

VBB-Bulletin Nr. 7 / August 2003

1. Jahresbericht der Präsidentin	1
2. Tätigkeiten der Projektgruppen.....	4
2.1. Öffentlichkeitsarbeit.....	4
2.2. Mikrobiologie.....	5
2.3. Mykorrhiza	5
2.4. Fauna	5
2.5. Langzeitbeobachtung	5
3. Ausgewählte Projekte der VBB	7
3.1. Kurzfristige und langfristige Auswirkungen von zwei Spritzfolgen im Kartoffelbau auf biologische Parameter der Bodenfrucht- barkeit.....	7
4. Forum	11
4.1. Sol Monde vivant.....	11
4.2. Kurzfristiges Regenerationsvermögen der Bodenmikroorganismen in Böden von Humusdeponien.....	13

1. Jahresbericht der Präsidentin

*Gaby von Rohr, Amt für Umwelt, Fachstelle
Bodenschutz, Solothurn*

Im Jahr 2002 wurde in den Projektgruppen der VBB vielfältige Arbeit geleistet. Die verschiedenen Aktivitäten konzentrierten sich dabei in erster Linie auf die Weiterführung begonnener Arbeiten und die Vertiefung bestehender Grundlagen.

Den Mitgliedern der Arbeitsgruppe VBB stehen relativ geringe personelle und finanzielle Mittel zur Verfügung. Die Organisationsform der VBB mit der Konzentration der konkreten Arbeiten in Projektgruppen und dem regelmässigen gemeinsamen Austausch in der Arbeitsgruppe hat sich aber unter diesen Voraussetzungen bewährt: acht Jahre konstante Arbeit im Bereich Vollzug Bodenbiologie zeugen davon.

Die Arbeitsgruppe VBB fand im Jahr 2002 zu zwei Arbeitssitzungen zusammen. Nebst der Diskussion der laufenden Arbeiten in den Projektgruppen und der allgemeinen Orientierung, wurden weitere Themen vorgestellt und erörtert. So wurde das Bodenkonzept des Bundesamtes für Landwirtschaft (s. VBB-Bulletin Nr. 6, Bericht 4.4) thematisiert und insbesondere die Stellung der Bodenbiologie innerhalb dieses Konzeptes besprochen. Die Weiterführung des vom BUWAL unterstützten und vom FiBL realisierten Projektes zur Erfassung der Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf die Bodenmikroorganismen wurde eingehend behandelt. Nach der ersten, abgeschlossenen Projektphase mit Modellversuchen (s. Bericht 3.1) wurde im Frühjahr 2002 mit einem dreijährigen Feldversuch begonnen. Weiter konnten sich die Mitglieder der Arbeitsgruppe VBB mit der interessanten Studie über die Auswirkungen unterschiedlicher landwirtschaftlicher Nutzungssysteme auf die Mykorrhizadiversität auseinandersetzen, die von Fritz Oehl, Universität Basel, vorgestellt wurde.

In den Projektgruppen wurden, wie bereits angetönt, begonnene Arbeiten weitergeführt oder vertieft.

Die Gruppe "Öffentlichkeitsarbeit" hat Grundlagen für die Erstellung einer

Wissensplattform (Projekt Knowledge Management) zur vereinfachten und vertieften Zusammenarbeit der Bodenschutzfachstellen des Bundes und der Kantone erarbeitet; die Plattform soll ab 2003 in Betrieb sein. Dieses neue Instrument ist in der öffentlichen Verwaltung eine Pionierarbeit, denn das Projekt wurde zu einem BUWAL-Pilotprojekt erkoren. Als Pendant zu "Boden 2000" konnte das Lehrmittel "LE SOL" in französischer Sprache veröffentlicht werden (s. Bericht 4.1).

In der Gruppe "Mikrobiologie" fanden weitere Diskussionen und Vorabklärungen über Methoden zur Erfassung der Populationsstruktur mikrobieller Gemeinschaften statt. Die Ergebnisse der bodenmikrobiologischen Vergleichsuntersuchungen zwischen biologischem und konventionellem Landbau konnten an zahlreichen Tagungen im In- und Ausland präsentiert werden.

Die Gruppe "Mykorrhiza" beschäftigte sich vor allem mit dem aufwändigen Ringversuch zur Überprüfung der im Referenzmethodenbuch publizierten Methode zur Bestimmung des Mykorrhizainfektionspotenzials.

Die Gruppe "Bodenfauna" nahm nach der Klärung der methodischen Fragen die Arbeiten für eine Lösung zur zentralen Archivierung von Daten über Regenwurmpopulationen in die Hand.

Die Gruppe "Langzeitbeobachtung" schliesslich befasste sich im Rahmen des FAL-Pilotprojektes LAZBO weiter mit spezifischen Fragen der Langzeitbeobachtung wie Probenahme, Archivierung, zeitliche und räumliche Variabilität. Daneben haben die Kantone erste Abklärungen unternommen für eine Zusammenarbeit und Ausnutzung möglicher Synergien der verschiedenen KABO's, vor allem auch was den Einbezug der Bodenbiologie betrifft.

Verschiedene, im vergangenen Jahr neu begonnene Projekte zeigen, dass der Arbeitsgruppe VBB und den Projektgruppen die Arbeit auch künftig nicht ausgehen wird. Die VBB ist weiterhin auf die Mitarbeit all derjenigen angewiesen, die sich für den Einsatz der Bodenbiologie im praktischen Vollzug interessieren; die

Projektgruppen stehen für neue Mitglieder immer offen.

Turnusgemäss gab ich auf Anfang 2003 den Vorsitz der VBB weiter an Guido Schmid vom Fachbereich Bodenschutz des Kantons St. Gallen. Ich möchte an dieser Stelle allen Mitgliedern der Arbeitsgruppe "Vollzug Bodenbiologie" für ihr Engagement für das "Stiefkind" Bodenbiologie danken.

Name und Arbeitsinhalt der Projektgruppe	Mitglieder	Kontaktperson
Öffentlichkeitsarbeit		
<ul style="list-style-type: none"> - Information und Sensibilisierung der Öffentlichkeit für den Bodenschutz - Erfahrungs- und Wissensaustausch 	R. Bono (BL) J. Burri (LU) C. Maurer-Troxler (BE) F. Okopnik (AG) B. Pokorni (NE) R. von Arx (BUWAL) G. von Rohr (SO) T. Wegelin (ZH)	Dr. Roland von Arx BUWAL CH-3003 Bern Tel. 031 322 93 37 roland.vonarx@buwal.admin.ch
Mikrobiologie		
<ul style="list-style-type: none"> - Erarbeiten und validieren von Probenahmestrategien (Wiese, Acker, Wald) - Auswahl, Standardisierung und Validierung von Methoden - Dokumentation der räumlichen und zeitlichen Variabilität - Pilotstudien zur Erfassung von konkreten Belastungen 	W. Heller (FAW) E. Laczko (Solvit) P. Mäder (FiBL) H.-R. Oberholzer (FAL)	Dr. Hans-Rudolf Oberholzer Reckenholzstrasse 191/211 CH-8046 Zürich Tel. 01 377 72 97 hansrudolf.oberholzer@fal.admin.ch
Mykorrhiza		
<ul style="list-style-type: none"> - Erarbeiten und validieren von Standardmethoden zur Beschreibung des Mykorrhiza-Zustandes von Böden 	S. Egli (WSL) U. Galli (Grenchen) J. Jansa (ETH) C. Maurer-Troxler (BE) P. Mäder (FiBL) B. Senn (WSL) V. Wiemken (Uni BS)	Dr. Simon Egli WSL Zürcherstrasse 111 CH-8903 Birmensdorf Tel. 01 739 22 71 simon.egli@wsl.ch
Fauna		
<ul style="list-style-type: none"> - Methoden zur Erfassung der Bodentiere evaluieren, standardisieren und in Fallstudien testen 	S. Keller (FAL) C. Maurer-Troxler (BE) L. Pfiffner (FiBL)	Dr. Claudia Maurer-Troxler Abteilung Umwelt und Landwirtschaft, Rütli CH-3052 Zollikofen Tel. 031 910 53 33 claudia.maurer@vol.be.ch
Langzeitbeobachtung		
<ul style="list-style-type: none"> - Koordination von bodenbiologischen Untersuchungen in KABO's - Pilotuntersuchungen zur Langzeitbeobachtung (Zusammenarbeit mit FAL-Projekt) 	H. Brunner (FAL) J. Burri (LU) A. Fehlmann (SO) U. Gasser (ZH) C. Maurer-Troxler (BE) H.-R. Oberholzer (FAL) F. Okopnik (AG) G. Schmid (SG) P. Schwab (FAL)	Françoise Okopnik Abteilung für Umwelt Sektion Grundwasser und Boden Entfelderstrasse 22 5001 Aarau Tel. 062 838 34 08 francoise.okopnik@ag.ch

2. Tätigkeiten der Projektgruppen

2.1. Projektgruppe Öffentlichkeitsarbeit

Roland von Arx, BUWAL

Die Projektgruppe hat sich intensiv mit der Frage beschäftigt, wie der Wissensaustausch ("Knowledge Management") zwischen den Bodenschutzfachstellen der Kantone und des Bundes verbessert werden kann (siehe Ausgewählte Projekte, [VBB-Bulletin Nr. 6](#)). Das Ergebnis ist eine Wissensplattform mit einer Infothek, einem Expertenverzeichnis, einem Eventkalender, einem Diskussionsforum, einem Teamraum und einer Linksammlung, die den Bodenschutzfachstellen seit Frühjahr 2003 auf dem Internet zur Verfügung steht. Die Kantone und das BUWAL wollen nun mit diesem neuen Hilfsmittel Erfahrungen sammeln und dieses optimieren. Die Plattform soll später auch anderen Umweltschutzfachstellen und Forschungsinstitutionen zur Verfügung stehen.

Verschiedene kantonale Bodenschutzfachstellen, das BUWAL und das BLW finanzieren 2003 eine Pilotphase des Projekts „Von Bauern – für Bauern“ von Patricia Fry. Dieses baut auf der Erfahrung von Bäuerinnen und Bauern auf, die ihre Betriebe nach der "Guten landwirtschaftlichen Praxis (GAP)" bewirtschaften. Es will mit geeigneten Entscheidungshilfen und Strategien die GAP in bäuerlichen Netzwerken vermitteln. Im Zentrum steht die Erhaltung und Wiederherstellung einer stabilen Bodenstruktur. Die Umsetzung berücksichtigt die unterschiedliche Organisation der landwirtschaftlichen Beratung in den Kantonen und erfolgt in enger Zusammenarbeit mit den zuständigen Fachstellen. Anhand eines Zwischenberichts wird im Herbst 2003 über die weiteren Projektphasen entschieden. Voraussetzung für eine Weiterführung ist, dass das Projekt von der Landwirtschaft wesentlich mit getragen wird.

Die Landwirtschaftliche Lehrmittelzentrale (LmZ) hat das Lehrmittel „Ökologie“ für Landwirtschaftliche Schulen vollständig überarbeitet und mit Unterstützung des BUWAL neu herausgegeben. Verlag: LmZ, Zollikofen (Fax: 031 911 49 52, Email: lmz@pop.agri.ch, <http://surf.agri.ch/lmz>).

Der Schweizerische Familiengärtner-Verband (www.familiengaertner.ch) sensibilisiert seine Mitglieder mit einer neuen Broschüre für den naturnahen Gartenbau. Die Broschüre löst den "Gartentip" ab. Das BUWAL und die Bodenschutzfachstelle des Kt. AG haben diese mit einem finanziellen Beitrag unterstützt.

Die Internetseite www.regenwurm.ch ist mit ca. 50-60 Besucher pro Tag gut nachgefragt. Zwei von Tamara Zimmermann erarbeitete Unterrichtseinheiten werden gegenwärtig von Lehrkräften auf ihre Praxistauglichkeit getestet und sollten die Internetseite demnächst ergänzen. Ein Ausbau mit weiteren Unterrichtseinheiten, häufig gestellten Fragen (FAQ) u.a. könnte die Attraktivität der Seite noch steigern und wird geprüft.

Neben den vielen Aktivitäten der kantonalen Bodenschutzfachstellen (www.bodenschweiz.ch) ist die zweijährige Kampagne zum Thema Boden der Zentralschweizer Umweltschutzdirektionen (UR, SZ, NW, OW, LU, ZG) erwähnenswert. Realisiert wird diese 2003/04 unter der Federführung der Kantone [Luzern](#) und [Zug](#). Die Basis bildet die Ausstellung Erlebnis Boden, die je nach Veranstaltung mit weiteren Elementen angereichert wird. Die kantonalen Bodenschutzfachstellen engagieren sich schwerpunktmässig an Fachveranstaltungen und Messen zu den Themen Landwirtschaft und Bauwirtschaft. Die Aktionen für die breite Öffentlichkeit werden vom "ökomobil" (Umweltberatung Luzern) betreut. Die Kampagne startete am 6. März 2003 mit der Sonderausstellung Bodenschutz beim Bauen an der Baumaschinenmesse in Luzern.

Weiterhin aktuell und im Angebot sind die Unterrichtsmappe "Boden - erleben - erforschen - entdecken" (www.comenius-verlag.ch), die französischsprachige Broschüre "Le sol" mit den entsprechenden Arbeitsblättern (www.cip-tramelan.ch), die Ausstellung "Erlebnis Boden" (www.erlebnisboden.ch) sowie der "GartenLehrpfad" und die Merkblätter zur Aktion "Gesunde Gärten - Gesunde Umwelt" (www.umweltschweiz.ch, siehe auch [VBB-Bulletin Nr. 6](#)).

2.2. Projektgruppe Mikrobiologie

Hans-Rudolf Oberholzer, FAL

In der Projektgruppe Mikrobiologie wurden zahlreiche Forschungsprojekte koordiniert. Ein Schwerpunkt bildete die Diskussion über Methoden zur Erfassung der mikrobiellen Diversität im Boden.

2.3. Projektgruppe Mykorrhiza

Simon Egli, WSL

Die Referenzmethode zur Bestimmung des Mykorrhiza-Infektionspotentials in Landwirtschaftsböden wurde in der Projektgruppe mit Einbezug aller am Ringversuch Beteiligten nochmals eingehend diskutiert. Die dabei gesammelten Erfahrungen wurden dahingehend ausgewertet, die Methode weiter zu vereinfachen. Unser Ziel ist es, die Methode benutzerfreundlicher zu machen und damit den Anreiz zu erhöhen, sie in der Praxis anzuwenden. Wir sind überzeugt, dass die Methode für die biologische Bewertung eines Bodens eine wichtige funktionelle Aussagekraft hat.

Eine überarbeitete Version der Methode soll bis zum nächsten Versand der Änderungen der Referenzmethoden anfangs 2004 fertiggestellt sein. Zusätzlich wird im laufenden Jahr an einer Zusatzdokumentation gearbeitet, welche die Benutzung der Methode auch durch Nicht-Mykorrhizaspezialisten ermöglichen soll. Sie wird eine fotografische Zusammenstellung von typischen und "falschen" Mykorrhizastrukturen enthalten, sowie ein bereits ausgewertetes Referenzobjekt, anhand welchem der zukünftige Benutzer der Methode seine Beurteilung "eichen" kann.

2.4. Projektgruppe Fauna

Claudia Maurer-Troxler, Abteilung Umwelt und Landwirtschaft, Kt. Bern

Die Methodenbeschreibung zur Erhebung der Regenwurmpopulationen ist im Referenzmethodenhandbuch der Eidgenössischen Forschungsanstalten publiziert. Damit können zukünftig vergleichbare Daten erhoben werden – die Voraussetzung für die gemeinsame Auswertung.

Der nächste Arbeitsschwerpunkt ist die zentrale Archivierung solcher Daten. Das Centre Suisse de Carthographie de la Faune (CSCF) in Neuenburg ist an diesen Daten interessiert. Sicher wären damit klassische zoogeografische Auswertungen möglich (Verbreitungskarten).

In einem ersten Schritt werden die Daten bei den verschiedenen Erhebungsstellen zusammengesucht, gesichtet und in die nötige Ablageform gebracht werden müssen. Danach sind allgemeine und spezifische Auswertungen möglich.

2.5. Projektgruppe Langzeitbeobachtung

Guido Schmid, Amt für Umweltschutz, Fachbereich Bodenschutz, St.Gallen
Peter Schwab, Projektleitung LAZBO, TP14.2 (NABO) FAL

Die FAL führte 2002 die Pilotuntersuchungen der Eignungsprüfung von Methoden zur Bestimmung physikalischer und biologischer Bodeneigenschaften in der Langzeitbeobachtung weiter. Nach dem Abschluss der Erhebungen und Bestimmungen im 2003 werden die Ergebnisse Mitte 2004 in einem Schlussbericht publiziert.

Eine Fortsetzung der Untersuchungen "Langzeitbeobachtung Bodenbiologie und Bodenphysik" ist von der FAL-Projektleitung LAZBO im Arbeitsprogramm 2004-07 geplant. Diese Untersuchungen sollen die Ergebnisse der Pilotuntersuchungen in einer Testphase bestätigen (Verlängerung der Zeitreihe – Validierung über die Zeit).

Bodenbiologie

Im Jahr 2002 wurden wiederum sechs Standorte (drei Äcker, drei Grasland) gemäss LAZBO-Konzept beprobt. Bestimmt wurden die mikrobielle Biomasse, die Basalatmung und die N-Mineralisierung. Die letzte Beprobung im Rahmen dieses Projekts fand im Frühjahr 2003 statt.

Die ersten Resultate der Erhebungen 2001 bestätigen eine gute Standortpräzision, d.h. die vierfachen Proben weisen in der Regel einen Variationskoeffizienten unter 10% auf. Während der Dauer der Pilotuntersuchungen (2001-03)

werden weitere wichtige Voraussetzungen für die Methodeneignung in der Langzeitbeobachtung untersucht (Referenzstabilität der Proben und Messsysteme, Methodensensitivität, zeitlicher Auflösungsgrad und Effektivität). Erst nach Abschluss der Pilotuntersuchungen können, bezogen auf die Methodeneignung für Langzeitbeobachtung, erste Aussagen gemacht werden. Der Schlussbericht wird auf Mitte 2004 erstellt. Der Einbezug der Bodenbiologie in das NABO-Programm wird auf Grund der Ergebnisse der Pilotuntersuchungen und der Testphase entschieden bzw. geplant.

Bodenphysik

Im Jahr 2002 wurden neben den jährlichen Erhebungen an zwei Ackerbaustandorten Wiederholungsbestimmungen von zwei Methoden im Jahresverlauf durchgeführt. Vier aufwändige und teure Parameterbestimmungen (Desorptionsverhalten, Luftpermeabilität, Lagerungsdichte, Vorverdichtung) sowie zwei vermutlich "kostengünstigere" Verfahren (Gefügebeurteilung, Dynamischer Eindringwiderstand) werden für die Eignung in der Langzeitbeobachtung untersucht. Für bodenphysikalische Methoden müssen die zusätzlichen Validierungskriterien "raumbezogene Stichprobenunsicherheiten" (Probenahmeplan) abgeklärt werden. Die Resultate der Erstbeprobung zeigten meist befriedigende Variationskoeffizienten der Replikationen von Stichproben.

Langzeitbeobachtung NABO-KABO

Der VBB Projektgruppe Langzeitbeobachtung gehören neben Mitarbeitern der FAL zur Zeit Vertreter und Vertreterinnen der Kantone AG, BE, GR, SG, SO und ZH an. Der Einbezug von bodenbiologischen und bodenphysikalischen Methoden in die KABO's ist ein Arbeitsschwerpunkt dieser Gruppe. Für eine erfolgreiche Aufnahme neuer Methoden in die KABO's sind die Kantone darauf angewiesen, dass das NABO die Vorreiterrolle wahrnimmt. Ob das NABO Messungen zur zeitlichen Veränderung von physikalischen und biologischen Eigenschaften an den Referenzstandorten ins Untersuchungsprogramm aufnehmen wird, kann

jedoch erst nach Abschluss der Pilot- und Testphase entschieden werden.

Neu wird in der Projektgruppe auch eine allgemeine Zusammenarbeit bei den KABO's diskutiert (gemeinsame Standorte, Schwerpunktbildung in den einzelnen KABO's etc.). Dies drängt sich vor allem wegen der Ausnutzung allfälliger Synergien und der Möglichkeit von Kosteneinsparungen auf.

3. Ausgewählte Projekte der VBB

3.1. Kurzfristige und langfristige Auswirkungen von zwei Spritzfolgen im Kartoffelbau auf biologische Parameter der Bodenfruchtbarkeit

Andreas Fließsbach, Sascha Buchleither,
Stefan Peng, Paul Mäder
Forschungsinstitut für biologischen Landbau,
Ackerstrasse, 5070 Frick

Einleitung

Die Toxizität eines Pflanzenschutzmittels (PSM) wird anhand von Untersuchungen der Herstellerfirmen ermittelt und beruht in der Regel auf der Wirkung eines einzelnen Wirkstoffes oder Produktes auf einen definierten Indikator-Organismus. In der landwirtschaftlichen Praxis werden die Wirkstoffe jedoch häufig in Kombination mit anderen Mitteln oder in rascher Abfolge ausgebracht. Zu den kumulativen Wirkungen von Pestiziden, wie sie in einer Kultur angewendet werden, gibt es bislang nur vereinzelte Untersuchungen (Bromilov et al. 1996; Moorman, 1989; Nicholson und Hirsch, 1998; Schuster und Schröder, 1990).

Der Einsatz von PSM in der Landwirtschaft unterliegt in vielen Ländern Einschränkungen, und über Subventionen bestehen Anreize, den PSM-Einsatz zu verringern. In der Integrierten Landwirtschaft ist er durch Prognosemodelle und über die Produktwahl limitiert. In einzelnen Kulturen ist die Intensität des PSM-Einsatzes trotzdem relativ hoch. Unter den Kulturen des Ackerbaus ist der Anbau der Kartoffel besonders pflanzenschutzintensiv, da diese Kultur regelmässig von vielen verschiedenen Schadern – besonders aber der Kraut und Knollenfäule (*Phytophthora infestans*) – befallen wird, die zu starken ökonomischen Einbussen führen können. Qualitativ hochwertige Kartoffeln sind aber Voraussetzung für den Absatz, weshalb dem Landwirt ein hoher Einsatz an Produktionsmitteln gerechtfertigt erscheint.

In diesem Bericht stellen wir Ergebnisse aus einem Modellversuch über die kurz- und langfri-

stigen Auswirkungen von PSM in der Kartoffelkultur auf die Bodenmikroorganismen dar.

Material und Methoden

Ackerboden von einem seit 1994 biologisch wirtschaftenden Betrieb wurde homogenisiert und in 15 Plastikcontainer (35*25*26 cm Länge*Breite*Höhe) gefüllt, so dass er nach vorsichtiger Verdichtung eine Schichtdicke von 20 cm über einer unten in das Gefäss gelegten Drainagematte aufwies. Jeder Container wurde mit einer vorgekeimten Kartoffel der Sorte Appell bepflanzt. Die Container wurden dann in der Klimakammer bei 20 °C und einer Lichtintensität von 35 mol Photonen s⁻¹ m⁻² bei einem 16/8 h Tag/Nachtrhythmus belassen. In regelmässigen Abständen wurde bewässert und das aufkommende Unkraut wurde von Hand entfernt. Die Spritzungen erfolgten so, dass die gesamte Wirkstoffmenge auf den Boden gelangte, nur bei der abschliessenden Krautvernichtung spritzten wir 50% auf den Boden und 50% auf das Blatt der Kartoffelstauden. Die beiden Verfahren mit PSM wurden - wie in der Landwirtschaft üblich - mit einem Voraufbau-Herbizid, acht Fungizidspritzungen und abschliessend mit Basta (Wirkstoff: Glufosinat) bzw. Super Kabrol (Wirkstoff: Dinoseb) (inzwischen auch auf dem Schweizer Markt nicht mehr erhältlich) zur Krautvernichtung behandelt. Die Kontrolle erhielt jeweils nur Wasser und zum Schluss wurde hier das Kraut von Hand entfernt. 21 und 135 Tage nach der letzten Spritzung wurden die Container aus 0-10 und 10-20 cm Tiefe beprobt. In den Proben wurden die folgenden biologischen Parameter gemessen: mikrobielle Biomasse (C_{mic}, N_{mic}), Basalatmung, Dehydrogenaseaktivität, Substratnutzungsdiversität (Biolog®), Keimzahl von Bakterien, Algen und Cyanobakterien.

Resultate und Diskussion

Die bodenmikrobiologischen Parameter reagierten auf die kumulierten Pflanzenschutzmittel (PSM) in drastischer Weise. Dies war erkennbar am Vergleich der jeweiligen Parameter in den PSM-Varianten mit denen der unbehandelten Kontrolle (Abb. 1).

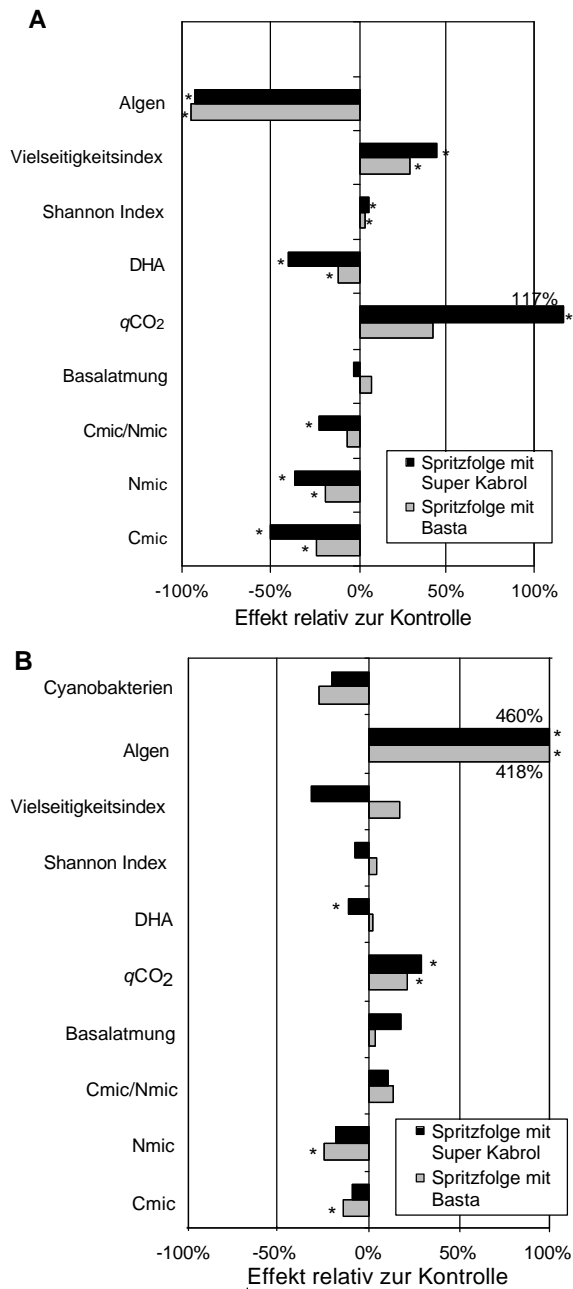


Abb. 1: Kurzfristige (A) und langfristige Auswirkungen (B) der Spritzfolgen auf bodenmikrobiologische Parameter im Oberboden. Negative Werte zeigen eine Reduktion im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle an. (* signifikant $p < 0.05$)

Die mikrobielle Biomasse des Oberbodens (0-10 cm) war in der mit Super Kabrol behandelten Variante 21 Tage nach der letzten Spritzung um 50% geringer als in der Kontrolle, in der mit Basta behandelten Variante um 24%. Auch 135 Tage nach der letzten Spritzung war in dieser Variante die mikrobielle Biomasse noch signifikant um 14% reduziert. Die Basalatmung

reagierte auf die Pestizide kaum, wegen der reduzierten Biomasse wirkte sich dies aber stark auf den metabolischen Quotienten (qCO_2) aus. Die Dehydrogenaseaktivität wurde durch die Spritzfolgen ebenfalls stark verringert und zwar um 40% in der Super Kabrol und um 11% in der Basta Variante (Abb. 1).

Ein Anzeichen dafür, dass sich die Zusammensetzung der mikrobiellen Gemeinschaft verändert hat, ist die Veränderung des C_{mic}/N_{mic} -Verhältnisses. Wir konnten dieses Resultat bestätigen mit den Diversitätsindizes aus den Substratnutzungstests. Sowohl der Shannon Index wie auch der Vielseitigkeitsindex waren signifikant verändert, und zwar wiesen die PSM-behandelten Varianten eine grössere Vielfalt auf (Tab. 1). Die Substratnutzungsmuster der oberen Bodenschicht differenzierten kurzfristig und langfristig sehr deutlich. Die Böden der unteren Bodenschicht ordneten sich nah denen des Kontrollbodens der oberen Bodenschicht ein, was ein weiteres Indiz dafür ist, dass die Pestizide einen direkten Effekt auf die Substratnutzung ausgeübt haben (Abb. 2). Dieser Effekt scheint eine Diversifizierung des Substratnutzungsmusters mit sich gebracht zu haben, was sich einerseits durch einen möglichen toxischen Effekt erklären lässt, andererseits aber auch durch die neuen mikrobiellen Eigenschaften, die für den Abbau der Pestizide verantwortlich sind. Pestizidnebenwirkungen auf die Diversität der Organismen sind noch nicht Teil von Zulassungsprüfungen, aber in Verbindung mit anderen Parametern liessen sich so ökologische Verknüpfungen zwischen Vielfalt und Funktion erklären (Johnsen et al. 2001).

Die Auswirkungen der Spritzfolge, die als letztes Pestizid Super Kabrol (Wirkstoff: Dinoseb) enthielt, waren deutlich höher als die Auswirkungen der Spritzfolge mit Basta (Wirkstoff: Glufosinat). Die Auswirkungen der PSM auf die Parameter der Bodenfruchtbarkeit waren in der oberen Bodenschicht grösser als in der unteren und die kurzfristigen Effekte waren meistens grösser als die langfristigen.

Tab. 1: Signifikanzniveaus (Wahrscheinlichkeit > F) für Einzeleffekte in der mehrfaktoriellen Varianzanalyse. Fettgedruckte Werte zeigen signifikante ($p < 0.05$) Effekte.

Varianzursache	C_{mic}	CO ₂ 0-48h	CO ₂ 48-120h	N_{mic}	C_{mic}/N_{mic}	qCO_2	DHA	Versa- tilität	Shannon Index	SAS	MPN Algen
Verfahren	<.0001	0.5540	0.8858	<.0001	0.3945	0.0612	<.0001	0.0167	0.1286	0.4161	0.6514
Termin	0.1489	<.0001	0.3510	<.0001	<.0001	0.4333	<.0001	<.0001	0.1480	0.0002	0.0011
Tiefe	0.0390	0.0006	0.0017	0.0768	<.0001	0.0628	0.7059	0.0019	0.8479	n.d.	<.0001
Verfahren*Termin	<.0001	0.7596	0.8548	0.0012	0.0297	0.1222	0.0364	0.0092	0.1104	0.1539	0.0008

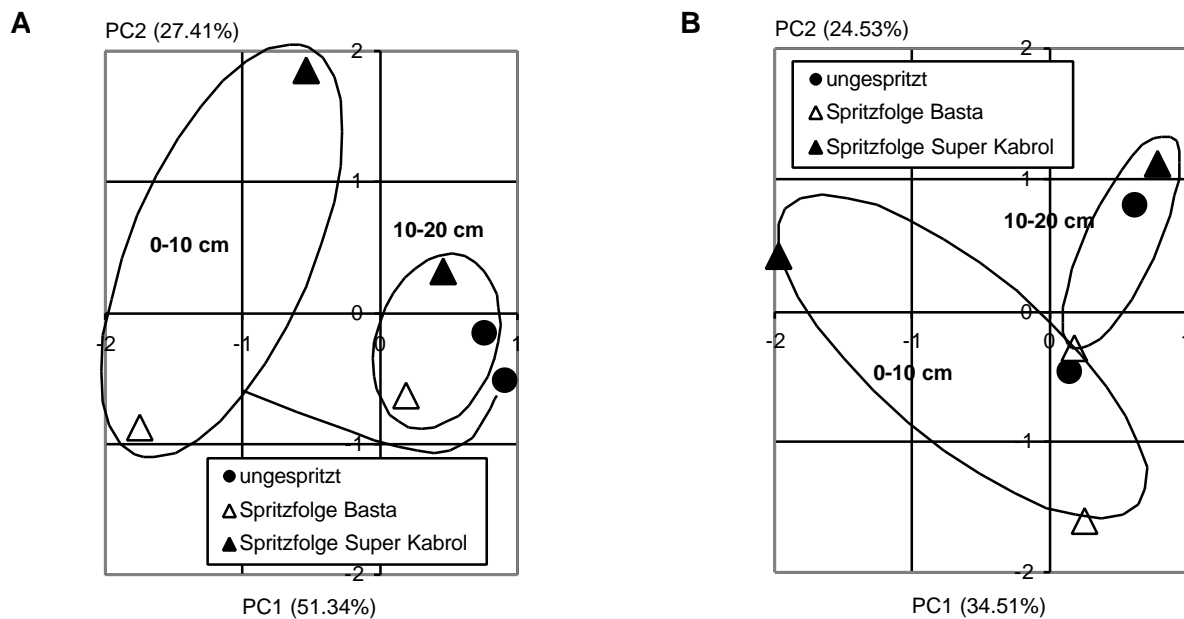


Abb. 2: Kurz- (A) und langfristige Auswirkungen (B) der Spritzfolgen auf die Substratnutzungsmuster im Ober- und Unterboden.

Bemerkenswerte Unterschiede waren bei der Anzahl photoautotropher Bodenorganismen zu verzeichnen. Kurzfristig trat eine deutliche Reduktion der Keimzahl von Bodenalgien auf, die auch mit bloßem Auge an der Bodenoberfläche erkennbar war. Langfristig jedoch wurde eine starke Förderung der Bodenalgien gemessen. Die Bodenoberfläche des Kontrollbodens war zu diesem Zeitpunkt nahezu frei von Algen, aber mit Moosen und Farnen bedeckt. Ausserdem konnte eine grosse Anzahl von schwarz gefärbten Collembolen an der Bodenoberfläche des Kontrollbodens ausgemacht werden. Für die Erklärung dieses Phänomens müssen wir die

Sukzession der Organismen an der Bodenoberfläche berücksichtigen. Wahrscheinlich ist der Algenbewuchs des Kontrollbodens Nahrung für die Collembolen gewesen und in der Folge konnten sich andere Organismen entwickeln. Die Pestizidböden hingegen waren noch in der Phase der Wiederbesiedlung des Bodens durch die Algen und hatten zum zweiten Probenahmezeitpunkt daher wahrscheinlich eine erheblich höhere Algenkeimzahl als die der Kontrolle.

Schlussfolgerungen

Die verabreichten Pestizide übten einen signifikanten Einfluss auf die mikrobielle Biomasse, Aktivität und Diversität aus (Tab. 1). Die kurzfristigen Auswirkungen der Kartoffelspritzfolge waren bei fast allen erhobenen bodenbiologischen Parametern signifikant. Das in der Schweiz bis 2001 unter den zwanzig meist angewendeten Wirkstoffen, aber inzwischen vom Markt gezogene, PSM Dinoseb hatte eine erheblich stärkere Nebenwirkung auf die Bodenlebewesen. Die meisten Parameter erholten sich weitgehend bis zur zweiten Probenahme (135 Tage nach der letzten Spritzung) mit Ausnahme der Substratnutzungsmuster und der Algenpopulation, die im Rahmen von sukzessionalen Effekten Unterschiede zwischen den Verfahren anzeigten. Die hier vorgestellten Ergebnisse beruhen auf Modellversuchen. Es stellt sich die Frage, welche Effekte die PSM im Feld haben. Um diese Frage zu beantworten, wurde 2002 ein Feldversuch angelegt, in welchem die Wirkung von PSM auf die Bodenlebewesen in einer Fruchtfolge untersucht werden.

Literatur

- Bromilow R H, Evans A A, Nicholls P H, Todd A D and Briggs G G 1996 The effect on soil fertility of repeated applications of pesticides over 20 years. *Pesticide Science* 48, 63-72.
- European Commission 2000 Plant protection in the EU - Consumption of plant protection products in the European Union - Data 1992 - 1996. pp 232. Office des publications officielles des Communautés européennes, Luxembourg.
- Johnson K, Jacobsen C S, Torsvik V and Sørensen J 2001 Pesticide effects on bacterial diversity in agricultural soils - a review. *Biology and Fertility of Soils* 33, 443-453.
- Moorman T B 1989 A review of pesticide effects on microorganisms and microbial processes related to soil fertility. *Journal of Production Agriculture* 2, 14-23.
- Nicholson P S and Hirsch P R 1998 The effects of pesticides on the diversity of culturable soil bacteria. *Journal of Applied Microbiology* 84, 551-558.
- Schuster E and Schröder D 1990 Side-effects of sequentially- and simultaneously-applied pesticides on non-target soil microorganisms: laboratory experiments. *Soil Biology and Biochemistry* 22, 375-383.
- Schweizerische Gesellschaft der Chemischen Industrie 2002 Pflanzenbehandlungsmittel-Markt 1988-2001. Statistik für die Schweiz und das Fürstentum Liechtenstein.

4. Forum

4.1. Sol Monde vivant

Prof. J.M. Gobat, Laboratoire d'écologie végétale et phytosociologie. Institut de Botanique, Université de Neuchâtel, Rue Emile-Argand 11, CH-2007 Neuchâtel

"LE SOL" : Lehrmittel "Boden"

Die FEE hat im Auftrag der Sektion Boden und allgemeine Biologie des BUWAL die Ausarbeitung eines Lehrmittels für die obligatorischen Schulen zum Thema Boden koordiniert. Das Lehrmittel setzt sich zusammen aus:

1. [Der Broschüre "LE SOL"](#), Gobat, J.-M. et al., 40 S., CIP Editions, 2001. CHF 18.-
2. [Dem Ordner "LE SOL" mit Arbeitsblättern](#), Béguin, D., 100 S., CIP Editions, 2002. CHF 62.-
3. [Dem Bodenkoffer "Terre à Terre"](#), Les Cerlatez - FEE, 2 teilig, Ed. Les Cerlatez, 2002, CHF 1700.-

Broschüre "LE SOL"

Ein so komplexes Thema wie der Boden muss attraktiv und stufengerecht vermittelt werden, damit es auf Interesse stösst. Mit vielen Zeichnungen sowie schwarz-weißen und farbigen Abbildungen zeigen die Autoren auf verständliche Art und Weise wie ein Boden entsteht und sich entwickelt. Sie erklären seine Funktionen und Bewohner und weisen schliesslich auf die Risiken und Gefahren hin, denen Böden ausgesetzt sind (Abb. 3).

Die Broschüre richtet sich an Lehrkräfte, Schülerinnen und Schüler, aber auch an Berufsleute und Lehrlinge der "grünen" Berufe, an Gemeinden sowie Freizeitgestalter von Erwachsenen und Kindern. Sie sensibilisiert für die Welt des Bodens, vermittelt die wesentlichen Grundkenntnisse und verweist auf viele Informationsquellen.



Abb. 3: Titelblatt der Broschüre "LE SOL"

Ordner mit Arbeitsblättern "LE SOL"

Der Ordner enthält 47 Arbeitsblätter im A4-Format zum Thema Boden, eine Literaturliste und ein Glossar. Er richtet sich an alle Personen, Lehrkräfte oder Animatoren, ohne dass er spezielle Fachkenntnisse voraussetzt. Der Ordner ermöglicht eine einfache und aktive Einarbeitung in das Thema und die Entdeckung des Lebensraums Boden und seiner Bewohner, seiner Nutzungen, seiner Eigenschaften usw. Er fördert und erleichtert die Öffnung des Unterrichts von den Naturwissenschaften zur Geografie über die Literatur zu den 5 Sinnen und verhilft die Beobachtungsgabe zu entwickeln.

Für die im Ordner beschriebenen Arbeiten eignen sich die Hilfsmittel des Bodenkoffers "Terre à Terre", herausgegeben von Les Cerlatez. Zudem ist der Ordner eine ideale Ergänzung zur Broschüre "LE SOL", die im September 2001 bei CIP Editions erschienen ist.

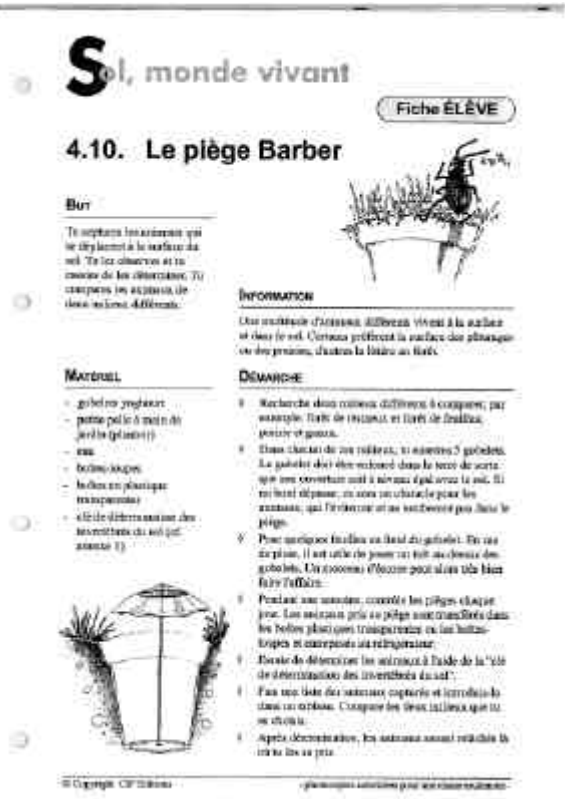


Abb. 4: Beispiel einer Arbeitsblattseite für Schüler aus "LE SOL"

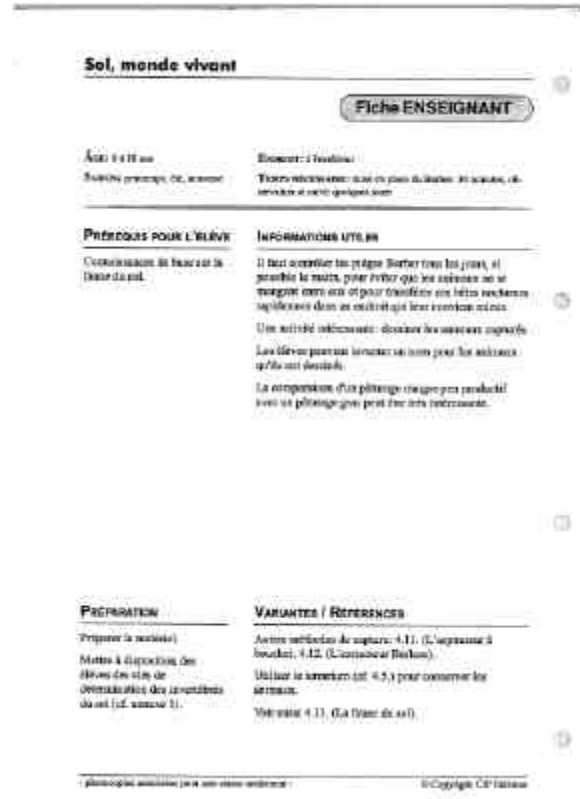


Abb. 5: Beispiel einer Arbeitsblattseite für Lehrer aus "LE SOL".

Bei gleichzeitiger Bestellung des Ordners mit Arbeitsblättern (CHF 62.-) und der Broschüre (CHF 18.-), reduziert sich der Preis auf CHF 66.- anstatt CHF 80.-. Zusätzlicher Rabatt ab 5 Exemplaren: Kostenlose Zustellung.

Bezugsquelle: CIP Editions, Les Lovières 13, CH-2720 Tramelan, Tel. ++41 32/486 06 06 www.educ-envir.ch/fr/sol

Bodenkoffer "Terre à Terre"

Der Bodenkoffer besteht aus zwei Teilen. Der erste enthält das Material für die im Ordner "LE SOL" von CIP Editions vorgeschlagenen Arbeiten. Das Material ist einfach und ohne spezielle Kenntnisse für die verschiedenen Beobachtungen und Untersuchungen verwendbar. Es ermöglicht und hilft den Boden mit seinen verschiedenen Aspekten und Strukturen, seine Bewohner, Funktionen und Bedeutung usw. zu erleben.

Der zweite Teil des Koffers enthält eine einmalige Sammlung künstlich fixierter Bodenprofile aus dem Jura, dem Mittelland und den Alpen der Schweiz. Die 6 Profile zeigen wie verschieden Strukturen und Farben der Böden sein können. Sie veranschaulichen sehr schön die Vielfalt der Böden, die leider oft nur unter dem einseitigen Aspekt des Standortes für die menschlichen Aktivitäten betrachtet werden.

Bezugsquelle: Centre Nature Les Cerlatez, cp 212, 2350 Saignelégier, ++41 32/951 11 23, centrenat.cerlatez@bluewin.ch; Preis: CHF 1700.-

4.2. Kurzfristiges Regenerationsvermögen der Bodenmikroorganismen in Böden von Humusdeponien

Monika Wysser, Hans-Rudolf Oberholzer und Franco Widmer, Eidg. Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau (FAL), CH-8046 Zürich

Auf Baustellen wird Boden meist gelagert, damit er nach dem Abschluss der Bauarbeiten zur Umgebungsgestaltung (Rekultivierung) wiederverwendet werden kann. Bei Grossbaustellen sind das grosse Mengen Boden, die während mehrerer Jahre zwischengelagert werden müssen. Der Umgang mit ausgehobenem Boden ist in der VBBo und mehreren Richtlinien geregelt. Damit soll sichergestellt werden, dass die Funktionen des Bodens während der Lagerung nicht beeinträchtigt werden. Worauf bei der Schüttung von Humusdepots zu achten ist, wird unter anderem in der Richtlinie "Umgang mit Boden bei Bauvorhaben" von der Fachstelle für Boden des Kantons Zürich beschrieben. So wird darin für Oberbodendepots eine maximale Schütthöhe von 1.5 bis 2 Metern verlangt, damit der Wasser- und Lufthaushalt und damit die biologische Aktivität des Bodens möglichst wenig verändert wird.

Im April 2002 haben vier Umweltingenieurstudenten im Rahmen eines Vertiefungsblockes des Institutes für terrestrische Ökologie (ItÖ) der ETH Zürich unter anderem den Gehalt an Sauerstoff und Kohlendioxid in der Bodenluft einiger Humusdepots in verschiedenen Tiefen gemessen. Sie wurden betreut durch Herrn Bernhard Buchter und unterstützt von der Gruppe Bodenbiologie der FAL. Dabei wurde festgestellt, dass die Bodenluft in zwei Metern Tiefe häufig kaum noch Sauerstoff (1 – 5%) aber dafür bis zu 30% Kohlendioxid aufweist.

Basierend auf diesen Ergebnissen ging es in der vorliegenden Arbeit darum, die Auswirkungen der tiefen Sauerstoff- bzw. hohen Kohlendioxid-Konzentrationen auf die biologischen Funktionen des Bodens zu bestimmen und das kurzfristige Regenerationspotential der Bodenmikroorganismen zu untersuchen.

Für die Untersuchungen wurden in zwei Humusdepots (S1 und S2), bestehend aus Oberbodenmaterial, Proben aus den Tiefen 0 – 10 cm, 80 – 100 cm und 180 – 200 cm entnommen, anschliessend bei 4 °C bis zur Siebfähigkeit vortrocknet und zur Homogenisierung auf 2 mm gesiebt.

Die aufbereiteten Böden wurden in Schalen bei einer Schütthöhe von ca. 5 cm bei 22 °C unter aeroben Bedingungen inkubiert. Bei Versuchstart sowie nach einer Inkubationsdauer von zwei, vier und acht Wochen wurden folgende Bestimmungen durchgeführt: mikrobielle Biomasse (FE-Methode), Bodenatmung, Nitrifikationsleistung, Wachstumstest mit Mungbohnen und DNA-Fingerprints (T-RFLP).

Ergebnisse und Diskussion

Die Böden der obersten Schicht weisen wesentlich mehr **Biomasse-Kohlenstoff und -Stickstoff** auf als die Böden aus der mittleren und unteren Schicht (Abb. 6). Dabei ist der Unterschied beim Stickstoff grösser als beim Kohlenstoff, d.h. die Biomasse in 0 – 10 cm Tiefe weist gegenüber tieferen Schichten ein engeres C/N-Verhältnis auf. Im Verlauf der aeroben Inkubation nimmt die mikrobielle Biomasse in allen Böden leicht ab – die Inkubation führt noch nicht zu einer Angleichung dieser mikrobiologischen Eigenschaft der Böden aus den verschiedenen Tiefen des Zwischenlagers.

Die **Bodenatmung** ist bei Beginn in den Böden der unteren Schichten höher als in denjenigen der obersten Schicht. In allen Böden nimmt sie in den ersten 14 Tagen stark und dann bis zum 56. Tag weniger stark und gleichmässig ab. Der aus der Bodenatmung und der mikrobiellen Biomasse berechnete metabolische Quotient nimmt folglich ebenfalls im Verlauf der Inkubation ab. Zu Beginn der Inkubation ist er in den Böden der tiefen Schichten grösser als zwei, was eine geschädigte Mikroflora anzeigt. Bereits nach 14 Tagen ist er in allen Böden tiefer als 2 und der Unterschied zwischen den Böden aus den verschiedenen Bodenschichten verringert sich.

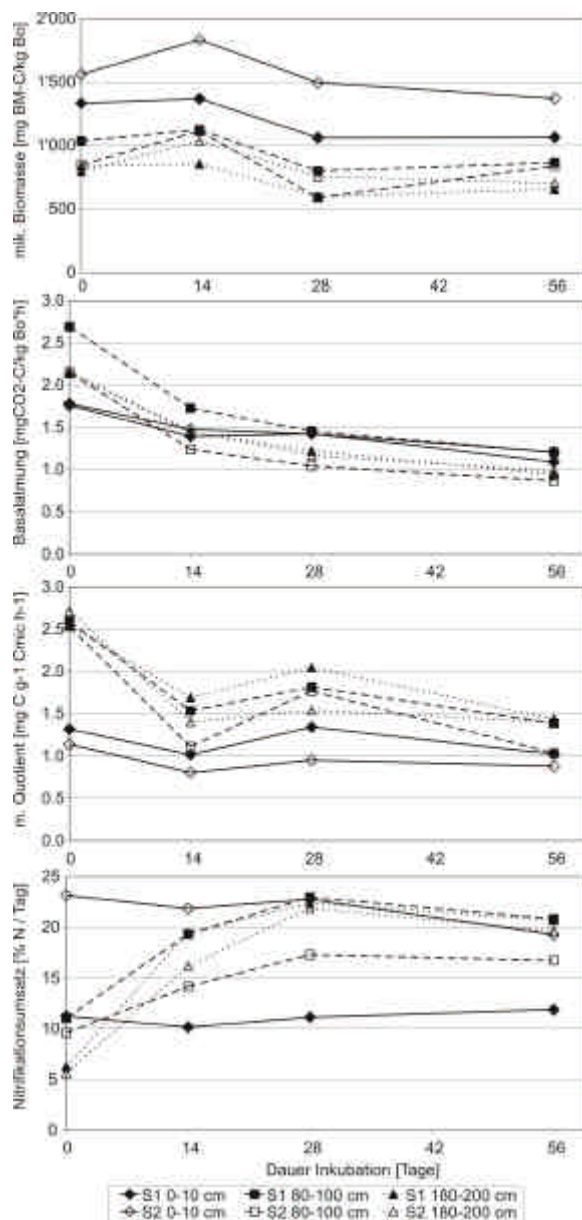


Abb. 6: Mikrobielle Biomasse, Bodenatmung, metabolischer Quotient und Nitrifikationsumsatz in Bodenproben aus verschiedenen Tiefen von zwei Humusdepots (S1 und S2) nach unterschiedlich langer Inkubation bei 22 °C.

Die **Nitrifikationsleistung** misst die Leistungsfähigkeit der Bodenmikroorganismen, zugegebenes Ammonium in Nitrat umzuwandeln. Bei unseren Erhebungen verändert sich diese Kenngröße in den Böden der obersten Schicht praktisch nicht, während sie in den Böden der unteren Schichten in den ersten 14 Tagen stark und dann noch leicht bis zum 28. Tag zunimmt und dann konstant bleibt. Bei einem Standort kann eine vollständige Angleichung zwischen

den Böden der verschiedenen Schichten beobachtet werden, beim andern Standort ist die Nitrifikationsleistung der Böden aus den unteren Schichten schliesslich höher als die des Bodens aus der obersten Schicht.

Der **Mungbohmentest** ist schwierig auszuwerten, weil - auch bei Kontrollböden - die Keimfähigkeit ungenügend war. Immerhin können zu allen Untersuchungszeitpunkten keine Hinweise festgestellt werden, dass in den Böden der unteren Schichten die Keimfähigkeit oder das Wachstum der Bohnen gehemmt sind.

Mittels Untersuchung der aus dem Boden **extrahierten DNA** mit der T-RFLP-Methode (genetische Fingerprints) lassen sich Ähnlichkeiten bzw. Unterschiede zwischen Mikroorganismenpopulationen bestimmen. Als Beispiel sind in Abb. 7 die Ergebnisse eines Bodens von der obersten Schicht und der untersten Schicht desselben Standortes dargestellt. Die Zusammensetzung der Population wurde bereits bei der Probenahme ein erstes Mal bestimmt. In der Abbildung ist ein Baumdiagramm mit den euklidischen Distanzen als Mass für die Ähnlichkeit dargestellt.

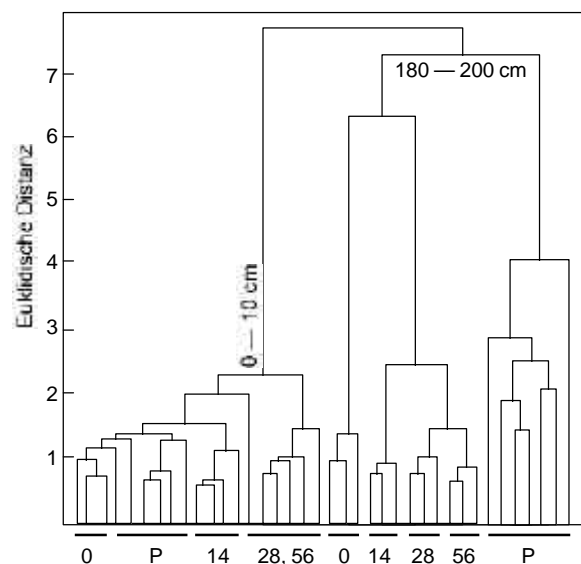


Abb. 7: Unterschiede zwischen den t-RFLP Fingerprints der Mikroorganismenpopulationen von Böden aus zwei Bodenschichten (0 – 10 cm und 180 – 200 cm) eines Humusdepots bei Probenahme (P) sowie im Verlauf der Inkubation der Böden bei 22 °C (0, 14, 28 und 56 Tage).

Die grösste euklidische Distanz, also den grössten Unterschied, gibt es zwischen dem Boden der oberen und der tiefsten Schicht. Dies ist aus der ersten Aufspaltung bei der Distanz 7.75 ersichtlich. Die anderen zwei grossen Unterschiede (Distanz 7.3 und 6.4) bestehen im Boden der unteren Schicht einerseits zwischen den Proben am Probenahmetag und allen anderen Proben desselben Bodens und andererseits zwischen dem Tag 0 und den Tagen 14, 28 und 56.

Im Boden aus der obersten Schicht sind geringere Veränderungen in der Zusammensetzung der Mikroflora festzustellen. Diese Ergebnisse bedeuten, dass sich vor allem die Mikroflora des Bodens aus der unteren Schicht im Verlauf der Zeit ändert. Es ist aber keine Angleichung zwischen den beiden Böden zu erkennen.

Die Bestimmungen der Aktivitäten der Mikroorganismen am Beispiel der **Basalatmung** und der **Nitrifikationsleistung** lassen auf eine weitgehende Regeneration der biologischen Bodenfunktionen in den zwischengelagerten Böden in sehr kurzer Zeit schliessen. Demgegenüber zeigen die Ergebnisse der **mikrobiellen Biomasse** und der **DNA-Analysen**, als Parameter der Menge und Zusammensetzung der Mikroorganismenpopulation, dass sich zwar die Funktionalität, aber nicht die Struktur der Bodenmikroflora erholt hat.

Aus dem **Pflanzentest mit Mungbohnen** kann gefolgert werden, dass für den Anbau – auch von empfindlichen Kulturen – auf Rekultivierungen von zwischengelagerten Böden kein Problem besteht.

Da sich bei den verschiedenen Untersuchungen zum Teil ein anderes Bild über das Regenerationspotential bietet, war es wichtig, dass die Böden auf verschiedene mikrobiologische Bodenparameter getestet wurden. Die vorliegenden Ergebnisse müssen als vorläufig betrachtet werden und durch breitere Untersuchungen bestätigt werden, da sie einerseits nur auf Daten von zwei Humusdeponien beruhen und andererseits die längerfristige Entwicklung der Mikroflora in den Böden nicht erfasst wurde. Die Ergebnisse sind im weiteren nicht direkt auf die Regeneration der Böden unter Praxisbedin-

gungen übertragbar. Im vorliegenden Versuch wurden die Böden sehr sorgfältig und doch intensiv aufbereitet und unter optimalen Temperatur und Belüftungsverhältnissen inkubiert. Deshalb zeigen die Ergebnisse lediglich ein Potential der Regenerationsfähigkeit der biologischen Funktionen von Böden auf und müssen noch in weiteren Labor und Felduntersuchungen bestätigt werden.

Impressum VBB-Bulletin Nr. 7/2003

Herausgeberin

VBB (Arbeitsgruppe Vollzug BodenBiologie)

Die kantonale Bodenschutzfachstellen und das Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) haben die Arbeitsgruppe VBB 1995 gegründet. Diese widmet sich Fragen zur Bodenbiologie im Hinblick auf den Vollzug des Bodenschutzes und die Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit nach der Verordnung über die Belastung des Bodens (VBBo).

Vorsitzende 2002

Gaby von Rohr

Amt für Umwelt, Fachstelle Bodenschutz

Werkhofstrasse 5

CH-4509 Solothurn

Tel. 032 627 28 05

E-Mail: gaby.vonrohr@bd.so.ch

Vorsitzender 2003

Guido Schmid

Amt für Umweltschutz

Lämmli brunnenstrasse 54

CH-9001 St. Gallen

Tel. 071 229 24 10

E-Mail: guido.schmid@bd-afu.sg.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

Das Bulletin ist auch auf Internet verfügbar unter:

http://www.umwelt-schweiz.ch/buwal/de/fachgebiete/fg_boden/info/biologiesols