

# Bedeutung des Bodens im Anbausystemversuch Burgrain

Urs Zihlmann<sup>1</sup>, Werner Jossi<sup>1</sup>, Hans-Rudolf Oberholzer<sup>1</sup>, Peter Weisskopf<sup>1</sup>, Walter Richner<sup>1</sup>, Heinz Krebs<sup>1</sup>,  
Ruedi Tschachtli<sup>2</sup> und Andreas Nussbaumer<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, 8046 Zürich

<sup>2</sup>Berufsbildungszentrum Natur und Ernährung BBZN, 6170 Schüpfheim

<sup>3</sup>Landwirtschaftsbetrieb Burgrain, 6248 Alberswil

Auskünfte: Urs Zihlmann, E-Mail: urs.zihlmann@art.admin.ch, Tel. +41 44 377 74 08



Die Streifenfrässaat ist eine Anbautechnik, die einerseits den Keimlingen dank Lockerung den Start erleichtert und andererseits einen grossen Teil des Bodens unbearbeitet lässt, was das Bodenleben schont und die Tragfähigkeit für die Erntearbeiten verbessert.

(Foto: B. Nussbaumer, Burgrain)

## Einleitung

Welche Stärken und Schwächen ein Ackerboden als Pflanzenstandort hat und wie er auf Bewirtschaftungsmassnahmen reagiert, hängt vor allem von seiner Beschaffenheit ab. Dieser «Bodencharakter» wird hauptsächlich geprägt vom Material (z. B. Moräne) aus dem der Boden entstanden ist und von seiner Lage im Gelände (z. B. Mulde). So prägt das Ausgangsmaterial

langfristig die Zusammensetzung der Feinerde aus Ton, Schluff und Sand (z. B. sandiger Lehm), die bestimmend ist für viele Bodeneigenschaften. Ob der Boden auf einer Kuppe oder in einer Mulde liegt, beeinflusst massgeblich die Grösse des Wurzelraumes (flachgründig oder tiefgründig) beziehungsweise den Bodenwasserhaushalt. Diese Verschiedenartigkeit der Böden – die sich beispielsweise auch innerhalb einer Parzelle bemerkbar machen kann – führt dazu, dass bei gleicher Bewirtschaftung

tung sehr unterschiedliche Reaktionen sowohl der Pflanzen (z. B. Ertragshöhe) als auch der Bodenmerkmale (z. B. Aktivität der Bodenorganismen) zu beobachten sind. Anhand von Resultaten aus dem Langzeitversuch Burgrain, der von 1991 bis 2008 (Ende) in Alberswil LU mit zwei verschiedenen Böden und drei Anbausystemen durchgeführt wurde, werden nachfolgend einige Aspekte dieses Wechselspiels zwischen Bodenbeschaffenheit und Bewirtschaftungsweise dargestellt.

## Material und Methoden

Der Anbausystemversuch Burgrain wurde auf einem gemischtwirtschaftlichen Betrieb (520 m ü. M.) durchgeführt. Das niederschlagsreiche und relativ milde Klima prägt den Versuchsstandort (mittlere Jahresniederschläge 1100 mm, mittlere Jahrestemperatur 8,5 °C). Fünf der sechs Versuchspartellen liegen auf Schwemmelablagerungen, wo sich tiefgründige, mittelschwere und gleyige Kalkbraunerden gebildet haben. Der Oberboden enthält durchschnittlich 4 % Humus und 22 % Ton und der Untergrund ist leicht grundwasserbeeinflusst. Diese Böden besitzen ein grosses natürliches Potenzial zur Stickstoffmineralisierung. Eine Versuchspartelle befindet sich auf Moränenablagerungen der Würm-Eiszeit, wo sich eine mässig tiefgründige und schwach saure Braunerde mit einem Humusgehalt von 2,6 % und einem Tonanteil von 17 % entwickelt hat (Tab. 1).

In der sechsjährigen Fruchtfolge folgten nach vier Jahren Ackernutzung zwei Jahre Kunstwiese (Kasten). Für den Vergleich der drei Anbausysteme wurde jede der sechs Partellen in drei fix festgelegte Streifen von je etwa 65 Aren unterteilt und systemgemäss bewirtschaftet (Zihlmann *et al.* 2010). Die Gesamtmenge ausgebrachter Hofdünger wurde zwischen den Anbausystemen abgestuft. Die durchschnittlich 1,7 Dünger-Grossvieheinheiten (DGVE) pro Hektare im Bio-Anbausystem entsprechen dem in dieser Region auf biologisch bewirtschafteten Betrieben vorherrschenden Tierbesatz (IP-Systeme: ca. 2,3 DGVE pro Hektare). In *IPintensiv* wurde die Gülle

### Zusammenfassung

Im Versuch Burgrain (1991–2008) in Alberswil LU mit Böden auf Schwemmel- und Moräne zeigte sich, dass die Bodenbeschaffenheit oft den grösseren Effekt auf die untersuchten Parameter hatte als die Anbausysteme *IPintensiv* (ÖLN mit hohem Hilfsmittelleinsatz), *IPextensiv* (ÖLN mit reduziertem Hilfsmittelleinsatz) und biologisch. Die Partellen mit tiefgründigen gleyigen Kalkbraunerden und 4 % Humus beziehungsweise 22 % Ton besaßen eine stabilere Bodenstruktur und ein deutlich höheres Stickstoffmineralisierungspotenzial als die Partelle mit mässig tiefgründiger Braunerde und 2,6 % Humus beziehungsweise 17 % Ton. Deshalb erreichte der wenig mit Stickstoff gedüngte Bio-Weizen auf der Braunerde teilweise nur knapp genügende Kornproteingehalte. Andererseits führte das hohe Angebot an bodenbürtigem Stickstoff auf den Kalkbraunerden gelegentlich zu Lagerung beim Extensio-Getreide. Die Biomasse der Regenwürmer und der Bodenmikroorganismen war auf den feuchteren Kalkbraunerden signifikant höher. Wegen ähnlicher Bearbeitung und dem Hofdüngereinsatz in allen Systemen zeigten sich kaum systemspezifische Effekte auf das Bodenleben; erst der Pflugverzicht in *IPextensiv* gegen Ende des Versuchs wirkte sich mehrheitlich positiv aus.

Tab. 1 | Beschreibung der Böden im Anbausystemversuch Burgrain

| Eigenschaften                | Kalkbraunerde gleyig         | Braunerde schwach sauer            |
|------------------------------|------------------------------|------------------------------------|
| Ausgangsmaterial             | Schwemmel-<br>lehm           | Moräne (Würm)                      |
| pflanzennutzbare Gründigkeit | tiefgründig<br>(70 - 100 cm) | mässig tiefgründig<br>(50 - 70 cm) |
| Feinerdekörnigkeit (0–25 cm) | Lehm<br>(22 % Ton)           | sandiger Lehm<br>(17 % Ton)        |
| Humusgehalt (0–25 cm)        | 4 %                          | 2,6 %                              |
| pH-Wert (H <sub>2</sub> O)   | 7,5                          | 6,2                                |

## Kasten | Beschreibung des Anbausystemversuchs Burgrain (1991–2008)

### Versuchsanlage

6 Parzellen à 2 ha sind unterteilt in je 3 ca. 65 a grosse Streifen, die gemäss den 3 Anbausystemen *IPintensiv*, *IPextensiv* und Bio (siehe unten) bewirtschaftet werden.

### Fruchtfolge

|          | 1991–2002    | 2003–2008    |
|----------|--------------|--------------|
| 1. Jahr: | Kartoffeln   | Silomais     |
| 2. Jahr: | Winterweizen | Winterweizen |
| 3. Jahr: | Körnermais   | Raps         |
| 4. Jahr: | Sommergerste | Wintergerste |
| 5. Jahr: | Kunstwiese   | Kunstwiese   |
| 6. Jahr: | Kunstwiese   | Kunstwiese   |

### Bodenbearbeitung

**1991–2002:** in allen Systemen Pflug und Zinkenrotor

**2003–2008:**

***IPintensiv:*** Onland-Pflug und Zinkenrotor

***IPextensiv:*** Grubber und Zinkenrotor; Silomais mit Streifenfrässaat

**Bio:** Onland-Pflug und Zinkenrotor

### Düngung, Pflanzenschutz

***IPintensiv:*** ortsübliche Bewirtschaftungsintensität, ÖLN\* erfüllt, hoher Pflanzenschutzmittel- und Düngereinsatz (Hof- und N-Mineraldünger)

***IPextensiv:*** ÖLN\* erfüllt, reduzierter Pflanzenschutzmittel- und Düngereinsatz (Hof- und N-Mineraldünger), Extenso-Produktion bei Getreide und Raps

**Bio:** biologischer Anbau auf Parzellenstufe, Verzicht auf Mineraldünger und chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel

\*ÖLN: ökologischer Leistungsnachweis (einzuhaltend Richtlinien für den Bezug von Direktzahlungen)

ausschliesslich in den Kunstwiesen eingesetzt; in *IPextensiv* und in Bio wurden auch die Ackerkulturen regelmässig gegüllt. Der Input an rasch verfügbarem Stickstoff in den Ackerkulturen und Kunstwiesen betrug von 1997 bis 2008 in *IPextensiv* 78% und in Bio 54% von *IPintensiv* (100% = 148 kg N/ha und Jahr). In dieser Periode wurden in *IPintensiv* im Mittel pro Ackerkultur und Jahr vier Behandlungen mit Pflanzenschutzmitteln durchgeführt. In *IPextensiv* waren es wegen des Extenso-Anbaus bei Getreide und Raps noch zwei und in Bio wegen des Einsatzes von Kupfer bei den Kartoffeln 0,6 Einsätze.

## Resultate und Diskussion

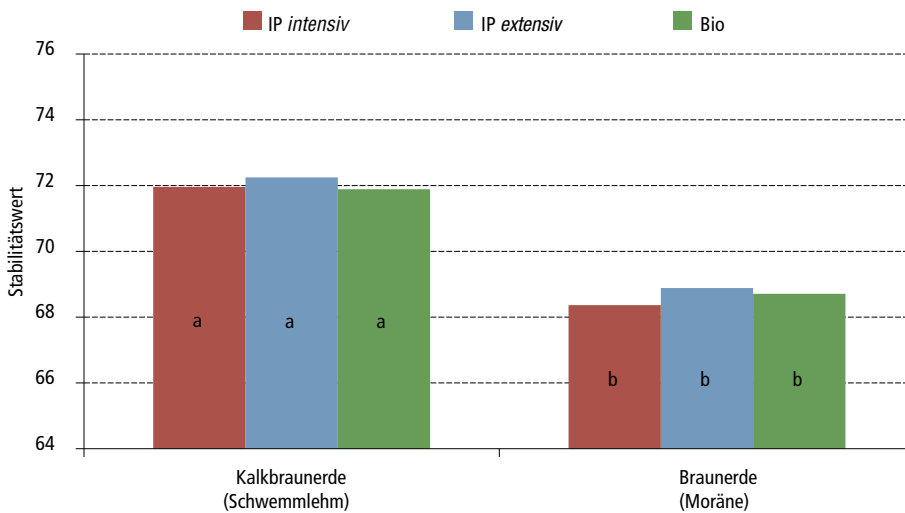
### Bodenstruktur

Die Struktur des Oberbodens unterliegt einem steten Wandel durch Quellen, Schrumpfen, Frostsprennung, Durchwurzelung, Aktivität der Bodenorganismen sowie Befahren, Bearbeiten und Nährstoffzufuhr. Beurteilungen der Bodenstruktur mittels Spatenproben von 1992 bis 2002 ergaben wohl deutliche Jahresunterschiede je nach Witterungsverlauf, angebauter Kultur sowie Art

und Zeitpunkt der Bewirtschaftungsmassnahmen, jedoch keine anbausystembedingten Unterschiede. Das liegt hauptsächlich daran, dass die Bodenbearbeitung als stärkster Eingriff in die Bodenstruktur in allen drei Systemen mehrheitlich mit Pflug und Zinkenrotor und meist zum gleichen Zeitpunkt, das heisst bei ähnlicher Bodenfeuchte, durchgeführt wurde. Die Messungen der Aggregat- respektive Krümelstabilität mit der Stampfvolumeter-Methode (Zihlmann *et al.* 1999) zeigten ebenfalls keine Anbausystemeffekte. Wie stabil die Bodenpartikelchen zusammengefügt waren, hing vor allem vom Ton- und Humusgehalt sowie von der Kalkversorgung der Böden ab. So lagen die Aggregatstabilitätswerte in den Kalkbraunerden, die mehr Ton und Humus enthielten, über jenen der sandig-lehmigen und humusärmeren schwach sauren Braunerde (Abb. 1).

### Regenwürmer

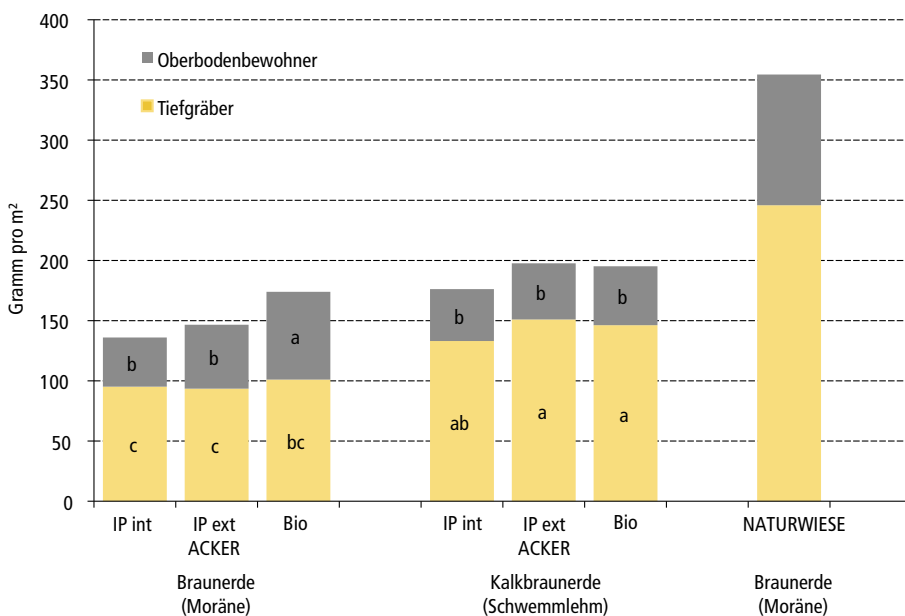
Jeweils im Oktober, wenn sich auch die tiefgrabenden Regenwürmer in der obersten Bodenschicht aufhalten, wurden die Populationen in allen Parzellen auf je sechs 50×50 cm grossen Teilflächen pro Anbausystem erho-



**Abb. 1** | Aggregatstabilitätswerte der drei Anbausysteme auf den zwei verschiedenen Böden (Gesamtmittelwerte von 1992–2002); höhere Werte entsprechen einer höheren Aggregatstabilität. Signifikante Unterschiede sind mit unterschiedlichen Buchstaben gekennzeichnet (Tukey HSD-Test,  $P < 5\%$ ).

ben. Mit dem Spaten wurde die Erde 25 cm tief ausgehoben und von Hand durchsucht; anschliessend wurden die Regenwürmer eingesammelt, in einer vierprozentigen Formalinlösung konserviert und dann im Labor gezählt, gewogen und nach Artenzugehörigkeit bestimmt. Für die Beurteilung von Regenwurmbeständen wird in der Regel die Biomasse bevorzugt, weil sie die ökologische Wirkung der Würmer auf den Boden besser widerspie-

gelt als die Individuenzahl. Aufgrund ihrer Lebensart und ihrer Grösse wird zwischen den zwei Gruppen Oberbodenbewohner (*epigäische* und *endogäische* Arten) und Tiefgräber (*anözische* Arten) unterschieden. Dass die Bodenbeschaffenheit das Vorkommen der Regenwürmer beeinflusst (Jäggi *et al.* 2002), zeigte sich auch am Standort Burgrain (Abb. 2). Die leicht südexponierte Parzelle mit mässig tiefgründiger und eher sandiger



**Abb. 2** | Biomasse der Oberboden bewohnenden und der tiefgrabenden Regenwürmer in den drei Anbausystemen auf den zwei verschiedenen Ackerböden (Gesamtmittelwerte von 1997–2002) und zum Vergleich in einer benachbarten Naturwiese (Cuendet 1997). Signifikante Unterschiede sind mit unterschiedlichen Buchstaben gekennzeichnet (Tukey HSD-Test,  $P < 5\%$ ).

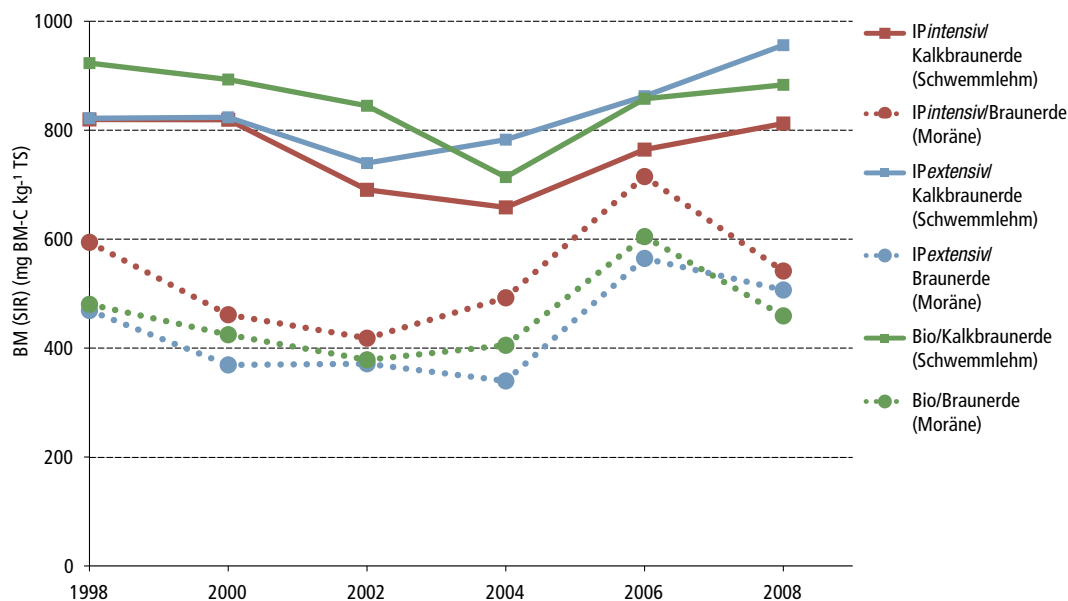


Abb. 3 | Zeitlicher Verlauf der mikrobiellen Biomasse (BM; bestimmt mit der SIR-Methode) in den drei Anbausystemen mit gleyigen Kalkbraunerden auf Schwemmlehm (Mittelwerte der Parzellen 3 und 5) bzw. mit schwach sauren Braunerden auf Moräne (Parzelle 6).

Braunerde auf Moräne wies stets tiefere Werte der Regenwurmbiomasse auf als die Parzellen auf Schwemmlehm mit tiefgründigen und gleyigen Kalkbraunerden. Vor allem der Anteil der Tiefgräber war in den feuchteren Kalkbraunerden deutlich höher. Die höchsten Populationen fanden sich dank Dauerbewuchs und fehlender Bodenbearbeitung in einer benachbarten Naturwiese. Wegen des feuchten Klimas ist die Regenwurmdichte im Anbausystemversuch Burgrain aber höher als auf typischen Ackerstandorten im Schweizer Mittelland.

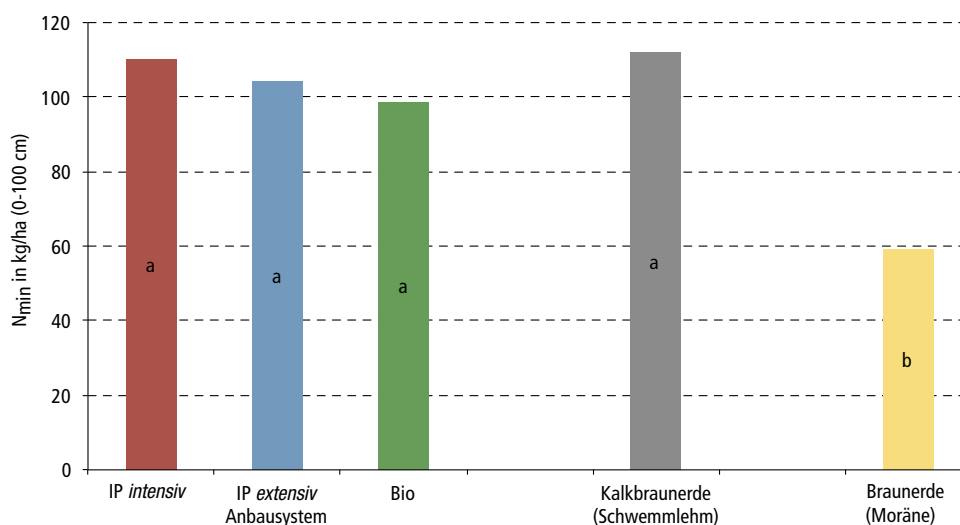
Von 1997 bis 2002 lag die mittlere Regenwurmbiomasse in Bio 13 % und in IPextensiv 12 % über jener von IPintensiv. Es ist anzunehmen, dass alle Regenwurmartarten von der stärkeren Verunkrautung in den Bio- und teilweise auch in den IPextensiv-Parzellen und dem dadurch besseren Futterangebot im Vergleich zu IPintensiv profitiert haben. Bereits nach den zwei Ackerkulturen Kartoffeln und Winterweizen der sechsjährigen Fruchtfolge erreichte die Biomasse der Tiefgräber in allen Systemen – vermutlich als Folge der Bodenbearbeitung und der Kartoffelernte – mit durchschnittlich 96 g/m<sup>2</sup> den tiefsten Wert. In der Folgekultur Körnermais stieg der Bestand mit 116 g/m<sup>2</sup> leicht an und erreichte nach der vierten Ackerkultur (Sommergerste) 107 g/m<sup>2</sup>. Bemerkenswert war, wie die Biomasse der Tiefgräber während der anschliessenden zweijährigen Kunstwiese um rund 80 % auf den Höchstwert von

194 g/m<sup>2</sup> oder knapp 2000 kg/ha zunahm. Weil sie wegen ihrer geringeren Grösse weniger stark durch die Bodenbearbeitung beeinträchtigt werden, blieb der Anteil der im Oberboden lebenden kleinen Regenwurmartarten über die gesamte Fruchtfolge praktisch stabil bei 50 g/m<sup>2</sup> oder 500 kg/ha. Die von 2003 bis 2008 praktizierte Mulch- und Streifenfrühsaat in IPextensiv erhöhte den Regenwurmbestand leicht, aber nicht signifikant gegenüber den gepflügten Systemen IPintensiv und Bio. Um den Bestand deutlich(er) erhöhen zu können, müssten die Eingriffe in den Oberboden wohl weiter reduziert werden, beispielsweise durch Streifenbearbeitung oder Direktsaat (Jossi et al. 2011).

### Bodenmikrobiologie

Während der gesamten Versuchsdauer wurden die Auswirkungen der drei Anbausysteme auf Menge und Aktivität der Bodenmikroorganismen untersucht. Ab 1998 wurden dazu alle zwei Jahre jeweils im Frühjahr pro Anbausystem aus je vier Referenzflächen von 10 × 10 m Mischproben aus 0 bis 20 cm Tiefe entnommen. Bestimmt wurden unter anderem die Bodenatmung und die N-Mineralisation im aeroben Brutversuch sowie die mikrobielle Biomasse mit substratinduzierter Respiration (SIR).

Die Messungen ergaben, dass die bodenmikrobiologischen Kennwerte nur wenig vom Anbausystem dafür überwiegend von den chemischen und physikalischen



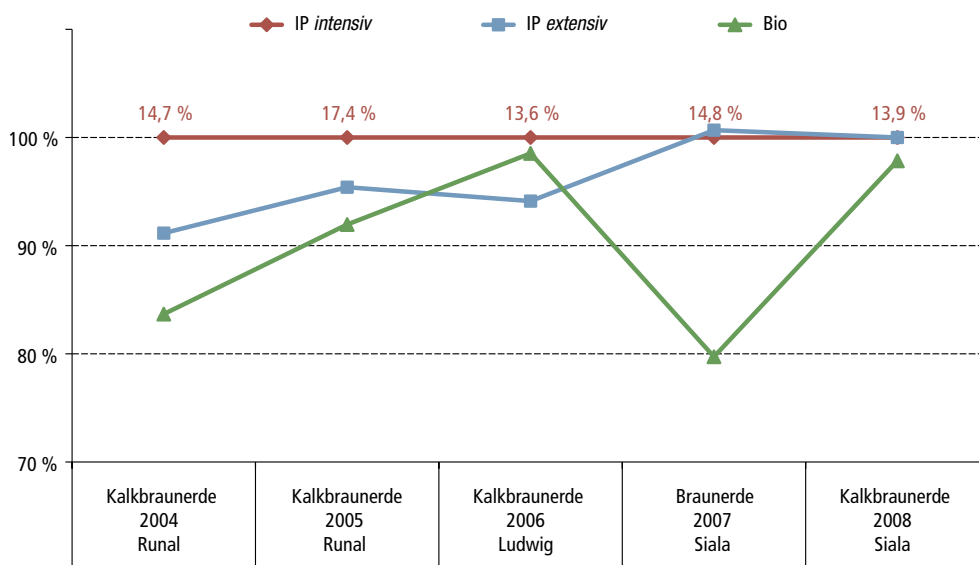
**Abb. 4 |** Gehalt an mineralischem Stickstoff im Boden ( $N_{\min}$ ; 0–100 cm Tiefe) bei Vegetationsende (November) in den drei Anbausystemen und auf den zwei verschiedenen Böden (Gesamtmittelwerte von 1992–2007). Signifikante Unterschiede sind mit unterschiedlichen Buchstaben gekennzeichnet (Tukey HSD-Test,  $P < 5\%$ ).

Bodeneigenschaften der einzelnen Parzellen geprägt werden. Abbildung 3 zeigt den Verlauf der mikrobiellen Biomasse von 1998 bis 2008. Die Systeme auf der Parzelle mit Braunerde (Moräne) wiesen bei der mikrobiellen Biomasse wie auch bei den übrigen bodenmikrobiologischen Parametern immer die geringsten Werte auf. Diese waren vergleichbar mit den Werten von Ackerböden auf Moräne und Schotter im Schweizer Mittelland. Die Parzellen mit gleyigen Kalkbraunerden (Schwemmlehm) hingegen wiesen durchwegs sehr hohe bodenmikrobiologische Kennwerte auf und unterschieden sich nur vereinzelt signifikant voneinander. Beim Vergleich Bio zu *IPintensiv* steht der deutlich höheren Biomasse im biologischen System mit Schwemmlehm Böden das umgekehrte Ergebnis auf dem Moräneboden entgegen. Der Unterschied zwischen *IPintensiv* und Bio war auf den Parzellen mit gleyigen Kalkbraunerden (Schwemmlehm) über den gesamten Zeitraum ähnlich, ab 2004 aber etwas abnehmend. Auffallend ist jedoch die Zunahme der mikrobiellen Biomasse in *IPextensiv* auf diesen Parzellen ab 2004. Dieser Effekt ist ziemlich sicher auf die Einführung der nicht-wendenden Bodenbearbeitung (Mulch- und Streifenfrässaat) in *IPextensiv* ab 2003 zurückzuführen. Auf dem sandigeren Moräneboden konnte diese Reaktion jedoch nicht beobachtet werden. Zusammenfassend kann gefolgert werden, dass bei den bodenmikrobiologischen Parametern keine klaren und

eindeutigen Unterschiede zwischen den geprüften Anbausystemen festzustellen sind. Dies scheint im Vergleich mit internationalen Studien, die mehrheitlich positive Effekte biologischer Bewirtschaftung auf Bodenorganismen und deren Aktivitäten nachweisen (Alföldi *et al.* 2002), erstaunlich. Vergleichbare Arbeiten aus der Schweiz kamen aber zu ähnlichen Ergebnissen. So ergaben Messungen auf biologisch beziehungsweise herkömmlich bewirtschafteten Praxisparzellen in der Deutschschweiz nur in 30 % der Paarvergleiche höhere Werte für den Bio-Anbau (Oberholzer und Mäder 2002). Auch im DOK-Langzeitversuch in Therwil BL zeigen die neuesten Erhebungen in keinem der untersuchten bodenmikrobiologischen Parameter signifikante Unterschiede zwischen dem biologischen und dem entsprechenden konventionellen Verfahren (Oberholzer *et al.* 2009). Wie im DOK-Versuch dürften auch im Versuch Burgrain identische Fruchtfolgen und der Einsatz von Hofdüngern in beiden Systemen entscheidend für nur geringe oder gar fehlende Unterschiede zwischen biologisch und gemäss ÖLN bewirtschafteten Anbausystemen sein.

#### Stickstoffdynamik im Boden

Der Gehalt an mineralischem Stickstoff ( $N_{\min}$ ) in Ackerböden (0–100 cm Tiefe) ist eine sehr dynamische Grösse. Etliche mehrmonatige Untersuchungsreihen der Stick-



**Abb. 5 |** Relative Proteingehalte der Winterweizen-Körner in den drei Anbausystemen 2004 bis 2008 in Abhängigkeit von Boden und Sorte (IPintensiv = 100 %, inklusive Gehaltsangabe).

stoffdynamik in verschiedenen Jahren – zum Teil auch in einer Vergleichsfläche ohne Stickstoffdüngung – zeigten, dass die aus Schwemmlehm entstandenen gleyigen Kalkbraunerden ein deutlich höheres Stickstoffmineralisierungspotenzial aufwiesen als die Braunerde auf Moräne. Dies bestätigen die von 1992 bis 2007 jeweils am Vegetationsende im November in allen Kulturen durchgeführten  $N_{\min}$ -Messungen (Abb. 4): Der Gesamtmittelwert der Kalkbraunerden (Schwemmlehm) war  $112 \text{ kg } N_{\min}/\text{ha}$ , jener der Braunerde (Moräne)  $59 \text{ kg } N_{\min}/\text{ha}$ . Hingegen zeigten sich zwischen den Anbausystemen nur geringe Unterschiede in den November- $N_{\min}$ -Werten. So lag der für den Bio-Anbau ermittelte Wert von  $99 \text{ kg } N_{\min}/\text{ha}$  lediglich 10 % tiefer als derjenige für IPintensiv mit  $110 \text{ kg } N_{\min}/\text{ha}$ .

Vor allem im biologischen und extensiven Getreideanbau führte ein Überschuss an mineralisiertem Stickstoff aus den Bodenvorräten gelegentlich zu Lagerung und damit zu Ertragseinbussen. Das unterschiedliche Stickstoffmineralisierungspotenzial der Burgrain-Böden beeinflusste aber auch Qualitätsparameter wie beispielsweise den Proteingehalt der Weizenkörner. Wurde der Bio-Winterweizen von 2004 bis 2008 auf den Kalkbraunerden angebaut, lag der Proteingehalt der Körner durchschnittlich nur 7 % tiefer als beim IPintensiv-Winterweizen; beim Anbau auf der Braunerde mit geringerer Stickstoffnachlieferung resultierte hingegen ein Minus von 20 % (Abb. 5).

## Schlussfolgerungen

Das Wissen um die naturgegebenen Stärken und Schwächen von Ackerböden ist Voraussetzung für deren erfolgreiche und nachhaltige Nutzung. Dies bedeutet, dass die Bewirtschaftungsmassnahmen auf den jeweiligen Bodencharakter abzustimmen sind. Verfügt ein Boden beispielsweise über ein hohes Stickstoffmineralisierungspotenzial, so ist die (Norm-)N-Düngung zu reduzieren, was auch Kosten spart. Ist der Boden schluffreich, so sind strukturstabilisierende Massnahmen und die Bodenoberfläche schützende Anbautechniken wie Mulch-, Streifen- und Direktsaat angezeigt, um Verschlämmung oder gar Erosion vorzubeugen. ■

## Riassunto

### Importanza del suolo nella prova sui sistemi di coltivazione Burgrain

Nella prova Burgrain (1991–2008) condotta a Alberswil LU, con suoli su sedimenti alluviali e morenici si è dimostrato che la natura del suolo ha spesso avuto effetti maggiori sui parametri analizzati rispetto ai sistemi di coltivazione PI intensiva (PER con elevato impiego di mezzi ausiliari), PI estensiva (PER con ridotto impiego di mezzi ausiliari) e biologico. Le parcelle con terra bruna calcarea gleyficata a profondità elevata con 4 % di humus e 22 % di argilla avevano una struttura del suolo più stabile e un potenziale di mineralizzazione dell'azoto chiaramente più elevato, rispetto alle parcelle con terra bruna a profondità moderatamente elevata con 2,6 % di humus e 17 % di argilla. Pertanto, il frumento bio poco concimato con azoto su terra bruna calcarea ha raggiunto un contenuto proteico del grano in parte appena sufficiente. D'altro canto l'elevata disponibilità di azoto nella terra bruna calcarea ha provocato occasionalmente l'allettamento dei cereali a coltivazione estensiva. La biomassa dei lombrichi e microorganismi del suolo era significativamente superiore nella terra bruna calcarea, più umida. A causa di metodi di lavorazione del suolo simili e dell'impiego di concimi aziendali in tutti i sistemi, non sono emersi effetti dei singoli sistemi sugli organismi del suolo; soltanto la rinuncia all'aratura nella PI estensiva verso la fine dell'esperimento ha avuto ripercussioni in gran parte positive.

## Literatur

- Alföldi T., Fliessbach A., Geier U., Kilcher L., Niggli U., Pfiffner L., Stolze M. & Willer H., 2002. Organic Agriculture and the Environment. In: El-Hage Scialabba, Nadia and Caroline Hattam (Eds.). Organic agriculture, environment and food security, Food and Agriculture Organisation of the United Nation (FAO), Rome, chapter 2.
- Cuendet G., 1997. Die Regenwurmfauna von Dauergrünland des Schweizer Mittellandes. *Buwal Schriftenreihe Umwelt* Nr. 291, 1–92.
- Jäggi W., Weisskopf P., Oberholzer H.-R. & Zihlmann U., 2002. Die Regenwürmer zweier Ackerböden. *Agrarforschung* 9, 446–451.
- Jossi W., Zihlmann U., Anken T., Dorn B. & van der Heijden M., 2011. Reduzierte Bodenbearbeitung schont die Regenwürmer. *Agrarforschung Schweiz* 2, 432–439.
- Oberholzer H.-R. & Mäder P., 2002. Paarvergleiche bodenmikrobiologischer Parameter auf biologisch bzw. integriert bewirtschafteten Praxisparzellen. *VDLUFA-Schriftenreihe* 58, 188–192.

## Summary

### Importance of the soil in the Burgrain farming-system trial

In the Burgrain field trial (1991–2008; Alberswil, Canton of Lucerne, Switzerland), where the soils have developed on alluvial and moraine sediments, it was found that the soil nature often had greater effects on the investigated parameters than the three different farming systems applied, which were «intensive IP» (Integrated Production) with intensive use of auxiliary substances, «extensive IP» with restricted use of auxiliary substances, and «organic». The alluvial Calcari-gleyic Cambisol plots with 4 % humus and 22 % clay content showed a more stable soil structure and a significantly higher nitrogen mineralisation potential than the decarbonated Cambisol plot on moraine with 2,6 % humus and 17 % clay. Because of this, the organic wheat grown on the moraine plot, fertilized with only small amounts of nitrogen, achieved no more than barely sufficient protein contents in some cases. In contrast, the high amounts of soil-borne nitrogen in the more humous gleyic soils occasionally led to lodging in the case of the extensively raised «Extenso» cereals. The biomass of earthworms and soil microorganisms was significantly higher in the alluvial than in the moraine soils. Because of the similar tillage methods and the use of farmyard manures in all three systems, there was little evidence for differences in soil biological parameters between the farming systems. Only reduced tillage in «extensive IP» towards the end of the trial provided generally positive results on these parameters.

**Key words:** farming system, organic farming, soil, microbial biomass, nitrogen.

- Oberholzer H.-R., Fliessbach A., Mäder P. & Mayer J., 2009. Einfluss von biologischer und konventioneller Bewirtschaftung auf biologische Bodenqualitätsparameter: Entwicklungen im DOK-Langzeitversuch nach pH-Regulierung. Wissenschaftstagung für ökologischen Landbau, Zürich, archiviert unter: [http://orgprints.org/view/projects/int\\_conf\\_2009\\_wita.html](http://orgprints.org/view/projects/int_conf_2009_wita.html)
- Zihlmann U., Weisskopf P., Dubois D. & Tschachtli R., 1999. Burgrain: Bodenstruktur in unterschiedlichen Anbausystemen. *Agrarforschung* 6, 165–168.
- Zihlmann U., Jossi W., Scherrer C. et al., 2010. Integrierter und biologischer Anbau im Vergleich. Resultate aus dem Anbausystemversuch Burgrain 1991 bis 2008. *ART-Bericht* 722, 1–16.