

Umwelt

Humusgehalte nach 11 Jahren Direktsaat und Pflug

Moritz Müller¹, Roland Schafflützel¹, Andreas Chervet², Wolfgang G. Sturny², Urs Zihlmann³ und Peter Weisskopf³

¹Schweizerische Hochschule für Landwirtschaft SHL, CH-3052 Zollikofen

²Amt für Landwirtschaft und Natur des Kantons Bern LANAT, CH-3052 Zollikofen

³Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, CH-8046 Zürich

Auskünfte: Moritz Müller, E-Mail: moritz.mueller@shl.bfh.ch, Tel. +41 31 910 21 24, Fax +41 31 910 22 99

Zusammenfassung

Auf einem mittelschweren, schwach humosen Boden am Inforama Rütli in Zollikofen **ABE** wurden 2005 die Humusgehalte nach 11 Jahren Direktsaat und Pflügenbau gemessen. Dazu wurden bis in 40 cm Tiefe schichtweise Proben genommen und neben den Humusgehalten auch die Lagerungsdichten bestimmt. Aufgrund der unterschiedlichen Lagerungsdichten wurden die Humusgehalte nicht auf ein bestimmtes Bodenvolumen, sondern auf die Masse mineralisches Material bezogen.

Nach 11 Versuchsjahren unterscheiden sich die gesamten Humusmengen unter Direktsaat und Pflug nicht signifikant. Dagegen zeigt der Tiefenverlauf der Humusgehalte grosse Unterschiede zwischen den beiden Anbausystemen. Unter Direktsaat wurden in den obersten 10 cm meist deutlich höhere Gehalte gemessen; dies wird durch die fast durchwegs höheren Werte in den tieferen Schichten (20-40 cm) der Pflugparzellen kompensiert.

Aufgrund der stabileren Bodenstruktur und der besseren Wassereinsickerung ist das Direktsaatsystem eine wirkungsvolle Schutzmassnahme gegen Bodenerosion. Da mit der Abschwemmung der obersten Bodenschicht grosse Mengen an organischem Material verloren gehen, dürfte eine Umstellung auf Direktsaat in stark erosionsgefährdeten Ackerbaugebieten der Schweiz (ca. 17 % der Ackerfläche) zu einer deutlichen Zunahme der Humusgehalte im Oberboden führen.

Zusätzlich kann das Direktsaatsystem durch die Einsparung von Treibstoff und durch eine Reduktion der energieintensiven N-Mineraldünger nachhaltig zur CO₂-Reduktion in der Atmosphäre beitragen.

Im Ackerbau wird traditionell auf einen genügenden Humusanteil im Boden geachtet. Der Humus kann nicht nur grosse Mengen an Wasser- und Nährstoffen speichern, sondern verklebt die mineralischen Bodenteilchen zu Ton-Humus-Komplexen (Kasten 1). Der Oberboden wird da-

durch stabiler und weniger verdichtungsanfällig, gewährleistet eine bessere Wasseraufnahme und Durchlüftung und schützt vor Erosion.

Auf der Dauerbeobachtungsfläche Oberacker am Inforama Rütli in Zollikofen (Kasten 2 und

Humus

Im Boden aus pflanzlichen und tierischen Resten gebildete, stabile, schwer abbaubare (mineralisierbare) organische Substanz, oft auch als «Dauerhumus» bezeichnet. Gibt dem Boden die dunkle Farbe.

Abb. 1) wurden im Frühjahr und Sommer 2005 die Humusgehalte nach 11 Jahren Direktsaat und Pflügenbau verglichen. Über die Humusdynamik von Böden unter Direktsaat liegen widersprüchliche Angaben vor. In zahlreichen Publikationen, namentlich aus Nord- und Südamerika, wird nach der Umstellung vom Pflügenbau auf Direktsaat ein deutliches Ansteigen der Humusgehalte beschrieben (Reicosky und Saxton 2007). Untersuchungen in der Schweiz zeigten, dass zwar nach mehrjähriger Direktsaat in den obersten 10 bis 20 cm deutlich höhere Humusgehalte gemessen werden, dies aber an den gepflügten Vergleichsstandorten durch höhere Gehalte in tieferen Schichten kompensiert wird (Anken *et al.* 2004, Hermle und Anken 2007).

Das Thema der Festlegung («Sequestrierung») von Kohlenstoff (C) als Humus im Boden erhält

Die aufwändigen Probenahmen und ein Teil der Laboranalysen für diese Arbeit wurden im Rahmen von zwei Semesterarbeiten an der SHL Zollikofen und einer Diplomarbeit an der ETH Zürich durchgeführt. Wir danken Frédéric Perrochet, Petra Rauber und Wiebke Schaft für den grossen Einsatz.



Abb. 1. Dauerbeobachtungsfläche Oberacker, Inforama Rütli, Zollikofen; Luftaufnahme vom 29.6.2004 (Foto: Gabriela Brändle, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART)

durch die laufende Treibhausgas-Diskussion zusätzliche Aktualität. In den USA erhalten Landwirte, die ihre Kulturen im Direktsaatsystem bestellen, sogar finanzielle Abgeltungen für diesen Beitrag zur CO₂-Reduktion (Lehmann 2007).

Probenahme und Analytik

Auf jeder Parzelle wurde eine rechteckige Beprobungsfläche von 7 m x 14 m eingemessen, welche in 10 Teilflächen von 2,8 m x 3,5 m unterteilt wurde. In jeder der 10 Teilflächen wurde eine Bohrung bis auf 40 cm Tiefe durchgeführt (Durchmesser ca. 3 cm); die 10 Bohrkerne wurden zerschnitten und schichtweise zu Mischproben vereinigt. Auf diese Weise wurde jede Parzelle vier Mal beprobt, so dass aus jeder Bodenschicht vier Mischproben resultierten. Unter Direktsaat wurden die Schichten 0-5 cm, 5-10 cm, 10-15 cm, 15-20 cm, 20-30 cm und 30-40 cm unterschieden, im Pflugsystem die Schichten 0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm und 30-40 cm.

Um eine Verfälschung der Humusmessungen zu verhindern, wurden Wurzeln und andere Pflanzen-

Systemvergleich «Oberacker»

Im Ackerbau müssen vermehrt extensive, pfluglose Anbausysteme in die Praxis umgesetzt werden, um die Bodenfruchtbarkeit auf lange Sicht zu gewährleisten und die Wirtschaftlichkeit zu verbessern. Im August 1994 wurde am Inforama Rütli in Zollikofen (BE) ein Feldversuch angelegt, in welchem die Vor- und Nachteile des Direktsaat- und des Pflug-Systems aufgezeigt und Lösungsansätze für Probleme entwickelt werden sollen (Abb. 1).

Dieser im Streifendesign angelegte Systemvergleich ohne Wiederholungen liegt auf einer tiefgründigen, grundfeuchten Braunerde, die im Oberboden einen Tonanteil von 15 % und einen Humusgehalt von 3 % hat. Sechs nebeneinander liegende Fruchtfolgeschläge zu 14 Aren werden je zur Hälfte direkt angesät (DS) beziehungsweise gepflügt und konventionell bestellt (PF). Die 6-jährige Fruchtfolge, wie sie auch auf einem viehlosen Ackerbaubetrieb möglich ist, besteht aus Winterweizen/GD, Sommerweisserbsen/GD, Winterroggen/GD, Silomais, Wintergerste/GD, Zuckerrüben (GD = Gründüngung mit hohem Kreuzblütleranteil). Der Anbau aller Kulturen erfolgt unter «Extensio»-Vorgaben.

Betreut wird die Dauerbeobachtungsfläche «Oberacker» von der Bodenschutzfachstelle des Kantons Bern und vom Inforama Rütli. Ein Teil der Untersuchungen wird von der Schweizerischen Hochschule für Landwirtschaft SHL in Zollikofen und von der Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART durchgeführt.

reste sorgfältig entfernt und die Proben in den gepflügten Parzellen in möglichst grossem zeitlichem Abstand zur letzten Bodenbearbeitung genommen (Tab. 1).

Zur Bestimmung der Lagerungsdichte wurden ungestörte Zylinderproben aus den folgenden Bodentiefen entnommen: 4-9 cm, 14-19 cm, 24-29 cm, 34-39 cm. Alle Untersuchungen wurden nach den Referenzmethoden der Eidgenössischen landwirtschaftlichen Forschungsanstalten aus-

geführt (Agroscope FAL, FAW und RAC 2006).

Mineralisches Material als Bezugsgrösse

Da neben den Humusgehalten auch die Lagerungsdichten in den obersten 40 cm des Bodens gemessen wurden, können die Humusmengen in den einzelnen Schichten berechnet und bis in diese Tiefe aufsummiert werden. Diese Zahlen sollten aber nicht direkt miteinander verglichen werden, da der Boden unter den beiden Anbausystemen

Tab. 1. Datum der Probenahmen und Bewirtschaftungsgeschichte der Parzellen I bis VI (Dauerbeobachtungsfläche Oberacker, Rütli-Zollikofen)

Parzelle	I	II	III	IV	V	VI
Datum der Probenahme	21./22. März 05	28. Juli 05	21./22. März 05	PF: 1. Juli 05 DS: 8. Juli 05	21./22. März 05	28. Juli 05
Vorkultur	Winterweizen Gründüngung	SoEiweisserb. Gründüngung	Winterroggen Gründüngung	Silomais	Wintergerste Gründüngung	Zuckerrüben
Kultur bei Probenahme	SoEiweisserb ¹	Winterroggen ²	Silomais ¹	Wintergerste ²	Zuckerrüben ¹	Winterweizen ²
Pflugsystem: letzter Pflugeinsatz am	14.10.03	20.09.04	15.09.03	20.09.04	25.08.03	16.10.04
Direktsaatsystem: letzter Pflugeinsatz	Herbst 93	Herbst 93	Herbst 93	Herbst 93	Herbst 93	Herbst 93
Letztmals Kartoffeln DS: Direktmulchlegen	1999	1998	1997	1996	keine	keine
Letzte organische Düngung	12.08.98 25 t/ha Mist	16.03.99 37m ³ /ha Gülle	24.11.98 30 t/ha Mist	16.03.99 37m ³ /ha Gülle	24.11.98 30 t/ha Mist	16.03.99 37m ³ /ha Gülle
Stroh	Das Stroh wird seit 2000 in beiden Systemen gehäckselt und breit verteilt.					
Letzter Einsatz von N-Mineraldüngern	21.05.04	25.04.03	23.04.02	17.03.05	16.04.04	17.03.05

PF: Pflugsystem; DS: Direktsaatsystem ¹ Probenahme vor der Saat ² Probenahme nach der Ernte

unterschiedlich dicht gelagert ist: Je dichter der Boden, desto mehr Material wird bei einer volumenbezogenen Beprobung erfasst.

Als verfahrens- bzw. dichteunabhängige Bezugsgrösse wurde deshalb das mineralische Material gewählt. Die Humusgehalte werden dabei nicht auf ein bestimmtes Bodenvolumen bzw. eine bestimmte Bodentiefe, sondern auf eine bestimmte Masse an mineralischem Material bezogen – in dieser Arbeit auf die obersten 500 kg mineralisches Material unter einem Quadratmeter Bodenfläche. Auf Grund der Dichten und Humusgehalte der obersten Bodenschichten wurde berechnet, bis in welche Tiefe diese 500 kg mineralisches Material reichen (siehe Tiefenangaben in Abb. 3). Schliesslich wurden die Humusgehalte schichtweise bis in diese Tiefe aufsummiert.

Gesamthumusgehalte praktisch identisch

In den obersten 20 cm variieren die Humusgehalte zwischen 2,1 und 3,3 % (Parzelle VI DS bis 4,3 %), in 20 bis 30 cm zwischen 1,7 und 3,0 % und in 30 bis 40 cm Tiefe zwischen 0,8 und 2,1 % (Tab. 2). Der Quervergleich zwischen den Parzellen zeigt für jede Schicht eine grosse Streuung der Messwerte. Die auffälligen Unterschiede

zwischen den Parzellen müssen auf grössere menschliche Eingriffe vor Versuchsbeginn zurückgeführt werden (z.B. Überschüttung mit Humus).

Um die in den beprobten Bodenschichten effektiv vorhandenen Humusmengen vergleichen zu können, wurden die Gehalte in Gramm pro Liter gewachsener Boden umgerechnet (Abb. 2).

In den Pflugparzellen unterscheiden sich die Gehalte in den obersten drei Schichten 0-10 cm, 10-20 cm und 20-30 cm wenig; zwischen 30 und 40 cm Tiefe liegen sie deutlich tiefer.

In den Direktsaatparzellen wurden die klar höchsten Humusgehalte wie erwartet in den obersten 5 cm gemessen. Darunter ist bis in 30 cm Tiefe eine mehr oder weniger kontinuierliche, zur untersten Schicht (30-40 cm) wie in den Pflugparzellen eine starke Abnahme zu verzeichnen.

In den obersten 10 cm liegen die Humusgehalte unter Direktsaat meist klar höher. Zwischen 10 und 20 cm Tiefe sind die Werte im Durchschnitt aller Parzellen ähnlich. In den unteren Schichten (20-30 cm und 30-40 cm) weisen dagegen die Pflugparzellen meistens deutlich höhere Gehalte auf.

Wie Abbildung 3 zeigt, sind die aufsummierten Humusgehalte der beiden Anbausysteme über alle Parzellen gemittelt praktisch identisch. Nach 11 Versuchsjahren auf dem Oberacker unterscheiden sich die gesamten Humusmengen unter Direktsaat und Pflug nicht signifikant. Dieses Ergebnis steht im Widerspruch zu zahlreichen Arbeiten, in welchen nach der Umstellung vom Pflügenbau auf Direktsaat ein deutliches Ansteigen der Humusgehalte beschrieben wurde. Zu Beginn des Systemvergleichs befürchteten Sceptiker gar die Bildung einer unverrotteten Streuauflage in den Direktsaatparzellen, die die Aussaat und das Auflaufen der Folgekulturen erschwert hätte. Diese Befürchtungen trafen nicht ein: selbst grosse Mengen an Ernterückständen und hohe Mistgaben waren in der Regel bis zur Ernte der Folgekultur vollständig von der Bodenoberfläche verschwunden. Sie wurden von den zahlreichen grossen Regenwürmern in ihre Gänge eingezogen, wo sie verrotteten und von den Tieren gefressen wurden (Maurer-Troxler *et al.* 2005). Die Bodenlebewesen – allen voran der Regenwurm – scheinen in dieser Beziehung den Pflug vollwertig zu ersetzen. Diese Beobachtung wird auch auf Praxisbetrieben nach mehrjähriger Direktsaat bestätigt.

Tiefenverlauf der Humusgehalte unterschiedlich

Im Gegensatz zu den Gesamtmengen an Humus zeigt der Tiefenverlauf der Humusgehalte grosse Unterschiede zwischen den beiden Anbausystemen:

■ Unter Direktsaat findet man die höchsten Humusgehalte in den obersten 5 bis 10 cm. Hier werden die Pflanzenreste unter Mithilfe der zahlreichen Regenwürmer zu Dauerhumus umgewandelt, welcher sich mit dem mineralischen Material zu stabi-

Tab. 2. Dauerbeobachtungsfläche Oberacker, 2005 – Humusgehalte in Gewichtsprozent der Feinerde (PF: Pflugsystem; DS: Direktsaatsystem)

Parzelle Bodentiefe	I		II		III		IV		V		VI	
	PF	DS	PF	DS	PF	DS	PF	DS	PF	DS	PF	DS
0 - 5 cm		2,8		3,2		3,0		3,3		2,7		4,3
	2,3		2,2		2,6		3,3		2,3		2,6	
5-10 cm		2,6		2,6		2,7		2,9		2,5		3,6
10-15 cm		2,4		2,6		2,5		2,7		2,2		3,1
	2,4		2,1		2,5		3,1		2,2		2,7	
15-20 cm		2,3		2,5		2,3		2,4		2,0		3,1
20-30 cm	2,3	2,0	2,0	2,0	2,7	1,7	3,0	2,2	2,0	1,7	2,4	2,5
30-40 cm	1,4	1,1	1,3	1,2	1,6	1,3	2,1	1,3	1,1	0,8	1,1	1,5

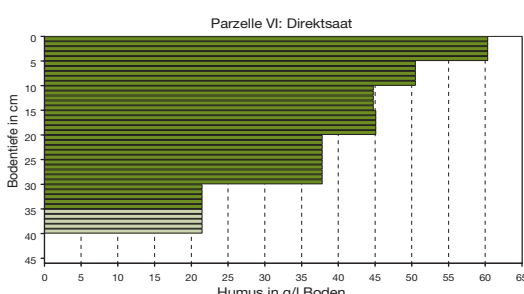
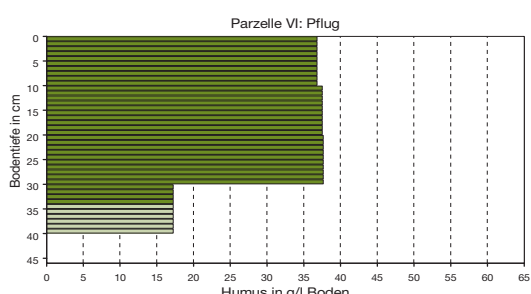
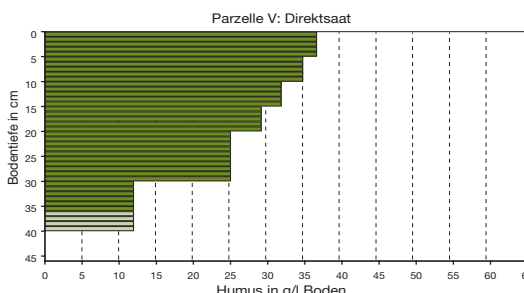
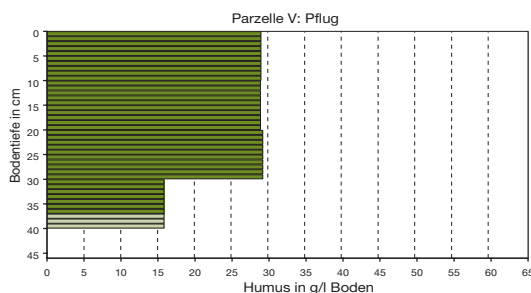
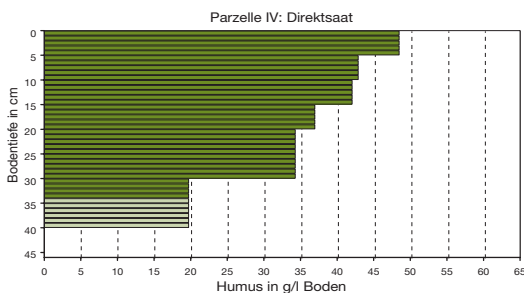
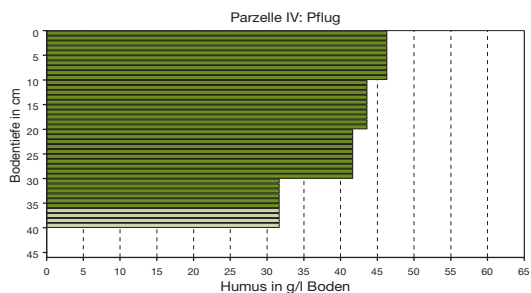
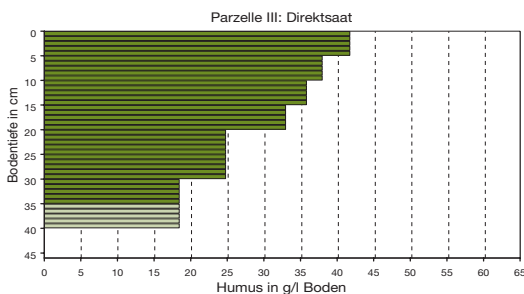
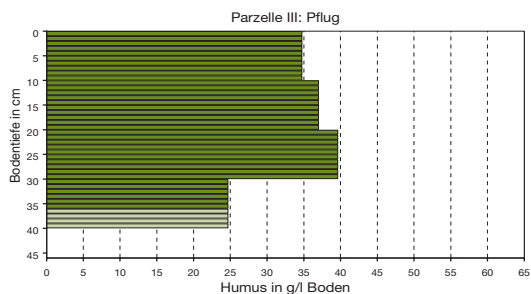
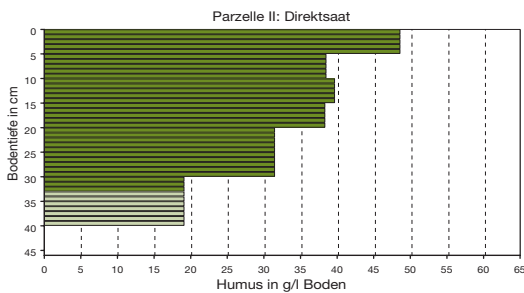
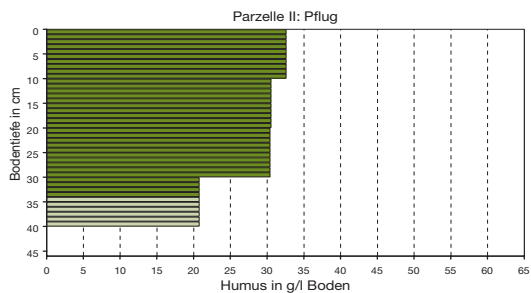
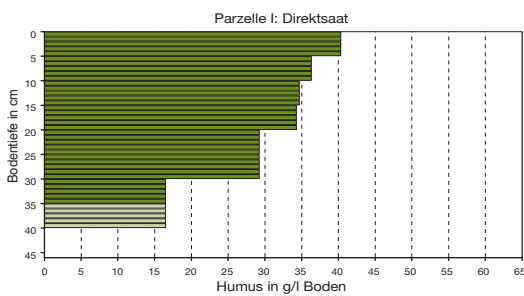
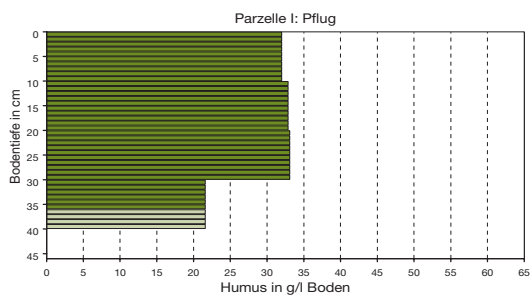


Abb. 2. Dauerbeobachtungsfläche Oberacker, 2005 – Vergleich der Humusgehalte unter Direktsaat und Pflug in den Parzellen I bis VI nach 11 Versuchsjahren. Angaben in Gramm pro Liter gewachsener Boden. Die dunkel eingefärbte Fläche entspricht den obersten 500 kg mineralisches Material unter einem Quadratmeter Bodenfläche.

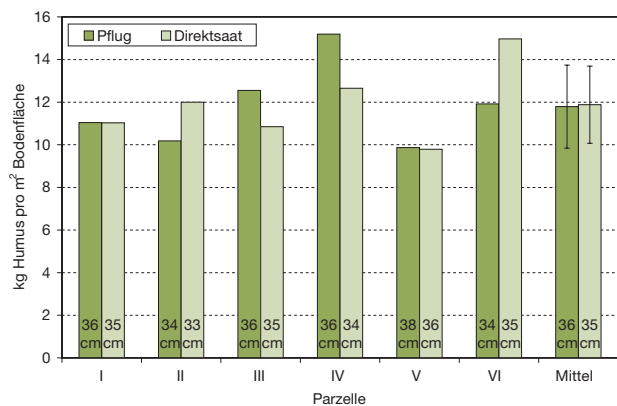


Abb. 3. Dauerbeobachtungsfläche Oberacker, 2005 – Vergleich der Humusmengen unter Direktsaat und Pflug nach 11 Versuchsjahren. Humusmengen pro Quadratmeter, bezogen auf die obersten 500 kg mineralisches Material. Zahlen: Bis in diese Tiefe [cm] reichen die obersten 500 kg mineralisches Material unter einem Quadratmeter Bodenfläche.

len Ton-Humus-Komplexen verbindet. Die zahlreichen mehrjährigen Regenwurmgänge erlauben auch ein schnelleres Versickern der Niederschläge – der Boden trocknet schneller ab und ist besser durchlüftet.

■ Beim Pflügen werden die Pflanzenreste auf die Bearbeitungsgrenze (Pflugsohle) hinunter befördert. Da in unserem Klima teilweise unter zu feuchten Bedingungen gepflügt werden muss, entsteht unter der Pflugsohle eine verdichtete, schlecht durchlüftete Schicht (Pflugsohlenverdichtung), auf welcher sich das Wasser nach Niederschlägen staut. Im Bereich dieses Rückstaus und in der darunter liegenden, verdichteten Zone ist die Mineralisierung der organischen Rückstände oft durch Sauerstoffmangel gehemmt, was die höheren Humusgehalte in den tieferen Schichten der Pflugparzellen erklärt.

Entsprechend den unterschiedlichen Umsetzungsbedingungen dürfte auch die Humusqualität in den beiden Anbausystemen unterschiedlich sein, was mit der hier verwendeten Methode zur Humusbestimmung nicht zum Ausdruck kommt.

Vergleich mit früheren Untersuchungen

Für die Tatsache, dass – im Gegensatz zu den vorliegenden Resultaten – in vielen Untersuchungen unter Direktsaat höhere

Humusgehalte als im Pflugsystem gemessen wurden, gibt es zumindest drei Erklärungen:

■ Die grossen, intensiv bearbeiteten Ackerflächen in den USA und in Kanada sind bzw. waren im Gegensatz zu den Untersuchungsflächen auf dem Oberacker stark von (Wind-) Erosion betroffen. Weil dabei Oberbodenmaterial abgetragen wird, gehen grosse Mengen an Humus verloren. Auf Grund der stabileren Bodenstruktur und der besseren Wassereinsickerung in Direktsaat-Böden sind diese Flächen nach der Umstellung weitestgehend vor Erosionsverlusten geschützt, so dass die Humusgehalte wieder ansteigen.

■ In vielen Systemvergleichen wurden wahrscheinlich nur die obersten 20 cm des Bodens beprobt. Auch in den vorliegenden Untersuchungen wurden in dieser oberflächennahen Schicht (vor allem in den obersten 10 cm) unter Direktsaat signifikant höhere Humusgehalte gemessen. Diese werden aber durch die höheren Gehalte der Pflugparzellen in 20 bis 40 cm Tiefe kompensiert, was auch die Untersuchungen von Anken *et al.* (2004) zeigten.

■ Im Schweizer Mittelland muss teilweise unter zu feuchten Bedingungen gepflügt werden. In trockeneren Klimagebieten ist das Verdichtungsrisiko beim Pflügen kleiner – die Humusanreicherung im Pflugsohlenbereich bleibt aus.

Beitrag der Direktsaat zur CO₂-Reduktion

Vor allem in den USA wird Direktsaat als Möglichkeit betrachtet, Landwirtschaftsböden auch als Kohlenstoffsinken zu nutzen. Die Festlegung von C in Form von Humus ist (auch politisch) ein willkommener Beitrag zur Reduktion der CO₂-Gehalte in der Atmosphäre. Dieser Beitrag darf aber nicht überschätzt wer-

den: mineralische Böden können nur begrenzte Mengen an Kohlenstoff aufnehmen. Die Humusgehalte steigen an, bis ein neues Gleichgewicht zwischen Humusaufbau und Mineralisierung erreicht ist und bleiben dann auf erhöhtem Niveau stabil, also wieder «CO₂-neutral». Dieses neue Gleichgewicht wird nach 15 bis 50 Jahren erreicht (Reicosky und Saxton 2007).

Im Unterschied zu den Erfahrungen aus den USA konnte auf dem Oberacker nach 11 Jahren Systemvergleich keine signifikante Humusanreicherung auf den Direktsaatparzellen nachgewiesen werden. An nicht erosionsgefährdeten Standorten darf unter den Klimabedingungen des Schweizer Mittellandes nach der Umstellung vom Pflug- auf das Direktsaatsystem (ohne Änderung der Fruchtfolge) nicht mit einem wesentlichen Anstieg der gesamten Humusmengen im Boden gerechnet werden.

Anders sieht dies in erosionsgefährdeten Gebieten aus. Aufgrund der stabileren Struktur an der Bodenoberfläche und der besseren Wassereinsickerung ist das Direktsaatsystem hier eine wirkungsvolle Schutzmassnahme gegen Bodenerosion. Nach Schätzungen sind 17 % der Ackerböden in der Schweiz mit Abtragsraten von mehr als vier Tonnen pro Hektare und Jahr stark erosionsgefährdet (Prasuhn *et al.* 2007). Zumindest auf diesen Flächen dürfte eine Umstellung auf Direktsaat zu einer deutlichen Zunahme der Humusgehalte führen.

Das Direktsaatsystem kann auf andere Art nachhaltiger zur CO₂-Reduktion in der Atmosphäre beitragen: Im Vergleich zum Pflugsystem werden zahlreiche Arbeitsgänge und damit beträchtliche Mengen an Treibstoff eingespart – je nach Kultur 35 bis 40 Liter Diesel pro Hektare und

Jahr (Schaller *et al.* 2006). Geht man davon aus, dass bei der Verbrennung von einem Liter Diesel 2,65 kg CO₂ entstehen, entspricht dies einem Minderausstoss von rund 100 kg CO₂ pro ha und Jahr. Noch grösser ist das Reduktionspotenzial im Bereich der sehr energieintensiven N-Mineraldünger: durch bessere N-Ausnützung und den vermehrten Anbau von Leguminosen – auch als Zwischenfrüchte – können noch grössere Mengen an Erdöl-C eingespart werden.

In dieser Richtung sollen die Untersuchungen auf dem Oberacker fortgeführt werden. Neben einem effizienteren Einsatz der N-Mineraldünger gilt das Interesse der weiteren Entwicklung der Humusgehalte: Werden diese im Oberboden der Direktsaatparzellen weiter zunehmen, und wenn ja, wann und auf welchem Niveau werden sie sich stabili-

sieren? Untersuchungen zur Humusqualität sollen ausserdem darüber Aufschluss geben, ob und wie sich die Humusformen in den beiden Anbausystemen unterscheiden, und wie sich dies auf die Bodenfruchtbarkeit auswirkt (Wasser- und Nährstoffspeicherung, chemische und physikalische Stabilität).

Literatur

- Agroscope FAL, FAW & RAC, 2006. Schweizerische Referenzmethoden der Eidg. landw. Forschungsanstalten, Band 1.
- Anken T., Weisskopf P., Zihlmann U., Forrer H., Jansa J. & Perhacova K., 2004. Long-term tillage system effects under moist cool conditions in Switzerland. *Soil & Till. Res.* **78**, 171-183.
- Hermle S. & Anken T., 2007. Schweizer Landwirtschaftsböden – tauglich als Kohlenstoffsenke? *Schweizer Landtechnik*, März 2007, 14-15.
- Lehmann J., 2007. A handful of carbon. *Nature* **447**, 10 May 2007, 143-144.
- Maurer-Troxler C., Chervet A., Ramseier L., Sturny W.G. & Oberholzer H.-R., 2005. Bodenbiologie nach zehn Jahren Direktsaat und Pflug. *Agrarforschung* **12** (10), 460-465.
- Prasuhn V., Liniger H., Hurni H. & Friedli S., 2007. Bodenerosions-Gefährdungskarte der Schweiz. *Agrarforschung* **14** (3), 120-127
- Reicosky D.C. & Saxton K.R., 2007. Reduced Environmental Emissions and Carbon Sequestration. In Baker C.J. & Saxton K.E. (Eds.), 2007. No-tillage Seeding in Conservation Agriculture, 2nd edn., 257-267. FAO and CAB International, Rome.
- Schaller B., Nemecek T., Streit B., Zihlmann U., Chervet A. & Sturny W. G., 2006. Vergleichsöko-bilanz bei Direktsaat und Pflug. *Agrarforschung* **13** (11-12), 482-487.

RÉSUMÉ

Teneurs en humus après onze ans de semis direct ou de labour

Les teneurs en humus d'un sol mi-lourd faiblement humique de l'Inforama Rütli à Zollikofen ont été comparées en 2005 après 11 ans de culture soit avec labour soit en semis direct. Ces teneurs, de même que la densité apparente du sol, ont été mesurées par couches jusqu'à 40 cm de profondeur. À cause de différences de densité, le contenu en humus a été rapporté à la masse minérale du sol plutôt qu'à son volume.

Après 11 ans d'essai, les quantités totales d'humus ne sont pas significativement différentes entre le semis direct et le labour. La répartition dans le profil se distingue toutefois fortement entre les deux systèmes de culture. En semis direct, des teneurs nettement plus élevées sont généralement mesurées dans les 10 premiers cm; ceci est compensé dans les couches plus profondes (entre 20 et 40 cm) où ce sont, au contraire, presque toujours les parcelles labourées qui présentent les plus fortes teneurs.

Parce qu'il favorise la stabilité structurale du sol et qu'il améliore l'infiltration de l'eau, le système du semis direct constitue une protection efficace contre l'érosion. Quand la couche de surface est entraînée, ce sont de grandes quantités d'humus qui sont perdues. Dans les régions à fort risque d'érosion (environ 17% des terres ouvertes en Suisse), le passage au semis direct devrait donc permettre d'augmenter les teneurs en matière organique dans le sol.

Le semis direct peut en outre contribuer à améliorer le bilan du CO₂ atmosphérique car il entraîne des économies de carburant et, à plus long terme, permet une réduction de la fumure azotée, très consommatrice d'énergie.

SUMMARY

Soil organic matter content after eleven years of no-till and plough

The organic matter content of the soil was analyzed on a medium textured slightly humic soil at the Inforama Rütli in Zollikofen which had been cultivated either with no-till or plough over eleven years. In several soil layers down to 40 cm the organic matter content as well as bulk density were analyzed. Due to differences in the soil density, the organic matter content was expressed as a proportion of the mineral soil material content rather than soil volume.

After eleven experimental years no significant difference in the organic matter content of the two soils was found. However, there were considerable differences in the depth profile of the organic matter content of the two treatments. With no-till considerably higher contents were usually found in the top 10 cm layer, as compared to the plough treatment. This was compensated by mostly higher contents in lower layers (20 to 40 cm) of the plough tilled soil.

Due to the more stable soil structure and the better water infiltration the no-till system can be considered an effective erosion prevention measure. As considerable quantities of organic matter are lost through run-off of the top soil layer a change to the no-till system in regions with high erosion risk (17 % of the tilled area in Switzerland) could lead to an increase of the organic matter content in the top soil layer.

Furthermore, the no-till system could also contribute to a reduction of CO₂ emissions thanks to savings in fuel and mineral N-fertilizers.

Key words: system comparison, no-till, plough till, organic matter content, carbon dioxide emissions