

VBB-Bulletin Nr. 11 / April 2008

1. Bericht der Präsidentin und 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.....	4
2.5. Projektgruppe Langzeitbeobachtung.....	4
3. Ausgewählte Projekte der VBB	5
3.1. NABO-Bio.....	5
4. Forum	8
4.1. Auswirkungen pflugloser Anbausysteme im Biolandbau auf die Bodenfruchtbarkeit.....	8
4.2. Das Projekt „Von Bauern – für Bauern“ aus transdisziplinärer Sicht.....	12
4.3. Weinreben: eine ausserordentliche und erfolgreiche Monokultur dank spezifischer Wurzel-kolonisierender Bakterien.....	15
4.4. Entwicklung der bodenbiologischen Messungen des FRIBO in den letzten 20 Jahren.....	16

1. Bericht der Präsidentin und des Präsidenten

Françoise Okopnik, Abt. für Umwelt, Sektion Boden und Wasser, Aarau

Nicolas Rossier, Landwirtschaftliches Institut des Kantons Freiburg, Posieux

Die Bodenbiologie macht vorwärts

Die Kenntnisse und Erfahrungen mit der Bodenbiologie nehmen Schritt um Schritt zu. Als Beweis dafür dient das vorliegende elfte Bulletin mit acht Beiträgen zu verschiedenen Forschungsarbeiten, Versuchsergebnissen, Bodenbeobachtung und Umsetzungen in die Praxis.

Die Grundlagenforschung ist unabdingbar für den Erwerb grundlegender Kenntnisse, sie ist daher in diesem Bulletin vertreten mit Artikeln

zur Bodenmikrobiologie und über suppressive Organismen.

Die Bodenbeobachtung ist ein Auftrag der Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBö) vom 1. Juli 1998, der zum Ziel hat, die Bodenfruchtbarkeit langfristig zu erhalten. Auch biologische Untersuchungen in ein Beobachtungsnetz aufzunehmen ist eine Herausforderung, welche der Kanton Freiburg seit 20 Jahren angenommen hat – 20 Jahre FRIBO.

ART Reckenholz-Tänikon unternahm den wichtigen Schritt der Kalibrierung, Validierung und Interpretation der biologischen Messungen (NABO-Bio), was weiteren Kantonen helfen soll, biologische Parameter in ihre Langzeitbeobachtungen aufzunehmen. Ein Schritt, den mittlerweile auch Bern, Aargau und Graubünden getan haben.

Praktische Versuche sind nötig, um grundlegende Erkenntnisse in die Praxis zu integrieren. In diesem Kontext ist der vor fünf Jahren gestartete Langzeitversuch des FiBL exemplarisch. Es werden die Einflüsse von Bodenbearbeitung, Hofdüngern und von bio-dynamischen Präparaten auf die Bodenbiologie in einer biologisch bewirtschafteten Fläche untersucht.

Die Vermittlung von Wissen und Erfahrung in einer allgemein verständlichen und anwendbaren Form ist eine Voraussetzung zur Verbreitung bodenschonender Anbauverfahren. Das Projekt "von Bauern – für Bauern" bietet ein hervorragendes Werkzeug dazu. In der Deutschschweiz zeichnet es bereits gewisse Erfolge, Grund genug, es zu übersetzen und in der ganzen Schweiz zu verbreiten.

Die geduldige und ausdauernde Arbeit der VBB ist umso verdienstvoller, als dass die Bodenbiologie als ein Stiefkind der Bodenkunde behandelt wird. Die Unterstützung der Forschungsprojekte und der Umsetzungsarbeiten in der Bodenbiologie ist daher wichtig und verdient die Unterstützung aller.

Name und Arbeitsinhalt der Projektgruppe	Mitglieder	Kontaktperson
Wissensaustausch und Öffentlichkeitsarbeit		
<ul style="list-style-type: none"> - Information und Sensibilisierung der Öffentlichkeit für den Bodenschutz - Erfahrungs- und Wissensaustausch 	J. Burri (LU) C. Kündig (BE) C. Maurer-Troxler (BE) F. Okopnik (AG) D. Schmutz (BL) N. Tobe (TI) R. von Arx (BAFU) G. von Rohr (SO) T. Wegelin (ZH)	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 - Pilotstudien zur Erfassung von konkreten Belastungen 	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) J. Jansa (ETH) C. Maurer-Troxler (BE) P. Mäder (FiBL) H.R. Oberholzer	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 Gruppe ist sistiert	C. Maurer-Troxler (BE) L. Pfiffner (FiBL)	Dr. Claudia Maurer-Troxler Amt für Landwirtschaft und Natur des Kantons Bern, 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) G. Schmid (SG) P. Schwab (ART)	Dr. Claudia Maurer-Troxler Amt für Landwirtschaft und Natur des Kantons Bern, 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 Arbeitsgruppe Öffentlichkeitsarbeit der VBB plant und begleitet seit über 10 Jahren Projekte der Öffentlichkeitsarbeit zum Thema Bodenbiologie/Bodenschutz. Zum Bodenschutz beim Bauen besteht, trotz positiver Entwicklung, ein wesentlicher Informationsbedarf. Der Bodenschutz bei Planung und Bau von grösseren (UVP- oder GP-pflichtigen) Projekten ist recht gut akzeptiert und umgesetzt. Bei mittleren und kleineren Bauprojekten ist Bodenschutz jedoch kaum ein Thema, obwohl aufgrund der regen Bautätigkeit sehr viel Boden davon betroffen ist. Grosse Wissenslücken bestehen bei den Architektinnen und Planern, weshalb die Arbeitsgruppe bei diesen mit einer Informationsaktion einsetzt.

Ziel der Aktion ist, dass Planer und Architektinnen von mittleren Bauprojekten (Mehrfamilienhäuser, Lagerhallen) sich für den Bodenschutz mitverantwortlich fühlen und den Aufbau und die Funktionen des Bodens sowie die Gesetzesgrundlagen und Umsetzungsrichtlinien für den Bodenschutz kennen. Wichtig ist, dass sie den Bodenschutz bereits in der Planungsphase zu einem Projekt mit berücksichtigen.

Architektinnen und Planer sollen über ihren Berufsverband (SIA evtl. auch STV) erreicht werden. Kern der Informationsaktion sind Kurzpräsentationen durch die Bodenschutzfachstellen im Rahmen von Berufsapéros der SIA-Sektionen oder anderen geeigneten Anlässen. Die Aktion und die dazu nötigen Mittel (Power-Point-Referat, Flyer mit Bezugsadressen und www-links, Artikel und Medienmitteilung für Fachpresse, Internetseite) werden gegenwärtig unter Einbezug von Architekten und PR-Fachleuten ausgearbeitet. Der Start der Aktion war für den Winter 07/08 geplant.

Der erste Teil der Hauptphase des Projekts "Von Bauern – für Bauern", das mit Hilfe von Videos Erfahrungen von Bäuerinnen und Bauern über die Erhaltung oder Wiederherstellung der Bodenfruchtbarkeit vermittelt, konnte 2006 mit einer Vernissage anlässlich der Delegiertenversammlung des Schweizerischen Verbands für Landtechnik (SVLT) erfolgreich abgeschlossen werden. Der zweite Teil der Hauptphase startete mit dem Einsatz der Videomodule in den bäuerlichen Netzwerken Mitte 2006. Die Ver-

wendung der Videos in landwirtschaftlichen Organisationen und bei landwirtschaftlichen Anlässen wird unterstützt und begleitet. Zudem sind ein weiteres Modul zur Problematik im Futterbau sowie die Anpassung und Ergänzung der Videos für die französischsprachige Schweiz in Vorbereitung und sollten bis im Jahr 2009 realisiert sein.

Das Projekt wird unterstützt durch das Bundesamt für Landwirtschaft (BLW), das Bundesamt für Umwelt (BAFU), Fachstellen für Bodenschutz sowie für Landwirtschaft der Kantone und des Fürstentums Lichtenstein, die Sophie und Karl Binding Stiftung, IP Suisse, Bio Suisse, den Schweizerischen Bauernverband (SBV), den Schweizerischen Verband für Landtechnik (SVLT) und AGRIDEA.

Die Webseite www.regenwurm.ch wurde überarbeitet, aktualisiert und mit einem Quiz ergänzt.

2.2. Projektgruppe Mikrobiologie

*Hans-Rudolf Oberholzer,
Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-
Tänikon ART*

Im vergangenen Jahrzehnt entwickelte die Gruppe Mikrobiologie zahlreiche Methoden, die heute insbesondere in der Langzeitbeobachtung zum Einsatz kommen. Eine weitere Zusammenarbeit besteht mit der Gruppe Mykorrhiza. Die ART und das FiBL arbeiten ferner im Rahmen eines BAFU-Projektes bilateral an der Frage, wie gentechnisch veränderte Organismen und andere biologische Belastungen sich auf bodenbiologische Prozesse auswirken.

2.3. Projektgruppe Mykorrhiza

Simon Egli, WSL Birmensdorf

Die Projektgruppe befasste sich weiter mit der Standardmethode zur Bestimmung des Mykorrhiza-Infektionspotentials in Landwirtschaftsböden (B-MIP). Zu dieser Methode fehlen Referenzwerte noch weitgehend und aus diesem Grund ist die Interpretierbarkeit dieser Messgrösse noch recht schwierig. Mit gezielten Untersuchungen sollen Zusammenhänge zwischen dem Mykorrhiza-Infektionspotential und wichtigen Bodenparametern aufgezeigt werden. Zu diesem Zweck wurden umfangreiche bodenchemische und -physikalische Begleitdaten von 20 Böden erhoben, von welchen im Rahmen eines Pilotversuchs das Mykorrhiza-Infektionspotential gemessen wurde. Die Auswertung dieser Daten wird zu einem besseren

Verständnis der Aussagekraft des Mykorrhiza-Infektionspotentials beitragen.

2.4. Projektgruppe Fauna

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

In dieser Gruppe gab es 2006/07 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 sind die vier Kantone weiter am Auswerten ihrer kantonalen Daten. In AG, BE und ZH geschieht dies in intensiver Zusammenarbeit mit dem WSL und dem IAP. Im Kanton SG wurden im Rahmen der vierten KABO-Runde acht Waldstandorte wieder beprobt. Für die gemeinsame Darstellung der Ergebnisse aller vier beteiligten Kantone wird ein Faktenblatt erarbeitet, in dem auch das weitere, koordinierte Vorgehen bezüglich Wald-Dauerbeobachtung diskutiert werden soll. Primäres Ziel des an der Forschungsanstalt Agroscope ART durchgeführten Pilotprojekts „Langzeitbeobachtung von physikalischen und biologischen Bodeneigenschaften“ (LAZBO) ist die Entwicklung und Validierung methodischer Grundlagen für eine Langzeitbeobachtung physikalischer und biologischer Bodeneigenschaften. Im Zentrum steht die Beurteilung der zeitlichen Veränderung von Bodeneigenschaften unter Berücksichtigung der Messbeständigkeit (Probenahme und Bestimmungsmethode), um zwischen scheinbaren (z.B. methodisch bedingten) und effektiven Veränderungen unterscheiden zu können. Zurzeit liegen die gemessenen Parameterwerte von sechs Erhebungsjahren von 2001-2006 vor. Bisher wurden die Ergebnisse der ersten drei Erhebungsjahre 2006 publiziert (siehe www.nabo.admin.ch), der Schlussbericht für die gesamte Erhebungsphase ist für Frühjahr 2008 vorgesehen. Ungeachtet der spezifischen Messergebnisse im LAZBO Projekt konnten für die Dauerbeobachtung von physikalischen und biologischen Bodeneigenschaften bereits wichtige Erkenntnisse bezüglich der Datensicherung gewonnen

werden. So kann eine langfristige Vergleichbarkeit der (kalibrierten) Messwerte einer Zeitreihe nur dann gewährleistet werden, wenn die Stabilität der Messmethoden mit geeigneter Referenzierung nachgewiesen wird. Im LAZBO Projekt wird versucht, dies für biologische Bodeneigenschaften einerseits durch Wiederholungsbestimmungen von Referenzproben und andererseits durch zusätzlich erhobene Begleitparameter der Probenahme und der Bodenproben abzuschätzen. Für die Datensicherung bedeutet dies, dass insgesamt drei Komponenten transparent und eindeutig nachvollziehbar dokumentiert werden müssen: (1) die Original-Messwerte der Bodenproben; (2) die Messwerte der Referenzproben sowie (3) die Kalibrierungsfunktion mit der die Original-Messwerte letztlich in eine homogene Zeitreihe überführt werden.

Mit der Datensicherung der drei Komponenten können rückwirkend Abweichungen in der Messbeständigkeit in der Zeitreihenanalyse berücksichtigt und soweit als möglich eliminiert werden. Bei der geplanten schrittweisen Aufnahme der Dauerbeobachtung von physikalischen und biologischen Bodeneigenschaften im NABO Referenznetz sollen ab 2008 an ausgewählten Standorten die erarbeiteten methodischen Grundlagen umgesetzt werden.

3. Ausgewählte Projekte der VBB

3.1. NABO-Bio

Hans-Rudolf Oberholzer und Susanne Scheid
 Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-
 Tänikon ART
 Reckenholzstrasse 191
 CH – 8046 Zürich
 Tel. 044 377 72 97
 hansrudolf.oberholzer@art.admin.ch

Im NABO-Bio Projekt wurden die meisten landwirtschaftlich genutzten Standorte des NABO-Messnetzes auf die bodenmikrobiologischen Parameter mikrobielle Biomasse BM (SIR), mikrobielle Biomasse BM-C/N (FE) sowie Basal- atmung untersucht. Ziel des Projektes war es, den Ist-Zustand schweizerischer Böden in Bezug auf die biologischen Eigenschaften zu erfassen. Im Weiteren sollten die bestehenden Referenzwertmodelle zur Beurteilung des bodenmikrobiologischen Parameters mikrobielle Biomasse BM (SIR) für Acker- und Grünland

böden überprüft werden. Im Mittelpunkt des Projektes standen zudem die Fragen, ob ein Einfluss der Bodenbelastung mit anorganischen Schadstoffen auf die bodenmikrobiologischen Parameter nachweisbar ist und ob die bisherige Beprobungstiefe von 0-20 cm für Standorte mit Ackerbau (A) auf 0-10 cm geändert und damit für alle Standorte unabhängig von der Nutzung vereinheitlicht werden kann.

In den Jahren 2004 und 2005 wurden 32 Standorte mit Ackerbau (A), 16 Graslandstandorte (Ge, Gi), je drei Standorte mit Spezialkultur Gemüse, Obst bzw. Reben (I-G, I-O, I-R) sowie zwei Parkanlagen (P) jeweils im Frühjahr auf einer Fläche von 10 x 10 m entsprechend der NABO-Vorgehensweise beprobt. Die Standorte mit Ackerbau (A) sowie die Standorte mit Spezialkultur Gemüse (I-G) wurden in einer Tiefe von 0-20 cm beprobt. Die Graslandstandorte (Ge, Gi), Standorte mit Spezialkultur Obst (I-O) bzw. Reben (I-R) sowie die Parkanlagen (P) wurden in einer Tiefe von 0-10 cm beprobt.

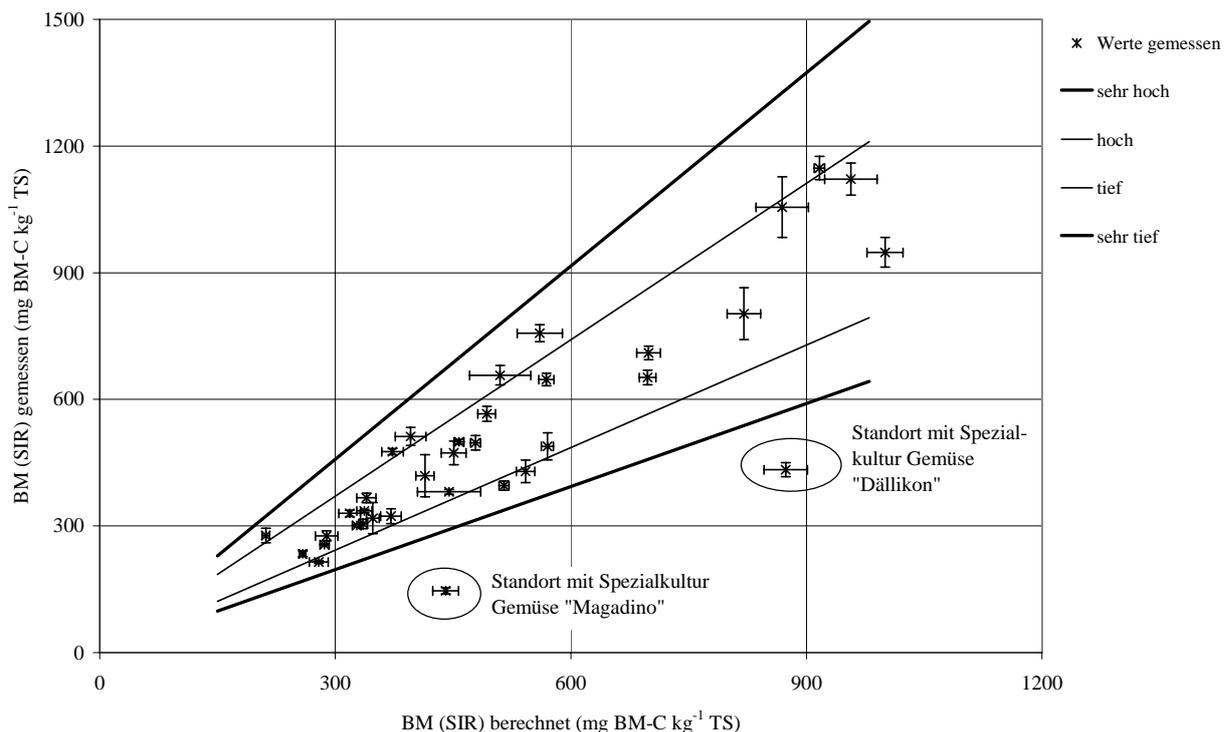


Abb. 1: Zusammenhang zwischen dem gemessenen und dem berechneten Gehalt an mikrobieller Biomasse BM (SIR) in den Böden der NABO-bio-Standorte mit Ackerbau und Standorte mit Spezialkultur Gemüse; jeweils für 0-20 cm Tiefe, Darstellung des Mittelwertes pro Standort und Standardabweichung, Beurteilung der Ergebnisse: «sehr hoch» = obere Grenze des 95 %igen Erwartungsbereiches, «hoch» = obere Grenze des 67 %igen Erwartungsbereiches, «tief» = untere Grenze des 67 %igen Erwartungsbereiches, «sehr tief» = untere Grenze des 95 %igen Erwartungsbereiches, Anzahl Standorte n = 35.

Die Ergebnisse zeigen für alle untersuchten bodenmikrobiologischen Parameter, dass im Boden der Standorte mit Ackerbau (A) im Vergleich zu den Graslandstandorten (Ge, Gi) die tieferen Werte gemessen wurden. Die Standorte mit Spezialkultur Gemüse (I-G) wiesen, verglichen mit den Standorten mit Ackerbau (A), geringere Werte auf. Gleiches gilt für den Vergleich der Standorte mit Spezialkultur Reben (I-R) mit den Graslandstandorten (Ge, Gi). Auch hier lagen die gemessenen Werte im Boden der Standorte mit Spezialkultur Reben (I-R) unter den Ergebnissen der Graslandstandorte (Ge, Gi). Der metabolische Quotient zeigt für die Standorte mit Spezialkultur Gemüse (I-G) bzw. Reben (I-R) erhöhte Werte, die eventuell auf Stress oder einen höheren Umsatz auf diesen Standorten hinweisen. Die Korrelationen zwischen den bodenmikrobiologischen Parametern und den physikalischen und chemischen

Bodeneigenschaften pH-Wert, C_{org}- und Ton-gehalt sind für die Standorte mit Ackerbau (A) entsprechend bisherigen Untersuchungen sehr hoch und statistisch signifikant. Für die Graslandstandorte (Ge, Gi) wurden generell niedrigere Korrelationskoeffizienten ermittelt, die häufig nicht signifikant waren. Teilweise konnten keine Zusammenhänge sowohl zwischen den bodenmikrobiologischen Parametern als auch zu den physikalischen und chemischen Bodeneigenschaften nachgewiesen werden. Dies trifft insbesondere für die beiden Parameter zur Bestimmung der mikrobiellen Biomasse zu. Damit ist die bisherige Annahme, dass die Bestimmung dieses bodenmikrobiologischen Parameters mit der Methode «Substratinduzierte Respiration (SIR)» bzw. mit der Methode «Chloroform-Fumigations-Extraktion (FE)» analoge Ergebnisse liefert, für die Graslandstandorte (Ge, Gi) in Frage gestellt.

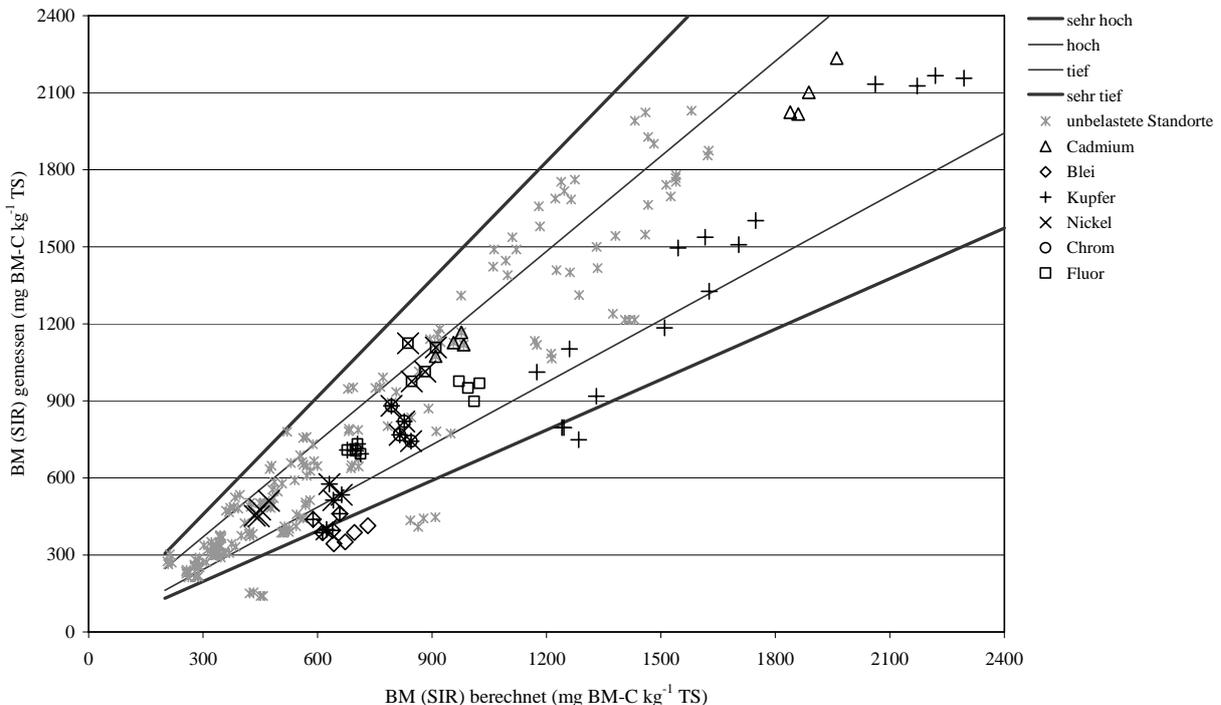


Abb. 2: Einfluss der Schwermetallgehalte auf die Gehalte an mikrobieller Biomasse BM (SIR) in den Böden der beprobten NABO-bio-Standorte. Darstellung aller Einzelwerte (Mischproben), Beurteilung der Einzelwerte: «sehr hoch» = obere Grenze des 95 %igen Erwartungsbereiches, «hoch» = obere Grenze des 67 %igen Erwartungsbereiches, «tief» = untere Grenze des 67 %igen Erwartungsbereiches, «sehr tief» = unterer Grenze des 95 %igen Erwartungsbereiches, Anzahl der Proben n = 379.

Die Bestimmungen des bodenmikrobiologischen Parameters mikrobielle Biomasse BM (SIR) im Boden der Standorte mit Ackerbau (A) in den Tiefen 0-10 cm und 0-20 cm zeigte für einzelne Standorte deutliche und bedeutende Unterschiede, die nach der Auswertung der Daten mit

dem zur Verfügung stehenden Referenzwertmodell für «Ackerböden» zu einer unterschiedlichen Beurteilung der Standorte führen kann. Damit die Vergleichbarkeit mit den bisherigen bodenmikrobiologischen Arbeiten und die Möglichkeit der Interpretation der Daten anhand der

Referenzwertbereiche erhalten bleibt, ist für eine Langzeitbeobachtung biologischer Bodeneigenschaften die Beprobungstiefe von 0-20 cm entsprechend den Referenzmethoden der Eidg. Landw. Forschungsanstalten beizubehalten. Die Beurteilung der Ergebnisse des bodenmikrobiologischen Parameters mikrobielle Biomasse BM (SIR) anhand der Referenzwertmodelle zeigt, dass die Gehalte der meisten Acker- und Graslandstandorte im Normalbereich liegen. Als «sehr tief» werden die Gehalte an mikrobieller Biomasse BM (SIR) zweier Standorte mit Spezialkultur Gemüse (I-G) bewertet, die aufgrund der Bodenbearbeitung mit dem Referenzwertmodell für «Ackerböden» ausgewertet wurden. Die gemessenen Gehalte an mikrobieller Biomasse BM (SIR) der Standorte mit Spezialkultur Reben und Obst (I-O, I-R) sowie der Parkanlagen (P) wurden dementsprechend mit dem Referenzwertmodell für «Grünlandböden» ausgewertet. Es zeigte sich, dass beide Parkanlagen (P) und zwei Standorte mit Spezialkultur Reben (I-R) ebenfalls mit «sehr tief» zu beurteilen sind. Für diese Standorte stellt sich somit die Frage, ob die Referenzwertmodelle zur Beurteilung die Richtigen sind oder ob für die entsprechenden Nutzungskategorien eigene Referenzwertmodelle zu erarbeiten sind. Dazu müssten jedoch weitere Standorte dieser Nutzungskategorien untersucht werden. Die Ergebnisse der NABO-Bio Standorte können sehr gut verwendet werden, um die Basis der bestehenden Referenzwertmodelle zu erweitern. Für die Standorte mit Ackerbau (A) scheint die Datenbasis sogar ausreichend, um eine erste Version von Referenzwertmodellen für die bodenmikrobiologischen Parameter mikrobielle Biomasse BM-C/N (FE) und Basalatmung berechnen zu können. Für die Graslandstandorte (Ge, Gi) ist die Datenbasis mit 16 Standorten zu gering. Für die Erarbeitung von Grundlagen zur Bewertung bodenmikrobiologischer Parameter ist es unumgänglich, in Zukunft weitere Standorte der verschiedenen Nutzungskategorien zu untersuchen, um die bestehenden Referenzwertmodelle zu ergänzen. Die Beurteilung der Auswirkungen einer Belastung des Bodens mit Schwermetallen auf die bodenmikrobiologischen Parameter anhand der Referenzwertmodelle zeigte für die Acker- (A) und Graslandstandorten (Ge, Gi) bei einer Überschreitung des geltenden Richtwertes keine negativen Einflüsse auf den Gehalt an mikrobieller Biomasse BM (SIR). Für die Standorte mit Spezialkultur Gemüse (I-G) bzw. Reben (I-R) sowie den Parkanlagen (P), die eine Überschrei-

tung geltender Richt- bzw. Prüfwerte aufwiesen, kann dieser Einfluss nicht beurteilt werden, da das Datenset für einen Vergleich zu gering, nicht adäquat oder gar nicht vorhanden ist und für diese Nutzungskategorien der Einsatz der bestehenden Referenzwertmodelle fraglich ist. Die Ergebnisse des NABO-Bio-Projektes können zwar als Ausgangsbasis für eine Langzeitbeobachtung bodenmikrobiologischer Parameter verwendet werden, allerdings sollte zunächst das Ziel einer solchen Langzeitbeobachtung definiert werden. In Abhängigkeit von der entsprechenden Zielsetzung wird sowohl die Auswahl von Standorten als auch von bodenmikrobiologischen Parametern, insbesondere von Begleitparametern und weiteren chemischen oder physikalischen Parametern, die sinnvollerweise zu erfassen wären, unterschiedlich ausfallen.

Literatur

Hans-Rudolf Oberholzer, Susanne Scheid, 2007: Bodenmikrobiologische Kennwerte. Erfassung des Zustands landwirtschaftlicher Böden im NABO-Referenzmessnetz anhand biologischer Parameter (NABO-Bio). Umwelt-Wissen Nr. 07/23. Bundesamt für Umwelt, Bern. 76 S.

Herausgeber

Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Download PDF

www.umwelt-schweiz.ch/uw-0723-d

(eine gedruckte Fassung ist nicht erhältlich)

Code: UW-0723-D

4. Forum

4.1. Auswirkungen pflugloser Anbausysteme im Biolandbau auf die Bodenfruchtbarkeit

Paul Mäder und Alfred Berner
FiBL

Fachgruppe Bodenwissenschaften
Ackerstrasse
CH – 5070 Frick
Tel. 062 865 72 32
paul.maeder@fibl.org
alfred.berner@fibl.org

Ein krümeliger, gut strukturierter, belebter Boden steht im Zentrum des biologischen Landbaus. Reduzierte oder pfluglose Bodenbearbeitung, heisst es, schonen die natürliche Bodenstruktur und fördere die Bodenfruchtbarkeit. Ein seit 2002 laufender Langzeitversuch am FiBL in Frick vergleicht den Anbau mit und ohne Pflug und untersucht gleichzeitig den Einfluss von Mistkompost und biologisch-dynamischen Präparaten. Jetzt liegen erste Ergebnisse vor, und zwar teils überraschende.

Reduzierte Bodenbearbeitung ersetzt das aufwändige Pflügen durch Grubbern oder andere nichtwendende Verfahren. Dadurch bleibt die natürliche Schichtung des Bodens weitgehend erhalten. Feinkrümelige Erde bleibt an der Bodenoberfläche, und die Pflanzen können im ungestörten Boden in durchgängigen Grobporen stärker wurzeln und in trockenen Perioden Wasser aus tieferen Bodenschichten erschliessen.

Funktioniert das auch im Biolandbau? Kommt es in schweren Böden ohne lockernden Pflugeinsatz nicht zu Versorgungsengpässen mit Stickstoff? Entwickeln sich ohne tiefes Wenden Wurzelunkräuter, wie Winden und Disteln, nicht zu einer unbeherrschbaren Plage? Es gibt erst wenige Versuche zur reduzierten Bodenbearbeitung unter Biobedingungen und die Erfahrungen aus der Praxis sind spärlich.

Auch im Biolandbau herrscht im Ackerbau ein starker Druck zu energie- und arbeitssparenden Bestellverfahren. Inspiriert durch die Pioniere trat deshalb eine Gruppe von Biobäuerinnen und Biobauern mit dem Anliegen an das FiBL heran, reduzierte Bodenbearbeitungssysteme weiterzuentwickeln.

Die in der Schweiz vorherrschenden gemischten Betriebe mit Ackerbau und Viehwirtschaft bieten dafür günstige Bedingungen: Das Klee gras in der Fruchtfolge drängt Wurzelunkräuter durch Bodenstabilisierung zurück, und gezielte Hof-

düngergaben erhöhen die Konkurrenzkraft der Kulturpflanzen.

Verschiedene Landwirte berichten, dass die reduzierte Bodenbearbeitung unter Anwendung der biologisch-dynamischen Präparate und Mistkompost leichter gehe.

Schon der DOK-Systemvergleichsversuch (biologisch-Dynamisch – Organisch-biologisch – Konventionell) hat gezeigt, dass biologisch-dynamisch bewirtschaftete Böden aktiver waren und einen höheren Humusgehalt aufwiesen. Im DOK-Versuch kann aber der Einfluss der biologisch-dynamischen Präparate nicht vom Einfluss des Mistkompostes getrennt werden.

Deshalb hat das FiBL im Herbst 2002 einen neuen Langzeitversuch angelegt, in dem sich der Präparateinsatz als Einzelfaktor untersuchen lässt, und das bei unterschiedlicher Bodenbearbeitung und Düngung.

Die Auffächerung der Einflussfaktoren macht den Versuch auch für nicht biologisch-dynamisch wirtschaftende Landwirte interessant: Düngungsfragen haben schon immer alle Biobauern bewegt, und der pfluglose Anbau wird zurzeit in allen Produktionssystemen lebhaft diskutiert.

Alle drei Versuchsfaktoren sind kreuzweise voll kombiniert. Dies ergibt acht Verfahren, mit je vier Wiederholungen insgesamt 32 Parzellen. Die Parzellen sind 12 x 12 m gross und nach den Bodenbearbeitungsverfahren in je zwei Streifen angeordnet. Der lehmige Tonboden in Frick enthält im Mittel 2.2 Prozent organische Substanz (C_{org}) entsprechend 3.8 Prozent Humus, 45 Prozent Ton, 33 Prozent Schluff und hat einen pH-Wert (H_2O) von 7.1. Der durchschnittliche jährliche Niederschlag in Frick beträgt 1000 mm. Die Fruchtfolge ist dem tonigen Boden angepasst und umfasst Silomais (2002, vor Versuchsbeginn), Winterweizen (2002/2003, Sorte Titlis), Hafer/Alexandrinerklee (2003, als Zwischenfrucht), Sonnenblumen (2004, Sanluca) und Dinkel (2005, Ostro). 2006/2007 steht Klee gras, dann beginnt die Fruchtfolge wieder mit Silomais. Versuchsende ist voraussichtlich 2011.

Reduzierte Bearbeitung unterstützt die Humusbildung

Bereits im ersten Jahr hatte sich in diesem Versuch auf lehmigem Ton gezeigt, dass mit einem Grubber reduziert bearbeiteter Boden in feuchtem Zustand weniger an Stiefeln und Spaten klebte als gepflügter Boden. Der reduziert bearbeitete Boden wies rundere Krümel-

formen auf, der gepflügte kantigere. Im gepflügten Boden war der Abbau von Ernterückständen deutlich verlangsamt, was sich in der Folgekultur Dinkel durch so genannte «Strohmatte» in Pflugtiefe manifestierte (Abb. 3). Dies kann als Indiz dafür genommen werden, dass der reduziert bearbeitete Boden belebter ist.

In vertieften Bodenuntersuchungen im Jahr 2005 liess sich nun belegen, dass durch die reduzierte Bodenbearbeitung im Vergleich zum Pflug der Humusgehalt in der Bodentiefe von 0-10 cm in nur zwei Jahren um 7 Prozent (+0,16 Prozentpunkte Corg) statistisch gesichert zunahm (Abb. 4). Auch die Biomasse der Mikroorganismen war in den reduziert bearbeiteten Böden um 28 Prozent erhöht. Dies zeigt, dass die Bodenfruchtbarkeit auf den reduziert bearbeiteten Parzellen ansteigt. In der Bodentiefe von 10-20 cm konnten keine Veränderungen gemessen werden. Es konnten im Boden auch keine Effekte durch die biologisch-dynamischen Präparate festgestellt werden.



Abb. 3: Spatenprobe (0-30 cm) aus dem tonigen Lehm Boden in Frick. Im reduziert bearbeiteten Verfahren (links) werden die Sonnenblumenstoppeln nicht vergraben und bauten sich schneller ab.

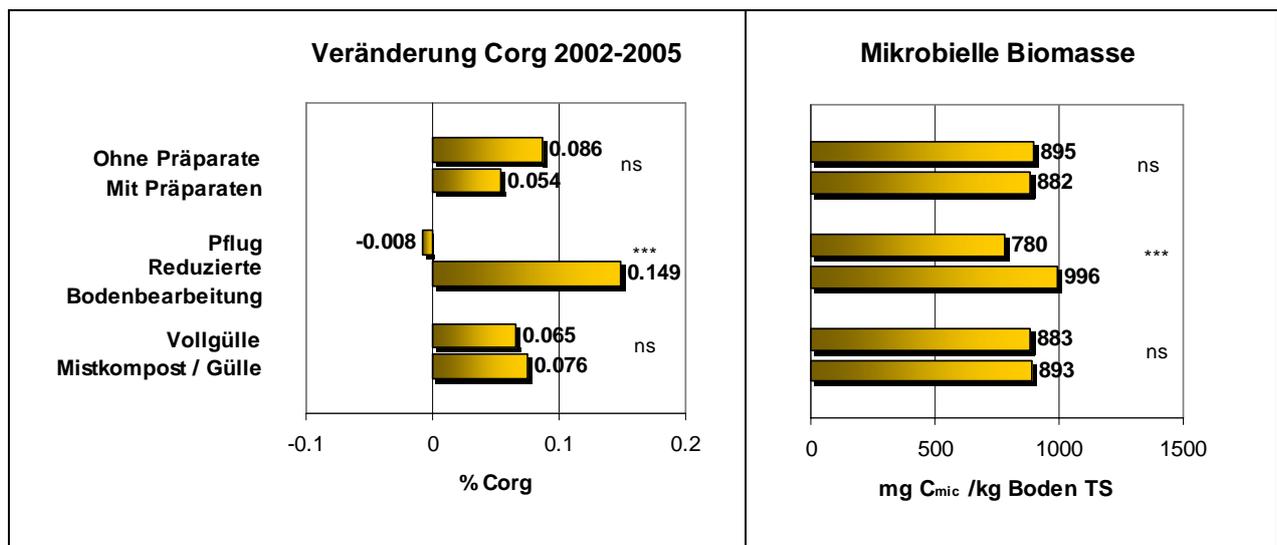


Abb. 4: Langzeitversuch in Frick: Veränderungen des Humusgehaltes, gemessen als organischer Kohlenstoff Corg zwischen Herbst 2002 und Frühjahr 2005, und mikrobielle Biomasse (Fumigation-Extraktions-Methode) im Frühjahr 2005 in 0-10 cm Bodentiefe. ns = nicht signifikant; *** = hoch signifikant.

Mehr Mykorrhizapilze bei reduzierter Bodenbearbeitung

2005 bestimmten wir im Rahmen der Diplomarbeit von Isabell Hildermann (Universität Hohenheim) auch die Wurzelentwicklung des Dinkels. Im Frühjahr beim Schossen waren die Wurzeln in den reduziert bearbeiteten Parzellen in 0-5 cm Bodentiefe deutlich stärker entwickelt als in den gepflügten Parzellen. Hingegen war in

5-20 cm Bodentiefe die Wurzellänge in den gepflügten Parzellen grösser als bei reduzierter Bodenbearbeitung. Zwischen 20 und 40 cm Bodentiefe konnten keine Unterschiede mehr festgestellt werden. Bis zum Schossen des Dinkels war die Wurzelentwicklung in den verschiedenen Bodenbearbeitungssystemen ausgeglichen. Auch hier konnten keine durch die

Präparate bedingten Unterschiede festgestellt werden.

Wir wollten auch wissen, wie stark die Kolonisierung der Wurzeln mit Symbiosepilzen, den Mykorrhizen, ist, denn diese verbessern die Nährstoffaufnahme der Pflanze und stabilisieren das Bodengefüge. In der Tendenz waren die Wurzeln des im Feld gewachsenen Dinkels in den reduziert bearbeiteten Parzellen stärker von Mykorrhizapilzen besiedelt. Dies lässt sich dadurch erklären, dass die Pilzfäden im Boden dort weniger gestört wurden. Entgegen den Erwartungen reagierten die Regenwürmer insgesamt wenig auf die verschiedenen Bodenbearbeitungsverfahren. Hingegen wurden in den reduziert bearbeiteten Versuchspartellen mehr endogäische Würmer gezählt; umgekehrt war die Biomasse dieser ökologischen Gruppe in den gepflügten Parzellen etwas erhöht.

Gute Erträge auch im reduzierten Verfahren

Die Erträge in den beiden Bodenbearbeitungsverfahren hingen stark von der angebauten Kultur ab. Im ersten Jahr war der Winterweizen-ertrag mit reduzierter Bodenbearbeitung um 16 Prozent geringer als mit Pflugeinsatz (reduziert 5.1 t Körner/ha; 15% Feuchte). Die darauf folgende Zwischenfrucht Hafer/Alexandrinerklee zeigte hingegen keine nennenswerten Unterschiede, und bei den Sonnenblumen wurde in den Parzellen mit reduzierter Bodenbearbeitung sogar ein tendenzieller Mehrertrag von 5 Prozent gemessen (reduziert 3.6 t Körner/ha; 8% Feuchte). Dinkel, eine Kultur mit frühem Stickstoffbedarf, zeigte mit reduzierter Bodenbearbeitung wiederum einen Minderertrag von 8 Prozent (reduziert 2.56 t Körner/ha; 15% Feuchte).

Die Resultate sind vermutlich auf eine spätere Mineralisierung des Boden- und Düngerstickstoffs in den reduziert bearbeiteten Verfahren zurückzuführen. Zwischenfrucht und Sonnenblumen konnten diese späte Stickstoffquelle noch ausnutzen und erzielten dann gute Erträge. Die Verwendung der Vollgülle führte im Vergleich zum Mistkompost mit reduzierter Güllemenge nur beim Winterweizen zu einem Mehrertrag von 5 Prozent. Die biologisch-dynamischen Präparate hatten keinen Einfluss auf die Ertragshöhe.

Unkraut im Griff?

Im ersten Versuchsjahr war die Unkrautpopulation in den zwei Bodenbearbeitungsverfahren

noch sehr ähnlich, im dritten Versuchsjahr unter Dinkel traten deutliche Unterschiede auf. Die Bodenbedeckung durch Unkräuter im Stadium Blüte des Dinkels war mit 16 Prozent in den Parzellen mit reduzierter Bodenbearbeitung doppelt so hoch wie in den gepflügten Parzellen. Die Ackerwinde als Wurzelunkraut stellt am Versuchsstandort ein Problem dar und ist bekanntlich im biologischen Landbau schwierig zu unterdrücken. Im Versuch werden die Winden nebst dem Hacken in Sonnenblumen und Mais auch durch Klee gras in der Fruchtfolge geschwächt. In den Sonnenblumen wurden die Winden in den Reihen zusätzlich von Hand gehackt: in den gepflügten Parzellen 15.2 Arbeitskraftstunden (Akh)/ha, in den reduziert bearbeiteten 27.7 Akh/ha. Dieser Aufwand sollte in Zukunft noch auf ein praxisüblicheres Mass von 10 Akh/ha gesenkt werden. Ob dies zur Kontrolle der Winden genügt, wird sich in den nächsten Jahren zeigen.

Qualität von Weizen und Dinkel

Mit einer an der Universität Jena durchgeführten Diplomarbeit untersuchten wir die Qualität von Weizen und Dinkel. Bei den Inhaltsstoffen (Rohprotein, P, K, Ca, Mg), beim Hektoliter- und 1000-Korn-Gewicht traten insgesamt geringe Unterschiede zwischen den Verfahren auf. Es deutet sich aber an, dass sich reduzierte Bodenbearbeitung günstig auf die Mineralstoffaufnahme der Pflanzen auswirkt, wenn mit Mistkompost statt Vollgülle gedüngt wird. Eine mögliche Erklärung liegt in der erhöhten biologischen Bodenaktivität und der stärkeren Besiedlung der Wurzeln mit Mykorrhizapilzen, welche die im Kompost gebundenen Nährstoffe pflanzenverfügbar machen.

Weil Weizen im Versuch praxisüblich nach Silomais angebaut wird, untersuchte das Agroscope Reckenholz-Tänikon ART Körner und Stroh auf Fusarientoxine. Bekanntlich werden die Fusarienpilze von Maisernterückständen auf Weizen übertragen. Erwartungsgemäss führte reduzierte Bodenbearbeitung zu etwas erhöhten Fusarientoxingehalten (Deoxynivalenole, DON) im Weizenkorn und im Weizenstroh. Der Befall war aber witterungs- und sortenbedingt in allen Verfahren gering.

Bemerkenswert war nun, dass die DON-Gehalte nach Anwendung der biologisch-dynamischen Präparate deutlich reduziert waren. Diese Reduktion lag in derselben Grössenordnung wie nach Pflugeinsatz. Diese einjährigen Ergebnisse bedürfen aber in zukünftigen Jahren einer

Absicherung. Die Weizenproben des ersten Versuchsjahres wurden auch mit bildschaffenden Methoden untersucht. Uwe Geier vom Forschungsinstitut am Goetheanum ordnete je drei verblindete Mischproben von Weizen mit beziehungsweise ohne biologisch-dynamische Präparate den jeweiligen Verfahren richtig zu. Somit waren die Pflanzen schon im ersten Jahr der Anwendung der Präparate durch Kupferchloridkristallisation und Steigbilder unterscheidbar, nicht aber im Rohproteingehalt und in den Mineralstoffen.

Fazit und Ausblick

In den ersten drei Jahren hat der Langzeitversuch Frick bereits viele spannende Ergebnisse zu Tage gefördert. Unerwartet war, dass Weizen, der in Parzellen gewachsen war, welche lediglich im Versuchsjahr mit biologisch-dynamischen Präparaten behandelt wurden, weniger Fusarientoxine enthielt und mit den bildschaffenden Methoden klar von nicht behandelten Weizenproben unterschieden werden konnte.

Sehr bedeutsam sind auch die Ergebnisse zur Bodenfruchtbarkeit: Reduziert bearbeitete Böden waren schon nach kurzer Zeit belebter, wiesen etwas mehr Humus auf und auch die Symbiosepilze fühlten sich dort wohler als in gepflügten Böden. Die Erträge reagierten je nach Kultur positiv oder negativ auf reduzierte Bodenbearbeitung. Allerdings könnten sich bei dieser Bodenbearbeitung Wurzelunkräuter zu einem ernsthaften Problem entwickeln. Wie sich die Erträge und die Unkrautsituation entwickeln, müssen weitere Untersuchungsjahre zeigen.



Abb. 5: Im Fricker Langzeitversuch kommt ein Grubber von Wenz aus Schwanau (DE) zum Einsatz.

Wir erwarten, dass sich die Differenzen zwischen den Verfahren im Verlaufe der nächsten Versuchsperiode noch stärker zeigen. Der

Abschluss des Versuchs ist auf das Jahr 2011 geplant.

Untersuchte Faktoren im Langzeitversuch Frick

Faktor biologisch-dynamische Präparate: Die Felder werden mit den Feldpräparaten Hornmist und Hornkiesel behandelt, die Mistkomposte mit den Kompostpräparaten Schafgarbe, Kamille, Brennnessel, Eichenrinde, Löwenzahn und Baldrian. Auf den Kontrollflächen erhalten weder die Komposte noch die Versuchspartzen biologisch-dynamische Präparate. Die Präparate beziehen wir von Rainer Sax in Gelterkinden.

Faktor Bodenbearbeitung: Die Grundbodenbearbeitung erfolgt entweder betriebsüblich mit dem Pflug, 15 cm tief, oder beim reduziert bearbeiteten Verfahren mit dem Grubber, ebenfalls 15 cm tief (Abb. 5). Zur Saatbeetbereitung bearbeiten wir den Boden einheitlich mit einem Zinkenrotor (Rototiller), 5 cm tief.

Faktor Düngung: Zwei Düngungsstrategien werden im Fricker Langzeitversuch geprüft: Via Mistkompost soll einerseits die natürliche Bodenfruchtbarkeit aufgebaut werden, und die Pflanzen sollen indirekt, über die Mineralisierung der organischen Bodensubstanz, ernährt werden. Im betriebsüblichen Verfahren wird die Pflanze vermehrt direkt mit Stickstoff aus der Vollgülle versorgt. Die Düngungsintensität ist einheitlich 1.4 Düngergrossvieheinheiten je Hektar und Jahr. Die Hofdünger verteilen wir in beiden Verfahren kurz vor der Saatbeetbereitung und arbeiten sie oberflächlich, also erst nach dem Pflügen und Grubbern, in den Boden ein. Spätere Güllegaben werden zur Zeit intensiven Pflanzenwachstums gegeben.

Dank

Diese Arbeit wurde ermöglicht durch das Bundesamt für Landwirtschaft, Bern, und die Stiftungen Dutch BD-Vereniging, Stiftung zur Pflege von Mensch, Mitwelt und Erde, Sampo Verein für Anthroposophische Forschung und Kunst, Software AG Stiftung und Evidenzgesellschaft.

4.2. Das Projekt „Von Bauern – für Bauern“ aus transdisziplinärer Sicht

*Flurina Schneider, Silvano Allenbach und
Stephan Rist
Centre for Development and Environment (cde)
Geographisches Institut, Universität Bern
Steigerhubelstrasse 3
CH – 3008 Bern
Tel. 031 631 50 89
flurina.schneider@cde.unibe.ch*

*Patricia Fry
Knowledge Management Environment
Idaplatz 3
CH – 8003 Zürich
Tel. 044 461 33 28
contact@patriciafry.ch*

Obwohl der Erhalt der Bodenfruchtbarkeit ein ureigenes Interesse jedes Landwirtschaftsbetriebes ist, war der Schutz dieser zentralen Ressource in landwirtschaftlichen Kreisen lange Zeit kein wichtiges Thema. Das nationale Forschungsprogramm "Nutzung des Bodens in der Schweiz" initiierte um 1990 eine breite gesellschaftliche Diskussion zur Gefährdung der Böden in der Schweiz – erstmals auch hinsichtlich physikalischer Belastungen – und beeinflusste damit die nationale Gesetzgebung. Im Zuge der Neuausrichtung der Schweizerischen Landwirtschaftspolitik (1993) und der Revision der Bodenschutzverordnung (1998) wurden die Bauern vom Gesetzgeber direkt dazu aufgefordert Erosion und Verdichtung auf ihren Böden zu verhindern. Die Umsetzung dieser Bestimmungen und die Verbreitung von bodenschonenden Anbauverfahren erweist sich jedoch als schwierig.

Verschiedene Bodenschutzfachstellen, Bundesämter, bäuerliche Organisationen sowie Schulen versuchen den Bodenschutz in der Landwirtschaft mit dem neuen, alternativen Ansatz „Von Bauern – für Bauern“ zu fördern. Dieser Ansatz wurde von Patricia Fry (Wissensmanagement Umwelt) entwickelt und ausgearbeitet. Er basiert auf der Erkenntnis, dass Bauern, Experten und Wissenschaftler verschiedene Sichtweisen auf Boden und Erosion haben, deshalb mit unterschiedlichen Methoden arbeiten und mit einer anderen Sprache darüber sprechen (vgl. VBB Bulletin Nr. 5/2001). In diesem Sinn geht das Projekt „Von Bauern – für Bauern“ davon aus, dass Bauern am effektivsten von den Erfahrungen ihrer Berufskollegen lernen. Um diese Erkenntnis für den Bodenschutz fruchtbar zu machen, wurden Landwirte gesucht, die bereits

Erfahrungen mit bodenschonenden Anbauverfahren gemacht haben. Ihr Wissen, das in Zusammenarbeit mit Bodenfachleuten entstanden und über viele Jahre in der Praxis gewachsen ist, wurde ermittelt und mit Videoaufnahmen festgehalten.



Abb. 6: Filmaufnahmen während dem Projekt „Von Bauern – für Bauern“.

Die Entstehung der Filme wurde von einer Begleitgruppe mit Vertretern aus bäuerlichen Organisationen, Verwaltung und Wissenschaft begleitet. Die Begleitgruppe gewährleistet die Vernetzung des Projektes im Wissenssystem der Landwirtschaft und erlaubt den verschiedenen Beteiligten das Projekt und die Entstehung der Filme mit ihrem spezifischen Wissen aktiv mitzugestalten. Auf diese Weise entstanden fünf Kurzfilme zu den Themen Direktsaat, Streifenfrässaat, Mulchsaat und Bodenpflege mit Kompost und Gründüngung (www.vonbauernfuerbauern.ch). Diese Videos werden nun in bäuerlichen Netzwerken gezeigt, um auf diese Weise einen breiten Kreis von Bauern zu erreichen. Dabei geht es darum, relevantes Wissen über eine lebensweltliche Sprache zu vermitteln, aber insbesondere auch Diskussionen und den Austausch von Erfahrungen unter den Bauern anzuregen. Bisher wurden die Filme in verschiedenen Schulen (landwirtschaftliche Grundausbildung), an bäuerlichen Veranstaltungen (Jahrestagungen, Generalversammlungen, Gesprächskreisen, Vortragsreihen etc.) des SVLT, der IP Suisse, der Bio Suisse und des Bauernverbandes sowie an Anlässen für Forscher und Experten gezeigt. In dieser aktuellen Phase helfen die Teilnehmer der Begleitgruppe, die neu gewonnenen Erkenntnisse in ihren jeweiligen Netzwerken weiter zu vermitteln.

Das Projekt „Von Bauern – für Bauern“ kann daher als gutes Beispiel für eine transdisziplinäre Wissensentstehung betrachtet werden. Transdisziplinarität strebt zur Lösung von konkreten Umweltproblemen die Verbindung zwischen wissenschaftlichem und nicht-akademischem Wissen an. Dies bedeutet konkret, dass 1. das zu lösende Problem im gleichberechtigten Zusammenspiel von Forschung und Gesellschaft definiert wurde, 2. eine interdisziplinäre Herangehensweise gewählt wird (Sozial- und Naturwissenschaften), 3. nicht-akademisches Wissen systematisch miteinbezogen wird und 4. das Projekt sich explizit auf die Förderung von gesellschaftlichen Lernprozessen ausrichtet.

In diesem Sinne soll ein Forschungsprojekt der COST Action 634 (On- & Off-site Environmental Impacts of Runoff and Erosion) – eine Forschungskoooperation zwischen dem Zentrum für Entwicklung und Umwelt der Universität Bern, der Forschungsanstalt Reckenholz-Tänikon und der Firma Wissensmanagement Umwelt – dazu beitragen, förderliche und hinderliche Bedingungen einer solchen Wissensentstehung sichtbar zu machen. Ziel der hier vorgestellten Forschungsarbeiten ist es, die Auswirkungen des Projekts „Von Bauern – für Bauern“ auf (A) die landwirtschaftliche Praxis wie auch (B) die Zusammenarbeit von Akteuren aus den Bereichen Bodenschutz und Landwirtschaft sowie Verwaltung, Wissenschaft und Praxis zu untersuchen. Im Folgenden werden erste Resultate aus der Diplomarbeit von Silvano Allenbach und der Dissertation von Flurina Schneider vorgestellt.

Die Forschung basiert auf Methoden der qualitativen Sozialforschung. Die Herangehensweise an Ziel (A) beinhaltet fünf themenzentrierte Interviews mit Bauern die bereits bodenschonend arbeiten sowie die Analyse von sechs Filmpräsentationen an bäuerlichen Veranstaltungen und Schulen mittels teilnehmender Beobachtung und anschließender Telefonbefragung (bäuerliche Veranstaltungen) respektive Fragebogenerhebung (Schulen). Die Resultate zu Ziel (B) basieren auf teilnehmender Beobachtung an sechs Begleitgruppentreffen (2005-2007), einem Workshop und 13 qualitativen Interviews mit Teilnehmern der Begleitgruppe (Agridea, SBV, BAFU, Bio Suisse, BLW, CDE, kantonales Bodenschutz Amt, landwirtschaftliche Schulen, SVLT, WSL).

Filmvorführungen an bäuerlichen Veranstaltungen und Schulen (A)

Die Analyse der Filmpräsentationen zeigt, dass die Filme von den Bauern konzentriert und mit Interesse angeschaut werden und dass lebendige Diskussionen entstehen können. Die Bauern fühlen sich von den Filmen persönlich angesprochen und attestieren ihnen eine hohe Glaubwürdigkeit. Sie diskutieren das Gesehene im Anschluss an die Präsentationen im Plenum, mit ihren Tischnachbarn sowie an den darauf folgenden Tagen mit Kollegen aus ihrem beruflichen und privaten Umfeld. Die Bauern beziehen in diesen Gesprächen den Inhalt der Filme auf ihre persönlichen Erfahrungen, ihre eigene Betriebssituation und die allgemeine Situation der Landwirtschaft. Dabei sind nicht nur agronomisch-technische Aspekte wichtig (z.B. Machbarkeit mit eigener Fruchtfolge), sondern auch die soziale Einbettung des Bauern (z.B. ob die soziale Situation des gezeigten Betriebs mit der eigenen vergleichbar ist) und Wertefragen (z.B. dass konventionell wirtschaftende Bauern nicht abgewertet werden sollen).

Es wurde beobachtet, dass die Diskussionen häufig nach einem ähnlichen Muster ablaufen. Zu Beginn reagieren die Bauern eher ablehnend und führen Gründe auf weshalb die Technologie bei ihnen nicht anwendbar ist. Man kann dies als Rechtfertigung der bisherigen Praxis interpretieren. In dieser Situation kommt der Gesprächsleitung sowie den an der Diskussion beteiligten Bauern, die bereits Erfahrung mit bodenschonenden Anbauverfahren haben, eine zentrale Rolle zu. Ihre Wortbeiträge führten in mehreren Veranstaltungen dazu, dass die übrigen Bauern begannen ihre eigene Praxis hinsichtlich Bodenschutz zu reflektieren. Die anfängliche Skepsis wurde von einer eingehenden inhaltlichen Auseinandersetzung abgelöst. Dieser Wandel konnte insbesondere in kleineren Veranstaltungen mit einem ausgeprägten informellen Teil verfolgt werden.

Wir können festhalten, dass der Film ein gutes Klima für Diskussionen und Lernprozesse schafft, da er die Bauern auf den für die Umstellung wichtigen Ebenen anspricht. Die Einbettung der Filmpräsentation in eine geeignete Veranstaltung und die Anwesenheit von einer glaubwürdigen Person mit Praxiserfahrung sind jedoch wichtig, damit im Anschluss an die Filmpräsentationen eine konstruktive Diskussion entstehen kann.

Zusammenarbeit zwischen Landwirtschaft und Bodenschutz, Praxis und Verwaltung (B)

Die Erforschung der Interaktionen zwischen den Akteurguppen weist darauf hin, dass die Teilnehmer der Begleitgruppe durch die gemeinsame Arbeit im Projekt „Von Bauern – für Bauern“ ein besseres Verständnis für die Sichtweisen der anderen entwickelten und dadurch eine neue Art von Wissen entstehen konnte. Besonders erwähnt wurde die konstruktive Zusammenarbeit zwischen Akteuren aus Landwirtschaft und Bodenschutz, die von mehreren Befragten sonst als reines Verhandeln erlebt wird („wer gibt mehr nach“). Durchwegs positiv hervorgehoben wurde auch die langfristige Zusammenarbeit von Praktikern, Experten und Wissenschaftlern. Für die Beteiligten von Fachstellen aus Bund und Kantonen waren beispielsweise die Begegnungen und Diskussionen mit Landwirten auf ihren Feldern von besonderer Bedeutung. Dadurch konnten sie nicht nur die bodenschonenden Anbauverfahren besser kennenlernen, sondern gewannen auch ein tieferes Verständnis für die komplexe bäuerliche Realität.



Abb. 7: Die Begleitgruppe im Feld.

Die Analyse der Gespräche, die während dieser Begegnungen stattfanden, zeigen, dass die unterschiedlichen Perspektiven von Landwirten, Experten und Wissenschaftlern gleichwertig in die Gespräche einfließen und gegenseitig zum Nachdenken anregen. Auf diese Weise wurden bei den beteiligten Akteuren Lernprozesse ausgelöst, die sich wiederum auf die Gestaltung der Filme auswirkten. Die Filme können daher als Resultat eines gemeinsamen Lernprozesses zwischen Bauern, Experten und Wissenschaftlern betrachtet werden.

Darüber hinaus führte das Projekt „von Bauern – für Bauern“ aber auch zu Lernprozessen in den

beteiligten Institutionen. Während viele Organisationen am Anfang eher skeptisch waren („kann so ein Projekt überhaupt funktionieren?“) bewirkte die Präsentation der Filme in einigen Institutionen eine bessere Akzeptanz und ein tieferes Bewusstsein für Bodenfragen und partizipative Ansätze. Beispielsweise beschreiben mehrere Akteure die Stimmung im BLW in Bezug auf Bodenfragen als wohlwollender als früher und die Zusammenarbeit entsprechend konstruktiver. Nicht zuletzt sehen viele Befragte einen Zusammenhang zwischen dem Projekt „Von Bauern – für Bauern“ und dem soeben lancierten Ressourcenschutzprogramm des BLW.

Fazit

Die ersten Ergebnisse der Forschung zeigen, dass das Projekt „Von Bauern – für Bauern“ das Thema Boden in der landwirtschaftlichen Praxis, aber auch in landwirtschaftlichen Institutionen neu lancieren konnte. Die Zusammenarbeit zwischen Landwirtschaft und Bodenschutz sowie Landwirten, Experten und Wissenschaftlern wurde intensiviert und führte zu Lernprozessen bei allen Beteiligten. Die entstandenen Filme sprechen persönlich an und übermitteln nach Aussage der Befragten praktische Inhalte, aber auch eine Gefühlswelt („die Bauern sprechen direkt aus dem Herzen“). Dadurch schaffen sie ein gutes Klima für Lernprozesse. Während die Bauern die Filme mit ihren eigenen Erfahrungen in der Landwirtschaft in Beziehung setzen, erfahren Experten und Wissenschaftler die unterschiedlichen Kommunikationsweisen und Lebenswelten der Bauern und fühlen sich davon berührt. Die erfolgte positive Konnotation vom Thema Boden in landwirtschaftlichen Kreisen kann als eine der wichtigsten Auswirkungen des Projekts „Von Bauern – für Bauern“ gesehen werden. Eine solche positive Grundstimmung betrachten wir als entscheidend für die weitere Verbreitung von bodenschonenden Massnahmen.

Die Auswirkungen des Projekts „Von Bauern – für Bauern“ müssen jedoch immer im allgemeinen Kontext der Landwirtschaft gesehen werden. Ob ein Bauer sich entscheidet, auf ein bodenschonendes Anbauverfahren umzusteigen, hängt von vielen Faktoren ab: das institutionelle Umfeld (z.B. Beiträge, Sanktionen), die wirtschaftliche Situation (z.B. Dieselpreise), die konkrete Betriebsstruktur sowie das vorhandene soziale Netzwerk und Identitätsfragen. Die Berücksichtigung der integralen und komplexen

bäuerlichen Lebenswelt stellt somit einen ersten wichtigen Schritt zur Erweiterung des klassischen Vollzugs dar, bei der nicht nur die zu lösenden Probleme, sondern auch die zu

beschreitenden Wege als Teil eines partizipativen, lernorientierten Zusammenwirkens von Praxis, Beratung, Forschung und Politik verstanden werden.

4.3. Weinreben: eine ausserordentliche und erfolgreiche Monokultur dank spezifischer wurzelkolonisierender Bakterien?

Miroslav Svercel und Geneviève Défago
Pflanzenpathologie
Institut für Integrierte Biologie*
IBZ, ETH Zürich
CH – 8092 Zürich
Tel. 044 632 15 72
miroslav.svercel@agrl.ethz.ch
genevieve.defago@agrl.ethz.ch

Weinreben unterscheiden sich von anderen Modellpflanzen, welche für Studien im Wurzelbereich verwendet wurden: (i) sie werden als Monokulturen angebaut, oftmals seit dem ersten Jahrtausend an denselben Stellen, (ii) sie werden auf wenige verschiedene Linien von Wurzelstöcken gepfropft. Deshalb haben die Wurzeln von verschiedenen Individuen an unterschiedlichen Orten eine sehr kleine Diversität. Trotzdem sind die Wurzeln gesund und die Weinqualität steigert sich im Allgemeinen mit dem Alter des Rebberges.

Fluoreszierende Pseudomonaden, welche die für die Synthese der wichtigen Biokontroll-Stoffe 2,4-Diacetylphloroglucinol (Phl) und Blausäure (HCN) biosynthetischen Gene (*phlD*, *hcnAB*) besitzen, stellen eine der effizientesten Biokontroll-Bakterien dar. Sie kolonisieren die Pflanzenwurzeln und schützen diese gegen Krankheiten, welche von bodenbürtigen Pathogenen verursacht werden. Pseudomonaden wirken nicht nur gegen Pathogene, sondern beeinflussen auch den Pflanzenmetabolismus und steigern die Resistenz der Pflanze gegenüber Krankheiten. Zusätzlich werden sie auch mit der natürlichen Suppressivität der Böden in Monokulturen von einjährigen Kulturpflanzen in Verbindung gebracht. Dagegen ist sehr wenig über den Einfluss von Monokulturen mit mehrjährigen Kulturpflanzen auf Mikroorganismen in der Rhizosphäre bekannt. Das Ziel dieser Arbeit war, den Einfluss von Langzeit-Rebenkulturen auf die Diversität der wichtigen Biokontroll-Gene *phlD* und *hcnAB* in *Pseudomonas* spp. zu untersuchen.

Die gesammelten Bodenproben aus vier langzeitigen Weinrebenkulturen (bis 1'603 Jahre Monokultur) und benachbarten kurzzeitigen Weinrebenkulturen (bis 53 Jahre) wurden mit Reben bepflanzt und die Populationen der Pseudomonaden wurden erforscht. Die langzeitigen Monokulturen haben höhere Prozentanteile von rhizosphärischen *phlD*+ und *hcnAB*+ Pseudomonaden als die kurzzeitigen Monokulturen. Die Diversität von *phlD* Allelen war in langzeitigen Monokulturen geringer als in kurzzeitigen, wenn Reben als Fangpflanzen benutzt wurden. Aber das Gegenteil wird beobachtet, wenn Tabak gepflanzt wird. Die Reduktion in der *phlD* Diversität ist mit der Zunahme des Prozentanteiles von einem spezifischen Allel korreliert (Allel K). Das bedeutet, dass diese extrem langzeitigen Monokulturen ein Reservoir mit vielen Pseudomonaden mit diversen *phlD* Allelen bilden können, aber nur ein *phlD* Allel (K) ist bei Weinrebenpflanzen selektiert.

Bodenproben wurden entlang von Bodenprofilen (von der Oberfläche bis 1.35 m Tiefe) in langzeitigen (1005 Jahre) und kurzzeitigen (54 Jahre) Rebenmonokulturen entnommen. Vier *hcnAB* Allele erlaubten zwischen langzeitigen und kurzzeitigen Monokulturen im ganzen Bodenprofil zu unterscheiden. Ein *hcnAB* Allel wurde zudem nur in tieferen Bodenschichten der langzeitigen Monokultur gefunden. Die Abundanz der Populationen der Pseudomonaden (Total, *phlD*+ und *hcnAB*+) war mit zunehmender Tiefe um 2-3.5 log geringer und die Anzahl der *phlD* und *hcnAB* Allele hat von 15 auf 4 abgenommen. Dies bedeutet eine starke Abnahme der Diversität mit zunehmender Tiefe.

Weinreben wurden während fünf Monaten in verschiedenen Bodenproben kultiviert. Der Produktionsfingerprint von volatilen organischen Stoffen (VOC's) von Blättern erlaubte zwischen den langzeitigen und den kurzzeitigen Weinreben-Monokulturen zu unterscheiden. Das Photosystem II von Pflanzen im Boden von kurzzeitigen Monokulturen war effizienter als das von Pflanzen, welche in langzeitigem Boden gewachsen sind. Die Inokulation des kurzzeitigen Weinrebenbodens mit 10 Pseudomonaden-isolaten (Isolate mit *phlD* Allel K von Böden mit langzeitiger Weinrebenmonokultur) hat teilweise

den Effekt der langzeitigen Monokulturböden wieder erzeugt.

Aus diesen Resultaten schliessen wir, dass die extrem langzeitige Monokultur von mehrjährigen Pflanzen die Populationen von wurzelkolonisierenden Pseudomonaden, die zwei für die Bio-kontrolle wichtige Gene enthalten, beeinflusst und auch die Anzahl und Frequenz von deren Allelen ändert. Der Einfluss der Böden und auch der Pseudomonaden aus den langzeitigen Monokulturen auf die Pflanzenphysiologie konnte mit nicht destruktiven Methoden nachgewiesen werden.

Diese Arbeit wurde zum grössten Teil vom National Centre of Competence in Research (NCCR) Plant Survival, Research Program of the Swiss National Science Foundation finanziert. Sie ist ein Auszug der Doktorarbeit

4.4. Entwicklung der bodenbiologischen Messungen des FRIBO in den letzten 20 Jahren

Nicolas Rossier
Institut agricole de Grangeneuve
CH – 1725 Posieux
Tel. 026 305 58 74
rossiern@fr.ch

Seit 20 Jahren besteht das Bodenbeobachtungsnetz des Kantons Fribourg (FRIBO) mit seinen 250 Standorten und erhebt unter anderem auch die biologische Aktivität.

Die in diesem Artikel präsentierten Ergebnisse stammen aus dem letzten Bericht des FRIBO (Rossier & al. 2007). Sie zeigen einen Überblick über die Entwicklung der zwei wichtigsten Variablen, der Biomasse ATP und der Kohlenstoffmineralisierung. Der Zyklus 1 entspricht den Jahren 1987-1991, der Zyklus 2 den Jahren 1992-1996, der Zyklus 3 den Jahren 1997-2001 und der Zyklus 4 den Jahren 2002-2006 (Abbildungen 8 und 9).

Es existieren wenige Daten über bodenbiologische Erhebungen aus der Schweiz und aus dem Ausland und es gibt noch weniger Erfahrungen über die Bedeutung solcher Messungen für die langfristige Bodenbeobachtung. Die bodenbiologischen Erhebungen der letzten 20 Jahre durch das FRIBO sind daher sehr wertvoll und lehrreich.

von Miroslav Svercel 2007: The influence of extremely long-term grapevine monocultures on the diversity of the key biocontrol genes *phlD* and *hcnAB* in *Pseudomonas* spp. PhD Thesis Nr. 17332, ETH Zürich, Switzerland; 167 Seiten

*unter der Mitarbeit von Danilo Christen (Agroscope Changins-Wädenswil Research Station ACW, Centre des Fougères, CH-1964 Conthey); Brion Duffy (Agroscope Changins-Wädenswil, Swiss Federal Research Station for Horticulture, Plant Protection Division, CH-8820 Wädenswil); Wissenschaftliche Gruppe von Michel Aragno (Université de Neuchâtel Faculté des Sciences Laboratoire de Microbiologie, Institut de Botanique) und Y. Moëgne-Loccoz (Université de Lyon, Lyon, CNRS, UMR5557, Ecologie Microbienne, Villeurbanne, F-69622, France).

Biomasse ATP

Die Messung des Adenosintriphosphats (ATP) ermöglicht eine Schätzung der gesamten Biomasse der lebenden Mikroorganismen pro Bodeneinheit. Sie ist stark vom Ton- und Humusgehalt abhängig. Die Ackerflächen (TA) zeichnen sich im Vergleich zum Dauergrünland (PP) und zu den Alpweiden (ALP) durch eine tiefere Biomasse aus (Abb. 8). Diese Unterschiede stammen, wie von Rossier & Dessureault-Rompré (2003) in ihrem Bericht über die biologischen Parameter erwähnt, von der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung. Durch die intensive Bearbeitung der Ackerböden schwankt die Wurzelbiomasse enorm, was die natürliche Aktivität der Mikroorganismen stört. Die Böden unter Dauergrünland sind viel stabiler, weil sich der Humus und damit auch die mikrobielle Biomasse dauernd erneuern. Unabhängig von der Bewirtschaftung nimmt die mikrobielle Biomasse im Verlauf der Zyklen signifikant ab. Die deutlichste Abnahme ist bei den Alpweiden zu verzeichnen. Da die Biomasse ATP normalerweise stark mit dem Gehalt an organischer Substanz korreliert, diese aber unverändert blieb, ist diese Abnahme nur schwer erklärbar.

Entwicklung pro Standort

Bei sieben Standorten nahm die Biomasse ATP signifikant ab. Es handelt sich um vier Ackerstandorte und um drei Alpweiden. Von den Ackerstandorten war einer während den ersten beiden Zyklen eine Dauerwiese, während an

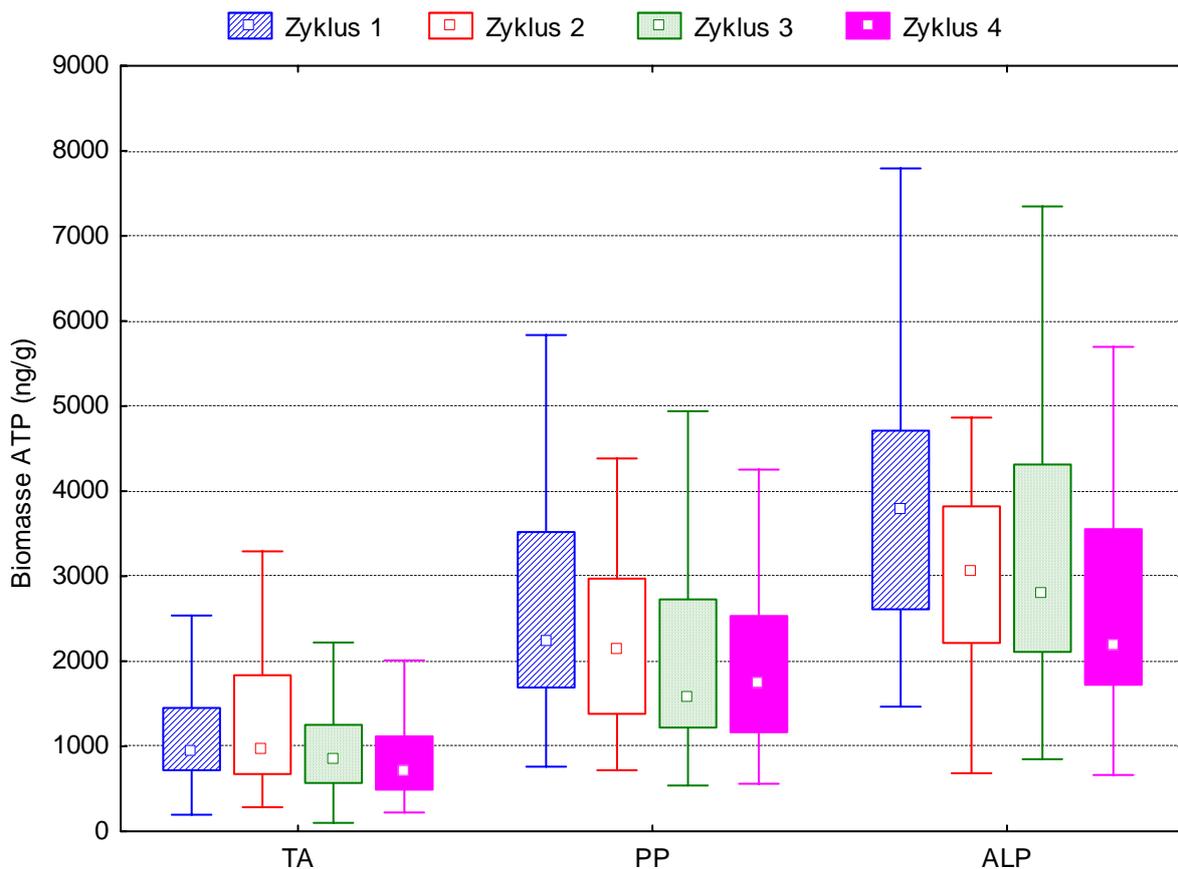
zwei Standorten der Anteil der Wiesen in der Fruchtfolge parallel mit dem Humusgehalt abnahm und beim letzten ein sinkender pH-Wert die Biomasse ATP möglicherweise negativ beeinflusst hat. In einem Rebberg stieg der Gehalt signifikant an. Wenn der Boden nicht bearbeitet wird, steigt die Biomasse ATP an.

schlägt Interpretationswerte für die biologischen Erhebungen basierend auf denjenigen aller Standorte des Kantons vor. Diese Werte werden für die untenstehenden Interpretationen verwendet.

Unabhängig von der Herkunft des Bodens steigt der Anteil mit der Klassierung „arm“ an (Tabelle 1), umgekehrt nehmen die sehr reichen Böden ab.

Beurteilung gemäss Freiburger Massstab

Der Bericht des FRIBO über die biologischen Parameter (Rossier&Dessureault-Rompré 2003)



Mittelwert	1203	1267	997	867		2721	2432	2077	1950		4002	3230	3465	2762
p = 5%	a	a	b	b		a	ab	bc	c		a	ab	ab	b

Abb. 8: Allgemeine Entwicklung der Biomasse ATP (TA = Ackerflächen, PP = Dauergrünland, ALP = Alpweiden).

Tab. 1: Klassierung der Standorte bezüglich Biomasse ATP nach Freiburger Massstab.

Bewertung	Ackerflächen (TA)				Dauergrünland (PP)				Alpweiden (ALP)			
	Zyklus 1	Zyklus 2	Zyklus 3	Zyklus 4	Zyklus 1	Zyklus 2	Zyklus 3	Zyklus 4	Zyklus 1	Zyklus 2	Zyklus 3	Zyklus 4
Arm	7%	7%	18%	27%	3%	9%	15%	15%	3%	15%	11%	24%
Mittelmässig	13%	16%	16%	19%	3%	12%	26%	26%	10%	13%	24%	22%
Genügend	52%	50%	47%	42%	49%	45%	36%	41%	49%	48%	31%	38%
Reich	19%	10%	14%	10%	21%	21%	15%	14%	15%	15%	20%	9%
Sehr reich	9%	17%	5%	1%	26%	12%	8%	5%	23%	9%	13%	7%

Mineralisierung des organischen Kohlenstoffs

Die Mineralisierung des organischen Kohlenstoffs lässt sich aus der Menge der mineralisierten organischen Substanz während der Inkubation feststellen (durch die Biomasse

während der Inkubationsdauer verrichtete Arbeit). Es handelt sich um die Summe des während 15 Tagen Inkubation frei gewordenen CO₂, umgerechnet in die entsprechende organische Substanz.

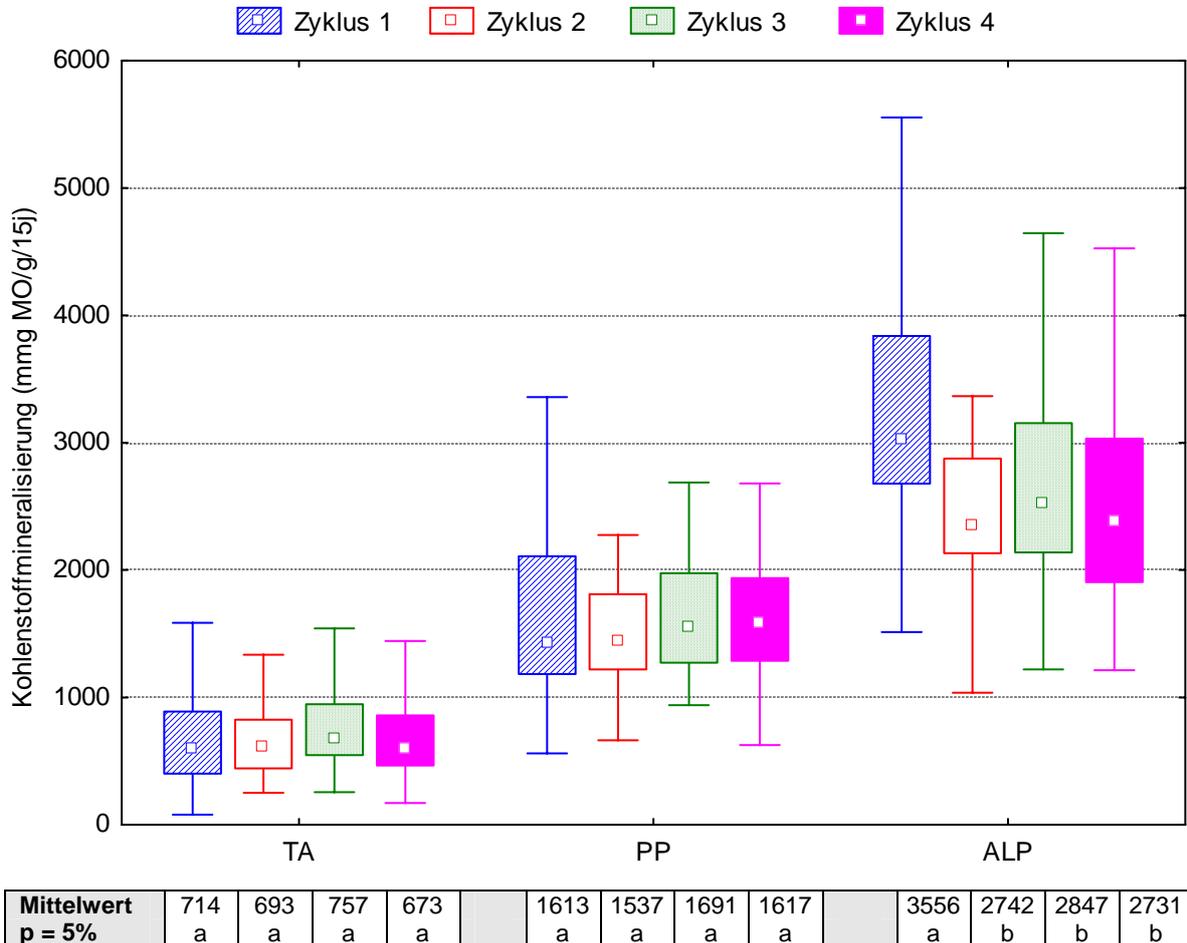


Abb. 9: Allgemeine Entwicklung der Mineralisierung des organischen Kohlenstoffs (TA = Ackerflächen, PP = Dauergrünland, ALP = Alpweiden)

Die Mineralisierung des organischen Kohlenstoffs durch die mikrobielle Biomasse ist von der Bewirtschaftung des Bodens abhängig (Abb. 9). Eine grössere mikrobielle Biomasse kann pro Gramm Boden in einer Zeitspanne von 15 Tagen potentiell eine grössere Menge organischer Substanz mineralisieren. Die Böden von Dauergrünland und Alpweiden weisen daher ein grösseres Mineralisierungspotential auf. Einerseits weil sie im Durchschnitt einen höheren Humus- und Tongehalt aufweisen und andererseits durch den Einfluss der dauernden Begrünung.

Man stellt fest, dass die durch die Biomasse der Böden von Ackerflächen und Dauergrünland verrichtete Arbeit unverändert geblieben ist. Bei

den Alpweiden beobachtet man eine Abnahme nach dem ersten Zyklus und anschliessend stabile Werte. Das weist darauf hin, dass die mikrobielle Flora der Böden des Kantons Fribourg anthropogenen und durch Umwelteinflüsse verursachten Störungen gut widerstehen kann und fähig ist, ihre Aktivität über die Zeit aufrecht zu erhalten. Dies erweist sich als sehr zentral für die Fruchtbarkeit und die Produktivität der landwirtschaftlichen Böden.

Entwicklung pro Standort

Ein Ackerstandort und eine Alpweide weisen eine signifikante Abnahme ihrer Fähigkeit zur Mineralisation des organischen Kohlenstoffs auf. An diesen beiden Standorten nahm auch der

Gehalt der organischen Substanz ab. Neun Standorte zeigen dagegen eine signifikante Zunahme. Es handelt sich um vier Ackerstandorte, drei Dauerwiesen und zwei Alpweiden. An zwei Ackerstandorten hat der Anteil der Wiesen in der Fruchtfolge zugenommen und bei einem Standort wurde fremder Boden zugeführt. Eine Dauerwiese war in den ersten beiden Zyklen als Ackerfläche genutzt worden.

Beurteilung gemäss Freiburger Massstab

Die als „genügend“ klassierten Böden haben für die Ackerflächen vom ersten zum dritten Zyklus zugenommen (Tabelle 2). Ein grosser Teil der Acker- und der Dauergrünlandstandorte wird mindestens als „genügend“ beurteilt. Während dem ersten Zyklus wurden die meisten Alpweiden als „genügend“ bis „sehr reich“ beurteilt und nach dem zweiten Zyklus als „arm“ bis „genügend“.

Tab. 2: Klassierung der Standorte bezüglich Mineralisierung des organischen Kohlenstoffs nach Freiburger Massstab.

Klassierung	Ackerflächen (TA)				Dauergrünland (PP)				Alpweiden (ALP)			
	Zyklus				Zyklus				Zyklus			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Arm	21%	11%	3%	10%	5%	6%	3%	5%	3%	17%	13%	28%
Mittelmässig	16%	19%	7%	18%	10%	14%	6%	14%	3%	22%	15%	17%
Genügend	43%	47%	55%	54%	46%	50%	61%	53%	50%	41%	54%	39%
Reich	10%	13%	25%	11%	28%	20%	21%	21%	25%	11%	11%	4%
Sehr reich	10%	10%	10%	7%	10%	11%	9%	8%	20%	9%	7%	11%

Im Vergleich zu den übrigen Zyklen stellt man im dritten Zyklus eine grosse Abweichung der Ergebnisse in den verschiedenen Klassen fest. Allerdings gibt es keine Verarmung, ausgenommen nach dem ersten Zyklus bei den Alpweiden. Der grösste Teil der Standorte des Kantons kann als „genügend“ bis „sehr reich“ beurteilt werden. Die Standorte mit der tiefsten Mineralisation findet man in den Bezirken See und Broye. Diese Regionen zeichnen sich durch Acker- und Spezialkulturen und einem verhältnismässig kleineren Anteil an Kunstwiesen in der Fruchtfolge aus. Die Korrelation zwischen dem Anteil der Kunstwiesen in der Fruchtfolge und der Mineralisation der organischen Substanz ist signifikant und weist auf deren Bedeutung für die Bodenfruchtbarkeit hin.

Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Die konstante Abnahme des Gehalts an Biomasse ATP ist nur schwer erklärbar. Sie deutet möglicherweise auf eine Abnahme des Gehalts an organischer Substanz hin, aber wahrscheinlicher ist, dass sie von der natürlichen oder analytischen Streuung stammt. Die Kapazität zur Mineralisierung der organischen Substanz (Arbeit der Mikroorganismen) ist im Kanton stabil.

Die biologischen Messwerte sind stark vom Humusgehalt und von der Bodenbedeckung abhängig; daher weisen die Standorte mit Dauergrünland und die Alpweiden höhere Werte auf.

Die Ackerflächen mit einem tiefen Anteil an Kunstwiesen in der Fruchtfolge haben signifikant niedrigere biologische Messwerte.

Die Mineralisation des organischen Kohlenstoffs ist in der Zeit stabiler als die Biomasse ATP und bietet sich daher besser für die Langzeitbeobachtung der Böden an.

Literatur

Rossier N. & Dessureault-Rompré J., 2003. FRIBO: Evolution des paramètres biologiques des sols agricoles fribourgeois, 1987-2001. Institut Agricole de l'Etat de Fribourg, Station cantonale des productions animales et végétales, Grangeneuve. 98 pages.

Rossier N., Altermat J., Niggli Th., 2007. FRIBO: Evolution des paramètres agronomiques et biologiques ainsi que des teneurs en métaux lourds des sols fribourgeois, 1987-2006. Institut Agricole de l'Etat de Fribourg, Station cantonale des productions animales et végétales, Grangeneuve. 157 pages.

Impressum VBB-Bulletin Nr. 11/2008

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 2007

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:

www.umwelt-schweiz.ch/buwal/de/fachgebiete/fg_boden/themen/bodenbiologie/index.html