

Andreas Surböck - Markus Heinzinger - Jürgen K. Friedel - Bernhard Freyer

Monitoring der Umstellung auf den biologischen Landbau (MUBIL)

Monitoring the conversion to organic farming

BMLFUW-Forschungsprojektnummer: 1321

Einleitung und Zielsetzung

Im biologischen Landbau versorgen und steuern im Vergleich zur konventionellen Produktion andere acker- und pflanzenbauliche Maßnahmen das Anbausystem. Eine Umstellung von konventioneller auf biologische Bewirtschaftungsweise sowie die Anlage und Pflege von Landschaftselementen (Hecken, Ökowertstreifen, Säume) haben Auswirkungen auf physikalische, chemische und biologische Bodenkennwerte sowie den Wasserhaushalt des Bodens. Damit einhergehend sind Veränderungen in den Pflanzengesellschaften (Ackerwildkräuter), im Bodensamenvorrat, in der oberirdisch lebenden Fauna sowie im Ertragspotential der Kulturpflanzen zu erwarten.

In der biologischen Landwirtschaft wird versucht, ein nachhaltiges Nährstoffmanagement durch eine effiziente Nutzung der Nährstoffvorräte des Bodens, durch die Stickstofffixierung und durch verlustmindernde Bewirtschaftungsmaßnahmen zu erzielen. Die viehlose Bewirtschaftung verdient in diesem Zusammenhang besonderes Augenmerk, da das Regulativ für einen ausgewogenen Humus- und Nährstoffhaushalt – das Tier mit seinem Anspruch an Klee- / Luzernegras und der Bereitstellung an organischem Hofdünger – fehlt. Spezialisierte Marktfruchtbetriebe ohne Tierhaltung gewinnen im biologischen Landbau immer mehr an Bedeutung. Von Interesse sind daher die mittel- bis langfristigen Auswirkungen viehloser Anbausysteme auf die Bodenfruchtbarkeit, auf die Erträge und die Qualität der Ernteprodukte. Innerhalb der biologischen Wirtschaftsweise werden die Wirkungen auf Boden und Pflanze von drei Düngungsvarianten, die unterschiedliche betriebliche Voraussetzungen der Nährstoffbereitstellung simulieren, untersucht (Düngungsvariante 1: nur Gründüngung/viehlose Bewirtschaftung, Düngungsvariante 2: Biotonnekompost/viehlos aber Zufuhr externer organischer Dünger, Düngungsvariante 3: Stallmist/Rinder haltender Betrieb).

In intensiv genutzten Agrarregionen besteht darüber hinaus Handlungsbedarf bezüglich der Entlastung des Natur- und Landschaftshaushaltes und der Förderung der Biodiversität, die

integrativ als Bestandteil des Produktionssystems im Sinne eines vorbeugenden Pflanzenschutzes zu bewerten ist.

Im Jahr 2003 wurde im Rahmen eines interdisziplinären Forschungsverbundes das dreijährige Projekt „Monitoring der Umstellung auf den biologischen Landbau (MUBIL)“ als Startphase eines Langzeitmonitorings zu diesen Themen begonnen. Das Forschungsprojekt gliedert sich in 14 Teilprojekte, in deren Bearbeitung 10 Institute und das Zentrum für Umwelt und Naturschutz der BOKU, das Ludwig Boltzmann-Institut für Biologischen Landbau und angewandte Ökologie, die Versuchswirtschaft Groß Enzersdorf und die Landwirtschaftliche Bundesversuchswirtschaften (BVW) GmbH eingebunden sind. Es sollen mit der Umstellung verbundene Veränderungen festgestellt, die Nachhaltigkeit verschiedener Düngungssysteme verglichen und die Auswirkungen von bestehenden und neu angelegten Biotopstrukturen analysiert werden. Mit dem Monitoring wird eine breite Datenbasis über die Entwicklung von Agrarlandschaften unter den Anbaubedingungen des biologischen Landbaus gewonnen, welche eine umfassende Entscheidungsgrundlage für die Ausrichtung von agrarökologischen Maßnahmen und pflanzenbaulichen Systemen in kontinental geprägten Agrarlandschaften bietet. Darüber hinaus kann diese Untersuchung Eckdaten zum CO₂-Haushalt liefern (Klimawandel).

Standort und Methoden

Das Monitoring wurde auf dem Biobetrieb Rutzendorf, einem Teilbetrieb der Landwirtschaftlichen Bundesversuchswirtschaften GmbH eingerichtet. Der Betrieb liegt östlich von Wien im Marchfeld (mittlere Jahrestemperatur: 9,8°C, mittlere Niederschlagssumme: 520 mm). Die Umstellung auf die biologische Wirtschaftsweise erfolgte mit den Anbaumaßnahmen im Herbst 2001. Die Gesamtackerfläche des Betriebes umfasst arrundierte 143,20 ha. Gemäß der achtfeldrigen Zielfruchtfolge wurde die gesamte Ackerfläche in 8 Schläge unterteilt. Die Böden im Bereich des Betriebes sind Tschernoseme (Schwarzerden). Es treten verschiedene Bodenformen auf, die sich in Bodenart, Wasserverhältnissen und Gründigkeit unterscheiden. Am weitesten verbreitet ist ein tiefgründiger Tschernosem der Bodenart lehmiger Schluff bis Lehm mit mäßig trockenem Wasserhaushalt und mäßiger Speicherkraft. Der Betrieb ist mit Hecken und älteren schmalen Baumreihen als felderbegrenzenden Biotopstrukturen ausgestattet. Im Rahmen des Projekts wurden Ökowertstreifen ohne (nur Selbstbegrünung) und mit aktiver Einsaat von verschiedenen Wildkrautmischungen entlang dieser bestehenden Gehölzstrukturen angelegt.

Zielfruchtfolge: 1. Jahr: Luzerne, 2. Jahr: Luzerne, 3. Jahr: Winterweizen + Zwischenfrucht, 4. Jahr: Körnermais oder Kartoffel, 5. Jahr: Getreide + Zwischenfrucht, 6. Jahr: Körnerleguminose + Zwischenfrucht, 7. Jahr: Winterweizen + Zwischenfrucht, 8. Jahr: Getreide, Untersaat Luzerne

Die Projektpartner arbeiten in Abhängigkeit ihrer Forschungsfrage auf drei unterschiedlichen Untersuchungsebenen (Tabelle 1):

1. Ebene: Auf allen 8 Schlägen des Biobetriebes wurden Kleinparzellenversuche (KPV, randomisierte komplette Blockanlage in vierfacher Wiederholung) zum Feststellen von Veränderungen mit der Zeit und in Abhängigkeit von drei Düngungsvarianten (DV) angelegt:

- DV 1: *„Gründüngung“*: Auf eine externe Nährstoffzufuhr wird verzichtet. Die Flächen werden nur mit organischer Substanz aus der Gründüngung (GD: Luzerne und Zwischenfrüchte) versorgt.
- DV 2: *„Biotonnekompost“*: Zusätzlich zur Gründüngung findet eine Zufuhr von organischer Substanz und Nährstoffen aus externen Quellen statt. Grundlage für die Berechnung der Aufwandmenge an Biotonnekompost ist der geschätzte Entzug an Phosphor und Kalium durch die Marktfrüchte der Zielfruchtfolge, welcher durch die Nährstoffe im eingesetzten Kompost ausgeglichen werden soll.
- DV 3 *„Stallmist“*: Weitgehend geschlossene Betriebskreisläufe werden simuliert, indem organischer Dünger aus Tierbeständen in das Betriebssystem eingebracht wird. Luzerne und das für die Einstreu benötigte Stroh werden abgeführt. Der berechnete Stallmistanfall einer Mutterkuhherde von 0,5 GVE/ha wird auf die Parzellen wieder rückgeführt.

Die Produktionsmaßnahmen und die Fruchtfolge waren auf allen Parzellen eines Kleinparzellenversuchs gleich, nur die Düngung und die Ernte wurde parzellenspezifisch durchgeführt. Die Kleinparzellenversuche liegen auf Flächen des Betriebes mit mittlerer Bodenbonität (KPV S1M-S8M, DV 1 - 3). Als Referenzflächen dazu wurde eine Kleinparzelle am Biobetrieb (S1G: geringe Bodenbonität, DV 1) und eine konventionell bewirtschaftete Referenzfläche (SK: mittlere Bodenbonität) auf einem Nachbarbetrieb eingerichtet. Pflanzenbauliche Untersuchungen finden auf allen Parzellen statt, die bodenkundlichen Untersuchungen konzentrieren sich auf Bodendauerbeobachtungsflächen in einem Kleinparzellenversuch (S1M) und den beiden Referenzflächen (S1G, SK).

2. Ebene: Die Untersuchung des Einflusses von Biotopstrukturen (Landschaftselementen) auf die Ackerflächen erfolgt in zwei Transekten bestehend aus einzelnen Aufnahmestrecken.

Die Aufnahmestrecken liegen direkt in den Biotopstrukturen und wurden in angrenzenden Ackerflächen in bestimmten Entfernungen zu den Biotopen eingerichtet.

3. Ebene: Der Gesamtbetrieb selbst bzw. der Landschaftsausschnitt (Ackerflächen und Biotopstrukturen), den der Betrieb umfasst, stellt die dritte Untersuchungsebene dar.

Tabelle 1: Forschungsfragen der Projektpartner in Abhängigkeit der Untersuchungsebene.

U.Ebene/ Institut	Parzellenversuch	Transekt	Landschaft/Betrieb
	Einfluss der Düngungsvarianten ...	Einfluss der Biotopstrukturen ...	Einfluss der Bewirtschaftung/der Biotopstrukturen ...
IfÖL¹	... auf Pflanze, Bodenmikrobiologie, Bodenstruktur und Stickstoffkreislauf	... auf Ertrag, Bodenmikrobiologie und Bodenstruktur	... auf Ertrag, Schad-erreger und Ackerwildkräuter
IBF²	... auf bodenchemische Parameter	... auf bodenchemische Parameter	-
IHLW³	... auf bodenphysikalische Parameter	... auf den Bodenwasserhaushalt	-
MET⁴	-	... auf das Mikroklima der Pflanzenbestände	-
Zoologie⁵	... auf die Diversität von Bodentieren	... als Quelle bzw. Reservoir für Bodentiere	... auf die Wiederbesiedelung mit Bodentieren
Zoologie⁵	-	-	... auf die Avifauna
Botanik⁶	... auf Ackerwildkräuter und Diasporen	-	-
LBI⁷ ZUN⁹	-	... auf Artenreichtum und Individuendichte von ausgew. Nützlingen und Schädlingen und Wildbienen	
ILEN⁸, ZUN⁹	-	Bewertung und Pflege vorhandener und interdisziplinäre Planung und Anlage neuer Biotopstrukturen	
Agrar- ökonomik¹⁰	... auf den Deckungsbeitrag	-	... auf den Deckungsbeitrag
NUWI¹¹	... auf den Futterwert	-	-
ILEN⁸	Erstellen und Betreuen einer Metadatenbank für das Gesamtprojekt Erarbeiten eines Bodeninformationssystems in Form einer Bodenkarte		

IfÖL¹ ... Institut für Ökologischen Landbau, Dep. für Nachhaltige Agrarsysteme, BOKU Wien

IBF² ... Institut für Bodenforschung, Dep. für Wald- und Bodenwissenschaften, BOKU Wien

IHLW³ ... Institut für Hydraulik und landeskulturelle Wasserwirtschaft, Dep. für Wasser-
Atmosphäre-Umwelt, BOKU Wien

MET⁴ ... Institut für Meteorologie, Dep. für Wasser-Atmosphäre-Umwelt, BOKU Wien

Zoologie⁵ ... Institut für Zoologie, Dep. für Integrative Biologie, BOKU Wien

Botanik⁶ ... Institut für Botanik, Dep. für Integrative Biologie, BOKU Wien

LBI⁷ ... Ludwig Boltzmann Institut für biologischen Landbau und angewandte Ökologie, Wien

ILEN⁸ ... Institut für Landschaftsentwicklung, Erholungs- und Naturschutzplanung, Dep. für Raum, Landschaft und Infrastruktur, BOKU Wien

ZUN⁹ ... Zentrum für Umwelt und Naturschutz, Dep. für Integrative Biologie, BOKU Wien

Agrarökonomik¹⁰ ... Institut für Agrar- und Forstökonomie, Dep. für Wirtschaft- und Sozialwissenschaften, BOKU Wien

NUWI¹¹ ... Institut für Nutztierwissenschaften, Dep. für Nachhaltige Agrarsysteme, BOKU Wien

Ergebnisse und Diskussion

Bei der Interpretation der vorliegenden Ergebnisse des Projekts ist zu beachten, dass die bisherigen Erhebungsjahre die Startphase des Langzeitmonitorings präsentieren. Das erste Projektjahr 2003 diente zur Einrichtung der Versuchsflächen für das Langzeitmonitoring und für alle Teildisziplinen zur Erhebung der Ausgangssituation zu Beginn der Umstellung und vor der ersten organischen Düngung. Die Fruchtfolge wurde auf die Umstellung der Schläge abgestimmt und die organische Düngung richtete sich nach den in der Umstellung angebaute Kulturen (Tabelle 2). Die vorliegenden Ergebnisse lassen aber interessante vorläufige Schlussfolgerungen zu.

Grundlage für die Einrichtung der Versuchsflächen war eine, auf Basis der Kombination von verschiedenen Methoden (Daten der Finanzbodenschätzung, Reliefparameter und aktuelle Ertragskartierung) erstellte, verbesserte Bodenkarte (Muhar und Schauppenlehner, 2006). Biotonnekompost (DV 2) und Stallmist (DV 3) wurden 2003 im Herbst kurz vor dem Anbau von Wintergerste (KPV S1M) und Winterweizen (KPV S4M) gedüngt. 2004 erfolgte die Düngung im KPV S7M zum Anbau von Triticale. Ab dem Erntejahr 2004 wurde von den Parzellen der DV 3 (Stallmist) in den betreffenden Kleinparzellenversuchen die gesamte Luzerne und die benötigte Einstreumenge an Stroh abgefahren. Die Jahre 2003 und 2004 waren geprägt durch einen höheren Luzerneanteil zur Förderung der Bodenfruchtbarkeit und zur Reduktion des Beikrautdrucks (Tabelle 2).

Tabelle 2: **Fruchtfolge auf den Monitoringflächen in den Jahren 2003 bis 2005.**

Schlag	Schlag 1	Schlag 2	Schlag 3	Schlag 4	Schlag 5	Schlag 6	Schlag 7	Schlag 8	Schlag
KPV	S1M/S1G	S2M	S3M	S4M	S5M	S6M	S7M	S8M	SK
2003	Sommergerste	Luzerne	Luzerne	Futtererbse	Luzerne	Luzerne	Futtererbse	Triticale	Hartweizen
2004	<u>Wintergerste</u>	Luzerne	Luzerne	<u>Winterweizen</u>	Luzerne	Luzerne	Winterroggen	Luzerne	Zuckerrübe
2005	Luzerne	Winterweizen	Winterweizen	Winterroggen	Winterweizen	Winterweizen	<u>Triticale</u>	Luzerne	Winterweizen

KPV...Kleinparzellenversuch; Schlag 1 bis Schlag 8...biologisch bewirtschaftet, Schlag SK ... konventionell bewirtschaftet; Kultur unterstrichen...im KPV dieses Schlages erfolgte eine Düngung mit Biotonnekompost und Stallmist vor dem Anbau der jeweiligen Kultur.

• **Auswirkungen biologischer Bewirtschaftung und unterschiedlicher Düngungsvarianten auf Boden und Pflanze**

Die Untersuchung ausgewählter Bodenparameter wird durch kleinräumige Intensivbeprobungen auf Bodendauerbeobachtungsflächen (BDF: Kleinparzellenversuch S1M, biologisch, mittlere Bodenbonität; Kleinparzellen S1G, biologisch, geringe Bodenbonität; und SK, konventionell, mittlere Bodenbonität) durchgeführt.

Die zu untersuchenden Monitoringparameter (bodenchemische Parameter inkl. Stickstoffnachlieferung, mikrobielle und pilzliche Biomasse, Mykorrhizierung) der Bodendauerbeobachtungsflächen (BDF) waren innerhalb eines Beprobungszeitpunktes homogen und variierten zwischen den Beprobungsterminen (April 2003 und April 2005) im Rahmen natürlicher sowie analytischer Schwankungsbreiten (Surböck et al., 2006, Wenzel et al., 2006). 2005 war gegenüber der Erstbeprobung 2003 vielfach eine Erhöhung der pflanzenverfügbaren Phosphatgehalte festzustellen. Grund dafür mag in einer Veränderung der organisch gebundenen Phosphatfraktion liegen, die mit konventionellen Methoden (CAL-Methode) nicht erfasst werden kann. Die Pflanzenverfügbarkeit von Phosphor unterliegt in hohem Maße der Umsetzung der organischen Substanz im Boden. Die höhere Variabilität von biologischen Prozessen im Boden schlug sich in einer höheren Variabilität der Phosphor-Pflanzenverfügbarkeit nieder. Zusätzlich zu „Monitoring nach Stand der Technik“ sind daher gerade in „low input Systemen“ wie dem Biolandbau Methoden zu entwickeln, die die Bestimmung organischer Phosphorbindungen mit einschließen (Wenzel et al., 2006).

Nach der ersten organischen Düngung (DV 2: Biotonnekompost, DV 3: Stallmist) wurde im Kleinparzellenversuch S1M im Vergleich zur Düngungsvariante 1 (nur Gründüngung) kein

signifikanter Einfluss der Düngungsvarianten auf die zu untersuchenden chemischen Bodenparameter festgestellt (Wenzel et al., 2006). Keine signifikanten Unterschiede nach einer Düngung wiesen auch die pilzliche Biomasse, die Stickstoffnachlieferung, die Nitratverlagerung, die Mykorrhizierung der Wurzeln sowie der Wasserdurchlässigkeitsbeiwert (k-Wert) und das gespeicherte Bodenwasser zwischen den drei Düngungsvarianten auf. Bei der mit der Spatenprobe beurteilten Bodenstruktur wurde ebenfalls noch keine wesentlichen Änderung seit der Erstbeprobung 2003 gesehen (Surböck et al., 2006, Klik et al., 2006). Gründe für den noch geringen Einfluss der biologischen Bewirtschaftung und der Düngung auf die Bodenparameter sind in der noch kurzen Umstellungszeit, der gegenüber konventioneller Bewirtschaftung noch nicht wesentlichen Änderungen in der Fruchtfolge nach der Umstellung auf Schlag 1 (KPV S1M und KP S1G, Luzerneanbau erst ab Sommer 2004), den noch geringen Düngermengen und in der generell langsamen Reaktion dieser Bodenkennwerte auf Veränderungen ihrer Umwelt zu sehen.

Bereits eine kurzfristige Phase biologischer Bewirtschaftung führte jedoch zur einer signifikanten Erhöhung der Stabilität der Bodenaggregate, bei gleichzeitiger Verringerung der Erosionsgefährdung. Zurückzuführen ist die Erhöhung der Aggregatstabilität auf den Anbau der Luzerne, als Futterleguminose ein wichtiger Faktor biologischer Fruchtfolgen, mit welcher organische Substanz zugeführt und aufgrund deren überjährigen Anbaus die Bodenbearbeitungsintensität verringert wurde (Klik et al., 2006).

Die Flächen des Betriebs müssen insgesamt als an Bodentieren verarmt bezeichnet werden. Das trifft in besonderem Maß für die Ackerflächen zu, wo mit Ausnahme der Fadenwürmer alle untersuchten Tiergruppen (Horn- und Raubmilben, Springschwänze und Regenwürmer) sehr niedrige Dichten und Artenzahlen aufgewiesen haben. Im Untersuchungszeitraum wurde kein eindeutiger Effekt der Umstellung auf die Bodenfauna erkannt. Auch die Düngungsvarianten haben sich nicht unterschieden. Gründe dafür werden in der intensiven Wirtschaftsform vor der Umstellung, in der verinselten Lage des Betriebes, im ausgeprägten, niederschlagsarmen Klima des Marchfelds, in der noch hohen Bodenbearbeitungsintensität und der kurzen Umstellungszeit gesehen. Eine weitere Beobachtung der Besiedelungsprozesse wird eine Aussage darüber geben können, ob derart isolierte Standorte überhaupt zu einer für biologische Betriebe sonst feststellbaren Anreicherung der Biodiversität und Biomasse der untersuchten Bodenorganismen befähigt sind. Die Düngungsvarianten können hier mehr oder weniger fördernd wirken (Bruckner et al., 2006).

Erhebungen zu den Ackerwildkräutern und der Diasporenbank, zum Pflanzenertrag und zur Qualität der Ernteprodukte wurden in allen Kleinparzellenversuchen und in den Referenzflächen durchgeführt.

Da der Einstieg in die Zielfruchtfolge und auch die Einbringung der unterschiedlichen Dünger noch nicht in allen Schlägen stattfand, dienten die bisherigen Aufnahmen zur Erfassung der Ackerwildkräuter (Aktuelle Vegetation) und der Diasporenbank vornehmlich der essentiellen Bestandserhebung. Weder Düngevarianten noch Kulturfrucht hatten bisher deutlichen Einfluss auf die Artenzusammensetzung der Aktuellen Vegetation oder des Samenspeichers. Lediglich die Deckungen der Ackerwildkräuter waren unter Luzerne teilweise höher als unter Getreide. Weißer Gänsefuß (*Chenopodium album*) war die häufigste Art im Samenvorrat und in der Aktuellen Vegetation (Bernhardt und Laubhann, 2006).

Die Auswirkungen der ersten Düngungsmaßnahmen mit Biotonnekompost und Stallmist auf die Entwicklung, den Ertrag und die Qualität von Getreide waren noch gering. Ertrags- und Qualitätsvorteile der Düngungsvarianten 2 (Biotonnekompost) und 3 (Stallmist) gegenüber der Gründüngungsvariante zeichnen sich bisher vorwiegend in Tendenzen, aber nicht statistisch gesichert, ab. Die Düngewirkung von Stallmist war höher als die Wirkung von Biotonnekompost, bei einem Versuch (KPV: S7M, Ernte 2005 Triticale) konnte ein statistisch gesichert höherer Kornertrag gegenüber der DV 1 (nur Gründüngung) und auch der DV 2 (Biotonnekompost) nachgewiesen werden. Bei der Stallmistvariante deuten einjährige Ergebnisse (noch vor einer organischen Düngung auf den Versuchen) auf mögliche Ertrags- und Qualitätsminderungen von Winterweizen nach Luzerne aufgrund der Abfuhr des Luzerneaufwuchses hin. Die zeitlich und im Ausmaß unterschiedliche Wirkung der organischen Dünger ist auf die raschere Verfügbarkeit des organisch gebundenen Stickstoffs bei Stallmist im Vergleich zu Biotonnekompost zurückzuführen. Es ist anzunehmen, dass die Düngung weiterer Versuche und die wiederholten Düngergaben in den Folgejahren die Unterschiede im Ertrag und der Qualität der Ernteprodukte zwischen den Düngungsvarianten erhöhen. Einflussgrößen dabei sind, neben der Zufuhr organischer Masse und Nährstoffe über die Dünger, die Abfuhr der Luzerne bei der DV 3 und inwieweit die spezifischen klimatischen Bedingungen (Trockengebiet) die tatsächliche Wirkung der eingesetzten Dünger beeinflussen (Surböck et al., 2006).

Hinsichtlich des Futterwertes wurde durch die Düngung mit Biotonnekompost und Stallmist nur der Gehalt an Rohprotein im Winterweizen in der Tendenz, aber nicht statistisch gesichert, erhöht. Weizen variierte über die verschiedenen Düngungsvarianten deutlich stärker als Wintergerste (Ernte 2004), wobei konventionelle Vergleichsproben für beide Getreidearten höhere Proteingehalte, jedoch niedrigere Gehalte an den schwefelhaltigen Aminosäuren Methionin und Cystein im Protein aufwiesen (Zollitsch et al., 2006).

Fort Grundlage der Versuchsergebnisse in den Kleinparzellenversuchen wurden für drei Düngungsvarianten für die Jahre 2003 bis 2005 Gesamtdeckungsbeiträge (ohne Direktzahlungen) errechnet. Für die Jahre 2006 bis 2011 erfolgte die Kalkulation der Deckungsbeiträge auf Basis einer Zielfruchtfolge und angenommener Ertragsdaten. In der Umstellungsphase bewegte sich der erzielte Gesamtdeckungsbeitrag im negativen Bereich, erst im Jahr 2005 konnte ein Fruchtfolgedeckungsbeitrag (ohne Direktzahlungen) von rund 270 € je ha erzielt werden. Dieser Wert erhöht sich in den Folgejahren durch die Aufnahme einkommensstärkerer Kulturen (Hinweis: relativ hoher Anteil an Luzerne in der Umstellungsphase; Zunahme des Marktfruchtanteils nach der Umstellungsphase). Ein Vergleich der Gesamtdeckungsbeiträge der Düngungsvarianten zeigte für die Jahre 2003 bis 2005 keine gravierenden Unterschiede, da die Differenzen in den Erträgen der Varianten bisher noch gering waren und die Kosten für die Bereitstellung der organischen Dünger auf die gesamte Fruchtfolge gerechnet niedrig ausfallen. Für gesicherte Ergebnisse bedarf es hier längerfristiger Untersuchungen (Eder und Stürmer, 2006).

- **Auswirkungen von Landschaftselementen auf angrenzende Ackerflächen**

Die Messungen zum Einfluss einer Hecke in angrenzende Ackerflächen haben gezeigt, dass Hecken die klimatischen Extreme des freien Feldes abschwächen, was vor allem auf der nachgewiesenen Schutzfunktion gegen Wind beruht. Im mittelbaren Nahbereich der Hecke, d.h. 1 bis 2-fache Heckenhöhe, zeigte sich ein besonders deutlicher – grundsätzlich positiver Effekt für die Feldfrucht bei Niederschlag, Tau und Wind durch das stark verringerte Verdunstungspotential (Eitzinger et al., 2006). Die Ergebnisse der Bodenwassergehaltsmessungen ergaben ebenfalls ein deutliche Abnahme des Wasserspeichervermögens mit zunehmender Entfernung zur Hecke (Klik et al., 2006).

Die Ernteerhebungen in der Ackerfläche erbrachten sowohl im Jahr 2004 bei Luzerne als auch im Jahr 2005 bei Winterweizen einen signifikanten Zusammenhang zwischen Ertragshöhe und Entfernung zur Hecke. Die Erträge stiegen vom Abstand der 10-fachen Heckenhöhe (80 m) bis unmittelbar vor der Hecke (8 m Abstand) an, was auf die positiven Effekte der Hecke auf die mikroklimatischen Bedingungen und die höheren Bodenwassergehalte in Heckennähe zurückzuführen ist. Bisher vorliegende Ergebnisse zur Stickstoffnachlieferung und zur mikrobiellen und pilzlichen Biomasse im Boden weisen im Gegensatz zum Bodenwasser und zum Ertrag auf keinen Einfluss der Hecke auf diese Bodenkennwerte in der angrenzenden Ackerfläche hin (Surböck et al., 2006).

Die Ergebnisse zeigen aber auch den hohen Einfluss der Jahreswitterung mit einer möglichen Überlagerung des Einflusses der Hecke auf die Ackerkulturen. Um die Daten

abzusichern, sind daher weitere Messungen von mehreren Jahren und von Kulturen mit unterschiedlicher Vegetationszeit erforderlich.

Auf Basis der Analyse einer Struktur- und Vegetationskartierung der Hecken und Baumreihen am Betrieb wurde festgestellt, dass zur Erhaltung und Aufwertung dieser Gehölze aus ökologischer (in Bezug auf Zusammensetzung und Aufbau der Hecken, deren Bodenschutzwirkung und Habitatqualität) und landschaftsästhetischer Sicht eine Strukturierung und adäquate Pflege und in weiterer Folge die Anlage eines Biotopverbundsystems erforderlich ist (Schacht und Brandenburg, 2006).

- **Auswirkungen biologischer Bewirtschaftung und agrarökologischer Begleitmaßnahmen auf die Fauna am Betrieb**

Im Zuge der Umstellung auf den biologischen Landbau wurden 6 m breite Ökostreifen entlang bestehender Gehölzstrukturen angelegt. Die vorhandene und spontan aufkommende Flora in den Ökowerstreifen war spärlich und auch in deren Umfeld wurde nur ein geringes Artenpotential festgestellt. Insofern kann die vorgenommene aktive Einsaat verschiedener Wildkrautarten als einzige, effiziente Maßnahme angesehen werden, wenn das Ziel besteht, die Artenvielfalt an Wildkräutern in einer ausgeräumten Agrarlandschaft zu fördern (Holzner et al., 2006).

Die Anlage der Ökowerstreifen hat sich förderlich auf die Artenvielfalt der Laufkäfer und Wildbienen und die Individuendichten der Schwebfliegen ausgewirkt. Hecken und Baumreihen sind ein wichtiges Habitat für Wildbienen (Holzner et al., 2006, Kromp et al., 2006). Als Reservoir für die Wiederbesiedelung mit Bodentieren sind sie aber weniger geeignet, da sich deren Artenzusammensetzung relativ deutlich von der der Äcker unterscheidet. Die Ökowerstreifen bieten für die Bodenfauna dagegen bessere Bedingungen (Bruckner et al., 2006). Das Projektgebiet zeichnet sich durch eine verarmte, für intensiv agrarisch genutzte Flächen des Marchfeldes typische Brutvogelfauna aus. Eine Zunahme der Artenzahl und Individuenzahl der Brutvögel wurde aber beobachtet, wobei noch nicht beurteilt werden kann, ob diese Zunahme auf die biologische Bewirtschaftung zurückzuführen ist (Straka und Reiter, 2006).

Wichtige Punkte, um generell die Artenanreicherung über Ökowerstreifen zu forcieren und im speziellen die im biologischen Landbau für den Pflanzenschutz wichtigen Nützlingsarten zu fördern, sind (Holzner et al., 2006, Kromp et al., 2006):

- die Effekte der Wildkrautartenzusammensetzung auf Schwebfliegen (als wichtigste Blattlausgegensepieler) weiter zu prüfen, da diese selektive Präferenzen für bestimmte Pflanzenfamilien und –arten zeigen sowie die räumlichen Abstände zwischen

Ökowertstreifen zu untersuchen, da die Schwebfliegendichten mit der Entfernung von den blütenreichen Strukturen abnimmt;

- ein geeignetes Pflegekonzept für die Ökowertstreifen zu entwickeln und umzusetzen, um ein möglichst kontinuierliches Habitatangebot für Wildbienen und Nützlinge, vor allem Schwebfliegen, zu gewährleisten und Überwinterungsmöglichkeiten anzubieten.

Die Luzerne hat sich wiederum mit ihren multifunktionalen Eigenschaften als wertvolles Habitat ausgezeichnet (für Nützlinge, Wildbienen, Feldlerche und Wachtel), wobei auch hier das Management / die Bestandesführung auf die Anforderungen der genannten Tierarten abzustellen ist (Holzner et al., 2006, Kromp et al., 2006, Straka und Reiter, 2006).

Literatur:

Bernhardt, K.-G., Laubhann, D. (2006): Teilprojekt 9: Auswirkungen unterschiedlicher Düngungsvarianten in der Umstellung auf den biologischen Landbau auf die Ackerwildkrautflora und Diasporen. In: B. Freyer, A. Surböck, M. Heinzinger, J.K. Friedel (Hrsg.): Monitoring der Umstellung auf den biologischen Landbau (MUBIL) – Abschlussbericht. Institut für Ökologischen Landbau, BOKU Wien. Anhang S. 88-97.

Bruckner, A., Čoja, T., Eichinger, E., Laibl, J., Querner, P. (2006): Teilprojekt 7: Auswirkungen unterschiedlicher Düngungsvarianten auf ausgewählte Bodentiere in der Umstellung auf den biologischen Landbau. In: B. Freyer, A. Surböck, M. Heinzinger, J.K. Friedel (Hrsg.): Monitoring der Umstellung auf den biologischen Landbau (MUBIL) – Abschlussbericht. Institut für Ökologischen Landbau, BOKU Wien. Anhang S. 68-77.

Eder, M., Stürmer, B. (2006): Teilprojekt 13: Auswirkungen unterschiedlicher Düngungsvarianten auf die Wirtschaftlichkeit. In: B. Freyer, A. Surböck, M. Heinzinger, J.K. Friedel (Hrsg.): Monitoring der Umstellung auf den biologischen Landbau (MUBIL) – Abschlussbericht. Institut für Ökologischen Landbau, BOKU Wien. Anhang S.140-156.

Eitzinger, J., Gerersdorfer, Th., Rischbeck, P., Schume, H., Holawe, F. (2006): Teilprojekt 6: Monitoring des Witterungs- und Klimaverlaufs und mikroklimatischer Einflussgrößen in der Umstellung auf den biologischen Landbau. In: B. Freyer, A. Surböck, M. Heinzinger, J.K. Friedel (Hrsg.): Monitoring der Umstellung auf den biologischen Landbau (MUBIL) – Abschlussbericht. Institut für Ökologischen Landbau, BOKU Wien. Anhang S. 57-67.

Holzner, W., Pachinger, B., Prochazka, B., Böhmer, K., Schmid, M., Weiss, C. (2006): Teilprojekt 11/2+11/3: Naturschutz und Landschaftsökologie/Ökostreifen/und Auswirkungen der Betriebsumstellung auf biologischen Landbau sowie der agrarökologischen Begleitmaßnahmen auf die Wildbienenfauna. In: B. Freyer, A. Surböck, M. Heinzinger, J.K. Friedel (Hrsg.): Monitoring der Umstellung auf den biologischen Landbau (MUBIL) – Abschlussbericht. Institut für Ökologischen Landbau, BOKU Wien. Anhang S. 116-133.

Klik, A., Hollaus, K., Faustmann, P., Lenz, S., Emerstorfer, N., Cepuder, P., Kammerer, G., Kastanek, F., Loiskandl, W. (2006): Teilprojekt 3: Auswirkungen unterschiedlicher Düngungsvarianten und Gehölzstrukturen auf den Bodenwasserhaushalt in der Umstellung auf den biologischen Landbau. In: B. Freyer, A. Surböck, M. Heinzinger, J.K. Friedel (Hrsg.): Monitoring der Umstellung auf den biologischen Landbau (MUBIL) – Abschlussbericht. Institut für Ökologischen Landbau, BOKU Wien. Anhang S. 33-46.

Kromp, B., Brunner, N., Hann, P., Kienegger, M., Meindl, P. (2006): Teilprojekt 8: Entomofaunistische Analyse der agrarökologischen Ausgangssituation des Biobetriebes Rutzendorf und Ausarbeitung und Anwendung eines Monitoring-Konzepts für die Dauerbeobachtung der Auswirkungen der Umstellung der Betriebsflächen auf den biologischen Landbau sowie ihrer Anreicherung mit Landschaftselementen. In: B. Freyer, A. Surböck, M. Heinzinger, J.K. Friedel (Hrsg.): Monitoring der

Umstellung auf den biologischen Landbau (MUBIL) – Abschlussbericht. Institut für Ökologischen Landbau, BOKU Wien. Anhang S. 78-87.

Muhar, M., Schauppenlehner, T. (2006): Teilprojekt 5: Analysen der Zusammenhänge zwischen Kleinrelief und Bodenschätzungsdaten in einer alluvialen Landschaft zur Erstellung verbesserter Bodenkarten. In: B. Freyer, A. Surböck, M. Heinzinger, J.K. Friedel (Hrsg.): Monitoring der Umstellung auf den biologischen Landbau (MUBIL) – Abschlussbericht. Institut für Ökologischen Landbau, BOKU Wien. Anhang S. 51-56.

Schacht, H., Brandenburg, Ch. (2006): Teilprojekt 11/1: Naturschutz und Landschaftsökologie / Biotopstrukturkartierung und Erarbeitung eines Pflegekonzeptes für Hecken und Baumreihen. In: B. Freyer, A. Surböck, M. Heinzinger, J.K. Friedel (Hrsg.): Monitoring der Umstellung auf den biologischen Landbau (MUBIL) – Abschlussbericht. Institut für Ökologischen Landbau, BOKU Wien. Anhang S. 106-115.

Straka, U., Reiter, A. S. (2006): Teilprojekt 10: Avifaunistische Analyse und Bewertung der agrarökologischen Ausgangssituation des Biobetriebes Rutzendorf und Dokumentation der Auswirkungen der Betriebsumstellung auf biologischen Landbau sowie agrarökologischer Begleitmaßnahmen. In: B. Freyer, A. Surböck, M. Heinzinger, J.K. Friedel (Hrsg.): Monitoring der Umstellung auf den biologischen Landbau (MUBIL) – Abschlussbericht. Institut für Ökologischen Landbau, BOKU Wien. Anhang S. 98-105.

Surböck, A., Heinzinger, M., Gollner, M., Friedel, J.K., Freyer, B. (2006): Teilprojekt 1: Auswirkungen unterschiedlicher Düngungsvarianten auf ausgewählte bodenmikrobiologische, -physikalische und chemische sowie pflanzenbauliche Parameter in der Umstellung auf den biologischen Landbau; Koordination des Gesamtprojekts. In: B. Freyer, A. Surböck, M. Heinzinger, J.K. Friedel (Hrsg.): Monitoring der Umstellung auf den biologischen Landbau (MUBIL) – Abschlussbericht. Institut für Ökologischen Landbau, BOKU Wien. Anhang S. 8-26.

Wenzel, W.W., Unterbrunner, R., Netherer, E., Sommer, P. (2006): Teilprojekt 2: Auswirkungen unterschiedlicher Düngungsvarianten auf bodenbiologische, -physikalische und chemische Parameter in der Umstellung auf den biologischen Landbau. In: B. Freyer, A. Surböck, M. Heinzinger, J.K. Friedel (Hrsg.): Monitoring der Umstellung auf den biologischen Landbau (MUBIL) – Abschlussbericht. Institut für Ökologischen Landbau, BOKU Wien. Anhang S. 27-32.

Zollitsch, W., Velik, M., Knaus, W. (2006): Teilprojekt 12: Untersuchungen zum Futterwert von Getreide aus Biologischer Landwirtschaft. In: B. Freyer, A. Surböck, M. Heinzinger, J.K. Friedel (Hrsg.): Monitoring der Umstellung auf den biologischen Landbau (MUBIL) – Abschlussbericht. Institut für Ökologischen Landbau, BOKU Wien. Anhang S. 134-139.

Autoren:

Andreas Surböck, Markus Heinzinger, Jürgen K. Friedel, Bernhard Freyer

Universität für Bodenkultur Wien
Department für Nachhaltige Agrarsysteme
Institut für Ökologischen Landbau
Gregor-Mendel-Straße 33
A-1180 Wien/Vienna

Tel.: +43-1-47654-3750, Fax: -3792

Email: andreas.surboeck@boku.ac.at oder bernhard.freyer@boku.ac.at