

## Biologisch-dynamische Präparate, Bodenbearbeitung und Hofdünger im Langzeitversuch: Rückblick auf die ersten fünf Jahre

Alfred Berner, Robert Frei, Paul Mäder, Fachgruppe Bodenwissenschaften,  
Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), Ackerstrasse, CH-5070 Frick

Das Klima verändert sich zunehmend, es treten vermehrt Trockenperioden, aber auch Starkniederschläge auf. Dies verursacht für die Pflanzen auf unseren Feldern Stress. Deshalb sind landwirtschaftliche Praktiken wie die reduzierte Bodenbearbeitung gefragt, die diesen Stress

abmildern können. Ziel dieses laufenden Projektes ist, reduzierte Bodenbearbeitungsverfahren den Bedingungen des Biolandbaus – ohne den Einsatz von Herbiziden und leichtlöslichen Mineraldüngern – anzupassen.

Im Sinne einer Systemoptimierung kombinieren wir die Schlüsselfaktoren Bodenbearbeitung, Düngung und biologisch-dynamische Präparate wechselseitig, und verfolgen so konsequent einen ganzheitlichen Ansatz. Konventionell wird der Boden mit dem Pflug gewendet, wodurch die Bodenschichten immer wieder durchmischt werden. In unserem reduziert bearbeitenden Verfahren wird der Boden nur gelockert, die Bodenschichten bleiben so erhal-

### Bodenbearbeitungs-Präparateversuch in Frick (seit 2002)

Versuchsfaktoren

**Bodenbearbeitung** Pflug (15 cm Tiefe) und Rototiller (5 cm) versus reduzierte Bodenbearbeitung mit Grubber\* (15 bis 20 cm) und Rototiller\*\* (5 cm).

**Düngung** Vollgülle versus Mistkompost und wenig Gülle. Wirtschaftsdünger werden in beiden Düngungsverfahren entsprechend der Menge von 1.4 DGVE/ha eingesetzt.

**Präparate** Mit versus ohne biologisch-dynamische Präparate (Kompost- und Feldspritzepräparate).

\* WeCo-Dyn System von EcoDyn, Schwanau, Deutschland.

\*\* Rototiller von Rau, Weilheim, Deutschland.

ten und die Bodenlebewesen werden dadurch weniger gestört. Durch Vollgülle ernähren wir die Pflanzen vermehrt direkt über Ammonium-Stickstoff. Alternativ dazu versuchen wir, die Bodenfruchtbarkeit über den Einsatz von Mistkompost aufzubauen und die Pflanzen indirekt über den Boden zu ernähren. Nach Beobachtungen von Landwirten erleichtern biologisch-dynamische Präparate aus Kuhdung und Heilpflanzen die Bodenbearbeitung über ein aktiveres Bodenleben und eine verbesserte Bodenstruktur. Durch diese verschiedenen Verfahrenskombinationen (siehe Kasten) soll ein optimales System für eine nachhaltige Bodenbewirtschaftung erarbeitet werden. Als Erfolgsgrößen messen wir den Humusaufbau und die biologische Aktivität des Bodens, die Pflanzenerträge und die Qualität der Produkte.

Die Erträge waren in den reduziert bearbeiteten Parzellen bei Winterweizen und Dinkel, beides Kulturen mit frühem Stickstoffbedarf, 16% und 8% kleiner als auf den gepflügten Parzellen. Alexandrinerklee/Hafer-Zwischenfrucht und Sonnenblumen, Kulturen, die auch noch im Spätsommer mineralisierten Stickstoff gut

aufnehmen können, erzielten bei der reduzierten Bodenbearbeitung 9% und 5% Mehrertrag. In Anbetracht der grossen Energieeinsparungen durch reduzierte Bodenbearbeitung sind die durchschnittlichen Ertrags-einbussen von nur 2.5% in den ersten drei Jahren ein ausgezeichnetes Ergebnis. In der Literatur wird bei reduzierter Bodenbearbeitung unter Biobedingungen von Ertragseinbussen bis zu 35% berichtet.

Im Jahr 2005 wurde nach Dinkel Klee gras angesät. Die Ansaat erfolgte bei beiden Verfahren praxisüblich ohne Pflugeinsatz; das Saatbeet wurde einheitlich mit einem Rototiller vorbereitet. Die Klee grassaatmischung keimte im August regelmässig, aber nach zwei Wochen war die Kleesaat in den früher regelmässig gepflügten Parzellen vertrocknet. Dies hatte in den vormals gepflügten Parzellen einen deutlich geringeren Kleeanteil zur Folge. Der besser entwickelte Klee in den reduziert bearbeiteten Parzellen führte zu einer erhöhten biologischen Stickstoff fixierung und zu deutlichen Mehrerträgen von 29% und 23% in den Jahren 2006 und 2007 (Abb. 1). Auch der Calcium- und Magnesiumgehalt des klee reicheren Futters war erhöht.

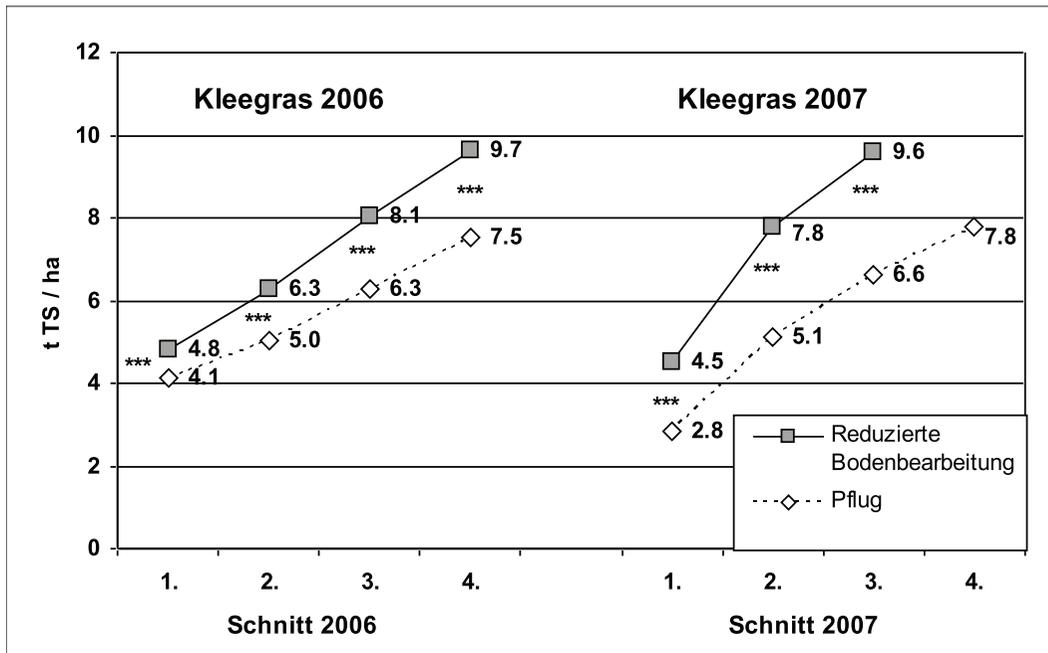


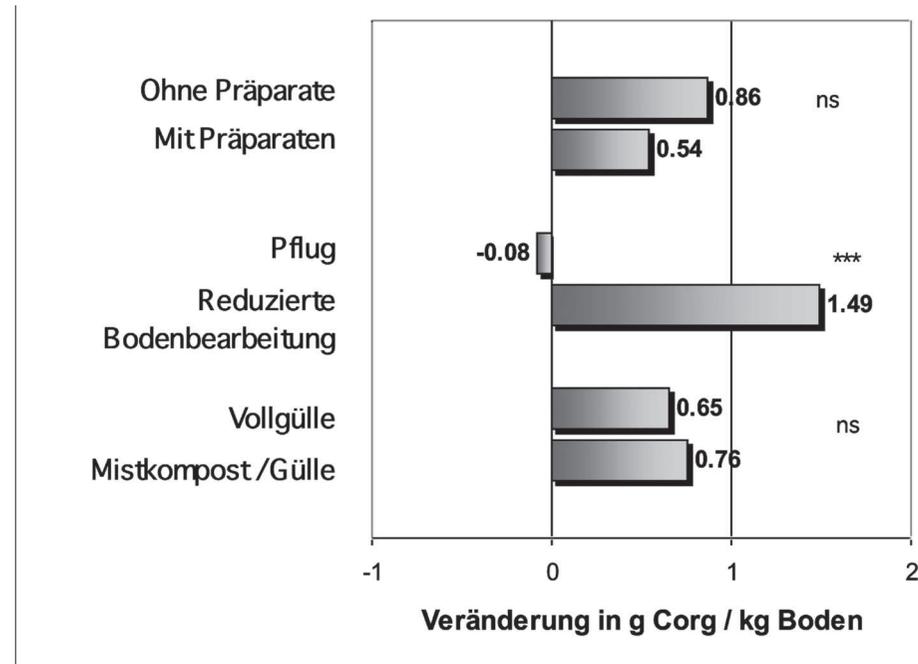
Abb.1:  
Kumulierter Trockensubstanzertrag  
der einzelnen Schnitte des Kleegrases  
in den Jahren 2006 und 2007.

Diese gute Ertragsentwicklung in den reduziert bearbeiteten Parzellen kann mit einer gesteigerten Bodenfruchtbarkeit erklärt werden. Schon im ersten Jahr zeigte sich, dass der Boden in diesen Parzellen weniger an den Stiefeln klebte als derjenige auf den gepflügten Parzellen. Auch beim Graben zeigten sich Unterschiede: Der Spaten war in den reduziert bearbeiteten

Parzellen bedeutend leichter einzustechen als in den gepflügten Parzellen. Auffallend waren die rundlicheren und stabileren Bodenkrümel in den reduziert bearbeiteten Parzellen, die als Resultat einer höheren biologischen Aktivität interpretiert werden können.

Im Frühjahr 2005 wurden Bodenproben gestochen und Humus (gemessen als organischer Kohlenstoff  $C_{org}$ )

Abb 2:  
Veränderung der Gehalte an organischem Kohlenstoff ( $C_{org}$ ) im Boden in 0-10 cm Tiefe zwischen 2002 und 2005.



und die mikrobielle Biomasse und Dehydrogenaseaktivität bestimmt. Durch die reduzierte Bodenbearbeitung hatte sich der Humus seit 2002 in der obersten Bodenschicht um 7.4% (+1.5 g  $C_{org}$   $kg^{-1}$  Boden) angereichert (Abb. 2). Die mikrobielle Biomasse war infolge einer verbesserten Versorgung mit Ernteresten und Humus gar um 28%, die Dehydrogenaseaktivität um 27% gesteigert.

Die höheren Humusgehalte bei reduzierter Bodenbearbeitung sind auch für die Wasserspeicherfähigkeit des Bodens wichtig und erklären dort die verbesserte Trockensstressresistenz der Kulturpflanzen. Im Zusammenhang mit dem Klimawandel ist ferner von Bedeutung, dass bei reduzierter Bodenbearbeitung pro Hektar jährlich etwa 1 t Kohlenstoff eingespeichert wurde, was

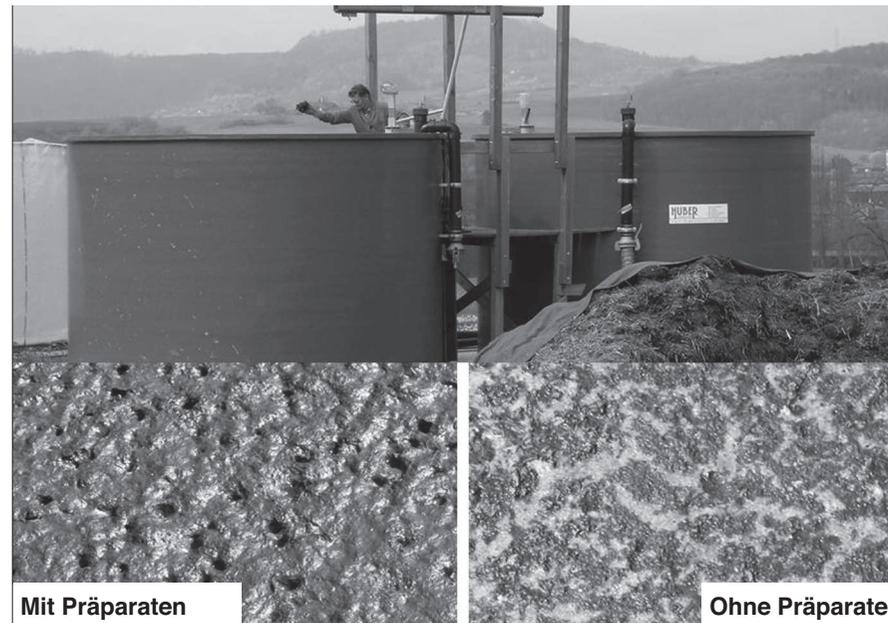
zur CO<sub>2</sub>-Minderung in der Luft beiträgt. Untersuchungen der Wurzeln zeigten überdies, dass diese in den reduziert bearbeiteten Böden eine höhere Mykorrhiza-Kolonisierung (Wurzelsymbiosepilze) aufwiesen. Die Mykorrhizapilzfäden vergrössern die Kontaktfläche zwischen Wurzel und Boden um ein Vielfaches. Weil sie mit den Pilzfäden Wasser und Nährstoffe aufnehmen und zur Pflanze weiterleiten, tragen sie ebenfalls zur erhöhten Trockenstresstoleranz der Kulturpflanzen bei und verteilen einen Teil des von der Pflanze assimilierten Kohlenstoffs sehr fein im Boden.

Im Boden konnten bis jetzt keine Wirkungen der biologisch-dynamischen Präparate oder des Komposts gemessen werden – auch durch Beobachtungen ergaben sich keine Anhaltspunkte über eine Wirkung. Umso erstaunlicher war es, dass während der Mistkompostierung und der Güllelagerung offensichtliche Unterschiede zu Tage traten. Für den Feldversuch werden jeweils zwei gleiche Misthaufen angelegt und in zwei separate Güllesilos wird Gülle eingefüllt. Je ein Misthaufen und Güllesilo wird mit den biologisch-dynamischen Kompostpräparaten geimpft. Im Güllesilo

mit den Präparaten kann danach regelmässig eine raschere Blasenbildung, als Zeichen einer beginnenden Fermentation, beobachtet werden (Abb. 3). Auch bei den Kompostmieten können zuweilen Unterschiede in der Farbe und im Zersetzungsgrad des Strohs beobachtet werden. Der Versuch war aber nicht darauf ausgelegt, die Düngerqualitäten messtechnisch zu erfassen – dafür müssten die Mieten und Silos wiederholt sein. Es stellt sich aber die Frage, ob sich langfristig die unterschiedlichen Düngerqualitäten nicht auf die Bodenfruchtbarkeit auswirken.

Aus Konsumentensicht ist es wichtig, wie sich die Qualität der Produkte entwickelt hat. Wie bereits früher berichtet, ergab sich bei den Kulturen Weizen, Sonnenblumen und Dinkel in Abhängigkeit der Bewirtschaftung eine geringe Differenzierung im Gehalt an Protein und Mineralstoffen. Umso erstaunlicher war es, dass Uwe Geier vom Kristallisationslabor am Goetheanum verblindete Weizenproben mit bildgebenden Methoden den Verfahren mit und ohne biologisch-dynamische Präparate zuordnen konnte. Beim zwei Jahre später angebauten Dinkel, der als Urtyp offensichtlich weniger

Abb. 3:  
Gülesilos zur Herstellung präparierter und nicht präparierter Gülle für den Feldversuch, sowie Detailaufnahmen der Schwimmdecken. Die präparierte Gülle zeigt eine frühere Blasenbildung und riecht weniger beim Ausbringen.



auf Kulturmassnahmen reagiert, gelang dies nicht mehr. Bemerkenswert war auch, dass mit den biologisch-dynamischen Feldpräparaten behandelter Weizen schon im ersten Jahr weniger Fusarientoxine enthielt, die das Immunsystem des Menschen und auch von Warmblütertieren wie Schweinen schädigen können. Diese einmaligen Messungen bedürfen aber der Absicherung in Folgejahren.

Im Jahr 2008 beginnt die zweite Ackerbauperiode mit Mais – Winterweizen – Sonnenblume – Dinkel – Klee gras. Wir erwarten eine weitere Differenzierung der Bodenfruchtbarkeit, weil der Boden ein gut gepuffertes System ist. Zudem wird sich zeigen, ob die Unkräuter weiterhin auch ohne den Pflug befriedigend reguliert werden können, oder ob sich Ertragseinbußen durch Konkurrenz einstellen.

### **Fazit**

- Im Langzeitversuch Frick konnte nach fünf Versuchsjahren gezeigt werden, dass reduzierte Bodenbearbeitung unter Biobedingungen im Schnitt der Kulturen zu gleich hohen Erträgen führt wie Bearbeitung mit dem Pflug.
- Im Kontext mit der Klimaerwärmung und dem weltweit dramatischen Verlust an Ackerböden ist es höchst bedeutsam, dass die Fruchtbarkeit der Böden bei reduzierter Bearbeitung nachhaltig erhöht war, und dass im Boden CO<sub>2</sub> aus der Luft gebunden und als Humus gespeichert wurde. Dies zeigte sich insbesondere in biologisch aktiveren und besser strukturierten Böden.
- Erstaunlicherweise führten die biologisch-dynamischen Präparate schon im ersten Jahr zu einer Qualitätsverbesserung beim Weizen: Weizenkörner und -stroh enthielten weniger Giftstoffe, die von parasitischen Pilzen stammten. Überdies wurde beobachtet, dass bei Präparateanwendung die Umsetzungsprozesse in Mist und Gülle positiv beeinflusst wurden.
- Langzeiteffekte der reduzierten Bodenbearbeitung und der Präparate in Bezug auf Ertrag, Unkrautbesatz und Bodenfruchtbarkeit müssen langfristig, das heißt über mindestens ein Jahrzehnt untersucht werden.

*Paul Mäder*