

Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL)
Research Institute of Organic Agriculture
Institut de recherche de l'agriculture biologique
Istituto di ricerche dell'agricoltura biologica
Ackerstrasse
CH-5070 Frick, Switzerland
Tel. +41-62-86 57 272
Fax. +41-62-86 57 273

Einfluss von biologisch-dynamischen Präparaten, Düngung und Bodenbearbeitung auf Bodenfruchtbarkeit und Ertrag



Foto: Alföldi, Frick

Einfluss von biologisch-dynamischen Präparaten, Düngung und Bodenbearbeitung auf Bodenfruchtbarkeit und Ertrag

Alfred Berner, Robert Frei und Paul Mäder, Forschungsinstitut für biologischen Landbau, CH-5070 Frick

Zusammenfassung

In einem Parzellenversuch in Frick bei Basel (Schweiz) wird der Einfluss biologisch-dynamischer Präparate auf die Bodenfruchtbarkeit und den Ertrag untersucht. Als weitere Versuchsfaktoren werden die Hofdüngerform und die Bodenbearbeitung variiert, um mögliche Interaktionen zwischen den drei Einflussfaktoren zu bestimmen. Der auf 10 Jahre geplante Grossparzellenversuch liegt auf dem FiBL-Versuchsbetrieb auf einem tonigen Lehm. Er wird mit praxisüblichen Maschinen bewirtschaftet.

1. Einleitung

Biologisch-dynamische Präparate sind ein Herzstück der biologisch-dynamischen Landwirtschaft. Über ihre Wirkung sind trotz jahrzehntelanger Forschung und Praxiserfahrung zahlreiche Wissenslücken offen geblieben. Die Arbeitsbelastung ist aber auf vielen Höfen derart hoch, dass sich die Landwirte mehr Sicherheit in der Anwendung der Präparate wünschen. Der Schweizer Verein für biologisch-dynamische Landwirtschaft (Jürg Häderich, Leiter Ressort Forschung) ist deshalb mit dem Wunsch an das FiBL herantreten, die Wirkung der Präparate in Feldversuchen zu untersuchen und die Herstellung und Anwendung der Präparate zu optimieren. Die Praktiker interessiert insbesondere, ob biologisch-dynamische Präparate ihre Wirkung nur in Mist/Gülle-Düngungssystemen entfalten, oder ob sie auch in Vollgüllesystemen wirken. Des weiteren gibt es von Praktikern Beobachtungen, dass die Bodenstruktur mit biologisch-dynamischen Präparaten deutlich verbessert werden kann und dadurch pfluglose Anbausysteme im biologisch-dynamischen beziehungsweise organischen Landbau ermöglicht werden.

Viele Betriebe, die auf die biologisch-dynamische Wirtschaftsweise umstellen möchten, haben Ställe mit Vollgüllesystemen. Die Herstellung von Mist würde einen Stallumbau

bedingen, was hohe Kosten verursacht. Diese Investitionen werden von den Landwirten in der Regel nicht getätigt, weil die Umstellung auf Biolandbau auch mit finanziellen Risiken verbunden ist. Zudem bieten Vollgüllesysteme arbeits- und betriebswirtschaftliche Vorteile. Für diese Landwirte steht die Frage im Vordergrund, ob die biologisch-dynamischen Präparate auch in einem Vollgüllesystem wirken können oder ob die Wirkung an den Mist gebunden ist. Die Frage der geeigneten Hofdüngerform im biologischen Landbau stellt sich auch vor dem Hintergrund unterschiedlicher Düngungskonzepte, insbesondere auf schweren Böden. Die eine Strategie zielt darauf ab, die Pflanzen möglichst mit direkt pflanzenverfügbarem Stickstoff via Ammonium in der Gülle zu versorgen. Die zweite Strategie strebt an, den Boden via Kompostdüngung zu beleben, den Humuspool aufzufüllen und dadurch die Bodenstruktur zu verbessern. Die Stickstoffnachlieferung für die Pflanze soll dann indirekt aus der Mineralisierung der labilen Stickstoffkompartimente des Bodens erfolgen. Vergleichende Untersuchungen zu diesen beiden Düngungsstrategien, bei unterschiedlicher Bodenbearbeitung, liegen nicht vor.

Durch die Bearbeitung des Bodens mit dem traditionellen Pflug in Mitteleuropa wird der Boden jedes Jahr empfindlich gestört, die lebendige Bodenschicht an der Bodenoberfläche wird gewendet und damit vergraben. Dabei gelangt wenig belebter Boden an die Oberfläche. Biologisch-dynamische Landwirte aus trockeneren Klimagebieten machten die Beobachtung, dass biologisch-dynamische Präparate bei pflugloser Bodenbearbeitung eine stärkere Wirkung zeigen. Unter den hier vorherrschenden Klima- und Bodenverhältnissen treten bei pflugloser Bodenbearbeitung oft Probleme mit der Bodenstruktur, mit Unkräutern und mit Schnecken auf. Zudem ist die Stickstoffmineralisierung in nicht gepflügten Böden oft verlangsamt, was zu Engpässen in der Stickstoffversorgung der Pflanze und damit verbunden zu grossen Mindererträgen führt. Reduzierte Bodenbearbeitung ist in der Integrierten Produktion unter dem Einsatz von Herbiziden, Fungiziden und Molluskiziden und der Anwendung von leichtlöslichen mineralischen Stickstoffdüngern eine wissenschaftlich gut untersuchte Wirtschaftsweise. Unter den Verhältnissen des biologischen Landbaus gibt es erst sehr wenige Erfahrungen und Versuchsergebnisse zur reduzierten Bodenbearbeitung. An der kürzlich abgehaltenen Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau in Wien wurde in mehreren Beiträgen deutlich, dass reduzierte Bodenbearbeitungsverfahren im biologischen Landbau schon nach wenigen Jahren zu sehr grossen Problemen mit Wurzelunkräutern führen kann.

Im DOK-Systemvergleichsversuch werden biologisch-dynamische mit organisch-biologischen und konventionellen Anbausystemen verglichen. Im biologisch-dynamischen System werden präparierter Mistkompost und die biologisch-dynamischen Feldpräparate verwendet, im organisch-biologischen System leicht angerotteter Mist oder Frischmist (FAC 1995).

Biologisch bewirtschaftete Felder wiesen gegenüber konventionellen Feldern eine bedeutend höhere Bodenfruchtbarkeit auf (Mäder et al. 2002). Bemerkenswert ist, dass biologisch-dynamische Parzellen gegenüber organisch-biologischen eine höhere biologische Aktivität, eine bessere Bodenstruktur und eine höhere biologische Artenvielfalt aufwiesen. Der Einfluss der Präparate ist bei diesem Versuch aber nicht von dem der Kompostierung des Mistes zu trennen, da kein nicht präparierter Mistkompost als Kontrolle angewendet wurde. Von Seite des FiBL besteht deshalb ein hohes Interesse, den Einfluss von biologisch-dynamischen Präparaten auch in faktoriellen Exaktversuchen abzuklären.

Um diese Forschungslücken zu schliessen haben wir im Herbst 2002 in Frick einen Feldversuch gestartet. Dort prüfen wir die Arbeitshypothese, dass der langfristige Einsatz von biologisch-dynamisch präpariertem Mistkompost beziehungsweise Gülle die Bodenfruchtbarkeit fördert und damit die Etablierung von pfluglosen Anbausystemen im biologischen Landbau ermöglicht. Dazu untersuchen wir die Auswirkungen der Präparate auf die Bodenfruchtbarkeit in einem Mist/Güllesystem und in einem Vollgüllesystem. Die Bodenbearbeitung erfolgt dabei entweder mit dem Pflug oder reduziert. Der Versuch ist auf 10 Jahre Laufzeit veranlagt und wird unter Praxisbedingungen in wiederholten Grossparzellen durchgeführt. Er ist in den FiBL-Versuchsbetrieb integriert und wird von biologisch-dynamischen Landwirten und Forschern aus der offiziellen Forschung begleitet.

2. Stand der Forschung

Im DOK-Versuch in Therwil werden seit 1978 die Auswirkungen von biologisch-dynamischen, organisch-biologischen und konventionellen Anbausystemen auf einem Lösslehm-Standort untersucht. Es zeigten sich deutliche systembedingte Effekte auf die Bodenfruchtbarkeit und Artenvielfalt (Mäder et al., 2002). Neuere Auswertungen belegen, dass das biologisch-dynamische System über 21 Versuchsjahre zu einer Zunahme des Humusgehaltes im Boden führte, dies im Gegensatz zu den andern Systemen, die Humus abbauten. Es wird vermutet, dass diese Unterschiede durch die Anwendung von Mistkompost und biologisch-dynamischen Präparaten zu begründen sind. Die Steigerung des Humusgehalts und der Bodenaktivität durch die biologisch-dynamischen Präparate als Einzelfaktor wurde in Versuchen von Raupp und Bachinger (1998) und Bachinger (1996) in Darmstadt auf sandigen Böden gezeigt. Auch die Durchwurzelung des Bodens, gemessen als Wurzellängendichte, wurde in diesen Versuchen durch die Präparate erhöht. Solche Effekte sind nicht nur auf die Feldpräparate zurückzuführen, sondern auch auf die präparierten Hofdünger (Abele 1978). Direkte Effekte auf das Wurzelsystem der Pflanzen wurden durch präparierte Gülle im Labor durch Goldstein und Köpf (1982) dokumentiert. Die

Auswirkungen der Präparate auf Ertrag und Qualität wurden von Spiess (1978), Samaras (1978) und Raupp (1995) gezeigt.

Dass sich die Humusgehalte auch durch reduzierte Bodenbearbeitung steigern lassen wird in einem Versuch von Hampel (1999) mit wendender und nicht wendender Bodenbearbeitung unter Bedingungen des organischen Landbaus gezeigt. Dabei hat sich vor allem die Infiltrationsgeschwindigkeit für Niederschläge in den Boden gesteigert, eine wichtige Grösse, um die Erosionsneigung der Böden zu vermindern.

Die Wirkungsweise der biologisch-dynamischen Präparate wird als ausgleichend beschrieben (Kotschi 1980, Raupp und König 1996, Fritz 2000). Unter optimalen Wachstumsbedingungen können sie leicht ertragsreduzierend wirken, bei einem Ungleichgewicht der Düngung und/oder bei ungünstigen Witterungsbedingungen als ertragssteigernd. Es wird deshalb erwartet, dass sich die Anwendung der biologisch-dynamischen Präparate ausgleichend auf den Ertrag und harmonisierend auf die Produktequalität auswirken. Zudem erwarten wir, dass sich die biologische Aktivität und die Bodenstruktur in den biologisch-dynamisch gepflegten Verfahren verbessert. Die Innovation im soeben gestarteten FiBL-Projekt in Frick liegt in der Kombination der Versuchsfaktoren Präparate, Hofdüngerform und Bodenbearbeitung. Es ist in seiner Konzeption in Europa einzigartig.

3. Versuchsfragen

Ziel des Präparateversuchs Frick ist, die Wirkung von biologisch-dynamischen Präparaten bei unterschiedlichen Hofdüngerformen sowie unter Pflugeinsatz und reduzierter Bodenbearbeitung auf die Bodenfruchtbarkeit und den Ertrag zu bestimmen.

Im einzelnen werden folgende **Versuchsfragen** bearbeitet:

- Wie ist die Wirkung von biologisch-dynamischen Präparaten bei Düngungssystemen mit Mist beziehungsweise mit Gülle?
- Erleichtern biologisch-dynamische Präparate Bestellverfahren mit reduzierter Bodenbearbeitung?
- Welche Hofdüngerform zeigt die beste Wirkung auf die Bodenfruchtbarkeit und den Ertrag bei schweren Böden?
- Welche Interaktionen treten auf zwischen den Faktoren Präparate, Hofdüngerform und Bodenbearbeitung?

Der Versuch bietet ideale Voraussetzungen für die Untersuchung der Produktequalität. Diese soll in der zweiten Hälfte des auf 10 Jahre geplanten Versuches gemessen werden. Dafür sollen weitere Drittmittel akquiriert werden.

4. Versuchsplanung

4.1 Versuchsstandort

Der Versuch wird auf dem Versuchsbetrieb des FiBL in Frick durchgeführt. Der Versuchsboden ist ein toniger Lehm, die Jahresniederschlagsmenge beträgt rund 1000 mm. Techniker und Praktiker bearbeiten die Versuchspartzen gemeinsam. Rainer Sax, ein erfahrener biologisch-dynamischer Landwirt, hilft mit bei Entscheidungen über eine zeitgerechte, optimale Bewirtschaftung der Versuchspartzen vor Ort. Der Versuch liegt dicht beim FiBL und dient neben wissenschaftlichen Zwecken auch der Demonstration.



Kieselanwendung in den Versuchspartzen

4.2 Fruchtfolge

Die Fruchtfolge ist den Standortsbedingungen bei schweren Böden angepasst. Sie enthält deshalb keine Wurzelfrüchte oder Gemüse.

Vorkulturen:

2001 2. Jahr Luzerne
2002 Mais

Versuch:

2002/03 Winterweizen – Klee (Gründüngung/Lebendmulch)
2004 Sonnenblumen
2005 Dinkel
2006 Klee gras 1
2007 Klee gras 2
2008 Mais
2009 Winterweizen – Klee (Gründüngung/Lebendmulch)
2010 Sonnenblumen
2011 Dinkel

4.3 Beschreibung der Versuchsfaktoren

4.3.1 Biologisch-dynamische Präparate

Sowohl die Feldpräparate als auch die Kompostpräparate werden in einem Mistkompostverfahren mit wenig Gülle und einem reinen Vollgülleverfahren angewendet. Diese Verfahrenskombinationen werden je unter Pflugeinsatz und reduzierter Bearbeitung geprüft. Die biologisch-dynamischen Präparate werden von Rainer Sax, einem führenden Präparatehersteller in der Schweiz, bezogen.

- Mistkompost /Gülle bzw. Vollgülle **ohne Präparate**
- Mistkompost /Gülle bzw. Vollgülle **mit Kompost- und Feldpräparaten**

4.3.1.1 Feldpräparate

Die Feldpräparate werden nur in den Verfahren mit „Mistkompost/Gülle“ beziehungsweise „Gülle mit Präparaten“ angewendet. Sie werden mindestens drei mal pro Vegetationsperiode ausgebracht, zusätzliche Anwendungen erfolgen bei extremen Witterungsbedingungen. Tabelle 1 zeigt den geplanten Einsatz der Feldpräparate in der Fruchtfolge.

Tabelle 1: Anwendung der biologisch-dynamischen Feldspritzpräparate in der Fruchtfolge

	<i>Hornmist (500)</i>	<i>Hornkiesel (501)</i>
2003 Winterweizen Klee	1. Saatbeetbestellung 2. Spätherbst 3. Frühjahr	1. 3-Blatt-Stadium, Herbst 2. Schossen 3. Blüte (Vormittag)
2004 Sonnenblumen	1. Saatbeetbestellung 2. 4-Blattstadium 3. Pflanzen 30 cm	1. 4-Blatt-Stadium, 2. Pflanzen 20 cm hoch 3. Pflanzen 40 cm hoch
2005 Dinkel	1. Saatbeetbestellung 2. Spätherbst 3. Frühjahr	1. 3-Blatt-Stadium, Herbst 2. Schossen 3. Blüte (Vormittag)
2006 Klee gras 1	1. Saatbeetbestellung 2. und später nach jedem Schnitt	1. Zur Blüte beim 1. Aufwuchs, 2. und später zu jedem Schnitt, Pflanzen 7 cm hoch
2007 Klee gras 2	1. Saatbeetbestellung 2. und später nach jedem Schnitt	1. Zur Blüte beim 1. Aufwuchs, 2. und später zu jedem Schnitt, Pflanzen 7 cm hoch
2008 Mais	1. Saatbeetbestellung 2. 4-Blattstadium 3. Pflanzen 30 cm hoch	1. 4-Blatt-Stadium, 2. Pflanzen 20 cm hoch 3. Pflanzen 40 cm hoch

Winterweizen 2009 wie 2003, Sonnenblumen 2010 wie 2004, Dinkel 2011 wie 2005

4.3.1.2 Kompostpräparate (502 – 508)

Der Mist in den Präparateverfahren wird zweimal präpariert, einmal kurz nach dem Aufsetzen auf der Rotteplatte und einmal beim Aufsetzen der Feldmiete.

Die Gülle wird in kleinen, oben offenen Silos mit je 20 m³ Inhalt gelagert und darin präpariert. Die Gülle wird Anfang März eingefüllt und hat danach noch 6 bis 8 Wochen Zeit, um bei den steigenden Frühlingstemperaturen zu fermentieren. Für die zweite Güllegabe wird der Silo gleich nach der ersten Gabe mit Gülle nachgefüllt und nochmals präpariert. Die Anschaffung der Güllesilos ist auf Frühjahr 2004 geplant. Im Jahr 2003 wird nach dem Ausbringen der Gülle Hornmist gegeben, der mit den Kompostpräparaten angereichert ist, da diese Gülle noch nicht präpariert werden konnte.

4.3.2 Hofdüngerform

In einem Verfahren wird hauptsächlich Mistkompost und wenig Gülle ausgebracht, im anderen Verfahren ausschliesslich Vollgülle.

- Mistkompost / Gülle
- Nur Vollgülle

Mistkompost wird zu allen Kulturen ausgebracht. Dies verringert das Risiko der Stickstoffauswaschung und der Bildung von Lachgas und Stickoxiden, welche als klimarelevante Gase gelten. Das Klee gras wird zur Saat und im Herbst des ersten Jahres gedüngt. Details zu den Mistkompost- und Güllegaben finden sich in Tabelle 2.

Die Düngungsintensität über die Fruchtfolge entspricht 1.4 DGVE/ha, was dem Betriebsdurchschnitt der Bio-Ackerbaubetriebe in der Schweiz entspricht. Der Viehbesatz des FiBL-Betriebs liegt bei 1.8 DGVE/ha.

Tabelle 2: Anwendung von Mistkompost und Gülle in der Fruchtfolge

	<i>Mistkompost/Gülle</i>	<i>Vollgülle</i>
2003 Winterweizen Klee	Winter Mistkompost 7 t /ha Gülle 1:2 2 x 20 m ³ /ha	– Vollgülle 1:2 2 x 40 m ³ /ha
2004 Sonnenblumen	Mistkompost 7 t /ha Gülle 1:2 1 x 30 m ³ /ha	– Vollgülle 1:2 1 x 50 m ³ /ha
2005 Dinkel Kleegrass Ansaat	Winter Mistkompost 7 t /ha Gülle 1:2 1 x 30 m ³ /ha	– Vollgülle 1:2 2 x 25 m ³ /ha
2006 Kleegrass 1	Herbst Vorjahr Mistkompost 7 t /ha Gülle 1:2 2 x 25 m ³ /ha	Vollgülle 1:2 3 x 33 m ³ /ha
2007 Kleegrass 2	Herbst Vorjahr Mistkompost 7 t /ha Gülle 1:2 2 x 30 m ³ /ha	– Vollgülle 1:2 3 x 40 m ³ /ha
2008 Mais	Mistkompost 7 t /ha Gülle 1:2 2 x 25 m ³ /ha	Vollgülle 1:2 2 x 50 m ³ /ha

Winterweizen 2009 wie 2003, Sonnenblumen 2010 wie 2004, Dinkel 2011 wie 2005

Der Rindermist stammt aus einem Laufstall des FiBL Betriebes. Er wird zum „Abtropfen“ zuerst zwei Wochen zwischengelagert, damit mögliche Sickersäfte in der Güllegrube aufgefangen werden. Sodann wird der Mist als Feldmiete aufgesetzt. Zur Verminderung von Nährstoffverlusten wird die Miete mit Vlies zugedeckt. Die Rottezeit soll mindestens drei Monate betragen.

4.3.3 Bodenbearbeitung

Die Bodenbearbeitung wird wendend mit dem Pflug oder reduziert durchgeführt (Tabelle 3).

- **Pflug:** Tiefe 0 – 20 cm, anschliessend Saatbeetbereitung mit Rototiller.
- **Reduzierte Bodenbearbeitung:** Wenden nur, wenn nötig (max. 10 cm), lockern bis 30 cm, Geräte: Schichtengrubber, Streifenfräse, zu Beginn aber auch Spatenmaschine, evtl. Rototiller.

Da für die reduzierte Bodenbearbeitung auf sehr schweren Böden unter Biobedingungen noch wenig Erfahrungen bestehen, beginnen wir zuerst auf der „sicheren Seite“ mit einer etwas intensiveren Bearbeitung (z. B. Spatenmaschine). Mit zunehmender Erfahrung wird die Bearbeitung dann schrittweise extensiviert.

Tabelle 3: Bodenbearbeitungsmassnahmen in der Fruchtfolge

	Pflug	Reduzierte Bodenbearbeitung
2003 Winterweizen	Pflug, Zinkenrotor	Zinkenrotor 5cm
Klee	Zinkenrotor, Saat, Walzen	Zinkenrotor, Saat, Walzen
2004 Sonnenblumen	Pflug, Zinkenrotor	Spaten, Zinkenrotor oder Streifenfräse, später Mulchen oder Grubber zwischen den Streifen
2005 Dinkel	Pflug, Zinkenrotor	Evtl. Direktsaat oder Zinkenrotor
Kleegras Ansaat	Zinkenrotor, Saat, Walzen	Grubber, Saat, Walzen
2006 Kleegras 1	–	–
2007 Kleegras 2	–	–
2008 Mais	Pflug, Zinkenrotor	Streifenfräse, später Mulchen oder Grubber zwischen den Streifen

Winterweizen 2009 wie 2003, Sonnenblumen 2010 wie 2004, Dinkel 2011 wie 2005

Auf einer räumlich vom Präparateversuch Frick getrennten Parzelle wird die Kultur des folgenden Jahres streifenweise mit unterschiedlich intensiver Bodenbearbeitung angebaut. Das Wachstum der Kultur und die Unkrautentwicklung werden beobachtet. Dadurch können Erfahrungen gesammelt werden, welche Anbaumassnahmen günstiger sind und welche nicht praktikabel sind. Die beste Variante wird im Folgejahr im Präparateversuch Frick in Grossparzellen angewendet.

Die aktuellen Massnahmen bei der Bodenbearbeitung werden jeweils im Detail mit Pius Allemann (FiBL-Betriebsleiter), Rainer Sax (biologisch-dynamischer Landwirt und Spezialist

für biologisch-dynamische Präparate) sowie Daniel Böhler (FiBL-Berater und Landwirt, Pionierlandwirt für pfluglosen Anbau in der Praxis) fortlaufend abgesprochen.

4.4 Pflegemassnahmen

Die Pflegemassnahmen werden soweit möglich bei allen Verfahren einheitlich durchgeführt. Im Getreide wird das Unkraut gestriegelt, im Mais und den Sonnenblumen wird gehackt. Wenn nötig wird der Zeitpunkt der Hofdüngergaben und der Unkrautregulierungsmassnahmen den beiden Bodenbearbeitungssystemen angepasst. Bei Bedarf wird auch die Intensität der Hackdurchgänge den jeweiligen Verfahren angepasst.

4.5 Versuchsdesign

Der Versuch wird mit praxisüblichen Maschinen bearbeitet. Der Feldversuch ist dreifaktoriell aufgebaut (Präparate, Düngerform, Bodenbearbeitung). Er ist voll faktorisiert. Im Feld sind die Parzellen in zwei wiederholten Streifen angeordnet und vierfach wiederholt (siehe Skizze im Anhang). Die Grösse der Parzellen beträgt 12 x 12 m, diejenige der Messparzellen 8 x 8m.

Tabelle 4: Zeitplan der Untersuchungen in der Fruchtfolge

Jahr	Kultur	Untersuchungen
2002	Winterweizen Ansaat	Starterhebungen Bodenuntersuchungen
2003	Winterweizen	Ertragserhebungen
2004	Sonnenblumen	Ertragserhebungen
2005	Dinkel Kleegras Ansaat	Ertragserhebungen, erste Serie Bodenuntersuchungen
2006	Kleegras 1	Ertragserhebungen
2007	Kleegras 2	Ertragserhebungen
2008	Mais	Ertragserhebungen
2009	Winterweizen	Ertragserhebungen
2010	Sonnenblumen	Ertragserhebungen
2011	Dinkel	Ertragserhebungen, zweite Serie Bodenuntersuchungen

AT = Arbeitstag

4.6 Untersuchungsprogramm

Im Startjahr wird der Versuchsboden parzellengenau analysiert. Umfangreiche Bodenuntersuchungen sind vorgesehen für die Jahre 2005 und 2011. In allen Jahren

erfolgen Ertragserhebungen und Unkrautbonituren. Jährlich werden auch die Mineralstoffe und Stickstoff in den Ernteprodukten und in den Hofdüngern gemessen. Dies erlaubt die Erstellung einer Nährstoffbilanz über die gesamte Versuchsdauer von 10 Jahren.

Starterhebung:

Körnung, pH, Humus, Nährstoffe in den einzelnen Parzellen, mikrobiologische Parameter, Tiefe 0-10 cm und 10-20 cm,

In der Fruchtfolge (siehe Tabelle 4):

- pH, Humus, Nährstoffe in den einzelnen Parzellen, Tiefe 0-10 cm und 10-20 cm
- Bodenstruktur: Wurzelverteilung, Infiltration, Regenwürmer, Lagerungsdichte
- Biologische Aktivität
- Erträge
- Bonitur Pflanzengesundheit, Unkräuter
- Mineralstoffanalysen

5. Projektorganisation

5.1 Verantwortlichkeiten

Dr. Paul Mäder ist als Leiter der Fachgruppe „Anbautechnik Einjährige Kulturen“ verantwortlich für den Versuch. Er ist Koordinator des DOK-Versuches am FiBL. Paul Mäder arbeitet mit im Vertreterkreis Landwirtschaft am Goetheanum und ist im Vorstand des Sampo-Vereins, einer Schweizer Initiative zur Förderung anthroposophischer Forschung und Kunst. Dipl. Ing. Agr. ETH Alfred Berner ist zuständig für die Versuchsdurchführung und Auswertung. Er hat eine mehr als zehnjährige Erfahrung in Fragen der Hofdüngeraufbereitung und Kompostierung. Dipl. Ing. Agr. HTL Robert Frei führt insbesondere die biologisch-dynamischen Feldarbeiten in Zusammenarbeit mit Rainer Sax durch. Robert Frei ist seit vielen Jahren zuständig für die Präparateanwendung im DOK-Versuch. Pius Allemann, Landwirt, ist zuständig für die landwirtschaftlichen Massnahmen im Versuch. Es ist geplant, dass das Projektteam mit der Projektbegleitgruppe (siehe unten) sich jährlich zweimal trifft (im Winter zu Planungsarbeiten, im Sommer zu einer Flurbegehung).

5.2 Projektbegleitgruppe

Um das bestehende Wissen der Landwirte und Forscher für diesen Versuch nutzen zu können und den Informationsaustausch zu sichern, wurden verschiedene Fachleute angefragt, in einer Projektbegleitgruppe mitzuarbeiten. Folgende Personen haben sich bereit erklärt, das Projektteam mit ihrem Wissen tatkräftig zu unterstützen:

Bereich Präparateanwendung:

- Rainer Sax, Landwirt und Berater, Reigoldswil
- Jürg Häderich, Vorstand Verein für biologisch-dynamische Landwirtschaft, Hünibach
- Hartmut Spiess, Institut für biologisch-dynamische Forschung, Darmstadt
- Markus Hurter, Naturwissenschaftliche Sektion, Abteilung Landwirtschaft, Goetheanum Dornach

Das Projekt wurde auch von Dr. Manfred Klett von der landwirtschaftlichen Sektion am Goetheanum begutachtet.

Bereich reduzierte Bodenbearbeitung:

- Daniel Böhler, Landwirt und Berater, FiBL
- Dr. David Dubois, Bernhard Streit, Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, Zürich-Reckenholz

Wir bedanken uns bei allen obengenannten Kollegen und Freunden für die konstruktive Kritik, die in das Projekt eingeflossen ist.

5.3 Berichterstattung

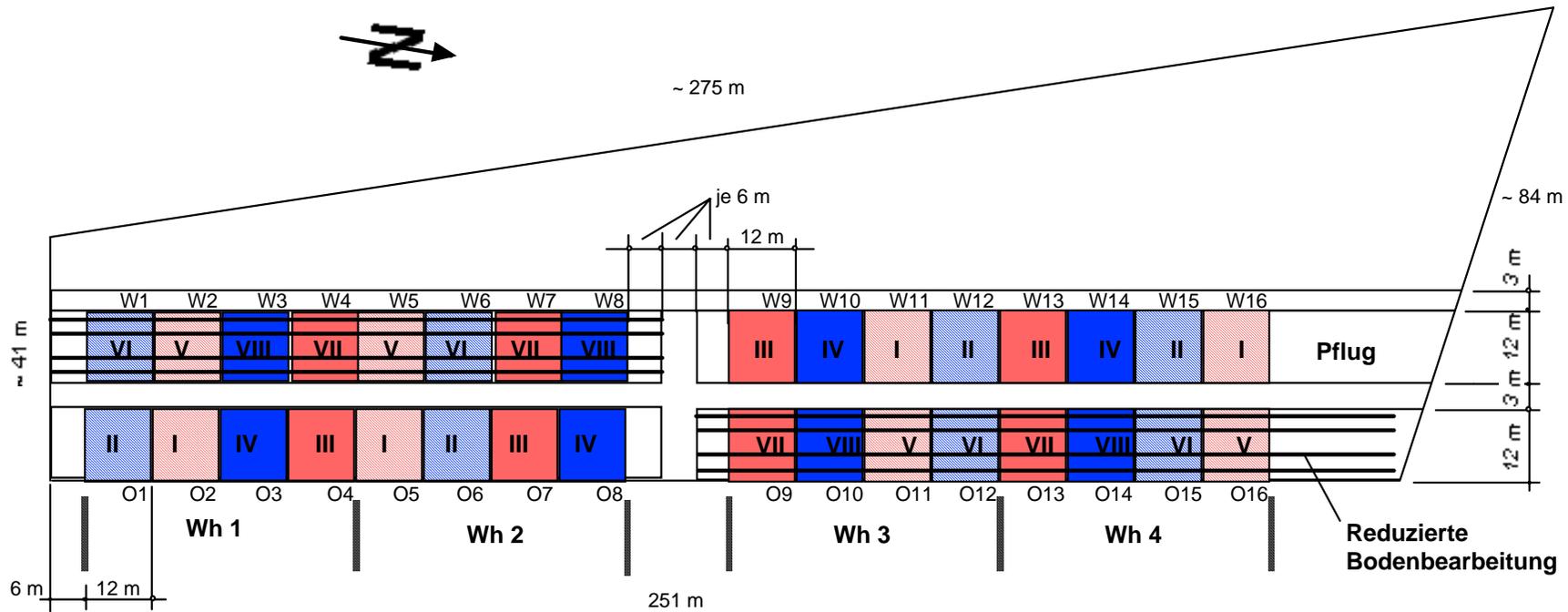
Die Berichterstattung erfolgt jährlich. In der Versuchsmitte und am Versuchsende werden Berichte und Publikationen erarbeitet.

- Jährliche Kurzberichte über Versuchsverlauf, Messungen und Beobachtungen.
- 2006 Zwischenbericht über die Versuchsergebnisse der ersten Fruchtfolgeperiode bis 2005, erste Publikation in Fachjournal.
- 2012 Schlussbericht und Publikation(en) in internationalem Journal über die Resultate des gesamten Versuches.

Die Resultate werden laufend an Seminaren und Tagungen vorgestellt und der Versuch kann an Führungen und Kursen am FiBL besichtigt werden.

Literatur

- Abele, U. (1978): Ertragssteigerungen durch Flüssigmistbehandlung. Untersuchung des Rotteverlaufes von Gülle bei verschiedener Behandlung und deren Wirkung auf Boden, Pflanzenertrag und Pflanzenqualität. KTBL-Schrift 224. Darmstadt.
- Bachinger, J. (1996): Der Einfluss unterschiedlicher Düngungsarten (mineralisch, organisch, biologisch-dynamisch) auf die zeitliche Dynamik und die räumliche Verteilung von biochemischen und –mikrobiologischen Parametern der C- und N-Dynamik sowie auf das Pflanzen- und Wurzelwachstum von Winterroggen. Diss. Univ. Giessen. Schriftenreihen Bd. 7, Inst. für biol.-dyn. Forschung, Darmstadt.
- FAC (1995): FAC-Oktobertagung 1995: Biologischer Landbau: Beitrag des DOK-Versuches. Hrsg.: Eidg. Forschungsanstalt für Agrikulturchemie und Umwelthygiene, Liebefeld-Bern/Schweiz.
- Fritz, J. (2000): Reaktion von Pflücksalat (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*) und Buschbohnen (*Phaseolus vulgaris* L. var. *nanus*) auf das Spritzpräparat Hornkiesel. Diss Bonn. Verlag Dr. Köster, Berlin.
- Goldstein und Koepf (1982): A Contribution to the Development of Tests for the Bio-Dynamic Preparations. Elemente der Naturwissenschaft, Nr. 36, 41-53.
- Hampel, U. (1999): Projekt Ökologische Bodenbewirtschaftung – Überblick über die Ergebnisse nach drei Erntejahren. In: Hoffmann, H. & Müller, S. (1999): Beiträge zur 5. Wiss. Tagung zum Ökolog. Landbau, 23.-25. Februar 1999, Berlin. Verlag. Dr. Köster, Berlin.
- Kotschi, J. (1980): Untersuchungen zur Wirkung der in der biologisch-dynamischen Wirtschaftsweise verwendeten Spritzpräparate „500“ und „501“ auf landwirtschaftliche Kulturpflanzen. Diss Giessen. Gahmig-Druck. Giessen.
- Mäder, P., Fließbach, A., Dubois, D., Gunst, L., Fried, P. und Niggli, U. (2002) : Soil fertility and biodiversity in organic farming. *Science* 296: 1694-1697.
- Raupp, J. (1995): : Main effects of various organic and mineral fertilization on soil organic matter turnover and plant growth. Fertilization Systems in Organic Farming (concerted action AIR3-CT94-1940). Proceedings of the first meeting in Darmstadt (Germany), May 8th to 10th, 1995. Publications of the Institute for Biodynamic Research, vol. 5..
- Raupp, J. and J. Bachinger (1988): C-dynamics in the soil and crop yields in a fertilization trial over seventeen years. *Sustainable Agriculture for Food, Energy and Industry*, 408-411.
- Raupp, J. and U.J. König (1996): Biodynamic Preparations Cause Opposite Yield Effects Depending Upon Yield Levels. *Biol. Agric. And Hortic.* (13) 175-188.
- Samaras, I. (1978): Nachernteverhalten unterschiedlich gedüngter Gemüsearten mit besonderer Berücksichtigung physiologischer und mikrobiologischer Parameter. (Diss. Giessen) Schriftenreihe Lebendige Erde, Darmstadt.
- Spieß, H. (1978): Konventionelle und biologisch-dynamische Verfahren zur Steigerung der Bodenfruchtbarkeit. (Diss. Giessen) Schriftenreihe Lebendige Erde, Darmstadt.



Verfahren			
	I	Ohne Präparate	Mistkompost/Gülle Pflug
	II	Mit Präparate	Mistkompost/Gülle Pflug
	III	Ohne Präparate	Vollgülle Pflug
	IV	Mit Präparate	Vollgülle Pflug
	V	Ohne Präparate	Mistkompost/Gülle Reduzierte Bodenbearbeitung
	VI	Mit Präparate	Mistkompost/Gülle Reduzierte Bodenbearbeitung
	VII	Ohne Präparate	Vollgülle Reduzierte Bodenbearbeitung
	VIII	Mit Präparate	Vollgülle Reduzierte Bodenbearbeitung

Parzellen: 12 x 12 m
Messparzellen: 8 x 8 m