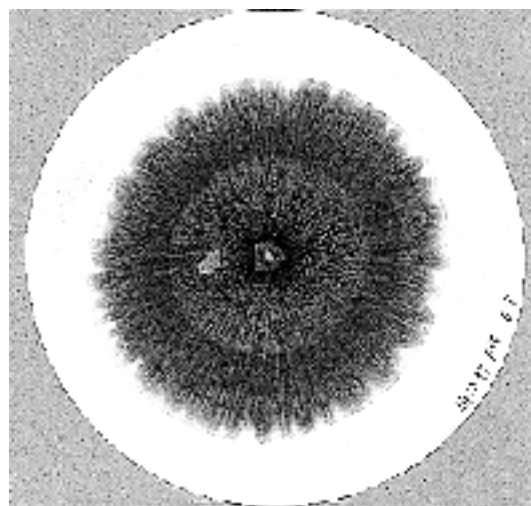


Bild 2 hingegen zeigt einen biologisch praktisch toten, mineralischen Boden (gleicher Standort, E-Horizont, 50-60 cm Tiefe)

Die Arbeit der Koordinationsstelle soll zumindest teilweise extern finanziert werden.

Andreas Mäder

N.B. Die VBB möchte zur Zeit die Chroma-Tests nicht weiter verfolgen.

8 Ein «Blick» auf die bäuerliche Wahrnehmung von Bodenfruchtbarkeit

Als Biologin habe ich mich in den letzten 10 Jahren vor allem mit der Frage auseinandergesetzt, wie mit biologischen Methoden Bodenfruchtbarkeit gemessen werden kann. Dabei lernte ich auch Schwierigkeiten des naturwissenschaftlich-analytischen Ansatzes kennen, zum Beispiel im Umgang mit der Heterogenität des Bodens oder der jahreszeitlich bedingten Variabilität sowie - noch viel grundlegender - im Umgang mit komplexen Prozessen. Im Rahmen eines Nationalfondsprojektes³ wagte ich einen anderen Zugang: Mit sozialwissenschaftlichen Methoden untersuchte ich die Wahrnehmung von Bauern und Bäuerinnen und fragte, ob die bäuerliche Wahrnehmung von Bodenfruchtbarkeit einen Weg weist, wie Bodenfruchtbarkeit als Ganzes beobachtet werden könnte.



Abb. 4: Der naturwissenschaftliche Blick: Der Boden wird beprobt, um chemische, physikalische und biologische Messungen durchzuführen. Diese sollen einen Hinweis liefern, ob sich die Bodenfruchtbarkeit verändert. Beobachtung steht im Vordergrund.

Ich stand gewissermassen mit einem Bein im Bodenschutz (kantonale Verwaltung: Bodenschutzfachstelle des Kantons Aargau), mit dem anderen Bein in der Hochschule (Forschung: ETH Zürich) und hatte dadurch die Möglichkeit aus verschiedenen Perspektiven heraus das Thema betrachten zu können. Unterstützt durch BUWAL, Bodenschutzfachstellen, Collegium Helveticum (ETH Zürich) und Institut für terrestrische Ökologie (ETH Zürich) sowie der Universität Göttingen - es lebe die interdisziplinäre Vernetzung! - suche ich nun im Rahmen meiner Dissertation an der ETH nach möglichen Verbindungen zwischen den verschiedenen Welten der Bauern bzw. Bäuerinnen und der Wissenschaft-

lerInnen. Dabei steht die Frage des Bodenschutzes «wie kann Bodenfruchtbarkeit beobachtet und erhalten werden?» im Zentrum.

Ursprünglich ging ich davon aus, dass Bauern und Bäuerinnen Boden beobachten und deshalb prädestiniert sind, über Bodenfruchtbarkeit Auskunft geben zu können. Bei den ersten Begegnungen bemerkte ich aber, dass die besuchten Bauern den Begriff «Bodenfruchtbarkeit» selber nicht verwendeten und auf meine Fragen ziemlich wortkarg antworteten. Ich war davon ausgegangen, dass Bodenfruchtbarkeit ein Begriff ist, der den Bauern und Bäuerinnen geläufig ist und den sie in ihrem Alltag selber anwenden. Ich war ziemlich irritiert, als ich realisierte, dass dem nicht unbedingt so war. Ich musste einen Schritt rückwärts gehen und fragen, was sie unter dem Begriff Bodenfruchtbarkeit verstehen und ob sie ihn selber verwenden würden:

P. Fry: «Sagt Ihnen der Begriff Bodenfruchtbarkeit etwas?»

Bauer: «Ja schon, ja.»

«Brauchen Sie diesen Begriff, selber?»

«Eigentlich nicht. Aber das hat für mich schon eine Bedeutung, es hat mit der Ertragsfähigkeit zu tun.»

«Ist es das gleiche?»

«Das ist etwa das Gleiche. Das wird ein bisschen seltsam interpretiert. Eine Frucht ist fruchtbar. Der Boden ist aber keine Frucht. Wenn in einem Boden viel wachsen kann, ist er ertragsstark oder ertragsfähig. (...) Was ist Bodenfruchtbarkeit? Man befruchtet Boden ja nicht, er ist. Es kann darauf etwas wachsen. Eine Frucht wird ja befruchtet, auf eine Art, und man sagt, die ist fruchtbar. Oder eine Kuh ist fruchtbar, weil stets das Neue daraus wächst.»

«Das wäre beim Boden anders?»

«Ich schaue das beim Boden anders an. Der Boden vermehrt sich auch nicht, verstehen sie?»

Dieser Bauer entwickelte aufgrund meiner Fragen eine Erklärung und teilte den Begriff in seine Einzelteile auf. Eine Kuh sei deshalb fruchtbar, weil das Neue daraus wächst. Weil der Boden sich nicht selber vermehrt, bezeichnete er ihn auch nicht als «fruchtbar». Das ist eine Deutung, die ich noch nie gehört hatte. Wir müssen damit rechnen, dass der Begriff «Bodenfruchtbarkeit» sehr unterschiedlich interpretiert wird. Je nach Hintergrund (Ausbildung) und Absicht (Bodenschutz) kann er andere Bedeutungen haben. Wir können auch nicht davon ausgehen, dass der Begriff Bodenfruchtbarkeit von allen Bauern und Bäuerinnen verwendet wird. Eignet sich der Be-

griff Bodenfruchtbarkeit für die Kommunikation mit Bauern und Bäuerinnen überhaupt?



Abb. 5: Der bäuerliche Blick: Der Boden wird bewirtschaftet, um von seinen Erzeugnissen leben zu können. Bodeneigenschaften werden über die Arbeit wahrgenommen. Handlung steht im Vordergrund.

Während der Feldbegehungen und Interviews fiel ebenfalls auf, dass die Bauern relativ wenig über den Boden selber sagten. Ihre Aufmerksamkeit lag eher bei den Tieren und Pflanzen. Auch in den Interviews kamen direkte Beschreibungen von Bodeneigenschaften seltener vor, als ich es erwartet hatte und auch auf eine andere Art und Weise: Wenn Bauern von «leichten oder schweren Böden» reden, verwenden sie zwar keine bodenkundlichen Ausdrücke. Sie werden aber trotzdem verstanden, weil diese Ausdrucksweise allgemein bekannt und in der Agronomie teilweise gebräuchlich ist. Ausdrücke wie «schön heiter zum Schauen» oder «wie ein Gartenbeet zum schauen» sind schwieriger einzuordnen. Mit welchen bodenkundlichen oder naturwissenschaftlichen Ausdrücken würden Sie diese Metaphern übersetzen? Diese Ausdrucksweise ist ungewohnt für NaturwissenschaftlerInnen, weil sie mit eigenen Emotionen und ästhetischen Vorstellungen verbunden ist. Der Ausdruck «eine wunderschöne Fuhre» kann auf eine gute Struktur des Bodens hinweisen,

ein «blockierter Boden» auf gehemmte Abbauprozesse.

Die bäuerliche Wahrnehmung von Boden entspricht nicht unbedingt einem naturwissenschaftlichen Stil. Dies zeigt sich auch in der Herangehensweise, der Methode:

«Ich schaue nicht speziell, das sehen Sie gerade. Das fällt doch Euch gerade in den Kopf.» Wir können nicht davon ausgehen, dass alle Bauern und Bäuerinnen die Methode des direkten Untersuchens anwenden. Dies bedeutet jedoch nicht, dass ihr Wissen weniger Bedeutung hat als eine wissenschaftliche Beschreibung von Boden. Ihre Wahrnehmung zeichnet sich vielleicht dadurch aus, dass einzelne Beobachtungen automatisch zueinander in Beziehung gesetzt werden: Beispielsweise mit der Umgebung, der eigenen Handlung, dem Wetter, der Standortgeschichte - dem Kontext also. Gerade die Zusammenhänge zwischen Pflanzenwachstum, Böden, lokalem Klima, Gesundheit von Tieren usw. sind nur sehr schwer zu quantifizieren. Diese sind aber gemäss VBBo für die Bodenfruchtbarkeit von Bedeutung.

Bis jetzt hat es sich bewährt, von unterschiedlichen Denkstilen und Sprachen auszugehen und beide gelten zu lassen. Ich hoffe bis Ende 1999 die Dissertation abschliessen zu können und spannende «Interfaces» oder «Handlungszonen» zwischen bäuerlichen und naturwissenschaftlichen Betrachtungsweisen vorstellen zu können.

Fortsetzung folgt!

Patricia Fry

9 Einsatz bodenbiologischer Parameter in der langfristigen Bodenbeobachtung des Kantons Bern

Die Bodenschutzfachstelle des Kantons Bern betreibt ein thematisch breit angelegtes Bodenbeobachtungsnetz (KABO) mit einem Schwerpunkt auf landwirtschaftlich genutzten Böden. Dabei liegt das Hauptaugenmerk auf den flächenmässig wichtigsten Belastungen physikalischer Art: Verdichtung, Verschlammung, Erosion und Strukturzerstörung. In einem verdichteten, strukturgeschädigten Boden können die Bodenorganismen ihre Aufgaben nur ungenügend erfüllen. Gerade weil sie einen wesentlichen Beitrag leisten zum Aufbau einer stabilen Bodenstruktur, ist es angebracht, bodenbiologische Grössen zur Beurteilung der Bodenfruchtbarkeit

und zur Erfolgskontrolle eingeleiteter Massnahmen beizuziehen. Im KABO erfolgen seit 1993 Erhebungen der Regenwurmpopulation, einem Parameter mit ausgereifter Methode und definierten Vorgaben zur Auswertung. Langfristig sollen jedoch weitere bodenbiologische Parameter erfasst werden, so ab 1999 die mikrobiologischen Parameter Biomasse, Atmung und N-Mineralisierung. Es ist durchaus möglich, dass in Zukunft zusätzliche, im Rahmen der Arbeitsgruppe «Vollzug Bodenbiologie VBB» erarbeitete und standardisierte Methoden eingesetzt werden.

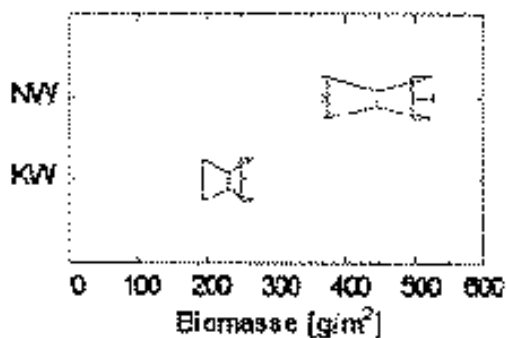


Abb. 6: Regenwurmbiomasse (g/m^2) am KABO-Standort «Rubigen» im Herbst 1993. Die im Vergleich zur Naturwiese intensivere Bewirtschaftung der Ackerfläche verursacht eine starke Abnahme der Regenwurmpopulation. NW = Naturwiese, KW = Kunstwiese.

Insgesamt wurden 17 Standorte im Berner Mittelland ins KABO aufgenommen. Pro Standort werden jeweils eine ackerbaulich genutzte Fläche mit einer pedologisch vergleichbaren, meist angrenzenden Naturwiese als Nullparzelle verglichen. Die Beprobung erfolgt innerhalb der Fruchtfolge jeweils im zweiten Hauptnutzungsjahr der Kunstwiese, etwa alle fünf bis acht Jahre. Folgende Parameter werden erhoben: Porenvolumen, Lagerungsdichte, Wasserinfiltration, Regenwurmpopulation, Schwermetallgehalte, Nährstoffe, Organika, Daten zur Bewirtschaftung, Niederschlagsmenge und Saugspannung.

1997 wurde der erste KABO-Bericht veröffentlicht⁴. Anhand der Erstbeprobungsergebnisse der ersten 10 Standorte kann der momentane Zustand wie folgt beschrieben werden: Die Ackerflächen weisen im Gegensatz zu den Naturwiesen geringere Gesamtporenvolumina und höhere Lagerungsdichten auf. Die regelmä-

ssige Lockerung v.a. des Oberbodens führt zu einer «inneren Verdichtung» des Bodens. Die Ackerflächen können im Vergleich zu den Naturwiesen beinahe dreimal weniger Wasser in die Tiefe ableiten.

Die Regenwurmpopulation, die für ein kontinuierliches Makroporensystem und somit für eine hohe Wasserinfiltration sorgt, ist auf den Ackerflächen gegenüber den Naturwiesen um rund einen Drittel vermindert.

Der Humusverlust in den Ackerflächen beträgt ca. 40 %.

Die chemische Belastung der Flächen liegt im Bereich der normalen Hintergrundbelastung.

Die ersten Resultate belegen für fast alle erhobenen Parameter eine eingeschränkte Bodenfruchtbarkeit auf den Ackerflächen. Anhand der Erhebungen der Regenwurmpopulation lassen sich mögliche Zusammenhänge darstellen: langjährige und intensive Bodenbearbeitung führt zu einer geringen Besiedlung des Bodens v.a. durch tiefgrabende Arten, da deren Wohnröhren regelmässig zerstört werden. Dies bedeutet eine geringere Anzahl stabiler, wasserabführender Gänge. Die Bodenbearbeitung führt auch zu einer Abnahme des Humusgehaltes: durch das Aufreissen der schützenden Pflanzendecke erwärmt sich der Boden mehr, wodurch die Mikroorganismen den Humus zu CO_2 veratmen. Ein geringer Humusgehalt bedeutet weniger Nahrung für Mikroorganismen und weniger Nährstoffe für die Pflanzen. Die biologische Aktivität ist stark vermindert und die Bodenorganismen können ihren wichtigen Beitrag zum Aufbau einer stabilen Struktur und zum Abbau der organischen Substanz nicht mehr genügend erfüllen. Der Boden wird strukturlabil mit all seinen Folgen wie Verdichtung, Erosion und Verschlammung. Es gilt also, optimale Bedingungen für die Regenwürmer und andere Bodenorganismen zu schaffen. Dies geschieht in erster Linie durch eine verminderte Bodenbearbeitung, eine geringere Druckbelastung, eine permanente Bodenbedeckung und einen ausgewogenen Humushaushalt durch organische Düngung.

Bis ins Jahr 2000 wird die Erstbeprobung aller 17 KABO-Standorte abgeschlossen sein. Seit 1998 werden die ersten Flächen wiederbeprobt. Es wird sich zeigen, ob die Tendenz der Boden Degradierung weitergeht, gestoppt werden konnte oder ob auf Betrieben, z.B. dort wo auf Direktsaat umgestellt wurde, sich die Situation sogar verbessert. Erst mit einer Zeitreihe aller gemessenen Parameter kann ein umfassendes

Bild über die Fruchtbarkeit des Bodens bzw. seine Gefährdungssituation gewonnen werden. Die Resultate des Dauerbeobachtungsnetzes dienen als Referenzwerte und Grundlagendaten für Empfehlungen und Massnahmen. Für die Erfolgskontrolle dieser Massnahmen werden wiederum die biologischen Erhebungen wesentliche Aussagen liefern. Gleichzeitig kann mit Hilfe der Bodenorganismen auf die Problematik im Boden aufmerksam gemacht werden.
Claudia Maurer-Troxler, Abteilung Umwelt und Landwirtschaft, Rütli, 3052 Zollikofen.

10 Bodenmikrobiologische Untersuchungen in der Bodendauerbeobachtung in Deutschland

Böden sind gekennzeichnet durch eine Durchdringung von Atmosphäre, Hydrosphäre, Geosphäre und Biosphäre. Bodenorganismen sind somit essentieller Bestandteil von Böden. Sie sind einerseits Motor aller wichtigen Stoffumsetzungen im Boden und damit wesentlich für die globalen Stoffkreisläufe. Andererseits sind sie auch ein Kompartiment für Pflanzennährstoffe und setzen diese nach ihrem Absterben für die Pflanze frei. Im deutschen Bundesbodenschutzgesetz von 1998 sind die Bodenfunktionen «Lebensraum für Organismen» und «Boden als Bestandteil von Nährstoffkreisläufen» sowie «Boden als Stofftransformator» beschrieben. Diese Bodenfunktionen werden in dem Gesetz unter Schutz gestellt⁵.

Boden-Dauerbeobachtung hat zum Ziel, den aktuellen Zustand der Böden zu beschreiben, Veränderungen langfristig zu überwachen sowie Prognosen über die zukünftige Entwicklung von Böden abzuleiten. Auf diese Weise können Referenzwerte zur Bewertung von Bodenzuständen erstellt werden und schädliche Bodenveränderungen frühzeitig erkannt werden. Aufgrund der besonderen Bedeutung der Bodenlebewesen für den Boden, wird für den Betrieb von Boden-Dauerbeobachtungsflächen die Erfassung von bodenbiologischen Parametern gefordert. Als obligatorisch zu bestimmende Parameter werden die mikrobielle Biomasse und die Basalatmung angesehen, ergänzend können Enzymaktivitätsbestimmungen und bodenzoologische Untersuchungen gemacht werden^{6,7}.

Inzwischen werden in verschiedenen Bundesländern, v.a. Bayern, Brandenburg, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Sachsen-Anhalt, Schleswig-Holstein und Thüringen, mikrobiologische Untersuchungen im Rahmen der Boden-

Dauerbeobachtung durchgeführt. Die Untersuchungen finden auf Acker-, Grünland- und Forststandorten sowie auf Sonderflächen (Deponien, besonders belastete Standorte) statt. Bundesweit werden mehr als 350 Flächen regelmäßig auf mikrobiologische Parameter untersucht.

In Niedersachsen sind seit 1992 61 landwirtschaftlich genutzte Boden-Dauerbeobachtungsflächen von 1 ha mit je 4 Kernflächen à 250 m² eingerichtet worden. Jährlich, Ende Februar/Anfang März, werden Proben aus den Schichten 0-10 und 10-20 cm gezogen und auf mikrobielle Biomasse und Basalatmung analysiert.

Von besonderer Bedeutung ist die Kenntnis der natürlichen Variation der Werte. Im Median wurden für die mikrobielle Biomasse und die Basalatmung Variationskoeffizienten von 13 respektive 25 % zwischen den Kernflächen und von 30 respektive 42 % zwischen Jahren für dieselbe Kernfläche beobachtet⁸.

Es zeigt sich, dass die mikrobiellen Kennwerte stark von der Körnung des Bodens beeinflusst werden (Abb. 7).

In Tonböden sind die höchsten, in Sandböden die niedrigsten mikrobiellen Biomassen zu finden. In humusreichen Böden erhält die organische Substanz einen stärkeren Einfluß auf die mikrobielle Biomasse. Aus der beobachteten Streuung lassen sich Bereiche für zu erwartende Meßwerte (Referenzwerte) definieren. In Abb. 7 ist dieser Schwankungsbereich als 10 und 90-Perzentil dargestellt. So enthalten z. B. ackerbaulich bewirtschaftete Sandböden in Niedersachsen im Median eine mikrobielle Biomasse von 180 mg C pro kg Boden in der Krume. 10 % der gemessenen Werte liegen unter 100 mg C und 90 % der Werte liegen unter 309 mg C pro kg Boden. Bei besonders niedrigen Werten kann eine Störung des Kohlenstoffhaushaltes der Böden vermutet werden. Besonders hohe Werten zeigen eine hohe Bodenfruchtbarkeit an. Allerdings zeigt sich eine erhöhte Bodenfruchtbarkeit in einer erhöhten Stickstoffmineralisation, die zu einem erhöhten Stickstoffaustrag ins Grundwasser führen kann.

Das vorgestellte Referenzsystem für die mikrobielle Biomasse kann durch Einbeziehung weiterer Boden- und Nutzungsparameter verfeinert werden⁹. Wesentlich ist, dass durch die Bodendauerbeobachtung Referenzwerte für bodenmikrobiologische Kenngrößen aufgestellt werden können, die deren natürliche, räumliche und zeitliche Variation einbeziehen. So können Böden im Hinblick auf ihre Fruchtbarkeit, aber auch

im Hinblick auf die Auswirkungen von Belastungen bewertet werden.

Dr. Heinrich Höper, Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Bodentechnologisches

Institut Bremen, Friedrich-Mißler-Straße 46/50, D-28211 Bremen

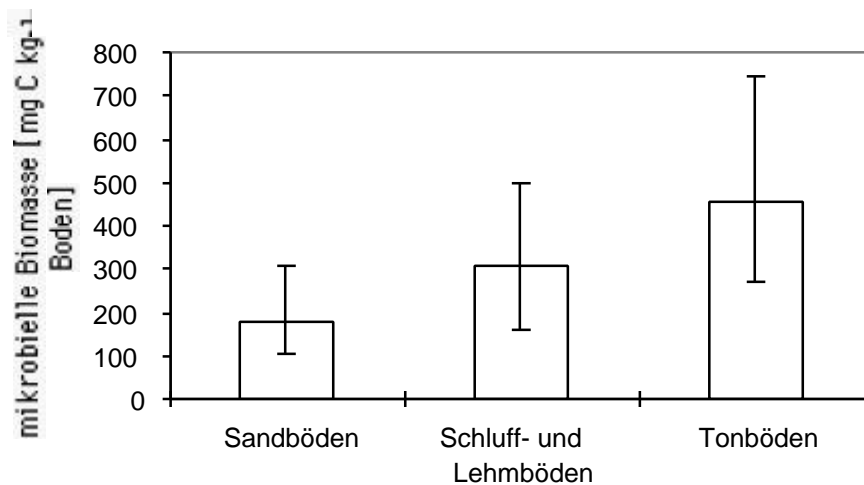


Abb. 7: Ergebnisse aus der Bodendauerbeobachtung in Niedersachsen: Mikrobielle Biomasse in der Krume (0-10 und 10-20 cm) von Ackerböden in Abhängigkeit von der Hauptbodenart, Jahre 1992-1997: Mediane, Perzentile 10 und 90 %, n Sandböden=581, n Schluff/Lehmböden=380, n Tonböden=138.

11 Belastung des Bodens durch Mikroorganismen

In der VBBo (1998) sind neu Belastungen des Bodens durch Mikroorganismen, insbesondere durch gentechnisch veränderte Mikroorganismen oder durch Pathogene ausdrücklich erwähnt.

Das Problem der Verbreitung von pathogenen Keimen aller Art und eine daraus folgende Belastung des Bodens ist von der VBB erkannt worden und wird BUWAL-intern angegangen.

Das Beispiel des Wurzelsterbens der Himbeere, verursacht durch *Phytophthora fragariae* var. *rubi* zeigt auf, dass eine intensive Zusammenarbeit zwischen Bodenschutz- und Pflanzenschutzfachstellen notwendig werden wird, um biologische Belastungen des Bodens möglichst zu vermeiden.

Abb. 8: Durch *Phytophthora fragariae* var. *rubi* befallene, absterbende Himbeerpflanzen in der Mitte des Bildes.



Ausgehend von ersten Befallsherden in der Ostschweiz hat sich diese gefährlichste Krankheit der Himbeere seit Mitte der sechziger Jahre bis heute mehr oder weniger ungehindert praktisch über die ganze Schweiz ausgebreitet. Die Tatsa-

che, dass früher vor allem jüngere Pflanzungen befallen wurden, lässt darauf schliessen, dass der Erreger unerkannt zusammen mit befallenen Jungpflanzenmaterial verbreitet wurde. Wie bei den meisten bodenbürtigen Krankheiten kann davon ausgegangen werden, dass der Parasit sich nicht mehr aus den Böden vertreiben lassen wird.

Die schweizerischen Himbeerproduzenten werden sich darauf einstellen müssen, in Zukunft mit der Anwesenheit des Parasiten zu rechnen. Zur Zeit ist das Spektrum an *Phytophthora*-toleranten Himbeersorten sehr schmal, integrierte Bekämpfungsansätze unter Beizug von Resistenz-Züchtung und biologischer Bekämpfungsmassnahmen werden deshalb von hoher Bedeutung sein.

Werner Heller (FAW)

Impressum VBB-Bulletin Nr. 3/99

Herausgeberin

VBB (Arbeitsgruppe Vollzug Bodenbiologie)

Vorsitzender 1998:

Dr. Roland von Arx

BUWAL, Sektion Boden und allg. Biologie

CH - 3003 Bern

Tel. 031 322 93 37

Fax 031 324 79 78

e-mail: roland.vonarx@buwal.admin.ch

Vorsitzende 1999:

Dr. Claudia Maurer-Troxler

Abteilung Umwelt und Landwirtschaft

Bern, Rütli

CH - 3052 Zollikofen

Tel. 031 910 53 34

e-mail: chqf9mcl@ibmmail.com

Sekretariat und Bezug

Dr. Paul Mäder

Forschungsinstitut für biologischen Landbau

(FiBL), Ackerstrasse, Postfach

CH - 5070 Frick

Tel. 062 865 72 32

Fax 062 865 72 73

e-mail: paul.maeder@fibl.ch

¹ Eidgenössische Forschungsanstalten FAL, RAC, FAW (1996): Schweizerische Referenzmethoden der Eidg. landwirtschaftlichen Forschungsanstalten. Bezug: FAL Reckenholz.

² Andreas Mäder (1998): Beurteilung der Bodenqualität mit Hilfe des Chroma-Tests. Vorstudie. Zentrum für angewandte Ökologie, Schattweid. Der Bericht ist für Fr. 20.- (+ 3.- Porto und Verpackung) bei Andreas Mäder, Libellenstrasse 54, 6004 Luzern, e-mail AndreasMaeder@web.de erhältlich.

³ Dagmar Reichert, Patricia Fry, Ursina Steinemann, Claudia Heid (1996): Erfahrungswissen und umweltverantwortliches Handeln. Bericht zu Handen des Nationalfonds. Erscheint 1999 im Westdeutschen Verlag.

⁴ Bodenbeobachtung im Kanton Bern (1997): ein physikalisch-biologisch-chemischer Ansatz. Bodenschutzfachstelle des Kantons Bern, Rütli, 3052 Zollikofen.

⁵ Anonym (1998): Gesetz zum Schutz des Bodens vom 17.03.1998. Bundesgesetzblatt I, 502 ff.

⁶ SAG - SONDERARBEITSGRUPPE
INFORMATIONSGRUNDLAGEN BODENSCHUTZ der Umweltministerkonferenz (1991): Konzeption zur Einrichtung von Bode-Dauerbeobachtungsflächen. Bericht der Unterarbeitsgruppe «Boden-Dauerbeobachtungsflächen» im Auftrag der SAG «Informationsgrundlagen Bodenschutz». Bayer. Staatsministerium f. Landesentwicklung und Umweltfragen (Hrsg.): Arbeitshefte Bodenschutz 1: 56 S., München.

⁷ LABO - Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (1998): Boden-Dauerbeobachtung - Einrichtung und Betrieb von Boden-Dauerbeobachtungsflächen. 'Entwurf vom 31.10.1998 zur Vorlage beim Arbeitskreis 2 (AK2) der LABO.

⁸ Höper, H., Heinemeyer, O. und Kleefisch, B. (1997): Erfassung bodenmikrobiologischer Parameter im Rahmen der Bodendauerbeobachtung in Niedersachsen: Methodische Aspekte und Ergebnisse. VDLUFA-Schriftenreihe 46, Kongressband 1997: 763-766.

⁹ Höper, H., Heinemeyer, O. und Kleefisch, B. (1998): Boden-Dauerbeobachtung in Niedersachsen: Einfluß von Nutzung und Boden auf bodenmikrobiologische Parameter. VDLUFA-Schriftenreihe 47, Kongressband 1998: in Druck