

## Zwischenfrüchte als wichtiges Puzzleteil für den pfluglosen ökologischen Landbau

Wittwer, R.<sup>1</sup>, Dorn, B.<sup>1</sup>, Jossi W.<sup>1</sup>, Zihlmann U.<sup>1</sup> und van der Heijden, M.<sup>1</sup>

*Keywords: pfluglose Bodenbearbeitung, Weizen, Mais, Zwischenfrüchte, Unkraut*

### Abstract

*The preservation of soil and soil fertility are two major concerns in order to sustain food productivity. An increasing number of studies performed in conventional farming systems indicate that reduced soil tillage can increase the quality of agricultural soils. However, until now it is unclear whether reduced soil tillage can be used to develop sustainable organic farming systems. A long-term experiment was set up in 2009 at the research station Agroscope Reckenholz-Tänikon (ART) to compare conventional and organic farming systems with and without ploughing, and to assess the contribution of cover crops in reduced tillage systems. First results show that the cultivation of cover crops has a positive impact on weed suppression and yield of winter wheat and maize, particularly under reduced tillage in organic farming system.*

### Einleitung und Zielsetzung

Die Landwirtschaft steht vor der großen Herausforderung den steigenden Nahrungs- und Futtermittelbedarf zu decken und dies unter knapper werdenden Pflanzennährstoffen, Klimaänderung, Bodenerosion und steigenden Energiepreisen. In diesem Kontext werden nachhaltige und ökologische Lösungen gesucht um unsere Anbausysteme zu verbessern. Sowohl reduzierte Bodenbearbeitung als auch biologische Bewirtschaftung stehen für eine schonende Nutzung unserer Ackerböden und es besteht ein wachsendes Interesse diese beiden Ansätze zu kombinieren (Mäder *et al.* 2012). Allerdings verdienen dabei zwei bedeutende Problembereiche volle Aufmerksamkeit: die Unkrautregulierung und eine verzögerte Stickstoff(N)-Mineralisierung im Frühjahr, die das Pflanzenwachstum in der kritischen Phase vermindert (Peigné *et al.* 2007). Ein Lösungsweg könnte der Anbau von Zwischenfrüchten sein, um das Unkraut zu konkurrieren und zusätzlich Stickstoff in das System zu bringen (Sainju *et al.* 2001, Shrestha *et al.* 2001).

Im Folgenden werden erste agronomische Ergebnisse von einem Langzeitversuch vorgestellt, in dem der Einfluss einer reduzierten Bodenbearbeitung und der Anbau von verschiedenen Zwischenfrüchten sowohl im konventionellen wie auch im biologischen Anbau untersucht werden. Insbesondere wird der Einfluss einer Zwischenbe-grünung auf den Ertrag von BIO-Weizen und BIO-Mais bei reduzierter Bodenbearbeitung vorgestellt.

### Methoden

In einem mehrjährigen Anbauversuch (Winterweizen – Körnermais – Ackerbohnen – Winterweizen) werden die beiden wichtigsten Anbausysteme in der Schweiz, der konventionelle Anbau mit Ökologischem Leistungsnachweis (ÖLN) und der Biolandbau (BIO), untersucht. In beiden Systemen wurden beide Varianten mit und ohne Pflug-

---

<sup>1</sup> Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Reckenholzstrasse 191, CH-8046 Zürich, raphael.wittwer@art.admin.ch, www.agroscope.ch

einsatz getestet. Während im ÖLN Direktsaat (NT) als nicht wendendes Verfahren gewählt worden ist, wurden die BIO Parzellen unter reduzierter Bodenbearbeitung (RT) bewirtschaftet (Tabelle 1). Zusätzlich wurden verschiedene Zwischenfrüchte (ZF) vor Weizen und Mais angebaut (Tabelle 2).

**Tabelle 1: Versuchsaufbau, Kulturführung**

| 1. Anbausystem                       | biologisch (BIO)                                                                   |                                                     | konventionell (ÖLN)                                 |                                                     |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 2. Bodenbearbeitung                  | Pflug                                                                              | red. Bodenbearb. (RT)                               | Pflug                                               | Direktsaat (NT)                                     |
| 3. Zwischenfrüchte (ZF), (Tabelle 2) | Kontrolle<br>Kreuzblütler<br>Leguminose<br>Mischung                                | Kontrolle<br>Kreuzblütler<br>Leguminose<br>Mischung | Kontrolle<br>Kreuzblütler<br>Leguminose<br>Mischung | Kontrolle<br>Kreuzblütler<br>Leguminose<br>Mischung |
| <b>Jahr 1 Weizen</b>                 | (cv. Titlis)                                                                       |                                                     |                                                     |                                                     |
| Vorfrucht                            | Eiweißerbse                                                                        |                                                     |                                                     |                                                     |
| ZF Saat                              | Direktsaat                                                                         |                                                     |                                                     |                                                     |
| ZF abtöten                           | Pflug + Saatbett                                                                   | Kurzscheibenege                                     | Pflug + Saatbett                                    | Glyphosat                                           |
| Unkrautregulierung                   | 2 x Striegel                                                                       | 2 x Striegel                                        | selektives Herbizid                                 | selektives Herbizid                                 |
| Düngung                              | Gülle<br>119 kg N <sub>tot</sub> / ha<br>45 kg N <sub>verf</sub> <sup>1</sup> / ha |                                                     | mineralisch<br>110 kg N / ha (AS <sup>2</sup> )     |                                                     |
| <b>Jahr 2 Körnermais</b>             | (cv. Padrino)                                                                      |                                                     |                                                     |                                                     |
| ZF Saat                              | Stoppelbearbeitung (Fräse, flach) + Direktsaat                                     |                                                     |                                                     |                                                     |
| ZF abtöten                           | Pflug + Saatbett                                                                   | Kreiselegge                                         | Pflug + Saatbett                                    | Glyphosat                                           |
| Unkrautregulierung                   | 2 x Hacken                                                                         | 2 x Hacken                                          | selektives Herbizid                                 | selektives Herbizid                                 |
| Düngung                              | Gülle<br>137 kg N <sub>tot</sub> / ha<br>67 kg N <sub>verf</sub> <sup>1</sup> / ha |                                                     | mineralisch<br>90 kg N / ha (AS <sup>2</sup> )      |                                                     |

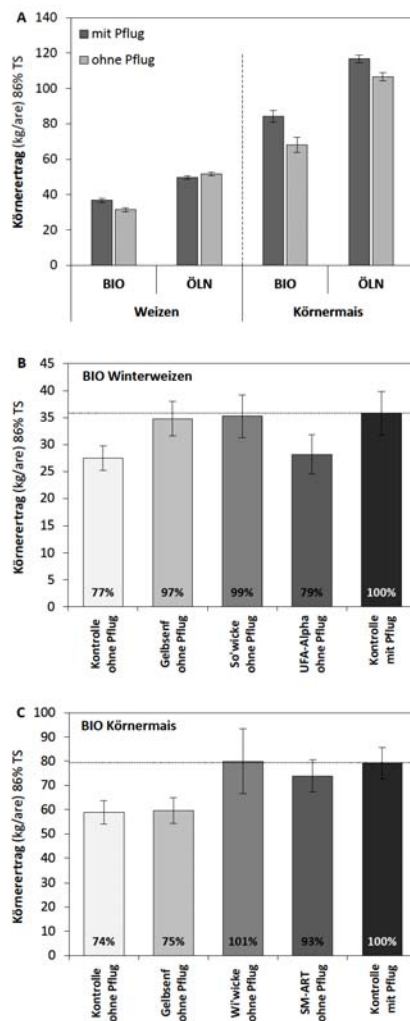
<sup>1</sup> N verfügbar (N<sub>verf</sub>) ; <sup>2</sup> Ammonsalpeter (AS)

Der Versuch wurde 2009 auf einem Lehm Boden (42 % Sand, 34 % Schluff, 24 % Ton; pH(H<sub>2</sub>O) 7.6; 2,6 % Humus) in der Nähe von Zürich angelegt. Das Versuchsfeld wurde bereits seit 2002 unter biologischen Bedingungen bewirtschaftet. Das Versuchsdesign wurde als Split-Plot (Hauptverfahren: Anbausystem, Split-Plot: Zwischenfrucht) gewählt mit 4 Wiederholungen und einer Parzellen-Größe von 45 m<sup>2</sup>. Um jährliche Variationen zu erfassen, wurde der Versuch um ein Jahr versetzt wiederholt (*staggered start design*). Neben wichtigen agronomischen Parametern (Ertrag, Unkraut, Bodenbedeckung, Krankheiten) werden auch verschiedene Kennwerte zur Diversität der Bodenorganismen erhoben.

**Tabelle 2: Zwischenfrucht (ZF) Verfahren**

|              | vor Winterweizen                                                                                                                                               | vor Körnermais                                                                                                                                                                      |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kontrolle    | ohne ZF                                                                                                                                                        | ohne ZF                                                                                                                                                                             |
| Kreuzblütler | Gelbsenf ( <i>Sinapis alba</i> )                                                                                                                               | Gelbsenf ( <i>Sinapis alba</i> )                                                                                                                                                    |
| Leguminose   | Sommerwicke ( <i>Vicia sativa</i> )                                                                                                                            | Winterwicke ( <i>Vicia villosa</i> )                                                                                                                                                |
| Mischung     | UFA-Alpha<br>Alexandrinkelee ( <i>Trifolium alexandrinum</i> L.)<br>Perserkelee ( <i>Trifolium resupinatum</i> )<br>Phacelia ( <i>Phacelia tanacetifolia</i> ) | SM-ART<br>Winterwicke ( <i>Vicia villosa</i> )<br>Buchweizen ( <i>Fagopyrum esculentum</i> )<br>Phacelia ( <i>Phacelia tanacetifolia</i> )<br>Leindotter ( <i>Camelina sativa</i> ) |

## Ergebnisse und Diskussion



**Abbildung 1: Weizen- und Mais-Erträge (Mittelwert  $\pm$  SE) für die verschiedenen Anbausysteme (A) und unter biologischer Bewirtschaftung mit verschiedenen Zwischenfrüchten (B und C).**

## Ertrag

Deutlich höhere Erträge wurden unter ÖLN-Bewirtschaftung erzielt. Während sich im ÖLN keine großen Ertragsunterschiede zwischen dem Pflug und dem pfluglosen Verfahren zeigten, führte der Pflugverzicht im BIO sowohl beim Weizen wie auch beim Körnermais zu Ertragseinbußen (Abbildung 1A). Ohne den Anbau einer Zwischenfrucht (Kontrolle) betrug die Ertragsverluste 23 % beim Weizen und 26 % beim Körnermais. Ein Minderertrag für Winterweizen wurde auch von Berner *et al.* (2008) während der Umstellungsphase auf reduzierte Bodenbearbeitung unter biologischer Bewirtschaftung beobachtet. Ein möglicher Grund könnte die geringere und verzögerte Mineralisierung des Stickstoffs im Boden sein, die zu einer N-Unterversorgung der Pflanzen geführt haben könnte. Beim Maisanbau ohne Vorbegrünung war dies klar zu beobachten. Wurde hingegen eine Zwischenfrucht angebaut, konnten im BIO-Verfahren ohne Pflug die Erträge durchweg erhöht werden (Abbildung 1B, 1C), denn mit dem Anbau einer Zwischenfrucht konnte der Unkrautdruck reduziert und/oder die Nährstoffversorgung verbessert werden.

Da Gelbsenf und Sommerwicke schnell wuchsen und den Boden rasch abdeckten, konnte das Unkraut vor der Weizenaussaat deutlich unterdrückt werden. Dadurch wurde der Unkrautdruck auch bis zum Erntetermin reduziert und der erzielte Ertrag war vergleichbar mit dem Pflug-Verfahren (nur 2-3 % Verluste).

Beim Mais sorgte vor allem die frostsensistente Winterwicke (auch enthalten in der Mischung, Tabelle 2) für eine gute Biomasseproduktion, die das Unkraut bis zum Saattermin des Mais unterdrückte.

Anders als beim Weizen führte dies aber nicht zu einer reduzierten Verunkrautung der Maisparzellen. Die erzielte Ertragssteigerung in den Winterwicke- und Mischungs-Parzellen ist vor allem auf eine bessere Nährstoffversorgung der Maispflanzen zurückzuführen (deutlich höhere Biomasseproduktion der Maispflanzen, Resultate nicht gezeigt). Die frische Biomasse der Winterwicke konnte schnell abgebaut werden, und weil diese ein eher tiefes C/N-Verhältnis aufweist, wurde der Stickstoff vermutlich ohne primäre Immobilisierung relativ schnell für den Mais verfügbar.

### Schlussfolgerungen

Der pfluglose ökologische Ackerbau steht noch vor vielen Herausforderungen und braucht innovative Lösungsansätze. Es scheint, dass der Anbau von Zwischenfrüchten einen wichtigen Beitrag dazu leisten kann, indem Unkräuter unterdrückt werden und zusätzlicher Stickstoff fixiert oder gehalten werden kann. Wichtig dabei ist, dass die Zwischenfrüchte rasch auflaufen und Biomasse produzieren, welche den Boden schnell bedeckt. Mit der Wahl einer geeigneten Zwischenfrucht konnten ähnliche Erträge wie beim üblichen Pflugsystem erreicht werden. Weil mit reduzierter Bodenbearbeitung die Produktionskosten gesenkt werden können, stellt dieser Ansatz eine interessante Alternative für Bioackerbaubetriebe dar.

Neben diesen positiven Effekten unter biologischer Bewirtschaftung, könnten Zwischenfrüchte auch in der konventionellen Direktsaat einen Beitrag leisten, um den umstrittenen Mehreinsatz von Herbiziden zu reduzieren.

### Literatur

- Berner A., Hildermann I., Pfiffner L., Niggli U., Mäder P. (2008): Crop yield and soil fertility response to reduced tillage under organic management. *Soil Till Res* 101:89-96.
- Mäder P., Berner A. (2012): Development of reduced tillage systems in organic farming in Europe. *Renew. Agr. Food Syst* 27:7-11.
- Peigné J., Ball B. C., Roger-Estrade J., David C. (2007): Is conservation tillage suitable for organic farming? *Soil Use Manage* 23:129-144.
- Sainju U. M., Singh B. P. (2001): Tillage, cover crop, and kill-planting date effects on corn yield and soil nitrogen. *Agron J* 93:878-886.
- Shrestha A., Knezevic S. Z., Roy R. C., Ball-Coelho B. R., Swanton C. J. (2001): Effect of tillage, cover crop and crop rotation on the composition of weed flora in a sandy soil. *Weed Res* 42:76-87.