

# VBB ♦ BSA

ARBEITSGRUPPE «VOLLZUG BODENBIOLOGIE»  
GROUPE DE TRAVAIL «BIOLOGIE DU SOL - APPLICATION»

---

## VBB-Bulletin Nr. 4 / Mai 2000

### Tätigkeitsbericht

	Seite
1. Jahresbericht der Präsidentin	1
2. Tätigkeiten der Projektgruppen	4
Öffentlichkeitsarbeit	4
Mikrobiologie	5
Mykorrhiza	5
Fauna	6
Langzeitbeobachtung	6

### Ausgewählte Projekte der VBB

3. Bodenmikrobiologische Erfassung der Bodenfruchtbarkeit – Erste Ergebnisse einer Fallstudie an schwermetallbelasteten Standorten	7
4. Entwicklung eines Beurteilungsschemas für Böden mittels mikrobiologischer Parameter mit Bezug auf abiotische Standortfaktoren	8

### Forum

5. Literaturrecherche: Terrestrische ökotoxikologische Tests: Beurteilungskriterien für Bodenbelastungen	10
6. Öffentlichkeitsarbeit: Erlebnis Boden – Eine Aktionskampagne zum Schutz des Bodens	10

---

## 1. Jahresbericht der Präsidentin

*Claudia Maurer-Troxler*

Die Arbeitsgruppe VBB „Vollzug Bodenbiologie“ wurde 1995 als Plattform mit dem Ziel gegründet, die Kontakte und die Koordination zwischen den verschiedenen Bodenbiologie-Akteuren in Vollzug und Forschung zu gewährleisten und

die vorhandenen Kapazitäten gezielt einzusetzen. Auch 1999 diskutierten die Vertreterinnen und Vertreter der Kantone, des Bundes und der Forschungsinstitutionen in drei Sitzungen verschiedenste bodenbiologische Aspekte, es wurden abgeschlossene Arbeiten vorgestellt und neue Projekte initiiert. Darüber berichtet das vorliegende vierte Bulletin.

Eine neue Zusammenarbeit zwischen Forschung und Vollzug ergab sich mit der Projektidee der Eidg. Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau Reckenholz (FAL): „Pilotuntersuchungen zur Langzeitbeobachtung physikalischer und biologischer Bodeneigenschaften“. Das Nationale Bodenbeobachtungsnetz (NABO) soll mit biologischen (und physikalischen) Erhebungen erweitert werden. Erfahrungen, Wünsche und bestehende Standorte der Kantonalen Bodenbeobachtung (KaBo) werden ins Projekt einfließen. Zur optimalen Koordination des Projektes wurde neu die Projektgruppe „Langzeitbeobachtung“ gegründet. Die erste Probenahme erfolgte bereits im April 2000.

Gentechnisch veränderte Organismen (GVO) und pathogene Organismen sind auch im Vollzug des Bodenschutzes zunehmend von Bedeutung. VBB-Mitglieder diskutierten mit einer Vertreterin der Sektion Biotechnologie und Stoffflüsse des BUWAL die Freisetzungsverordnung – ein Problemkreis, der in der Zukunft angesichts der Entwicklung neuer Technologien und neuer Forschungsergebnisse dringend angegangen werden muss.

In den bisherigen Projektgruppen wurden zahlreiche aktuelle Fragen bearbeitet. Die Gruppe „Öffentlichkeitsarbeit“ befasste sich mit dem GartenLehrpfad und der Regenwurmausstellung in der Westschweiz, einer neuen Ausstellung „Erlebnis Boden“ (siehe auch unter Kapitel 6

„Forum“) und einer Arbeitsmappe „Boden praktisch erfahren“ für Schulen. Die Gruppe „Mikrobiologie“ beschäftigte sich im Rahmen der Qualitätssicherung mit der Einführung eines Referenzbodens und mit Ringanalysen der Parameter Basalatmung und Substratinduzierte Respiration, sie koordinierte die Arbeitsprogramme der Eidg. Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau (FAL), des Forschungsinstituts für biologischen Landbau (FiBL) und des Labors SOLVIT und diskutierte erste Ergebnisse von mikrobiologischen Analysen im KaBo Bern. Die Gruppe „Mykorrhiza“ verfasste zusammen mit der Gruppe „Mikrobiologie“ eine Stellungnahme zum Entwurf der Dünger- und Düngerbuch-Verordnung. Die Methodenanleitung zur Bestimmung des Mykorrhiza-Infektionspotentials in der Landwirtschaft ist geschrieben und wird im Jahr 2000 im Feld getestet. Schliesslich traf sich die neugegründete Projektgruppe „Fauna“ zu ihrer ersten Sitzung und diskutierte Arbeitsthemen wie den Methodenbeschrieb Regenwurm-Extraktion und bodenschutzrelevante Fragen zum Einsatz insektenpathogener Pilze.

An einer Gesamtsitzung der Arbeitsgruppe VBB wurden zudem zwei abgeschlossene Projekte vorgestellt: die Literaturrecherche über ökotoxikologische Tests im terrestrischen Bereich an der FAL (siehe Kapitel 5 „Ausgewählte Projekte“) sowie die Resultate der gemeinsam von FAL und FiBL durchgeführten Erhebungen mikrobiologischer Parameter auf benachbarten biologisch und integriert bewirtschafteten Getreideschlägen<sup>1</sup>.

Mit den GVO kommt eine Problematik auf uns zu, in der die Zusammenarbeit v.a. unter den Kantonen wichtig ist, bedeutet doch diese Thematik für uns alle Neuland. In diesem Sinne wird uns auch an den zwei ganztägigen (damit sich die Reise lohnt!) Gesamtsitzungen im Jahr 2000 und in den zahlreichen Projektgruppensitzungen die Arbeit nicht ausgehen!

---

<sup>1</sup> Nowack, K. und Mäder, P. (1999): Einsatz bodenmikrobiologischer Methoden in der Landwirtschaft und im Bodenschutz. Schlussbericht. Ausgeführt im Auftrag des BUWAL. Bezug: FiBL, Ackerstrasse, CH-5070 Frick. 61 S.

## **Impressum VBB-Bulletin Nr. 4/2000**

### *Herausgeberin*

VBB (Arbeitsgruppe Vollzug Bodenbiologie)

### *Vorsitzende 1999/2000*

Dr. Claudia Maurer-Troxler  
Abteilung Umwelt und Landwirtschaft  
Bern, Rütli  
CH - 3052 Zollikofen  
Tel. 031 910 53 34  
E-Mail: claudia.maurer@vol.be.ch

### *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

Name und Arbeitsinhalt der Projektgruppe	Mitglieder	Kontaktperson
<b>Öffentlichkeitsarbeit</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Information und Sensibilisierung der Öffentlichkeit für den Bereich Bodenbiologie</li> <li>- Aktuelle Projekte: Regenwurmausstellung, GartenLehrpfad, Arbeitsmappe: „Boden praktisch erfahren“</li> </ul>	R. Bono (BL) A. Desaulles (IUL) 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
<b>Mikrobiologie</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erarbeiten und validieren von Probenahmestrategien (Wiese, Acker, Wald)</li> <li>- Auswahl, Standardisierung und Validierung von Methoden</li> <li>- Dokumentation der räumlichen und zeitlichen Variabilität</li> <li>- Pilotstudien zur Erfassung von konkreten Belastungen</li> </ul>	W. Heller (FAW) E. Laczkó (Solvit) P. Mäder (FiBL) H.-R. Oberholzer (FAL)	Dr. Paul Mäder FiBL Ackerstrasse, Postfach 5070 Frick Tel. 062 865 72 32 paul.maeder@fibl.ch
<b>Mykorrhiza</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erarbeiten und validieren von Standardmethoden zur Beschreibung des Mykorrhiza-Zustandes von Böden</li> </ul>	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.ch
<b>Fauna</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Methoden zur Erfassung der Bodentiere evaluieren, standardisieren und in Fallstudien testen</li> </ul>	O. Daniel (FAL) S. Keller (FAL) C. Maurer-Troxler (BE) L. Pfiffner (FiBL)	Dr. Claudia Maurer-Troxler Abteilung Umwelt und Landwirtschaft, Rütli 3052 Zollikofen Tel. 031 910 53 34 claudia.maurer@vol.be.ch
<b>Langzeitbeobachtung</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Koordination von bodenbiologischen Untersuchungen in KaBos</li> <li>- Pilotuntersuchungen zur Langzeitbeobachtung (Zusammenarbeit mit FAL-Projekt)</li> </ul>	H. Brunner (FAL) R. Krebs FABO (SG) C. Maurer-Troxler (BE) T. Muntwyler (AG) H.-R. Oberholzer (FAL) F. Spieser (ZH)	Dr. Rolf Krebs Amt für Umweltschutz Lämmlisbrunnenstrasse 54 9001 St.Gallen Tel. 071 229 30 88 Rolf.krebs@bd-afu.sg.ch

## 2. Tätigkeiten der Projektgruppen

### Projektgruppe Öffentlichkeitsarbeit

*Roland von Arx*

Der GartenLehrpfad war auch 1999 in über 50 Gemeinden der deutschen Schweiz im Einsatz. Dies vor allem in Kantonen, welche die Gemeinden bei der Umsetzung aktiv unterstützen. In der Westschweiz wurde die französische Version „La Nature au service du Jardin – Le parcours éducatif“ mit zwei Pilotprojekten in der Stadt Lausanne und im Centre de Lullier (GE) eingeführt. Die GartenLehrpfad-Sets stehen auch in diesem Jahr zur Verfügung. Informationen sind bei den kantonalen Umweltschutzfachstellen oder im Internet ([www.buwal.ch](http://www.buwal.ch)) unter „Aktuelle Themen“ oder direkt unter [www.buwal.ch/projekte/stobobio/gartenlehrpfad/d](http://www.buwal.ch/projekte/stobobio/gartenlehrpfad/d) verfügbar. Die Adressen der Ausleihstellen und weitere nützliche Adressen sind dort aufgeführt. Die Sets und weitere Informationen sind für die deutsche Schweiz ebenfalls erhältlich bei: Büro naturnah, Hinterer Schermen 29, 3060 Ittigen (Tel. 031 922 06 79, Fax 031 922 04 45) und für die Westschweiz bei: Centre Pro Natura Champ-Pittet, Action „La Nature au service du Jardin“, CH-1400 Yverdon-les-Bains (Tel. 024 426 93 41, Fax 024 426 93 40).

Die von zahlreichen Kantonen und dem BUWAL unterstützte Regenwurmausstellung war weiterhin erfolgreich in verschiedenen Museen der deutschen Schweiz unterwegs. Bis am 4. April 2000 war sie im Rahmen einer Ausstellung rund um das Thema „Regenwurm, Boden, Landwirtschaft“ im Kanton Bern am Inforama Rütli in Zollikofen, anschliessend ist sie noch im Bündner Naturmuseum zu sehen. Unter der Federführung des Naturmuseums von Lausanne ist eine Anpassung an die Westschweiz geplant, zudem wird geprüft, ob die Inhalte der deutschen Version auf Internet ([www.regenwurm.ch](http://www.regenwurm.ch)) verfügbar gemacht werden können.

Die Arbeitsgemeinschaft Büro naturnah – Martin Geillinger & Partner realisiert gegenwärtig eine modulare Ausstellung mit dem Titel „Erlebnis Boden – Eine Aktion für den Boden“. Die Ausstellung besteht aus 4 Teilprojekten:

- Basisausstellung
- Landwirtschaft und Ernährung

- Bauen im Siedlungsraum
- Gartenbau und Siedlungsgrün

Das BUWAL unterstützt die Produktion der Basisausstellung zum Thema „Boden“. Das Modul „Landwirtschaft und Ernährung“ wurde durch das Bundesamt für Landwirtschaft, das Bundesamt für Gesundheit, die Abteilung Umwelt und Landwirtschaft des Kantons Bern und den Landwirtschaftlichen Informationsdienst finanziert.

Mit „Erlebnis Boden“ steht Messeveranstaltern, Städten, Gemeinden und Multiplikatoren eine praktische, vielseitig anwendbare Basisausstellung zur Verfügung. Diese ist geeignet für Aktionen zum Bodenschutz in Betrieben, Gemeinden, Messen oder Weiterbildungszentren. Die Ausstellung wird parallel auf deutsch und französisch produziert (siehe auch Beitrag Öffentlichkeitsarbeit unter „Forum“).

Erste Ausstellungsteile von „Erlebnis Boden“ werden bereits im Jahr 2000 in Piloteinsätzen gezeigt und getestet:

- 28. – 30. 6. 2000  
Gartenbaumesse öga, Koppigen BE  
Basisausstellung und Gartenbau als Sonderschau
- Juni – Oktober 2000  
Ittigen Aktion „Erlebnis Boden in der Gemeinde“

Der offizielle Start von „Erlebnis Boden“ ist auf Anfang 2001 geplant.

Dank der Initiative der Bodenschutzfachstellen der VBB erscheint demnächst (Spätsommer 2000) eine Arbeitsmappe für Schulen mit dem Titel „Boden praktisch erfahren“ im Comenius Verlag, Hitzkirch. Diese wird vom BUWAL herausgegeben und ist in Zusammenarbeit mit der Stiftung für Umweltbildung Schweiz und der Fachstelle für Umwelterziehung des Kantons Aargau entstanden. Bestellungen nimmt der Comenius Verlag schon jetzt entgegen (Preis ca. Fr. 49.-). Die Mappe enthält etwa 40 praktische Unterrichtsideen, eine Broschüre und eine CD-ROM. Die erprobten und ausgearbeiteten Unterrichtsideen finden sich in einer Loseblattsammlung (120 Seiten A4) und bestehen aus Arbeitsauftrag und Lehrerinformation.

Die vierfarbige Broschüre (32 Seiten, A5-quer, ca. Fr. 4.50) ist reich gestaltet, in einer verständlichen Sprache geschrieben und auch als Lehrmittel für die Schüler geeignet. Die CD-ROM enthält das Bildmaterial der Broschüre, die Arbeitsaufträge und weitere interessante Materialien. Eine ähnliche Unterrichtshilfe für die Westschweiz ist ebenfalls geplant.



Abb. 1: Die Arbeitsmappe „Boden praktisch erfahren“ ist auch auf CD-ROM erhältlich.

### Projektgruppe Mikrobiologie

*Paul Mäder*

Die Arbeitsbereiche der Projektgruppe gliedern sich für 1999 wie folgt: Methodenstandardisierung und Qualitätssicherung, Projektbegleitung und Absprache von Arbeitsprogrammen.

Wichtige Instrumente der Qualitätssicherung in der Bodenmikrobiologie sind Ringanalysen und der Einbezug von Referenzböden. 1999 konnten erste Erfahrungen mit einem Referenzboden der FAL gewonnen werden, der aus einem eigens für diesen Zweck bewirtschafteten Ackerschlag am Reckenholz stammt. Dieser Boden steht in Zukunft allen Laboratorien zur Verfügung, welche in der Schweiz bodenbiologische Untersuchungen durchführen (Kontaktperson: Dr. Hans-Rudolf Oberholzer, FAL, 01/377 72

97). Zudem beteiligten sich Mitglieder der Projektgruppe an einer Ringanalyse zur Basalatmung und zur mikrobiellen Biomasse und die Methode zur Bestimmung der Dehydrogenaseaktivität wurde verabschiedet (Publikation in den Referenzmethoden der Eidg. Forschungsanstalten, Band 2).

Die Projektgruppe begleitete auch ein vom BUWAL finanziertes Projekt: „Bodenmikrobiologische Erfassung der Bodenfruchtbarkeit – Fallstudie an belasteten Standorten (siehe Kapitel 3 „Ausgewählte Projekte“) und ein Projekt des KaBo Bern, in welchem mikrobiologische Parameter in Dauergrünland mit benachbarten Kunstwiesen verglichen werden. Zur Diskussion standen Fragen betreffend Standort- und Parameterwahl und der Dateninterpretation. Die Arbeitstreffen wurden auch genutzt, um die Arbeitsprogramme der FAL, des FiBL und des Labors SOLVIT aufeinander abzustimmen.

### Projektgruppe Mykorrhiza

*Simon Egli*

Im vergangenen Jahr wurde weiter an der Ausarbeitung einer Standardmethode zur Erfassung des Mykorrhiza-Infektionspotentials in Landwirtschaftsböden gearbeitet. Ein erster Entwurf wurde verfasst und bereinigt. Es bleiben aber noch wichtige Fragen offen, wie die optimale Versuchsdauer und die Eignung der Methode für Schwermetallbelastungen im Bereich der Richtwerte. Das Laborprotokoll, das bei dieser Methode recht aufwändig ist, muss zudem unbedingt im praktischen Versuch getestet werden. Dafür wurde ein Projekt ausgearbeitet und als Offerte den in der VBB vertretenen Kantonen und dem BUWAL vorgelegt. Das BUWAL hat sich erfreulicherweise bereit erklärt, die Kosten für einen solchen Feldversuch zu übernehmen. Er wird in diesem Jahr unter der Leitung von Alex Mozafar am Institut für Pflanzenwissenschaften der ETH durchgeführt.

Die Projektgruppe befasste sich überdies mit der neuen Düngerverordnung, die im August in Vernehmlassung ging. Zusammen mit Vertretern der Projektgruppe Mikrobiologie wurde eine Stellungnahme verfasst. Dabei wiesen wir vor allem auf die Problematik der Gleichbehandlung von Düngern, die kultivierte, lebende Mikroorganismen enthalten, mit herkömmlichen

organischen oder mineralischen Düngern hin. Mikroorganismen sind fähig, zu wachsen, sich zu vermehren, andere Organismen zu konkurrenzieren und sich allenfalls unerwünscht auszubreiten. Ausgangspunkt für unser Unbehagen war die Zulassung eines Mykorrhiza-Impfprodukts in der Schweiz, das inzwischen von Grossverteilern vertrieben wird.

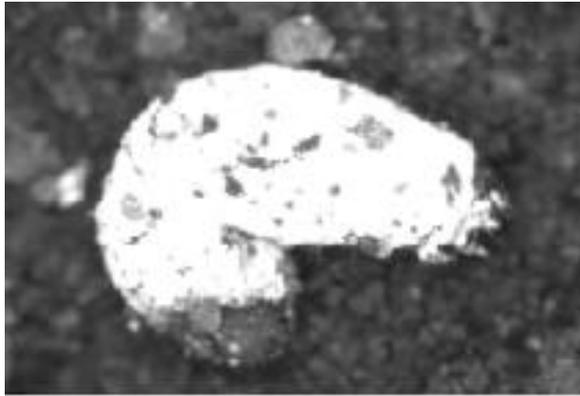


Abb. 2: Verpilzter Maikäfer-Engerling. Dieser insektenpathogene Pilz (*Beauveria brongniartii*) wird in der Praxis an Stelle von chemischen Pestiziden zur Maikäferbekämpfung eingesetzt. (Foto: Siegfried Keller, FAL).

### Projektgruppe Fauna

*Claudia Maurer-Troxler*

Die neugegründete Projektgruppe Fauna traf sich zu einer ersten Sitzung. Siegfried Keller, der an der FAL mit insektenpathogenen Pilzen arbeitet, stellt eine Methodenbeschreibung für deren Nachweis und Isolierung zusammen. Lukas Pfiffner (FiBL) und Claudia Maurer-Troxler von der Abteilung Umwelt und Landwirtschaft (BE) konzentrieren sich auf den Methodenbeschrieb zur Extraktion von Regenwürmern im Boden. Dieser Beschrieb sollte so schnell als möglich das Methodenhandbuch der FAL ergänzen. Eine Vernehmlassung dieser Anleitung wird mit den entsprechenden ExpertInnen durchgeführt. Mit diesen beiden Methoden wird vorerst weitergearbeitet. Neu konnte Otto Daniel (FAL) als Mitglied der Projektgruppe gewonnen werden.

### Projektgruppe Langzeitbeobachtung

*Rolf Krebs*

Nach Abschluss des Konzeptes „Bodenbiologie im Bodenschutz“<sup>2</sup> sollen Teile der erarbeiteten Grundlagen in der neu geschaffenen Gruppe „Langzeitbeobachtung“ umgesetzt werden. Das Ziel dieser Gruppe ist es, die Arbeiten verschiedener Kantone und dem Nationalen Bodenbeobachtungsnetz (NABO) im Bereich Langzeitbeobachtung respektive -überwachung anzugleichen, Synergien zu nutzen und Doppelspurigkeiten zu vermeiden. Die FAL Reckenholz hat ein Forschungsprojekt in Vorbereitung, bei dem es um Pilotuntersuchungen zur Langzeitbeobachtung physikalischer und biologischer Bodeneigenschaften geht. In einem ersten Schritt sollen etwa 40 Wiesenstandorte beprobt und mikrobiologisch analysiert werden. In der Gruppe „Langzeitbeobachtung“ werden dazu Koordinationsarbeiten geleistet. Für die Kantone interessante Flächen sollen in den Versuch miteinbezogen und bestehende Untersuchungen genutzt werden. Die erste Probenahme wurde im März/April 2000 durchgeführt, wobei die Parameter Biomasse, Bodenatmung, N-Mineralisierung und Biodiversität bestimmt werden. Die ersten Resultate aus dieser Pilotstudie werden im Herbst 2000 erwartet. Sie werden einerseits zur Auswahl von 10 langfristigen Untersuchungsstandorten durch die FAL führen und andererseits Hinweise für die Anwendbarkeit von biologischen Untersuchungsparametern in der Bodenüberwachung der Kantone geben.

---

<sup>2</sup> Nowack, K., Bono, R., Fry, P., Muntwyler, T., Maurer-Troxler, C., v. Rohr, G., Rüesch-Domenig, C. und Krebs, R. (1999): Bodenbiologie und Bodenschutz. Hrsg.: Arbeitsgruppe Vollzug Bodenbiologie. Bezug: Sekretariat der VBB, FiBL, Ackerstrasse, Postfach, CH-5070 Frick. 23 S.

### 3. Bodenmikrobiologische Erfassung der Bodenfruchtbarkeit – Erste Ergebnisse einer Fallstudie an schwermetallbelasteten Standorten

Paul Mäder und Andreas Fließbach,  
Forschungsinstitut für biologischen Landbau,  
CH-5070 Frick

Bodenmikroorganismen können zur Früherkennung einer Beeinträchtigung der Bodenfruchtbarkeit eingesetzt werden. Es ist aber noch wenig darüber bekannt, ob Mikroorganismen bei Schwermetallbelastungen im Feld im Bereich der Richtwerte nach VBB<sub>0</sub> (Verordnung über Belastungen des Bodens) tatsächlich empfindlich reagieren. Bei einer schleichenden, chronischen Deposition von Schwermetallen ist es möglich, dass sich resistente Mikroorganismen entwickeln oder dass sich schwermetalltolerante Arten stark verbreiten.

In diesem Projekt klärten wir im Auftrag des BUWAL mit Unterstützung der Kantone Aargau, Basel-Landschaft und Solothurn in einer Fallstudie an drei Standorten ab, wie die im Rahmen der VBB ausgewählten mikrobiologischen Basisparameter Biomasse und Bodenatmung auf Schwermetalle im Boden reagieren. Zusätzlich charakterisierten wir die Artenvielfalt der Bodenmikroorganismen mit zwei verschiedenen Methoden. Die Biolog-Methode gibt ein Mass für die funktionelle Diversität der Mikroorganismen. In diesem Test werden den Mikroorganismen 31 verschiedene Kohlenstoffquellen angeboten. Nach Bebrütung wird gemessen, wie intensiv diese C-Quellen durch die Mikroorganismenpopulationen genutzt werden. Werden viele verschiedene Substrate verwertet, ist die funktionelle Diversität hoch. Bei der PLFA-Methode werden die Phospholipid-Fettsäuren, die in wurzelfreien Böden hauptsächlich mikrobiellen Ursprungs sind, extrahiert und bestimmt. Die PLFA-Muster gelten als arttypisch. Eine hohe Diversität des PLFA-Musters weist deshalb auf eine hohe strukturelle mikrobielle Gemeinschaft hin. Diese Methoden sind von besonderem Interesse, weil sie im Gegensatz zu Summenparametern Aufschluss über eine mögliche Verschiebung im Artenspektrum der Mikroorganismen geben.

In Zusammenarbeit mit der Projektbegleitgruppe, welche sich aus VBB-Mitgliedern zusammensetzt, wählten wir im Frühjahr 1999

drei schwermetallbelastete Standorte aus. Beim Standort Rheinfelden (Aargau) handelt es sich um einen anthropogen, vorwiegend mit Blei belasteten Boden. Der Standort Gerlafingen (Solothurn) ist mit den Schwermetallen Blei und Zink ebenfalls anthropogen belastet. Der Standort Nenzlingen (Basel-Landschaft) weist einen erhöhten Cadmiumgehalt geogenen Ursprungs auf.

Mitte März 1999 wurden die Böden der drei Standorte unter Mitarbeit der involvierten Kantone in einem Transekt mit abnehmender Schwermetallbelastung beprobt. Je Standort wurden in je acht bis 10 Teilflächen mit 10 x 10 m Kantenlänge Bodenproben gezogen. Zusätzlich wurden als Referenz drei Böden eines Parzellenversuchs der FAL Braunschweig beprobt, welche mit schwermetallbelastetem Klärschlamm kontaminiert waren.

Folgende Bodenanalysen wurden durchgeführt:

- Mikrobiologische Parameter: Mikrobielle Biomasse (FEM), Basalatmung, Dehydrogenaseaktivität, Nitrifizierung sowie Diversität mit Biolog-Substratnutzungstest und Phospholipid-Fettsäuremuster (PLFA)\*
- Chemische Parameter: pH, Gesamtkohlenstoff und Gesamtstickstoff, Schwermetalle nach VBB<sub>0</sub>\*\*
- Bodenphysikalische Parameter: Körnungsanalyse

---

\* durch Labor SOLVIT

\*\* durch Fachbereich Analytik, Amt für Umweltschutz, Basel-Landschaft

Nach dem ersten Projektjahr liegen nun bereits einige interessante Ergebnisse vor. Im Parzellenversuch bewirkten die Schwermetalle Pb, Cd, Cu, Zn und Cr im Bereich des doppelten Richtwertes eine signifikante Verringerung der mittels der Biolog- und der PLFA-Methode erfassten mikrobiellen Diversität. Im Gegensatz dazu blieben die mikrobiologischen Summenparameter auch bei den erhöhten Schwermetallgehalten unverändert. Diese Ergebnisse zeigen, dass die mikrobielle Diversität ein sensibler Indikator für Schwermetallbelastungen des Bodens sein kann.

Erwartungsgemäss übten aber die Standortfaktoren Ton- und Schluffgehalt, organische Substanz und pH-Wert einen entscheidenden

Einfluss auf die mikrobiellen Parameter aus (positive Korrelationen). Weil diese Standortfaktoren innerhalb eines Transekts auch variierten, wurden mögliche Schwermetalleffekte auf die Mikroorganismen überlagert. Unter Anwendung mehrfacher linearer Regressionsberechnungen wurden aber teilweise signifikante negative Korrelationen zwischen den Schwermetallwerten im Boden und der mikrobiellen Biomasse und ihrer Aktivitäten sichtbar. Die Untersuchungen werden dieses Jahr, unter Einbezug von Algen und eventuell Rhizobien als Indikatoren, weitergeführt.

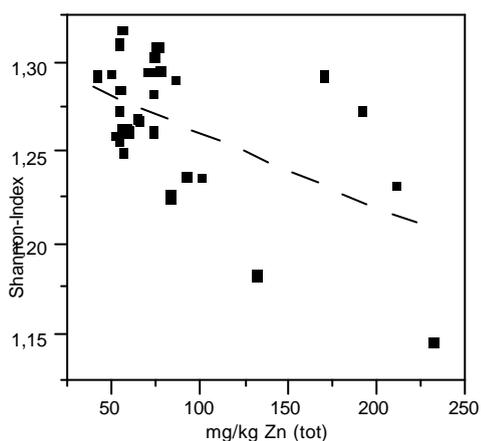


Abb. 3: Mikrobielle Diversität in Abhängigkeit vom Total-Zinkgehalt des Bodens. Gezeigt ist die Regressionsgerade für den Shannon-Index, basierend auf dem Biolog-Substratverwertungsmuster. ( $Y = -0.000424 * X + 1.305$ ;  $n = 30$ ,  $r = 0.56$ ,  $p = 0.0012$ ).

#### 4. Entwicklung eines Beurteilungsschemas für Böden mittels mikrobiologischer Parameter mit Bezug auf abiotische Standortfaktoren<sup>3</sup>

Hans-Rudolf Oberholzer, Jan Rek, Peter Weisskopf, und Ulrich Walther, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, CH-8046 Zürich

Die Charakterisierung der Bodenfruchtbarkeit erfolgt je nach zu betrachtender Bodenfunktion mittels bodenphysikalischer, bodenchemischer oder bodenbiologischer Methoden. Obwohl alle

<sup>3</sup> Oberholzer, H.-R., Rek, J., Weisskopf, P. und Walther, U. (1999): Beurteilung von Böden mittels mikrobiologischer Parameter in Bezug auf die Eigenschaften eines Standortes. *Agribiol. Res.* 52 (2): 113-125.

drei Faktorengruppen sowie ihre Wechselbeziehungen einen wesentlichen Anteil an der Bodenfruchtbarkeit haben, nehmen in dieser Beziehung die Menge und Zusammensetzung der Bodenmikroorganismen und ihre Aktivität eine Sonderstellung ein. Der bodenmikrobiologische Zustand stellt das Ergebnis des Einflusses chemischer, physikalischer und biologischer Faktoren über einen längeren Zeitraum dar. Damit können bodenmikrobiologische Messungen als integrierende Indikatoren für mittel- und langfristige Veränderungen des Bodenzustandes angesehen werden. Deshalb muss bei der Beurteilung von Anbausystemen, Kulturen und Bewirtschaftungsmassnahmen den bodenmikrobiologischen Prozessen besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden.

Für eine Beurteilung von Ergebnissen bodenmikrobiologischer Untersuchungen ist ein Schema notwendig, das Referenzwertbereiche und deren Bedeutung für die Bodenfruchtbarkeit beinhaltet. Dies gilt speziell für unabhängige Standortvergleiche, aber auch bei der Beurteilung von Unterschieden bzw. Veränderungen bodenmikrobiologischer Parameter in Parzellenversuchen.

An der FAL wurden in den Jahren 1994 und 1995 220 Wintergetreidefelder bodenmikrobiologisch untersucht. Ziel der Arbeit war die Definition typischer Bereiche einzelner bodenmikrobiologischer Kennwerte in Abhängigkeit von abiotischen (bodenchemischen und bodenphysikalischen) Eigenschaften des Standortes. Durch die einheitliche Kultur auf allen Feldern konnte der Kultureinfluss minimiert werden.

Diese Daten wurden benutzt, um verschiedene Verfahren zur Bildung von Referenzwertbereichen zu entwickeln und zu prüfen. Das beste Verfahren besteht darin, mittels multipler Regression den zu erwartenden Wert eines bodenmikrobiologischen Parameters an einem bestimmten Standort, abhängig von abiotischen Eigenschaften ( $C_{org}$ -Gehalt, pH-Wert ( $CaCl_2$ ), Ton- und Sandgehalt) zu berechnen. Für die mikrobielle Biomasse (MB; SIR-Methode) lautet die gefundene Regressionsformel:

$$\ln(BM) = 3,58 + 0,82 \cdot \ln(C_{org}) + 0,15 \cdot pH + 0,31 \cdot \ln(\text{Tongehalt}) + 0,005 \cdot \text{Sandgehalt}. \quad (n = 212, r = 0.87, p = 0.0000)$$

Diese Formel ist gültig für Böden mit einem  $C_{org}$ -Gehalt von 1 bis 4%, einem Tongehalt von 10

bis 40% und einem pH-Wert von 4,3 bis 7,5. Der berechnete Wert wird als Referenzwert bezeichnet, Vertrauensbereiche des berechneten Wertes bilden die Referenzwertbereiche des Beurteilungsschemas. Die so berechneten Referenzwertbereiche gelten genau für einen bestimmten Standort.

Die Regressionsformel für die mikrobielle Biomasse wurde auf Datensätze aus der Literatur angewandt sowie zur Auswertung und Interpretation eines Vergleichs bodenmikrobiologischer Eigenschaften von biologisch und integriert bewirtschafteten Flächen in der Schweiz verwendet. Die Anwendung des Regressions-Modells auf Daten anderer Untersuchungen ergab plausible Ergebnisse (Abb. 4). Zusätzlich erwies sich das Regressions-Modell als ein wertvolles Hilfsmittel, welches erlaubt die Ergebnisse für die einzelnen bodenbiologischen Parameter fundierter zu beurteilen.

Gleichzeitig kann aus unseren Messdaten gefolgert werden, dass ein einziger Referenzwertbereich für bodenmikrobiologische Bestimmungen für alle Standorte wenig informativ und deshalb ungeeignet ist. Eine auf die Standorteigenschaften bezogene Beurteilung ist unbedingt notwendig.

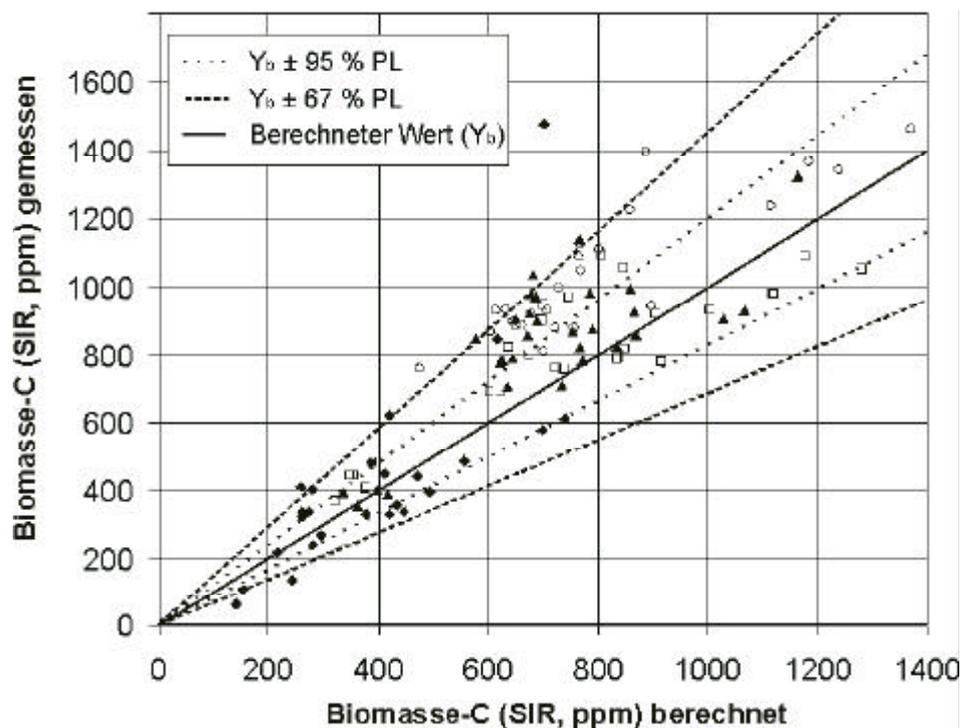


Abb. 4: Anwendung des Regressionsmodells auf Daten verschiedener Untersuchungen. Gemessene und anhand der multiplen Regression berechnete Werte der mikrobiellen Biomasse. Legende: PL= Vertrauensbereich des Schätzwertes; ▲ = Proben des Burgrain-Versuchs; Proben vom Vergleich biologisch bzw. integriert bewirtschafteter Flächen: □ = integriert bewirtschaftete Flächen, ○ = biologisch bewirtschaftete Flächen, ◆ = Proben aus der Publikation von KAISER et al. (1998).

## 5. Literaturrecherche: Terrestrische ökotoxikologische Tests: Beurteilungskriterien für Bodenbelastungen<sup>4</sup>

Patricia Beltran de Guevara, Tourya El Kadiri-Jean und Ariane Rudaz, Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, CH-3097 Liebefeld

Durchgeführt mit Unterstützung des Fachvereins Arbeit und Umwelt (BE)

Wenn in der Praxis Richt-, Prüf- und Sanierungswerte der VBBo (Verordnung über Belastungen des Bodens) nicht ausreichen, wird als Instrument zur Abschätzung von Bodenbelastungen die Anwendung einer Testreihe mit terrestrischen, ökotoxikologischen Tests empfohlen. In dieser Studie wird eine Auswahl von international anerkannten, grösstenteils standardisierten Biotests für terrestrische Ökosysteme vorgestellt, um damit eine Testreihe aufzubauen. Die Tests umfassen Organismen, welche typische Lebensstrategien haben sowie verschiedenen trophischen, taxonomischen und biologischen Organisationsebenen angehören. Die Testreihe schliesst auch Tests ein, die repräsentativ für die verschiedenen Wirkungspfade der Schadstoffe bei Bodenorganismen sind.

Zwei Testreihen werden vorgeschlagen. Die erste, mit drei Tests, wird mit Bakterien (DIN 38412-27, 1992), Collembolen (ISO 11267, 1998) und Pflanzen (ISO 11269, 1995; OECD 208, 1984) durchgeführt und dient als primäres Instrument zur Abschätzung von Bodenbelastungen. Die zweite, mit sieben Tests, umfasst neben den Organismen der ersten Testreihe zusätzlich Algen (ISO/TC 190/SC4 N 126, 1997), Regenwürmer (ISO 11268-1 oder 2, 1997; OECD 207, 1984), die N-Fixierung (nach Wetzels und Werner, 1995), und den Abbau der organischen Substanz (nach Kratz et al., 1991). Die zweite Testreihe wird zur gezielten Evaluation von Bodenbelastungen empfohlen.

<sup>4</sup> De Guevara, P. B. et Tourya el K.-J. (1999): Recherche synoptique de tests écotoxicologiques (Biotests) et proposition d'une batterie de tests en vue d'évaluer la qualité des sols en Suisse selon l'ordonnance sur les atteintes portées aux sols (OSol, 1998)". IUL, CH-3097 Liebefeld, Bern.

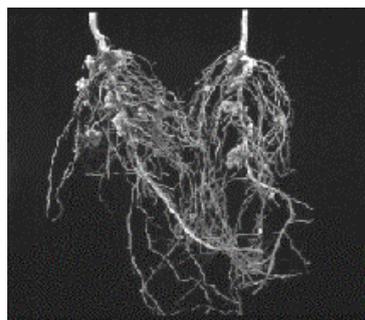


Abb. 5: Wurzelknöllchen von Erbsen mit Rhizobien. Rhizobien sind wichtige Symbionten, welche Luftstickstoff fixieren. Sie gelten als sensible Indikatoren für verschiedene Stressfaktoren, wie zum Beispiel Schwermetalle. Foto: Hans-Rudolf Oberholzer, FAL.

## 6. Öffentlichkeitsarbeit: Erlebnis Boden – Eine Aktionskampagne zum Schutz des Bodens

Martin Geilinger & Partner, CH-8409 Winterthur und Büro naturnah, Hansjürg Hörler, CH-3063 Ittigen



„Erlebnis Boden“ ist eine Aktion, die Hilfsmittel und Unterstützung für die Öffentlichkeitsarbeit im Bereich Boden zur Verfügung stellt. Für Ausstellungen stehen Informationstafeln mit Erlebnisobjekten wie Wurzelkästen oder Experimente zur Bodenerosion und Filterwirkung, Broschüren für die Besucher und Werbeunterlagen bereit. Erlebnis Boden vertieft als Baustein der lokalen Agenda 21 den Bereich Boden und behandelt ihn in einem breiten Umfeld.

### „Erlebnis Boden“ unterstützt die Akteure an der Front

Die Akteure in Betrieben, Städten und Gemeinden werden in der Planung und Ausführung von

Ausstellungen und lokalen Aktionen unterstützt mit:

- Informationsseminarien und Praxisberatungen (20./21. Juni 2000 in Ittigen und Winterthur)
- Leitfaden mit Planungshilfen
- Medienarbeit auf nationaler Ebene
- Internet-Auftritt
- Druckvorlagen für die Werbung

Erlebnis Boden ist aufgegliedert in vier Module:

**Basismodul:** Grundlageninformationen zu Boden und Bodengefährdung

**Landwirtschaft und Ernährung:** Bodenerosion und -verdichtung, Bodenbewirtschaftung, Bodennutzung

**Gartenbau und Siedlungsgrün:** Bodenschutz im Erwerbsgartenbau, in Grünanlagen und Gärten

**Bauen im Siedlungsraum:** Bodenabtrag, Lagerung, Bodenaufbau

Die Botschaft wird durch ein Demonstrationsobjekt vermittelt und mit einer Informationstafel vertieft. Für Interessierte liegen zu jedem Bereich Merkblätter und Broschüren auf. Erlebnis Boden wird parallel für die deutsch- und französischsprachige Schweiz realisiert.

#### „Erlebnis Boden“ wird vor Ort umgesetzt

„Erlebnis Boden“ ermöglicht Auftritte an nationalen Messen, regionalen Veranstaltungen und Einsätze in Gemeinden und Betrieben. Die Ausstellungsteile sind vielseitig anwendbar:

- Aktionen in Städten und Gemeinden
- Sonderschauen an regionalen Messen und Märkten, in Einkaufszentren oder Botanischen Gärten
- An Schulen für die Aus- und Weiterbildung

- In Gartenfachgeschäften und auf Landwirtschaftsbetrieben, z.B. an Tagen der offenen Tür

Begleitaktivitäten wie Führungen, Kurse und Bodenprobeaktionen erweitern die Ausstellung zu einer Aktion.

#### Die Aktion gibt dem Boden eine Stimme

- Sie informiert über den Boden als kostbares, schützenswertes und gefährdetes Gut
- zeigt konkret auf, wie im eigenen Umfeld Böden fruchtbar erhalten und Belastungen vermindert werden können
- stellt vor, was fortschrittliche Landwirte, Gärtner und Baufachleute zum Schutz des Bodens bereits unternehmen
- motiviert und unterstützt Gemeinden, Vereine, Schulen und Einzelbetriebe, eigene Aktionen zu lancieren

#### Verkauf und Ausleihe

Die Module stehen Kantonen, Städten und Institutionen ab Herbst 2000 zum Kauf bereit. Je nach Modul wird der Preis pro Modul bei Fr. 2'500.- bis 5'000.- liegen. Detaillierte Angaben zum Inhalt und zu den Kosten der Module liegen ab Juni 2000 vor.

Die Module werden mit Vorteil an regionalen, bzw. kantonalen Stellen gelagert. Von diesen Standorten wird das Ausstellungsmaterial Gemeinden, Vereinen und Akteuren für lokale Veranstaltungen ausgeliehen.

#### Piloteinsätze

Erste Ausstellungsteile von „Erlebnis Boden“ werden bereits im 2000 im Rahmen von Pilotprojekten gezeigt und getestet.

- Informa Rütli, Zollikofen  
1. Februar – 4. April 2000
- Sonderschau „Erlebnis Boden“ an der öga 2000, Koppigen  
28. – 30. Juni 2000
- Erlebnis Boden, eine Aktion der Gemeinde Ittigen  
15. Juni – 21. Oktober 2000
- Ausstellung im Raum Basel  
Oktober 2000
- Sonderschau an der Züspa, Zürich  
21. September – 1. Oktober 2000

Für den breiten Einsatz in der Deutsch- und Westschweiz stehen die Module ab Anfang 2001 bereit.

**„Erlebnis Boden“ ist breit abgestützt**

Zur bisherigen Trägerschaft gehören:

- Bundesamt für Umwelt Wald und Landschaft (BUWAL); Bundesamt für Landwirtschaft (BLW); Bundesamt für Gesundheit (BAG)
- Abteilung Umwelt und Landwirtschaft des Kantons Bern; Amt für Umwelt Kanton Thurgau (weitere kantonale Bodenschutzstellen sind zur Zeit für das Teilprojekt Bauen angefragt)
- Vereinigung Schweizerischer Stadtgärtnerinnen und Gartenbauämter (VSSG); Verband Schweizer Gärtnermeister (VSG); Verband Schweizer Baumschulen (VSB); Schweizerischer Baumeisterverband; Landwirtschaftlicher Informationsdienst (LID)

Viele Fachleute von Bodenfachstellen, Hochschulen, Gemeinden, Betrieben und Verbänden leisten in Projektgruppen wichtige Beiträge an die Entwicklung und Realisierung von Erlebnis Boden. Die breite Abstützung gewährleistet eine fachlich fundierte Ausstellung, die in einem breiten Umfeld Anwendung finden wird.

Der Schweizerische Bauernverband tritt im Rahmen der Image-Kampagne „Gut gibt's die Schweizer Bauern“ als Hauptsponsor auf.

**Information und Beratung**

Weitere Auskünfte über „Erlebnis Boden“, den Verkauf der Ausstellungs-Sets und die Informationsveranstaltungen sind bei der Projektleitung erhältlich. Auch Anregungen und Wünsche an „Erlebnis Boden“ sind sehr willkommen!

Martin Geilinger & Partner  
Reismühlestr. 13/1, 8409 Winterthur  
Tel. 052 214 04 80, Fax 052 214 04 81  
E-Mail: mgeilinger@access.ch

Büro naturnah, Hansjürg Hörler  
Hinterer Schermen 29, 3063 Ittigen  
Tel. 031 922 06 79, Fax 031 922 04 45  
E-Mail: hoerler@naturnah.ch



Abb. 6: Ausstellung von „Erlebnis Boden“ am Inforama Rütli (BE). Als Informationsträger dienen an Displays befestigte Stoffbahnen, die zusammen mit Demonstrationsobjekten die Ausstellung bilden.