

VBB-Bulletin Nr. 12 / August 2009

1. Bericht des Präsidenten	1
2. Tätigkeiten der Projektgruppen	3
2.1. Projektgruppe Wissensaustausch und Öffentlichkeitsarbeit	3
2.2. Projektgruppe Mikrobiologie	3
2.3. Projektgruppe Mykorrhiza	3
2.4. Projektgruppe Fauna	3
2.5. Projektgruppe Langzeitbeobachtung.....	3
3. Ausgewählte Projekte der VBB.....	4
3.1. Belastungen des Ökosystems Boden durch natürliche sowie gentechnisch veränderte Organismen – Effekte, Methoden und Schadensdefinition als Beitrag zur Risikobeurteilung	4
3.2. Vorstudie zum Einfluss von Standortfaktoren auf das Mykorrhizainfektionspotenzial (MIP) in Schweizer Landwirtschaftsböden.....	8
3.3. Arbeitshilfe zur Anwendung und Interpretation bodenbiologischer Parameter	10
4. Forum	11
4.1. Überblick über bodenmikrobiologische Messungen im Kanton Aargau	11

1. Bericht des Präsidenten

*Nicolas Rossier, Landwirtschaftliches Institut
des Kantons Freiburg, Posieux*

Was macht die Wissenschaft für die Gesundheit
der Böden und der Konsumenten?

Kurz vor Ostern hat mich ein Journalist von
Radio Freiburg angerufen und gefragt, ob ich
das Produkt "Vitalse" (ein natürliches Mittel zur
Stärkung der Pflanzen und Böden) und seine
wunderbaren Effekte auf das Wachstum und die
Gesundheit der Pflanzen kenne. Meine Antwort
war "Nein" und ich musste ihm erklären, welche
Schwierigkeiten die Wissenschaft hat, diese
Mittel zu überprüfen bzw. ein entsprechendes

Testverfahren dafür zu entwickeln. Ich musste
auch zugeben, dass viele solche Stärkungs-
produkte auf den Markt vorhanden sind, aber
meines Wissens sowohl die Mittel als auch der
Wille zur Durchführung solcher Untersuchungen
fehlen würden. Der Journalist war sehr erstaunt.

Seine Reaktion liess mich etwas ratlos. Erst
beim Lesen des ART- und FiBL-Artikels auf
Seite 4 dieses Bulletins wurde ich mir der
Schwierigkeiten bewusst, welche die Entwick-
lung solcher empfindlichen Mess- und Unter-
suchungsmethoden mit sich bringen, um die
positiven oder negativen Effekte auf das Boden-
Ökosystem wahrzunehmen. Gleichzeitig fiel mir
aber auch auf, welche grosse Anstrengungen in
den letzten Jahren in der Forschung unternom-
men worden sind. Dank dieser zwei Institutio-
nen, FiBL und ART, die seit mehreren Jahren
physikalische, chemische und biologische
Methoden entwickeln, sind jetzt Testverfahren
verfügbar, die zuverlässige Resultate ermög-
lichen. Somit ergibt sich ein praktikabler Boden-
und Konsumentenschutz. Der Artikel von der
WSL auf Seite 8 zeigt uns, dass das Mykorrhiza-
Infektionspotenzial eine vielversprechende
Methode darstellen kann, auch wenn noch
Detailfragen zu bearbeiten sind. Die auf Seite 10
dieses Bulletins beschriebene "Arbeitshilfe zur
Anwendung und Interpretation bodenbiologi-
scher Parameter" des VBB ist diesem Bulletin
beigefügt. Mit diesem wertvollen Werkzeug wird
jeder Institution die Möglichkeit geben, verschie-
dene biologische Messungen für Schweizer
Mittelland-Böden auszuwählen und zu interpre-
tieren. Die Methoden sind also vorhanden. Jetzt
heisst es, diese noch zu verbessern und dann
aber auch zu benutzen. Gute Lektüre.

Name und Arbeitsinhalt	Mitglieder	Kontaktperson
Wissensaustausch und Öffentlichkeitsarbeit		
<ul style="list-style-type: none"> - Information und Sensibilisierung der Öffentlichkeit für den Bodenschutz - Erfahrungs- und Wissensaustausch 	C. Maurer-Troxler (BE) F. Okopnik (AG) D. Schluep (SG) D. Schmutz (BL) R. von Arx (BAFU) G. von Rohr (SO) T. Wegelin (ZH) D. Widmer (LU)	Dr. Roland von Arx BAFU CH-3003 Bern Tel. 031 322 93 37 roland.vonarx@bafu.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 - Erarbeiten von Interpretationsgrundlagen (Referenzwertmodelle) 	W. Heller (ACW) A. Fliessbach (FiBL) P. Mäder (FiBL) H.-R. Oberholzer (ART)	Dr. Hans-Rudolf Oberholzer Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART Reckenholzstrasse 191 CH-8046 Zürich Tel. 01 377 72 97 hansrudolf.oberholzer@art.admin.ch
Mykorrhiza		
<ul style="list-style-type: none"> - Erarbeiten und validieren von Standardmethoden zur Beschreibung des Mykorrhizazustandes von Böden 	S. Egli (WSL) H. Gamper (Univ. Basel) J. Jansa (ETH) C. Maurer-Troxler (BE) P. Mäder (FiBL) H.R. Oberholzer F. Oehl (ART)	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 - Entwicklung von ökotoxikologischen Testmethoden 	S. Campiche (EPFL) E. Havlicek (BAFU) C. Maurer-Troxler (BE) L. Pfiffner (FiBL)	Dr. Claudia Maurer-Troxler Amt für Landwirtschaft und Natur 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 ART-Projekt) 	U. Gasser (ZH) C. Maurer-Troxler (BE) H.-R. Oberholzer (ART) F. Okopnik (AG) D. Schluep (SG) G. Schmid (SG) P. Schwab (ART)	Dr. Claudia Maurer-Troxler Amt für Landwirtschaft und Natur Rütli CH-3052 Zollikofen Tel. 031 910 53 33 claudia.maurer@vol.be.ch

2. Tätigkeiten der Projektgruppen

2.1. Projektgruppe Wissensaustausch und Öffentlichkeitsarbeit

Roland von Arx, BAFU

Die Projektgruppe hat eine Informationsaktion „Bodenschutz lohnt sich“ für Planer und Architektinnen von mittleren Bauprojekten (Mehrfamilienhäuser, Lagerhallen) durchgeführt. Ziel war, dass diese sich für den Bodenschutz mitverantwortlich fühlen und den Aufbau und die Funktionen des Bodens sowie die Gesetzesgrundlagen und Umsetzungsrichtlinien für den Bodenschutz besser kennen. Die Bodenschutzfachstellen der Kantone haben die Betroffenen im Rahmen von Berufsapéros oder anderen geeigneten Anlässen informiert. Dazu konnten sie die im Rahmen der Aktion bereitgestellten Hilfsmittel verwenden (PowerPoint-Präsentation, Faltblatt, Webseite). Diese Dokumente und zusätzliche Hintergrundinformationen sind auf der Webseite der Aktion verfügbar: www.bodenschutz-lohnt-sich.ch

Im zweiten Teil des Projekts „Von Bauern – für Bauern“, das mit Hilfe von Videos Erfahrungen von Bäuerinnen und Bauern über die Erhaltung oder Wiederherstellung der Bodenfruchtbarkeit vermittelt, ist ein zusätzliches Modul für den Futterbau (Hügel- und Bergzone) vorgesehen. Für die französischsprachige Schweiz sind Anpassung und Ergänzung mit Videosequenzen zur Begrünung im Rebbau und zur Direktsaat im Ackerbau geplant. Die Videos sollten bis Ende 2009 realisiert und verfügbar sein. Weitere Informationen zum Projekt findet man auf der Webseite: www.vonbauernfuerbauern.ch

2.2. Projektgruppe Mikrobiologie

Hans-Rudolf Oberholzer, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

Auf spezifische Arbeiten innerhalb der Projektgruppe Mikrobiologie wurde verzichtet, da die Mitglieder der Projektgruppe im vergangenen Jahr an verschiedenen Aktivitäten in der VBB beteiligt waren, wie z.B.

- Mitarbeit an den Grundlagen für die Anwendung und Interpretation bodenbiologischer Parameter zur Beurteilung der Bodenfruchtbarkeit
- Publikation der Ergebnisse der Projektgruppe Mykorrhiza

- Erarbeiten der Grundlagen für die Langzeitbeobachtung mit bodenmikrobiologischen Parametern im LAZBO-Projekt und in Zusammenarbeit mit den Bodenschutzfachstellen AG, BE und GR

2.3. Projektgruppe Mykorrhiza

Simon Egli, WSL Birmensdorf

Die Vorstudie zum Mykorrhiza-Infektionspotential (MIP) in 20 Landwirtschaftsböden aus dem Schweizer Mittelland wurde ausgewertet (siehe Bericht 3.2. in diesem Bulletin) und zur Publikation eingereicht. Die Studie gibt erste Erfahrungswerte und zeigt, dass einzelne Standortfaktoren mit dem MIP sehr eng korreliert sind. Eine umfangreichere Studie mit rund 100 Schweizer Landwirtschaftsböden ist in Planung. Sie soll den MIP-Wertebereich für Schweizer Böden genauer umschreiben und Grundlagen schaffen für eine bessere Interpretierbarkeit von MIP-Werten.

2.4. Projektgruppe Fauna

Claudia Maurer-Troxler, Amt für Landwirtschaft und Natur des Kantons Bern

In dieser Gruppe gab es 2008/09 keine weiteren Aktivitäten; die Arbeitsgruppe ist aus Kapazitätsgründen bis auf weiteres sistiert.

2.5. Projektgruppe Langzeitbeobachtung

Claudia Maurer-Troxler, Amt für Landwirtschaft und Natur des Kantons Bern

Peter Schwab, Projektleitung LAZBO, FB14.2 (NABO) ART (AG, BE, SG, ZH)

Im Bereich Waldböden konnte die gemeinsame Erarbeitung des Faktenblattes noch nicht weiter geführt werden, da die Auswertung und Berichterstattung der kantonalen Daten noch nicht abgeschlossen ist.

3. Ausgewählte Projekte der VBB

3.1. Belastungen des Ökosystems Boden durch natürliche sowie gentechnisch veränderte Organismen – Effekte, Methoden und Schadensdefinition als Beitrag zur Risikobeurteilung

S. Scheid, J. Mayer, F. Widmer,
H.-R. Oberholzer
Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-
Tänikon ART
Reckenholzstrasse 191
CH-8046 Zürich
Tel. 044 377 72 97

P. Mäder, A. Fliessbach, K. Nowack, B. Oehen
Forschungsinstitut für biologischen Landbau
(FiBL)
Ackerstrasse, Postfach
CH-5070 Frick

Die vollständigen Berichte dieses Projektes sind bei H.-R. Oberholzer, Projektleiter, ART, hansrudolf.oberholzer@art.admin.ch erhältlich.

In der Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBö 1998) werden gentechnisch veränderte Organismen (GVO) zusammen mit pathogenen und exotischen Organismen als „biologische Bodenbelastung“ zusammengefasst. Der Umgang mit diesen Organismen wird durch die Freisetzungsverordnung und das Gentechnikgesetz geregelt. Prinzipiell gilt für alle freigesetzten lebenden Organismen, dass sie sich vermehren, verbreiten und evolutiv verändern können, so dass sich zusätzliche Anforderungen an die Bewilligung einer Freisetzung von Organismen ergeben, unabhängig davon ob gentechnisch verändert oder nicht. Das vorliegende Projekt der Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART und des Forschungsinstituts für biologischen Landbau (FiBL) im Rahmen des Forschungsprogramms „Biosicherheit im Bereich der ausserhumanen Gentechnologie - Risiken für das Ökosystem Boden“ des Bundesamts für Umwelt (BAFU) hatte zum Ziel, einen Beitrag zur Risikobeurteilung biologischer Bodenbelastungen auf das Ökosystem Boden zu erarbeiten. Es gliederte sich in vier Module: **Modul 1** beinhaltet die theoretischen Grundlagen des Forschungsprojektes. **Modul 2** und **Modul 3** befassten sich mit der praktischen Anwendung dieser Grundlagen am Beispiel eines Modellversuches mit dem Organismus

Pseudomonas fluorescens Stamm CHA0 und einem Feldversuch mit dem Präparat „Effektive Mikroorganismen“ (EM). **Modul 4** stellt die Synthese der Ergebnisse aus den Modulen 1 bis 3 dar.

Modul 1 - Theoretische Grundlagen (ART und FiBL)

Grundlage der Arbeiten im ersten Teil des Moduls 1 war die Auswertung internationaler Konzepte zur Bestimmung der Bodenqualität und zur Erfassung von Auswirkungen biologischer Belastungen im Hinblick auf bodenphysikalische, -chemische und -biologische Indikatoren. Zudem wurde eine Literaturübersicht zu gentechnisch veränderten Pflanzen, zu gentechnisch veränderten bzw. nicht gentechnisch veränderten Organismen, die dem Boden kontrolliert zugegeben werden, sowie zu invasiven, exotischen Organismen durchgeführt. Als Ergebnis wurden die weltweit empfohlenen Indikatoren zur Bestimmung der Bodenqualität sowie die aktuell diskutierten Effekte biologischer Belastungen und Indikatoren zu deren Erfassung zusammengestellt. Des Weiteren wurden Ansätze, wie ein Schaden für die Umwelt bzw. den Boden definiert wird, zusammengetragen.

Im zweiten Teil wurden die möglichen Effekte biologischer Belastungen auf das Ökosystem Boden definiert. Es wurden 17 Effekte erarbeitet, die den Bereichen Bodenphysik, Bodenchemie, Bodenbiologie und Bodenfunktionen zugeordnet werden können. Als Effekt gilt die Veränderung einer Bodeneigenschaft beziehungsweise -funktion. Die Liste der Methoden zur Erfassung dieser Effekte, die jederzeit ergänzt werden kann, umfasst in unserer Zusammenstellung 90 Methoden. Für jede Methode wurde deren Eignung zur Erfassung der postulierten Effekte beurteilt. Jede Methode wurde anhand von 16 Kriterien beurteilt. Als Kriterien wurden unter anderem die Standardisierung, die Reproduzierbarkeit und die Sensitivität herangezogen. Überdies wurde beurteilt, ob eine Methode kostengünstig ist. Im Hinblick auf biosicherheitsrelevante Aspekte wurde beurteilt, ob Effekte, die mit einer Methode gemessen werden, bewertbar sind, und ob aus den Ergebnissen auf einen Schaden für das Bodenökosystem geschlossen werden kann. Des Weiteren wurde eine Schadensdefinition erarbeitet, um die Bedeutung von Veränderungen von Bodeneigenschaften und -funktionen abzuschätzen.

Für die Anwendung in der Risikobeurteilung wurde ein Vorgehen für eine effektbezogene Methodenauswahl entwickelt. Im ersten Schritt werden die aufgrund von Expertenmeinungen zu erwartenden Effekte biologischer Belastungen identifiziert und den 17 Effekten zugeordnet. Im Anschluss daran können die geeigneten Methoden zur Erfassung der Effekte ausgewählt werden, deren Vor- und Nachteile sich mit Hilfe der vorgeschlagenen Kriterien beurteilen lassen.

Modul 2 - Modellversuch mit dem Organismus *Pseudomonas fluorescens* Stamm CHA0 (FiBL)

Pseudomonas fluorescens wird in der Landwirtschaft mit dem Ziel eingesetzt, das Pflanzenwachstum zu fördern und die Pflanzen vor bodenbürtigen Krankheiten zu schützen. Diesen erwünschten Wirkungen stehen mögliche Effekte auf Nicht-Ziel-Organismen gegenüber, die vor einer Massenfrelassung derartiger Organismen überprüft werden müssen. Die erwünschten und unerwünschten Wirkungen eines freigelassenen Organismus hängen davon ab, wo dieser angewendet wird. Theoretische ökologische Konzepte gehen davon aus, dass Gemeinschaften mit einer hohen Diversität weniger anfällig für Veränderungen durch einwandernde Arten sind. Ausgehend von dieser Theorie wurde ein Modellversuch im Gewächshaus mit Ackerböden von Lössstandorten durchgeführt (DOK-Versuch), deren mikrobielle Biomasse und Aktivität sich durch die Bodenbewirtschaftung unterschiedlich entwickelt haben.



Abbildung 3.1.1 *Besiedlung der Wurzeloberfläche mit *P. fluorescens* CHA0 (Foto: Génèviève Défago).*

Zum Saatzeitpunkt von Sommerweizen in die Töpfe wurde *P. fluorescens* Stamm CHA0 mit einer natürlich vorkommenden Resistenz gegen-

über Rifampicin (rif⁺) inokuliert, dessen Etablierung in den Versuchsböden untersucht wurde. Der eingesetzte *P. fluorescens* Stamm CHA0 wird in der Schweiz nicht kommerziell genutzt, weist aber ähnliche Eigenschaften auf wie *P. fluorescens* im zugelassenen Präparat „Biofitac PF1“. Seine krankheitsunterdrückenden Eigenschaften beruhen unter anderen auf der Produktion der antimikrobiell wirksamen Substanz 2,4-Diacetylphloroglucinol.

Die mikrobielle Biomasse (C_{mik} , N_{mik}), die Basalatmung, der metabolische Quotient $q\text{CO}_2$, die Dehydrogenaseaktivität (DHA), bakterielle Keimzahlen, die Mykorrhiza-Wurzelkolonisierung und das bakterielle Substratnutzungsmuster wurden am 18. und 60. Tag nach Aussaat und Anwendung von *P. fluorescens* Stamm CHA0 untersucht. Zu Versuchsbeginn zeigten die bodenbiologischen Parameter grosse Unterschiede, die von den verwendeten Böden herrührten. Im Verlauf des Experiments waren durch die wachsenden Pflanzen und ihre Wurzeln hervorgerufene Veränderungen der bodenbiologischen Parameter messbar. Der Effekt des Inokulums war hingegen klein und bei den meisten Parametern nur vorübergehend. Im Boden mit der geringsten mikrobiellen Biomasse zu Beginn des Versuches war jedoch eine über 60 Tage anhaltende Veränderung messbar. Die bakteriellen Substratnutzungsmuster, welche Veränderungen in der mikrobiellen Gemeinschaft anzeigen, veränderten sich in erster Linie als Folge des Pflanzenwachstums, während die unterschiedlichen Böden und der Beprobungszeitpunkt vernachlässigbar waren. Die Sensitivität der verwendeten Methoden nahm in Abhängigkeit von den Versuchsböden in der Reihenfolge N_{mik} , DHA, C_{mik} und $q\text{CO}_2$ ab. Neben der selektiven Keimzahlbestimmung von *P. fluorescens* Stamm CHA0, der nur in behandelten Böden gefunden wurde, waren die Methoden DHA, C_{mik} und das $C_{\text{mik}}/N_{\text{mik}}$ -Verhältnis zur Ermittlung des Inokulumeffekts geeignet. Der zeitliche oder durch die wachsende Pflanze hervorgerufene Effekt wurde am sensitivsten durch N_{mik} , DHA, C_{mik} und $q\text{CO}_2$ angezeigt. Die Ergebnisse unterstützen die Hypothese, dass eine reichhaltige Mikroflora Einflüsse einwandernder Spezies nach einer Massenfrelassung abpuffern kann. Mit anderen Worten: das bakterielle Inokulum war in relativ armen Böden effektiver als in Böden, die belebter waren.

Modul 3 - Feldversuch mit dem Präparat „Effektive Mikroorganismen“ (ART)

In einem vierjährigen, biologisch bewirtschafteten Feldversuch (2003-2006) wurde die Wirkung des Präparates „Effektive Mikroorganismen“ untersucht. Der Versuch wurde an der Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART am Standort Reckenholz durchgeführt. Die Versuchsverfahren umfassten (i) die direkte Spritzung des Spritzpräparates EMA sowie (ii) die Ausbringung von EMA in Kombination mit EM Düngerpräparat Bokashi (fermentierte Weizenkleie) und (iii) EMA in Kombination mit Bokashi und Rottemist. EM besteht nach Herstellerangaben aus etwa 80 verschiedenen Mikroorganismenarten (z.B. Lactosebildner, photosynthetisch aktive Bakterien). Das EM-Präparat ist in der Schweiz als Zusatz für Dünger, Bodenverbesserer, Kompostierungsmittel und zur Verbesserung biologischer Vorgänge im Boden durch das BLW zugelassen.

Um die Wirkung der Mikroorganismen im EM Präparat von der ihres organischen Trägermaterials differenzieren zu können, wurden als Kontrolle ein Verfahren ohne EM-Applikation sowie die drei Versuchsverfahren mit autoklavierten EM Präparaten im Versuch mitgeführt.

Es wurden die jährlichen Erträge sowie die bodenbiologischen Parameter mikrobielle Biomasse (SIR, CFE), Basalatmung, Dehydrogenaseaktivität, Substratnutzungsmuster und DNA-Profil im Frühjahr und Herbst 2005 und im Frühjahr 2006 untersucht. In Inkubationsversuchen im Labor wurden der Zelluloseabbau, das N-Mineralisationspotenzial sowie die N-Mineralisationsleistung bestimmt. Wurde nur das EMA Spritzpräparat eingesetzt, liessen sich für alle untersuchten bodenbiologischen Parameter und den Ertrag keine signifikanten Unterschiede zwischen dem EM-Verfahren und der unbehandelten Kontrolle nachweisen. Auswirkungen auf den Ertrag und die bodenbiologischen Parameter wurden für Bokashi und Rottemist gefunden. Die Effekte konnten jedoch nicht für alle untersuchten Parameter und Beprobungszeitpunkte beobachtet werden. Die gemessenen Unterschiede waren lediglich auf das zugegebene organische Material (Bokashi) und den damit verbundenen Nährstoffinput zum Boden zurückzuführen. Der Beprobungszeitpunkt wirkte sich auf den Gehalt an mikrobieller Biomasse, die Basalatmung und das Substratnutzungsmuster aus.

Aus den Ergebnissen des Versuches kann geschlussfolgert werden, dass die Zugabe von „Effektiven Mikroorganismen“ die Pflanzenerträge nicht steigerte und mittelfristig (vier Jahre) unter den klimatischen Bedingungen in Zentraleuropa keinen Einfluss auf die Bodenqualität im Ackerbau hatte.

Modul 4 - Synthese der Module 1-3 (ART und FiBL)

Das in diesem Projekt erarbeitete schrittweise Vorgehen zur effektbezogenen Methodenauswahl ermöglicht eine systematische und an sachlichen Kriterien orientierte Wahl von Methoden zur Erfassung von Effekten biologischer Belastungen auf das Ökosystem Boden und konnte gut in die Praxis umgesetzt werden. Bei der Erarbeitung der möglichen Effekte von *P. fluorescens* Stamm CHA0 und den „Effektiven Mikroorganismen“ zeigte sich, dass die möglichen Effekte auf die Bodenqualität umso spezifischer herausgearbeitet werden konnten, je detaillierter die Kenntnisse über den zu prüfenden Organismus bzw. die Organismengemeinschaft sind.

Basierend auf den Versuchsergebnissen wurde die Sensitivität der eingesetzten Methoden zur Erfassung von Veränderungen diskutiert. Es zeigte sich, dass im Modellversuch die Methoden sensitiv waren, Veränderungen aufgrund der Inokulation der Böden mit *P. fluorescens* Stamm CHA0 zu erfassen. Für den Feldversuch traf dies in Bezug auf Veränderungen aufgrund der Zugabe von „Effektiven Mikroorganismen“ nicht zu. Die verwendeten Methoden waren aber grundsätzlich sensitiv, um Veränderungen aufgrund der Zugabe von organischem Material mit der EM-Applikation zu erfassen, so dass Veränderungen, hervorgerufen durch die EM-Applikation, die das gleiche Ausmass wie durch die Zugabe von organischem Material haben, mit diesen Methoden erfasst werden können. Für die Methoden, die sowohl im Modell- als auch im Feldversuch eingesetzt wurden, zeigte sich, dass deren Sensitivität, Effekte erfassen zu können, unterschiedlich sein kann. Dies bedeutet, dass bei der Methodenauswahl die Art des Versuches zu berücksichtigen ist.

Die gemessenen Veränderungen wurden basierend auf den Kriterien der Schadensdefinition auf das Vorliegen eines Schadens hin beurteilt. Ein Vergleich der Verfahren mit Zugabe von *P. fluorescens* Stamm CHA0 und EM mit den jeweiligen Kontrollen liessen in beiden Ver-

suchen nur geringe bzw. keine Einflüsse auf die untersuchten bodenbiologischen Parameter erkennen.

tive Microorganisms (EM)' on crop yields and soil microbial parameters in a field experiment in temperate climate.

Der Entwicklungsbedarf der bodenphysikalischen, -chemischen und -biologischen Methoden zur Erfassung von Effekten biologischer Belastungen lässt sich in die folgenden zwei Bereiche gliedern:

- *Standardisierte Methoden*, die allgemein zur Beurteilung der Bodenqualität und in der Langzeitbeobachtung eingesetzt werden: Für diese sind die notwendigen methodischen Grundlagen vorhanden, so dass ein Einsatz in der Praxis möglich ist. Für diese Methoden gilt es, Interpretationsgrundlagen zu erarbeiten.
- *Nicht standardisierte Methoden*: Dies betrifft vorwiegend die molekularbiologischen Methoden, für die ein standardisiertes Vorgehen zu erarbeiten wäre, um diese in Routineerhebungen integrieren und Interpretationsgrundlagen erarbeiten zu können.

Die Beurteilung, ab wann eine Veränderung einen Schaden für die Bodenqualität darstellt, ist für die Risikoforschung von zentraler Bedeutung. Neben der weiteren methodischen Entwicklung und der Erfassung „normaler Schwankungen“ bodenbiologischer Parameter im Rahmen einer Langzeitbeobachtung der Bodenqualität ist es notwendig, die vorhandenen Wissenslücken im Bereich der Dateninterpretation zu schliessen.

Publikationen

Fließbach, A., Winkler, M., Lutz, M.P., Oberholzer, H.R., Mäder, P. (2009). Soil amendment with *Pseudomonas fluorescens* CHA0: lasting effects on soil biological properties in soils low in microbial biomass and activity. *Microbial Ecology* **57**, 611-623.

Mayer, J., Scheid, S., Widmer, F., Fließbach, A., Oberholzer, H.-R. (2007). Wirkungen von ‚Effektiven Mikroorganismen EM‘ auf pflanzliche und bodenmikrobiologische Parameter im Feldversuch. 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau: Zwischen Tradition und Globalisierung. Universität Hohenheim, Stuttgart, Mar. 20-23, 2007. 41-44.

http://orgprints.org/9691/01/9691_Mayer_Vortrag.pdf
Mayer, J., Scheid, S., Oberholzer, H.-R. (2008). How effective are 'Effective Microorganisms'? Results from an organic farming field experiment. 16th IFOAM Organic World Congress, Cultivating the Future based on Science, Modena, Italy, June 16-20, 2008. 168-171, http://orgprints.org/14838/01/Mayer_-14838_ed.doc

Mayer, J., Scheid, S., Widmer, F., Fließbach, A., Oberholzer, H.-R. (In Vorbereitung). Effects of ‚Effec-

3.2. Vorstudie zum Einfluss von Standortfaktoren auf das Mykorrhizainfektionspotenzial (MIP) in Schweizer Landwirtschaftsböden

S. Egli
Eidg. Forschungsanstalt WSL
Zürcherstrasse 111
CH-8903 Birmensdorf
Tel. 044 739 22 71
simon.egli@wsl.ch

H.R. Oberholzer
Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART
Reckenholzstrasse 191
CH-8046 Zürich

J. Jansa
Institut für Pflanzenwissenschaften ETHZ
Eschikon 33
CH-8315 Lindau

Einleitung

Arbuskuläre Mykorrhizapilze sind weltweit verbreitet. Sie haben bereits vor Urzeiten die Pflanzen bei der Besiedlung terrestrischer Systeme begleitet und ihre funktionale Bedeutung für ihre Wirtspflanzen ist heute unumstritten. Mykorrhizapilze sind ein wichtiger biologischer Bestandteil unserer Böden und bestimmen die Bodenfruchtbarkeit mit. Aus diesen Gründen wurden vor einigen Jahren die Referenzmethoden der Eidgenössischen Forschungsanstalten (FAL, 1996) um eine neue bodenbiologische Methode erweitert, mit welcher sich die Aktivität von Mykorrhizapilzen in einer Bodenprobe (Mykorrhizainfektionspotential; MIP) anhand eines Biotests bestimmen lässt (B-MIP). Da zu dieser Methode erst wenige Vergleichswerte vorliegen, hat die Projektgruppe Mykorrhiza in Zusammenarbeit mit den Kantonen AG, BE, BL, FR, SG, SO eine Pilotstudie mit 20 Landwirtschaftsböden aus dem Schweizerischen Mittelland durchgeführt. Die MIP-Messwerte wurden mit rund 60 bodenchemischen, -physikalischen und -biologischen Parametern und Pflanzen- und Pflanzendaten in Beziehung gebracht. Die Studie soll einen Überblick geben über den MIP-Wertebereich in schweizerischen Landwirtschaftsböden und Zusammenhänge zwischen dem MIP und Standortfaktoren aufzeigen.

Methodik

20 landwirtschaftlich genutzte Böden aus dem schweizerischen Mittelland wurden ausgewählt und beprobt, gemäss den Standardmethoden B-M-PN und B-PAL (FAL, 1996). 13 Beprobungen fanden im Frühjahr 2005 und 7 im Herbst 2005 statt. Die gesiebten Bodenproben wurden in 250-ml Kunststofföpfe abgefüllt (10 Wiederholungen) und mit Lauch (*Allium porrum*) angesät. Nach 60 Tagen Wachstum unter standardisierten Bedingungen wurden die Wurzeln ausgewaschen und mithilfe eines Mikroskops der Mykorrhizierungsgrad der Wurzeln bestimmt (Details der Methodik siehe B-MIP, FAL, 1996). Zusätzlich wurde das Spross-Trockengewicht bestimmt, sowie der Elementgehalt und das C/N-Verhältnis der Sprosse.

Von den Böden wurden die Basalatmung (B-BA-IS) und die mikrobielle Biomasse (B-B-HM) gemessen (FAL, 1996) und die Korngrößenverteilung, der pH, der Kalkgehalt, die potentielle Basensättigung und der Elementgehalt (total und pflanzenverfügbar mittels EDTA) bestimmt.

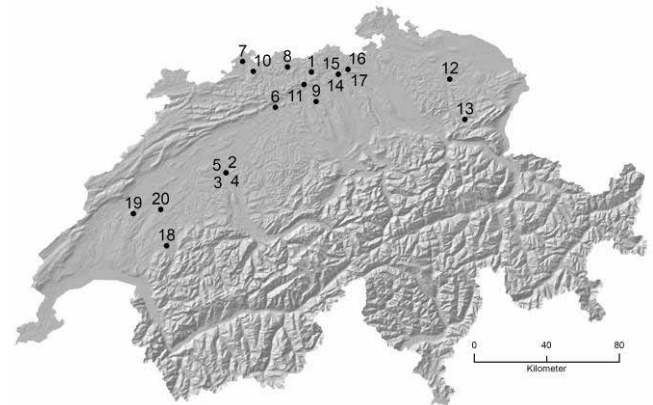


Abbildung 3.2.1 Probenahmestandorte.

Resultate

Mykorrhizierungsgrad und Pflanzenwachstum

Die Wurzeln der Testpflanzen waren in den einzelnen Böden signifikant unterschiedlich mit arbuskulären Mykorrhizapilzen besiedelt. Der Besiedlungsgrad betrug zwischen 35% und 90%. Das heisst, dass sich die untersuchten Böden in ihrem Mykorrhizainfektionspotential deutlich voneinander unterscheiden. Zwischen dem Pflanzenwachstum und dem Mykorrhizainfektionspotential (MIP) konnte jedoch kein signifikanter Zusammenhang nachgewiesen werden (Abbildung 3.2.2).

Es gibt Böden, auf denen Pflanzen sehr gut wachsen (z.B. Boden 13), aber einen tiefen MIP-Wert haben. Umgekehrt gibt es Böden auf

welchen die Pflanzen sehr schlecht wachsen, die aber einen hohen MIP-Wert aufweisen (z.B. Boden 14).

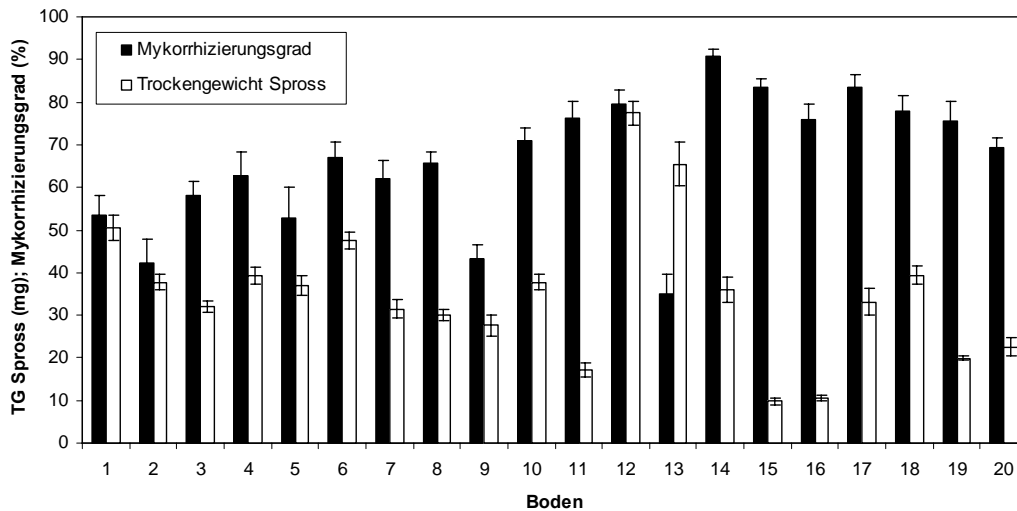


Abbildung 3.2.2 Sprossbiomasse der Lauchpflanzen und MIP-Wert (prozentualer Anteil der mit AM-Pilzen besiedelten Wurzellänge). Mittelwerte von je 10 Wiederholungen mit Standardfehler.

Mykorrhizierungsgrad, Pflanzenwachstum und Elementgehalt der Sprosse

Die Sprossbiomasse war signifikant positiv korreliert mit dem P- und N-Gehalt der Sprosse und negativ korreliert mit dem C-Gehalt der Sprosse. Der C-, Na-, und Zn-Gehalt im Spross war positiv korreliert mit dem Mykorrhizierungsgrad, der P- und Ba-Gehalt dagegen negativ (Abbildung 3.2.3).

Mykorrhizierungsgrad und Bodeneigenschaften

Von den gemessenen Bodeneigenschaften korrelierte der totale und der pflanzenverfügbare Phosphorgehalt hochsignifikant ($p < 0.001$) mit dem Mykorrhizierungsgrad: je höher der P-Gehalt im Boden war, desto tiefer war der Mykorrhizierungsgrad. Knapp signifikant korrelierten der Al- und der Cu-Gehalt, ebenfalls negativ. Die Basalatemung und die mikrobielle Biomasse zeigten keine Korrelation mit dem Mykorrhizierungsgrad.

Diskussion

Die 20 getesteten Böden zeigten eine grosse Bandbreite mit z.T. hochsignifikanten Unterschieden im MIP zwischen den Böden. Das heisst, das Mykorrhizainfektionspotential scheint ein sensibler biologischer Bodenparameter zu sein, der grundsätzlich geeignet ist, um Unterschiede von Mykorrhizagesellschaften in Böden nachzuweisen. Allerdings muss man darauf

hinweisen, dass wir heute noch über relativ wenige Grundlagen verfügen, um die funktionelle Bedeutung von unterschiedlichen MIP-Werten zu interpretieren. Vor allem die Frage, in welchen MIP-Wertbereichen die Funktionen der Symbiose noch erfüllt werden können und in welchen nicht mehr, kann heute noch nicht beantwortet werden. Die Analyse der vorliegenden Daten zeigt, dass auch Pflanzen, die in einem Boden mit relativ tiefen MIP-Werten wachsen, immer noch ein gutes Wachstum zeigen können.

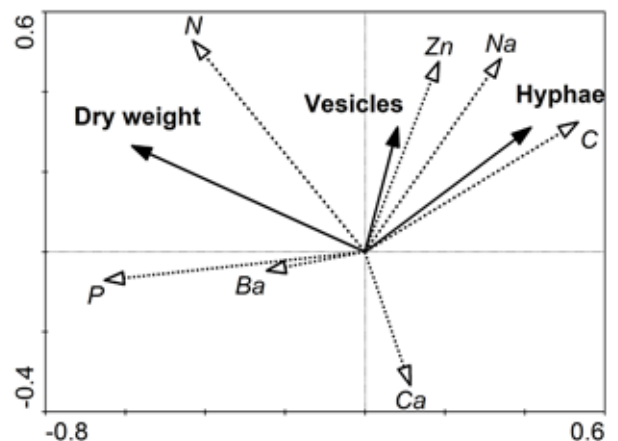


Abbildung 3.2.3 Redundanzanalyse des Zusammenhanges zwischen Sprossbiomasse und MIP-Wert (ausgezogene Linien und Fettdruck) und Spross-Elementgehalt (gestrichelte Linien, Kursivdruck).

Einzelne Bodenparameter scheinen das Mykorrhizainfektionspotential zu beeinflussen, allen voran die Verfügbarkeit von Phosphor im Boden. Das ist keine neue Erkenntnis, die Kausalität dieses Zusammenhangs ist jedoch nicht unbedingt trivial: es ist nicht klar, ob ein hoher Phosphorgehalt die Mykorrhizapilze direkt hemmt, oder ob Böden mit unterschiedlichem Phosphorgehalt auch unterschiedliche Mykorrhizagesellschaften enthalten, die ihrerseits für unterschiedliche Kolonisierungsraten verantwortlich sind.

Erstaunlicherweise konnte kein Zusammenhang zwischen der Stickstoffverfügbarkeit im Boden und dem MIP-Wert nachgewiesen werden, obwohl ein solcher negativer Zusammenhang bekannt ist. Dasselbe gilt für den Boden-pH, den organischen C-Gehalt des Bodens und die Bodentextur.

Die Resultate dieser Vorstudie zeigen erste Trends und lassen noch keine abschliessende Beurteilung der Zusammenhänge zu. Dazu ist die Anzahl untersuchter Böden (20) im Verhältnis zur Anzahl der rund 60 getesteten Boden- und Pflanzenparameter aus statistischer Sicht eindeutig zu klein. Eine umfangreichere Studie mit rund 100 Bodenproben ist in Planung. Neben diesen deskriptiven Analysen sind zusätzlich gezielte experimentelle Untersuchungen nötig, um die Kausalität der Zusammenhänge zwischen MIP und Standortseigenschaften klären zu können.

Literatur:

- FAL, (1996). Schweizerische Referenzmethoden der Eidg. landwirtschaftlichen Forschungsanstalten. Band 2: Bodenuntersuchungen zur Standort-Charakterisierung. Forschungsanstalten ART und ACW.
- Jansa, J., Oberholzer, H.-R., Egli, S. (2009). Environmental determinants of the arbuscular mycorrhizal fungal infectivity of Swiss agricultural soils. Eur. J. Soil Biol. (in press).

3.3. Arbeitshilfe zur Anwendung und Interpretation bodenbiologischer Parameter

*Gaby von Rohr
Amt für Umwelt Kt. Solothurn
Werkhofstrasse 5
4509 Solothurn
Tel. 032 627 28 05
gaby.vonrohr@bd.so.ch*

Trotz der zentralen Bedeutung der Bodenbiologie für die Bodenfruchtbarkeit werden im Bodenschutz-Vollzug, ob bei der Beurteilung von Einzelfällen oder in der Langzeitbeobachtung, nur beschränkt bodenbiologische Parameter eingesetzt. Ein wichtiger Grund für diese Zurückhaltung sind die fehlenden anwendungsorientierten Arbeitshilfen. Um dieser unbefriedigenden Situation entgegen zu wirken, engagiert sich die VBB seit Jahren für die Erarbeitung von Grundlagen in diesem Bereich.

Nachdem die VBB in früheren Publikationen bodenbiologische Parameter und reproduzierbare Methoden empfohlen hat, präsentiert sie nun mit dieser Arbeitshilfe Interpretationsgrundlagen zu den empfohlenen Parametern. Für die Arbeitshilfe wurden die Ergebnisse diverser bodenbiologischer Untersuchungen zusammengetragen und ausgewertet. Unter Berücksichtigung der zur Verfügung stehenden Datengrundlagen werden zwei Arten von Interpretationswerten eingeführt:

Die Vergleichswerte beschreiben Durchschnitt und Streubreite einzelner Parameter ohne Berücksichtigung standortspezifischer Bodeneigenschaften und ermöglichen damit eine allgemeine Beurteilung und Einordnung von Messergebnissen. Die Referenzwerte ermöglichen unter Berücksichtigung standortspezifischer Bodeneigenschaften eine differenzierte Beurteilung von Messwerten.

Derzeit stehen Vergleichswerte für die Beurteilung des Regenwurmbestandes und acht mikrobieller Parameter sowie Referenzwerte für die Beurteilung von vier mikrobiellen Parametern zur Verfügung. Ihre Anwendung ist vorerst begrenzt auf Acker- und Grünlandböden im schweizerischen Mittelland. Die Arbeitshilfe soll mit zunehmender Datengrundlage laufend erweitert werden.

Die Arbeitshilfe liegt dem VBB-Bulletin Nr. 12 / 2009 bei und ist auf der Webseite des BAFU abrufbar: (<http://www.bafu.admin.ch/boden>)

4. Forum

4.1. Überblick über bodenmikrobiologische Messungen im Kanton Aargau

*Françoise Okopnik
Abt. für Umwelt
Sektion Boden und Wasser
Entfelderstrasse 22
Buchenhof
CH-5001 Aarau
Tel. 062 835 34 08
francoise.okopnik@ag.ch*

Einleitung

Die Abteilung für Umwelt des Kantons Aargau (AfU AG) überwacht seit 1991 die stoffliche Belastung der Aargauer Böden im kantonalen Beobachtungsnetz (KABO). Das KABO-Netz umfasst heute 20 Standorte in der Landwirtschaft und 53 Standorte im Wald. Einige Standorte dienen der Bestimmung der Grundbelastung und andere liegen im Einflussbereich von Emittenten (stark befahrene Strassen, ehemalige Klärschlammausbringungsflächen, etc.). In den bisherigen KABO-Beprobungen 1991, 1996 und 2006 wurden einzig Schadstoffe gemäss Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo) vom 1. Juli 1998 in der Langzeitbeobachtung erhoben (1, 2).

Im Umweltschutzdekret (§ 19) ist der Auftrag formuliert, dass der Kanton ein Messnetz zur Überwachung der Bodenbelastung betreibt und an ausgewählten Standorten Untersuchungen über die Bodenbelastung durchführt. Er erhebt damit in regelmässigen Abständen physikalische, chemische und biologische Eigenschaften des Bodens.

Ziel der AfU ist es, die biologische Aktivität der Böden als Bodenfruchtbarkeitsindikator einzuführen und die Basalatmung und die mikrobielle Biomasse ins KABO-Programm gemäss § 19 des Dekretes über die Umsetzung des Umweltschutzrechts (Umweltschutzdekret, USD) vom 27. Oktober 1998 aufzunehmen.

Da in der Schweiz nur wenige Labors bodenbiologische Untersuchungen durchführen, sollte die Methode zur Bestimmung der Basalatmung im Labor der AfU aufgebaut werden. Daher hat sich die AfU im Frühling 2005 entschlossen, in einem internen Pilotprojekt erste bodenbiologische Untersuchungen mit eigenen Messungen

auf KABO-Standorten durchzuführen. Dabei wurden folgende Ziele verfolgt:

- Aufbau der Analytik zur Bestimmung der Basalatmung im Labor der AfU und Abschätzung der dafür benötigten personellen und finanziellen Ressourcen
- Aufbau der Zusammenarbeit mit Agroscope ART Reckenholz
- Erste Auswertungen hinsichtlich bodenbiologischer Kenngrössen

Methoden

Es wurden Basalatmung und Biomasse SIR nach den Referenzmethoden bestimmt. Die Basalatmung wurde im Labor der AfU und bei der Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART bestimmt, die Biomasse SIR bei der Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART.

Die Probenahme und Aufbereitung erfolgte nach Referenzmethode Ende Winter – Anfang Frühling. In den 5 Untersuchungsjahren dauerte die Zeitspanne von Ende Februar bis Anfangs April, da teilweise der Schnee spät fiel und lange liegen blieb. Auch innerhalb einer Probenahme-runde erstreckte sich der Zeitraum der Probenahme vom ersten Standort bis zum Abschluss über mehrere Wochen, da die Standorte unterschiedliche klimatische Eigenschaften aufwiesen.

Die Standortauswahl sollte alle Landschaftstypen des Kantons AG und alle Bewirtschaftungstypen abbilden. Dabei wurde in Kauf genommen, dass mit Gemüseanbauflächen und einem Weinbaustandort potentiell stofflich und / oder physikalisch belastete Standorte untersucht werden.

Jede Bodenprobe wurde in zwei Unterproben aufgeteilt, die je im Labor der AfU und in der Agroscope ART Reckenholz gemessen wurden. Durch die Parallelmessungen von Agroscope ART Reckenholz wurde sichergestellt, dass der AfU von Anfang an zuverlässige Daten für die Auswertung zur Verfügung stehen würden. Zum andern konnte damit die Analytik des AfU Labors überprüft werden.

Neben anfänglich grösseren Unterschieden bei den Proben vom Herbst 2005 und Frühling 2006 erzielten beide Labors sehr ähnliche Resultate bei den Proben vom Herbst 2006 und teilweise Frühling 2007 (Abbildung 4.1.1). Aus bisher noch nicht geklärten Gründen traten bei den

letzten Serien der Proben vom Frühling 2007 - ausser beim Referenzboden – erneut markante Unterschiede bei den Parallelmessungen auf. Die Problemanalyse fand und findet intensiv mit Agroscope ART Reckenholz statt.

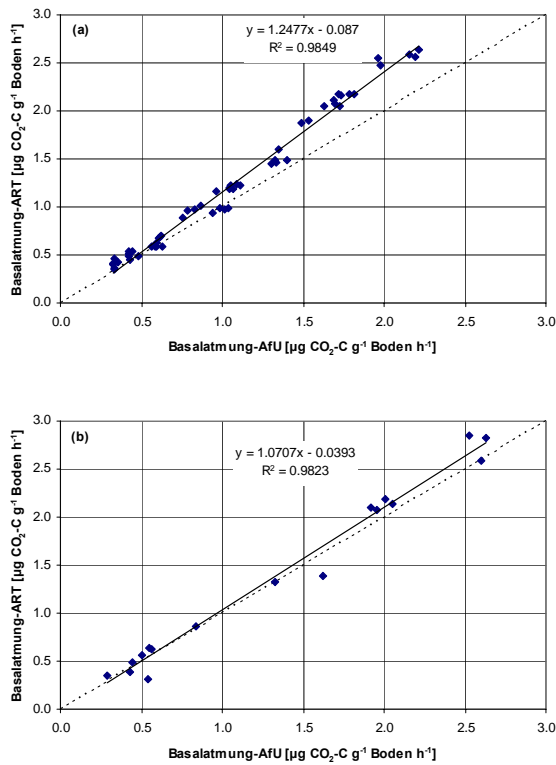


Abbildung 4.1.1 Vergleichsmessungen zwischen Agroscope ART Reckenholz (BA ART) und Labor der AfU (BA AfU). Die gestrichelte Linie zeigt den theoretischen Verlauf bei identischen Resultaten. Wie aus der Graphik (a) ersichtlich, liegen die Werte dieser Messserien des Labors der AfU (Herbst 2005, Frühling 2006, teilweise Frühling 2008) typischerweise 20% tiefer als diejenigen des Labors Agroscope ART Reckenholz. Die Messresultate (Herbst 2006 und teilweise Frühling 2007) beider Labors zeigen hingegen eine sehr gute Übereinstimmung (b).

Resultate

Untersuchte Böden

Bei den untersuchten Flächen handelt es sich um KABO-Standorte. Bei der Auswahl wurde versucht alle Landschaftstypen und verschiedene Bewirtschaftungstypen abzudecken. Etwa die Hälfte sind Ackerstandorte, wovon zwei Gemüsekulturen, die andere Hälfte sind Grünlandstandorte verschiedener Bewirtschaftungsintensität. Unter den Grünlandstandorten befindet sich auch ein Rebstandort.

Die Böden der KABO-Standorte sind bestens beschrieben (1). Die Ackerflächen weisen wie

erwartet gegenüber den Grünlandflächen kleinere Aktivitäten auf. Unter den Ackerflächen stechen jedoch die Gemüseanbauflächen (104me, 157st) gegenüber den Fruchtfolgeflächen nicht besonders negativ hervor. Was die extrem tiefen Werte beim Standort 153su verursacht muss Gegenstand weitergehender Analysen sein, da der Standort 121gr mit vergleichbaren Bodeneigenschaften fast doppelt so hohe Werte zeigt.

Tabelle 4.1.1. Nutzung der KABO Dauerbeobachtungsflächen

100ob	L1, Ackerland, Bio
101he*	L1, Ackerland
104me	L2, Ackerland, Gemüse
105me	L2, Ackerland, viel KW in FF
121gr	L3, Ackerland, viel KW in FF
122ku	L1, Dauerwiese, Magerwiese
124ab	L3, Dauergrünland, organischer Boden)
153su	L3, Ackerland
154ro	L2, Dauergrünland, kein Dünger
156bo*	L1, Weide
157sc	L1, Weinbau
159st	L2, Ackerland, Gemüse

Basalratung

Der Standort 100ob wird biologisch bewirtschaftet, was die sehr hohen Werte erklären könnte. Die Grünlandstandorte (122ku, 124ab, 154ro, 156bo* und 157sc (Reben)) weisen alle höhere Werte auf als die Ackerstandorte. Ausnahmen bilden die Standorte 100ob und 154ro, welche jeweils aufgrund ihrer Basalratung eher der anderen Bewirtschaftungsgruppe zugeordnet werden könnten.

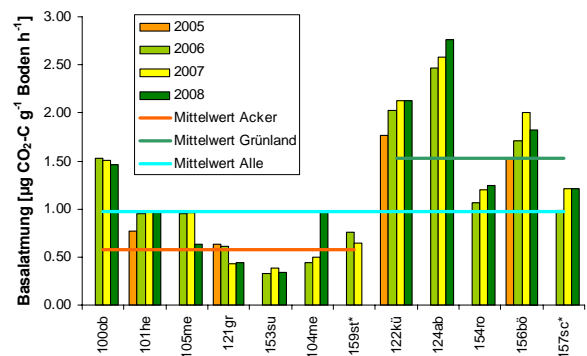


Abbildung 4.1.2 Gegenüberstellung Ackerstandorte – Grünlandstandorte.

Mikrobielle Biomasse BM (SIR)

Die Biomasse wurde nur bei Agroscope ART Reckenholz gemessen. Im Gegensatz zur Basalratung besteht für die Biomasse ein Referenzwertsystem, so dass die Standorte anhand

ihrer Bodeneigenschaften bewertet werden können.

Die untersuchten Standorte liegen in allen Bewertungsstufen des Referenzwertsystems. Wie schon bei der Basalatmung fällt auch hier der Standort 153su negativ auf. Der ähnliche Standort 121gr weist hingegen eine höhere Biomasse auf, als zu erwarten wäre. Unter den Grünlandstandorten fällt 124ab auf. Es handelt sich um einen Boden, der einen höheren Gehalt organischen Kohlenstoffs aufweist, als durch das Referenzsystem abgedeckt wird. Ausserhalb der Norm befinden sich auch die Standorte 156bo* und 157sc. Die Vermutung liegt nahe, dass der hohe Kupfergehalt im Rebbberg 157sc eine gewisse antibiotische Wirkung auch im Boden ausübt. Der "zu" hohe Wert bei 156bo* kann durch keine bekannten Besonderheiten des Standorts erklärt werden.

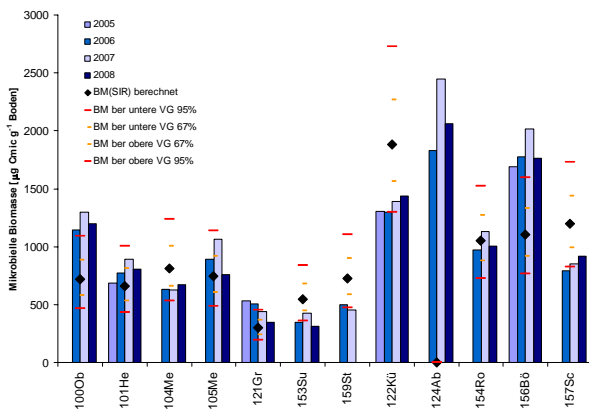


Abbildung 4.1.3 Biomasse SIR im Vergleich zu berechneten Werten.

Metabolischer Quotient

Zwar besteht (noch) kein Referenzwertsystem oder ein anderes Bewertungssystem für den metabolischen Quotienten, hingegen existieren aus den Jahren 2001-03 gesamtschweizerische Erhebungen auf 68 Grünland- und auf 220 Ackerstandorten. Die Mittelwerte unserer Standorte sind nahezu deckungsgleich mit den Mittelwerten der gesamtschweizerischen Erhebung.

Auffallend sind die Grünland-Standorte Küttigen, Abtwil und Bözen, die stark vom Mittelwert abweichen. Wir erinnern uns, dass auch Basalatmung und Biomasse an diesen Standorten auffällige Werte zeigten. In Küttigen scheint ein gewisser Nährstoffstress möglich, im Gegensatz zu Bözen, wo die Nährstoffe reichlich und leicht verfügbar vorhanden sein dürften.

Auch bei den Ackerstandorten gibt es grosse individuelle Abweichungen. So liegt der tiefste Wert unterhalb des tiefsten Wertes aus der gesamtschweizerischen Untersuchung, aber ebenso der höchste über dem höchsten. Bei den betroffenen Standorten handelt es sich um die Gemüseanbaustandorte 104me und 159st.

Verhältnis mikrobieller Kohlenstoff – organischer Kohlenstoff

Die Daten wurden mit den Durchschnittsdaten aus einer Untersuchung und dem 90%-Vertrauensintervall von 220 Ackerböden und 152 Grünlandstandorten verglichen.

Die Aargauer Ackerstandorte liegen bis auf den biologisch bewirtschafteten Standort alle ausserhalb des 90%-Vertrauensintervalls. Die Grünlandstandorte zeigen dasselbe Bild. Eine genauere Analyse der Situation ist hier unbedingt nötig. Insbesondere sind wohl die Bodeneigenschaften in die Bewertung einzubeziehen.

Diskussion und weiteres Vorgehen

Die kurze Zeitspanne reicht selbstverständlich nicht aus, um bereits statistisch und agronomisch erhärtete Schlussfolgerungen zu ziehen. Die Auffälligkeiten auf den Gemüseanbauflächen und dem Rebstandort dürften durchaus auf die Bewirtschaftung zurückzuführen sein. Ob jedoch die hohen Werte auf der biologisch bewirtschafteten Fläche tatsächlich nur auf die Bio-Bewirtschaftung zurückzuführen sind oder ob noch andere Bewirtschaftungsfaktoren und die Landtechnik eine Rolle spielen, muss mit gesamtbetrieblichen Untersuchungen erhärtet werden. Um die bodenmikrobiologischen Eigenschaften besser interpretieren zu können, ist geplant, die betroffenen Betriebe nach der Methode zur Beurteilung der Wirkungen landwirtschaftlicher Bewirtschaftung auf die Bodenqualität in Ökobilanzen SALCA-SQ zu untersuchen.

Literatur

- (1) Baudepartement des Kantons Aargau (1994). Bodenbeobachtung im Kanton Aargau, Belastungszustand der Böden 1991/1992.
- (2) Baudepartement des Kantons Aargau (2001). Veränderung der Bodenbelastung nach fünf Jahren (1996/1997).
- (3) Eidg. Forschungsanstalten FAL, FAW, RAC: Referenzmethoden der landwirtschaftlichen Forschungsanstalten, Band 2, Bodenuntersuchungen zur Standort-Charakterisierung, Bestimmung der Basalatmung B-BA-IS.

(4) Oberholzer H.R. (2004). Richtwerte für bodenbiologische Parameter (Vorschlag für die Arbeitsgruppe "Vollzug Bodenbiologie VBB" zu Vergleichsbereichen für den Bodenschutz im Bereich Bodenbiologie).

(5) Oberholzer, H.R. (2007). Bodenbiologische Kennwerte im NABO-Referenzwertsystem (NABOBio).

Impressum VBB-Bulletin Nr. 12/2009

Herausgeberin

VBB (Arbeitsgruppe Vollzug BodenBiologie)

Die kantonalen Bodenschutzfachstellen und das Bundesamt für Umwelt (BAFU) 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).

Vorsitzender seit 2008

Nicolas Rossier

Landwirtschaftliches Institut des Kantons
Freiburg

Route de Grangeneuve 31

CH – 1725 Posieux

Tel. (0)26 305 58 74

E-mail: nicolas.rossier@fr.ch

Sekretariat und Bezug

Dr. Paul Mäder

Forschungsinstitut für biologischen Landbau
(FiBL)

Ackerstrasse

CH – 5070 Frick

Tel. 062 865 72 32

Fax. 062 865 72 73

E-Mail: paul.maeder@fibl.org

Das Bulletin ist auch auf Internet verfügbar:

<http://www.bafu.admin.ch/boden> > Themen >
Bodenbiologie