

MUBIL IV ABSCHLUSSBERICHT



Langzeit-Monitoring der Auswirkungen einer
Umstellung auf den biologischen Landbau

MUBIL IV
Forschungsprojekt Nr. 100821

Langzeit-Monitoring der Auswirkungen einer Umstellung auf
den biologischen Landbau

Abschlussbericht
Wien, 2014

Projektleitung:

Univ.Prof. Dr. Bernhard Freyer (bernhard.freyer@boku.ac.at)

Koordination:

DI Andreas Surböck (andreas.surboeck@boku.ac.at), DI Markus Heinzinger, Ao.Univ.Prof. Dr. Jürgen K. Friedel,
Dr. Thomas Schauppenlehner, Mag. Agnes Schweinzer

Universität für Bodenkultur Wien (BOKU)
Department für Nachhaltige Agrarsysteme (DNAS)
Institut für Ökologischen Landbau (IFÖL)
Gregor-Mendel-Strasse 33, A-1180 Wien
0043 /1/ 47654 - 3750 (fax – 3792)



Universität für Bodenkultur Wien

Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL) Österreich
Doblhoffgasse 7/10, A-1010 Wien



Mit **Beiträgen** von Michael Eder, Josef Eitzinger, Jakob Fessl, Bernhard Freyer, Jürgen K. Friedel, Dana Fritzsche, Thomas Gerersdorfer, Markus Heinzinger, Andreas Kranzler, Wolfgang Laube, Kathrin Lenz, Martin Plank, Markus Puschenreiter, Anton Stefan Reiter, Thomas Schauppenlehner, Agnes Schweinzer, Ulrich Straka, Andreas Surböck und Walter W. Wenzel.

Umschlagfoto:

DI Markus Heinzinger

Das Projekt wird mit finanzieller Unterstützung des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW) durchgeführt.

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG	4
2	ZUSAMMENFASSUNG	6
2.1	ERGEBNISSE TEILPROJEKTE (DEUTSCH / ENGLISCH)	6
2.2	SYNTHESE TEILPROJEKTERGEBNISSE UND SCHLUSSFOLGERUNGEN.....	12
2.3	ZUSAMMENSCHAU WEITERER MUBIL-ERGEBNISSE	16
2.4	ZUR BEDEUTUNG DES FORSCHUNGS- UND EVALUATIONSPROJEKTES MUBIL FÜR DIE WEITERENTWICKLUNG DES BIOLOGISCHEN LANDBAUS.....	19
3	DATENGRUNLAGEN	22
3.1	BIOBETRIEB RUTZENDORF	22
3.2	ERHEBUNGSFLÄCHEN UND VERSUCHSKONZEPT.....	24
3.3	ERLÄUTERUNG DÜNGUNGSSYSTEME (-VARIANTEN).....	28
3.4	KLIMAVERHÄLTNISSE.....	29
4	BERICHTE DER TEILPROJEKTE.....	31
4.1	TEILPROJEKT 1A: GESAMTPROJEKTKOORDINATION.....	31
4.2	TEILPROJEKT 1B: PFLANZENBAU UND BODENFRUCHTBARKEIT.....	33
4.3	TEILPROJEKT 2: BODENCHEMIE	61
4.4	TEILPROJEKT 4: METADATENBANK und WEB-PORTAL.....	69
4.5	TEILPROJEKT 5: AGRARMETEOROLOGIE.....	75
4.6	TEILPROJEKT 9: AVIFAUNA	82
4.7	TEILPROJEKT 13: ÖKONOMIE.....	100
4.8	TEILPROJEKT 15: PFLANZENGESUNDHEIT	116

1 EINLEITUNG

Die Umstellung von Ackerflächen von konventioneller auf biologische Bewirtschaftung bringt eine Reihe von Veränderungen mit sich. Zentrale Voraussetzungen für eine erfolgreiche biologische Bewirtschaftung umfassen Änderungen der Fruchtfolgen mit einem verstärkten Futterleguminosen- und Zwischenfruchtanbau. Viehhaltende Betriebe investieren in eine differenzierte Behandlung der organischen Hofdünger sowie deren gezielten Einsatz innerhalb der Fruchtfolge. Den viehlosen Betrieben steht noch die Möglichkeit offen, Biokomposte zu nutzen oder Nährstoffkreisläufe über Gärrückstände aus Agrogasanlagen zu schließen.

Gehölzstrukturen mit ihrer Doppelfunktion einerseits zur Förderung der Artenvielfalt und Nützlinge und andererseits zur Minderung der Winderosion und Austrocknung der Böden, sowie Blühstreifen und eine artenreiche Fruchtfolge zur Förderung der Nützlinge bzw. Minderung des Krankheits- und Schädlingsdrucks vervollständigen das Konzept eines ökologischen Ackerbaus.

Die Betriebsform viehloser biologischer Ackerbau hat in Österreich in den zurückliegenden Jahren stark zugenommen. Viele dieser Betriebe liegen in Ostösterreich, einer Region mit geringen Niederschlägen und einer großräumig geprägten Landnutzung und Landschaftsstruktur. Vergleichbare Agrarräume sind in Osteuropa anzutreffen. Die Nachhaltigkeit dieser biologischen Anbausysteme in Bezug auf Bodenfruchtbarkeit, Kohlenstoffbilanz, Nährstoffhaushalt, Artenvielfalt und Wirtschaftlichkeit ist bislang kaum untersucht. Ein wesentlicher Aspekt dabei ist der Erhalt und die Verbesserung der untersuchten Eigenschaften mit Fortdauer der biologischen Bewirtschaftung.

Auf dem Bio-Betrieb Rutzendorf im Marchfeld in Niederösterreich, einem Teilbetrieb der Landwirtschaftlichen Bundesversuchswirtschaften (BVW) GmbH, wird seit dem Jahr 2003 eine umfassende Langzeituntersuchung zur Dokumentation und Entwicklung des biologischen Landbaus und agrarökologischer Begleitmaßnahmen durchgeführt. Die Ergebnisse dienen der Optimierung der Biologischen Landwirtschaft, des Langzeit-Monitorings klimarelevanter Entwicklungen und deren Auswirkungen auf die Landwirtschaft und die Agrarökologie (Biodiversität). Die Ergebnisse sind von agrar- und umweltpolitischer Relevanz (ÖPUL, Klimawandel).

Das Projekt MUBIL umfasst das hier vorgestellte Forschungsprojekt und ein parallel dazu durchgeführtes Evaluierungsprojekt (ÖPUL-Evaluierung LE07-13 „Bewertung des biologischen Ackerbaus und ökologischer Begleithabitate hinsichtlich ihrer agrarökologischen Leistungen im österreichischen Trockengebiet“, Finanzierung: Bund, Länder und Europäische Union). Der Bereich Forschung beinhaltet vor allem die pflanzenbaulichen sowie verschiedene bodenkundliche Aspekte, und stellt mit dem Bewirtschaftungskonzept und der Bewirtschaftung des Gesamtbetriebes, der Betreuung der Versuchsflächen und der organisatorischen Abstimmung zwischen den Teilprojekten die Arbeitsgrundlage für beide Projekte bereit.

Die übergeordneten **Ziele des Projektes** sind:

- Wissenschaftlich abgesicherte Erkenntnisse über das Ausmaß und die Geschwindigkeit von Veränderungen der pflanzenbaulichen Entwicklung, bodenchemischer und bodenmikrobiologischer Kennwerte und der Wirtschaftlichkeit mit der längerfristigen biologischen Bewirtschaftung zu erhalten,
- unterschiedliche Düngungssysteme des biologischen Landbaus mithilfe pflanzenbaulicher (Ertrag, Qualität und Pflanzengesundheit) und bodenkundlicher Untersuchungen sowie Berechnungen zur Wirtschaftlichkeit vergleichend zu prüfen,

- Erkenntnisse zu den Wirkungen der biologischen Bewirtschaftung und von Biotopstrukturen auf die Brutvogelfauna (Avifauna) am Betrieb zu dokumentieren und zu interpretieren,
- die Bewirtschaftung des Betriebes, die Betreuung der Versuchsflächen, die Dauererfassung von wichtigen Witterungsparametern und die Arbeitsabstimmung zwischen allen Projektpartnern als Grundlage für die Erhebungen und Auswertungen im vorliegenden Forschungsprojekt und im Rahmen des parallel durchgeführten ÖPUL-Evaluierungsprojekts in optimaler Weise zu gewährleisten,
- die Verbreitung der Erkenntnisse aus dem MUBIL Projekt und den Diskurs darüber, vor allem mit der landwirtschaftlichen Praxis, weiterzuführen und zu intensivieren.

Das Projekt umfasst 8 Teilleistungen (Teilprojekte), welche von insgesamt 10 Forschungseinrichtungen erbracht werden (Tabelle 1-1).

Die Nummerierung und Bezeichnung der Teilprojekte entstammt den Vorprojekten MUBIL I bis MUBIL III. Da einzelne Teilprojekte in der laufenden Projektphase nicht fortgeführt werden bzw. dem parallel durchgeführten ÖPUL-Evaluierungsprojekt zugeordnet sind, ist eine durchgehende Nummerierung der Teilprojekte nicht gegeben. Die ursprüngliche Nummerierung wird aber zur Wahrung der Kontinuität und für eine einfachere Zuordnung für das Projekt MUBIL IV beibehalten.

Tabelle 1-1: Kooperationspartner und Leiter der einzelnen Teilprojekte (TP)

TP Nr.	Name des Teilprojektes	Forschungseinrichtung	Teilprojektleiter
1	Gesamtprojektkoordination (1A), Pflanzenbau und Bodenfruchtbarkeit (1B)	Institut für Ökologischen Landbau ¹ Forschungsinstitut für biologischen Landbau	Univ.Prof. Dipl.Agr.Biol. Dr. Bernhard Freyer
2	Bodenchemie	Institut für Bodenforschung ²	Univ.Prof. Dr. Walter W. Wenzel
4	Metadatenbank und Projekthomepage	Institut für Landschaftsentwicklung, Erholungs- und Naturschutzplanung ³	Dr. Thomas Schauppenlehner
5	Agrarmeteorologie	Institut für Meteorologie ⁴	Ao.Univ.Prof. Dr. Josef Eitzinger
9	Avifauna	Institut für Zoologie ⁵	Ass.Prof. Dr. Ulrich Straka
13	Ökonomie	Institut für Agrar- und Forstökonomie ⁶	Ass.Prof. Dr. Michael Eder
14	Leitung und Bewirtschaftung Gesamtbetrieb	Landwirtschaftliche Bundesversuchswirtschaften (BVW) GmbH	Dr. Gerhard Draxler
15	Pflanzengesundheit	Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit	Univ.Do. Dr. Gerhard Bedlan
	kein eigenes Teilprojekt - Mitarbeit bei TP 1	Versuchswirtschaft Groß Enzersdorf ⁷	Ass.Prof. Dr. Helmut Wagentristl

¹Department für Nachhaltige Agrarsysteme, BOKU Wien

²Department für Wald- und Bodenwissenschaften, BOKU Wien

³Department für Raum, Landschaft und Infrastruktur, BOKU Wien

⁴Department für Wasser, Atmosphäre und Umwelt, BOKU Wien

⁵Department für Integrative Biologie und Biodiversitätsforschung, BOKU Wien

⁶Department für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, BOKU Wien

⁷Department für Angewandte Pflanzenwissenschaften und Pflanzenbiotechnologie, BOKU Wien

2 ZUSAMMENFASSUNG

2.1 ERGEBNISSE TEILPROJEKTE (DEUTSCH / ENGLISCH)

Der vorliegende Abschlussbericht umfasst Ergebnisse folgender Teilprojekte (TP) 1: Pflanzenbau und Bodenfruchtbarkeit, TP 2: Bodenchemie, TP 9: Avifauna, TP 13: Ökonomie und TP 15: Pflanzengesundheit. Die Ergebnisse dieser Teilprojekte der Jahre 2011, 2012 und 2013 wurden in Zusammenschau mit Ergebnissen seit Projektbeginn 2003 dargestellt und diskutiert.

Im Teilprojekt 5 (Agrarmeteorologie) wurde auf die Witterungsdaten der Jahre 2012 und 2013 eingegangen, und die Witterungsverhältnisse am Untersuchungsstandort seit 2003 dargestellt und interpretiert. Aufgabe des Teilprojektes 4 (Metadatenbank und Web-Portal) in Zusammenarbeit mit dem Teilprojekt 1A (Gesamtprojektkoordination) war die weitere Betreuung und Aktualisierung der MUBIL-Datenbank zur langfristigen Datensicherung und der MUBIL-Webseite zur Präsentation des Projekts nach außen. Die Arbeiten dazu werden beschrieben.

Grundlegend für das Gesamtsystem sind die angelegten Düngungssysteme. Die untersuchten Düngungssysteme bzw. -varianten (DV) unterscheiden sich in viehlose (DV 1, DV 2 und DV 4) bzw. viehhaltende Systeme (DV 3), in der Nutzungsform der Luzerne und in der Zufuhr organischer Dünger: DV 1: nur Gründüngung (GD) mittels Luzernemulch; DV 2: GD + Biotonnenkompost zugeführt (äquivalent dem P-Entzug der Fruchtfolge); DV 3: Luzerne und Stroh abgeführt + Stallmist zugeführt (äquivalent zu Raufutter- und Strohentzug); seit 2008, jedoch nur in einem Versuch: DV 4: Luzerne abgeführt + Agrogasgülle zugeführt (äquivalent zu Raufutterentzug). Die achtfeldrige Zielfruchtfolge ist mit einer zweijährigen Luzerne und den nachfolgenden Marktfrüchten Winterweizen, Körnermais, Sommergerste, Körnererbse, Winterweizen und Winterroggen, sowie Zwischenfrüchten in drei von acht Jahren, in allen Systemen gleich. Die organische Düngung erfolgt zweimal innerhalb einer Fruchtfolgerotation zu Körnermais und zu Winterweizen nach Körnererbse.

Die **Ertragswirkungen der Düngungssysteme** (TP 1B: Pflanzenbau und Bodenfruchtbarkeit) wurden im vorliegenden Bericht für die Jahre 2009 bis 2013 zusammenfassend dargestellt, da ab 2009 die Zielfruchtfolge auf allen Schlägen vollständig umgesetzt war.

- In DV 3 führte die Luzerneabfuhr zu signifikant geringeren Kornerträgen des nachfolgenden Winterweizens gegenüber der DV 1 und DV 2 mit Luzernemulch. Aufgrund des Stickstofftransfers mit der Stallmistdüngung innerhalb der Fruchtfolge wurden aber deutliche Ertragssteigerungen beim Winterweizen nach Körnererbse und dem anschließendem Winterroggen in einer weniger bevorzugten Stellung in der Fruchtfolge erzielt. Insgesamt lag der Gesamtertrag der Marktfrüchte in DV 3 um 2 % (nicht signifikant) über dem Ertrag der DV 1.
- In DV 2 wurden über Biotonnenkompost zusätzlich Stickstoff (im Mittel ca. 43 kg je Hektar und Jahr) und organische Substanz in den Betriebskreislauf gebracht. Damit konnte der Gesamtertrag der Marktfrüchte dieser Variante um 3 % (tendenziell, $P < 0,10$) gegenüber der DV 1 gesteigert werden. Der Großteil des Düngerstickstoffs aus dem Biotonnenkompost wurde jedoch in den Humusvorrat des Bodens eingebunden und diente zum Aufbau und Erhalt der Bodenfruchtbarkeit.
- Aber auch der Fruchtfolgeertrag der Marktfrüchte in DV 1 (nur Gründüngung) war hoch und lag nur geringfügig unter den Erträgen in DV 2 und DV 3, was generell auf die nachhaltige Fruchtfolge als Basis für alle Systeme mit entsprechendem Leguminosenanteil (25,0 % Luzerne, 12,5 % Körnererbse) und damit hohem Stickstoffinput sowie auf die hohe Bodenbonität am Standort zurückgeführt wird.

Die **mikrobiellen und chemischen Bodenuntersuchungen** (TP 1B: Pflanzenbau und Bodenfruchtbarkeit und TP 2: Bodenchemie) wurden in einem Kleinparzellenversuch (S1M – DV 1 bis DV 4) und in drei Referenzparzellen (S1G, SK und SK1) vorgenommen. Es zeigte sich, dass zehn Jahre nach der ersten Analyse deutliche Änderungen von einigen Bodeneigenschaften aufgetreten sind. Dass es sich hier um eine Entwicklung über einen längeren Zeitraum handelt, der noch nicht als abgeschlossen bezeichnet werden kann, wird auch von anderer Seite bestätigt.

- Das Stickstoffmineralisierungspotentials im Oberboden (0 - 30 cm) nahm nach Luzerneanbau deutlich zu und zum Ende der Fruchtfolge wieder deutlich ab. Die Gehalte an mikrobiell gebundenem Kohlenstoff und Stickstoff im Boden (0 - 30 cm) blieben seit Versuchsbeginn 2003 weitgehend konstant. Die pilzliche Biomasse erfuhr hingegen einen starken Anstieg. Zwischen den Düngungsvarianten traten bisher keine Unterschiede in der Entwicklung der bodenmikrobiologischen Parameter auf.
- Der pflanzenverfügbare Phosphor (CAL-Extrakt) nahm 2013 im Oberboden (0-30 cm) im Vergleich zu 2008 leicht ab. Die P-Werte in den Böden der Düngungsvarianten unterschieden sich nur geringfügig und lagen alle im unteren Bereich der Gehaltsklasse C („ausreichend“).
- Die Konzentrationen von pflanzenverfügbarem Kalium (CAL-Extrakt) blieben seit 2003 weitgehend stabil.
- Der organische Kohlenstoff lag 2013 in DV 2 (Biotonnenkompost) und DV 3 (Stallmist) signifikant höher im Vergleich zum Erstuntersuchungsjahr 2003. Mit künftigen Untersuchungen sollte geprüft werden, ob dieser Anstieg stabil ist bzw. ob es zu einem weiteren Anstieg aufgrund der organischen Düngung kommt.

Während die erzielten **Gesamtdeckungsbeiträge bzw. Fruchtfolgedeckungsbeiträge** (TP 13: Ökonomie), jeweils ohne Direktzahlungen berechnet, der untersuchten Jahre 2011 und 2013 über dem langjährigen Durchschnitt des Betriebes lagen, war das Jahr 2012 – bedingt durch die Trockenheit – von sehr niedrigen Deckungsbeiträgen gekennzeichnet.

- DV 2 (Zukauf von Biotonnenkompost) und DV 3 (Stallmist) weisen gegenüber der DV 1 (ausschließlich Gründüngung) unter Einbeziehung der Kosten für den Kompostzukauf bzw. der Strohbergung und Silagebereitung sowie der Düngerausbringungskosten um 5% bzw. 13% geringere Fruchtfolgedeckungsbeiträge auf.
- Ökonomisch gesehen kann eine zusätzliche Düngung mit Biotonnenkompost (DV 2) - bei dem vorliegenden hohen Luzerneanteil – nicht als zielführend angesehen werden. In intensiveren Fruchtfolgen mit dem im Marchfeld üblichen Feldgemüseanteil könnte dies allerdings anders sein.
- Für DV 3 wurde keine monetäre Bewertung der Luzernesilage und des abgeführten Strohs berechnet. Ein Erlös von ca. 4 Cent je kg TM für Luzernesilage müsste erzielt werden, um im Durchschnitt der drei Jahre das Ergebnis der DV 1 zu erreichen.
- Die Düngung mit Agrogasgülle (DV 4) hat eindeutig einen positiven Einfluss auf das Ertragsniveau und den Deckungsbeitrag der nachfolgenden Kulturen.
- Seit 2009 hat sich auf den acht Schlägen des Betriebes die Zielfruchtfolge eingestellt. Winterweizen und Körnermais, die zusammen rund 38% der Fruchtfolgefläche beanspruchen, wiesen bis auf wenige Ausnahmen konstant hohe Deckungsbeiträge aus. Aber auch Winterroggen und Sommergerste konnten in einzelnen Jahren gute wirtschaftliche Ergebnisse erzielen. Dem gegenüber stehen die

Kosten der Luzerne und die meist sehr niedrigen Deckungsbeiträge bei der Körnererbse. Unter Gesichtspunkten der Wirtschaftlichkeit und einer nachhaltigen ökologischen Bewirtschaftung wird der hohe Anteil an Luzerne, in Verbindung mit dem Zwischenfruchtanbau, als Erfolg versprechend bewertet.

Die Untersuchung von **Pflanzenkrankheiten in Winterweizen** (TP 15: Pflanzengesundheit) nach den Vorfrüchten Luzerne und Körnererbse in den Jahren 2010, 2011 und 2012 zeigte keine Unterschiede zwischen den Düngungsvarianten (DV 1 bis DV 3 bzw. DV 4 in einem Versuch im Jahr 2011).

- Als Hauptkrankheitserreger sind in den drei Jahren Schneeschimmel (*Monographella nivalis*), Echter Mehltau (*Blumeria graminis*), Septoria Blattfleckkrankheit und Spelzenbräune (*Phaeosphaeria nodorum* syn. *Septoria nodorum*), Ährenfusariosen (*Fusarium* spp.) und Braunrost (*Puccinia recondita*) aufgetreten.
- Die Befallsstärke der untersuchten Krankheitserreger war im Jahr 2011 aufgrund der Witterungsbedingungen weitaus geringer als im Jahr 2010 (ausgenommen Braunrost). In 2012 traten aufgrund der extrem trockenen Witterungsbedingungen annähernd keine Krankheiten auf.
- Sowohl die Art der Pflanzenpathogene als auch ihre Befallsstärke gaben keinen Hinweis darauf, dass die Düngungsvarianten das Auftreten dieser Krankheitserreger spezifisch fördern oder hemmen. Mit diesen Ergebnissen kann für die praktische Bewirtschaftung im biologischen Landbau im pannonischen Klimagebiet bestätigt werden, dass mit den untersuchten Düngungsvarianten keine pflanzengesundheitlichen Risiken initiiert werden.

Im Projektgebiet Rutzendorf wurde im Zeitraum 2003-2012 über mehrjährige flächendeckende Revierkartierungen die **Entwicklung der Brutvogelfauna** (TP 9: Avifauna) auf einem Ackerbaubetrieb im Marchfeld nach Umstellung auf Biologischen Landbau und der Umsetzung agrarökologischer Begleitmaßnahmen (Anlage von Nützlings- und Blühstreifen) dokumentiert.

- Die Artenzahl der Brutvögel hat seit Projektbeginn im Jahre 2003 deutlich zugenommen. Die Anzahl der Brutreviere zeigte bis 2008 eine Zunahme, danach jedoch entsprechend dem generellen Trend in Österreich wieder eine deutliche Abnahme.
- Die Höchstwerte wurden im Jahre 2008 mit 149 Brutrevieren (+55 %) bzw. 2010 mit 21 Brutvogelarten (+133 %) erreicht.
- Die Bedeutung der verschiedenen Ackerkulturen sowie der nicht ackerbaulich genutzten Landschaftselemente für die Brutvogelfauna wird dargestellt und diskutiert.

Since 2003 a long term field monitoring of the development of Organic Farming and agro-ecological assessments has been conducted at the bio-farm "Rutzendorf" in the Marchfeld region east of Vienna. In this interdisciplinary project, the most important system components in an agro-ecosystem have been analysed. In the current monitoring phase, the project is divided in the present research project and a concurrent evaluation project. The project aims are: (a) to examine the development of key parameters in plant production, economy, as well as soil chemical and soil microbiological parameters with the conversion to organic farming; (b) to study the effects of different organic fertilization systems; (c) to analyse the effects of organic farming and biotopes on the avifauna biodiversity on the farm.

The examined organic fertilization systems of four variants differ in the use of lucerne and the supply of organic manure: variant 1: green manure with mulching lucerne; variant 2: green manure + input of communal compost; variant 3: removal of lucerne crop and cereal straw + input of farmyard manure; since 2008: variant 4: removal of lucerne + input of biogas slurry (digestate from a biogas plant).

This final report to the research project includes results of seven subprojects. The results of these sub-projects of the years 2011, 2012 and 2013 are presented and discussed in conjunction with results since the project began in 2003.

Sub-project 1 B (Crop production and Soil fertility): This report illustrates the yield effect of the different fertilization systems from 2009 to 2013; because the targeted crop rotation was complied on each field from 2009 on.

- In variant 3, compared to variant 1 and 2, lucerne was removed, resulting in a lower grain yield of the following winter wheat. On the contrary the grain yield of winter wheat after pea was clearly increased due to the N transfer by farmyard manure. Also the subsequent winter rye showed high grain yields. In variant 3 the total crop yield of all cash crops was 2 % higher than in variant 1 (not statistically confirmed).
- The fertilization with compost in variant 2 supplies the soil with extra nitrogen (about 43 kg per hectare and year) and organic matter resulting in a 3 % higher crop yield of the cash crops in variant 2 (statistical tendency) compared to variant 1. Nevertheless the bigger part of nitrogen and organic matter deriving from compost was used for humus accumulation and served for the structure and maintenance of soil fertility.
- The total crop yield of all cash crops in variant 1 was also high and slightly fell below the values of variant 2 and 3 as a result of the generally sustainable crop rotation due to the high proportion of legumes (25% Lucerne, 12,5% pea) and therefore sufficient N-content that serves as basis for all variants. Furthermore the experimental site offers high soil quality.

Soil analysis (sub-project 1 B: Crop production and Soil fertility and sub-project 2: Soil chemistry) was performed on one field trial with four fertilization variants and three reference plots. Results from 2013 are related to those from the project's initial period (2003-2005). Changes of soil characteristics due to conversion from conventional to organic farming are often found only several years or one decade after changing the land management.

- The development of the N-mineralization rate in the soil reflected the lucerne crop, showing a rapid increase directly after planting lucerne and a decrease by reaching the end of the crop rotation.
- The contents of microbial C and N within the soil were constant since the project start. The fungal biomass, however, showed a strong increase. Up to now there were no differences between the fertilization variants in the development of soil microbial parameters.

- For phosphorus, a slight decline was found in 2013 in comparison to 2008. Future analyses will show if this is a continuous trend or a single outlier. In contrast, potassium concentrations remained unchanged over the years.
- Concerning organic carbon, a significant increase was found for the fertilizer plots in variant 2 and variant 3 for 2013 in comparison with 2003. Like for phosphorus, further analyses in the following years will confirm if this is a continuous trend.

Sub-project 13 (Economy): The achieved gross margins of crops and the crop rotation gross margins (in each case without direct payments) of the examined years 2011 and in 2013 outreached the average of the previous years. In contrast in 2012 the gross margins performed on a very low level, due to dry conditions.

- The fertilization variant 2 (purchase of organic waste compost) and 3 (cattle manure) showed, compared with the fertilization variant 1 (solely green manuring), about 5% and 13% lower crop rotation gross margins, respectively.
- However, in case of the variant 3 no monetary assessment of the lucerne silage and the straw is conducted. Approx. 4 cents per kg of DM for lucerne silage would have to be achieved to realize on average of 3 years the result of the fertilization variant 1.
- A forth fertilization variant with application of biogas slurry indicates a positive influence on yield and gross margin of the manured crop.

Sub-project 15 (Plant health): The objective of this project part was to assess the impact of four fertilization variants on the occurrence of plant pathogens and their degree of infestation in winter wheat in 2010, 2011 and 2012.

- The main diseases were snow mold (*Monographella nivalis*), powdery mildew (*Blumeria graminis*), Septoria leaf and glume blotch (*Phaeosphaeria nodorum*), fusarium head blight (*Fusarium* spp) and leaf rust (*Puccinia recondita*).
- The results indicated that the different fertilization regimes neither specifically favor or inhibit the occurrence of the mentioned plant pathogens nor their degree of infestation.

Sub-project 9 (Breeding birds): In the years 2003-2012 the development of the breeding bird community of an arable farm after conversion to organic farming (Biobetrieb Rutzendorf) and accompanying agro-ecological measures was documented in a multi-annual study using the mapping method.

- Since the start of the project in 2003 the number of species has increased.
- The abundance of breeding birds also increased until 2008 but declined afterwards.
- The significance of different crops and agro-ecologically important landscape elements is documented and discussed.

Goal of the sub-project 4 (Meta database and Web-portal) is the provision of a digital data structure to store, describe and categorize data to guarantee a long-term availability and access for the MUBIL project data. This is especially in context of the long project duration a very special interest. For the management of spatial data (geo data), a web-GIS application was developed and maintained to provide tools for viewing, querying and mapping data without the need of special GIS software and knowledge. Additionally, this subproject was also responsible for the web appearance of the MUBIL project, with the goal to present relevant project information to a broader public.

The sub-project 5 (Agrometeorology) consists of continuous agro-meteorological measurements for weather monitoring and documentation during the project lifetime. A permanent agro-meteorological station was calibrated and installed in May 2003 at the test site in Rutzendorf.

2.2 SYNTHESE TEILPROJEKTERGEBNISSE UND SCHLUSSFOLGERUNGEN

Im Syntheseteil werden die Ergebnisse der Teilprojekte zusammengeführt und diskutiert, Schlussfolgerungen gezogen und Empfehlungen für die landwirtschaftliche Praxis abgeleitet. Die gewählte Struktur folgt dabei den übergeordneten Zielen des Forschungsprojektes.

Projektziel: Die Erarbeitung wissenschaftlich abgesicherte Erkenntnisse über das Ausmaß und die Geschwindigkeit von Veränderungen der pflanzenbaulichen Entwicklung, bodenchemischer und bodenmikrobiologischer Kennwerte und der Wirtschaftlichkeit des Betriebes mit der längerfristigen biologischen Bewirtschaftung.

- Das Ertragsniveau der Marktfrüchte am Biobetrieb Rutzendorf kann bei allen Düngungssystemen als mittel bis hoch eingestuft werden (im Vergleich zu Erträgen biologischer Marktfruchtbetriebe). Wesentliche Gründe dafür sind die Fruchtfolge mit entsprechendem Leguminosenanteil (25,0 % Luzerne, 12,5 % Körnererbse) und damit Stickstoff und Kohlenstoffinput sowie die hohe Bodenbonität. Voraussetzung für das Ausschöpfen des Ertragspotentials in den einzelnen Jahren war jedoch eine ausreichende Wasserversorgung der Kulturen, da der Standort durch eine hohe jährliche Variabilität der Witterung geprägt ist.

Die Wirtschaftlichkeit bezogen über die gesamte Fruchtfolge kann positiv beurteilt werden. Die ökonomisch wichtigsten Kulturen der Fruchtfolge waren Winterweizen und Körnermais. Luzerne weist zwar einen negativen Deckungsbeitrag auf, ist aber entscheidend für den Erhalt der Bodenfruchtbarkeit und für die Stickstoffversorgung der Gesamtfruchtfolge. Die Körnererbse unterlag aufgrund der Witterung und häufig hohem Krankheits-, Schädlings- und Beikrautdruck starken Ertragsschwankungen, was im Mittel sehr niedrige Deckungsbeiträge zur Folge hatte. Ihr Vorfruchtwert ist wiederum aufgrund der hohen Erträge des nachfolgenden Winterweizens als sehr gut zu bewerten. Die Weizenenerträge nach Erbse waren meist auch höher als nach Vorfrucht Luzerne, was vor allem auf den hohen Wasserentzug durch die Luzerne zurückgeführt wird. Ein frühzeitiger Umbruch der mehrjährig angebauten Luzerne kann dem hohen Wasserverbrauch der Luzerne über die Sommermonate entgegenwirken. Bei ausreichenden Niederschlägen ist jedoch zusätzlich ein Zwischenfruchtanbau zu empfehlen, um Stickstoffauswaschung nach Luzerneumbruch zu vermeiden.

Eine genaue Beurteilung der zeitlichen Veränderungen der Erträge und damit der Wirtschaftlichkeit ist schwierig, da die Jahreswitterung hohen Einfluss auf die Ertragsentwicklung hat. Darüber hinaus wurde die Zielfruchtfolge erst seit 2009 auf allen Schlägen umgesetzt. Die letzten Jahre 2011 und 2013 erbrachten jedoch mit hohen Erträgen Fruchtfolgedeckungsbeiträge, die über dem langjährigen Durchschnitt am Betrieb lagen.

- Nach zehn Jahren biologischer Bewirtschaftung zeigten die mikrobiellen und chemischen Bodenparameter unterschiedliche Entwicklungstendenzen. Die Gehalte der mikrobiellen Biomasse und des pflanzenverfügbaren Kaliums (CAL-Extrakt) blieben weitgehend stabil, die pilzliche Biomasse stieg stark an, der pflanzenverfügbare Phosphor (CAL-Extrakt) verzeichnete eine leichte Abnahme.

Am Standort liegt etwa die Hälfte des Gesamt-Phosphors als organisch gebundener Phosphor vor, der über mikrobiellen Abbau pflanzenverfügbar wird. Dieser organische Phosphor-Pool wird von der CAL-Methode nur unzureichend erfasst. Die Nachlieferung aus dem organischen Bodenpool wird über den Anbau von Leguminosen und Zwischenfrüchten aufgrund ihres hohen P-Aufschließungsvermögens gefördert, worüber die P-Versorgung der Pflanzen gesichert wird. Die Entwicklung der pflanzenverfügbaren P-Gehalte sollte daher weiter auch mit anderen, verbesserten bodenchemischen

Methoden untersucht werden, um langfristig die Entwicklung der verfügbaren P-Fractionen aufzeigen zu können.

Die Entwicklung der untersuchten Bodeneigenschaft und vor allem des C_{org} -Gehaltes (Humusgehalt) sind wesentlich für den Erhalt und Förderung der Bodenfruchtbarkeit und haben daher Relevanz für die Evaluierung des ÖPUL. Die Ergebnisse zum Corg-Gehalt wurden auch in die Auswertung im Evaluierungsprojekt miteinbezogen.

Projektziel: Bewertung der Leistungsfähigkeit unterschiedliche Düngungssysteme (-varianten) des biologischen Landbaus mithilfe pflanzenbaulicher und bodenkundlicher Untersuchungen sowie Berechnungen zur Wirtschaftlichkeit.

Wesentliche Unterschiede zwischen den Düngungssystemen traten in den Erträgen einzelner Kulturen der Fruchtfolge, in der Wirtschaftlichkeit und der Entwicklung der C_{org} -Gehalte auf.

- Der Gesamtertrag der Marktfrüchte in der **DV 1 (nur Gründüngung)** war zwar etwas geringer als in den DV 2 und DV 3, der Fruchtfolgedeckungsbeitrag lag jedoch aufgrund der geringeren variablen Kosten über diesen beiden Systemen. Der C_{org} -Gehalt (Humus) konnte über 10 Jahre weitgehend konstant gehalten werden. Mit den Marktfrüchten wurde mit einem Entzug von -11 kg P/ha/Jahr und -16 kg K/ha/Jahr (über alle Kleinparzellenversuche berechnet) negativ bilanziert.

Am Standort konnten mit der viehlosen biologischen Bewirtschaftung (DV 1) mit einem entsprechenden Leguminosen-Anteil (vor allem Futterleguminosen) gute Marktfruchterträge und Qualitäten über die gesamte Fruchtfolge erzielt und dabei die Bodenfruchtbarkeit weitgehend erhalten werden. Die Entwicklung der Phosphorgehalte, aber auch der Kalium- und C_{org} -Gehalte ist aber weiter zu beobachten.

- **DV 2 (Gründüngung + Biotonnenkompost)** erzielte den höchsten Gesamtertrag der Marktfrüchte. Die zusätzlichen Kosten über den Zukauf und die Ausbringung von Kompost brachten aber eine schlechtere wirtschaftliche Bewertung im Vergleich zur DV 1. Bei der DV 2 (Biotonnenkompost) sind jedoch auch die langfristigen Wirkungen auf den Boden in die Gesamtbeurteilung mit einzubeziehen. Der C_{org} -Gehalt wurde durch die Kompostdüngung deutlich gesteigert. Mit der Zufuhr von Phosphor (P) konnte das P-Defizit weitgehend ausgeglichen werden, wobei die P-Zufuhr bis 2013 in den CAL-Werten (pflanzenverfügbarer Phosphor) nicht ersichtlich war.

Die Düngung mit Biotonnenkompost kann daher viehlosen Betrieben empfohlen werden, die über längere Zeit negative Phosphor-Bilanzen aufweisen und/oder deren Böden eine geringere P-Verfügbarkeit zeigen. Langfristig erlaubt die Düngung mit Biotonnenkompost das P-Defizit partiell auszugleichen; auch wenn diese Strategie nicht für alle landwirtschaftlichen Betriebe realisiert werden kann, da die Vorräte an Biotonnenkompost regional begrenzt sind.

Kompost enthält stabile organische Substanzen mit entsprechend positiven Wirkungen auf den Humushaushalt. In Kombination mit einem hohen Futterleguminosen-Anteil in der Fruchtfolge ist mit Kompostdüngung in Abhängigkeit des Standorts in relativ kurzer Zeit ein Humusaufbau möglich. Die Steigerung des Humusgehaltes fördert die Nährstoffmineralisierung, die Bodenstruktur und die Wasserinfiltration und -speicherung. Damit wird langfristig auch die Ertragshöhe und -stabilität verbessert, was bei zunehmenden Verdunstungsraten und längeren Trockenphasen aufgrund des Klimawandels besonders wichtig wird.

Auf viehlosen Biobetrieben mit intensiveren Fruchtfolgen (hohen Hackfrucht- und/oder Feldgemüseanteilen und abnehmenden Anteilen an (Futter-)Leguminosen) kann mit der Düngung von Biotonnenkompost eine negative Humusbilanz mittelfristig ausgeglichen werden, wobei die Grundlage der Bewirtschaftung aufgrund ihrer vielfältigen Wirkungen immer der Anbau von Futterleguminosen sein sollte.

- Die Luzerneabfuhr und Rückführung der Humus- und Nährstoffäquivalente über Stallmistdüngung in **DV 3 (Futternutzung + Stallmist)** hatte wesentlichen Einfluss auf einzelne Kulturen in der Fruchtfolge. Der Winterweizenertrag nach Luzerne in DV 3 war signifikant geringer, die Erträge des mit Stallmist gedüngten Winterweizens nach Körnererbse und des nachfolgenden Winterroggens signifikant höher als in DV 1. Insgesamt konnte der Gesamtertrag der Marktfrüchte im Vergleich zu DV 1 leicht gesteigert werden. Die Wirtschaftlichkeit war aber geringer (13 % geringerer Fruchtfolgedeckungsbeitrag im Vergleich zu DV 1), wobei die Verwertung der Luzerne und des Stroh nicht monetär bewertet wurden. Die C_{org} -Gehalte zeigten in diesem System eine leicht steigende Tendenz.

Bei viehlosen Betrieben mit zweijähriger Luzerne ist über eine bessere Verteilung der Nährstoffe und der organischen Substanz aus dem Luzerneaufwuchs innerhalb der Fruchtfolge eine Optimierung der Marktfruchterträge möglich. Eine Möglichkeit ist der Tausch Luzerne gegen Stallmist in Zusammenarbeit mit einem viehhaltenden biologischen Betrieb. Eine zu hohe Stickstoffabfuhr über die Luzerne hat aber auch eine negative Ertragswirkung auf die unmittelbaren Nachfrüchte der Luzerne. Daher sind nur eine Kombination aus Schnitt/Abfuhr (z.B. nur der erste Schnitt) und Mulchen der Luzerne und eine Düngung von Kulturen in einer weniger bevorzugten Stellung in der Fruchtfolge zu empfehlen. Damit wären auch die Voraussetzungen für den Erhalt der Bio-Förderung (ÖPUL), wo zumindest eine teilweise Nutzung der Futterleguminosen erfolgen muss, erfüllt.

- In der erst im Jahr 2008 begonnen **DV 4 (Futternutzung + Agrogasgülle)** wurden durch den leicht verfügbaren Stickstoff der Agrogasgülle höhere Erträge (Körnermais) und Qualitäten (höherer Proteingehalt in Winterweizen) erzielt. Die Deckungsbeiträge dieser Marktfrüchte waren daher höher als die Deckungsbeiträge der anderen Düngungssysteme. Für eine Gesamtbeurteilung dieses Systems sind jedoch der gesamte Fruchtfolgedeckungsbeitrag inklusive der Kosten für die Luzerneabfuhr und die Entwicklung der Bodenparameter, vor allem der C_{org} -Gehalte, mit einzubeziehen.
- Das Auftreten von **Pflanzenkrankheiten in Winterweizen** wurde vor allem von der vorherrschenden Jahreswitterung beeinflusst. Die Düngungssysteme führten trotz unterschiedlicher organischer Düngung und damit Stickstoffzufuhr und -wirkung zu keinen Unterschieden in der Pflanzengesundheit.

Projektziel: Untersuchung der Wirkungen der biologischen Bewirtschaftung und von Biotopstrukturen auf die Brutvogelfauna (Avifauna).

Die Brutvogelfauna zeigte seit Projektbeginn eine deutliche Zunahme der Artenzahl und Siedlungsdichte. Diese Entwicklung wird auf die Verbesserung der agrarökologischen Gesamtsituation des Betriebes durch die biologische Wirtschaftsweise und die Integration von Blühstreifen zurückgeführt. Wesentliche Bedeutung für die Brutvogelfauna haben Hecken und Baumreihen, da von 28 im Projektgebiet nachgewiesenen Brutvogelarten 20 Arten (71 %) bezüglich ihres Bruthabitats an das Vorhandensein von Gehölzen gebunden sind. Diese Ergebnisse sind auch für die ÖPUL-Evaluierung und die Gestaltung von Agrarumweltprogrammen in Bezug auf den Erhalt bzw. Förderung der Biodiversität relevant.

- Bei der biologischen Bewirtschaftung hat sich insbesondere die Luzerne als ein wertvolles Habitat für die charakteristischen Bodenbrüter der Agrarlandschaft (wie z.B. Feldlerche und Wachtel) erwiesen. Bei ihrer Bewirtschaftung sollten daher neben pflanzenbaulichen auch naturschutzfachliche Aspekte berücksichtigt werden und das Bestandsmanagement der Luzerne (z.B. Nutzungstermine und Zeitabstand zwischen den Terminen) stärker auf die Anforderungen der Brutvögel angepasst werden.
- Die Nützlings- und Blühstreifen bewirkten eine wesentliche Habitatverbesserung (Brut- und Nahrungshabitat) und führten zu Ansiedlung weiterer Brutvogelarten am Betrieb. Für die Förderung der Brutvogelfauna wird die Bewirtschaftung der Blühstreifen als Dauerbrache mit abschnittsweiser Bestandespflege empfohlen.

Projektziel: Management der Bewirtschaftung des Betriebes, die Betreuung der Versuchsflächen, die Dauererfassung von Witterungsparametern und die Arbeitsabstimmung zwischen allen Projektpartnern als Grundlage für die Erhebungen und Auswertungen im vorliegenden Forschungsprojekt und im Rahmen des parallel durchgeführten ÖPUL-Evaluierungsprojekts.

Wichtig bei der Umsetzung dieses Zieles war einerseits die Bewirtschaftungsarbeiten entsprechend der praktischen pflanzenbaulichen Anforderungen bestmöglich durchzuführen und andererseits die Erhebungsarbeiten für die Forschung gemäß ihren Notwendigkeiten optimal in diesen Ablauf zu integrieren. Die langjährige Erfahrung und Zusammenarbeit im Projekt mit allen Projektpartnern waren hier ein wesentlicher Eckpfeiler für die erfolgreiche Abwicklung der Arbeiten.

Projektziel: Verbreitung der Erkenntnisse aus dem MUBIL Projekt und den Diskurs darüber, vor allem mit der landwirtschaftlichen Praxis.

Das Ziel über das Projekt MUBIL und den Erkenntnissen daraus zu informieren, wurde auf unterschiedliche Weise verfolgt:

- Auf der MUBIL Homepage (www.mubil.boku.ac.at) wird ein ausführlicher Überblick über das Gesamtprojekt gegeben. Über Downloads (z.B. der Unterlagen zu den Feldtagen) können detaillierte Informationen zu den Projektergebnissen einer breiten Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden. MUBIL wurde mit dem Bildungsprojekt „BIONET Österreich“ über eine kurze Präsentation auf der Homepage (www.bio-net.at) und einen Artikel in einer Bionet-Broschüre vernetzt, um noch direkter die landwirtschaftliche Praxis erreichen zu können.
- Die MUBIL Ergebnisse wurden auf der Tagung "Forschung und Lehre zum Ökologischen Landbau an der BOKU" am 18.10.2012 sowie einer Exkursion von Landwirtschaftsberatern und zwei Feldtagen mit jeweils unterschiedlichen Themenschwerpunkten am Biobetrieb Rutzendorf vorgestellt und diskutiert. Dabei konnten die Ergebnisse und die Bewirtschaftung am Betrieb, vor allem mit PraktikerInnen und BeraterInnen, eingehend diskutiert und reflektiert und der Gedankenaustausch intensiviert werden.

2.3 ZUSAMMENSCHAU WEITERER MUBIL-ERGEBNISSE

Aus früheren MUBIL-Projektphasen seit 2003 und dem parallel zum Forschungsteil durchgeführten Evaluierungsprojekt liegen folgende weitere zusammengefasste Ergebnisse vor:

Inwieweit der Biobetrieb Rutzendorf **Kriterien der Nachhaltigkeit** entspricht wurde anhand ausgewählter ökologischer Indikatoren (N-, P-, K-Saldo, Humussaldo, Energieintensität und Treibhausgasemissionen) mit der Agrarsoftware REPRO überprüft und bewertet. Aufgrund des höheren Luzerneanteils in den ersten Untersuchungsjahren wurden für die Bewertung die Bilanzberechnungen der Jahre 2005 bis 2012 herangezogen. Die Berechnungen erfolgten an Hand der Düngungsvarianten 1 bis 3. Der Leguminosenanteil der Fruchtfolge lag bei allen Varianten bei 25 % Luzerne und 11 % Erbsen. Die berechneten ökologischen Indikatoren lagen mit wenigen Ausnahmen bei allen drei Düngungsvarianten im optimalen bzw. tolerierbaren Bereich, was zusammenfassend eine gute bis sehr gute Beurteilung der Nachhaltigkeit der Bewirtschaftung des Biobetriebes ergibt. Mit der umgesetzten Fruchtfolge wurde eine ausgeglichene und nachhaltige Stickstoff- und Humusbilanz erzielt. Die biologische Bewirtschaftung am Betrieb zeichnet sich durch ein niedriges flächenbezogenes Treibhausgaspotential bei effektivem Energieeinsatz aus.

Seit dem Jahr 2003 wurden am Biobetrieb Rutzendorf die Auswirkungen der biologischen Bewirtschaftung auf maßgebliche **bodenphysikalische Parameter** und den **Bodenwasserhaushalt** untersucht. Die Infiltrationsrate von Niederschlagswasser, gemessen über den Wasserdurchlässigkeitsbeiwert, hat sich im Laufe der Jahre erhöht. Ebenso zeigen die Werte zur Aggregatstabilität positive Tendenzen. Höhere Aggregatstabilität verringert die Erosionsgefährdung durch Wasser und Wind. Diese positiven Trends der untersuchten Parameter zeigen, dass biologischer Landbau zu einer Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit und Bodengesundheit führt. Ursachen für diese Veränderungen sind auf die Fruchtfolge (vor allem auf den Anbau der zweijährigen Luzerne und generell von Kulturen in der Fruchtfolge mit einem dichteren Wurzelsystem) zurückzuführen. Unterschiede in den Düngungsvarianten konnten aus den bisherigen Ergebnissen nicht nachgewiesen werden.

Die Artenzahlen und Dichten der **Bodentiere** Oribatiden (Hornmilben) und Collembolen (Springschwänze) haben zwar in den biologisch bewirtschafteten Flächen seit Versuchsbeginn 2003 teilweise zugenommen (vor allem in Zusammenhang mit dem Luzerneanbau), es kam aber immer wieder zu einem Zusammenbruch der Populationen, was auf harte Winter und die noch intensive Bodenbearbeitung mit dem Pflug zurückgeführt wird. Bei den Regenwürmern konnte keine Verbesserung der Abundanzen oder Artenzahlen zwischen 2004 und 2012 festgestellt werden. Eine nachhaltige Weiterentwicklung der Bodenfauna durch die biologische Bewirtschaftung konnte daher bisher nicht bestätigt werden. Als mögliche Gründe dafür werden die schlechte Ausgangslage vor der Umstellung, die weiterhin intensive Bodenbearbeitung, die Sommertrockenheit und Winterkälte des pannonischen Klimas sowie die verinselte Lage der Flächen inmitten der überwiegend intensiv genutzten Agrarregion gesehen.

Die Artenanzahl der **Ackerbegleitflora** stieg deutlich erst ab 2007 mit der Fortdauer der biologischen Bewirtschaftung und in Kombination mit der Anlage und Pflege von Blühstreifen an. Damit hat sich das Artenspektrum der Beikräuter über einen Zeitraum von elf Jahren erhöht, wenngleich in den einzelnen Jahren immer nur ein kleiner Ausschnitt aus diesem Spektrum auf den Äckern zu finden ist. Die Düngungsvarianten zeigten bislang keinen Einfluss. Dass diese Steigerung der Artenzahlen nur langsam und un stet erfolgt, wird auf verschiedene Ursachen zurückgeführt. Die guten Bodenbedingungen am Standort führten in Kombination mit einer entsprechenden Nährstoffversorgung über die Fruchtfolge meist zu dichteren Getreidebeständen, welche den Boden gut beschatteten. Das Artenpotential an

Ackerbegleitflora am Standort ist generell niedrig, dokumentiert über die geringen Diasporenmengen im Boden. Eine Samenzufuhr von außen wäre daher für die Erhöhung der Biodiversität am Betrieb notwendig, jedoch ist das Arteninventar der unmittelbaren Umgebung dem des Biobetriebes sehr ähnlich.

Seit Projektbeginn 2003 wurden kontinuierlich **Nützlings- und Blühstreifen** (Ökostreifen) mit unterschiedlichen Blütmischungen als 6 m breite Bracheflächen in den Ackerschlägen angelegt. Die über eine Einsaat von Samenmischungen aus autochthonen (regional heimischen) Wildpflanzenarten angelegten Blühstreifen haben über die Jahre die Artenvielfalt der Flora am Standort gesteigert. Nullvarianten ohne Einsaat (nur mit spontaner Sukzession) blieben hingegen über lange Zeit artenarm, d.h., es haben sich nur wenige am Standort vorhandene Arten etabliert.

Von 2003 bis 2010 wurden am Biobetrieb Rutzendorf insgesamt 143 verschiedene **Wildbienenarten** nachgewiesen, was rund 24 % der in Niederösterreich und Wien bekannten Arten entspricht. Dieser Prozentanteil ist insbesondere für die Lage des Untersuchungsgebietes mitten im agrarisch intensiv genutzten Marchfeld sehr hoch. Bemerkenswert ist auch das Auftreten einiger sehr seltener und anspruchsvoller Wildbienenarten. Die Anlage von Nützlings- und Blühstreifen war daher für die Wildbienenfauna an diesem Standort förderlich.

Eingesäte, drei- bis vierjährige Nützlings- und Blühstreifen zeigten die höchste Wildbienendiversität. Sie wiesen aufgrund gleichzeitig auftretender kurzlebiger und ausdauernder Pflanzenarten ein reichhaltiges Futterpflanzenangebot auf. Ein Schwerpunkt der letzten Projektphase in den Jahren 2012 und 2013 war daher die Untersuchungen der Wirkung unterschiedlicher Pflegemaßnahmen in einem mehrjährigen Blühstreifen, mit dem Ziel dessen Biodiversitätsfunktion über einen längeren Zeitraum aufrechtzuerhalten. Auf den älteren Streifen konnten zwar weniger, jedoch in Hinblick auf die Pollenfutterpflanzen als auch auf die Wahl ihres Nisthabitats anspruchsvollere Wildbienenarten festgestellt werden.

Die höchsten Artenzahlen (> 20 spp.) der **Laufkäfer** am Betrieb wurden in jungen Nützlings- und Blühstreifen (im ersten und zweiten Jahr ihres Bestandes), in Luzernefeldern sowie in einem kurzrasigen Felddrain gefunden. Eine intermediäre Rolle zwischen Landschaftselementen und Ackerflächen nehmen die Blühstreifen ein: sie beherbergen sowohl individuenstarke Populationen der typischen Feldlaufkäfer wie auch seltene Arten trockenwarmer Lebensräume mit schütterer Vegetation. Damit leisten sie einen bedeutenden Beitrag zum Gesamtbestand an gefährdeten Arten und somit zum Naturschutzwert der Ackerflur. Bei Sichtbeobachtungen wurden vorwiegend Schwebfliegen mit blattlausfressenden Larven angetroffen. Diese waren aufgrund des reichen Blütenangebots in und entlang der Nützlings- und Blühstreifen angereichert.

In mehreren Jahren im Zeitraum von 2003 bis 2011 wurde am Biobetrieb Rutzendorf der **Einfluss einer Hecke auf die angrenzende Ackerfläche** untersucht (Leeseite, teilweise Luvseite zu einer dichten, ca. 8 m hohen und gut ausgebildeten Bodenschutzhecke).

Die mikroklimatischen Untersuchungen zeigten Abschattungs- und Windreduktionseffekte der Hecke, die sich positiv auf die Wasserbilanz durch erhöhtes Rückhaltevermögen des Bodenwassers, erhöhter Taubildung und Taudauer und vor allem verminderter Verdunstung auswirkten. Der Gesamtwirkungsbereich der Hecke (luv- und leeseitig) in Bezug auf das Mikroklima reichte etwa bis zum 15-fachen ihrer Höhe. Mit mehrjährigen Messungen der Bodenwassergehalte (0-90 cm Bodentiefe) konnte jedoch nur ein Einflussbereich hinsichtlich eines verbesserten Bodenwasserhaushaltes bis zu einer Distanz, die etwa dem 3-fachen der Heckenhöhe (bis 24 m) entspricht, nachgewiesen werden.

Die verbesserte Wasserversorgung hatte auch Einfluss auf den Pflanzenertrag in der angrenzenden Ackerfläche. Bei Luzerne, Winterweizen und Sonnenblumen stieg der Ertrag mit zunehmender Nähe zur Hecke an. Die Ertragshöhe des Winterroggens wurde hingegen nicht von der Hecke beeinflusst. Die berechneten möglichen Ertragssteigerungen lagen zwischen 8,9 % bei Winterweizen und 23,7 % bei Sonnenblumen. Ein ertragssteigernder Effekt wurde von ca. 35 m (ca. 4,5-fache Heckenhöhe) bis maximal 80 m Abstand von der Hecke (10-fache Heckenhöhe) ermittelt. Eine mögliche Ertragssteigerung war wesentlich von der angebauten Kultur und der Jahreswitterung geprägt. Die Ergebnisse zeigten, dass Hecken eine wichtige mögliche Anpassungsmaßnahme an die Auswirkungen des Klimawandels zur Ertragssicherung in trockenen und windreichen Regionen wie dem Marchfeld sind.

Ergebnis einer **Strukturkartierung der Gehölze** (durchgeführt in MUBIL I) war eine „Armut“ der Hecken und Baumreihen bezogen auf ihre Strukturierung und Artenzusammensetzung. Daraus wurde geschlossen, dass das Potential ihrer „ökologischen“ und „landschaftsästhetischen“ Funktionen sowie die Windschutzfunktion nicht ausgeschöpft wurden. Bei optimaler Pflege kann jedoch die Multifunktionalität der Gehölzstrukturen wiederhergestellt, langfristig gesichert, und die Biodiversität der Biotopstrukturen erhöht werden. Auf Basis dieser Ergebnisse wurde in MUBIL II ein Pflegekonzept entwickelt, dass teilweise in kurzen Heckenabschnitten umgesetzt wurde.

2.4 ZUR BEDEUTUNG DES FORSCHUNGS- UND EVALUATIONS-PROJEKTES MUBIL FÜR DIE WEITERENTWICKLUNG DES BIOLOGISCHEN LANDBAUS

MUBIL wurde als Systemansatz angelegt, d.h., es wurden 143 ha in arrondierter Lage unter der Einbeziehung von Begleitbiotopen und Nutzflächen einem Langzeit-Monitoring unterstellt. Um die Komplexität des Systems zu erfassen, war die Einbeziehung von seit Projektbeginn insgesamt 14 Forschungsinstituten mit jeweils spezifischen Disziplinen erforderlich.

Vor der Umstellung des Betriebes wurde eine als acker- und pflanzenbaulich intensiv zu bezeichnende Wirtschaftsweise betrieben. Bodenfruchtbarkeitsfördernde Kulturen waren nicht Bestandteil des Anbaus. Die Ertragsleistung basierte auf der einerseits von Natur aus hohen Bodenqualität und andererseits auf der Zufuhr von Mineraldüngern. Mit der Umstellung wurde der Mineraldüngereinsatz vollständig eingestellt. Im Sinne der biologischen Wirtschaftsweise war damit eine Investition in die Bodenfruchtbarkeit über feinsamige Leguminosen erforderlich, um ein ansprechendes Ertragsniveau für die Marktfrüchte zu erzielen und sogenannte Problembeikräuter zu kontrollieren. Aus betriebswirtschaftlichen und pflanzenbaulichen Überlegungen ergeben sich verschiedentliche Möglichkeiten diese Investition vorzunehmen. Aus eher kurzfristig ökonomischer Perspektive wird in der Praxis eine über die Jahre gestaffelte Integration von Klee gras/Luzerne (KG/L) häufig einem kurzfristig sehr hohen Anteil an KG/L vorgezogen. Wir haben uns für die ersten zwei Jahre für einen sehr hohen Anteil an KG/L entschieden. Leitend war unter anderem die Vorgeschichte auf den Schlägen, die einen hohen Unkrautdruck erwarten ließ, und die in der Vorgeschichte des Betriebes nicht vorhandenen bodenfruchtbarkeitsfördernden Kulturarten. Die Entwicklung der Erträge, des Beikrautdruckes sowie der Wirtschaftlichkeit des Betriebes über die zurückliegenden 10 Jahre der Biobewirtschaftung hat gezeigt, dass diese Strategie richtig gewählt war.

Betrachtet man die Erträge der drei Düngungssysteme (DV 1: nur Gründüngung mittels Luzernemulch, DV 2: Gründüngung + Biotonnenkompost, DV 3: Luzerne und Stroh abgeführt + Stallmist zugeführt), so ist zunächst festzuhalten, dass die Bemessungsgrundlage für eine Bewertung dieser bislang nur eine Fruchtfolgeperiode umfasst. Wesentliche Veränderungen in Bodenkennwerten können erfahrungsgemäß erst nach einer zweiten Rotation erwartet werden. Das wird auch in den Ergebnissen zu Bodenkennwerten deutlich. Bei allen Varianten kann ein positiver Trend in der Entwicklung der bodenphysikalischen Kennwerte beobachtet werden. Die Humuswerte haben bislang bei DV 1 (nur Gründüngung) keine nennenswerten Veränderungen gezeigt. Hingegen bei DV 2 mit zusätzlicher Düngung von Biotonnenkompost ist eine statistisch gesicherte Zunahme zu beobachten. Dies gilt auch für die DV 3 mit Luzerneabfuhr und Zufuhr eines Stallmistäquivalents (bezogen auf Raufutter – und Strohabfuhr). Letztere Variante verweist auf bekannte Qualitäten von Stallmist im Hinblick auf die Zunahme von Humus im Boden hin.

Für den Versuch kann festgehalten werden, dass die Bedeutung der Düngersystemdifferenzierung für den Humushaushalt und bodenphysikalischer Parameter erst über eine zweite Rotation erfasst werden kann. Allerdings bedarf es dann einer lückenlosen Analyse der Humuswerte über alle Jahre, um entsprechend witterungs- und kulturartenspezifische Schwankungen zu erfassen und so Fehlinterpretationen zu vermeiden. Vor dem Hintergrund zunehmender witterungsspezifischer Extreme (wie z.B. höhere Verdunstung, längere Trockenzeiten und Starkniederschläge) kommt der Entwicklung des Humushaushaltes eine zentrale Rolle zu.

In Bezug auf ausgewählte Bodenorganismen aber auch der Diasporen (Ackerwildkräuter) kann festgestellt werden, dass selbst nach einer biologischen Bewirtschaftung über 10 Jahre im Vergleich zu anderen Untersuchungen auf weniger intensiven Standorten oder aber aus den 1980er bzw. 90er Jahren, kaum Veränderungen zu beobachten sind. Teilweise konnten Zunahmen bei den Bodentieren (Springschwänze und Hornmilben) und Ackerwildkräutern festgestellt werden, diese zeigten jedoch insgesamt keinen stabilen Trend.

Unsere Schlussfolgerungen sind zweierlei. Einerseits gehen wir davon aus, dass je länger konventionell gewirtschaftet wurde, es desto schwieriger sein wird, dass insbesondere in ausgeräumten Agrarlandschaften eine rasche Regeneration des Artenpotentials erfolgt. Eine Wiederbesiedelung benötigt offensichtlich einen längeren Zeitraum als die bisherige Untersuchungsperiode. Andererseits kommt der Bodenbearbeitung eine Schlüsselrolle zu. Bislang folgt diese dem herkömmlichen Ansatz einer kombinierten Pflug-Grubbervariante, welche einer Artenanreicherung entgegensteht. Zum einen folgern wir daraus, dass eine Ausdehnung der Untersuchungsperiode zur Klärung dieser Sachverhalte unumgänglich ist, zum anderen bedarf es einer Reduktion der Intensität der Grundbodenbearbeitung um darzulegen, inwieweit diese sich biodiversitätssteigernd auswirken kann. Für einige Artengruppen, wie die tiefgrabenden, anözischen Regenwürmer, besteht ohne eine gezielte Ausbringung auf den Flächen in Kombination mit reduzierter Intensität der Grundbodenbearbeitung kaum eine Aussicht auf eine Wiederansiedlung.

Im Verlauf der zurückliegenden zehn Jahre wurden auch die agrarökologischen Bedingungen in der Umgebung der Anbauflächen optimiert, d.h. es wurde die Qualität der Hecken über Schnittmaßnahmen punktuell verbessert sowie Blühstreifen im Ausmaß von 3,6 % der biologisch bewirtschafteten Ackerflächen angelegt. Die Blühstreifen und die biologische Bewirtschaftung, vor allem der Anbau der Luzerne, haben sich positiv auf die Avifauna (Zunahme der Brutquartiere und der Artenzahl) ausgewirkt. Blühstreifen haben zum einen zu einer Zunahme von Nützlingen geführt und zum anderen zu einer Zunahme an Wildbienen. Damit lässt sich festhalten, dass insbesondere Blühstreifen aus agrarökologischen Gesichtspunkten als eine wirksame Maßnahme bewertet werden können. Spezifische Interaktionen zwischen Schaderregern und Nützlingen konnten bisher nicht gesichert nachgewiesen werden. Die Bedeutung der Wildbienen für Befruchtungsvorgänge (z.B. Luzerne zur Samenproduktion) auf dem Betrieb ist nicht bekannt. Beide Fragestellungen wären aber im Rahmen zukünftiger Untersuchungen von Interesse.

Die Hecken haben sich positiv auf die Ertragsentwicklung der angrenzenden Bestände ausgewirkt, erklärt über die Verringerung der Evapotranspiration. Nähere Untersuchungen über das Verhältnis von Heckenfläche / -typ zu Ertrag bzw. Bodenwasserhaushalt in den angrenzenden Ackerflächen wären von zukünftigem Interesse, insbesondere der Einfluss von Oberboden austrocknenden Starkwinden. Die Qualität und Quantität der Hecken am Betrieb ist verbesserungswürdig. Hecken werden bei zunehmenden Trockenphasen und geringfügigen Niederschlagsmengen von 10-20 mm je Ereignis an Bedeutung zunehmen, da die unmittelbare Verdunstung derselben limitiert werden kann. Eine systematische Ausweitung der Hecken ist vor diesem Hintergrund sowohl pflanzenbaulich als auch agrarökologisch eine aus Gesichtspunkten der Klimaforschung bedeutende Maßnahme. Eine eher langfristig ausgerichtete Bewertung von Kosten und Nutzen, die über die Neuanlage von Hecken entstehen, oder auch die Möglichkeit der Integration von Kurzumtriebshölzern zur Biomassegewinnung ins Agrarökosystem sollte Gegenstand zukünftiger Untersuchungen sein.

In einem ergänzenden Versuch wurde festgestellt, dass ein frühzeitiger Umbruch der Luzerne vor einer Winterung die Bodenwasservorräte schont und sich positiv auf den Ertrag der Folgekultur auswirkt. Ebenso wird aus naturschutzfachlichen Erwägungen ein spezifisches Schnitt-/Mulchmanagement der Luzerne erforderlich (Brutzeit).

Der immer wieder unter Kritik stehende hohe Luzerneanteil mit 25% in der Fruchtfolge kann bei entsprechendem Management als zielführend für die Humus- und Stickstoffversorgung, die Beikrautunterdrückung und die Wasserversorgung, sowie auch aus agrarökologischer Sicht bewertet werden. Neben der Luzerne ist auch der hohe Anteil an Zwischenfrüchten (37,5%, verschiedene Gemenge bestehend aus Platterbse, Sommerwicke, Senf, Ölerrettich, Buchweizen, Phacelia, Leindotter) in seinen multifunktionalen Wirkungen auf das Produktions- und Agrarökosystem ein wesentlicher Bestandteil des Anbausystems zur Erbringung der multifunktionalen pflanzenbaulichen und agrarökologischen Leistungen.

Die Fruchtfolge unterscheidet sich mit ihrem hohen Luzerneanteil von anderen Biofruchtfolgen im Marchfeld. Mit Blick auf die gegenwärtigen und zukünftigen Herausforderungen (Artenschwund, Erosion, Trockenperioden) und Zielsetzungen für einen nachhaltigen Ackerbau der Zukunft (gesunder Boden, gesunde Pflanzen und Reduktion des Unkrautdrucks, Aufbau Bodenfruchtbarkeit, Speicherung Humus, Erhöhung der Wasserhaltekapazität des Bodens) wird es als Aufgabe der Forschung gesehen, solche Betriebssysteme zu untersuchen, welche als wegweisend gelten können. Das wirtschaftliche Potential der Fruchtfolge ist aber noch nicht ausgeschöpft, so besteht z.B. mit der Integration von Feldgemüse die Möglichkeit den Betriebsgewinn zu steigern. Dass dies bislang nicht geschehen ist, ist nicht eine Frage der Forschung sondern hat betriebsorganisatorische Belange, die der Eigentümer entscheidet und auch von unserer Seite getragen wird. Auch die Integration von Sojabohne statt Körnererbse in die Fruchtfolge ist zu diskutieren. Ungeachtet dessen hat der Biobetrieb Rutzendorf seit Beginn der Umstellung eine positive wirtschaftliche Entwicklung durchlaufen. Eine Weiterentwicklung der Fruchtfolge unter Beibehaltung einer konsequenten Sicherung der Bodenfruchtbarkeit wird daher als nächster Schritt erachtet.

Ungeachtet der drei Düngungssysteme kann bislang festgehalten werden, dass sich erste positive Tendenzen in den agrarökologischen Kenndaten abzeichnen, Ergebnisse über längerfristige Erhebungen für eine abschließende Aussage jedoch erforderlich sind. Im pflanzenbaulichen Bereich überlagern sich Düngersystemwirkungen, die Bodenbearbeitung (Intensität und Termin) und witterungsspezifische Einflüsse, welche zusammen eine faktorspezifische Beurteilung erschweren.

MUBIL konnte bislang zeigen, dass eine wirtschaftliche Betriebsführung mit einer hohen Investition in die Bodenfruchtbarkeit selbst ohne die im Marchfeld üblichen Anteile an deckungsbeitragsstarken Kulturarten (z.B. Feldgemüse) möglich ist. Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass das Anbausystem mit den Düngungssystemen sich noch in einer Umstellungsphase befindet. Dies betrifft gleichermaßen die agrarökologischen Parameter. Beide Beobachtungen sind nicht überraschend. Eine Ökologisierung der Landwirtschaft, insbesondere in intensiven ausgeräumten Agrarlandschaften, ohne Investitionen in Begleitbiotope wie Hecken und Blühstreifen ist nur schwer möglich. Ökologisierung bei zunehmender Intensivierung der Landwirtschaft ist kurzfristig kaum zu erwarten, da Artenpotentiale der Landschaft erheblich reduziert sind und nur über eine aufwendige Beimpfung oder längerfristige Entwicklungsprozesse regenerierbar sind.

In Bezug auf die Bodenfruchtbarkeit und klimarelevanter Kenngrößen wie den Humusgehalt sind längerfristige sowohl pflanzenbauliche und ackerbauliche Maßnahmen notwendig um Veränderungen herbeizuführen. Das bedeutet auch, dass der Vergleich von ökologischen Kenndaten auf Biobetrieben die erst eine vergleichsweise kurze Bewirtschaftungsperiode hinter sich haben, mit konventionellen Betrieben zunächst nur geringe Unterschiede erwarten lässt. Insbesondere in Bezug auf die Bodenfruchtbarkeit ist zu beachten, dass die Böden auf Mineraldüngerzufuhr eingestellt sind, die biologische Aktivität der Böden erst wieder über einen längeren Zeitraum aufgebaut werden muss, der nach unseren bisherigen Erkenntnissen über eine Fruchtfolgeperiode hinaus reicht.

3 DATENGRUNDLAGEN

3.1 BIOBETRIEB RUTZENDORF

Die biologisch bewirtschafteten Flächen in Rutzendorf sind ein Teilbetrieb der Landwirtschaftlichen Bundesversuchswirtschaften (BVW) GmbH. Die BVW GmbH hat die Betriebsleitung inne und bewirtschaftet den Betrieb. Dem Institut für Ökologischen Landbau (IfÖL) der Universität für Bodenkultur Wien wurde im Rahmen des interdisziplinären Forschungsprojekts MUBIL die wissenschaftliche Begleitung der Betriebsentwicklung übertragen.

Lage:	Ortschaft Rutzendorf, 8 km östlich der Wiener Stadtgrenze, Kleinproduktionsgebiet Marchfeld, Hauptproduktionsgebiet Östliches Flach- und Hügelland
Betriebsform:	Viehloser Marktfruchtbetrieb
Bewirtschaftung:	seit Herbst 2001 organisch biologisch nach den Richtlinien der Bio Austria
Klimadaten:	9,8°C, 520 mm (Pannonisches Trockengebiet)
Bodendaten:	meist Tschernoseme (Schwarzerden), lehmiger Schluff bis Lehm C_{org} : 1,89 %, N_{tot} : 0,16 %, pH-Wert: 7,6
Zielfruchtfolge:	1. Jahr: Luzerne 2. Jahr: Luzerne 3. Jahr: Winterweizen + <i>Zwischenfrucht</i> 4. Jahr: Körnermais 5. Jahr: Sommergerste + <i>Zwischenfrucht</i> 6. Jahr: Erbse + <i>Zwischenfrucht</i> 7. Jahr: Winterweizen 8. Jahr: Winterroggen

Im Jahr 2002, im ersten Jahr der biologischen Bewirtschaftung und vor Beginn des Projekts MUBIL, waren auf 91 % der Fläche Winter- und Sommergetreide und auf 9 % der Fläche Luzerne angesät.

In den Jahren 2003 und 2004 in der Umstellungsphase war der Luzerneanteil deutlich erhöht. Die Schläge weisen einen unterschiedlichen Einstieg in die 8-feldrige Zielfruchtfolge auf. Die Tabelle 3.1-1 beinhaltet eine Übersicht der Fruchtfolge der Schläge 1 bis 8 am Biobetrieb Rutzendorf mit den dazugehörigen Kleinparzellenversuchen (KPV) S1M bis S8M. Zusätzlich sind die Fruchtfolgen der biologischen Referenzparzelle S1G, auf Schlag 1 auf einer Fläche mit geringer Bodenbonität und der konventionellen Referenzparzelle SK, auf einem unmittelbar an den Biobetrieb angrenzenden konventionell bewirtschafteten Schlag, angegeben. Eine unterstrichene Kultur bedeutet, dass die Kultur im Kleinparzellenversuch (ab Erntejahr 2004) und in den Düngerstreifen auf den Großschlägen (ab Erntejahr 2006) mit Biotonnekompost und Stallmist gedüngt wurden. Der mittlere Zwischenfruchtanteil an der Ackerfläche der Jahre 2003 bis 2013 liegt bei 37,5 %. Die Zwischenfrüchte waren Sommerzwischenfrüchte, die nach Ernte der Hauptfrucht als Stoppelsaat angebaut wurden (siehe auch Teilprojekt 1 B, Seite 35). Im Jahr 2009 wurde die Zielfruchtfolge erstmals auf allen Schlägen vollständig umgesetzt.

Tabelle 3.1-1: Fruchtfolge der einzelnen Schläge am Biobetrieb Rutzendorf der Jahre 2003 bis 2013 (S1M-S8M: Kleinparzellenversuche, S1G und SK: Referenzparzellen, DV...Düngungsvarianten, MD...Mineraldünger, ZF...Zwischenfrucht, Kultur unterstrichen...die Kultur wurde im Kleinparzellenversuch (ab Erntejahr 2004) und in den Düngestreifen auf den Großschlägen (ab Erntejahr 2006) mit Biotonnekompost (DV2) und Stallmist (DV3) gedüngt. Im KPV S1M erfolgte ab 2008 zusätzlich eine Düngung mit pflanzlicher Agrogasgülle (DV4).

Empfehl- Versuch	Bewirt- schäftung	Boden- bonität	DV	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
S1M	biol.	mittel	1-4	SOMMER- GERSTE	WINTER- GERSTE	LUZERNE	LUZERNE	WINTER- WEIZEN	KÖRNER- MAIS	SOMMER- GERSTE	ERBSE	WINTER- WEIZEN	WINTER- ROOGEN	LUZERNE
S2M	biol.	mittel	1-3	LUZERNE	LUZERNE	WINTER- WEIZEN	Sonnen- BLUMEN	WINTER- ROOGEN	ERBSE	WINTER- ROOGEN	LUZERNE	LUZERNE	WINTER- WEIZEN	KÖRNER- MAIS
S3M	biol.	mittel	1-3	LUZERNE	LUZERNE	WINTER- WEIZEN	KÖRNER- MAIS	SOMMER- GERSTE	ERBSE	WINTER- WEIZEN	WINTER- ROOGEN	LUZERNE	LUZERNE	WINTER- WEIZEN
S4M	biol.	mittel	1-3	ERBSE	WINTER- WEIZEN	WINTER- ROOGEN	SOMMER- GERSTE	LUZERNE	LUZERNE	WINTER- WEIZEN	KÖRNER- MAIS	SOMMER- GERSTE	ERBSE	WINTER- WEIZEN
S5M	biol.	mittel	1-3	LUZERNE	LUZERNE	WINTER- WEIZEN	WINTER- WEIZEN	SOMMER- GERSTE	LUZERNE	LUZERNE	WINTER- WEIZEN	KÖRNER- MAIS	SOMMER- GERSTE	ERBSE
S6M	biol.	mittel	1-3	LUZERNE	LUZERNE	WINTER- WEIZEN	TRITICALE	ERBSE	WINTER- WEIZEN	LUZERNE	LUZERNE	WINTER- WEIZEN	KÖRNER- MAIS	SOMMER- GERSTE
S7M	biol.	mittel	1-3	ERBSE	WINTER- ROOGEN	TRITICALE	LUZERNE	LUZERNE	WINTER- WEIZEN	KÖRNER- MAIS	SOMMER- GERSTE	ERBSE	WINTER- WEIZEN	WINTER- ROOGEN
S8M	biol.	mittel	1-3	TRITICALE	LUZERNE	LUZERNE	WINTER- WEIZEN	KÖRNER- MAIS	SOMMER- GERSTE	ERBSE	WINTER- WEIZEN	WINTER- ROOGEN	LUZERNE	LUZERNE
S1G	biol.	gering	1	SOMMER- GERSTE	WINTER- WEIZEN	LUZERNE	LUZERNE	WINTER- WEIZEN	KÖRNER- MAIS	SOMMER- GERSTE	ERBSE	WINTER- WEIZEN	WINTER- ROOGEN	LUZERNE
SK	konv.	mittel	MD	SOMMER- DURUM	ZUCKER- RÜBE	WINTER- WEIZEN	ZWIEBEL	WINTER- DURUM	KAR- TOFFEL	WINTER- DURUM	SPERSSOLA- FRÜH-KAROTTEN	WINTER- DURUM	ZWIEBEL	WINTER- DURUM

3.2 ERHEBUNGSFLÄCHEN UND VERSUCHSKONZEPT

In der Versuchsanordnung sind die Auswirkungen von spezifischen Abstufungen im Anbausystem (Düngungssysteme bzw. -varianten) innerhalb einer einheitlichen Fruchtfolge, unterschiedlichen Bodenbonitäten, dem Vergleich mit einer konventionell bewirtschafteten Referenzfläche sowie dem Zeitfaktor, berücksichtigt.

In den verschiedenen Düngungssysteme (Düngungsvarianten) werden optimierte Nährstoffkreisläufe viehloser biologischer Bewirtschaftung unter Einbeziehung von Biotonnekompost (DV2: Gründüngung + Biotonnekompost) und Verwertung von Luzerne über eine Biogasanlage, die pflanzliche „Agrogasgülle“ liefert (DV4: Pflanzliche Agrogasgülle, ab 2008), mit einem viehlosen System mit alleiniger Luzernegründüngung (DV1: nur Gründüngung) und einem viehhaltenden System mit Stallmist (DV 3: Abfuhr von Luzerne und Stroh, statt dessen Zufuhr von Rindermist) verglichen.

Die Düngungsvarianten 1 bis 3 werden sowohl in allen acht Schlägen des Betriebes angelegten Kleinparzellenversuchen als auch in zwei Hektar großen Düngerstreifen je Variante und Schlag untersucht. Die Düngungsvariante 4 ist nur in den Kleinparzellenversuch S1M im Schlag 1 eingebunden.

Die mikrobiologischen und chemischen Bodenkennwerte werden am Biobetrieb in einem Kleinparzellenversuch (S1M) mit vier Düngungsvarianten (mittlere Bodenbonität) und einer Referenzparzelle (S1G) dazu mit geringer Bodenbonität, beide am gleichen Schlag erhoben (siehe auch Tabelle 3.2-1). Durch die Konzentration auf einen Versuch ist eine exakte und kontinuierliche Erfassung dieser aufwendig zu erhebenden Parameter möglich, womit Veränderungen im Zeitverlauf nachgewiesen und abgesichert werden können.

Eine Referenzfläche dazu auf einem konventionell bewirtschafteten Schlag (SK) mit gleicher mittlerer Bodenbonität wie am Biobetrieb dient der vergleichenden Beobachtung der Veränderungen der Bodenkennwerte bei beiden Systemen im Zeitverlauf. Bei annähernd gleicher Ausgangssituation zu Beginn der Erhebungen in beiden Systemen können die Veränderungen im biologischen System dadurch kontrolliert und besser eingeschätzt werden.

Im Jahr 2013 wurde eine Wiederholung der Untersuchung der bodenchemischen und bodenmikrobiellen Parameter durchgeführt. Im Zuge dessen wurde eine zusätzliche Referenzfläche auf einem Schlag eines weiteren konventionell bewirtschafteten Betriebes (SK1) eingebunden. Voraussetzung für die Auswahl waren weitgehend gleiche Bodenbedingungen (hinsichtlich Ackerzahl, Bodentyp und Horizontierung) wie auf der Biofläche S1M und der konventionellen Referenzfläche SK. Die Größe der Erhebungsfläche im ausgewählten Schlag entspricht der bestehenden Fläche SK. Ziel ist es mit einer größeren Streuung die konventionelle Referenz abzusichern und die Vergleichbarkeit zu verbessern.

Seit Projektbeginn wurden kontinuierlich Nützlings- und Blühstreifen (Ökostreifen) mit unterschiedlichen Blümmischungen als 6 m breite Bracheflächen in den Ackerschlägen angelegt:

Die Einrichtung der ersten Blühstreifen (Ö2/1-W, Ö2/2-O, Ö5/1-O, Ö5/2-O, Ö6/1-W und Ö6/2-W) erfolgte im Spätherbst 2003 auf einer Fläche von 1,72 ha entlang bestehender Gehölzstrukturen. Große Abschnitte der ersten Blühstreifen blieben der natürlichen Sukzession überlassen (Nullvarianten). Im Frühjahr 2007 wurden zwei weitere Blühstreifen, einer entlang einer Hecke (Ö3-W) und einer erstmals zwischen zwei Ackerschlägen (Ö6/1-O) angelegt. Beide Streifen machen gemeinsam eine Fläche von 0,81 ha aus. Im Herbst 2009/Frühjahr 2010 wurden weitere vier Blühstreifen (Ö1-W, Ö3-O, Ö5/2-W und Ö8-W) zwischen Ackerschlägen mit einer Gesamtfläche von 1,25 ha eingesät.

Im Rahmen von MUBIL IV wurden im Herbst 2011 /Frühjahr 2012 zwei Blühstreifen im Schlag 5/1 mit einer Gesamtfläche von 0,39 ha angelegt (Ö5/1-N und Ö5/1-S). Die letzten drei Blühstreifen mit einer Gesamtfläche von 0,92 ha wurden im Herbst 2012 in den Schlägen 7, 8 und 4 ausgesät.

Die Gesamtfläche der bisher angelegten Nützlings- und Blühstreifen beträgt 5,10 ha, das entspricht 3,56 % der gesamten biologisch bewirtschafteten Ackerfläche des Betriebes. Der Betrieb ist weiterst mit schon länger bestehenden Felder-begrenzenden Gehölzstrukturen mit einer Gesamtlänge von 6034 m, davon 3113 m Baumreihen und 2921 m Hecken ausgestattet.

Die Teilprojekte arbeiten in Abhängigkeit ihrer Forschungsfrage auf unterschiedlichen Erhebungsflächen und Untersuchungsebenen am Betrieb (Tabelle 3.2-1). Die Schläge, Erhebungsflächen, Blühstreifen sowie Hecken und Baumreihen sind im Übersichtsplan (Abbildung 3.2-1) dargestellt.

Tabelle 3.2-1: Übersicht über die Erhebungsflächen (Projekt MUBIL IV - Forschung)

Ort der Probenahme	Auswahlkriterien	Anzahl/Code	Unter- suchungen
Kleinparzellenversuch (KPV): 12 PDF, 3 DV, 4 WH	7 Schläge; mittlere Bodenbonität	7 KPV/ S2M-S8M	Pflanzen, Ökonomik
Kleinparzellenversuch (KPV): 16 PDF und 16 BDF 3 DV bzw. 4 DV, 4 WH	1 Schlag; mittlere Bodenbonität	1 KPV/ S1M	Pflanzen, Boden, Ökonomik
Kleinparzelle (KP): 1 PDF und 1 BDF; (Referenzfläche bio., 1 DV)	1 Schlag; geringe Bodenbonität	1 KP/ S1G	Pflanzen, Boden
Kleinparzellen (KP): 2 PDF und 2 BDF, (Referenzflächen konv.)	2 konventionell bewirtschaftete Schläge; mittlere Bodenbonität	2 KP/ SK und SK1 (SK1 ab 2013)	Pflanzen, Boden
Düngerstreifen	8 Schläge	3 Düngerstreifen/ Schlag S1-0-DV1, ...	Pflanzen
Ackerflächen Gesamtbetrieb (inkl. Nützlings- und Blühstreifen, Hecken und Baumreihen)	8 Schläge (3 Schläge davon bestehen aus jeweils 2 Teilschlägen)	Schlag 1- Schlag 8	Pflanzen, Ökonomik, Avifauna

Erläuterungen und Abkürzungsverzeichnis:

- KPV: Kleinparzellenversuch, 1 KPV entspricht einem Versuch mit drei bzw. 4 Düngungsvarianten und vier Wiederholungen = 12 bzw. 16 Kleinparzellen
- KP: Kleinparzelle
- WH: Wiederholungen
- BDF: Bodendauerbeobachtungsfläche
- PDF: Pflanzendauerbeobachtungsfläche
- Kleinparzellen können in Bodendauerbeobachtungsflächen und Pflanzendauerbeobachtungsflächen unterteilt sein (S1M, S1G, SK), oder nur aus Pflanzendauerbeobachtungsflächen bestehen (S2M-S8M).
- Code: S1M = Kleinparzellenversuch: Schlag 1, mittlere Bodenbonität; S1G = Kleinparzelle: Schlag 1, geringe Bodenbonität; SK = Kleinparzelle: Schlag konventionell bewirtschaftet, mittlere Bodenbonität (am Biobetrieb Rutzendorf angrenzend); S2M – S8M = Kleinparzellenversuche, Schläge 2 - 8, mittlere Bodenbonität; Nützlings- und Blühstreifen (Ökostreifen): neu angelegte 6 m breite Brachestreifen in Ackerflächen.
- Düngerstreifen: S1-0-DV1 = Schlag 1, Düngungsvariante 1, ...



Abbildung 3.2-1: Übersichtskarte Bio-Betrieb Rutzendorf mit Schlägen, Versuchsflächen und Nützlings- und Blühstreifen.

3.3 ERLÄUTERUNG DÜNGUNGSSYSTEME (-VARIANTEN)

Die geprüften Düngungsvarianten bzw. -systeme unterscheiden sich hinsichtlich der Art, Menge und Qualität der Zufuhr von organischer Substanz und der Einbringung von Nährstoffen in das Betriebssystem. Die Fruchtfolge inkl. der Zwischenfrüchte und die Bodenbearbeitungsmaßnahmen werden in allen Düngungsvarianten gleich gestaltet. Die Zwischenfrüchte werden bei allen Düngungsvarianten als Gründüngung in den Boden eingearbeitet und nicht abgefahren. Bis auf die Ernte und die Düngung wird auch im Bereich der Parzellen die betriebsübliche Bewirtschaftung durch die BVW GmbH durchgeführt.

- **Düngungsvariante 1 (DV1) „Gründüngung“:** Auf eine externe Nährstoffzufuhr wird verzichtet. Die Flächen werden nur mit organischer Substanz aus der Gründüngung (= Luzernemulch) versorgt.
- **Düngungsvariante 2 (DV2) „Gründüngung + Biotonnekompost“:** Zusätzlich zur Gründüngung mittels Luzernemulch findet eine Zufuhr von organischer Substanz und Nährstoffen aus externen Quellen statt. Es wird Biotonnekompost aus dem kommunalen Bereich eingesetzt. Grundlage für die Berechnung der Aufwandmenge sind die negativen Bilanzsalden an Phosphor und Kalium der Leitfruchtfolge, welche mit zwei Kompostgaben je Schlag innerhalb einer Fruchtfolgerotation ausgeglichen werden sollen, wobei die maximal erlaubten Ausbringungsmengen (N-Obergrenzen) berücksichtigt werden.
- **Düngungsvariante 3 (DV3) „Futternutzung + Stallmist“:** Weitgehend geschlossene Betriebskreisläufe werden simuliert. Dazu wird organischer Dünger aus Tierbeständen in das Betriebssystem eingebracht. Die zweijährige Luzerne der Zielfruchtfolge liefert die Futtergrundlage für eine Mutterkuhherde mit umgerechnet 0,5 GVE/ha. Das Grundfutter (Luzerne) und das für die Einstreu benötigte Stroh werden von den Parzellen dieser Düngungsvariante abgefahren. Der berechnete Mistanfall (Rottemist) wird jährlich auf zwei Parzellenversuche aufgeteilt.
- **Düngungsvariante 4 (D 4) „Futternutzung + Pflanzliche Agrogasgülle“:** Diese Düngungsvariante wird nur in einem Kleinparzellenversuch (S1M, ab 2008) umgesetzt. Hintergrund dieser Variante ist entsprechend der DV3 die Simulation von weitgehend geschlossenen Betriebskreisläufen. Luzernegrünmasse wird von den Parzellen für die Erzeugung von Agrogasgülle durch anaerobe Fermentation abgefahren. Die dafür eingesetzten Luzernemengen sind an der DV3 „Stallmist“ orientiert. Dem Entzug äquivalente Mengen der Agrogasgülle werden als Dünger auf die Flächen zurückgebracht.

Tabelle 3.3-1: Zielfruchtfolge und Aufteilung der organischen Dünger

Zielfruchtfolge:	D V	Luzerne	Luzerne	Winterweizen	Körnermais	Sommergerste	Erbse	Winterweizen	Winterroggen
Organische Düngung:	1	Mulch	Mulch		-			-	
	2	Mulch	Mulch		Biotonnekompost			Biotonnekompost	
	3	Abfuhr	Abfuhr		Stallmist			Stallmist	
	4	Abfuhr	Abfuhr		Agrogasgülle			Agrogasgülle	

DV...Düngungsvariante

3.4 KLIMAVERHÄLTNISSE

Eitzinger, J., Gerersdorfer, T.

Institut für Meteorologie, Department für Wasser, Atmosphäre und Umwelt, BOKU Wien

Die Station Groß-Enzersdorf liegt am östlichen Ortsrand von Groß-Enzersdorf auf dem Gelände der Versuchswirtschaft der Universität für Bodenkultur Wien. Abbildung 3.4-1 zeigt die langjährigen Mittel der Temperatur bzw. die Niederschlagssummen in der Periode 1971 bis 2000. Das mittlere Jahresmittel beträgt 9,8 °C, die mittlere Niederschlagssumme beträgt 520,5 mm. Der Jänner ist mit -0,4 °C der kälteste, der Juli mit 20 °C der wärmste Monat. Mit 67,5 mm ist der Juni der niederschlagreichste Monat, der Februar mit knapp 28 mm der niederschlagärmste Monat. In den Monaten März bis Mai fallen rund 25 % des gesamten Jahresniederschlages.

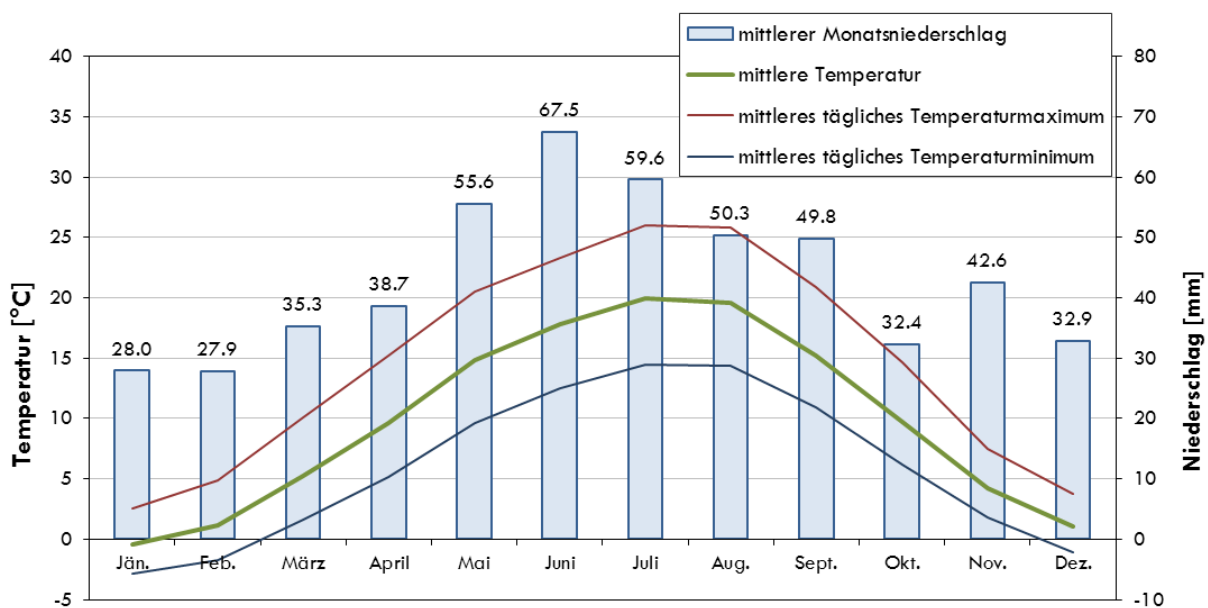


Abbildung 3.4-1: Mittlere Temperatur- und Niederschlagsverteilung der Station Groß-Enzersdorf in der Periode 1971-2000 (Datenquelle: ZAMG)

Im Erhebungszeitraum 2003 bis 2013 lag die mittlere Jahrestemperatur der Station Groß-Enzersdorf bei 11,1 °C. Damit war dieser Zeitraum im Mittel um 1,3 °C wärmer als die Referenzperiode von 1971 bis 2000. Die mittleren Temperaturen stiegen dabei in allen Monaten an. Der Schwankungsbereich des Anstiegs lag zwischen 0,1 °C im Februar und 2,3 °C im April. Der Jänner war mit 0,5 °C der kälteste, der Juli mit 21,7 °C der wärmste Monat. Die mittlere Niederschlagssumme der Jahre 2003 bis 2013 betrug 545 mm. Mehr Niederschlag im Vergleich zur Referenzperiode fiel vor allem in den Monaten Juli bis August, weniger Niederschlag vor allem im April und November. Der Juni blieb der niederschlagreichste, der Februar der niederschlagärmste Monat. In den Monaten März bis Mai fielen in dieser Zeitperiode rund 25 % des gesamten Jahresniederschlages.

Die mittlere Jahresmitteltemperatur von 2003-2013 liegt am Standort Rutzendorf im Vergleich zur ca. 6 km entfernten Meßstation der ZAMG in Groß-Enzersdorf um 0,5 °C niedriger (10.6 °C), der Niederschlag um ca. 50 mm niedriger (498 mm) (siehe Bericht Teilprojekt 5: Agrarmeteorologie). Diese Differenzen in den mittleren klimatischen Bedingungen können u.a. auf die Unterschiede in der Meßumgebung zurückgeführt werden (niedrigere mittlere Temperatur durch Lage im freien Feld und

dadurch höhere Windausgesetztheit und Verdunstung mit z.B. Einfluß auf die Verdunstungskühlung und geringerer Niederschlag durch größere Windausgesetztheit).

4 BERICHTE DER TEILPROJEKTE

4.1 TEILPROJEKT 1A: GESAMTPROJEKTKOORDINATION

Koordinationsleistungen innerhalb des Gesamtprojekts; Praxisintegration

BearbeiterInnen: A. Surböck, M. Heinzinger, A. Schweinzer, J.K. Friedel, A. Kranzler, B. Freyer
 Institut für Ökologischen Landbau, Department für Nachhaltige Agrarsysteme, BOKU Wien
 Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL) Österreich

THEMA UND ZIELE DER ARBEIT

- Sichern einer hohen Qualität bei der Umsetzung des Gesamtprojekts durch die wissenschaftliche und operative Koordination der einzelnen Teilprojekte. Leiten und Präsentieren des Gesamtprojektes sowie Betreuen der Versuchsflächen.
- Weiterführen des Prozesses der Information und der Einbindung der landwirtschaftlichen Praxis und der breiten landwirtschaftlichen Öffentlichkeit über und in das Forschungsprojekt MUBIL.

PROJEKTKOORDINATION

Die Planung und Abstimmung der Arbeitsprozesse bei den Erhebungen und Arbeiten am Biobetrieb Rutzendorf zwischen den Teilprojekten der einzelnen Disziplinen und zwischen den Teilprojekte und der BVW GmbH erfolgt laufend über die Projektkoordinatoren per Email, telefonisch und über Besprechungen mit den ProjektpartnerInnen.

PRAXISINTEGRATION

Das Ziel, während des Langzeitprojektes MUBIL in regelmäßigen zeitlichen Abständen über die Fragestellungen, die Durchführung und die aktuellen Erkenntnisse/Ergebnisse zu informieren und zu diskutieren, wurde auch 2012 und 2013 umgesetzt. Dabei konnte das Projekt MUBIL, je nach Veranstaltung, insgesamt einer sehr breiten Zielgruppe (MitarbeiterInnen der BOKU, externe Multiplikatoren aus Administration, Verbänden, Beratung, Ministerien, Kammern, Schulen sowie Landwirtinnen und Landwirte) vorgestellt werden.

Am 20. Juni 2012 war im Rahmen einer Exkursion eine Gruppe von Beratern der Landwirtschaftskammer NÖ am Biobetrieb Rutzendorf zu Gast. Der Aufbau und die Fragestellungen des Gesamtprojekts MUBIL wurden präsentiert, die Betriebsflächen und die darauf eingerichteten Versuche, ein Bodenprofil, verschiedene Blühstreifen und die aktuelle Vegetationsentwicklung wurden begutachtet und diskutiert.

Am 18. Oktober 2012 fand an der Universität für Bodenkultur Wien die Tagung "Forschung und Lehre zum Ökologischen Landbau an der BOKU" statt. Die Tagung diente zur Information über abgeschlossene und laufende Forschungsvorhaben und der Lehre zur Ökologischen Landwirtschaft an der BOKU. Aus dem Projekt MUBIL wurden vom IfÖL/FiBL und den BOKU Projektpartnern insgesamt zehn Poster mit Abstracts dazu vorbereitet und auf der Tagung von den jeweiligen Partnern präsentiert. Vier Poster waren dem Themencluster „Boden – Wasser – Düngung“ und sechs Poster dem Themencluster „Monitoring der Umstellung – Biodiversität“ zugeordnet. Alle Abstracts und Poster der Tagung sind als pdf-Downloads unter www.nas.boku.ac.at/oekolandbau2012.html abrufbar.

Am 11. Juni 2013 wurde zu einem Feldrundgang auf den Flächen des Biobetriebes Rutzendorf zum Thema „Forschungsergebnisse zum Winterweizenanbau und Naturschutz auf einem Bio-Marktfruchtbetrieb“ geladen. Auf Grund des „schlechten“ Wetters musste die Veranstaltung kurzfristig in

einen Hörsaal der BOKU Versuchswirtschaft in Groß Enzersdorf verlegt werden. Mit einer Power Point Präsentation wurde in MUBIL eingeführt und Ergebnisse zum Winterweizenanbau vorgestellt. Im Rahmen von Posterpräsentationen der Teilprojekte Avifauna, Wildbienen und Nützlinge wurden Hintergrundinformationen und Ergebnisse pointiert dargestellt. Über die Möglichkeiten und Grenzen in der Bewirtschaftung der Flächen (Striegeln, Mulchen) in Bezug auf die negative Beeinflussung der Brutvögel und Wildbienen bzw. Nützlinge wurde eingehend diskutiert. Nach der Besichtigung von Nützlingen und Schädlingen unter dem Mikroskop konnte am späten Nachmittag noch ein – zeitlich verkürzter – Feldrundgang durchgeführt werden. Dabei wurden Winterweizenbestände, die Luzernebewirtschaftung und vor allem die blühenden Nützlings- und Blühstreifen besichtigt und diskutiert.

Am 24. Oktober 2013 wurde auf den Flächen des Biobetriebes in Rutzendorf zu einem Feldtag mit dem Thema „Bodenfruchtbarkeit auf einem Bio-Marktfruchtbetrieb“ geladen. Dieses Mal zeigte sich das Wetter „von der sonnigen Seite“. Mit Posterpräsentationen wurde über den Nährstoff- und Humushaushalt, die Bodenstruktur und den Bodenwasserhaushalt sowie über Bodentiere von den MUBIL-Partnern (IfÖL, IBF, IHLW, Zoologie und FiBL) informiert. Besonders der praktische Teil nahm viel Zeit und vor allem Interesse seitens der Besucher in Anspruch. Es wurde ein Bodenprofil vorgestellt und Spatenproben gezeigt und ausführlich diskutiert. Das Luzerneschnitt- bzw. Mulchkonzept und der Zwischenfruchtanbau sowie die Anwendung von organischen Düngern (DV1, DV2, DV3, DV4) zur Förderung der Bodenfruchtbarkeit waren zentrale Themen des Feldtages.

Auf der MUBIL Homepage „www.mubil.boku.ac.at“ ist das Gesamtprojekt ausführlich beschrieben und es können Details über die Veranstaltungen des Jahres 2013 nachgelesen werden. Eine weitere Vernetzung mit MUBIL gibt es im Rahmen des Bildungsprojektes „BIONET Österreich“ unter „www.bio-net.at“.

4.2 TEILPROJEKT 1B: PFLANZENBAU UND BODENFRUCHTBARKEIT

Auswirkungen unterschiedlicher Düngungssysteme im biologischen Landbau auf pflanzenbauliche und bodenkundliche Parameter

BearbeiterInnen: A. Surböck, M. Heinzinger, J.K. Friedel, A. Schweinzer, D. Fritzsche, B. Freyer
 Institut für Ökologischen Landbau, Department für Nachhaltige Agrarsysteme, BOKU Wien.
 Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL) Österreich

ZUSAMMENFASSUNG / SUMMARY

Im Rahmen der Langzeituntersuchung werden seit dem Jahr 2003 die Auswirkungen der biologischen Bewirtschaftung und verschiedener Düngungssysteme bzw. -varianten (DV 1: nur Gründüngung (GD) mittels Luzernemulch; DV 2: GD + Biotonnekompost zugeführt (äquivalent dem P-Entzug der Fruchtfolge); DV 3: Luzerne und Stroh abgeführt + Stallmist zugeführt (äquivalent zu Raufutter- und Strohentzug); seit 2008: DV 4: Luzerne abgeführt + Agrogasgülle zugeführt (äquivalent zu Raufutterentzug) auf Ertrag und Qualität der Kulturpflanzen und auf Bodenkennwerte geprüft. Die Ertragsauswirkung der Systeme wurde im vorliegenden Bericht für die Jahre 2009 bis 2013 zusammenfassend dargestellt, da ab 2009 die Zielfruchtfolge auf allen Schlägen vollständig umgesetzt war. Die Bodenuntersuchungen wurden auf einem Kleinparzellenversuch und drei Referenzparzellen dazu durchgeführt. Die Ergebnisse vom Jahr 2013 werden mit den Daten von zu Versuchsbeginn (2003 und 2005) verglichen und ausgewertet.

In DV 3 führte die Luzerneabfuhr zu signifikant geringeren Kornerträgen des nachfolgenden Winterweizens gegenüber der DV 1 und DV 2. Aufgrund des Stickstofftransfers mit der Stallmistdüngung innerhalb der Fruchtfolge wurden aber deutliche Ertragssteigerungen beim Winterweizen nach Körnererbse und dem anschließendem Winterroggen in einer weniger bevorzugten Stellung in der Fruchtfolge erzielt. Insgesamt lag der Gesamtertrag der Marktfrüchte in DV 3 um 2 % (nicht signifikant) über dem Ertrag der DV 1. In DV 2 wurden mit dem Biotonnekompost zusätzlich Stickstoff (im Mittel ca. 43 kg je Hektar und Jahr) und organische Substanz in den Betriebskreislauf gebracht. Damit konnte der Gesamtertrag der Marktfrüchte dieser Variante um 3 % (tendenziell, $P < 0,10$) gegenüber der DV 1 gesteigert werden. Beim Winterweizen nach Erbse war auch bei dieser Variante der Ertrag signifikant höher als in DV 1. Der Großteil des Düngerstickstoffs aus dem Biotonnekompost wurde jedoch in den Humusvorrat des Bodens eingebunden und diente zum Aufbau und Erhalt der Bodenfruchtbarkeit. Aber auch der Fruchtfolgeertrag der Marktfrüchte in DV 1 (nur Gründüngung) war hoch und lag nur geringfügig unter den Erträgen in DV 2 und DV 3, was generell auf die nachhaltige Fruchtfolge als Basis für alle Systeme mit entsprechendem Leguminosenanteil (25,0 % Luzerne, 12,5 % Körnererbse) und damit Stickstoffinput sowie die hohe Bodenbonität am Standort zurückgeführt wird.

Das Stickstoffmineralisierungspotential im Oberboden (0 – 30 cm) nahm nach Luzerneanbau deutlich zu und zum Ende der Fruchtfolge wieder deutlich ab. Die Gehalte an mikrobiell gebundenem Kohlenstoff und Stickstoff im Boden (0 – 30 cm) blieben seit Versuchsbeginn 2003 weitgehend konstant. Die pilzliche Biomasse erfuhr hingegen einen starken Anstieg. Zwischen den Düngungsvarianten traten bisher keine Unterschiede in der Entwicklung der bodenmikrobiologischen Parameter auf.

The effects of different organic fertilisation systems (variant 1: green manure by mulching Lucerne; variant 2: green manure plus communal compost; variant 3: removal of lucerne crop and cereal straw plus farmyard manure; since 2008: variant 4: removal of lucerne plus agrogas slurry) on crop yield and quality and soil properties have been examined at the biofarm "Rutzendorf" since the year 2003. The present report illustrates the yield effect of different fertilization systems from 2009 to 2013; because the targeted crop rotation was complied on each field from 2009 on. Soil analysis was performed on

one field trial with four fertilization variants and three reference plots. Results from 2013 are related to those from the project's initial period (2003-2005).

In variant 3, compared to variant 1 and 2, lucerne was removed, resulting in a lower grain yield of the following winter wheat. On the contrary the grain yield of winter wheat after pea was clearly increased due to the N transfer by farmyard manuring. Also the subsequent winter rye showed high grain yields. In variant 3 the total crop yield of all cash crops was 2 % higher than in variant 1 (not statistically confirmed). The fertilization with compost in variant 2 supplies the soil with extra Nitrogen (about 43 kg per hectare and year) and organic matter resulting in a 3 % higher crop yield of the cash crops in variant 2 (statistical tendency) compared to variant 1. Nevertheless the bigger part of nitrogen deriving from compost was used for humus accumulation and served for the structure and maintenance of soil fertility. The total crop yield of all cash crops in variant 1 was also high and slightly fell below the values of variant 2 and 3 as a result of the generally sustainable crop rotation due to the high proportion of legumes (25% Lucerne, 12,5% pea). Furthermore the experimental site offers high soil quality.

The development of the N-mineralization rate in the soil was reflected by the growing of lucerne, showing a rapid increase directly after planting lucerne and a decrease by reaching the end of the crop rotation. The contents of microbial C and N within the soil stayed constant since the project start. The fungal biomass, however, showed a strong increase. Up to now there were no differences between the fertilization variants in the development of soil microbial parameters.

EINLEITUNG

Im biologischen Landbau muss das Anbausystem im Vergleich zur konventionellen Produktion durch andere acker- und pflanzenbauliche Maßnahmen versorgt und gesteuert werden. Eine zentrale Bedeutung kommt dabei der Gestaltung der Fruchtfolge zu. Ein nachhaltiges Nährstoffmanagement wird durch eine effiziente Nutzung der Nährstoffvorräte des Bodens, dem weitgehenden Schließen von Nährstoffkreisläufen, der Luftstickstoffbindung über Leguminosen und durch verlustmindernde Bewirtschaftungsmaßnahmen erzielt.

THEMA UND ZIELE DER ARBEIT

In dieser Untersuchung werden das Ausmaß und die Dynamiken der Veränderungen auf das System Boden-Pflanze durch eine langfristige biologische Bewirtschaftung überprüft und beurteilt.

Die Mehrzahl der biologisch wirtschaftenden Betriebe in der Untersuchungsregion Marchfeld, die als repräsentativ für das ostösterreichische Trockengebiet betrachtet wird und in der der Versuchsbetrieb liegt, wirtschaftet viehlos bzw. vieharm. Um die langfristigen Auswirkungen unterschiedlicher Bewirtschaftungsstrategien auf Boden, Pflanzen und Nährstoffkreisläufe festzustellen und um die biologische Bewirtschaftung nachhaltig zu optimieren, wurden unterschiedliche Düngungssysteme anhand von vier Düngungsvarianten (DV) auf den Versuchsflächen eingerichtet. Die Düngungssysteme werden dabei sowohl in Kleinparzellenversuchen als auch im großen Maßstab auf Betriebsebene für einen konkreten Praxisbezug geprüft.

Mit der Fortsetzung der Untersuchungen sollen festgestellte Trends abgesichert und Hinweise auf Annäherung an einen neuen Gleichgewichtszustand bezgl. bodenspezifischer und pflanzenbaulicher Parameter erhalten werden. Die Projektziele umfassen Untersuchungen auf der betrieblichen Ebene (Schlag und Gesamtbetrieb) und auf der Ebene von Feldversuchspartellen.

Betriebliche Ebene:

- Planen und dokumentieren der biologischen Bewirtschaftung des Betriebes in Zusammenarbeit mit der BVW GmbH sowie Umsetzung von organisatorischen Aufgaben.
- Ermitteln des Aufwuchses der Luzerne bzw. deren Abfuhr, der Stoffeinträge über die organische Düngung und Stoffabfuhr über die Ernteprodukte sowie von Erträgen und Qualitäten der Ernteprodukte mit zunehmender Dauer biologischer Bewirtschaftung und in Abhängigkeit von unterschiedlichen Düngungssystemen (-varianten).

Ebene Feldversuch:

- Ermitteln des Aufwuchses der Luzerne bzw. deren Abfuhr, von Stoffeinträgen über die organische Düngung und Stoffabfuhr über die Ernteprodukte sowie von Erträgen und Qualitäten der Ernteprodukte mit zunehmender Dauer biologischer Bewirtschaftung und in Abhängigkeit von unterschiedlichen Düngungssystemen (-varianten).
- Feststellen der Veränderungen zentraler Bodenkennwerte (Bodenmikrobiologie und Stickstoff-nachlieferung) nach der ersten Fruchtfolgerotation bzw. 10 Jahren biologischer Bewirtschaftung und in Abhängigkeit von unterschiedlichen Düngungssystemen (-varianten).

HERLEITUNG DER ARBEITSHYPOTHESEN

Bei der Umstellung auf die biologische Bewirtschaftung wurden aufgrund geänderter Fruchtfolgen (v.a. Futterleguminosenanbau, Zwischenfruchtbau) und einer organischen Düngewirtschaft (v.a. tierische Dünger) positive Auswirkungen auf die Bodenfruchtbarkeit (z.B. Qualität der organischen Bodensubstanz, den Humushaushalt und die Bodenstruktur) beobachtet (Herrmann und Plakolm, 1993; Fließbach und Mäder, 2000; Fließbach et al., 2000b).

Da in viehlosen Systemen keine tierischen Dünger zur Verfügung stehen, fehlen deren zusätzlichen positive Effekte auf die Bodenstruktur, auf das Bodenleben und die Mobilisierung von Bodennährstoffvorräten. Mittel- bis langfristig sind daher Unterschiede bei der Entwicklung der Bodenfruchtbarkeit, der Wasserspeicherfähigkeit der Böden, den Erträgen sowie der Qualität der Ernteprodukte zwischen Systemen mit dem Einsatz von unterschiedlichen organischen Düngern (Biotonnekompost, Stallmist) und einem nur auf eine Gründüngung aufgebautem System zu erwarten.

MATERIAL UND METHODEN**Betriebliche Ebene**

Die gesamte Ackerfläche ist in acht annähernd gleich große Schläge mit einer Schlaggröße von jeweils ca. 17 ha (S1 – S8) geteilt. Drei dieser Schläge sind noch einmal zweigeteilt, wobei die kleinste Teilschlagfläche ca. 5 ha umfasst. Der Anbau der Haupt- und Zwischenfrüchte wurde, wie in den vergangenen Jahren, in Zusammenarbeit mit der BVW GmbH geplant. Die notwendigen Produktionsmaßnahmen werden hauptsächlich von der BVW GmbH durchgeführt. Von den 3 Düngerstreifen pro Schlag – mit jeweils zwei Hektar je Düngungsvariante (DV 1, DV 2, DV 3) – wurde nur bei der Düngungsvariante 3 (DV 3 = Stallmist) maschinell Luzerne und Stroh abgefahren. Auf den beiden anderen Düngungsvarianten (DV 1, DV 2) wird die Luzerne gemulcht bzw. bleibt auch das Getreidestroh gehäckselt liegen. Genau das Gleiche geschieht in den Kleinparzellenversuchen (KPV). Die Düngermengen sind auf die Ausbringungsmengen je ha der Kleinparzellenversuche (KPV) abgestimmt bzw. hochgerechnet. Die Düngung mit Biotonnekompost (DV 2) und Stallmist (DV 3) auf den Düngerstreifen erfolgte maschinell mit einem Miststreuer. Die Düngungsvariante 4 (DV 4 = Pflanzliche Agrogasgülle) wird nur im Kleinparzellenversuch S1M auf dem Schlag 1 und nicht auf den Düngerstreifen umgesetzt. Bis 2009 wurden von jedem Düngerstreifen mittig nur eine Mähdescherschnittbreite geerntet und durch Wiegung der Erntemenge und Umlegung auf die geerntete Fläche, auf 2 ha hochgerechnet.

Ab dem Jahr 2010 erfolgte die Ertragsfeststellung durch Ernte und Wiegung der Erntemenge der gesamten zwei Hektar eines Düngerstreifens. Die Einheitlichkeit in der Bodengüte der drei Düngerstreifen je Schlag wurde über die Berechnung einer mittleren Ackerzahl je Düngerstreifen geprüft (unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Flächenanteile je Ackerzahl) und dabei nur eine geringe Streuung zwischen den Düngerstreifen je Schlag festgestellt.

Ebene Feldversuch

Das Monitoring wird seit 2003 auf den 8 Schlägen mit 8 Kleinparzellenversuchen (KPV: S1M – S8M) mit drei Düngungsvarianten (DV 1, DV 2, DV 3) und den zwei Referenzparzellen (KP: S1G und SK) durchgeführt. Seit 2013 gibt es eine neue Referenzparzelle KP SK1, wobei die beiden konventionellen Referenzparzellen SK und SK1 nicht zum Biobetrieb und auch nicht der BVW GmbH gehören. Im Hauptversuch S1M wurde ab dem Jahr 2008 eine vierte Düngungsvariante (DV 4: Pflanzliche Agrogasgülle) angelegt. Gemäß der Zielfruchtfolge wurden Winterweizen nach Erbse und Körnermais mit Biotonnekompost (DV 2) bzw. Stallmist (DV 3) gedüngt. Die Ausbringung der Dünger auf den Kleinparzellenversuchen erfolgte für beide Kulturen im Herbst (bei Winterweizen unmittelbar vor seinem Anbau, bei Körnermais zum Umbruch der Zwischenfrucht vor Mais) händisch, parzellengenau und gleichmäßig auf die jeweiligen Parzellen verteilt. Der Stallmist und der Biotonnekompost werden unmittelbar nach der Düngung mit einem Flügelschar-Grubber in den Boden eingearbeitet. Die erste Düngung mit Agrogasgülle (DV 4) erfolgte im Jahr 2008 zu Körnermais, die zweite Düngung im Jahr 2011 zu Winterweizen. Die Agrogasgülle wurde im Frühjahr jeweils in zwei Düngergaben händisch, parzellengenau und gleichmäßig verteilt auf den Parzellen ausgebracht. Die zunächst oberflächlich ausgebrachte Agrogasgülle wurde dann maschinell oberflächlich mit einem Hackstriegel beim Winterweizen, mit einer Saatbettkombination (bei Ausbringung zum Maisanbau) und einem Hackgerät (bei Ausbringung nach Maisanbau) in den Boden eingearbeitet. Zum Zeitpunkt der Ausbringung wurden Düngerproben gezogen und die Nährstoffgehalte der Dünger analysiert (Durchführung: AGES). Bis auf die Ernte und die Düngung erfolgte auch auf den Parzellen die schlagbezogene betriebsübliche Bewirtschaftung durch die BVW GmbH.

Die Bestandesentwicklung beim Getreide ist über die Aufnahme der Bestockung, der Bestandesdichte, der Bestandeshöhe und der Lagerung und beim Körnermais durch Aufnahme der Bestandesdichte und Bestandeshöhe dokumentiert.

Getreide und Erbse wurden mit einem Parzellenmähdrescher (1,5 m Schnittbreite) auf den vorgesehenen Erntestreifen (1,5 m Breite) in jeder Parzelle geerntet. Beim Mais wurden die Kolben am Feld händisch geerntet und anschließend getrocknet. Die Maiskörner werden von der Maisspindel mit einem Maisrebler getrennt und anschließend der Kornertrag festgestellt. Die Erntefläche je Parzelle betrug bei Körnermais 20,0 m², bei Getreide und Erbse ca. 13,5 m² und im Hauptversuch KPV S1M wurde bei Getreide und Erbse eine Fläche von ca. 22,5 m² geerntet. Die Längen der Erntestreifen können arbeitstechnisch etwas variieren, wobei diese Unterschiede bei der Ertragsberechnung berücksichtigt werden. Die jährlichen Ertragserhebungen bei Luzerne werden in allen Parzellen aller Düngungsvarianten durch Quadratmeterernten jeweils zu 3 Schnittterminen bestimmt. Je Schnitttermin wurden händisch 2 m² je Parzelle, auf den dafür vorgesehenen Erntestreifen mit Scheren in einer Schnitthöhe von 10 bis 15 cm, geerntet. Nach der Quadratmeterernte wurde auf allen DV 3 Parzellen die Luzerne vollständig abgemäht und abgefahren. Die Luzerne auf den Parzellen der DV 1 und DV 2 wird immer gemulcht. Im Hauptversuch S1M wurde die Luzerne von den Parzellen der DV 3 und DV 4 (DV 4: nur zwei Schnitte) nach der Quadratmeterernte abgemäht und von der Fläche gebracht. Die Menge der oberirdischen Biomasse der Zwischenfrüchte wurde ebenfalls mittels Quadratmeterernten festgestellt und anschließend bei allen Düngungsvarianten gemulcht. Bei der Getreideernte wird nur auf den DV 3 Parzellen das Stroh der gesamten Parzellenfläche händisch abgeführt, auf den übrigen Düngungsvarianten bleibt das

gehäckselte Stroh liegen. Die abgeführten Mengen, an Luzerne als Futter und Getreidestroh als Einstreu, wird gemäß des Bedarfs einer Mutterkuhherde mit 0,5 GVE/ha bei einer ganzjährigen Haltung im Tieflaufstall mit Auslauf berechnet.

Bei jeder Ernte (Getreide, Mais, Erbse, Luzerne, Zwischenfrucht) wurde die Trockenmasse festgestellt (Trocknung bei 105 °C) und die jeweilige Ertragsleistung je Parzelle mit einheitlichen Trockensubstanzgehalten je Kultur auf Dezitonnen pro Hektar hochgerechnet. Folgende Qualitätsparameter wurden beim Getreide, der Körnererbse und dem Körnermais in Abhängigkeit der Kultur untersucht: Tausendkorngewicht (TKG), Hektolitergewicht, Fallzahl, Vollgerstenanteil und Rohproteingehalt. Die Bestimmung von Stickstoff und Kohlenstoff erfolgte an der BOKU durch Verbrennung mittels eines CN-Analyzers (Elementanalysator), wobei die Proben zuvor einheitlich bei 60 °C getrocknet und anschließend entsprechend fein gemahlen wurden. Die Analyseergebnisse werden u.a. für die Ermittlung der Rohproteingehalte (über den N-Gehalt) verwendet.

Die Bodenprobenahme wurde Mitte April 2013 im KPV S1M mit vier Düngungsvarianten sowie in den Referenzparzellen S1G, SK und SK1 in Zusammenarbeit mit dem IBF (Teilprojekt 2) durchgeführt. Für die Analyse der unten genannten Parameter wurden Bodenproben in der Tiefenstufe 0-30 cm gezogen. Die Proben wurden im Labor entsprechend den Anforderungen der unterschiedlichen Untersuchungsparameter aufbereitet und mit folgenden Methoden analysiert:

- Mikrobielle Biomasse: Die Gehalte an mikrobieller Biomasse wurden mittels Fumigations-Extraktions-Methodik geschätzt und in mikrobiellen Biomasse-Kohlenstoff sowie -Stickstoff umgerechnet (Brookes et al. 1985; Vance et al. 1987).
- Stickstoffnachlieferung: Die Stickstoffmineralisation wurde im anaeroben Brutversuch (Kandeler et al. 1993) ermittelt.
- Ergosterol: Der Ergosterolgehalt, als Summenparameter für die pilzliche Biomasse, wurde durch alkalische Extraktion und Auftrennung der Extraktionsprodukte mittels HPLC festgestellt (Djajakirana et al. 1996).

Die Kleinparzellenversuche sind randomisierte komplette Blockanlagen mit drei bzw. im Versuch S1M mit vier verschiedenen Düngungsvarianten in vierfacher Wiederholung. Die Messergebnisse der KPV in den einzelnen Erntejahren wurden mit statistischen Tests (2-faktorielle ANOVA – paarweiser Mittelwertvergleich nach Tukey, $p < 0,05$) auf signifikante Unterschiede geprüft und in Tabellen dargestellt. Die gemeinsame Auswertung der Daten aus allen Kleinparzellenversuchen (3 Düngungsvarianten, 4 Wiederholungen) über mehrere Jahre wurde in einem allgemeinen, linearen Modell mit univariater Varianzanalyse mit der Düngungsvariante als fixer Faktor und das Jahr und die Wiederholung als zufällige Faktoren durchgeführt (Tukey-Test, $p < 0,05$). Die Berechnungen erfolgten mit der Statistiksoftware SPSS (SPSS 18.0 und IBM SPSS Statistics 21).

ERGEBNISSE UND DISKUSSION

Daten zu den Erträgen und Qualitäten der Kulturen wurden in allen Schlägen des Bio-Betriebes auf betrieblicher Ebene in großflächigeren Düngerstreifen und in Kleinparzellenversuchen mit mehreren Wiederholungen erhoben. Von der BVW wurden die Erträge von den Gesamtschlägen und die Bewirtschaftungsmaßnahmen dokumentiert.

In den einzelnen Schlägen kam es in Abhängigkeit von der Vorgeschichte zu einem unterschiedlichen Einstieg in die Zielfruchtfolge. Ab dem Jahr 2009 war in allen Schlägen die Zielfruchtfolge vollständig umgesetzt und damit ab diesem Zeitpunkt jedes Fruchtfolgeglied in jedem Jahr vertreten. Die Darstellung der Erträge der einzelnen Kulturen konzentriert sich daher vor allem auf die Zeitperiode 2009 bis 2013.

Darüber hinaus werden die Wirkung der Düngungssysteme über die Gesamtlaufzeit dargestellt und die letzten beiden Erhebungsjahre näher betrachtet.

Die Bodenuntersuchungen haben sich auf den Kleinparzellenversuch S1M (mittlere Bodenbonität) auf einem biologisch bewirtschafteten Schlag und drei Referenzparzellen dazu (S1G: biologisch bewirtschaftet, geringe Bodenbonität; SK und ab 2013 SK1: konventionelle bewirtschaftet, mittlere Bodenbonität) konzentriert. Um die Entwicklung der Bodenparameter aufzuzeigen, werden die Ergebnisse aller bisherigen Probenahmetermine seit Versuchsbeginn 2003 dargestellt.

Betriebliche Ebene (Großschläge und Düngerstreifen)

Produktionsmaßnahmen

Die Produktionsmaßnahmen und die Erträge der einzelnen Schläge der Jahre 2012 und 2013 sind in der Tabelle 4.2-8 im Anhang zusammengefasst. Für die Grundbodenbearbeitung vor den Marktfrüchten kam der Pflug (ca. 30 cm Bodentiefe) zum Einsatz. Die Bodenbearbeitung vor dem Luzerneanbau im Sommer erfolgte mit dem Flügelschar-Grubber. Für den Anbau wurde für alle Kulturen und auf der gesamten Fläche Originalsaatgut verwendet. Vor Körnermais wurde ein Zwischenfruchtgemenge aus Körnerleguminosen und Nicht-Leguminosen und vor Körnererbse ein Gemenge aus Nicht-Leguminosen angebaut. Die Ausfallerbse vor Winterweizen als Zwischenfrucht wurde durch den Anbau eines Zwischenfruchtgemenges (Leguminosen und Nicht-Leguminosen) ergänzt (siehe Tabelle 4.2-9 im Anhang). Der Anbau der Zwischenfrüchte erfolgte jeweils als Stoppelsaat Mitte August mit einer Mulchsaatmaschine nach ein- bis zweimaligen Einsatz des Flügelschar-Grubbers. Die Bearbeitung der Zwischenfrüchte (Mulchen/Umbruch) wurde vor dem Winterweizenanbau bzw. im Herbst des Anlagejahres durchgeführt. Die Beikrautregulierung wurde bei Getreide und Erbse mittels ein- bis zweimaligem Striegeln und bei Körnermais mittels ein- bis zweimaligem Hacken durchgeführt. Die acker- und pflanzenbaulichen Maßnahmen haben sich über die Erhebungsjahre nicht wesentlich geändert. Die dargestellten Maßnahmen der letzten beiden Jahre können daher als repräsentativ für die bisherige Bewirtschaftung am Bio-Betrieb angesehen werden.

Auswirkungen der Düngungssysteme

Die Erträge auf den Schlägen liegen in den einzelnen Jahren vor allem aufgrund der Einbeziehung der Schlagränder und des Vorgewendes mit geringeren Erträgen meist etwas unter dem Ertragsniveau der Düngerstreifen und Kleinparzellenversuche am Betrieb. In der Abbildung 4.2-1 sind die mittleren Kornerträge über die Jahre 2009 bis 2013 der einzelnen Druschfrüchte der Zielfruchtfolge in Abhängigkeit der Düngungsvarianten dargestellt. Die Verteilung der Erträge zwischen den Jahren ist aus der Tabelle 4.2-5 im Anhang ersichtlich.

Die mittleren Erträge der Druschfrüchte über diesen Zeitraum können bei allen Düngungsvarianten als mittel bis hoch eingestuft werden (im Vergleich zu Erträgen biologischer Marktfruchtbetriebe), was auf die Fruchtfolge mit entsprechendem Leguminosenanteil (25,0 % Luzerne, 12,5 % Körnererbse) und damit Stickstoffinput sowie die hohe Bodenbonität am Standort und die meist günstigen Witterungsbedingungen in diesem Zeitraum zurückgeführt wird. Voraussetzung für das Erreichen dieses Ertragsniveaus war eine ausreichende Wasserversorgung der Kulturen. Eine lange Trockenperiode beginnend im Herbst 2011 bis in die Frühjahrsmonate 2012 war der Grund für die geringen Erträge im Jahr 2012. Der Körnererbsenbestand in diesem Jahr entwickelte sich aufgrund der extremen Trockenheit so schwach, sodass wegen der geringen Hülsen- und Kornausbildung keine Ernte durchgeführt wurde. Die Ertragshöhe stimmt bei allen Getreidearten und bei der Körnererbse gut mit den Ergebnissen aus den Kleinparzellenversuchen (vergleiche Abbildung 4.2-3) überein. Beim Körnermais waren die Erträge in den Kleinparzellenversuchen hingegen aufgrund der gegenüber der Mähdruschernte in den Düngerstreifen weitgehend verlustfreien Handernte wesentlich höher.

Grundsätzlich zeigen die Erträge in den Streifen in Abhängigkeit der Düngungsvarianten die gleichen Tendenzen wie in den Kleinpflanzenversuchen. Der Winterweizenenertrag nach zweijähriger Luzerne war bei der DV 3 nach Luzerneabfuhr geringer als bei Mulchnutzung in der DV 1 und der DV 2. Die Düngung mit Biotonnekompost (DV 2) und Stallmist (DV 2) hatte sowohl bei Körnermais als auch bei Winterweizen nach Vorfrucht Körnererbse eine positive Wirkung auf den Kornertrag.

Der Fruchtfolgeertrag (mittlerer Ertrag aller Marktfrüchte der Jahre 2009 bis 2013) war in DV 2 um 3,7 % und in DV 3 um 5,0 % höher als der Ertrag der DV 1.

Die Luzerneabfuhr in DV 3 auf den Düngerstreifen erfolgte maschinell vorwiegend als Heu nach Bodentrocknung. Die Erträge und Stickstoffgehalte waren daher aufgrund höherer Ernteverluste (vor allem Bröckelverluste stickstoffreicher Luzerneblätter) wesentlich geringer als in den Kleinpflanzenversuchen mit Luzerneernte als „Grünfutter“ (siehe Abbildung 4.2-2). Die Werbungsverluste liegen nach Stein-Bachinger et al. (2004) in Abhängigkeit der Art der Futterwerbung bei Grünfutter zwischen 5-10 %, bei Anweilsilage zwischen 15-30 % und bei Heu in Bodentrocknung zwischen 25-50 %. So wurden bei der DV 3 im Mittel pro Jahr nur 49,4 dt/ha Luzernetrockenmasse mit 100 kg/ha Stickstoff vom Feld abgefahren. Zusätzlich erfolgte in dieser Variante eine Abfuhr von Stickstoff und organischer Substanz mit dem Getreidestroh. Mit dem Stallmist wurden deshalb auch geringere Mengen an Stickstoff auf die Flächen rückgeführt. Im Mittel wurden je Düngung 182 dt/ha Stallmist mit 95 kg N/ha ausgebracht. Die mittleren Ausbringungsmengen je Düngung beim Biotonnekompost (DV 2) lagen bei 185 dt/ha mit 176 kg N je ha für die Erntejahre 2009 bis 2013, was weitgehend den ausgebrachten Dünge- und Stickstoffmengen der Parzellenversuche entsprach. Mit dem Biotonnekompost wurden damit zusätzlich ca. 44 kg Stickstoff pro ha und Jahr in den Boden eingebracht.

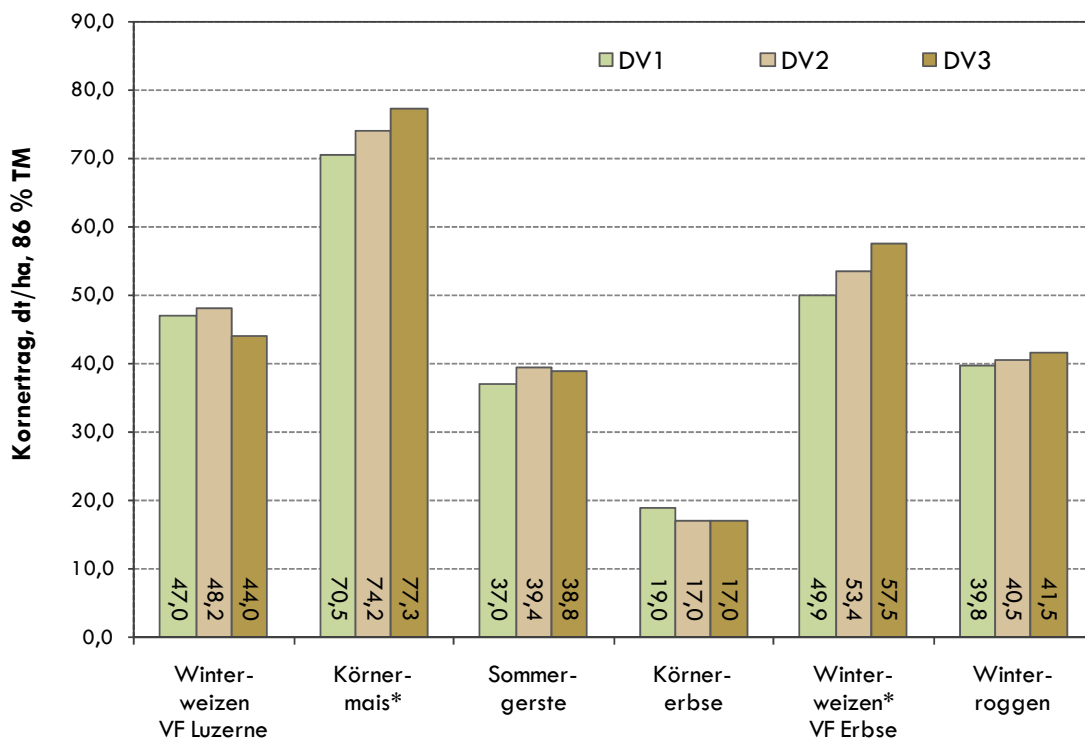


Abbildung 4.2-1: Mittlere Kornerträge (dt/ha, 86 % Trockenmasse) der Marktfrüchte der Jahre 2009 bis 2013 in den Düngerstreifen in Abhängigkeit der Düngungsvariante

DV: Düngungsvariante: DV 1: Gründüngung, DV 2: GD + Biotonnekompost, DV 3: Stallmist; VF...Vorfrucht; Kultur*...die Kultur wurde vor dem Anbau mit Biotonnekompost (DV 2) und Stallmist (DV 3) gedüngt

Im Gegensatz zum Kornertag ist bei den Qualitätsparametern des Winterweizens kein eindeutiger Einfluss der Düngungsvarianten in den Düngerstreifen erkennbar (Tabelle 4.2-1). Mit Ausnahme des Jahres 2011 bei Winterweizen nach Erbse (DV 1 und DV 3) wurde immer ein Rohproteingehalt über dem marktüblichen Mindestwert von 12 % für Bioqualitätsweizen erreicht. Die weiteren Qualitätsparameter Hektolitergewicht und Fallzahl lagen sowohl nach Vorfrucht Luzerne als auch nach Erbse bei allen drei Düngungsvarianten und in allen Jahren über den geforderten Mindestwerten (AGES, 2012). Der mittlere Rohproteingehalt bei Winterweizen nach Luzerne war mit 14,3 % um 1,4 Prozentpunkte höher als der Gehalt bei Winterweizen nach Erbse mit 12,9 %.

Tabelle 4.2-1: Mittlere Ertrags- und Qualitätsparameter von Winterweizen der Jahre 2009 bis 2013 in den Düngerstreifen in Abhängigkeit der Düngungsvariante und der Vorfrucht

Kultur	DV	Rohprotein, %	Hektoliter- gewicht, kg	Fallzahl, sec.	TKG, g 86% TS
Winterweizen VF Luzerne	DV 1	14,6	83,3	422	36,9
	DV 2	14,1	83,2	412	38,4
	DV 3	14,2	83,4	410	36,7
	MW DV	14,3	83,3	415	37,3
Winterweizen VF Erbse + org. Düngung	DV 1	12,7	84,1	377	39,4
	DV 2	13,1	84,1	366	40,1
	DV 3	12,8	84,2	381	39,6
	MW DV	12,9	84,1	375	39,7

DV: Düngungsvariante: DV 1: Gründüngung, DV 2: GD + Biotonnekompost, DV 3: Stallmist; VF...Vorfrucht; TKG...Tausendkorngewicht

Ebene Feldversuch (KPV)

Düngungssysteme – Luzernenutzung

Der Luzerneaufwuchs der Düngungsvariante 3 (Stallmist) wurde geschnitten und von den Parzellen abgefahren. Die Abbildung 4.2-2 zeigt die Biomasseerträge und den darin enthaltenen Stickstoff (Summe aus zwei bis drei Schnitten) dieser Variante der Kleinparzellenversuche mit zweijährigem Luzerneanbau. Im Mittel der Jahre 2004 bis 2013 wurden 78 dt/ha/Jahr Trockenmasse an oberirdischer Biomasse (entspricht 3495 kg C/ha/Jahr) der Luzerne geerntet. Der mittlere Stickstoffertrag in der oberirdischen Luzernebiomasse der Jahre 2004 bis 2013 war 248 kg/ha/Jahr.

Grundsätzlich wiesen die Luzerneerträge je nach Witterungsverlauf und dadurch bedingtem Wasserangebot starke Schwankungen zwischen den Erntejahren auf. So wurden hohe Erträge bei ausreichenden Niederschlägen in der Vegetationszeit, wie z.B. in den Jahren 2009, 2011 und 2013 erreicht. Die unterdurchschnittlichen Erträge im zweiten Luzernejahr der Jahre 2005, 2007 und 2012 waren vor allem auf die ausgeprägte Frühjahrstrockenheit in diesen Jahren zurückzuführen. Im ersten Jahr muss sich der Luzernebestand erst etablieren. Der Anbau der Luzerne erfolgte in den letzten Jahren als Blanksaat im Sommer vor dem ersten Hauptnutzungsjahr. In den Jahren 2009 bis 2012 war der Luzernebestand im Frühjahr schwach und ungleich entwickelt und hatte teilweise starke Konkurrenz durch Roggendurchwuchs. Auf diesen Schlägen wurde daher der erste Schnitt bei allen Düngungsvarianten als Schröpschnitt ohne Abfuhr der Luzernebiomasse durchgeführt bzw. am Schlag 6 (KPV S6M) die Luzerne im Frühjahr auch nochmals angebaut. Aufgrund des Fehlens des ertragreichen ersten Schnittes war die Gesamtabfuhr in diesen Jahren mit jeweils unter 40 dt/ha Luzernetrockenmasse sehr gering. Im Jahr 2013 (KPV S1M, Ergebnis in der Abbildung nicht dargestellt) wurde hingegen mit 99,3 dt/ha auch im ersten Luzernejahr mit drei Schnitten wieder ein hoher Trockenmasseertrag erreicht.

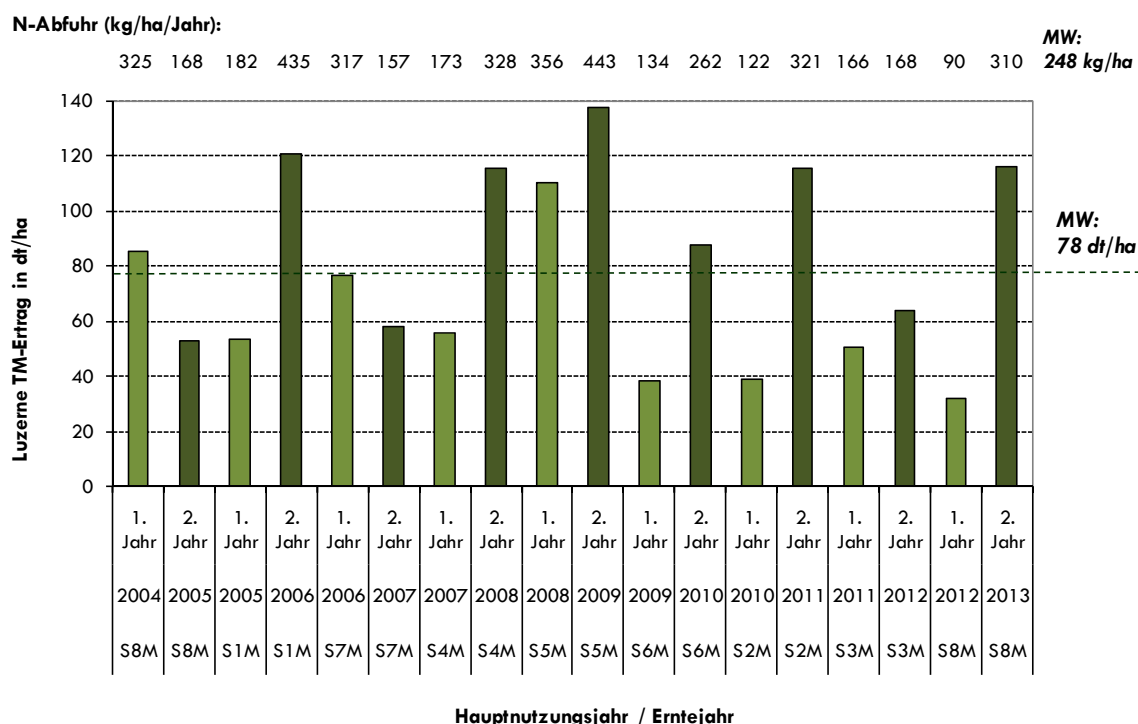


Abbildung 4.2-2: Luzerne-Trockenmasseertrag bei Schnittnutzung (DV 3) in Abhängigkeit des Erntejahres (MW...Mittelwert)

Bei den Düngungsvarianten 1 (Gründüngung) und 2 (Gründüngung + Biotonnekompost) wurde die Luzerne gemulcht und die oberirdische Biomasse als Gründüngung am Feld belassen. Die Aufwuchsmengen (Mittel der Jahre 2004 bis 2013) dieser Varianten lagen im gleichen Zeitraum mit 80 dt/ha/Jahr (254 kg N/ha/Jahr) bei der DV1 und mit 82 dt/ha/Jahr (262 kg N/ha/Jahr) bei der DV2 nur geringfügig über den Mengen der DV3 mit Schnitt und Abfuhr der Luzerne. Die Erträge der Schröpfschnitte über alle drei Düngungsvarianten wurden in die Ertragsberechnungen nicht miteinbezogen. Die Biomassemengen waren jedoch aufgrund der schwachen Luzerneentwicklung und des zeitlich früheren Mulchtermins vergleichsweise gering.

Tabelle 4.2-2 zeigt den Einfluss der Luzernenutzung im Mittel der Jahre 2009 bis 2013 getrennt für das erste und zweite Luzernejahr. Auffällig ist der große Ertragsunterschied zwischen den beiden Anbaujahren, was wie oben beschrieben, mit dem Fehlen des ersten ertragreichen Schnittes im ersten Luzernejahr in vier der fünf Jahre zu erklären ist. Im ersten Anbaujahr lag der Trockenmasseertrag der DV 3 mit Schnittnutzung und Abfuhr der Luzerne signifikant unter den Erträgen der DV 1 und DV 2 mit Mulchnutzung, der Stickstoffertrag war nur gegenüber der DV 2 signifikant geringer. Eine mögliche Erklärung für diese Ertragsunterschiede wurde nicht gefunden, da alle drei Varianten beim Schröpfschnitt gleich behandelt wurden und somit die Ausgangslage für die weiteren Schnitt- bzw. Mulchtermine gleich waren. Im zweiten Luzernejahr wurde bei sehr hohem durchschnittlichem Ertragsniveau weder beim Trockenmasseertrag noch im Stickstoffertrag ein signifikanter Unterschied zwischen den Düngungsvarianten festgestellt.

Tabelle 4.2-2: Trockenmasse- und Stickstoffertrag der Luzerne in Abhängigkeit der Nutzungsform der Luzerne (Ertrag aus zwei- bis dreimal Mulchen bzw. Schneiden pro Jahr, Mittel der Jahre 2009 bis 2013)

Luzernejahr:	1. Luzernejahr		2. Luzernejahr	
Düngungsvariante: Luzernenutzung	TM- Ertrag, dt/ha	N- Ertrag, kg/ha	TM- Ertrag, dt/ha	N- Ertrag, kg/ha
DV 1: Mulchnutzung	55,6 a	167 ab	104,2 a	304 a
DV 2: Mulchnutzung	57,6 a	181 a	107,7 a	319 a
DV 3: Schnittnutzung	51,9 b	159 b	104,1 a	301 a
Mittel	55,0	169	105,3	308

Mulchnutzung: Mulchen und Belassen der oberirdischen Biomasse als Gründüngung am Feld. Schnitt- bzw. Futternutzung: Schnitt und Abfuhr der oberirdischen Biomasse als Grünfutter vom Feld.

DV 1: Gründüngung, DV 2: GD + Biotonnekompost, DV 3: Stallmist

Mittelwerte mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant (Tukey-Test: $P < 0,05$).

Vergleichbare Untersuchung zur Mulch- versus Schnittnutzung von Klee-Gras bzw. Luzerne wurden meist mit einjährigen Beständen durchgeführt. Bei als Mulch genutzten Klee-Gras- und Luzernebeständen kann durch Freisetzung von mineralisiertem Stickstoff die Fixierungsleistung von Luftstickstoff reduziert werden und es kann zu Stickstoffverlusten aus dem Mulchmaterial kommen.

In einem Dauerfeldversuch unter ähnlichen Standortbedingungen (Schwarzerdegebiet Sachsen-Anhalt, NS: 480 mm, ØT: 8,9 °C) lagen die Trockenmasseerträge bei Klee-Luzerne-Gras unter Schnittnutzung im viehhaltenden System statistisch gesichert im Mittel um 5,5 % über denen der Mulchnutzung im viehlosen System. Das mittlere Ertragsniveau war mit etwa 117 dt Trockenmasse je ha und Jahr sehr hoch. Im Futterbausystem wurden im Mittel etwa 15 kg N je ha und Jahr mehr fixiert als bei Mulchnutzung (Reinicke und Christen 2007). Der Vergleich Mulch/Schnitt von einjähriger Luzerne in Reinsaat führte unter Bedingungen mit höheren Jahresniederschlägen in Norddeutschland (NS: 750 mm je Jahr, ØT: 8,5°) zu keinen unterschiedlichen Luzernetrockenmasseerträgen (im Mittel 100 dt TM je ha und Jahr), jedoch zu einer deutlich geringeren Stickstofffixierung im Mulchsystem (Loges et al. 1999).

Im Trockengebiet gelten die geringen Niederschläge als begrenzender Faktor für die Stickstoffmineralisation aus dem Luzernemulch. Bei Versuchen im Marchfeld in den Jahren 2000 und 2001 traten bei jeweils trockenen Bedingungen und einem mittleren Ertragsniveau von 81 dt je ha und Jahr in beiden Erhebungsjahren keine Unterschiede im Trockenmasse- und Stickstoffertrag der oberirdischen Biomasse der Luzerne zwischen Mulch- und Schnittnutzung auf (Pietsch et al. 2007). Die Nutzungsform hatte keinen Einfluss auf die Stickstoffbindungsleistung der Luzerne. Die gasförmigen Stickstoffverluste aus dem Mulchmaterial wurden auf 15-30 kg N/ha geschätzt, was einen Verlust von Stickstoff an der insgesamt fixierten N-Menge von ca. 10 – 20 % bedeutet.

Düngungssysteme – Organische Düngung

Bis in das Erntejahr 2013 waren vier Kleinparzellenversuche (KPV) zweimal und 4 KPV dreimal mit Biotonnekompost und Stallmist gedüngt. In DV4 („Pflanzliche Agrogasgülle“) im Kleinparzellenversuch S1M wurde bisher zweimal gedüngt, 2008 zu Körnermais und 2011 zu Winterweizen. Die Ausbringungsmengen lagen bei 37 m³/ha (170 kg N/ha) bzw. 45 m³ (131 kg N/ha) Agrogasgülle (Tabelle 4.2-3).

Die mit Biotonnekompost und Stallmist ausgebrachten Nährstoffe Stickstoff und Phosphor und die Menge an organischer Substanz liegen im Mittel auf einem ähnlichen Niveau. Mit Stallmist wurde hingegen mehr

als das Dreifache an Kalium gegenüber dem Biotonnekompost ausgebracht. Zu berücksichtigen ist, dass über die Variante Biotonnekompost zusätzlich zur Gründüngung Nährstoffe und organische Substanz von außen zugeführt werden (bei zweimaliger Düngung innerhalb der Zielfruchtfolge ca. 43 kg N, 8 kg P und 30 kg K je Hektar und Jahr).

Bei der Düngungsvariante Stallmist handelt es sich hingegen um einen simulierten innerbetrieblichen Kreislauf mit Abfuhr von Luzerne und Stroh und Rückfuhr von Nährstoffen und organischer Substanz über den Rindermist, der von einem Partnerbetrieb aus der Region mit ähnlicher Fruchtfolge wie am Biobetrieb Rutzendorf bezogen wird. Der Mist wird nach der Entnahme aus dem Tiefstall und kurzer Zwischenlagerung mit dem Miststreuer auf eine Miete gesetzt, dann nochmals umgesetzt und als Rottemist auf die Flächen gebracht. Über die Tierhaltung und bei der Lagerung und Aufbereitung des Stallmistes kommt es zu Nährstoffverlusten, vor allem von Stickstoff, Kohlenstoff wird abgebaut. Über den Stallmist werden daher geringere Mengen an Nährstoffen und Kohlenstoff auf die Flächen zurückgeführt.

Die in Tabelle 4.2-3 angegebenen Werte sind die ermittelten Nährstoffmengen an Hand der Analysewerte der organischen Dünger bei Probenahme zum Zeitpunkt der Düngung. Die Nährstoffgehalte und -mengen unterliegen jährlichen Schwankungen. Der mittlere N-Gehalt des in den Kleinparzellenversuchen gedüngten Stallmistes lag mit 0,9 % sehr hoch. In Stein-Bachinger et al. (2004) ist für Rottemist ein mittlerer Nährstoffgehalt von 0,5 % mit einer Variationsbreite von 0,2 – 1,0 % angeführt. Der hohe Stickstoffgehalt im Stallmist wird vor allem auf die Futtergrundlage Luzerne und auf das Stallsystem Tiefstall zurückgeführt. Bedingt durch den im Tiefstallmist enthaltenen Urin weist der Mist auch sehr hohe Kaliumgehalte auf.

Tabelle 4.2-3: Aufwandmengen und Nährstoffgehalte von Biotonnekompost und Stallmist in den gedüngten Kleinparzellenversuchen (KPV) - Mittelwerte aus 20 Düngungen (DV2 und DV3) bzw. 2 Düngungen (DV4)

Düngung für Erntejahre	Düngungsvariante (DV)	Aufwandmengen (FM)	Gesamtstickstoff (N)	Gesamtposphor (P)	Gesamtkalium (K)	Organische Substanz	Gesamtkohlenstoff (C)	C/N Verhältnis
		dt/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	
2004 - 2013	DV2: Biotonnekompost	183	170	33	119	4656	2663	15,7
	Variationsbreite	149 - 260	110 - 208	24 - 51	93 - 137	3376 - 7176	1792 - 3796	11 - 25
2004 - 2013	DV3: Stallmist	191	175	47	389	4722	2563	14,1
	Variationsbreite	182 - 252	126 - 232	25 - 97	203 - 772	2933 - 6487	1558 - 3773	9 - 24
2008 und 2011	DV 4: Agrogasgülle	41*	150	15	249	1569	881	5,7

*Angabe Agrogasgülle in m³/ha

Auf der konventionellen Referenzfläche SK wurden jährlich im Mittel 108 kg Stickstoff je ha (Variationsbereich von 42 kg N/ha und Jahr bis 150 kg N/ha und Jahr) als Mineraldünger vor allem in Form von Ammoniumnitrat ausgebracht. Die mineralische Grunddüngung mit Phosphor und Kalium erfolgt nur alle zwei Jahre jeweils im Sommer nach der Getreideernte. Im Mittel wurden dabei je Düngergabe 28 kg Phosphor je ha und 129 kg Kalium je Hektar ausgebracht, was umgerechnet einer jährlichen Nährstoffzufuhr von 14,0 kg Phosphor und 64,5 kg Kalium entspricht.

Düngungssysteme – Auswirkungen auf die Marktfruchterträge

In der Abbildung 4.2-3 sind die Kornerträge der Marktfrüchte der Fruchtfolge zusammengefasst über die Jahre 2009 bis 2013 in Abhängigkeit der Düngungsvariante dargestellt.

Die Winterweizen nach Luzerne der DV 1 und DV 2 mit Mulchnutzung erreichten annähernd gleich hohe Erträge. Bei der DV 3 mit Luzerneabfuhr wurde hingegen statistisch gesichert im Mittel um 580 kg/ha weniger Weizen geerntet. Bei Schnittnutzung und Abfuhr der Luzernebiomasse wird ein wesentlicher Teil an organischer Substanz und Stickstoff von der Fläche exportiert, was im Mittel zu den geringeren Erträgen dieser Variante in der ersten Luzernenachfrucht führte. Körnermais als zweite Nachfrucht nach Luzerne wurde mit Biotonnekompost (DV 2) bzw. Stallmist (DV 3) gedüngt. Es zeigten sich zwar höhere Erträge in den Varianten mit Düngung gegenüber der DV 1 ohne organische Düngung, diese Unterschiede waren aber statistisch nicht signifikant. Die Kornerträge der weiteren Fruchtfolgekulturen Sommergerste und Körnermais waren ca. auf gleichem Niveau und unterschieden sich nicht zwischen den Düngungsvarianten. Deutliche Auswirkungen hatte die Düngung mit Biotonnekompost und Stallmist zu Winterweizen nach Körnererbse. Bei schon hohem mittleren Ertragsniveaus des Weizens in dieser Fruchtfolgestellung konnte der Ertrag durch den zusätzlichen Stickstoffinput noch um 300 kg/ha (DV 2) bzw. 440 kg/ha (DV 3) gegenüber der DV 1 gesteigert werden. Auch der Winterroggen als letztes Fruchtfolgeglied profitierte noch von der organischen Düngung mit signifikant höherem Kornertrag der DV 3 im Vergleich zur DV 1.

Der mit Biotonnekompost und Stallmist zugeführte Stickstoff ist zum überwiegenden Teil organisch gebunden, wird zum großen Teil in den Bodenstickstoffvorrat eingebunden und nur langsam pflanzenverfügbar. So stehen den Pflanzen nur ca. 5 – 10 % des Gesamtstickstoffs aus dem Biotonnekompost und ca. 5 – 20 % des Gesamtstickstoffs aus dem Rottemist im Anwendungsjahr zur Verfügung und in den Folgejahren liegen die Werte darunter. Mit wiederholten organischen Düngergaben wird jedoch pflanzenverfügbarer Düngerstickstoff im Boden angereichert und dadurch die N-Verwertung durch die Pflanzen erhöht. Das heißt bei langjähriger organischer Düngung nutzen die Pflanzen im Anbaujahr neben dem Stickstoff aus dem ersten Jahr der Düngung auch Stickstoff aus dem aufgebauten Dünger-N-Pool im Boden. (Gutser et al. 2005). Langfristig sind 40 bis 70 % des Gesamtstickstoffs der Dünger verfügbar (Bindlingmaier, 2000; Stein-Bachinger et al., 2004).

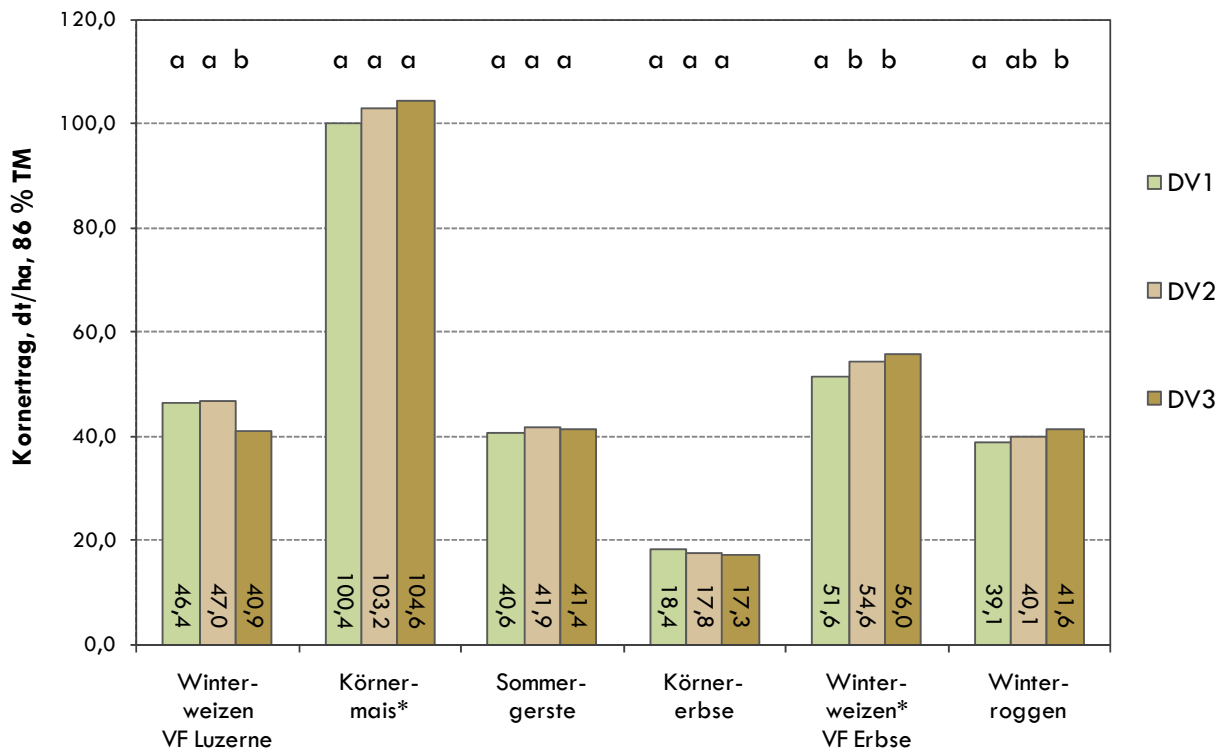


Abbildung 4.2-3: Mittlere Kornerträge (dt/ha, 86 % Trockenmasse) der Marktfrüchte der Jahre 2009 bis 2013 in den Kleinparzellenversuchen in Abhängigkeit der Düngungsvariante

DV: Düngungsvariante: DV 1: Gründüngung, DV 2: GD + Biotonnekompost, DV 3: Stallmist; VF...Vorfrucht; Kultur*...die Kultur wurde vor dem Anbau mit Biotonnekompost (DV 2) und Stallmist (DV 3) gedüngt

Mittelwerte mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant (Tukey-Test: $P < 0,05$).

Auffällig ist, dass die Winterweizenerträge nach der Vorfrucht Luzerne im Mittel um mehr als 900 kg/ha geringer waren als nach der Vorfrucht Körnererbse. Das wird vor allem darauf zurückgeführt, dass die Luzerne den Wurzelraum sehr effektiv entwässern kann. Bei Herbsttrockenheit nach dem Luzerneumbruch und auch wenig Niederschlägen im darauf folgenden Frühjahr kann es aufgrund der geringen Wasserversorgung zu deutlicher Ertragsminderung des Winterweizens, wie im Erntejahr 2012, kommen. Futterleguminosen, wie Luzerne, weisen darüberhinaus ein höheres C/N-Verhältnis im Wurzelsystem auf, was die Stickstoffnachlieferung im Frühjahr zeitlich verzögern kann.

Wie bei den Untersuchungen zur Luzernenutzung liegen auch zur Frage der Wirkung von Klee gras bzw. Luzerne auf den nachfolgenden Winterweizen vor allem Ergebnisse von einjährigen Futterleguminosenbeständen vor:

Bei einer Untersuchung in Norddeutschland unter feuchteren Standortbedingungen als im Marchfeld (NS: 670 mm a^{-1}) wurde eine signifikante Ertragsminderung im Mittel über drei Getreidearten (Winterweizen, Sommerweizen, Hafer) bei Schnittnutzung gegenüber einer Mulchnutzung von einjährigen Klee grasbeständen als Vorfrucht festgestellt (Dreymann et al. 2003). Im Langzeit-Ackerbauversuch am Standort Gladbacherhof, Hessen, Deutschland, mit annähernd gleichem Niederschlag wie in der Untersuchung oben unterschied sich der Weizenertrag zwischen einer Futternutzung der einjährigen Vorfrucht Luzerne gras und der Nutzung als Mulch im viehlosen Fruchtfolgesystem dagegen nicht (Schmidt et al. 2006). Bei Versuchen im Marchfeld in den Jahren 2001 bis 2003 zeigte eine einjährige Schnitt-

gegenüber Mulchnutzung von Luzerne keine negativen Auswirkungen auf Erträge und Proteingehalte von nachfolgendem Winterweizen (De Kruijff et al. 2008). Die Erträge und Proteingehalte der zweiten Folgefrucht Winterroggen waren jedoch bei Schnittnutzung verringert.

Bei Reinicke und Christen (2007) wurde Wintergerste, welche in der Fruchtfolge im dritten Jahr nach dem einjährigen Klee-Luzerne-Gras stand, im viehhaltenden System mit Stallmist gedüngt und erzielte damit im Mittel einen um mehr als 10 dt/ha höheren Kornertrag als Wintergerste im viehlosen System ohne Stallmistdüngung.

Die mittleren Rohproteingehalte der Jahre 2009 bis 2013 in den Kleinparzellenversuchen wiesen in Abhängigkeit der Vorfrucht sehr ähnliche Werte wie in den Düngerstreifen auf (Tabelle 4.2-4, vergl. Tabelle 4.2-1). Bei Winterweizen nach Luzerne war der Rohproteingehalt im Mittel um 1,1 Prozentpunkte höher als im Vergleich zum Winterweizen mit Vorfrucht Erbse. Jedoch wurden sowohl einmal bei Vorfrucht Erbse im Jahr 2009 (DV 1 und DV 2) als auch einmal bei Vorfrucht Luzerne im Jahr 2011 (DV 3) nur Proteinwerte unter dem Mindestwert für Bioqualitätsweizen von 12 % erreicht. Die Hektolitergewichte und die Fallzahlen lagen hingegen immer über den Mindestwerten. In den Kleinparzellenversuchen ist der Einfluss der Düngungssysteme über die Luzernenutzung bzw. organische Düngung auf den Proteingehalt deutlicher sichtbar. Bei Winterweizen nach Luzerne war der mittlere Proteingehalt der DV 3 mit Abfuhr der Luzerne signifikant geringer als bei der DV 1 und DV 2. Bei Winterweizen nach Erbse waren die Proteingehalte bei DV 2 und DV 3 tendenziell höher als bei DV 1. Die Auswertung des N-Ertrages aus der Berechnung Kornertrag mal N-Gehalt der Weizenkörner zeigte noch deutlicher den Einfluss der Düngungssysteme auf den Winterweizen. Die Unterschiede im Kornertrag des Winterweizens zwischen den Düngungsvarianten wurde auch durch die Werte der Ertragsparameter Bestandesdichte und Tausendkorngewicht bestätigt.

Tabelle 4.2-4: Mittlere Ertrags- und Qualitätsparameter von Winterweizen der Jahre 2009 bis 2013 in den Kleinparzellenversuchen in Abhängigkeit der Düngungsvariante und der Vorfrucht

Kultur	DV	Rohprotein, %	N-Ertrag, kg/ha	Bestandesdichte, Pflanzen/m ²	TKG, g 86% TS
Winterweizen VF Luzerne	DV 1	14,4 a	96 a	369 a	39,0 a
	DV 2	14,3 a	97 a	367 a	38,9 a
	DV 3	13,9 b	80 b	322 b	38,6 a
	MW DV	14,2	91	353	38,8
Winterweizen VF Erbse + org. Düngung	DV 1	12,9 a	100 a	368 a	40,6 a
	DV 2	13,1 a	107 b	392 a	40,8 a
	DV 3	13,2 a	111 b	382 a	41,8 b
	MW DV	13,1	106	381	41,1

DV: Düngungsvariante: DV 1: Gründüngung, DV 2: GD + Biotonnekompost, DV 3: Stallmist; VF...Vorfrucht; TKG...Tausendkorngewicht

Düngungssysteme – Auswirkungen auf die Fruchtfolgeerträge

Die gesamte Wirkung der Düngungssysteme wird ersichtlich, wenn man die Erträge aller Marktfrüchte eines Jahres zu einem Fruchtfolgeertrag zusammenfasst (Abbildung 4.2-4). Der Gesamtertrag wurde in Getreideeinheiten (BMELV 2011) berechnet. Bei dieser Auswertung werden die Effekte der Luzernenutzung und der organischen Düngung sowohl im ersten Jahr nach der Luzerne bzw. im Erntejahr der gedüngten Kulturen als auch in den Folgejahren miteinbezogen.

Die mittleren Erträge der Marktfrüchte der Jahre 2009 bis 2013 lagen bei der DV 2 (Biotonnekompost) mit 3 % (tendenziell, $P < 0,10$) und bei der DV 3 (Stallmist) mit 2 % (nicht signifikant) geringfügig über den Gesamterträgen der DV 1, die nur auf Gründüngung beruht. Wird der Erhebungszeitraum von 2004 bis 2013 betrachtet, ergibt sich ein ähnliches Bild mit ausgeglichenen Erträgen über die DV 2 und 3 und leichten Ertragsvorteilen (jeweils +2 %) dieser Systeme gegenüber der DV 1. Bei der Stallmistvariante können innerhalb der Fruchtfolge die Ertragsverluste des Winterweizens nach Luzerne aufgrund der Luzerneabfuhr durch die Ertragseffekte der Stallmistdüngung zu später in der Fruchtfolge stehenden Druschfrüchten aufgehoben werden. Berner et. al. (1997) sprechen vor allem Rottemist eine gute Stickstoffwirkung (Mineralisierungseigenschaft) zu, was bedeutet, dass ein hoher Anteil des mit dem Rottemist gedüngten Stickstoffs von den Pflanzen aufgenommen wird.

Werden die Einzeljahre 2009 bis 2013 betrachtet, ist ersichtlich, dass die DV 2 mit Biotonnekompost immer konstant einen höheren Fruchtfolgeertrag zwischen 1 und 5 % gegenüber der DV 1 erreichte. Bei der DV 3 mit Stallmist lagen die Fruchtfolgeerträge hingegen in zwei von fünf Jahren mit jeweils 1 % unter den Erträgen der DV 1. Die betreffenden Jahre 2011 und 2012 fallen mit den höchsten und geringsten Fruchtfolgeerträgen in dieser Zeitspanne auf. Die Ertragsverluste des Weizens nach Luzerne konnten durch die Düngung in diesen Jahren nicht ausgeglichen werden.

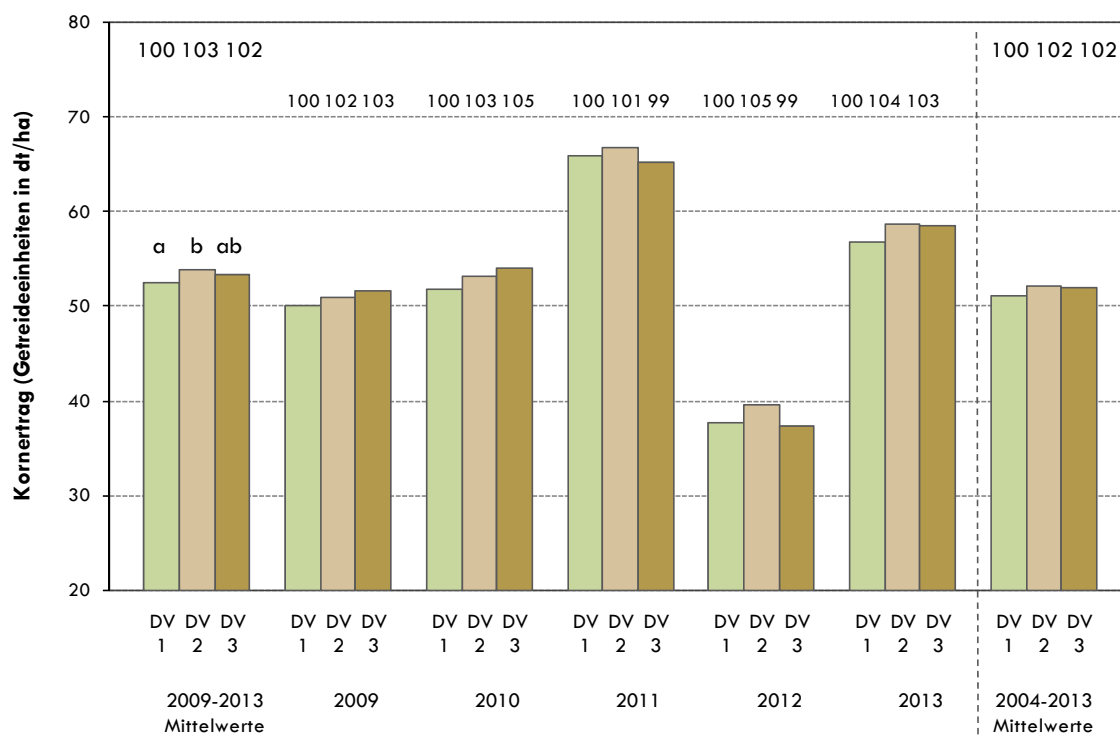


Abbildung 4.2-4: Mittlere Fruchtfolgeerträge in Getreideeinheiten der Marktfrüchte in den Kleinparzellenversuchen in Abhängigkeit der Düngungsvariante

DV: Düngungsvariante: DV 1: Gründüngung, DV 2: GD + Biotonnekompost, DV 3: Stallmist

Signifikanter Unterschied mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von kleiner als 10 %. Mittelwerte mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant (Tukey-Test, $P < 0,10$).

In einem Langzeitversuch in Bayern (Versuchsstation Viehhausen, NS: 786 mm je Jahr, $\bar{\varnothing}T: 7,8^\circ$) werden verschiedene Fruchtfolgen viehhaltender und viehloser biologischer Bewirtschaftung verglichen. Drei

Fruchtfolgen davon bestehen jeweils aus einjährigem Klee gras sowie Kartoffeln und Winterweizen. Bei zwei Fruchtfolgen wird das Klee gras geschnitten und abgefahren und dafür mit Gülle bzw. Stallmist gedüngt. Bei einer Fruchtfolge wird das Klee gras gemulcht. Den höchsten Fruchtfolgeertrag (ohne Klee gras) erzielte das viehlose System mit dem gemulchten Klee gras. Die Unterschiede der Behandlungen waren jedoch nicht signifikant. Bei dieser kurzen Fruchtfolge kommen anscheinend die Vorteile der Düngung und damit Umverteilung der Nährstoffe innerhalb der Fruchtfolge nicht zum tragen (Schneider et al. 2013).

Marktfrüchte – Bestandesentwicklung, Ertrag und Qualität (Jahr 2013)

Die Erträge und verschiedene Parameter zur Qualität und zur Bestandesentwicklung der Marktfrüchte des Jahres 2013 sind in den Tabellen 4.2-6 und 4.2-7 im Anhang dargestellt.

Signifikante Ertragsunterschiede bei den Düngungsvarianten ergaben sich bei beiden Winterweizen. Bei Winterweizen nach Luzerne lag der Ertrag der DV 3 statistisch gesichert unter dem Ertrag der DV 1. Beim Winterweizen nach der Vorfrucht Körnererbse war der Kornertrag hingegen bei DV 3 mit 940 kg/ha deutlich höher als bei der DV 1. Die Körnererbse 2012 hat sich aufgrund der extremen Trockenheit sehr schlecht entwickelt. Der Bestand konnte nicht geerntet werden und auch die Luftstickstoffbindung war aufgrund der fehlenden Bildung von Knöllchenbakterien sehr gering. Zusätzlich fehlten weitgehend die Stroh- und Wurzelrückständen der Körnererbse als leicht mineralisierbarer Nährstoffpool und ihre Wirkung auf das Bodenleben. Die organische Düngung zum Winterweizen hat sich daher aufgrund der geringeren Vorfruchtwirkung der Erbse umso stärker ausgewirkt. Der Winterweizen der DV 3 nach Körnererbse erreichte auch ein signifikant höheres Tausendkorngewicht und Hektolitergewicht als der Weizen der DV1.

Beim Körnermais erzielten zwar die DV 2 und DV 3 mit organischer Düngung höhere Erträge als die DV1, die Unterschiede waren jedoch nicht statistisch gesichert. Auch bei den weiteren Marktfrüchten Sommergerste, Körnererbse und Winterroggen wurden im Jahr 2013 keine signifikanten Unterschiede im Kornertrag zwischen den Düngungsvarianten festgestellt. Der Schaderregerbefall der Maispflanzen im Jahr 2013 war mit einem mittleren Anteil von Pflanzen mit Beulenbrand von 0,7 % und einem Maiszünslerbefall von 1,2 % sehr gering.

Beim Versuch S1M wurden im Jahr 2013 bei der DV 3 (Stallmist) alle drei Luzerneschnitte, bei der DV 4 (Agro gasgülle) hingegen nur die ersten beiden Schnitte von der Fläche abgefahren. In der DV 4 gibt es im Vergärungsprozess und bei der anschließenden Lagerung der Agro gasgülle nur geringe Stickstoffverluste, im Stallmistsystem der DV 3 sind die Stickstoffverluste dagegen deutlich höher. Um mit der Düngung ähnliche hohe Stickstoffmengen in beiden Systemen rückführen zu können, wurde daher bei der DV 4 der dritte Schnitt nicht geerntet. Darüber hinaus sind die Aufwuchsmengen der Luzerne beim dritten Schnitt meist sehr gering, was den wirtschaftlichen Druck vor allem bei der Nutzung in einer Biogasanlage erhöht.

Die Erträge von Winterdurum der konventionellen Referenzflächen waren im Jahr 2013 mit 65,6 dt/ha (SK) und 71,4 dt/ha (SK1) sehr hoch.

Entwicklung bodenkundlicher Parameter

Die Ertragsentwicklung biologisch bewirtschafteter Kulturen hängt stark von der Stickstoffnachlieferung aus dem organischen Stickstoffpool des Bodens in der Vegetationszeit ab. Einflussfaktoren auf die Höhe der Mineralisierung sind einerseits die Bodeneigenschaften des Standorts und die aktuellen Witterungsbedingungen (Temperatur und Feuchtigkeit), andererseits wird sie ganz wesentlich von der kurz- bis mittelfristigen Bewirtschaftung beeinflusst.

In der Abbildung 4.2-5 ist die Entwicklung des Stickstoff-Mineralisierungspotentials (0 - 30 cm Bodentiefe) im biologisch bewirtschafteten Kleinparzellenversuch S1M, der biologischen Referenzparzelle S1G und der konventionellen Referenzparzelle SK seit Versuchsbeginn dargestellt. Die Probenahme erfolgte zu allen Terminen Mitte April. Die angegebene Fruchtfolge stammt vom Schlag 1 mit dem Versuch S1M und der Parzelle S1G. Die Gehalte an nachlieferbarem Stickstoff waren zu Beginn der Umstellung im Jahr 2003 sowohl auf der biologischen als auch auf der konventionellen Fläche sehr gering. Nach zwei Jahren (2003 zu 2005) kam es in allen Parzellen zu einem geringfügigen Anstieg des Stickstoffmineralisierungspotentials der Böden. Deutliche Auswirkungen auf die Stickstoffmineralisierung zeigte der zweijährige Luzerneanbau. Die Gehalte stiegen im Jahr 2008 auf ungefähr das Doppelte der Werte zur ersten Aufnahme im Jahr 2003 (von „niedrig“ zu „mittel“ nach den Gehaltsstufen der Richtlinien für eine sachgerechte Düngung, BMLFUW, 2006). Der Luzerneanbau ergab auch in Untersuchungen von Ekenler und Tabatabai (2002) eine Erhöhung des Stickstoffmineralisierungspotentials.

Einfluss auf die Stickstoffnachlieferung hatte auch die Luzernenutzung. Die DV 3 mit Abfuhr von Luzerne und damit von Stickstoff und organischer Substanz wies im April 2008 eine geringe Stickstoffnachlieferung als die DV 1 und DV 2 mit Mulchen und Belassen der Luzerne am Feld auf (Abbildung 4.2-5). Statistisch abgesichert war dieser Unterschied jedoch nur zur DV 2. Bis ins Jahr 2013 zum Ende der Fruchtfolge fielen die Werte aller biologischen Parzellen wieder ungefähr auf das Ausgangsniveau ab, was auf einen neuerlichen notwendigen Stickstoffinput durch den Luzerneanbau hinweist. Zwischen den Düngungsvarianten im Versuch S1M gab es zu diesem Termin keine signifikanten Unterschiede.

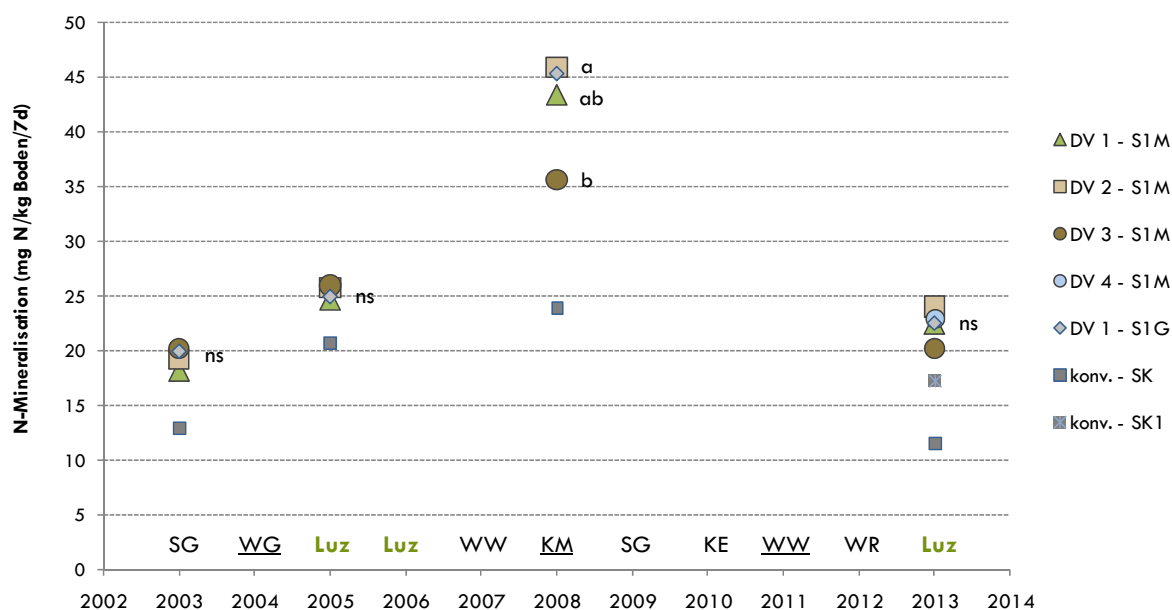


Abbildung 4.2-5: Entwicklung der Stickstoffnachlieferung im Boden (0 – 30 cm Tiefe) in Abhängigkeit der Fruchtfolge und der Düngungsvariante (Probenahme zu Vegetationsbeginn)

Fruchtfolge S1M, S1G: SG...Sommergerste, WG...Wintergerste, Luz...Luzerne, WW...Winterweizen, KM...Körnermais, KE...Körnererbse, WR...Winterroggen

Kultur...die Kultur im Versuch S1M wurde mit Biotonnekompost und Stallmist bzw. mit Agrogasgülle (nur 2008 und 2011) gedüngt

S1M: biologisch bewirtschaftet, mittlere Bodenbonität; S1G...biologisch bewirtschaftet, geringe Bodenbonität;

SK und SK1...konventionell bewirtschaftet, mittlere Bodenbonität

Mittelwerte mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant (Tukey-Test: $P < 0,05$), ns...nicht signifikant

Wichtige Aufgabe der Mikroorganismen ist der Abbau der organischen Substanz, womit sie Nährstoffkreisläufe schließen und die Nährstoffe für die wachsenden Pflanzen wieder verfügbar machen. Die Abbildungen 4.2-6 bis 4.2-8 zeigen die Mengen an mikrobiellen Kohlenstoff (C_{mic}) und Stickstoff (N_{mic}) sowie den Ergosterolgehalt als Biomarker zur Quantifizierung der pilzlichen Biomasse des Bodens (jeweil für 0 – 30 cm Bodentiefe) zu Beginn der Umstellung und nach zehn Jahren biologischer Bewirtschaftung.

Während die C_{mic} -Gehalte in den Düngungsvarianten 1 bis 3 im Versuch S1M nach zwei Jahren geringfügig abfielen und im Jahr 2013 ähnlich hohe Werte wie im Jahr 2005 aufwiesen, kam es bei den N_{mic} -Werten zu einem umgekehrten Trend. Hier stiegen die Werte zwischen 2003 und 2005 geringfügig an und zeigten im Jahr 2013 wieder das Niveau von 2005. Innerhalb der Probenahmeterminen 2003, 2005 und 2013 wurde zwischen den Düngungsvarianten 1 bis 3 bzw. 4 im Versuch S1M sowohl bei C_{mic} als auch bei N_{mic} keine signifikanten Unterschiede festgestellt. Der höhere Wert in der Stallmistvariante (DV 3) im Jahr 2005 könnte noch eine Nachwirkung der Stallmistdüngung im Herbst 2003 zu Wintergerste sein. Bei der Parzelle S1G mit geringer Bodenbonität war eine eigene Entwicklung zu beobachten. Beide Gehalte (C_{mic} und N_{mic}) fielen von 2003 zu 2005 ab. Während der C_{mic} -Gehalt im Jahr 2013 nur geringfügig höher als 2005 lag, kam es beim N_{mic} -Wert zu einem starken Anstieg im Jahr 2013. Bei den biologischen Flächen S1M und S1G ist zu beachten, dass die mikrobiellen Untersuchungen zu Beginn und Ende der Fruchtfolge stattfanden und es keine Werte in den Jahren unmittelbar nach dem Luzerneanbau gibt. Das mikrobielle C/N-Verhältnis (C_{mic}/N_{mic}) lag im Jahr 2003 bei allen biologischen Flächen knapp über 7, im Jahr 2013 wurde ein Verhältnis von um die 5 errechnet.

Bei der konventionellen Referenzfläche SK lagen die C_{mic} - und N_{mic} -Gehalte im Jahr 2013 unter dem Ausgangswert von 2003. Die Ausgangswerte der bodenbiologischen Parameter der konventionellen Referenzfläche waren generell zu Beginn der Untersuchung niedriger als auf den biologisch bewirtschafteten Flächen (S1M, S1G), was auf eine unterschiedliche Schlaggeschichte und Bewirtschaftungsintensität (Fruchtfolge, Düngung, Pflanzenschutz), bei noch konventioneller Bewirtschaftung in beiden Schlägen, zurückgeführt wird. Die Werte der mikrobiologischen Parameter der 2013 zusätzlich eingerichteten konventionellen Referenzfläche SK1 lagen alle etwas höher als die Werte der Referenzparzelle SK, aber unter den Werten der biologisch bewirtschafteten Flächen.

Jørgensen (1997) hat für die Bewertung des mikrobiellen Kohlenstoffs von Ackerkrumen einen Beurteilungsrahmen mit fünf Klassen entwickelt. Nach Umrechnung auf $kg\ C_{mic}/ha$ der Werte vom Jahr 2013 liegt die DV1 im Versuch S1M bei $1497\ kg\ C_{mic}/ha$ und die Referenzfläche SK bei $988\ kg\ C_{mic}/ha$. Beide Werte können damit in die Klasse 3 (Bezeichnung „normal“) mit einem Bereich von 900 bis $1800\ kg\ C_{mic}/ha$ eingestuft werden, wobei SK im unteren Bereich und S1M-DV1 im mittleren Bereich dieser Klasse liegt.

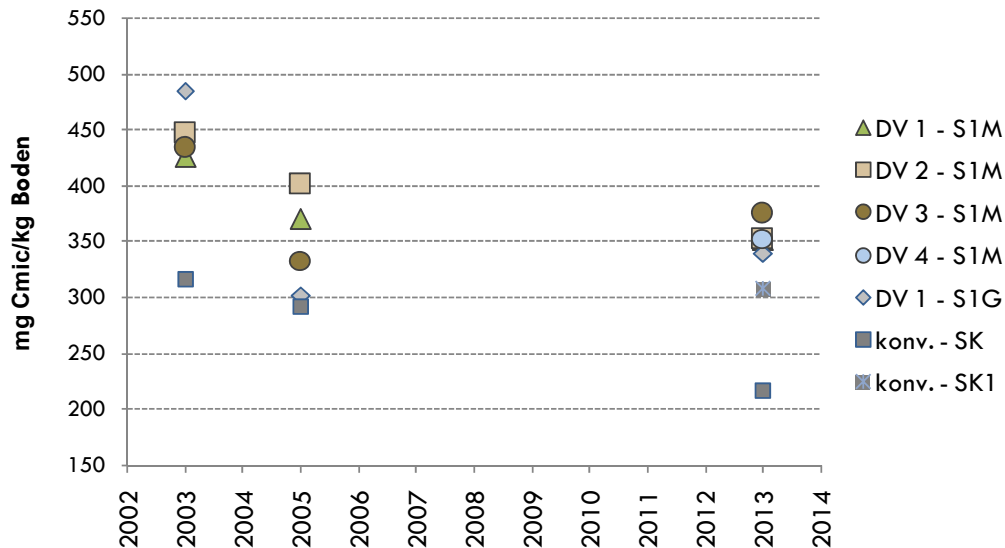


Abbildung 4.2-6: Entwicklung des mikrobiellen Kohlenstoffs (C_{mic}) im Boden in 0 – 30 cm Tiefe

S1M: biologisch bewirtschaftet, mittlere Bodenbonität; S1G...biologisch bewirtschaftet, geringe Bodenbonität;
SK und SK1...konventionell bewirtschaftet, mittlere Bodenbonität

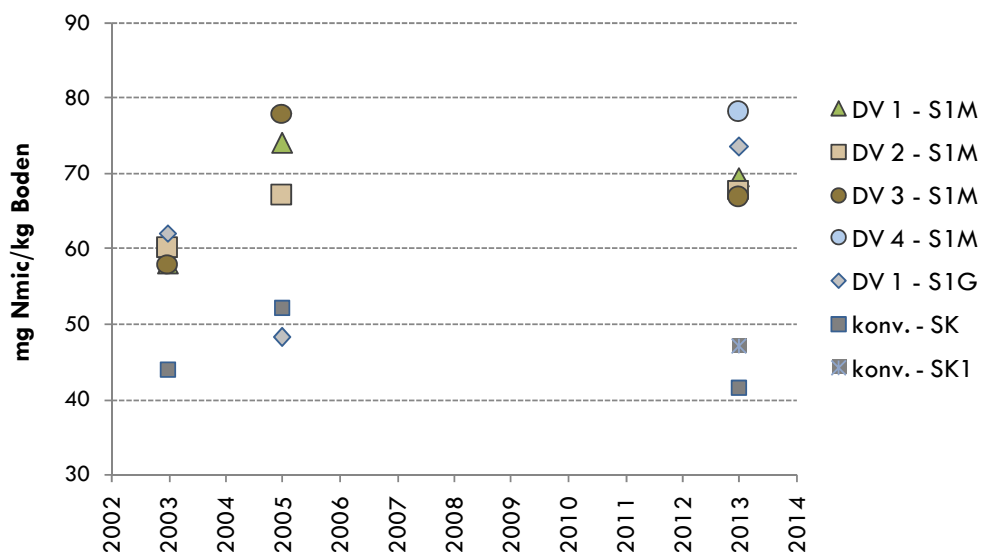


Abbildung 4.2-7: Entwicklung des mikrobiellen Stickstoffs (N_{mic}) im Boden in 0 – 30 cm Tiefe

S1M: biologisch bewirtschaftet, mittlere Bodenbonität; S1G...biologisch bewirtschaftet, geringe Bodenbonität;
SK und SK1...konventionell bewirtschaftet, mittlere Bodenbonität

Die Ergosterolgehalte (pilzlichen Biomasse) waren in allen Flächen zu Beginn der Untersuchung gering. Im Jahr 2013 wurde jedoch in allen Flächen eine starke Steigerung festgestellt. So stiegen die Werte im Jahr 2013 im Versuch S1M im Mittel um das 3,5-fache, in der Parzelle S1G um das 4,4-fache und in der Parzelle SK um das 2,5-fache im Vergleich zu den Werten im Jahr 2005 an. Bei Djajakirana et al. (1996) wurden 26 Ackerflächen auf ihren Ergosterolgehalt untersucht, der im Mittel bei 2,14 μg

Ergosterol/g Boden lag. Die im Jahr 2013 bei den biologischen Flächen festgestellten Ergosterolgehalte lagen geringfügig über diesem Wert. Zwischen den Düngungsvarianten im Versuch S1M traten bei allen Probenahmeterminen keine signifikanten Unterschiede auf.

Pilze werden durch ein weiteres C/N-Verhältnis der organischen Bodensubstanz gefördert. Dieses hat sich jedoch auf den biologischen Flächen seit Beginn der Umstellung nicht wesentlich geändert, bei der konventionellen Referenzfläche SK ist das C/N-Verhältnis hingegen angestiegen. Eine mögliche Erklärung für den Anstieg der pilzlichen Biomasse könnte die Einbindung der Luzerne in die Fruchtfolge auf den Bioflächen sein, damit blieben über den gemulchten Luzerneaufwuchs große Mengen an organischer Substanz an der Bodenoberfläche, was die Entwicklung der Pilze begünstigt. Die Werte der DV 3 mit Luzerneabfuhr stiegen ebenfalls an, jedoch etwas geringer als in den Varianten mit Luzernemulch.

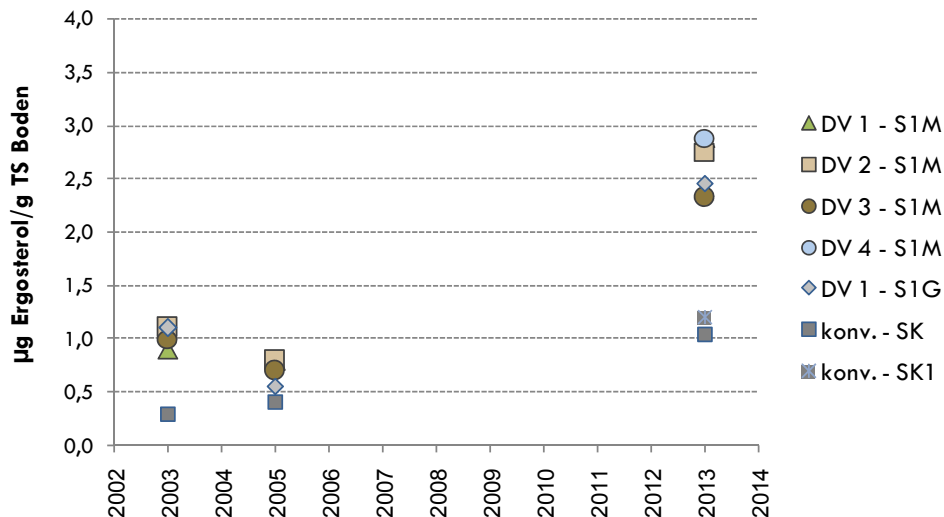


Abbildung 4.2-8: Entwicklung des Ergosterolgehalts (pilzliche Biomasse) im Boden in 0 – 30 cm Tiefe

S1M: biologisch bewirtschaftet, mittlere Bodenbonität; S1G...biologisch bewirtschaftet, geringe Bodenbonität;
SK und SK1...konventionell bewirtschaftet, mittlere Bodenbonität

SCHLUSSFOLGERUNGEN

- Die zusätzliche Düngung mit Biotonnekompost (DV 2) hat positive Auswirkungen auf den Gesamtertrag der Marktfrüchte. Der Großteil der zugeführten organischen Substanz und des Stickstoff wird aber in den Bodenvorrat eingebunden, was sich in der Erhöhung des Humusgehaltes zeigt (siehe TP 2: Bodenchemie). Diese Variante dient zur Sicherung der Erträge, ist aber vor allem langfristig als eine Investition in die Zukunft zur Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit zu sehen.

DV 3 mit Luzerneabfuhr und Düngung mit Stallmist hat aufgrund des Stickstofftransfers innerhalb der Fruchtfolge den größten Einfluss auf die Erträge der einzelnen Marktfrüchte. Geringere Winterweizenerträge nach Luzerne stehen höheren Erträgen vor allem von Winterweizen und Winterroggen am Ende der Fruchtfolge gegenüber. Diese Ergebnisse sprechen für eine teilweise Umverteilung des organischen Düngers aus Luzerne zu Kulturen mit einer weniger bevorzugten Stellung in der Fruchtfolge zur Ertrags- und Qualitätssicherung. Da die Abfuhr von Nährstoffen mit der Luzerne jedoch bereits auf die ersten Folgefrüchte der Luzerne Einfluss hat, sollte diese Umverteilung behutsam aus einer Kombination aus Mulch- und Schnittnutzung der Luzerne erfolgen.

Der Fruchtfolgeertrag der Marktfrüchte der DV 1 (nur Gründüngung) liegt nur geringfügig unter den Erträgen der DV 2 und DV 3, was generell auf die nachhaltige Fruchtfolge als Basis für alle Systeme mit entsprechendem Leguminosenanteil (25,0 % Luzerne, 12,5 % Körnererbse) und damit Stickstoffinput sowie die hohe Bodenbonität am Standort zurückgeführt wird.

- Die Ergebnisse der Düngungsvarianten in den Kleinparzellenversuchen werden durch die Erhebungen in den Düngerstreifen bestätigt. Die Düngungsvarianten zeigten in Richtung und Ausmaß weitgehend den gleichen Ertragseinfluss wie in den Kleinparzellenversuchen, obwohl das Stickstoffniveau bei der Stallmistvariante (DV 3) in den Düngerstreifen sowohl über die Luzerneabfuhr als über die Zufuhr mit dem Stallmist deutlich geringer als in den Kleinparzellenversuchen war. Da in den Düngerstreifen alle Maßnahmen maschinell durchgeführt werden, ist hier eine noch höhere Vergleichbarkeit mit der Praxis gegeben.
- Die Winterweizenerträge nach Vorfrucht Luzerne waren im Mittel deutlich geringer als nach Vorfrucht Körnererbse, was vor allem auf den hohen Wasserentzug durch die Luzerne zurückgeführt wird. Hier besteht noch Optimierungsbedarf im Management des Luzerneumbruchs. Ein frühzeitiger Umbruch der mehrjährig angebauten Luzerne kann dem hohen Wasserverbrauch der Luzerne über die Sommermonate entgegenwirken. Bei niederschlagsreicheren Bedingungen ist jedoch zusätzlich ein Zwischenfruchtanbau zu empfehlen, um das Stickstoffauswaschungsrisiko nach Luzerneumbruch zu verringern. Bei dieser Vorgehensweise muss aber auf den dritten Luzerneschnitt im zweiten Anbaujahr verzichtet werden.
- Die Entwicklung des N-Nachlieferungsvermögens des Bodens im Untersuchungszeitraum zeigte deutlich die große Bedeutung von Futterleguminosen wie Luzerne für die gesamte Fruchtfolge. Die Luzerne baut über ihre hohe Luftstickstoffbindungsleistung und die Speicherung des Stickstoffs in ihre organische Substanz und den Bodenvorrat ein wesentliches Stickstoffpotential zur Versorgung der nachfolgenden Marktfrüchte auf. Über die Fruchtfolge wird dieses Potential dann von den Marktfrüchten Großteils wieder abgebaut. Die Düngung mit Biotonnekompost führte bisher trotz zusätzlicher Stickstoffzufuhr zu keinem messbaren Einfluss auf die N-Nachlieferung.
- Die bodenmikrobiologischen Parameter zeigten seit Versuchsbeginn eine unterschiedliche Entwicklung. Während der mikrobielle Kohlenstoff und Stickstoff weitgehend konstant blieben, kam es bei der pilzlichen Biomasse zu einem starken Anstieg. Bei den bodenmikrobiologischen Untersuchungen ist auch ein stärkerer jahresspezifischer Einfluss zu berücksichtigen, der zu höheren Unterschieden zwischen verschiedenen Bestimmungszeitpunkten führen kann.

LITERATURVERZEICHNIS

- AGES (2012): Österreichische beschreibende Sortenliste 2012, Landwirtschaftliche Pflanzenarten. Schriftenreihe 21/2010. ISSN 1560-635X. Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH (Hrsg.), Wien.
- Berner, A., Scherrer, D., Alföldi, T. (1997): Stickstoffeffizienz von unterschiedlich aufbereiteten Misten in einer Ackerfruchtfolge auf Lösslehm. Beiträge zur 4. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, 3.-4. März 1997 an der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn. Verlag Dr. Köster, Berlin.
- Bidlingmaier, W. (2000): Biologische Abfallverwertung. Verlag Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart.
- BMELV (2011): Statistisches Jahrbuch Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 2010. NW-Verlag, ISBN 978-3-86918-098-4
- Brookes, P. C., Landman, A., Pruden, G., and Jenkinson, D. S. (1985) Chloroform fumigation and the release of soil nitrogen: A rapid direct extraction method to measure microbial biomass nitrogen in soil. *Soil Biology and Biochemistry* 17: 837-842.
- Campbell, C. A., Lafond, G. P., Leyshon, A. J., Zentner, R. P. and Janzen, H. H. (1991): Effect of cropping practices on the initial potential rate of N mineralization in a thin Black Chernozem. *Canadian Journal of Soil Science* 71, 43-53.
- de Kruijff, R., Pietsch, G., Freyer, B., Friedel, J.K. (2008): Pre-crop effects of alfalfa management systems on inorganic soil nitrogen and cereals in organic farming under pannonian site conditions. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 171, 1-4.
- Djajakirana, G., Joergensen, R. G., & Meyer, B. (1996): Ergosterol and microbial biomass relationship in soil. *Biol. Fertil. Soils* 22, 299-304.
- Dreyman, S.; Loges, R. und Taube, F. (2003) Einfluss der Klee gras-Nutzung auf die N-Versorgung und Ertragsleistung marktfähiger Folgefrüchte. In: Kauter, D.; Kämpf, A.; Claupein, W. und Diepenbrock, W. (Hrsg.) *Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften*, Verlag Günter Heimbach Stuttgart, 15, S. 83-86.
- Ekenler, M. and Tabatabai, M. A. (2002): beta-Glucosaminidase activity of soils: effect of cropping systems and its relationship to nitrogen mineralization. *Biology and Fertility of Soils* 36, 367-376.
- Fließbach, A. and Mäder, P. (2000): Microbial biomass and size-density fractions differ between soils of organic and conventional agricultural systems. *Soil Biol Biochem* 32, 757-768.
- Fließbach, A., Hany, R., Rentsch, D., Frei, R., & Eychorn, F. (2000b): DOC trial: soil organic matter quality and soil aggregate stability in organic and conventional soil. Alföldi, T., Lockeretz, W., and Niggli, U. (Eds.). S. 11. *Proceedings 13th International IFOAM Scientific Conference*.
- Fliessbach, A., Mäder, P., Pfiffner, L., Dubois, D. und Gunst, L. (2000): Bio fördert Bodenfruchtbarkeit und Artenvielfalt. Erkenntnisse aus 21 Jahren DOK-Versuch. FiBL Dossier Nr. 1, 3. Auflage. Hrsg.: Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL).
- Gutser, R., Ebertseder, Th. Weber, A., Schraml, M. und Schmidhalter, U. (2005): Short-term and residual availability of nitrogen after long-term application of organic fertilizers on arable land. *J. of Plant Nutrition and Soil Science*. 168, 439-446.
- Herrmann, G. und Plakolm, G. (1993): Ökologischer Landbau, Grundwissen für die Praxis. Verlagsunion Agrar.
- Jørgensen, R. G. (1997): Die Beurteilung von Böden mit mikrobiologischen Parametern. *VDLUFA-Schriftenreihe* 46, 766-767.
- Kandeler, E., Schinner, F., Öhlinger, R., & Margesin, R. (1993): Bestimmung der N-Mineralisation im anaeroben Brutversuch. In F. Schinner, R. Öhlinger, E. Kandeler, and R. Margesin (ed.), *Bodenbiologische Arbeitsmethoden*, 2 ed. Springer Berlin, p.160-161.
- Loges, R., Kaske, A. and Taube, F. (1999): Dinitrogen fixation and residue nitrogen of different managed legumes and nitrogen uptake of subsequent winter wheat. In: Olesen, J.E., Elton, R., Gooding, M.J., Jensen, E.S. and Köpke, U. (Eds.): *Designing and testing crop rotations for organic farming*. DARCOF Report Nr. 1, 181-190. Lehrstuhl für Grünland und ökologischen Landbau, Universität Kiel.
- Mäder, P., Fließbach, A., Dubois, D., Gunst, L., Fried, P. and Niggli, U. (2002): Soil fertility and biodiversity in organic farming. *Science* 296, 1694-1697.
- Pietsch, G., Friedel, J. K. and Freyer, B. (2007): Lucerne management in an organic farming system under dry site conditions. *Field Crops Research* 102, 104-118.

- Reinicke, F. and Christen, O. (2007): Leistung und langfristige Wirkung auf Humus- und Nährstoffhaushalt verschiedener Anbausysteme des Ökologischen Landbaus - Ergebnisse der 1. Rotation eines Dauerfeldversuches. Zikeli, S., Claupen, W., Dabbert, S., Kaufmann, B., Müller, T., and Valle Zárate, A. Band 1, 97-100. Berlin, Verlag Dr. Köster. Zwischen Tradition und Globalisierung - Beiträge zur 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. 20-3-2007.
- Schmidt, H., Schulz, F. and Leithold, G. (2006): Organic farming trial Glattbacherhof. Effects of different crop rotations and tillage systems. In Long-term field Experiments in organic Farming, ed. J. Raupp, C. Pekrun, M. Oltmanns and U. Köpke, pp. 165-182. Verlag Dr. Köster, Berlin.
- Schneider, R., Salzeder, G., Schmidt, M., Wiesinger, K. und Urbatzka, P. (2013): Einfluss verschiedener Fruchtfolgen viehhaltender und viehloser Systeme auf Ertrag und Produktivität: Ergebnisse eines Dauerfeldversuches. In: D. Neuhoﬀ, C. Stumm, S. Ziegler, G. Rahmann, U. Hamm & U. Köpke (Hrsg.): Beiträge zur 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Bonn, 5.-8. März 2013, S54-57, Verlag Dr. Köster, Berlin.
- Stein-Bachinger, K., Bachinger, J. und Schmitt, L. (2004): Nährstoffmanagement im Ökologischen Landbau. Ein Handbuch für Beratung und Praxis. KTBL-Schrift 423.: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, Darmstadt.
- Vance, E. D., Brookes, P. C., and Jenkinson, D. S. (1987) An extraction method for measuring soil microbial biomass C. Soil Biology and Biochemistry 19: 703-707.

ANHANG

Tabelle 4.2-5: Kornserträge (dt/ha, 86 % Trockenmasse) der Marktfrüchte der Jahre 2009 bis 2013 in den Düngerstreifen in Abhängigkeit der Düngungsvariante

Kultur		Winterweizen VF Luzerne		Körnermais		Sommergerste		Körnererbse		Winterweizen VF Erbse		Winterroggen	
Jahr	DV	S	dt/ha	S	dt/ha	S	dt/ha	S	dt/ha	S	dt/ha	S	dt/ha
2009	DV1	S4	49,6	S7	94,8	S1	31,4	S6	10,6	S3	50,2	S2	49,5
	DV2	S4	50,6	S7	76,6	S1	31,3	S6	10,1	S3	56,9	S2	51,4
	DV3	S4	46,6	S7	82,2	S1	29,6	S6	9,6	S3	59,4	S2	51,8
2010	DV1	S5	51,7	S4	68,5	S7	36,4	S1	28,6	S8	51,3	S3	38,7
	DV2	S5	54,1	S4	88,9	S7	40,7	S1	23,3	S8	55,0	S3	40,6
	DV3	S5	51,2	S4	100,9	S7	40,8	S1	23,2	S8	53,6	S3	39,9
2011	DV1	S6	64,3	S7	85,1	S4	51,8	S7	35,4	S1	64,9	S8	35,9
	DV2	S6	64,5	S7	97,2	S4	57,7	S7	33,8	S1	68,8	S8	36,9
	DV3	S6	58,4	S7	96,2	S4	54,7	S7*	34,6	S1	84,8	S8	40,2
2012	DV1	S2	20,3	S6	32,7	S5	18,9	S4	0,0	S7	40,9	S1	30,2
	DV2	S2	20,1	S6	40,6	S5	22,1	S4	0,0	S7	40,3	S1	28,3
	DV3	S2	17,9	S6	39,8	S5	24,8	S4	0,0	S7	42,6	S1	29,8
2013	DV1	S3	49,0	S2	71,4	S6	46,5	S5	20,3	S4	42,1	S7	44,6
	DV2	S3	51,9	S2	67,6	S6	45,3	S5	17,7	S4	46,1	S7	45,5
	DV3	S3	45,8	S2	67,5	S6	44,2	S5	17,5	S4	47,3	S7	45,9
MW Jahre und DV			46,4		74,0		38,4		17,7		53,6		40,6

DV...Düngungsvariante, VF...Vorfrucht

*keine Ertragsaufnahme in diesem Düngerstreifen, daher Ertrag der DV3 als Mittelwert aus der DV 1 und 2 berechnet.

Tabelle 4.2-6: Erträge in den Kleinparzellenversuchen in Abhängigkeit des Erntejahres (2009 bis 2013), der Fruchtfolge und der organischen Düngung

Erntejahr		2009						2010						2011						2012						2013													
KPV	DV	Kultur	Ertrag Korn (dt/ha, 86 % TM)				Stabw	Stroh/Luzerne: Bearb. bzw. Abfuhr (dt/ha, TM)				Kultur	Ertrag Korn (dt/ha, 86 % TM)				Stabw	Stroh/Luzerne: Bearb. bzw. Abfuhr (dt/ha, TM)				Kultur	Ertrag Korn (dt/ha, 86 % TM)				Stabw	Stroh/Luzerne: Bearb. bzw. Abfuhr (dt/ha, TM)											
S1M	DV 1	SG	26,3	a	3,5	H					KE	23,6	a	2,3	H					WW	69,7	a	1,8	H					WR	31,3	a	7,5	H				M		
	DV 2		27,9	a	1,2	H						26,4	a	1,6	H						71,8	a	1,5	H						33,4	a	4,1	H			M			
	DV 3		25,7	a	2,9	H						25,3	ab	4,5	H						71,2	a	2,4	H						32,2	a	5,1	H			99,3			
	DV 4		25,1	a	2,9	21,8						30,0	b	3,1	H						71,4	a	2,2	42,2						34,1	a	3,2	29,2			84,1			
S1G	DV 1		27,6		5,2	H						24,0			H						54,6			H					25,2			H			M				
S2M	DV 1	WR	50,0	a	2,3	H					LUZ				M					LUZ				M					WW	13,2	ab	2,6	H			115,6	a	6,5	H
	DV 2		50,1	a	6,2	H								M				14,8	a		0,8	H					14,8	a		0,8	H			118,0	a	6,8	H		
	DV 3		52,1	a	0,9	54,2								38,8				115,3									10,2	b		1,4	8,0			119,2	a	4,9	H		
S3M	DV 1	WW	55,9	a	2,3	H					WR	32,7	a	2,3	H					LUZ				M					LUZ				M			46,6	a	2,3	H
	DV 2		58,6	a	2,3	H						34,1	a	2,1	H								M								M			48,2	a	3,1	H		
	DV 3		57,3	a	7,6	36,3						36,8	b	1,0	36,2				50,6									64,0				39,6	b	2,1	25,3				
S4M	DV 1	WW	46,8	a	3,3	H					KM	96,9	a	9,6	H					SG	54,4	a	2,5	H					KE	0,0			H			39,8	a	3,9	H
	DV 2		49,0	a	2,9	H						98,6	a	7,6	H						57,7	a	3,4	H						0,0			H			45,4	ab	4,1	H
	DV 3		39,2	b	4,2	31,0						99,9	a	8,9	H						56,1	a	3,5	20,3						0,0			H			49,2	b	4,9	28,7
S5M	DV 1	LUZ				M					WW	55,7	a	1,3	H					KM	111,8	a	3,1	H					SG	35,9	a	3,0	H			19,2	a	5,1	H
	DV 2					M						54,7	a	2,9	H						114,7	a	4,6	H						36,7	a	5,2	H			19,6	a	1,0	H
	DV 3					137,3						52,9	a	2,6	27,6						114,6	a	5,8	H						35,6	a	5,5	16,3			17,1	a	1,6	H
S6M	DV 1	LUZ				M					LUZ				M					WW	69,9	a	2,8	H					KM	85,3	a	11,0	H			48,7	a	2,0	H
	DV 2					M								M				68,4	ab		0,2	H					90,7	a		7,7	H			49,5	a	2,9	H		
	DV 3					38,5								87,9				62,8	b		4,0	37,8					83,1	a		9,4	H			51,2	a	4,1	27,3		
S7M	DV 1	KM	92,1	a	6,0	H					SG	37,4	a	2,7	H					KE	37,2	a	1,8	H					WW	46,9	a	1,2	H			51,6	a	1,6	H
	DV 2		94,0	a	6,0	H						37,8	a	1,9	H						34,3	a	2,7	H						47,7	ab	2,0	H			51,8	a	5,4	H
	DV 3		106,1	a	4,9	H						38,2	a	1,3	25,1						33,3	a	3,3	H						50,0	b	0,7	29,6			55,7	a	2,0	42,5
S8M	DV 1	KE	12,1	a	2,0	H					WW	46,0	a	4,0	H					WR	29,9	a	5,4	H					LUZ				M					M	
	DV 2		8,6	a	2,4	H						49,4	ab	3,2	H						31,0	a	4,4	H								M			M				
	DV 3		10,9	a	2,8	H						52,5	b	3,9	32,9						31,2	a	2,3	31,3						32,1						116,1			
SK	MD	WD	64,9		2,9					BK/S	595,0/12,0								WD	56,2								ZW	788,6						WD	65,6	6,9		
SK1	MD	ZR								WW/WD									SG									KAR							WD	71,4	4,2		

Legende:

DV...Düngungsvariante, KPV...Kleinparzellenversuch, Stabw...Standartabweichung;

DV 1: Gründüngung: nur Gründüngung mittels Luzernemulch (GD)
DV 2: GD + Biotonnekompost: zusätzlich zur Gründüngung wird Biotonnekompost zugeführt
DV 3: Stallmist: Luzerne- und Strohabfuhr, stattdessen Zufuhr von Stallmist
DV 4: Pflanzliche Agrogasgülle: Luzerneabfuhr, stattdessen Zufuhr von pflanzlicher Agrogasgülle
MD: Konventionelle Bewirtschaftung, Einsatz von Mineraldünger

WW...Winterweizen, WR...Winterroggen, WD...Winterdurum, SG...Sommergerste, LUZ...Luzerne, KE...Körnererbse, KM...Körnermais, BK...Babykarotten (Ertrag Frischmasse), S...Speisesoja, ZW...Zwiebel (Ertrag Frischmasse), ZR...Zuckerrüben

Kultur...die Kultur wurde vor dem Anbau mit Biotonnekompost und Stallmist bzw. im KPV S1M im Frühjahr 2011 mit Agrogasgülle gedüngt

H...das Stroh wurde gehäckselt und auf den Parzellen belassen; M...die Luzerne wurde gemulcht und das Mulchmaterial auf den Parzellen belassen.

Mittelwerte mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant (Tukey-Test: $P < 0,05$).

Tabelle 4.2-7: Parameter zur Bestandesentwicklung und Qualität der Kulturen des Erntejahres 2013

DV	KPV	Kultur	Bestandeshöhe, cm	Stabw	Bestandesdichte, Pfl./m ²	Stabw	TKG, g 86%TS	Stabw	Hektolitergewicht, kg	Stabw	Rohprotein, %	Stabw	Fallzahl, sec.	Stabw	Vollgerstenanteil, % (Sortierung >2,5 mm)	Stabw
DV 1	S2M	KM	263	a 1,7	7,3	a 0,1	288	a 8	178	a 0,4	7,9	a 0,4				
DV 2	S2M	KM	263	a 1,5	7,3	a 0,2	292	a 13	178	a 1,6	8,1	a 0,1				
DV 3	S2M	KM	263	a 2,5	7,4	a 0,1	291	a 12	178	a 1,9	7,9	a 0,2				
DV 1	S3M	WW	91	ab 0,7	345	a 28	45,2	a 0,7	84,4	ab 0,2	12,7	a 0,8	269	a 20		
DV 2	S3M	WW	92	a 1,9	331	a 24	45,0	a 0,4	84,7	a 0,3	12,8	a 0,5	269	a 15		
DV 3	S3M	WW	87	b 1,7	294	a 33	44,0	a 1,1	84,0	b 0,1	12,5	a 0,2	251	a 10		
DV 1	S4M	WW	83	a 2,5	324	a 23	41,8	a 0,6	83,5	a 0,1	13,3	a 0,3	293	a 8		
DV 2	S4M	WW	86	ab 1,8	332	a 34	42,7	ab 0,5	83,8	ab 0,1	13,5	a 0,2	293	a 13		
DV 3	S4M	WW	87	b 1,6	324	a 26	43,2	b 1,2	84,0	b 0,4	13,4	a 0,1	293	a 7		
DV 1	S5M	KE					153	a 14			18,7	a 0,5				
DV 2	S5M	KE					156	a 5			18,5	a 0,6				
DV 3	S5M	KE					150	a 11			18,7	a 0,6				
DV 1	S6M	SG	66	a 1,6	487	a 86	43,4	a 0,7	66,9	a 0,8	12,3	a 0,3			87,8	a 2,1
DV 2	S6M	SG	68	a 3,9	442	a 96	43,2	a 1,4	66,7	a 0,2	12,5	a 0,7			88,9	a 0,2
DV 3	S6M	SG	73	a 4,5	450	a 36	43,1	a 0,4	67,2	a 0,6	12,6	a 0,7			88,0	a 3,0
DV 1	S7M	WR	125	a 2,2	295	a 49	31,5	ab 0,8	77,5	a 0,3	9,5	a 0,4				
DV 2	S7M	WR	126	a 4,3	255	a 44	32,6	a 0,6	77,5	a 0,2	9,4	a 0,6				
DV 3	S7M	WR	130	a 2,2	311	a 56	31,3	b 0,8	77,0	a 0,3	9,9	a 0,8				
MD	SK	WD	85		543		49,8	1,6	83,5	0,3	14,7	0,4				
MD	SK1	WD	84		446		51,7	2,0	84,0	0,5	13,9	0,7				

Legende: DV...Düngungsvariante, KPV...Kleinparzellenversuch; WW...Winterweizen, WR...Winterroggen, SG...Sommergerste, KM...Körnermais; KE...Körnererbse; Stabw...Standartabweichung; Mittelwerte mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant (Tukey-Test: $P < 0,05$).

Tabelle 4.2-8: Produktionsmaßnahmen und Erträge der Jahre 2012 und 2013 auf den Großschlägen des Biobetriebes Rutzendorf (Quelle: BVW GmbH)

Schlag	KPV	Hauptfrucht 2011	Hauptfrucht 2012	Sorte	Saatmenge (kg/ha)	Saatzeit	Pflege- maß- nahmen	Ertrag Schlag (dt/ha) FM Ernte	Hauptfrucht 2013	Sorte	Saatmenge (kg/ha)	Saatzeit	Pflege- maß- nahmen	Ertrag Schlag (dt/ha) FM Ernte
1	S1M S1G	Winterweizen	Winterroggen	Conduct	146	29.09. 2011	1 x Hackstriegel	27,6	Luzerne	La-bella-camp.-bea	29	16.08. 2012	Mehrmaliges Mulchen (4x)	
2	S2M	Luzerne	Winterweizen	Capo	194	23.10. 2011	1 x Hackstriegel	22,2	Körnermais	Samanta	1,7 Pkg/ha	24.04. 2013	2 x Maschinenhacke	76,9
3	S3M	Luzerne	Luzerne				Mehrmaliges Mulchen (3x)		Winterweizen	Energo	198	23.10. 2012	1 x Hackstriegel	54,5
4	S4M	Sommergerste	Körnererbse	Jetset	271	21.03. 2012	1 x Hackstriegel	k.E.	Winterweizen	Energo	198	23.10. 2012	1 x Hackstriegel	37,0
5	S5M	Körnermais	Sommergerste	Evelina	207	20.03. 2012	1 x Hackstriegel	18,0	Körnererbse	Alvesta	253	11.04. 2013	1 x Hackstriegel	18,1
6	S6M	Winterweizen	Körnermais	Samanta	1,5 Pkg/ha	19.04. 2012	1 x Maschinenhacke	45,0	Sommergerste	Evelina	184	11.04. 2013	1 x Hackstriegel	38,5
7	S7M	Körnererbse	Winterweizen	Capo	194	23.10. 2011	1 x Hackstriegel	37,4	Winterroggen	Elego	169	5.10. 2012	1 x Hackstriegel	41,8
8	S8M	Winterroggen	Luzerne	La-bella-camp.-bea	22	24.08. 2011	Mehrmaliges Mulchen (3x)		Luzerne				Mehrmaliges Mulchen (3x)	

k.E. ... keine Ernte wegen aufgrund der Trockenheit sehr schlechter Bestandesentwicklung

Tabelle 4.2-9: Zwischenfruchtgemenge: Mischungspartner und angestrebte Aussaatmengen

Fruchtfolgestellung:	vor Körnermais	vor Körnererbse	vor Winterweizen nach Körnererbse
Mischungspartner	kg/ha	kg/ha	kg/ha
Sommerwicke	30	-	50
Platterbse	70	-	
Ölrettich	3	-	
Senf	3	4	
Phacelia	4	4	3
Leindotter	-	4	
Buchweizen	-	20	15
Saatmenge Gesamt:	110	32	68

4.3 TEILPROJEKT 2: BODENCHEMIE

Auswirkungen der Umstellung auf den biologischen Landbau auf ausgewählte bodenchemische Parameter

BearbeiterInnen: Markus Puschenreiter, Kathrin Lenz, Jakob Fessler, Walter W. Wenzel
Institut für Bodenforschung, Department für Wald- und Bodenwissenschaften, BOKU Wien.

ZUSAMMENFASSUNG / SUMMARY

Änderungen von Bodeneigenschaften durch die Umstellung von konventioneller auf biologische Bewirtschaftung sind erst nach einigen Jahren, oft erst nach 1 Dekade beobachtbar. Im Jahr 2013 wurden Bodenproben aus 3 Tiefenstufen von allen Düngungsvarianten (DV1-4) und Referenzflächen (S1G, SK, SK1) entnommen und u.a. hinsichtlich pflanzenverfügbarem Phosphor und Kalium sowie dem Gehalt an organischem Kohlenstoff untersucht. Bei Phosphor zeigte sich 2013 im Oberboden (0-30 cm) ein leichter Rückgang im Vergleich zu 2008. Inwieweit es sich um einen längerfristigen Trend oder um einen Ausreißer handelt, werden künftige Untersuchungen zeigen. Die Konzentrationen von Kalium blieben hingegen weitgehend stabil. Beim organischen Kohlenstoff wurde 2013 auf den Düngevarianten 2 und 3 ein signifikanter Anstieg im Vergleich zum Erstuntersuchungsjahr 2003 festgestellt. Auch hier wird sich in künftigen Untersuchungen zeigen, ob dieser Anstieg stabil ist bzw. ob es zu einem weiteren Anstieg kommt.

Changes of soil characteristics due to conversion from conventional to organic farming are often found only several years or 1 decade after changing the land management. Soil samples of 3 different depths were sampled in 2013 on the fertiliser treatments (DV1-4) and the reference plots and analysed for plant-available phosphorus and potassium as well as for the organic carbon content. For phosphorus, a slight decline was found in 2013 in comparison to 2008. Future analyses will show if this is a continuous trend or a single outlier. In contrast, potassium concentrations remained unchanged over the years. Concerning organic carbon, a significant increase was found for the fertiliser plots DV2 and DV3 for 2013 in comparison with 2003. Like for phosphorus, further analyses in the following years will confirm if this is a continuous trend.

EINLEITUNG

Die Umstellung von konventionellen auf biologischen Landbau verändert eine Vielzahl von Bodeneigenschaften. Um diese Veränderungen zu erfassen, wurde im Rahmen von MUBIL I und (in geringerem Umfang) in MUBIL II eine Reihe von chemischen Bodeneigenschaften untersucht. Im bislang untersuchten Zeitraum wurden keine nennenswerten Änderungen der untersuchten Parameter festgestellt. Es ist aber von vergleichbaren Untersuchungen bekannt, dass erst nach einer Dekade signifikante Änderungen festzustellen waren. Im Rahmen von MUBIL IV wurden nun nach 10 Jahren (2013) eine Reihe von Bodenparametern wieder bestimmt und mit früheren Probenahmeterminen verglichen, insbesondere hinsichtlich pH-Wert, CAL-extrahierbarem Phosphor und Kalium sowie dem Gehalt an organischem Kohlenstoff.

THEMA UND ZIELE DER ARBEIT

Das Hauptziel der bodenchemischen Untersuchung war die Erfassung von Unterschieden von Bodeneigenschaften im Vergleich zu früheren Probenahmeterminen sowie der Vergleich zw. den Düngevarianten sowie mit den Referenzflächen S1G, SK und der neu hinzugekommenen konventionellen Referenzfläche SK1.

HERLEITUNG DER ARBEITSHYPOTHESEN

Aus früheren Untersuchungen (z.B. Schulz et al. 2013) ist bekannt, dass für die Erfassung von signifikanten Änderungen von Bodeneigenschaften vielfach der Zeitraum von rund einer Dekade notwendig ist. Somit bot sich im Rahmen von MUBIL IV die Möglichkeit, solche Änderungen nach 10 Jahren Umstellung von konventioneller auf biologische Bewirtschaftung zu erfassen. Es wurde geprüft, ob sich die ausgewählten Bodenparameter (v.a. der Gehalt an organischem Kohlenstoff sowie die Konzentrationen von potentiell pflanzenverfügbarem Phosphor und Kalium) im Probenahmejahr 2013 im Vergleich zur ersten Beprobe 2003 und weiteren dazwischen liegenden Terminen geändert haben.

MATERIAL UND METHODEN

Mitte April 2013 wurden auf dem Kleinparzellenversuch S1M (biologisch bewirtschaftet, mittlere Bodenbonität, in vier Düngungsvarianten: DV1 – Gründüngung, DV2 – Biotonnenkompost, DV3 – Stallmist, DV4 – Agrogasgülle), und den Referenzparzellen S1G (biologisch bewirtschaftet, geringe Bodenbonität) und SK bzw. SK1 (konventionell bewirtschaftet, mittlere Bodenbonität) Bodenproben nach dem Bodendauerbeobachtungskonzept in drei Tiefenstufen entnommen. Die Proben wurden so rasch als möglich ins Labor des Instituts für Bodenforschung überstellt und bis zur Analyse bei 4 °C gelagert. Der Totalgehalt an Phosphor wurde mit ÖNORM L 1085 bestimmt. CAL-extrahierbares P und K wurde nach ÖNORM L 1087 bestimmt. Der pH-Wert wurde nach ÖNORM L 1083 analysiert. Der Gesamtgehalt von N und C wurde nach ÖNORM L 1080 gemessen. Der Karbonat-Gehalt wurde mit der Scheibler-Methode bestimmt (ÖNORM L 1084). Der Gehalt an organischem Kohlenstoff wurde aus der Differenz zwischen Gesamt-Kohlenstoff und karbonatischem Kohlenstoff errechnet. Signifikante Unterschiede beim Gehalt an organischen Kohlenstoff zw. 2003 und 2013 wurden mittels t-test bestimmt.

ERGEBNISSE UND DISKUSSION

Charakterisierung von SK1 – Phosphor- und Kalium-Totalkonzentration

Der Gesamt-gehalt von Phosphor und Kalium (im Königswasserextrakt) in der neuen konventionellen Referenzfläche SK1 ist in der Tabelle 4.3-1 dargestellt. Die Konzentration beider Elemente nimmt mit zunehmender Tiefe ab. Insgesamt entsprechen die Werte beider Konzentrationen aber den typischen Gehalten, die in landwirtschaftlichen Böden zu finden sind. Im Vergleich zu S1M, S1G und SK sind die P-Gehalte um ca. 30% niedriger, während die K-Gehalte vergleichbar hoch sind. Es ist zu beachten, dass die Gesamtgehalte in keinem Zusammenhang mit der tatsächlichen Bioverfügbarkeit stehen.

Tabelle 4.3-1: Phosphortotalkonzentration in 3 Tiefenstufen des Standortes SK1. Dargestellt sind Mittelwert und Standardfehler (n = 4).

Tiefenstufe	mg P kg ⁻¹	Standardfehler	mg K kg ⁻¹	Standardfehler
0-30	462	3,2	5660	58,5
30-60	320	4,5	4790	57,3
60-90	210	2,2	2760	55,1

pH-Wert

Die pH-Werte unterscheiden sich nur sehr wenig zwischen den einzelnen Standorten bzw. Düngewarianten. Auch im Vergleich zu 2003 gab es keine Änderung. Mit zunehmender Tiefe steigen auch die pH-Werte an, was durch den ansteigenden Anteil an Carbonat verursacht wurde.

Tabelle 4.3-2: pH-Werte in allen untersuchten Parzellen und Tiefenstufen. Dargestellt sind Mittelwert und Standardfehler (n = 4).

Standort	Tiefe (cm)	DV	Mittelwert	Standardfehler
SM1	0-30	1	7,59	0,03
	0-30	2	7,62	0,03
	0-30	3	7,67	0,01
	0-30	4	7,57	0,01
	30-60	1	7,76	0,03
	30-60	2	7,71	0,03
	30-60	3	7,74	0,04
	30-60	4	7,70	0,03
	60-90	1	7,82	0,04
	60-90	2	7,84	0,05
	60-90	3	7,81	0,04
	60-90	4	7,75	0,04
S1G	0-30		7,67	0,02
	30-60		7,87	0,03
	60-90		7,95	0,00
SK	0-30		7,73	0,03
	30-60		7,82	0,03
	60-90		7,90	0,02
SK1	0-30		7,67	0,01
	30-60		7,84	0,02
	60-90		7,80	0,06

Organischer Kohlenstoff

Die Entwicklung des Gehaltes an organischem Kohlenstoff im Oberboden (0-30 cm) für alle Düngevarianten DV1-DV4 sowie S1G, SK und SK1 ist in Abbildung 4.3-1 dargestellt. Bei Düngevariante 1 blieben die Gehalte konstant, während bei DV2 und 3 ein Anstieg beobachtet werden konnte, der für DV2 schwach signifikant ($p < 0.1$, Vergleich mit 2003) und für DV3 signifikant ($p < 0.05$ Vergleich mit 2003) war. Bei SK und S1G wurde zwar ebenfalls zw. 2003 und 2005 eine Erhöhung beobachtet, allerdings gingen die Werte in 2010 bzw. 2013 wieder zurück, die Werte von 2005 scheinen somit ein Ausreißer bzw. systematischer Fehler zu sein. Inwieweit die positive Entwicklung des Gehaltes an organischem Kohlenstoff für die Düngevarianten 2 und 3 Teil eines dauerhaften Anstieges ist, wird sich in weiteren Analysen in den Folgejahren zeigen.

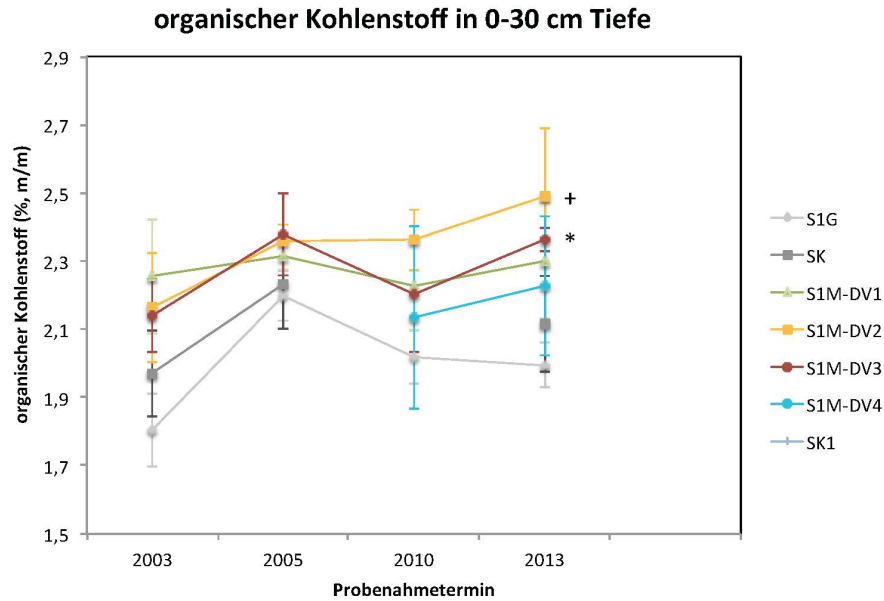


Abbildung 4.3-1: Der Gehalt an organischem Kohlenstoff im Oberboden (0-30 cm) der untersuchten Flächen (Mittelwerte $\pm$ Standardfehler, $n = 4$). Signifikante Unterschiede zw. 2003 und 2013 werden durch Symbole angezeigt (+: $p < 0.1$; *: $p < 0.05$; t-test).

Stickstoff-Totalgehalt

Die Entwicklung des Gehaltes an Gesamtstickstoff in allen drei Tiefenstufen für alle Düngevarianten DV1-DV4 sowie S1G, SK und SK1 sind in Tabelle 4.3-3 dargestellt. Bei diesem Bodenparameter gab es über die Zeit keine Änderungen. Die Werte nahmen auf allen untersuchten Flächen mit zunehmender Tiefe ab.

Tabelle 4.3-3: Stickstoff-Totalgehalte (in Gewichtsprozent) in allen untersuchten Parzellen und Tiefenstufen. Dargestellt sind Mittelwert (MW) und Standardfehler (SE; n = 4).

	DV	2003 MW	SE	2005 MW	SE	2010 MW	SE	2013 MW	SE
0-30									
S1M	1	0,23	0,00	0,25	0,01	0,23	0,01	0,24	0,00
S1M	2	0,23	0,00	0,24	0,02	0,24	0,01	0,25	0,01
S1M	3	0,24	0,01	0,24	0,01	0,23	0,01	0,25	0,01
S1M	4					0,23	0,02	0,25	0,01
S1G		0,22	0,01	0,22	0,01	0,21	0,00	0,22	0,01
SK		0,24	0,00	0,25	0,03			0,22	0,01
SK1								0,23	0,00
30-60									
S1M	1			0,21	0,03			0,21	0,04
S1M	2			0,22	0,01			0,19	0,01
S1M	3			0,21	0,02			0,20	0,01
S1M	4							0,21	0,03
S1G				0,12	0,01			0,06	0,01
SK				0,17	0,02			0,14	0,01
SK1								0,15	0,00
60-90									
S1M	1			0,12	0,01			0,13	0,03
S1M	2			0,14	0,01			0,13	0,01
S1M	3			0,12	0,01			0,11	0,02
S1M	4							0,13	0,03
S1G				0,05	0,01			0,06	0,01
SK				0,07	0,00			0,07	0,02
SK1								0,07	0,00

CAL-Phosphor und CAL-Kalium

Die CAL-extrahierbaren Konzentrationen von Phosphor und Kalium im Oberboden sind in Abbildung 4.3-2 und 4.3-3 dargestellt. Beim Phosphor waren die Werte bis 2008 konstant bis leicht steigend, während die Werte von 2013 für die Parzellen S1M (DV1-3) S1G und SK deutlich niedriger waren als 2008. Die Unterschiede zw. den Düngevarianten auf S1M waren recht gering; 2007 hatte DV1, 2008 und 2013 DV4 die niedrigsten Werte aufgewiesen. Insgesamt befinden sich die P-Werte im unteren Bereich der Gehaltsklasse C (47 – 111 mg P kg⁻¹), 2013 z.T. sogar schon knapp im Bereich der Klasse B (26-47 mg P kg⁻¹; Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 2006), wobei auch die Ausgangswerte im Jahr 2003 genau an der Grenze zw. B und C waren. Ein Zusammenhang mit den P-Salden ist aus den CAL-Daten nicht ersichtlich. Wie bereits im Bericht für MUBIL II ausführlich dargestellt wurde, sind die CAL-Werte für die genauere Abschätzung des pflanzenverfügbaren Anteils nur eingeschränkt verwendbar. Daher ist eine genauere Aussage zur Pflanzenverfügbarkeit nicht möglich, eine Absicherung mit geeigneteren Extraktionsmethoden (z.B. DGT, siehe MUBIL II) wäre zielführender. Was die langfristige Versorgung mit pflanzenverfügbarem P betrifft, ist auch noch zur berücksichtigen, dass mehr als die Hälfte des Gesamt-Phosphors als organische gebundener Phosphor vorliegt (siehe Endbericht von MUBIL II), der über mikrobiellen Abbau pflanzenverfügbar wird.

Beim CAL-extrahierbaren Kalium im Oberboden ist kein Trend über die Zeit erkennbar. Auch ein Zusammenhang mit den K-Bilanzen über den gesamten Untersuchungszeitraum ist nicht ersichtlich. Die Werte befinden sich im oberen Bereich der Gehaltsklasse C, was einer ausreichenden Versorgung entspricht (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 2006).

Bei den CAL-extrahierbaren P- und K-Konzentrationen in 30-60 cm Tiefe ist ein Maximum im Frühjahr 2007 angedeutet, danach sind die Werte leicht zurückgegangen (Abbildungen 4.3-4 und 4.3-5). Generell betragen in dieser Tiefenstufe die Werte beider Elemente nur etwa 20 % derjenigen vom Oberboden (0-30 cm).

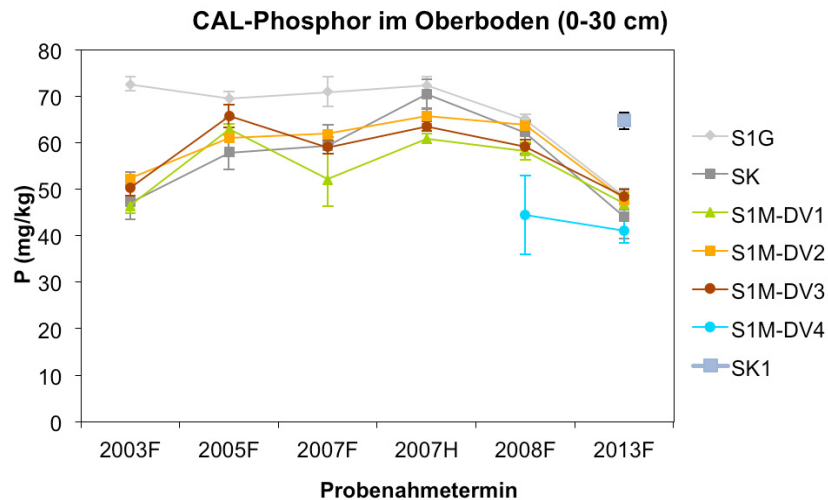


Abbildung 4.3-2: CAL-extrahierbarer Phosphor im Oberboden (0-30 cm) der untersuchten Flächen (Mittelwerte $\pm$ Standardfehler, $n = 4-5$). Die Probenahmetermine waren im Frühjahr (F) oder im Herbst (H).

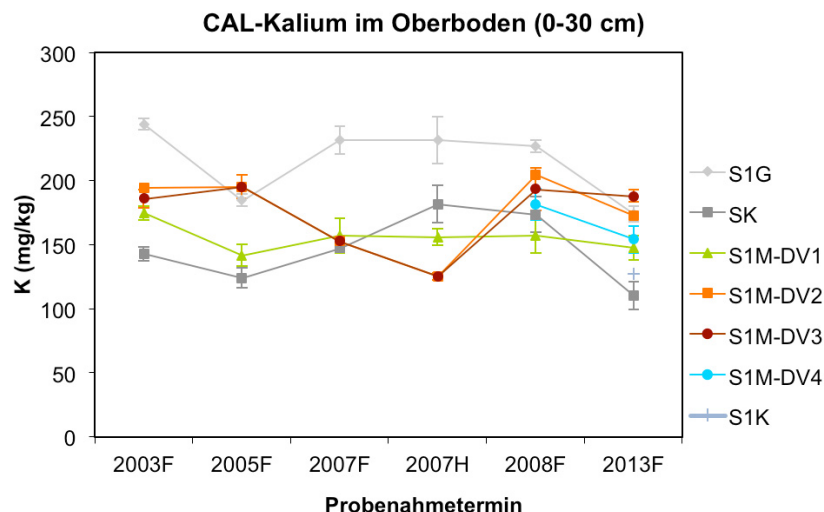


Abbildung 4.3-3: CAL-extrahierbares Kalium im Oberboden (0-30 cm) der untersuchten Flächen (Mittelwerte $\pm$ Standardfehler, $n = 4-5$). Die Probenahmetermine waren im Frühjahr (F) oder im Herbst (H).

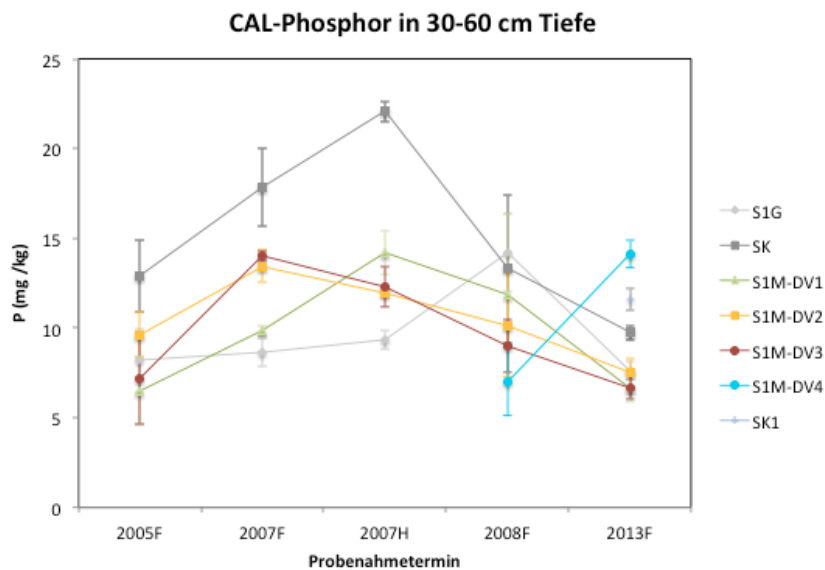


Abbildung 4.3-4: CAL-extrahierbarer Phosphor in 30-60 cm Tiefe der untersuchten Flächen (Mittelwerte $\pm$ Standardfehler, $n = 4-5$). Die Probenahmeterminen waren im Frühjahr (F) oder im Herbst (H).

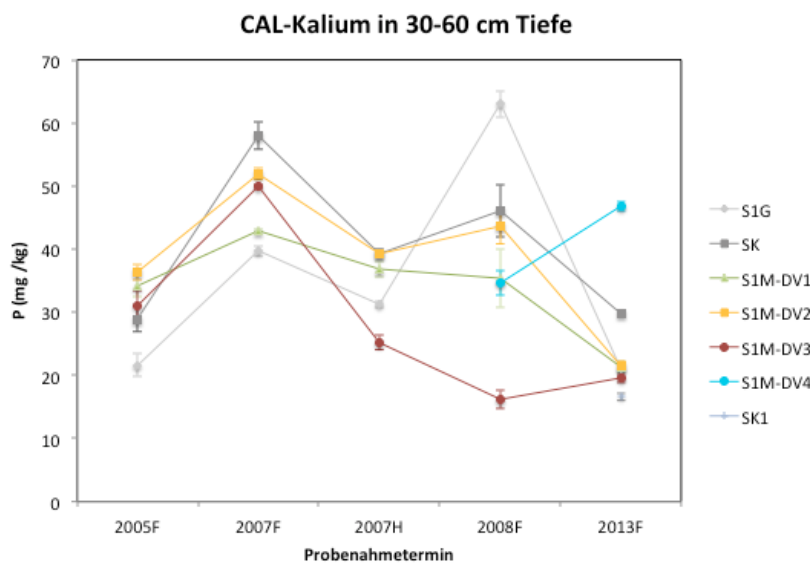


Abbildung 4.3-5: CAL-extrahierbares Kalium in 30-60 cm Tiefe der untersuchten Flächen (Mittelwerte $\pm$ Standardfehler, $n = 4-5$). Die Probenahmeterminen waren im Frühjahr (F) oder im Herbst (H).

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Es zeigte sich, dass 10 Jahre nach der ersten Analyse erstmals deutliche Änderungen von einigen Bodeneigenschaften aufgetreten sind. So wurde beim CAL-extrahierbarem Phosphor ein leichter Rückgang (im Vergleich zu 2008) und beim organischen Kohlenstoff in 2 Düngevarianten (DV2 und 3) ein signifikanter Anstieg (im Vergleich zu 2003) beobachtet. Für die Bestätigung dieses Trends sind weitere Bodenanalysen in den Folgejahren notwendig. Weiters wäre es v.a. für Phosphor wichtig, die bei den

CAL-extrahierbaren Trends mit anderen, in MUBIL II getesteten Methoden, abzusichern, da die genaue Vorhersagbarkeit der Pflanzenverfügbarkeit aus den CAL-extrahierbaren Konzentrationen nur sehr bedingt möglich ist.

LITERATUR

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2006) Richtlinien für die sachgerechte Düngung, 6. Auflage, Wien.

ÖNORM L 1080 (1999) Chemische Bodenuntersuchungen – Bestimmung des organischen Kohlenstoffs durch trockene Verbrennung. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.

ÖNORM L 1083 (1999) Chemische Bodenuntersuchungen – Bestimmung der Acidität (pH-Wert). Österreichisches Normungsinstitut, Wien.

ÖNORM L 1084 (1999) Chemische Bodenuntersuchungen – Bestimmung von Carbonat. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.

ÖNORM L 1085 (1999) Chemische Bodenuntersuchungen – Extraktion von Elementen mit Königswasser oder Salpetersäure-Perchlorsäure-Gemisch. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.

ÖNORM L 1087 (2004) Chemische Bodenuntersuchungen – Bestimmung von "pflanzenverfügbarem" Phosphor und Kalium nach der Calcium-Acetat-Lactat (CAL)-Methode. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.

Schultz, F., Brock C., Schmidt H., Franz K.-P. und Leithold, G. (2013): Development of soil organic matter stocks under different farm types and tillage systems in the Organic Arable Farming Experiment Gladbacherhof. Archives of Agronomy and Soil Science 60, 313-326.

4.4 TEILPROJEKT 4: METADATENBANK und WEB-PORTAL

Datenmanagement und Öffentlichkeitsarbeit

Bearbeiter: T. Schauppenlehner

Institut für Landschaftsentwicklung, Naturschutz und Erholungsplanung, Department für Raum, Landschaft und Infrastruktur, BOKU Wien.

ZUSAMMENFASSUNG / SUMMARY

Ziel des Teilprojektes 4 (Metadatenbank und Web-Portal) ist es, eine Datenstruktur für die Datenablage, Beschlagwortung und Systematisierung bereitzustellen um eine langfristige Datensicherung und damit einen Werterhalt der Daten zu gewährleisten: Dies ist besonders vor dem Hintergrund der langen Projektlaufzeit und der Teilprojektstruktur von besonderer Bedeutung. Für die Verwaltung der räumlichen Daten (Geodaten) wurde darüber hinaus eine WebGIS-Applikation aufgebaut und betreut, um auch ohne entsprechende Spezialsoftware Werkzeuge für die Betrachtung, Abfrage und Erstellung einfacher Karten anbieten zu können. Darüber hinaus wird im Rahmen dieses Teilprojektes auch die MUBIL-Webseite entwickelt und betreut, die das Projekt nach außen hin präsentiert.

Goal of the subproject 4 (meta database and web-portal) is the provision of a digital data structure to store, describe and categorize data to guarantee a long-term availability and access for the MUBIL project data. This is especially in context of the long project duration a very special interest. For the management of spatial data (geo data), a web-GIS application was developed and maintained to provide tools for viewing, querying and mapping data without the need of special GIS software and knowledge. Additionally, this subproject was also responsible for the web appearance of the MUBIL project, with the goal to present relevant project information to a broader public.

EINLEITUNG

Metadatenbanken spielen eine zentrale Rolle bei der Bereitstellung von Daten und bestehen aus einem Datenbank Management System (DBMS), einer Möglichkeit zur Abfrage und Suche unabhängiger Datensätze sowie optional dem Zugang zu den Daten selbst (Hsu et al., 1991). Besonders in Projekten mit räumlich dislozierten Projektpartnern und/oder langen Projektlaufzeiten wie dies im MUBIL Projekt der Fall ist spielt ein zentrales Datenmanagement eine besondere Rolle. Entscheidend für die Wertsicherung und Zugänglichkeit von Daten ist das Vorhandensein von Metadaten, die einen Datensatz umfassend beschreiben und Informationen über dessen Inhalt, Aufbau und Zugänglichkeit beinhalten. Ohne diese Metadaten sind Projektdaten außerhalb eines Projekts oder dem Spezialwissen einzelner MitarbeiterInnen üblicherweise wertlos (Strobl, 1995).

Die Suche und der Zugang zu Metadaten und Daten erfolgt bei räumlich dislozierten Arbeitsgruppen idealerweise über ein Netzwerk in Form von Inter- oder Intranetanwendungen. Neben kontextbezogenen Abfragemasken bietet sich besonders für räumliche Daten der Aufbau von WebGIS Anwendungen an, die Daten auch visuell aufbereiten können (Lehmann & Lenz, 2001).

THEMA UND ZIELE DER ARBEIT

Das Teilprojekt 4 ist seit der ersten Phase des MUBIL-Projekts integriert und bildet eine Drehscheibe für die Speicherung, Aufbereitung und Präsentation projekt-relevanter Daten. Durch die lange Projektlaufzeit und die räumlich dislozierten Arbeitsgruppen wurde eine web-basierte Plattform aufgebaut, die sich vor allem durch technologische Weiterentwicklungen im Laufe der einzelnen MUBIL-Phasen weiterentwickelt

und verändert hat. Das System besteht dabei aus zwei grundsätzlichen Komponenten– einer Metadatenbank sowie einer Projekthomepage – die MUBIL-relevante Daten und Informationen bereitstellt. Das vorrangige Ziel ist, den einzelnen Teilprojekten aktuelle Daten zur Verfügung zu stellen und eine beständige Wertsicherung durch Beschlagwortung und Beschreibung im Langzeitprojekt MUBIL zu gewährleisten. Des Weiteren sollen Informationen zum MUBIL-Gesamtprojekt und den einzelnen Teilprojekten einer interessierten Öffentlichkeit über die MUBIL-Website (mubil.boku.ac.at) zugänglich gemacht werden.

MATERIAL UND METHODEN

Schwerpunkt der Arbeiten im Projekt MUBIL IV war der Umbau der WebGIS Applikation zur Bereitstellung aktueller Geodaten, da das bisherige System aufgrund veralteter Software und Serverstrukturen nicht mehr praktikabel war. Die aktuelle WebGIS Applikation baut auf dem UMN Mapserver (mapserver.org) auf und stellt die Daten mit Hilfe der OpenLayers Bibliothek dar. Damit ergibt sich eine sehr modulare Struktur mit einer einfachen Anpassung an neue und geänderte Inhalte aber auch an neue Technologien (z.B. mobile Endgeräte). Sowohl der UMN-Mapserver als auch OpenLayers sind Open-Source Produkte und zeichnen sich durch eine hohe Unterstützung gängiger GIS-Standards aus. Eine lauffähige Applikation mit relevanten Karteninhalten ist über die Website (mubil.boku.ac.at) abrufbar.

ERGEBNISSE UND DISKUSSION

Mit Ende des Projekts MUBIL IV steht sowohl eine lauffähige Metadatenbank als auch die Projekthomepage zur Verfügung. Beide Plattformen bleiben über die Laufzeit hinaus bestehen und ermöglichen den Zugriff auf Daten und Informationen (z.B. im Rahmen von Publikationen, Masterarbeiten, Dissertationen, etc.). Die Infrastruktur wird von der Universität für Bodenkultur zur Verfügung gestellt und es werden auch nach Projektende Sicherheitsupdates der Serversoftware durchgeführt.



Abbildung 4.4-1: Startseite der Projekthomepage

Die Projekthomepage ist über die Webadresse www.mubil.boku.ac.at erreichbar und bietet allgemeinen Informationen zum Projekt und Projektgebiet. Über ein Download-Archiv können Berichte und Fotos heruntergeladen werden.

Durch die Implementierung eines Content-Management-Systems (CMS) und Blogs ist es möglich über die Laufzeit hinaus Inhalte und Ankündigungen einfach zu verändern oder Ergänzungen vorzunehmen.

Das MUBIL-WebGIS ist über die Projektwebseite erreichbar und gibt einen Überblick über die räumliche Ausdehnung des Projektgebietes und die Lage der Versuche. BenutzerInnen können navigieren (Zoomen, Verschieben) sowie Ebenen ein- und ausblenden und somit eigene Karten gestalten. Einfache Messwerkzeuge erlauben es Längen und Flächen zu messen, ein Abfragewerkzeug ermöglicht es auf die thematischen Attribute der einzelnen Geo-Objekte zuzugreifen.

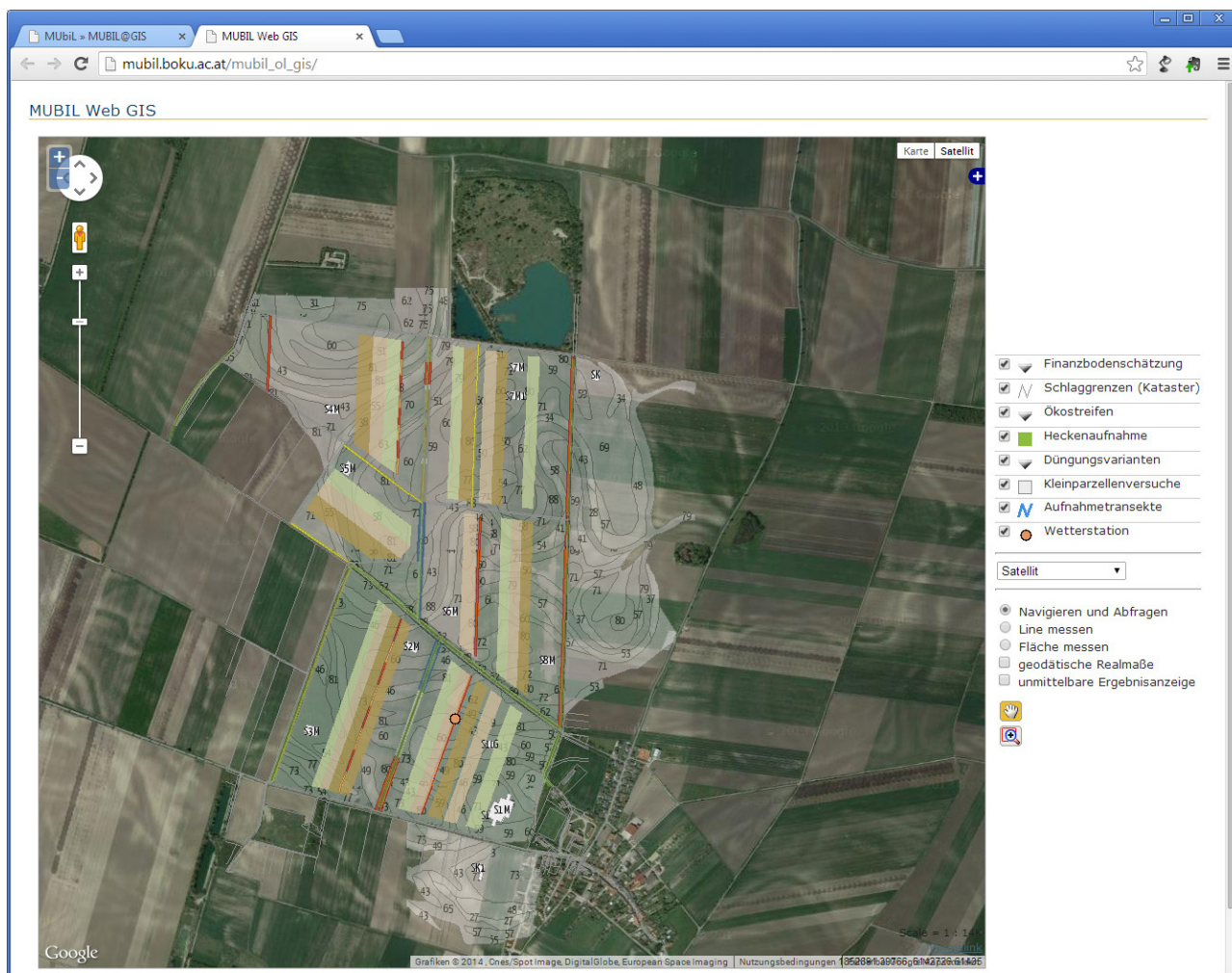


Abbildung 4.4-2: WebGIS für das MUBIL Projekt

The screenshot shows a web browser window with the URL `ifl.boku.ac.at/rutzendorf/rs_dam/`. The page is titled "mubil.ressourcen" and features a navigation bar with links like "Startseite", "Themen", "Neueste", "Hilfe & Unterstützung", "Upload", and "Administration".

The main content area displays a resource entry for "EVALUIERUNG LE07-13: Bewertung des viehlosen biologischen Ackerbaus und seiner agrarökologischen Leistungen im österreichischen Trockengebiet". It includes a thumbnail image of a field and a table of resources:

Datei-Information	Datei-Größe	Optionen
Original PDF File	5.1 MB	Download
Screen 601 x 850 Pixel 5.1 cm x 7.2 cm @ 300 PPI	82 KB	Download
Vorschau Vollbild-Vorschau	82 KB	anzeigen

Below the table, there are links: "> zur Kollektion hinzufügen", "> Ressource senden (E-Mail)", "> Link", "> bearbeiten", "> löschen", "> Alternative Dateien verwalten", and "> Protokoll".

On the right side, there is a search section titled "Einfache Suche" with a list of filters: Alle, Foto, Dokument, Video, Geodaten, Bericht, Artikel und Publikationen, Präsentation, Poster, Karten und Pläne, Protokoll, and Tabelle. Below this is a "MUBIL Phase" dropdown menu and a "Teilprojekt" dropdown menu. There are also buttons for "zurücksetzen" and "Suchen".

At the bottom, there is a section titled "Meine Kollektionen" showing a grid of thumbnails for various documents, including "Zwischenber...", "MUBIL III...", "Abschlussbe...", "EVALUIERUNG...", "Management...", "Anhang...", and "Abschlussbe...".

Abbildung 4.4-3: Metadatenbank

Die Metadatenbank ist nur nach einem Login für die MitarbeiterInnen des MUBIL Projekts zugänglich und bietet strukturierten Zugriff auf projekt-relevante Ressourcen und Suchmöglichkeiten.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die Etablierung eines Teilprojekts, das die zentrale Datensicherung und Aufbereitung zum Ziel hatte, hat sich bewährt. Durch die starke Dynamik in den Teilprojekten und auch häufige Mitarbeiterwechsel haben die Wichtigkeit dieser Drehscheibe untermauert. Die Daten sind strukturiert aufbereitet, für alle Teilprojekte verfügbar und auswertbar (z.B. auch im Rahmen von Masterarbeiten und Dissertationen). Netzwerkstrukturen bieten hier eine gute Möglichkeit Inhalte aufzubereiten und zu verteilen, allerdings darf hier der technologische Fortschritt nicht unterschätzt werden, der regelmäßige Aktualisierungen und Anpassungen erfordert um einerseits auf neue Technologien Rücksicht zu nehmen und Sicherheitsaspekte laufend zu integrieren.

Der Aufbau einer öffentlichen Website erlaubt die Bereitstellung ausgewählter Informationen und Publikationen für eine interessierte breite (Fach-)öffentlichkeit und ermöglicht so die einfache Sichtbarmachung des Gesamtprojekts in der Fachwelt.

LITERATUR

Hsu, C., Bouziane, M., Rattner, L., Yee, L. (1991): Information Resources Management in Heterogeneous, Distributed Environments: A Metadatabase Approach. IEEE Trans. Softw. Eng. 17, 604–625.

Lehmann, D., Lenz, R., 2001. Lehmann, D. und R. Lenz (2001): Regionaler Datenkatalog – Kopplung von Internetdatenbanken und Map-Server-Technologie, in: Strobl, J., Blaschke, T., Griesebner, G. (Eds.), Angewandte Geographische Informationsverarbeitung. XIII Beiträge Zum AGIT-Symposium Salzburg 2001. Wichmann Verlag, Heidelberg.

Strobl, J. (1995): Grundzüge der Metadatenorganisation für GIS, in: Dollinger, F., Strobl, J. (Eds.), Angewandte Geographische Informationsverarbeitung X. Beiträge Zum AGIT-Symposium Salzburg 1995. Salzburg.

4.5 TEILPROJEKT 5: AGRARMETEOROLOGIE

Dauererfassung der agrarklimatischen Bedingungen am Biobetrieb Rutzendorf

Bearbeiter: J. Eitzinger, T. Gerersdorfer, W. Laube

Institut für Meteorologie, Department für Wasser-Atmosphäre-Umwelt, BOKU Wien.

ZUSAMMENFASSUNG / SUMMARY

Das Teilprojekt Agrarmeteorologie umfasst agrarmeteorologische Dauermessungen zur laufenden Beobachtung und Dokumentation der Witterungsverhältnisse vor Ort während der Projektlaufzeit. Die dazu installierte kontinuierliche agrarmeteorologische Messstation wurde kalibriert und im Mai 2003 am Versuchsstandort in Rutzendorf aufgestellt.

The sub-project Agrometeorology consists of continuous agro-meteorological measurements for weather monitoring and documentation during the project lifetime. A permanent agro-meteorological station was calibrated and installed in May 2003 at the test site in Rutzendorf.

THEMA UND ZIELE DER ARBEIT

Die agrarmeteorologische Dauerstation ist Referenz für alle Teilprojekte und erfasst seit dem Frühjahr 2003 kontinuierlich wichtige Witterungsparameter in hoher zeitlicher Auslösung und hoher Genauigkeit.

MATERIAL UND METHODEN

Die Erfassung wichtiger Witterungsparameter im freien Feld erfolgt durch eine kontinuierliche, automatische agrarmeteorologische Messstation im Schlag 2/1, wo Luft- und Bodentemperaturen, Luftfeuchte, Globalstrahlung, Strahlungsbilanz, Taubildung, Wind, Niederschlag und Bodenwassergehalt kontinuierlich und in verlässlicher Genauigkeit erfasst werden. Als klimatologische Referenzstation wird die ca. 6 km Richtung süd-west gelegene ZAMG Station Groß-Enzersdorf verwendet.

ERGEBNISSE UND DISKUSSION

Detailbetrachtungen der einzelnen Jahre der Projektperiode (alle Messwertangaben vom Standort Rutzendorf):

Das **Jahr 2003** lässt sich mit einem extrem heißen und trockenen Sommer charakterisieren, wobei häufig Tagesmittel der Lufttemperatur von 20-25 Grad Celsius erreicht wurden, die deutlich über den langjährigen Monatsmitteln lagen. Die allgemeine Trockenheit wurde in Rutzendorf durch einzelne lokale Gewitterniederschläge jedoch etwas gemindert – im Vergleich zu anderen Gegenden. Bis in den Dezember blieb das Jahr relativ warm und trocken, wobei sich der oberflächliche Bodenwassergehalt im Herbst aufgrund fehlender Transpiration der Pflanzen wieder etwas erholte.

2004 war ein weitgehend „normales“ Jahr, es begann mit niedrigeren Temperaturen, die sich im Vergleich zu 2003 das ganze Jahr fortsetzten. Im Frühjahr traten einzelne sehr warme Perioden von kurzer Dauer auf. Der oberflächliche Bodenwassergehalt erholte sich im Frühjahr und blieb bis zum April nahe der Feldkapazität. Danach erfolgte ein starker und schneller Rückgang aufgrund der starken Transpiration und des Wuchses der Luzerne und der relativ geringen Niederschläge in diesem Zeitraum. Bis in den September blieb die Situation relativ stabil mit einer leichten Erholung des Bodenwassergehaltes aufgrund der zunehmenden Niederschläge und relativ niedriger Temperaturen.

Der Herbst und Winter zeigten sich bis in den Jänner relativ warm, wobei ab Februar bis März **2005** ein (Spät-)Wintereinbruch mit viel Schnee und niedrigen Temperaturen erfolgte. Zu dieser Zeit waren entlang der Hecken starke Schneewehen zu beobachten. Ab Mitte März 2005 erfolgte eine rasche Erwärmung mit im Vergleich zu den mehrjährigen Monatsmitteln höheren Temperaturen, ab August lagen die Temperaturen jedoch niedriger. Besonders das Frühjahr war bis in den Juli relativ trocken mit einer deutlichen Abnahme des oberflächlichen Bodenwassergehaltes unter Gerste von April bis Juli.

Das **Jahr 2006** begann mit einem sehr kalten Winter. Bis einschließlich März blieben die Temperaturen unter dem langjährigen Mittel. Der kälteste Tag des Jahres war der 23.1. mit einem Tagesmittel von $-15,08^{\circ}\text{C}$ und einem Nachtfrost von $-17,5^{\circ}\text{C}$. Mitte/Ende Februar kam es zu Tauwetter und einer raschen Schneeschmelze. Das führte im teilweise noch gefrorenen Boden zu stauender Nässe. Der Frühling war ab April überdurchschnittlich warm, die Niederschläge waren bis Ende Juni reichlich. Der Sommer, insbesondere der Juli 2006, war sehr heiß und trocken. An 19 Tagen lag die Höchsttemperatur über 30°C . Im ganzen Monat fielen nur 6 mm Niederschlag. Im August wurde die Trockenheit durch eine Reihe von Niederschlägen unterbrochen. Herbst und Winter waren wieder überdurchschnittlich warm und trocken.

Jahr 2007 begann extrem warm. Der Jänner 2006 wies eine mittlere Temperatur von $-4,5^{\circ}\text{C}$ auf, der Jänner 2007 war mit $+5,2^{\circ}\text{C}$ extrem warm. Der April war sehr trocken (0,8 mm Niederschlag), die darauf folgenden Monate konnten das Niederschlagsdefizit trotz regelmäßiger Regenspenden nicht aufwiegen, sodass sich der Bodenwassergehalt erst ab Ende Juli erholen konnte. Besonders auffallend waren die überdurchschnittlich hohen Temperaturen (mit einem sehr heißen Juli) bis zum August. Mit September 2007 war die Serie von 12 überdurchschnittlich warmen Monaten hintereinander zu Ende, die Temperaturen lagen von nun an im Normalbereich. Ein regenreicher September brachte mit einer Monatssumme von 193 mm etwa 37% des mittleren Jahresniederschlages der letzten 5 Jahre

Das Jahr **2008** war bis August ebenso überdurchschnittlich warm, allerdings lagen die Temperaturen etwas unter denen von 2007. Trotz eines deutlichen Temperatursturzes am 12. September war der Herbst warm. Ein milder Winterbeginn folgte, bis zu Weihnachten die Temperaturen erstmals deutlich unter 0 Grad fielen. Die Niederschläge waren insgesamt durchschnittlich, von Jänner bis April fielen aber lediglich 20% des Gesamtjahresniederschlags, während Juli und August zusammen 30 % der Niederschlagssumme verzeichneten.

2009 begann mit einem relativ kalten Jänner, das folgende Frühjahr war aber das wärmste seit Projektbeginn und deutlich über dem Jahresmittel, die Frühjahrsniederschläge waren unterdurchschnittlich wie auch der Gesamtniederschlag, der ähnlich niedriges Niveau hatte wie 2003. Die extreme Ausnahme war der feuchteste Juni seit Projektbeginn mit 128 mm Niederschlag und mit der dritthöchsten Monatssumme überhaupt. Der Sommer war sehr warm, erst Anfang Oktober ging die Temperatur sprunghaft zurück, Das Jahr ging mit deutlichen Plusgraden zu Ende.

Ab Anfang Jänner **2010** wurde es für etwa 6 Wochen kalt, um den 23. Jänner fielen die Temperaturen auf 15 Grad unter Null und bis Mitte Februar dominierten Temperaturen unter dem Gefrierpunkt. Ein niederschlagsreiches Frühjahr brachte rund ein Drittel des Jahresniederschlages. Insgesamt war 2010 das kälteste Jahr in der Projektlaufzeit ($9,6^{\circ}\text{C}$ Jahresmitteltemperatur), wozu vor allem der kalte Start ins Jahr und auch der sehr kalte Dezember beigetragen haben. Dennoch entspricht die Jahresmitteltemperatur etwas dem langjährigen Mittel der Periode 1971-2000 ($9,8^{\circ}\text{C}$).

Das Jahr **2011** verlief mit einer Jahresmitteltemperatur von $10,6^{\circ}\text{C}$, mit Ausnahme von Februar und November, vergleichsweise mild. Das gesamte Jahr ist geprägt durch die geringen Monatsniederschläge, mit einer unterdurchschnittlichen Jahressumme von nur 326 mm, also ausgesprochen trockene Bedingungen und insgesamt die geringsten Jahresniederschläge während der Periode 2003-2013.

Im Jahr **2012** (Abb. 4.5-1) verlief der Februar mit einer extremen Kältewelle (Monatsmittel $-2,8^{\circ}\text{C}$) außergewöhnlich kalt, ab März sind aber überdurchschnittliche bis normale Temperaturen zu verzeichnen. Die 2-wöchige extreme Kälteperiode im Februar verzeichnete Tagesmitteltemperaturen von unter -10°C . Die Jahresmitteltemperatur 2012 zählt aber dennoch mit den Jahren 2007 und 2008 zu den wärmsten in der Projektperiode 2003-2013. Ein außergewöhnliches Spätfrostereignis führte Mitte Mai nach einer sehr warmen und sehr trockenen Periode zu großen Schäden bei frostempfindlichen landwirtschaftlichen Kulturen (z.B. Wein, Mais, Kartoffel), insbesondere in ausgeprägten Kaltluftbeckenlagen. Alle Monate außer Juli verzeichneten unterdurchschnittliche Niederschläge, auch der Jahresniederschlag war mit 435 mm unter dem Durchschnitt. Das Frühjahr 2012 (MAM) war das bisher (2003-2013) bei weitem trockenste mit nur 48 mm Niederschlag in diesen 3 Monaten. Der Juli verzeichnete mit 140 mm den fünfthöchsten Monatsniederschlag während der Projektperiode 2003-2013. Die recht geringen oberflächlichen Bodenwassergehalte konnten sich daher erst während einiger kräftiger Regenschauer im Juli 2012 erholen. Bis zum Herbst gab es in weiterer Folge immer wieder ausgiebige Niederschlagsereignisse, wodurch auch die Bodenwassergehalte anstiegen. Die letzten beiden Monate des Jahres 2012 waren aber wieder sehr regenarm.

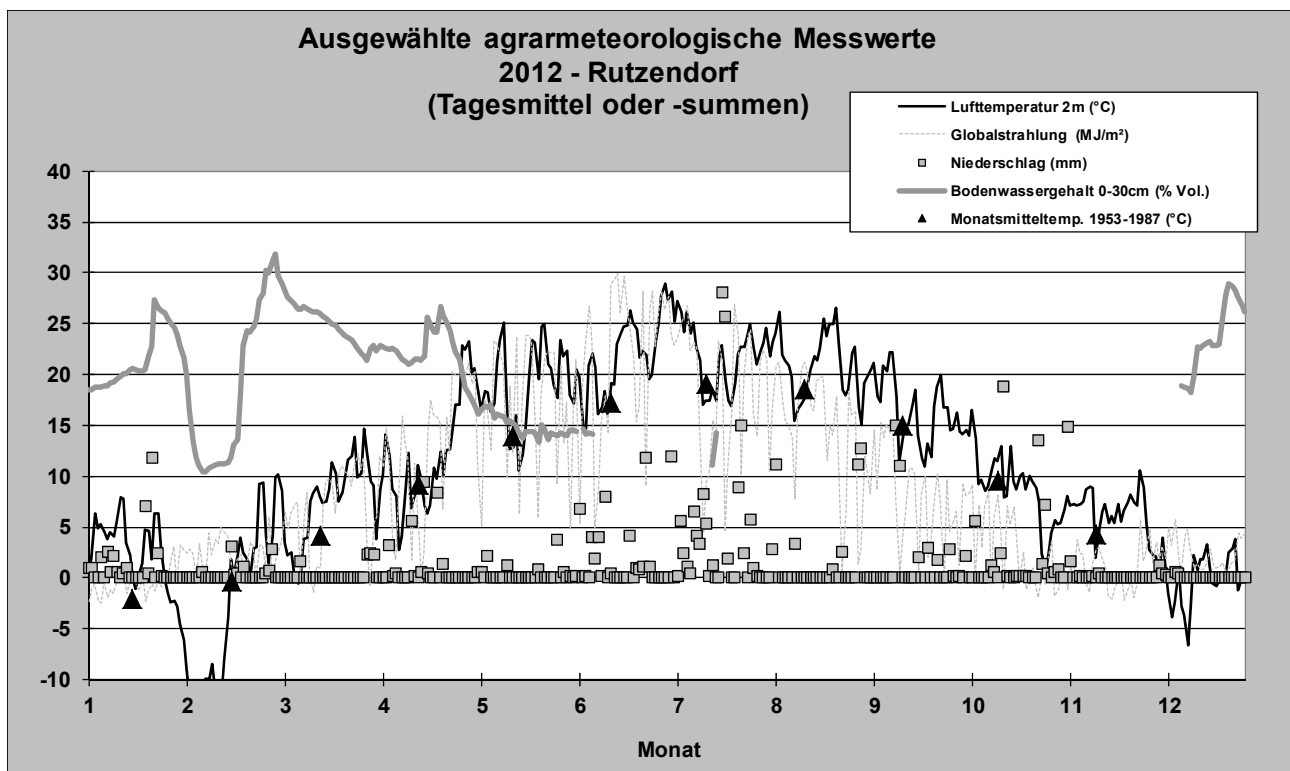


Abbildung 4.5-1: Ausgewählte agrarmeteorologische Messwerte 2012, Rutzendorf, Schlag 2/1 (Tagesmittel bzw. -summen).

Das Jahr **2013** (Abbildung 4.5-2) verzeichnete von Jänner bis Ende März deutlich unterdurchschnittliche Monatstemperaturen, bedingt durch drei hintereinander folgende massive Kältewellen. Dies verursachte eine späteren Vegetations- und Wachstumsbeginn als üblich. Auch bis Juni verliefen die Temperaturen eher ungünstig (zuerst warm dann kalt), wobei vor allem Mitte bis Ende Mai eine sehr kühle Periode zu verzeichnen war, was bei wärmeliebenden Kulturen wie Mais einen 2-3 wöchigen Wachstumsstillstand verursachte. Im Juli und vor allem gegen Ende August wiederum traten extreme Hitzewellen auf. Weiter verliefen die Herbstmonate (ab Oktober) relativ warm. Die Jahresmitteltemperatur lag mit 11°C geringfügig über dem Mittelwert der Messperiode. Die Monatsniederschläge lagen weitgehend im

Normalbereich, außer in den Monaten April, Juli und Dezember, die deutlich zu trocken waren. Die Jahressumme des Niederschlags (499 mm) entsprach dem Mittel der Projektperiode am Standort Rutzendorf.

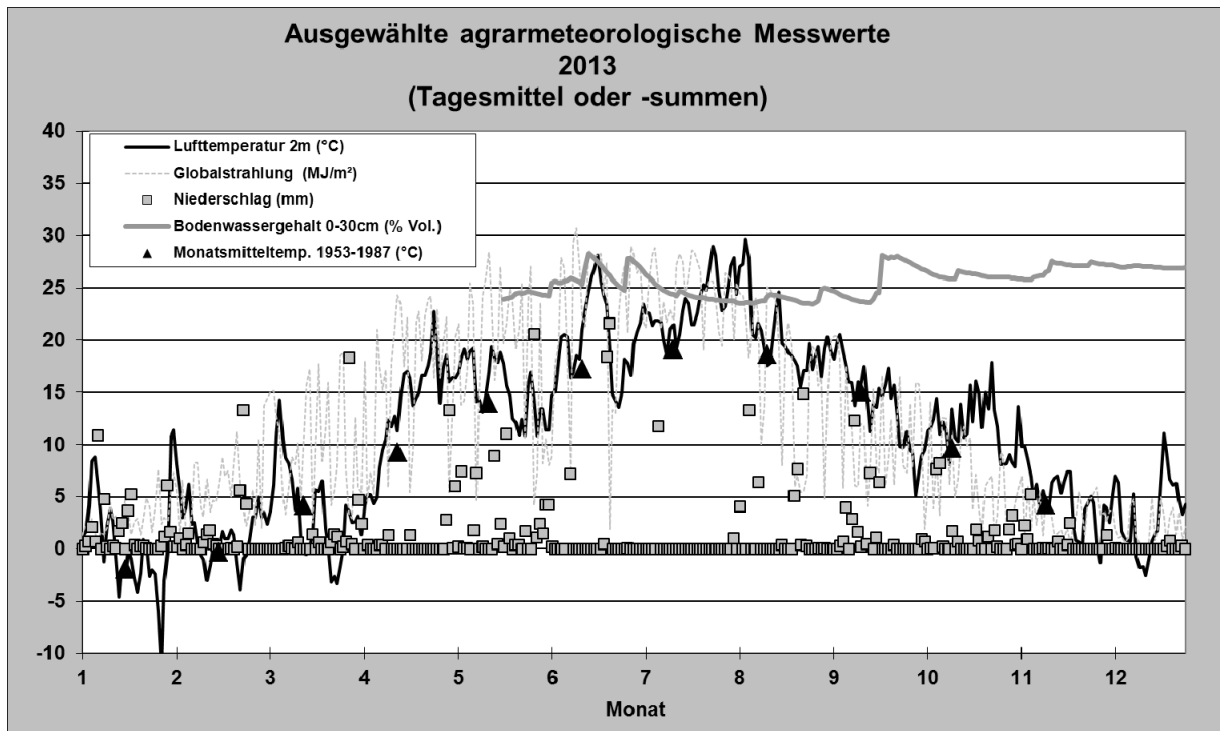


Abbildung 4.5-2: Jahresübersicht 2013 des Verlaufes wichtiger Witterungsparameter, agrarmeteorologische Messstation Standort Rutzendorf (ergänzt mit Daten der ZAMG).

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Es zeigt sich, dass bei der reinen Betrachtung von Jahressummen bzw. -mittelwerten viele Details der Klimavariabilität verloren gehen, die erst bei höherer Auflösung (z. B. auf Tages- oder Monatsbasis oder auf Basis von Jahreszeiten) sichtbar werden. Jahressummen und -mittelwerte alleine sind zur Beurteilung der Wachstumsbedingungen für Pflanzen nur bedingt aussagekräftig.

Allgemein gesehen stellen sich die jährlichen Witterungsverhältnisse am Untersuchungsstandort Rutzendorf seit Projektbeginn 2003 sehr unterschiedlich dar (Abbildung 4.5-3). Die Jahresmitteltemperatur bewegt sich im Projektzeitraum zwischen 9,8 °C (2005) und 11,5 °C (2008), die Frühjahrstemperaturen bewegen sich zwischen 9,7 °C (2004) und 12,1 °C (2009). Die drei wärmsten Frühjahre (März-Mai) sind mit ca. 12 °C Temperaturmittel in den Jahren 2007, 2009 und 2012 aufgetreten. Die drei kältesten Frühjahre waren mit knapp unter 10 °C 2004, 2005 und 2006 mit zudem vergleichsweise hohen Frühjahrsniederschlägen.

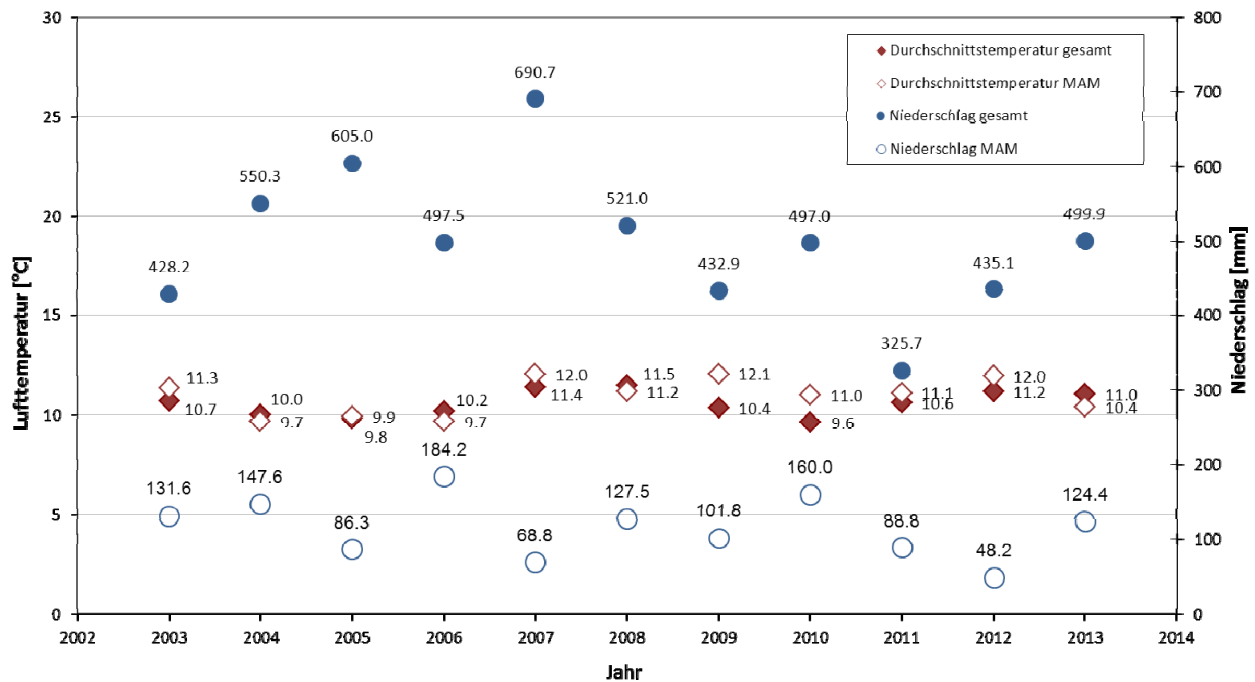


Abbildung 4.5-3: Lufttemperaturen und Niederschlagssummen 2003-2012 auf Jahresbasis sowie für die Monate März-April-Mai (MAM), agrarmeteorologische Messstation Standort Rutzendorf (ergänzt mit Daten der ZAMG).

Vor allem aber zeigen sich bei den Jahresniederschlägen große Unterschiede. Sie schwanken seither von 325 mm (2011) bis 690 mm (2007). 2011 betrug der Jahresniederschlag damit nur rund 50 % von 2007.

Vergleicht man die interannuelle Variabilität und hier vor allem die Frühjahrswerte, so zeigt das Jahr 2007 mit dem größten Jahresniederschlag die zweitgeringste Niederschlagssumme in den Frühjahrsmonaten im Projektzeitraum 2003-2012. Die Niederschlagssummen im Frühjahr schwanken im Projektzeitraum extrem: von rund 50 mm (2012) bis zu etwa 180 mm (2006), das entspricht der 3,5-fachen Niederschlagsmenge im selben Zeitraum. Die letzten Jahre fallen hinsichtlich der geringen Niederschläge auf, 2011 aufgrund der geringsten Jahressumme und 2012 aufgrund der geringsten Frühjahrssumme seit Projektbeginn.

Die im Marchfeld ausgeprägte jährliche Variabilität der Witterung ist typisch für die klimatischen Bedingungen des kontinental geprägten Klimas. Vor allem der zeitliche Verlauf der Lufttemperatur und des Niederschlages verursacht ein erhöhtes Risiko für das optimale Wachstum und die Ertragsbildung der angebauten Nutzpflanzen. Das heißt, dass die Extremwerte der Temperatur und des Niederschlages häufiger optimale Bereiche der Nutzpflanzen verlassen, als im gemäßigten Klimagebiet des atlantisch geprägten Klima des Westens. Durch die topografischen Gegebenheiten des Flachlandes des Marchfeldes verstärken sich insbesondere die Extreme der Temperaturen (Spätfrostgefahr durch Beckenlagen bzw. Hitzewellen) und der Trockenheit (geringere Niederschläge und erhöhte Verdunstung durch Windausgesetztheit). In den letzten Jahrzehnten wurde im Marchfeld bereits eine deutliche Zunahme der Jahresmitteltemperatur verzeichnet. Unter den Bedingungen des Klimawandels sind in Zukunft (laut aktuellen Klimaszenarien) vermehrt und stärkere Hitzewellen und Trockenheiten zu erwarten. Das führt dazu, dass kritische Stresslimits (insbesondere hohe Temperaturen und Wassermangel) für Nutzpflanzen auch häufiger überschritten werden, welche das Ertragsrisiko oder auch den

Anpassungsbedarf in der Produktionstechnik (z.B. mehr Bewässerung, Verdunstungsschutzmaßnahmen, Änderungen in der Fruchtfolge) erhöhen.

ANHANG

Tabelle 4.5-1: Monatsmitteltemperaturen und monatliche Niederschlagssummen am Standort Rutzendorf während der Projektperiode 2003-2013 (vgl. auch Abbildung 4.5-3).

Agrarmeteorologische Messstation Rutzendorf 2003-2013: Lufttemperatur in °C												
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2003-2013
Jan	-0.6	-2.4	1.5	-4.5	5.2	3.4	-1.7	-2.8	0.0	2.2	0.5	0.1
Feb	-1.5	2.6	-1.7	-1.0	4.8	4.5	1.7	0.2	0.8	-2.8	1.4	0.8
Mar	6.3	4.0	3.4	3.2	7.3	6.6	6.3	7.9	5.9	7.8	3.5	5.7
Apr	10.1	11.2	11.0	11.3	12.2	10.9	14.3	10.7	12.5	10.9	11.9	11.6
Mai	17.6	13.7	15.3	14.5	16.6	16.0	15.6	14.5	14.8	17.1	15.8	15.6
Jun	21.6	17.2	18.3	18.4	20.7	19.6	17.4	18.4	19.2	20.9	18.8	19.2
Jul	21.8	19.5	20.3	23.0	21.8	20.1	21.4	21.6	19.1	22.4	22.5	21.2
Aug	23.6	20.3	18.4	17.9	20.5	20.1	21.4	19.5	20.9	21.4	21.4	20.5
Sep	15.5	15.0	16.3	17.6	13.8	15.3	15.0	14.2	17.8	16.9	15.8	15.7
Oct	7.5	11.5	10.6	12.1	8.8	11.2	5.3	7.6	9.7	10.0	11.7	9.6
Nov	6.3	5.6	3.8	7.4	3.7	7.6	6.5	7.1	2.8	6.9	6.1	5.8
Dec	0.6	1.2	0.2	3.0	0.8	2.7	1.1	-3.4	3.6	0.3	3.1	1.2
2003-2013	10.7	10.0	9.8	10.2	11.4	11.5	10.4	9.6	10.6	11.2	11.0	10.6

Agrarmeteorologische Messstation Rutzendorf 2003-2013: Niederschlag in mm												
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2003-2013
Jan	38.4	42.4	30.0	34.6	34.2	26.4	22.2	42.7	0.2	33.8	43.7	31.7
Feb	0.3	54.8	31.7	18.7	44.1	5.9	30.4	8.2	2.9	9.7	31.2	21.6
Mar	10.4	55.3	8.9	46.2	9.0	44.9	64.6	8.8	27.2	8.6	26.0	28.2
Apr	29.8	35.5	33.4	55.8	0.8	24.0	1.0	61.0	16.6	29.8	10.9	27.1
Mai	91.4	56.8	44.0	82.2	59.0	58.6	36.2	90.2	45.0	9.8	87.5	60.1
Jun	50.2	103.4	43.0	75.8	47.8	92.4	128.4	65.2	50.7	46.2	103.7	73.3
Jul	54.0	25.2	115.4	4.0	51.8	88.0	37.8	42.8	71.8	140.1	11.7	58.4
Aug	32.3	56.0	120.2	139.2	88.6	47.0	38.0	33.2	22.4	32.0	53.6	60.2
Sep	31.2	28.0	47.3	12.2	194.1	48.1	31.2	73.0	30.2	48.6	84.4	57.1
Oct	29.6	52.0	11.2	1.6	77.8	26.4	20.7	22.9	50.0	54.6	26.2	33.9
Nov	28.7	31.4	71.6	13.9	34.3	34.2	3.4	28.1	0.6	18.7	18.2	25.7
Dec	31.9	9.5	48.3	13.3	49.2	25.1	19.0	20.9	8.1	3.2	2.8	21.0
2003-2013	428.2	550.3	605.0	497.5	690.7	521.0	432.9	497.0	325.7	435.1	499.9	498.5

4.6 TEILPROJEKT 9: AVIFAUNA

Avifaunistische Analyse und Bewertung der agrarökologischen Situation des Biobetriebes Rutzendorf: Dokumentation der Auswirkungen des Biologischen Landbaues sowie agrarökologischer Begleitmaßnahmen auf die Brutvogelfauna

Bearbeiter: U. Straka, A.S. Reiter

Institut für Zoologie, Department für Integrative Biologie und Biodiversitätsforschung, BOKU Wien

ZUSAMMENFASSUNG / SUMMARY

Am Beispiel des Projektgebietes Rutzendorf wurde im Zeitraum 2003-2012 erstmals für Österreich durch mehrjährige flächendeckende Revierkartierungen die Entwicklung der Brutvogelfauna auf einem Ackerbaubetrieb im Marchfeld nach Umstellung auf Biologischen Landbau und der Umsetzung agrarökologischer Begleitmaßnahmen dokumentiert. Die Artenzahl der Brutvögel hat seit Projektbeginn im Jahre 2003 deutlich zugenommen. Die Anzahl der Brutreviere zeigte bis 2008 eine Zunahme, danach jedoch wieder eine deutliche Abnahme. Die Bedeutung der verschiedenen Ackerkulturen sowie der nicht ackerbaulich genutzten Landschaftselemente für die Brutvogelfauna wird dargestellt und diskutiert.

In the years 2003-2012 for the first time in Austria the development of the breeding bird community of an arable farm after conversion to organic farming (Biobetrieb Rutzendorf) and accompanying agro-ecological measures was documented in a multi-annual study using the mapping method. Since the start of the project in 2003 the number of species has increased. The abundance of breeding birds also increased until 2008 but declined afterwards. The significance of different crops and agro-ecologically important landscape elements is presented and discussed.

EINLEITUNG

Die Mehrzahl der eng an landwirtschaftlich genutzte Lebensräume gebundenen Vogelarten zeigt in den letzten Jahrzehnten auffallende Bestandesrückgänge, die mit nachteiligen Änderungen der Landbewirtschaftung in Verbindung gebracht werden (Bauer und Berthold 1996). Dieser Wandel ist im Ackerland besonders groß und verläuft hier am raschesten. Neben strukturellen Änderungen (Verlust an ökologischen Ausgleichsflächen, Zunahme der Schlaggröße, Änderung der Fruchtfolge) betrifft dies auch den noch immer steigenden Einsatz von Pestiziden und Düngemitteln mit seinen direkten und indirekten Auswirkungen (vgl. Hötter 2004, Albrecht et al. 2008, Guerrero et al. 2012).

Während in anderen europäischen Ländern, insbesondere der Schweiz, Deutschland und Großbritannien in den letzten Jahrzehnten umfangreiche Untersuchungen über die Veränderungen der Agrarlandschaft und ihre Auswirkungen (vgl. z. B. O'Connor and Shrubbs 1986) bzw. über den Einfluss verschiedener Bewirtschaftungssysteme auf die Avifauna (z. B. Wilson et al. 1997, Chamberlain et al. 1998, Bengtson et al. 2005, Fischer et al. 2011) durchgeführt wurden, ist die Erforschung der österreichischen Verhältnisse sehr mangelhaft. Untersuchungen für größere biologisch wirtschaftende Betriebe fehlen ebenso wie vergleichende Untersuchungen der Auswirkungen einer Umstellung auf biologische Bewirtschaftung.

THEMA UND ZIELE DER ARBEIT

Thema der vorliegenden Arbeit ist die Erfassung der Brutvogelfauna des Projektgebietes. Gemäß dem ganzheitlich formulierten Forschungsansatz des vorliegenden Projektes, der nicht nur Fragestellungen der Agrarproduktion, sondern auch den Bereich des Naturschutzes und der Landschaftsökologie umfasst, soll am Beispiel der Avifauna die Bedeutung des Projektgebietes als Lebensraum dokumentiert werden. Die Ergebnisse sind eine wesentliche Grundlage bei der Erarbeitung von Entwicklungszielen für die Bewirtschaftung der Ackerflächen sowie für die Neuanlage und Pflege von Landschaftselementen.

HERLEITUNG DER ARBEITSHYPOTHESEN

Die Brutvogelfauna von Agrarflächen ist artenarm, aber sehr charakteristisch. Wichtige, die Artenzusammensetzung, Dominanzstruktur und Siedlungsdichte bestimmende Faktoren sind Größe der Bewirtschaftungsflächen, Strukturvielfalt (z.B. relative Randlinien-Länge, Anzahl verschiedener Feldfrüchte), Art der Feldkultur, Art der Bewirtschaftung und Landschaftsstruktur (z.B. Anteil und Verteilung von Gehölzen und anderen nicht ackerbaulich genutzten Flächen). Da die Bedingungen durch den Fruchtwechsel und durch die unter anderem über die Vegetationsstruktur wirksamen Witterungsverhältnisse alljährlich starken Veränderungen unterworfen sind, ist insbesondere für kleinere Landschaftsausschnitte erst nach langjährigen Untersuchungen mit allgemeingültigen Ergebnissen zu rechnen.

Die Brutvogelfauna nicht ackerbaulich genutzter Landschaftselemente ist wesentlich artenreicher. Auch hier besteht eine sehr starke Strukturabhängigkeit. Bei der Neuschaffung aber auch bei bereits vorhandenen Landschaftselementen (z.B. Windschutzhecken) ist durch Sukzession und das Heranwachsen von Gehölzen mit starken strukturellen bzw. auch qualitativen Veränderungen im Zeitverlauf zu rechnen. Zur Dokumentation dieser Entwicklung sind Erhebungen der Brutvogelfauna gut geeignet.

MATERIAL UND METHODEN

Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet umfasst das gesamte Projektgebiet des Biobetriebes Rutzendorf (ackerbaulich genutzte Fläche 143 ha) inklusive der darin eingeschlossenen AGES-Fläche (2 ha) sowie der nicht ackerbaulich genutzten Sonderflächen (Hecken, Feldwege). Ergänzend wurde bei den Kartierungen auch die nördlich angrenzende Schottergrube (25 ha) berücksichtigt. Da für diese Fläche keine Betretungsbewilligung vorlag, konnten jedoch hier nur die Randbereiche begangen werden.

Ornithologische Kartierung und Auswertung

Im Untersuchungszeitraum 2003-2012 wurde alljährlich mit Ausnahme von 2004 und 2011 durch A. S. Reiter eine flächendeckende Erhebung der Brutvogelfauna durchgeführt. Die angewandte Methode entsprach den allgemeinen Richtlinien für ornithologische Revierkartierungen (Bibby et al. 1995). Zwischen Mitte März und Ende Juli erfolgten jährlich mindestens 10 Kartierungen. Dabei wurden entlang aller Ackerflächen durch Pflöcke markierte Strecken abgegangen und die dabei beobachteten Vogelarten auf Feldkarten möglichst punktgenau registriert.

Bei der Feldlerche wurde versucht für möglichst alle Reviere die zum Zeitpunkt der Begehung von einzelnen Männchen in Anspruch genommene Revierfläche und deren Struktur zu ermitteln. Bei den übrigen Vogelarten wurden bei der Auswertung all jene Orte als „Brutreviere“ definiert, an denen mindestens zweimal ein revieranzeigendes Männchen erfasst wurde. Eine an die Ortschaft angrenzende Baumhecke wurde wegen der deutlich abweichenden, durch die Siedlungsnähe geprägten Avifauna nicht in die Kartierung miteinbezogen.

ERGEBNISSE UND DISKUSSION

Von den während der Kartierungen in den Brutperioden 2003, 2005-2010 und 2012 im Untersuchungsgebiet (Projektgebiet des Biobetriebes Rutzendorf einschließlich der nördlich angrenzenden Schottergrube) insgesamt beobachteten 123 Vogelarten (außerdem Großtrappe und Regenbrachvogel zusätzlich in der nahen Umgebung) traten 28 Arten im Projektgebiet auch als Brutvögel auf. Zum Vergleich wurden in der angrenzenden Schottergrube (ca. 25 ha) 33 Arten als Brutvögel eingestuft (Tabelle 4.6-3, Anhang).

Die Artenzahl der Brutvögel hat seit Projektbeginn im Jahre 2003 deutlich zugenommen (Abbildung 4.6-1). Die Abundanz der Brutvögel nahm bis 2008 zu, danach aber wieder ab (Tabelle 4.6-1, Abbildung 4.6-2).

Tabelle 4.6-1: Häufigkeit (Anzahl der Reviere) und ökologische Charakterisierung der Brutvögel im Projektgebiet Rutzendorf in den Brutperioden 2003, 2005-2010 und 2012. Ökologische Gruppe: Charakterarten der offenen Feldflur (O), Charakterarten der halboffenen mit Gehölzen durchsetzten Kulturlandschaft (WO). Charakterarten von Wäldern (W).

Vogelart	Ökolog. Gruppe	Anzahl der Reviere							
		2003	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2012
Kiebitz	O	0	1	0	0-1	2-3	3	1	0
Rohrweihe	O	0	0	0	0	0	0	1-2	0
Rebhuhn	O	2-4	3	3	5-6	10	8-11	4-5	3
Wachtel	O	4-7	6-7	6-7	5-6	5	1-2	5	2-3
Feldlerche	O	40	46-48	53-58	52-55	52-54	36	41	37-39
Sumpfrohrsänger	O	0	0	1	0	0	2	0	1
Grausammer	O	0	0	0	0	1	0	0	0
Mäusebussard	WO	0	0	0	0	0	0	0-1	1
Turmfalke	WO	1-2	1-3	1-3	1-3	1-3	1-4	2	1-2
Fasan	WO	26-27	28-29	38	28	42-43	34-35	38-40	28-29
Ringeltaube	WO	3-5	3	2-3	3	2	2-3	2-3	2-3
Turteltaube	WO	0	1	1	1	1	1	1	0
Waldohreule	WO	1-2	0	0	0	1	0	0	0
Grünling	WO	0	0	1	2	1	1	1	0
Feldsperling	WO	0	0	1	1	1	1	1	1
Elster	WO	3-5	2-5	3-6	3-6	4-7	4-6	4-5	2-3
Aaskrähe	WO	0	0	0	1	1	1	1	2
Kuckuck	W	0	0	0	0	0	0	0	1
Amsel	W	0	0	0	0	1	0	0	0
Singdrossel	W	0	0	0	0	1	1	0	0
Nachtigall	W	0	1	0	0	0	1	2	2-3
Gelbspötter	W	0	0	0	0	0	0	0	1
Mönchsgrasmücke	W	4	6	7	6	6	7	8	7-8
Dorngrasmücke	W	0	4	5	4	3-4	4	6	6-7
Klappergrasmücke	W	0	0	0	0	0	0	1-2	0
Kohlmeise	W	0	2	3	2-3	3	2-3	2	2
Buchfink	W	0	0	1	1	1	1	1	1
Pirol	W	0	0	0	0	0	0	1	1
Summe		84-96	104-113	126-138	115-127	139-149	111-124	123-131	101-111

Die Brutvogel-Arten lassen sich drei ökologischen Gruppen zuordnen:

Charakterarten der offenen Feldflur (O). Als ursprüngliche Steppenbewohner benötigen diese Vogelarten keine Gehölze bzw. werden durch deren Vorhandensein sogar negativ beeinflusst (z. B. Verringerung der Siedlungsdichte oder des Fortpflanzungserfolges). Die Gesamtzahl der Brutreviere der zu dieser Gruppe zählenden Vogelarten nahm bis 2008 zu, danach jedoch wieder deutlich ab.

Aus dieser Artengruppe brüteten regelmäßig Feldlerche, Wachtel, Rebhuhn und Kiebitz, in einzelnen Jahren außerdem noch Rohrweihe, Sumpfrohrsänger und Grauammer im Projektgebiet. Mit Ausnahme von Rohrweihe und Sumpfrohrsänger zählen diese Arten zu den in allen mitteleuropäischen Ländern gefährdeten bzw. im Bestand rückläufigen Vogelarten (Bauer und Berthold 1996). In der aktuellen Roten Liste der Brutvögel Österreichs werden Rebhuhn, Wachtel, Kiebitz und Grauammer unter den gefährdeten Arten und die Rohrweihe in der Vorwarnstufe angeführt (Frühauf 2005a). Die Großtrappe als anspruchsvollste und am stärksten gefährdete Art dieser Gruppe (nach Raab et al. (2010) umfasste der Gesamtbestand des Marchfeldes für 2007 nur noch 2 m und 5 w), die nach eigenen Beobachtungen noch bis Anfang der 90er Jahre im Projektgebiet regelmäßig auftrat (Anlage der Windschutzhecken im Projektgebiet 1989; letzter Bruthinweis: Junge führende Henne im Juni 1991 auf den Neurissen), konnte im Beobachtungszeitraum wiederholt in der offenen Feldflur östlich des Untersuchungsgebietes angetroffen werden (letzte Beobachtung ein Weibchen 31.7.07, A. S. Reiter).

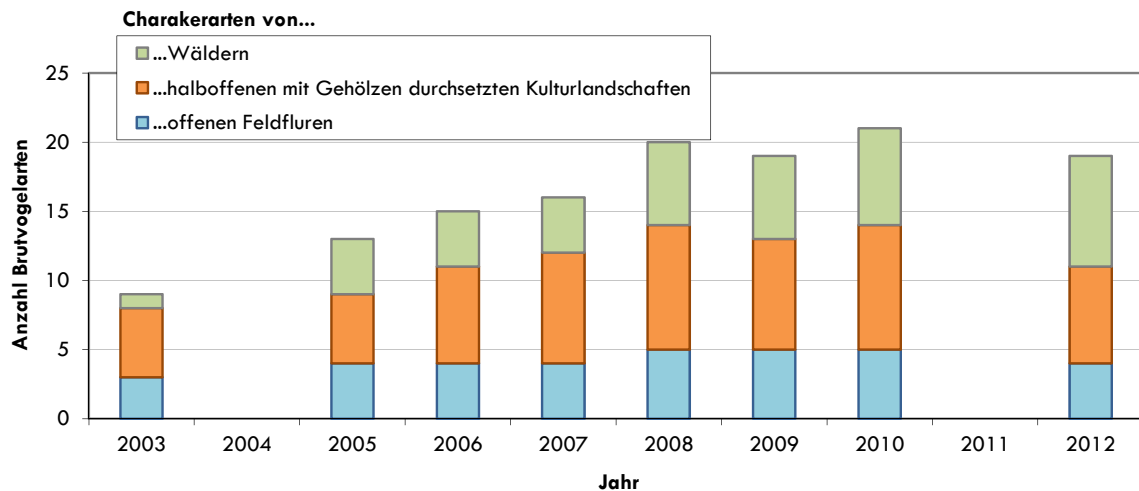


Abbildung 4.6-1: Artenzahl der Brutvögel nach ökologischen Gruppen im Projektgebiet Rutzendorf in den Brutperioden 2003, 2005-2010 und 2012

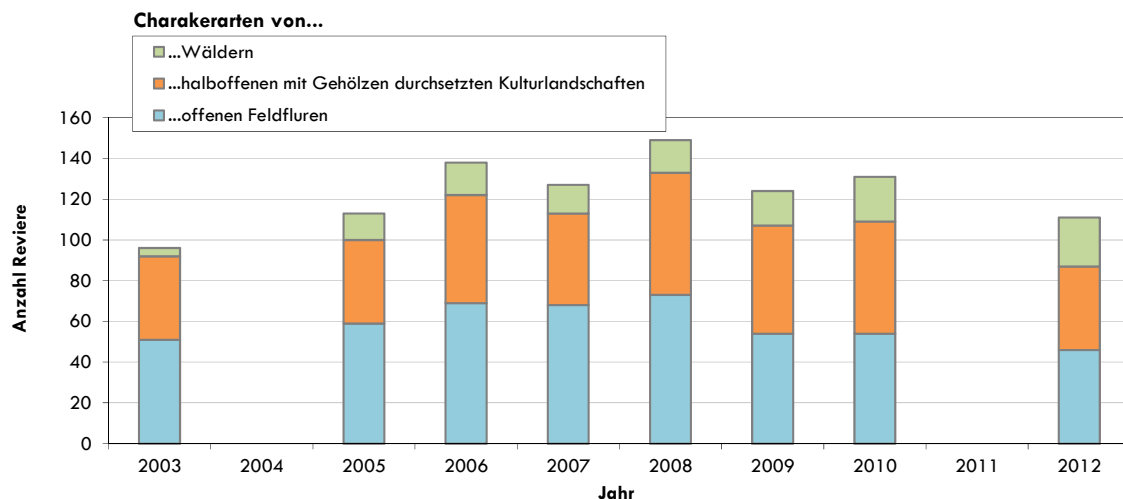


Abbildung 4.6-2: Häufigkeit (Anzahl Reviere) der Brutvögel nach ökologischen Gruppen im Projektgebiet Rutzendorf in den Brutperioden 2003, 2005-2010 und 2012

Die Feldlerche ist als Charakterart von Ackerlebensräumen jene Vogelart von der aufgrund ihrer Häufigkeit am ehesten Bestandesänderungen als direkte Folge der Betriebsumstellung erwartet werden können (vgl. Wilson et al. 1997, Chamberlain et al. 1999, Fuchs and Saacke 2006). Diese ehemals sehr

häufige Vogelart musste inzwischen auf Grund des massiven Bestandesrückganges in Mitteleuropa sogar in einige regionale „Rote Listen“ aufgenommen werden. Nach Bauer und Berthold (1996) basiert der Bestandesrückgang vor allem auf einer starken Reduktion des Bruterfolges und der verringerten Möglichkeit in optimalen Bruthabitaten zu brüten und entsprechend erfolgreiche Zweit- und Drittbruten zu tätigen. Die Hauptursache dafür liegt in der Intensivierung der Landwirtschaft durch starke mineralische Düngung und demzufolge schnellen, zu hohen und dichten Pflanzenwuchs, massivem Biozideinsatz, Vergrößerung der Schlagflächen sowie der Intensivierung der Grünlandnutzung durch Nutzung als Silageflächen und Erhöhung der Schnitthäufigkeit.

Die Feldlerche als häufigster Brutvogel des Projektgebietes war im Zeitraum 2006-2008 mit 54-58 Revieren (3,7-4,0 Rev./10 ha bezogen auf die Ackerfläche von 145,2 ha) deutlich häufiger als in den Jahren 2003 und 2005 (40 bzw. 48 Reviere, 2,8 bzw. 3,3 Rev./10 ha). Im Jahr 2009 erfolgte ein drastischer Bestandsrückgang auf nur 36 Reviere, in den Jahren 2010 und 2012 wurden 41 bzw. 39 Reviere (2,8 bzw. 2,7 Rev./10 ha) registriert. Ein Zusammenhang der rückläufigen Bestandszahlen der letzten Jahre mit der auch für Österreich dokumentierten seit Jahren anhaltend negativen Bestandsentwicklung dieser Art ist wahrscheinlich (Teufelbauer 2010, 2011). Bei einem Vergleich mit Siedlungsdichtewerten aus anderen Untersuchungen, wie z. B. langjährigen Vergleichswerten (Straka 1992) aus einem Ackerbaug Gebiet mit konventioneller Bewirtschaftung im südlichen Weinviertel (1985-1991 zwischen 3,3 und 4,7 Rev./10 ha, Mittel 3,9 Rev. 10/ha), ist zu berücksichtigen, dass ein Teil der Ackerflächen des Projektgebietes durch die angrenzenden Gehölze nicht den Habitatansprüchen der Feldlerche entspricht (z. B. wären bei der Annahme, dass Feldlerchen einen Mindestabstand von 30 m zu Gehölzen einhalten etwa 17 % der Ackerfläche des Projektgebietes nicht nutzbar).

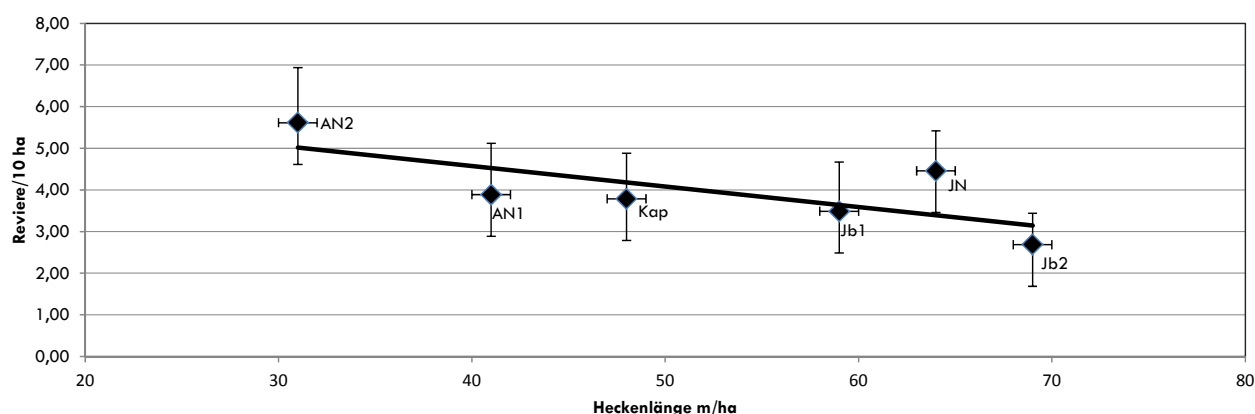


Abbildung 4.6-3: Abundanz der Feldlerche (*Alauda arvensis*) auf Teilflächen des Projektgebietes Rutzendorf (Alte Neurisse, Junge Neurisse, Kapellenfeld, Johannisbreite) in Abhängigkeit von der Begrenzung durch Gehölze. Angegeben ist die Abundanz (Mittelwerte der Brutperioden 2005-2010 und 2012) und die Länge der die Teilflächen begrenzenden Gehölze in Metern.

Die Häufigkeit zeigte auf einzelnen Teilflächen des Projektgebietes starke Unterschiede, die sich neben der Art der Ackerkultur vor allem auf strukturelle Unterschiede (Schlaggröße, Randeinflüsse durch Gehölze) zurückführen ließen (Tabelle 4.6-2, Tabelle 4.6-4 im Anhang). Die im Untersuchungszeitraum am dichtesten besiedelte Teilfläche war jene mit der geringsten Gehölzausstattung (Alte Neurisse II, mittlere Abundanz der Jahre 2005-2012 mit 5,6 Rev./10 ha bzw. maximale Abundanz mit 7,8 Rev./10 ha). Hingegen wurde auf der Fläche mit der höchsten Gehölzausstattung, der Johannisbreite II, nur eine durchschnittliche Abundanz von 2,7 Rev./10 ha bzw. ein Höchstwert von 3,9 Rev./10 ha ermittelt. Diese rundum von Gehölzen umgebene Fläche weist für die Feldlerche als Offenlandbewohner nur suboptimale Habitatbedingungen auf (Abbildung 4.6-3).

Tabelle 4.6-2: Abundanz der Feldlerche (Reviere/10 ha) auf ausgewählten Ackerschlägen (Nr. 1 und 4 je 17 ha, Nr. 7 und 8 je 18 ha) im Projektgebiet Rutzendorf bei unterschiedlicher Bewirtschaftung in den Jahren 2005-2010 und 2012. Mais, Futtererbsen (Erb), Sommergerste (Sg), Winterweizen (Ww), Triticale (Tri), Roggen (Ro), Luzerne im ersten bzw. zweiten Jahr (Luz 1, Luz 2)

Schlag	Mais	Erb	Sg	Ww	Tri	Ro	Luz 1	Luz 2	Mittelwert
Nr. 1	3,1	5,5	5,0	4,1	-	1,7	4,4	7,3	4,4
Nr. 4	6,1	6,1	5,4	4,8	-	3,6	8,1	8,6	6,1
Nr. 7	1,9	-	3,7	4,8 u. 3,6	4,4	-	5,6	6,7	4,4
Nr. 8	4,8	6,1	6,9	5,6 u. 3,6	-	-	3,8	6,3	5,3
Mittelwert	4,0	5,9	5,3	4,4	4,4	2,7	5,5	7,2	5,1

Mehrjährige Untersuchungen einzelner Ackerflächen bieten gute Möglichkeiten die unterschiedliche Eignung einzelner Ackerkulturen als Lebensraum für die Feldlerche zu beurteilen. In Tabelle 4.6-2 wurden jene vier Ackerschläge ausgewählt, die im Zeitraum 2005-2012 zumindest einmal mit Luzerne bestockt waren und die auf Grund ihrer Größe einem vergleichsweise geringen Einfluss durch angrenzende Kulturen oder Sonderstrukturen unterliegen. Die höchsten Abundanzwerte der Feldlerche wurden bei Bewirtschaftung mit Luzerne ermittelt, wobei Luzerneflächen im zweiten Jahr durchschnittlich dichter besiedelt waren als Luzerneflächen im ersten Jahr. Hohe Siedlungsdichten wurden auch bei Bewirtschaftung mit Erbsen und Sommergerste ermittelt, allerdings ist Sommergerste im Gegensatz zur Luzerne durch die jahreszeitlich späte Vegetationsentwicklung und eine flächendeckende Bestandespflege im April und Mai erst für Zweitbruten geeignet. Deutlich geringer sind die im Wintergetreide festgestellten Feldlerchendichten. Außerdem sind in diesen Kulturen durch die flächendeckende Bestandespflege im April wie bei der Sommergerste erfolgreiche Erstbruten der Feldlerche kaum möglich. Im Vergleich zu konventioneller Bewirtschaftung (z. B. Straka 1992) ermöglicht die geringere Halmdichte und Wuchshöhe von „biologischem“ Getreide zwar eine Besiedlung dieser Flächen auch zur Zweitbrut, jedoch wird hier ebenfalls ein Teil der Reviere bei fortschreitender Vegetationsentwicklung aufgegeben.

Eine überdurchschnittliche Bedeutung der Luzerneflächen für die Ackerbrüter des Projektgebietes zeichnet sich auch bei der Wachtel ab, die im Projektgebiet alljährlich mit 2-7 Revieren (1,4-4,8 Rev./100 ha) auftrat. In den Jahren 2005-2010 und 2012 waren durchschnittlich 26 % der Ackerfläche im Projektgebiet mit Luzerne bestockt. Von den in diesem Zeitraum insgesamt festgestellten 35 Wachtelrevieren befanden sich 46 % in Luzerneflächen. Auch Sommergerste wurde überdurchschnittlich genutzt (Abbildung 4.6-4). In Agrargebieten Norddeutschlands zeigten Wachteln eine Bevorzugung von Brachflächen sowie eine Bevorzugung biologisch bewirtschafteter gegenüber konventionell bewirtschafteten Ackerflächen, bevorzugte Ackerkulturen waren in dieser Untersuchung Luzerne und Sommergerste (Hermann and Dassow 2006).

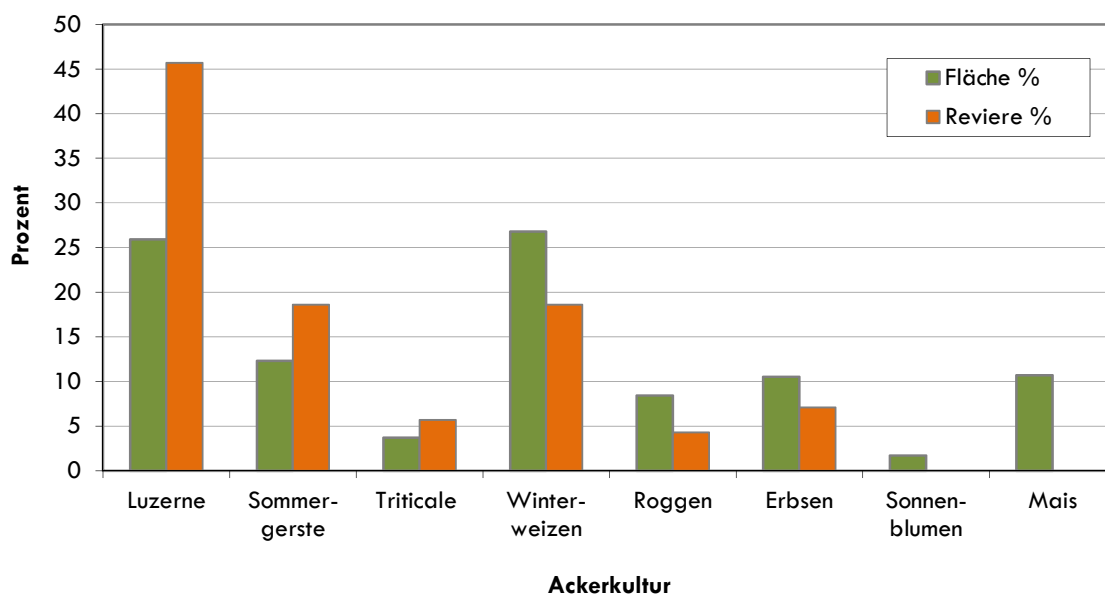


Abbildung 4.6-4: Flächenanteil verschiedener Ackerkulturen und Verteilung der Wachtelreviere (rufende Männchen, n = 35) auf die einzelnen Ackerkulturen im Projektgebiet Rutzendorf im Untersuchungszeitraum 2005-2010 und 2012

Auf den nördlich an das Projektgebiet angrenzenden teilweise mit Feldgemüse bewirtschafteten Ackerflächen existiert ein alljährlich besetztes Brutvorkommen des im Marchfeld nur lokal verbreiteten Kiebitz. Aus dem Projektgebiet liegen von dieser Vogelart mit Ausnahme von 2009 (3 Reviere, allerdings ohne Bruterfolg, in Winterweizen) und 2010 (1 Revier in Sommergerste) nur Bruthinweise von Luzerneflächen vor. Im Jahr 2008 wurden auf der Neurisse II (24,2 ha Luzerne) neben 2-3 Kiebitzrevieren auch ein Revier der Grauammer festgestellt.

Der Brutbestand des Rebhuhns nahm von 2-4 Brutpaaren im Jahr 2003 auf 8-11 Brutpaare im Jahr 2009 zu. In den Jahren 2010 und 2012 wurden allerdings nach außergewöhnlich kalten und schneereichen Wintern nur noch 4-5 bzw. 3 Brutpaare festgestellt. Auch der Farmland Bird Index für Österreich ergab beim Rebhuhn von 2009 auf 2010 einen Rückgang von >50% (Teufelbauer 2011). Im Vergleich mit den anderen Ackerbrütern erfolgten Registrierungen vor allem im Randbereich der Ackerflächen bzw. bei den im Laufe des Projektes angelegten Nützlings- und Blühstreifen. Die im Projektgebiet festgestellten Abundanzwerte (2-7 Bp./100 ha) liegen deutlich über der durchschnittlich in Agrargebieten Ostösterreichs festgestellten Häufigkeit von < 1 Bp./100 ha (Dvorak et al. 1993). Eine höhere Überlebensrate von Rebhuhnküken auf biologisch bewirtschafteten im Vergleich mit konventionell bewirtschafteten Ackerflächen, die sich auf ein höheres Angebot und bessere Nutzbarkeit von Insekten zurückführen ließ, konnte in einer Untersuchung in Norddeutschland nachgewiesen werden (Hermann and Fuchs 2006).

Die Reviere des für Staudenfluren typischen Sumpfrohrsängers befanden sich in Nützlings- und Blühstreifen (Ökostreifen) zwischen den Ackerschlägen bzw. neben einem einreihigen Gehölzstreifen.

Charakterarten der halboffenen mit Gehölzen durchsetzten Kulturlandschaft (WO). Als ursprüngliche Bewohner von Waldrändern bzw. Waldlichtungen benötigen diese Arten sowohl Gehölze (v. a. als Nistplatz) als auch Freiflächen (v. a. zur Nahrungssuche).

Zu dieser Gruppe zählt mehr als ein Drittel der im Projektgebiet festgestellten Brutvogelarten. Allerdings ist auffallend, dass es sich dabei mit Ausnahme der in wenigen Brutpaaren festgestellten Kleinvogelarten Grünling und Feldsperling um große, anpassungsfähige Vogelarten mit großen Aktionsräumen handelt. Diese stellen nur geringe Ansprüche an die als Nistplatz wichtigen Gehölze (einzelne größere Sträucher

oder Bäume, im „Notfall“ auch andere Strukturen wie Gittermasten) und ihre Nahrungsflächen können unter Umständen auch recht weit vom Nistplatz entfernt sein. Als Vertreter dieser Gruppe kommen Mäusebussard, Turmfalke, Waldohreule, Ringeltaube, Turteltaube, Aaskrähne und Elster jeweils in einzelnen oder wenigen Paaren im Gebiet vor. Die Nistplätze liegen vor allem in den mehrreihigen Baumhecken des Projektgebietes (Tabelle 4.6-5 Anhang). Ihre Aktionsräume reichen über das Projektgebiet hinaus. Auch der Fasan, als Bewohner halboffener Lebensräume zählt zu dieser Gruppe, allerdings kommt dieser zu Jagdzwecken eingebrachten und geförderten Vogelart Bestandszunahme keine naturschutzfachlich indikatorische Bedeutung zu. Die Abundanz (19-30 Rev./100 ha) ist im Projektgebiet sehr hoch, (die Biomasse liegt weit über der aller übrigen hier brütenden Vogelarten).

Auffallend ist das Fehlen sonst weit verbreiteter und für das halboffene Kulturland typischer Kleinvogelarten wie z.B. Neuntöter oder Goldammer (vgl. z.B. Straka 1995, 1996, Semrad 2002) als Brutvögel. Während von der Goldammer im Beobachtungszeitraum 2003-2012 im Projektgebiet keine einzige Beobachtung gelang, trat der Neuntöter zumindest als Durchzügler auf. 2008 und 2009 gelang in der nördlich angrenzenden Schottergrube auch jeweils ein Brutnachweis des Neuntöters.

Charakterarten von Wäldern (W). Gehölze werden von diesen Vogelarten sowohl als Nistplatz als auch als Nahrungsraum genutzt. Das Spektrum reicht von für frühe Sukzessionsstadien der Waldentwicklung typischen Gebüschbewohnern bis zu Höhlenbrütern als Charakterarten älterer Waldbestände.

In dieser Gruppe zeigten sich seit Projektbeginn die größten Veränderungen bezüglich Artenbestand und Häufigkeit, die mit großer Wahrscheinlichkeit in Zusammenhang mit strukturellen Veränderungen durch das Heranwachsen der Gehölze sowie der sukzessiven Anlage begleitender Nützlings- und Blühstreifen stehen.

Zu Projektbeginn im Jahr 2003 siedelte als einziger Vertreter dieser Gruppe die Mönchsgrasmücke, einer der weitest verbreiteten und häufigsten Waldvögel, in den mehrreihigen Baumhecken im Südteil des Projektgebietes. In den Jahren 2005-2012 traten zusätzlich noch Kohlmeise, Dorngrasmücke, Nachtigall und Buchfink als regelmäßige Brutvögel und Kuckuck, Amsel, Singdrossel, Klappergrasmücke, Gelbspötter und Pirol als unregelmäßige Brutvögel auf (Tabelle 4.6-1).

Die für niedere Gebüsch- und Staudenfluren charakteristische Dorngrasmücke konnte in der Brutperiode 2003 lediglich außerhalb des Projektgebietes, nämlich in der „auf Stock gesetzten“ Baumhecke am Westrand des Projektgebietes sowie in mehreren Paaren in der nördlich angrenzenden Schottergrube nachgewiesen werden. Seit 2005 trat sie auch im Projektgebiet alljährlich mit 4-7 Brutrevieren auf. Von den seit 2005 insgesamt 33 festgestellten Revieren befanden sich 27 in durch die Anlage begleitender Nützlings- und Blühstreifen (Ökostreifen) aufgewerteten Hecken. Im Jahr 2012 waren auch zwei abseits der Gehölzstreifen gelegene Ökostreifen besiedelt.

Trotz einer im Untersuchungszeitraum beobachteten positiven Bestandsentwicklung der in den Gehölzstreifen brütenden Vogelarten sind diese Landschaftselemente gegenwärtig überwiegend als arten- und individuenarm einzustufen (Abbildung 4.6-5). Eine Ausnahme bildet der Ost-West-verlaufende Gehölzstreifen (H5/6: 16 gegenüber 5-12 Brutvogel-Arten), der sich durch eine Reihe von Merkmalen, wie z.B. Einbindung alter Landschaftselemente (einzelne Altbäume, breiter vergraster Wegrain), vorgelagerte Einzelsträucher, mehrere Kreuzungspunkte mit anderen Gehölzstreifen oder Exposition, von den übrigen Gehölzstreifen unterscheidet (vgl. Tabelle 4.6-5 Anhang).

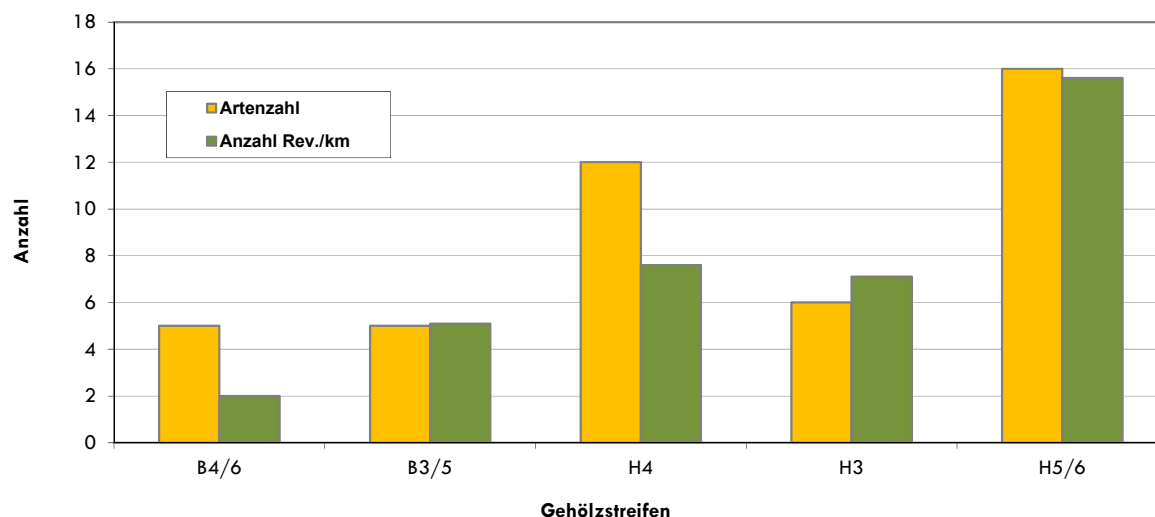


Abbildung 4.6-5: Artenzahl und Abundanz der Brutvögel in den Gehölzstreifen des Projektgebietes Rutzendorf. Angegeben sind die Artenzahl (Summe der Brutvogelarten) sowie die Abundanz (Mittelwert) im Zeitraum 2005-2010 und 2012. Bezeichnung der Gehölzstreifen wie in Tabelle 4.6-5.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die positiven Auswirkungen biologischer Landwirtschaft auf die Biodiversität und die Häufigkeit charakteristischer Tierarten der Ackerlandschaft wurden bereits in zahlreichen Untersuchungen belegt (vgl. Bengtsson et al 2005). Diese Ergebnisse basieren in der Regel auf dem Vergleich von biologisch und konventionell bewirtschafteten Flächen in ein- bis zweijährigen Studien (z. B. Wilson et al 1997, Chamberlain et al 1998, 1999, Frühauf 2005 b, Teufelbauer und Zuna-Kratky 2005, Fischer et al. 2011). Über mehrere Jahre laufende Untersuchungen, welche die Entwicklung der Fauna auf biologisch bewirtschafteten Flächen dokumentieren, wurden hingegen bis jetzt nur selten durchgeführt.

Eine aktuelle Studie über die Bestandsentwicklung typischer Vogelarten des Kulturlandes in Österreich ergab bei der Mehrzahl der untersuchten Vogelarten, darunter auch bei den im Projektgebiet als Brutvögel vorkommenden Arten Feldlerche, Rebhuhn, Turteltaube, Sumpfrohrsänger und Grauammer im Zeitraum 1998-2010 signifikant rückläufige Bestände (Teufelbauer 2010, 2011). Im Projektgebiet Rutzendorf zeigte die Brutvogelfauna nach dem Projektbeginn im Jahre 2003 eine deutliche Zunahme der Artenzahl und Siedlungsdichte. Die Höchstwerte wurden im Jahre 2008 mit 149 Brutrevieren (+55 %) bzw. 2010 mit 21 Brutvogelarten (+133 %) erreicht. Allerdings sind seit 2009 die Bestandszahlen bei charakteristischen Ackervögeln wie Rebhuhn und Feldlerche auch im Projektgebiet rückläufig.

Die Artenzusammensetzung und Siedlungsdichte der Brutvögel von Agrarflächen werden vor allem durch die Landschaftsstruktur (z. B. Anteil und Verteilung von Gehölzen und anderen nicht ackerbaulich genutzten Flächen), die Größe und Strukturvielfalt der Bewirtschaftungsflächen (z. B. relative Randlinienlänge, Anzahl verschiedener Feldfrüchte), die Art der Feldkultur sowie die Art und Weise ihrer Bewirtschaftung bestimmt. Ungünstige Änderungen dieser bestimmenden Faktoren haben in den letzten Jahrzehnten in ganz Europa zu rückläufigen Beständen aller überwiegend auf Ackerflächen lebenden Vogelarten geführt. Durch spezielle Förderprogramme wird bei einzelnen Vogelarten versucht eine Trendwende zu erreichen (z. B. Reiter 2000, Morris 2009).

Biologische Wirtschaftsweise

Ein grundlegendes Problem mit dem in Ackerlebensräumen lebende Tierarten konfrontiert sind, ist der auf konventionell bewirtschafteten Ackerflächen noch immer steigende Einsatz von Bioziden mit ihren direkten und indirekten Auswirkungen (z. B. Boatman et al. 2004, Henderson et al. 2009). Insbesondere hat der im konventionellen Ackerbau übliche flächendeckende und bei manchen Ackerkulturen mehrfache Einsatz von Herbiziden (Anbau, Kulturpflege, Ernte) zu einer dramatischen Verarmung der Ackerbegleitflora und der davon abhängigen Tierarten geführt. Die auf biologisch bewirtschafteten Flächen bestehenden Vorteile der Biozidfreiheit werden allerdings im Fall bodenbrütender Vogelarten durch die mechanische Bestandespflege deutlich gemindert. So sind zum Beispiel bei der Feldlerche durch das Striegeln der Getreideschläge bis Mitte Mai erfolgreiche Erstbruten praktisch auszuschließen. Auch auf Hackfruchtschlägen können durch die Bodenbearbeitung höchstens Spätbruten erfolgreich verlaufen. Andererseits weist biologisch bewirtschaftetes Getreide gegenüber konventionellem Getreide durch geringere Wuchshöhe und Bestandesdichte eine für bodenlebende Vogelarten günstigere Vegetationsstruktur auf. Dies zeigt sich im Projektgebiet im Fall der Feldlerche durch hohe Siedlungsdichten. Außerdem können biologische im Gegensatz zu konventionellen Wintergetreideflächen im Regelfall über die gesamte Brutzeit genutzt werden, während Reviere auf konventionellen Wintergetreideflächen meist schon nach Mitte Mai verlassen werden.

Luzerneflächen

Im Projektgebiet erwies sich das Vorhandensein von Luzerne in der Fruchtfolge (ca. 25 % der Ackerfläche) für die charakteristischen Bodenbrüter der Agrarlandschaft als besonders wichtig. Daher sollten bei der Bewirtschaftung dieser Kultur neben pflanzenbaulichen auch naturschutzfachliche Aspekte verstärkt berücksichtigt werden.

Eine erfolgreiche Brut der Bodenbrüter ist allerdings nur bei ausreichend großem Abstand zwischen den Häckselterminen möglich. Im Fall der Feldlerche ist ein bearbeitungsfreier Zeitraum von mind. 40 Tagen (6 Wochen) erforderlich. Meist erfolgen zwei Jahresbruten, wobei mit der Zweitbrut ab Mitte Mai zu rechnen ist. Die Feldhühner (Fasan, Wachtel und Rebhuhn) benötigen einen bearbeitungsfreien Zeitraum von mind. 70 Tagen (10 Wochen). Es erfolgt nur eine Jahresbrut. Bei Bearbeitung der Luzerne ab Mitte Mai ist mit massiven Gelegeverlusten zu rechnen. Frühe Gelegeverluste können allerdings meist noch durch Nachgelege kompensiert werden (vgl. Teufelbauer und Zuna-Kratky 2005, Fuchs und Saacke 2006).

Nützlings- und Blühstreifen (Ökostreifen)

Ökostreifen können aus naturschutzfachlicher Sicht bei vergleichsweise geringem Flächenbedarf zu einer wesentlichen Bereicherung strukturarmer Agrarlebensräume führen (z. B. Nentwig 2000, Vickery et al. 2009).

Im Projektgebiet wurden ab Herbst 2003 zur Aufwertung der teilweise strukturarmen Hecken gehölzbegleitende Nützlings- und Blühstreifen angelegt (2003 ca. 1,7 ha, bis 2012 ca. 2,25 ha), ab 2007 erfolgte die Anlage zusätzlicher Ökostreifen zwischen den Ackerschlägen (bis 2012 ca. 2,1 ha). Die positiven Auswirkungen auf die Brutvogelfauna sind im Projektgebiet durch die Ansiedlung von Dorngrasmücke und Sumpfrohrsänger dokumentiert.

Vor allem bei großflächigen Ackerschlägen können diese Ökostreifen zu einer wesentlichen Habitatverbesserung (Brut- und Nahrungshabitat) der in den Ackerflächen brütenden Vogelarten führen. Bei spät im Frühjahr bestellten Ackerschlägen (z. B. Mais) ermöglichen mehrjährige Nützlings- und Blühstreifen auch eine Reviergründung auf sonst ungeeigneten Flächen. Zur Erhöhung des Strukturangebotes sollten diese Ökostreifen überwiegend als Dauerbrachen bewirtschaftet werden.

Abschnittsweise Bestandspflege erhöht die Strukturvielfalt. Auch abgestorbene Vegetationsreste stellen wesentliche Strukturelemente (Deckung, Jagdwarten, Nistmöglichkeit) dar.

Landschaftselemente

Die Mehrzahl der in der Ackerlandschaft lebenden Vogelarten ist in hohem Maße von der Ausstattung mit nicht ackerbaulich genutzten Landschaftselementen (im Projektgebiet ca. 4,5 km Gehölzstreifen – Hecken und Baumreihen) abhängig. Von den im Projektgebiet nachgewiesenen 28 Brutvogelarten sind 20 Arten (71 %) bezüglich ihres Bruthabitats an das Vorhandensein von Gehölzen gebunden. Das Spektrum reicht von für frühe Sukzessionsstadien der Waldentwicklung typischen Gebüschbewohnern bis zu Höhlenbrütern als Charakterarten älterer Baumbestände. Bei vier weiteren Arten können sie ebenfalls wichtige Habitatelemente darstellen. Mit der Anlage gehölzbegleitender Nützlings- und Blühstreifen (siehe oben) wurden im Projektgebiet bereits erste Verbesserungsmaßnahmen durchgeführt, Vorschläge für weitere Verbesserungen (Verringerung der Schlaggröße, zielartenorientierte Pflege und Umbau der Gehölze) liegen vor, wurden bis zum Berichtszeitpunkt aber erst teilweise umgesetzt.

LITERATUR

- Albrecht, C., Esser, Th. und B. Hille (2008): Wirksamkeit und Fördermöglichkeiten von Zusatzstrukturen in der Landwirtschaft als Beitrag zum Erhalt der Artenvielfalt. FNL 16, 1-78.
- Bauer, H. G. und P. Berthold (1996): Die Brutvögel Mitteleuropas, Bestand und Gefährdung. Aula Verlag, Wiesbaden.
- Bengtsson J., Ahnström, J. and A. Weibull (2005): The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance. A meta-analysis. *Journal of Applied Ecology* 42, 261-269.
- Bibby, C. J., Burgess, N.D. und D. A. Hill (1995): Methoden der Feldornithologie. Bestandserfassung in der Praxis. Neumann Verlag, Radebeul.
- Boatman, N. G., Brickle, N. W., Hart, J. D., Milsom, T. P., A. J. Morris, Murray, A. W. A., Murray, K. A. and P. A. Robertson (2004): Evidence for the indirect effects of pesticides on farmland birds. *Ibis* 146, 131-143.
- Chamberlain, D. E., Wilson, J. D. and R. J. Fuller (1998): A comparison of bird populations on organic and conventional farm systems in southern Britain. *Biological Conservation* 88, 307-320.
- Chamberlain, D. E., Wilson, A. M., Browne, S. J and J. A. Vickery (1999): Effects of habitat type and management on the abundance of skylarks in the breeding season. *Journal of Applied Ecology* 36, 856-870.
- Dvorak, M., A. Ranner und H.-M. Berg (1993): Atlas der Brutvögel Österreichs. Ergebnisse der Brutvogelkartierung 1981 - 1985 der Österreichischen Gesellschaft für Vogelkunde. Umweltbundesamt und Österreichische Gesellschaft für Vogelkunde, Wien.
- Fischer, Ch., Flohre A., Clement, L.W., Batary, P., Weisser, W. W., Tscharnkte, T. and T. Carsten (2011): Mixed effects of landscape structure and farming practice on bird diversity. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 141, 119-125.
- Frühauf, J. (2005a): Rote Liste der Brutvögel (Aves) Österreichs. In Zulka, K. P. (Hrsg.): Rote Listen gefährdeter Tiere Österreichs. Grüne Reihe des Lebensministeriums, Band 14/1. Böhlau Verlag. Wien. 63-165.
- Frühauf, J. (2005b): Einfluss des biologischen und konventionellen Landbaus sowie verschiedener Raumparameter auf bodenbrütende Vögel und Niederwild in der Ackerbaulandschaft: Problemanalyse - praktische Lösungsansätze. Teil II: Raumbezogener Einfluss von Flächennutzung, Bewirtschaftung und ÖPUL auf Feldhase, Rebhuhn, Wachtel, Feldlerche sowie die Vogelartenvielfalt. Bericht an das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. Distelverein, Deutsch-Wagram. 329 pp. + Anhang.
- Fuchs, S. and B. Saacke (2006): Skylark *Alauda arvensis*. In: Flade, M., Plachter, H., Schmidt, R. and A. Werner: Nature conservation in agricultural ecosystems: Results of the Schorfheide-Chorin Research Project, Wiebelsheim (Quelle and Meyer). 203-215.
- Guerrero, I, Morales, M. B., Onate, J. J., Geiger, F., Berendse, F., Snoo, G., Eggers, S., Pärt, T., Bengtsson, J., Clement, L. W., Weisser, W. W., Olszewski, A., Ceryngier, P., Hawro, V., Liira, J., Aavik, T., Fischer, Ch., Flohre, A., Thies, C.

- and T. Tschardtke (2012): Response of ground-nesting farmland birds to agricultural intensification across Europe: Landscape and field level management factors. *Biological Conservation* 152, 74-80.
- Henderson, I. G., Ravenscroft, N., Smith, G. and S. Holloway (2009): Effects of crop diversification and low pesticide inputs on bird populations on arable land. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 129, 149-156.
- Hermann, M. and A. Dassow (2006): Quail *Coturnix coturnix*. In: Flade, M., Plachter, H., Schmidt, R. and A. Werner: Nature conservation in agricultural ecosystems: Results of the Schorfheide-Chorin Research Project, Wiebelsheim (Quelle and Meyer). 194-203.
- Hermann, M. and S. Fuchs (2006): Grey Partridge *Perdix perdix*. In: Flade, M., Plachter, H., Schmidt, R. and A. Werner: Nature conservation in agricultural ecosystems: Results of the Schorfheide-Chorin Research Project, Wiebelsheim (Quelle and Meyer). 183-194.
- Hötter, H. (2004): Vögel der Agrarlandschaft. Bestand, Gefährdung, Schutz. NABU Naturschutzbund Deutschland, 45 pp.
- Morris, T. (2009): Hoffnung im Getreidefeld: Feldlerchenfenster. *Der Falke* 56, 310-315.
- Nentwig W. (Ed.), 2000. Streifenförmige ökologische Ausgleichsflächen in der Kulturlandschaft. Ackerkrautstreifen, Buntbrache, Feldränder. Verlag Agrarökologie, Bern, 275 p.
- O'Connor, R.J. and M. Shrubbs (1986): *Farming and Birds*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Raab, R., H.P. Kollar, H. Winkler, S. Farago, P. Spakovszky, J. Chavko, B. Maderic, V. Skorpikova, E. Patak, H. Wurm, E. Julius, S. Raab und C. Schütz (2010): Die Bestandsentwicklung der westpannonischen Population der Großtrappe, *Otis tarda* Linnaeus 1758, von 1900 bis zum Winter 2008/2009. *Egretta* 51, 74-99.
- Reiter, A. S. (2000): Großtrappe (*Otis t. tarda* L.) in Österreich - ihre Gefährdungsursachen sowie Maßnahmen zur Verbesserung ihrer Habitatsituation insbesondere im westlichen Weinviertel. Diplomarbeit BOKU Wien. 174 pp.
- Semrad, J. (2002): Besiedlung agrarökologisch bedeutsamer Landschaftselemente durch Goldammer (*Emberiza citrinella*) und Neuntöter (*Lanius collurio*) in Mönichsthal (Niederösterreich). *Egretta* 45, 59-90.
- Straka, U. (1992): Brutbestandserhebungen in einem Ackerbaugebiet im südlichen Weinviertel (Niederösterreich) in den Jahren 1985 bis 1991. *Egretta* 35, 154-172.
- Straka, U. (1995): Verbreitung und Häufigkeit von Goldammer, Grauammer, Ortolan und Rohrammer in einem Ackerbaugebiet im südlichen Weinviertel im Jahr 1994. *Vogelkdl. Nachr. Ostöstr.* 6, 1-4.
- Straka, U. (1996): Verbreitung und Häufigkeit ausgewählter Kulturlandvögel in einem Ackerbaugebiet im südlichen Weinviertel (NÖ) im Jahre 1994. *Vogelkdl. Nachr. Ostöstr.* 7, 65-69.
- Teufelbauer, N. (2010): Der Farmland Bird Index für Österreich - erste Ergebnisse zu Bestandsentwicklung häufiger Vogelarten des Kulturlandes. *Egretta* 51, 35-50.
- Teufelbauer, N. (2011): Der Einfluss von ÖPUL auf die Vögel in der Kulturlandschaft – Kausal-Analysen, räumliche Differenzierung und Farmland Bird Index. 3. Teilbericht: Farmland Bird Index 2010 für Österreich. Bericht im Auftrag des Lebensministeriums Zahl: BMLFUW-LE.1.3.7/0019-II/5/2009, 13 pp.
- Teufelbauer, N. und Th. Zuna-Kratky (2005): Striegeln und Häckseln in der biologischen Landwirtschaft und die Auswirkungen auf die Feldlerche *Alauda arvensis* im zentralen Marchfeld. Distelverein - Forschungsprojekt im Auftrag des BMLFUW, 79 pp.
- Vickery, J. A., Feber, R. E. and R. J. Fuller (2009): Arable field margins managed for biodiversity conservation: A review of food resource provision for farmland birds. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 133, 1-13.
- Wilson, J. D., J. Evans, S. J. Browne and J. R. King (1997): Territory distribution and breeding success of skylarks *Alauda arvensis* on organic and intensive farmland in southern England. *Journal of Applied Ecology* 34, 1462-1478.

ANHANG

Tabelle 4.6-3: Im Untersuchungsgebiet (Projektgebiet Rutzendorf und nördlich angrenzende Schottergrube) in den Jahren 2003, 2005-2010 und 2012 beobachtete Vogelarten und deren Status. Brutvogel im Projektgebiet (BP), Brutvogel in der Schottergrube (BS), Brutvogel in der Umgebung (BU), Nahrungsgast (NG), Durchzügler (D).

Vogelart	Status	Vogelart	Status
Haubentaucher (<i>Podiceps cristatus</i>)	BS	Feldlerche (<i>Alauda arvensis</i>)	BP
Kormoran (<i>Phalacrocorax carbo</i>)	D	Uferschwalbe (<i>Riparia riparia</i>)	NG, D
Zwergdommel (<i>Ixobrychus minutus</i>)	BS	Rauchschwalbe (<i>Hirundo rustica</i>)	NG, BU
Nachtreiher (<i>Nycticorax nycticorax</i>)	D	Mehlschwalbe (<i>Delichon urbica</i>)	NG, BU
Silberreiher (<i>Casmerodius albus</i>)	D	Baumpieper (<i>Anthus trivialis</i>)	D
Graureiher (<i>Ardea cinerea</i>)	NG	Wiesenpieper (<i>Anthus pratensis</i>)	D
Purpureiher (<i>Ardea purpurea</i>)	D	Schafstelze (<i>Motacilla flava</i>)	D
Schwarzstorch (<i>Ciconia nigra</i>)	D	Bachstelze (<i>Motacilla alba</i>)	BS, NG
Weißstorch (<i>Ciconia ciconia</i>)	D	Zaunkönig (<i>Troglodytes troglodytes</i>)	D
Höckerschwan (<i>Cygnus olor</i>)	D	Rotkehlchen (<i>Erithacus rubecula</i>)	D
Krickente (<i>Anas crecca</i>)	D	Nachtigall (<i>Luscinia megarhynchos</i>)	BP, BS
Stockente (<i>Anas platyrhynchos</i>)	BS, NG	Hausrotschwanz (<i>Phoenicurus ochruros</i>)	NG, BU
Spießente (<i>Anas acuta</i>)	D	Gartenrotschwanz (<i>Phoenicurus phoenicurus</i>)	D
Knärente (<i>Anas querquedula</i>)	D	Schwarzkehlchen (<i>Saxicola torquata</i>)	D
Kolbenente (<i>Netta rufina</i>)	D	Braunkehlchen (<i>Saxicola rubetra</i>)	D
Löffelente (<i>Anas clypeata</i>)	D	Steinschmätzer (<i>Oenanthe oenanthe</i>)	D
Tafelente (<i>Aythya ferina</i>)	D	Amsel (<i>Turdus merula</i>)	BP
Reiherente (<i>Aythya fuligula</i>)	D	Wacholderdrossel (<i>Turdus pilaris</i>)	D
Schwarzmilan (<i>Milvus migrans</i>)	NG	Singdrossel (<i>Turdus philomelos</i>)	BP, BS
Rotmilan (<i>Milvus milvus</i>)	D	Sumpfrohrsänger (<i>Acrocephalus palustris</i>)	BP, BS
Seeadler (<i>Haliaeetus albicilla</i>)	NG	Drosselrohrsänger (<i>Acrocephalus arundinaceus</i>)	BS
Rohrweihe (<i>Circus aeruginosus</i>)	BP, BS	Gelbspötter (<i>Hippolais icterina</i>)	BP, BS
Kornweihe (<i>Circus cyaneus</i>)	D	Klappergrasmücke (<i>Sylvia curruca</i>)	BP
Wiesenweihe (<i>Circus pygargus</i>)	D	Dorngrasmücke (<i>Sylvia communis</i>)	BP, BS
Habicht (<i>Accipiter gentilis</i>)	D	Mönchsgrasmücke (<i>Sylvia atricapilla</i>)	BP, BS
Sperber (<i>Accipiter nisus</i>)	NG, BU	Gartengrasmücke (<i>Sylvia borin</i>)	D
Mäusebussard (<i>Buteo buteo</i>)	BP, BS	Zilpzalp (<i>Phylloscopus collybita</i>)	BS
Wespenbussard (<i>Pernis apivorus</i>)	D	Fitis (<i>Phylloscopus trochilus</i>)	D
Fischadler (<i>Pandion haliaetus</i>)	D	Wintergoldhähnchen (<i>Regulus regulus</i>)	D
Turmfalke (<i>Falco tinnunculus</i>)	BP, BS	Waldlaubsänger (<i>Phylloscopus sibilatrix</i>)	D
Rotfußfalke (<i>Falco vespertinus</i>)	D	Sommergoldhähnchen (<i>Regulus ignicapillus</i>)	D
Baumfalke (<i>Falco subbuteo</i>)	NG, D	Trauerschnäpper (<i>Ficedula hypoleuca</i>)	D
Würgfalke (<i>Falco cherrug</i>)	NG, BU	Grauschnäpper (<i>Muscicapa striata</i>)	D
Rebhuhn (<i>Perdix perdix</i>)	BP, BS	Schwanzmeise (<i>Aegithalos caudatus</i>)	D
Wachtel (<i>Coturnix coturnix</i>)	BP	Tannenmeise (<i>Parus ater</i>)	D
Fasan (<i>Phasianus colchicus</i>)	BP, BS	Blaumeise (<i>Parus caeruleus</i>)	D, BU
Teichhuhn (<i>Gallinula chloropus</i>)	BS	Kohlmeise (<i>Parus major</i>)	BP, BS
Bläuhuhn (<i>Fulica atra</i>)	BS	Kleiber (<i>Sitta europaea</i>)	D
Goldregenpfeifer (<i>Pluvialis apricaria</i>)	D	Beutelmehse (<i>Remiz pendulinus</i>)	BS
Kiebitz (<i>Vanellus vanellus</i>)	BP, BS	Pirol (<i>Oriolus oriolus</i>)	BP, BS
Bekassine (<i>Gallinago gallinago</i>)	D	Neuntöter (<i>Lanius collurio</i>)	BS
Uferschnepfe (<i>Limosa limosa</i>)	D	Raubwürger (<i>Lanius excubitor</i>)	D
Großer Brachvogel (<i>Numenius arquata</i>)	D	Eichelhäher (<i>Garrulus glandarius</i>)	D
Bruchwasserläufer (<i>Tringa glareola</i>)	D	Elster (<i>Pica pica</i>)	BP, BS
Flußuferläufer (<i>Actitis hypoleucos</i>)	D	Dohle (<i>Corvus monedula</i>)	D
Bekassine (<i>Gallinago gallinago</i>)	D	Saatkrähe (<i>Corvus frugilegus</i>)	D

Lachmöwe (<i>Larus ridibundus</i>)	D, NG	Aaskrähe (<i>Corvus corone</i>)	BP, BS
Sturmmöwe (<i>Larus canus</i>)	D	Kolkrabe (<i>Corvus corax</i>)	D
Weißkopfmöwe (<i>Larus cachinnans</i>)	D, NG	Star (<i>Sturnus vulgaris</i>)	NG, BU
Straßentaube (<i>Columba livia f. domestica</i>)	NG	Hausperling (<i>Passer domesticus</i>)	NG, BU
Hohltaube (<i>Columba oenas</i>)	D, NG	Feldsperling (<i>Passer montanus</i>)	BP, BS
Ringeltaube (<i>Columba palumbus</i>)	BP, BS	Buchfink (<i>Fringilla coelebs</i>)	BP, BS
Türkentaube (<i>Streptopelia decaocto</i>)	NG, BU	Bergfink (<i>Fringilla montifringilla</i>)	D
Turteltaube (<i>Streptopelia turtur</i>)	BP, BS	Girlitz (<i>Serinus serinus</i>)	NG, BU
Kuckuck (<i>Cuculus canorus</i>)	BP, BS	Grünling (<i>Carduelis chloris</i>)	BP
Waldohreule (<i>Asio otus</i>)	BP, BS	Stieglitz (<i>Carduelis carduelis</i>)	NG, BU
Waldkauz (<i>Strix aluco</i>)	NG	Bluthänfling (<i>Carduelis cannabina</i>)	NG, BU
Mauersegler (<i>Apus apus</i>)	D, NG	Kernbeißer (<i>Coccothraustes coccothraustes</i>)	D
Wiedehopf (<i>Upupa epops</i>)	D	Goldammer (<i>Emberiza citrinella</i>)	D
Bienenfresser (<i>Merops apiaster</i>)	D, NG	Rohrhammer (<i>Emberiza schoeniclus</i>)	BS
Grünspecht (<i>Picus viridis</i>)	NG, BU	Graumammer (<i>Miliaria calandra</i>)	BP
Buntspecht (<i>Dendrocopos major</i>)	NG, BU		

Tabelle 4.6-4: Abundanz der Feldlerche (Reviere/10 ha) zur Erstbrut (Anfang April bis Mitte Mai) und Zweitbrut (Ende Mai bis Anfang Juli) auf den Teilflächen des Projektgebietes Rutzendorf in den Jahren 2005 bis 2010 und 2012.

Jahr	Feldtafel (Schlag)	Erstbrut [Reviere/10 ha]	Zweitbrut [Reviere/10 ha]
Johannisbreite I (Schlag 1 + 2/1 + Grünbrache), 26 ha			
2005	Luzerne (17 ha) + Winterweizen (7,6 ha) + Saumstreifen (0,4 ha) + Luzerne-GBR (1 ha)	2,7	3,1
2006	Luzerne (17 ha) + Sonnenblume (7,6 ha) + Saumstreifen (0,4 ha) + Luzerne-GBR (1 ha)	5,4	3,8
2007	Winterweizen (17 ha) + Roggen (7,6 ha) + Saumstreifen (0,4 ha) + Luzerne-GBR (1 ha)	3,1	3,5
2008	Mais (17 ha) + Erbsen (7,6 ha) + Saumstreifen (0,4 ha) + Luzerne-GBR (1 ha)	1,5	2,7
2009	Sommergerste (17 ha) + Roggen (7,6 ha) + Saumstreifen (0,4 ha) + Luzerne-GBR (1 ha)	3,1	3,5
2010	Erbsen (16,7 ha) + Luzerne (7,6 ha) + Brachstreifen (0,3 ha) + Saumstreifen (0,4 ha) + Luzerne-GBR (1 ha)	1,9	4,7
2012	Roggen (16,7 ha) + Winterweizen (7,6 ha) + Brachstreifen (0,3 ha) + Saumstreifen (0,4 ha) + Luzerne-GBR (1 ha)	1,5	1,5
Johannisbreite II (Schlag 2/2 + 3), 26 ha			
2005	Winterweizen (25,6 ha) + Saumstreifen (0,4 ha)	2,2	1,1
2006	Sonnenblume (8,6 ha) + Mais (17 ha) + Saumstreifen (0,4 ha)	1,2	1,5
2007	Roggen (8,6 ha) + Sommergerste (16,5 ha) + Saumstreifen (0,8 ha)	2,1	1,9
2008	Erbsen (8,6 ha) + Erbsen (16,5 ha) + Saumstreifen (0,8 ha)	2,2	3,9
2009	Roggen (8,6 ha) + Winterweizen (16,5 ha) + Saumstreifen (0,8 ha)	3,1	1,2
2010	Luzerne (8,6 ha) + Roggen (16,1 ha) + Brachstreifen (0,3 ha) + Saumstreifen (0,8 ha)	2,8	3,3
2012	Winterweizen (8,6 ha) + Luzerne (16,1 ha) + Brachstreifen (0,4 ha) + Saumstreifen (0,8 ha)	2,7	2,3
Junge Neurisse (Schlag 6/2 + 8), 27 ha			
2005	Winterweizen (8,8 ha) + Luzerne (18 ha) + Saumstreifen (0,2 ha)	4,3	5,4
2006	Triticale (8,8 ha) + Winterweizen (18 ha) + Saumstreifen (0,2 ha)	5,2	4,2
2007	Erbsen (8,8 ha) + Mais (18 ha) + Saumstreifen (0,2 ha)	3,1	3,2
2008	Winterweizen (8,8 ha) + Sommergerste (18 ha) + Saumstreifen (0,2 ha)	4,9	5,1
2009	Luzerne (8,8 ha) + Erbsen (18 ha) + Saumstreifen (0,2 ha)	2,6	5,3
2010	Luzerne (8,8 ha) + Winterweizen (17,7 ha) + Saumstreifen (0,2 ha) + Brachstreifen (0,3 ha)	4,0	2,0

2012	Mais (8,8 ha) + Winterweizen (17,7 ha) + Brachstreifen (0,3 ha) + Saumstreifen (0,3 ha)	3,0	3,0
Kapellenfeld (Schlag 5/1 + AGES Fläche), 14,2 ha			
2005	Winterweizen (12,4 ha) + Mais/Luzerne/Brache (1,7 ha) + Saumstreifen (0,1)	2,5	3,6
2006	Winterweizen (12,4 ha) + Saumstreifen (0,1) + Winterweizen/Luzerne/Brache (1,7 ha)	3,5	2,3
2007	Sommergerste (12,4 ha) + Saumstreifen (0,1) + Winterweizen/Luzerne/Brache (1,7 ha)	2,7	3,2
2008	Luzerne (12,4 ha) + Saumstreifen (0,1) + Winterweizen/Luzerne/Brache (1,7 ha)	6,4	3,8
2009	Luzerne (12,4 ha) + Saumstreifen (0,1) + Erbsen/Luzerne/Brache (1,7 ha)	2,7	3,5
2010	Winterweizen (12,4 ha) + Saumstreifen (0,1) + Wintergerste/Luzerne/Brache (1,7 ha)	3,5	1,7
2012	Sommergerste (12 ha) + Brachstreifen (0,4) + Saumstreifen (0,1) + Winterweizen/Luzerne/Brache (1,7 ha)	2,3	2,8
Alte Neurisse I (Schlag 6/1 + 7), 27,5 ha			
2005	Winterweizen (9,2 ha) + Triticale (18 ha) + Saumstreifen (0,3 ha)	2,4	3,4
2006	Triticale (9,2 ha) + Luzerne (18 ha) + Saumstreifen (0,3 ha)	4,8	5,0
2007	Erbsen (8,8 ha) + Luzerne (18 ha) + Brachstreifen (0,3 ha) + Saumstreifen (0,3 ha)	5,4	5,9
2008	Winterweizen (8,8 ha) + Winterweizen (18 ha) + Brachstreifen (0,3 ha) + Saumstreifen (0,3 ha)	4,7	1,8
2009	Luzerne 8,8 ha) + Mais (18 ha) + Brachstreifen (0,3 ha) + Saumstreifen (0,3 ha)	2,2	2,2
2010	Luzerne 8,8 ha) + Sommergerste (18 ha) + Brachstreifen (0,3 ha) + Saumstreifen (0,3 ha)	3,1	3,1
2012	Mais 8,8 ha) + Winterweizen (18 ha) + Brachstreifen (0,3 ha) + Saumstreifen (0,3 ha)	2,9	2,8
Alte Neurisse II (Schlag 4 + 5/2 + Grünbrache), 24,5 ha			
2005	Roggen (17 ha) + Winterweizen (4,7 ha) + Luzerne/Brache (2,5 ha) + Saumstreifen (0,3 ha)	4,3	4,0
2006	Sommergerste (17 ha) + Winterweizen (4,7 ha) + Luzerne/Brache (2,5 ha) + Saumstreifen (0,3 ha)	4,9	5,6
2007	Luzerne (17 ha) + Sommergerste (4,7 ha) + Luzerne/Brache (2,5 ha) + Saumstreifen (0,3 ha)	7,4	5,9
2008	Luzerne (17 ha) + Luzerne (4,7 ha) + Luzerne/Brache (2,5 ha) + Saumstreifen (0,3 ha)	7,8	5,1
2009	Winterweizen (17 ha) + Luzerne (4,7 ha) + Luzerne/Brache (2,5 ha) + Saumstreifen (0,3 ha)	4,4	4,1
2010	Mais (17 ha) + Winterweizen (4,4 ha) + Luzerne/Brache (2,5 ha) + Saumstreifen (0,3 ha)	3,1	4,7
2012	Erbsen (17 ha) + Sommergerste (4,4 ha) + Luzerne/Brache (2,5 ha) + Brachstreifen (0,3 ha) + Saumstreifen (0,3 ha)	3,4	5,1

Tabelle 4.6-5: Brutvögel (ohne Fasan und Rebhuhn) der Gehölzstreifen des Projektgebietes Rutzendorf in den Jahren 2005-2010 und 2012. Angegeben sind die Anzahl der Brutreviere und die Artenzahl der Brutvögel in verschiedenen Strukturtypen.

Vogelart	Jahr	Gehölzstreifen				
		einreihig (B3 u. B5, 1.275 m)	einreihig + Saumstreifen (B4 u. B6, 969 m)	mehrreihig, ab 2007 + Saumstreifen (H4, 789 m)	mehrreihig + 2 Saumstreifen (H3, 619 m)	mehrreihig mit Altbäumen + Grasstreifen (H5 u. H6, 901 m)
Mäusebussard	2005	-	-	-	-	-
	2006	-	-	-	-	-
	2007	-	-	-	-	-
	2008	-	-	-	-	-
	2009	-	-	-	-	-
	2010	-	-	-	-	-
	2012	-	-	1	-	-
Turmfalke	2005	1	1	-	-	1
	2006	1	1	-	-	1
	2007	1	2	-	-	-
	2008	1	1	-	-	1
	2009	1	1	1	-	1
	2010	-	2	-	-	-
	2012	1	-	1	-	-
Ringeltaube	2005	-	-	1	-	2
	2006	-	-	1	1	1
	2007	1	-	-	-	2
	2008	-	-	-	-	2
	2009	-	-	1	-	2
	2010	-	-	-	-	2
	2012	-	1	-	-	2
Turteltaube	2005	-	-	-	-	1
	2006	-	-	-	-	1
	2007	-	-	-	-	1
	2008	-	-	-	-	1
	2009	-	-	-	-	1
	2010	-	-	-	-	1
	2012	-	-	-	-	-
Kuckuck	2005	-	-	-	-	-
	2006	-	-	-	-	-
	2007	-	-	-	-	-
	2008	-	-	-	-	-
	2009	-	-	-	-	-
	2010	-	-	-	-	-
	2012	-	-	1	-	-
Waldohreule	2005	-	-	-	-	-
	2006	-	-	-	-	-
	2007	-	-	-	-	-
	2008	-	-	-	-	1
	2009	-	-	-	-	-
	2010	-	-	-	-	-
	2012	-	-	-	-	-
Nachtigall	2005	-	-	1	-	-
	2006	-	-	-	-	-
	2007	-	-	-	-	-
	2008	-	-	-	-	-
	2009	-	-	1	-	-
	2010	-	-	1	1	-
	2012	-	-	2	-	1

Amsel	2005	-	-	-	-	-
	2006	-	-	-	-	-
	2007	-	-	-	-	-
	2008	-	-	-	-	1
	2009	-	-	-	-	-
	2010	-	-	-	-	-
	2012	-	-	-	-	-
Singdrossel	2005	-	-	-	-	-
	2006	-	-	-	-	-
	2007	-	-	-	-	-
	2008	-	-	-	-	1
	2009	-	-	-	-	1
	2010	-	-	-	-	-
	2012	-	-	-	-	-
Mönchsgrasmücke	2005	-	-	1	2	3
	2006	-	-	2	2	3
	2007	-	-	2	1	3
	2008	-	-	2	1	3
	2009	-	-	2	2	3
	2010	-	-	2	2	4
	2012	-	-	3	2	3
Dorngrasmücke	2005	1	1	-	1	1
	2006	2	1	-	2	-
	2007	1	1	-	2	-
	2008	-	2	-	2	-
	2009	-	2	1	1	-
	2010	-	3	1	2	-
	2012	-	2	-	2	1
Klappergrasmücke	2005	-	-	-	-	-
	2006	-	-	-	-	-
	2007	-	-	-	-	-
	2008	-	-	-	-	-
	2009	-	-	-	-	-
	2010	1	-	1	-	-
	2012	-	-	-	-	-
Sumpfrohrsänger	2005	-	-	-	-	-
	2006	-	1	-	-	-
	2007	-	-	-	-	-
	2008	-	-	-	-	-
	2009	-	2	-	-	-
	2010	-	-	-	-	-
	2012	-	-	-	-	-
Gelbspötter	2005	-	-	-	-	-
	2006	-	-	-	-	-
	2007	-	-	-	-	-
	2008	-	-	-	-	-
	2009	-	-	-	-	-
	2010	-	-	-	-	-
	2012	-	-	-	-	1
Kohlmeise	2005	-	-	-	-	2
	2006	-	-	1	-	2
	2007	-	-	1	-	2
	2008	-	-	1	-	2
	2009	-	-	1	-	2
	2010	-	-	1	-	1
	2012	-	-	1	-	1
Buchfink	2005	-	-	-	-	-

	2006	-	-	-	-	1
	2007	-	-	-	-	1
	2008	-	-	-	-	1
	2009	-	-	-	-	1
	2010	-	-	-	-	-
	2012	-	-	-	-	1
Grünling	2005	-	-	-	-	-
	2006	-	-	-	-	1
	2007	-	-	-	-	2
	2008	-	-	-	-	1
	2009	-	-	-	-	1
	2010	-	-	-	-	1
	2012	-	-	-	-	-
Feldsperling	2005	-	-	-	-	-
	2006	-	-	-	-	1
	2007	-	-	-	-	1
	2008	-	-	-	-	1
	2009	-	-	-	-	1
	2010	-	-	-	-	1
	2012	-	-	1	-	-
Pirol	2005	-	-	-	-	-
	2006	-	-	-	-	-
	2007	-	-	-	-	-
	2008	-	-	-	-	-
	2009	-	-	-	-	-
	2010	-	-	-	-	1
	2012	-	-	-	-	1
Elster	2005	1	1	-	1	2
	2006	1	1	1	1	2
	2007	1	2	1	-	1
	2008	1	1	1	1	3
	2009	1	2	1	-	2
	2010	1	2	-	1	1
	2012	-	1	1	-	1
Aaskrähe	2005	-	-	-	-	-
	2006	-	-	-	-	-
	2007	-	-	-	-	1
	2008	-	-	-	-	1
	2009	-	-	-	-	2
	2010	-	-	1	-	-
	2012	-	-	1	1	-
Summe Reviere		18	34	42	31	99
Artenzahl		5	5	12	6	16

4.7 TEILPROJEKT 13: ÖKONOMIE

Auswirkungen unterschiedlicher Düngungssystem im biologischen Landbau auf die Wirtschaftlichkeit

Bearbeiter: M. Eder

Institut für Agrar- und Forstökonomie, Department für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, BOKU Wien.

ZUSAMMENFASSUNG / SUMMARY

Während die erzielten Gesamtdeckungsbeiträge bzw. Fruchtfolgedeckungsbeiträge (jeweils ohne Direktzahlungen) der untersuchten Jahre 2011 und 2013 über dem langjährigen Durchschnitt lagen, war das Jahr 2012 – bedingt durch die Trockenheit – von sehr niedrigen Deckungsbeiträgen gekennzeichnet. Die Düngungsvarianten 2 (Zukauf von Biotonnekompost) und 3 (Stallmist) weisen gegenüber der Düngungsvariante 1 (ausschließlich Gründüngung) unter Einbeziehung der Kosten für den Kompostzukauf bzw. der Strohbergung und Silagebereitung sowie der Düngerausbringungskosten um 5% bzw. 13% geringere Fruchtfolgedeckungsbeiträge auf. Im Falle der Düngungsvariante 3 wurde allerdings keine monetäre Bewertung der Luzernesilage und des abgeführten Strohs einberechnet. Ein Erlös von ca. 4 Cent je kg TM für Luzernesilage müsste erzielt werden, um im Durchschnitt der 3 Jahre auf das Ergebnis der Düngungsvariante 1 zu kommen. Die Düngung mit Agrogasgülle (DV 4) hat eindeutig einen positiven Einfluss auf das Ertragsniveau und den Deckungsbeitrag der nachfolgenden Kulturen.

The achieved gross margins and crop rotation gross margins (in each case without direct payments) of the examined years 2011 and in 2013 outreached the average of the previous years. In contrast in 2012 the gross margins performed very poor, due to dry conditions. The fertilization treatment 2 (purchase of organic waste compost) and 3 (cattle manure) show compared with the fertilization treatment 1 (solely green manuring) about 5% and 13% lower crop rotation gross margins, respectively. However, in case of the fertilization variation 3 no monetary assessment of the alfalfa silage and the straw is conducted. Approx. 4 cents per kg of DM for alfalfa silage would have to be achieved to come on average of 3 years on the result of the fertilization treatment 1. A forth fertilization treatment with application of biogas slurry indicates a positive influence on yield and gross margin of the manured crop.

EINLEITUNG

In MUBIL IV wurde die seit MUBIL III etablierte Fruchtartenverteilung bzw. Fruchtfolge in den Jahren 2011 bis 2013 fortgeschrieben. Wie in den Vorgängerprojekten werden in der vorliegenden Analyse die wirtschaftlichen Ergebnisse dreier Düngungsvarianten kalkuliert und miteinander verglichen. Hinzu kommt erstmals noch eine auf einen Schlag eingeschränkte Untersuchung der Auswirkung einer Düngung mit Agrogasgülle in den Jahren 2008 bis 2013. Abschließend erfolgt eine Risikoanalyse der wichtigsten Kulturen über den gesamten Zeitraum des MUBIL-Projektes.

THEMA UND ZIELE DER ARBEIT

Thema der Arbeit ist ein Vergleich der Wirtschaftlichkeit unterschiedlicher Düngungsvarianten unter den Standortbedingungen des pannonischen Klimas. Ziel ist es, für die unterschiedlichen betrieblichen Voraussetzungen (DV1 = nur Gründüngung, DV2 = Zufuhr organischen Düngers, DV3 = Rinder haltender Betrieb) Gesamt- bzw. Fruchtfolgedeckungsbeiträge auf Basis der Untersuchungsjahre 2011 und 2013 zu kalkulieren. In weiterer Folge werden die Ergebnisse der Vorjahre in eine Gesamtbetrachtung mit einbezogen. Risikoanalysen der Deckungsbeiträge für die wichtigsten Kulturen, getrennt nach Düngungsvarianten, werden über den Zeitraum 2003 bis 2013 angestellt.

MATERIAL UND METHODEN

Die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit erfolgte anhand eines Vergleiches der Gesamt- bzw. Fruchtfolgedeckungsbeiträge der drei Düngungsvarianten. In den Jahren 2011 bis 2013 wurden die Kalkulationen auf Grundlage der tatsächlich angebauten Kulturen bzw. Zwischenfrüchte und der ermittelten Versuchsergebnisse durchgeführt. In die Kalkulationen flossen die Ertrags- und Bewirtschaftungsdaten der Parzellenversuche ein. Die Produkterlöse orientieren sich an den Auszahlungspreisen der Aufkäufer von Bioware unter Berücksichtigung der tatsächlich erzielten Qualitäten (Futter-/Speiseware, Proteingehalt). Die variablen Kosten wurden nach den tatsächlich eingesetzten Mengen und Preisen (Saatgut, Dünger) ermittelt bzw. mit Standardwerten je nach angewandtem Produktionsverfahren errechnet.

Die Kalkulation der Deckungsbeiträge für Getreide der Düngungsvariante 3 berücksichtigt die Strohbergung, die beiden anderen Düngungsvarianten wurden ohne Strohbergung kalkuliert. Beim Produktionsverfahren Luzerne gab es ebenfalls eine Differenzierung zwischen den Düngungsvarianten. Düngungsvariante 3 wurde mit Silagebereitung berechnet, bei DV1 und DV2 wird die Luzerne nicht geerntet. Das geborgene Stroh wurde ebenso wie die Luzernesilage nicht monetär bewertet und daher auch nicht bei der Leistung des Produktionsverfahrens berücksichtigt. Dahinter steht die Annahme, dass eine Kooperation mit einem viehhaltenden Betrieb besteht, der den Stallmist im Gegenzug für den Bezug der Luzernesilage abgibt.

Die einzelnen Deckungsbeiträge der angebauten Kulturen eines Untersuchungsjahres, die Kosten für den Zwischenfruchtanbau und die Düngung wurden anschließend nach Düngungsvarianten getrennt mit deren Anbauumfang multipliziert und zum Gesamtdeckungsbeitrag bzw. Fruchtfolgedeckungsbeitrag (je ha) summiert. Da mit den Berechnungen keine Vergleiche zu anderen Bewirtschaftungsweisen angestellt wurden, blieben die Direktzahlungen (Betriebsprämie, ÖPUL-Prämien) unberücksichtigt. Bei der Interpretation der Ergebnisse ist daher nicht die absolute Höhe des Fruchtfolgedeckungsbeitrages sondern die Differenz zwischen den einzelnen Düngungsvarianten maßgeblich.

Berechnung der Deckungsbeiträge der Hauptkulturen in den Untersuchungsjahren

Zur Ermittlung der Hauptleistung wurden die Ertragsniveaus der einzelnen Düngungsvarianten aus den Parzellenversuchen verwendet. Durch Multiplikation mit den in den einzelnen Jahren erzielten Verkaufspreisen errechnete sich die Hauptleistung. Die Saatgutkosten wurden aus den jeweiligen ausgebrachten Mengen an Original- und/oder Nachbausaatgut und den aktuellen bzw. für das Nachbausaatgut errechneten Saatgutpreisen kalkuliert.

Da die Betriebe der BVW GmbH insgesamt rund 1.000 ha bewirtschaften und der Maschinenpark auch auf diese Größe ausgerichtet ist, wurde auf Standardwerte zur Berechnung der variablen Maschinenkostenzurückgegriffen (ÖKL 2013). Die zu erwartenden Maschineneinsatzstunden für Stallmistausbringung, Silagebereitung und Strohbergung orientieren sich ebenfalls an Standardwerten (BMLFUW 2008). Die Erntekosten wurden in Anlehnung der Werte für die Lohnernte aus Deckungsbeiträge und Daten für die Betriebsplanung (BMLFUW 2014) festgelegt. Für die Hagelversicherung wurden € 21 je ha veranschlagt. Das eingesetzte Umlaufkapital wurde in Abhängigkeit des Vegetationszeitraumes, den die Hauptkultur in Anspruch nimmt (6 bzw. 9 Monate), zu 4% verzinst. Eine detaillierte Darstellung der Berechnung der Deckungsbeiträge für die im Untersuchungszeitraum angebauten Kulturen und Düngungsvarianten findet sich im Anhang (Tabelle 4.7-3 bis Tabelle 4.7-8).

In allen drei Jahren wurden jeweils drei unterschiedlichen Zwischenfruchtmischungen – bestehend aus drei, vier bzw. fünf Mischungspartner -eingesetzt. Die Kosten des Zwischenfruchtanbaus setzen sich zusammen

aus den Saatgutkosten der Mischungspartner und den variablen Kosten für Saatbettbereitung und Aussaat. Die detaillierten Angaben dazu gibt es ebenfalls im Anhang (Tabelle 4.7-9).

Die Kosten für den Biotonnekompost bei der Düngungsvariante 2 beliefen sich im Jahr 2011 auf 5,60 € je t und 2012 sowie 2013 auf 6,72 € je t. Dazu kommen noch 2,24 € je t für den Transport des Kompostes und die variablen Maschinenkosten für die Kompostausbringung. Bei der Düngungsvariante 3 wurde der Stallmist nicht bewertet, es flossen nur die variablen Maschinenkosten der Ausbringung, die abhängig von der Ausbringungsmenge sind, in die Kalkulationen ein (Tabelle 4.7-10).

Berechnung der Gesamtdeckungsbeiträge

Die Kosten der Zwischenfrüchte und die Dünger- bzw. Düngerausbringungskosten wurden den jeweiligen Folgefrüchten angelastet. Korrekterweise müsste - aufgrund der längerfristigen Wirkung (Struktur- und Humusaufbau, verzögerte Düngewirkung) von Kompost, Festmist bzw. Zwischenfrüchten - ein Teil dieser Kosten auch nachfolgende Früchten verrechnet werden. Die Abschätzung der Höhe dieses Anteils gestaltet sich als schwierig. Bei längerfristiger Betrachtung und Kalkulation von Fruchtfolgedeckungsbeitrag spielt dieser Umstand für den Vergleich der Düngungsvarianten jedoch keine Rolle.

Die kalkulierten Deckungsbeiträge der in einem Jahr angebauten Kulturen wurden mit dem Flächenausmaß der betreffenden Schläge multipliziert und zum Gesamtdeckungsbeitrag summiert. Der Fruchtfolgedeckungsbeitrag je ha ergibt sich aus der Division des Gesamtdeckungsbeitrages durch die Gesamtfläche von 140 ha.

Düngungsvariante 4 (Agrogasgülle)

Mit dem Jahr 2008 wurde auf einem der acht Schläge (Parzellenversuche) eine zusätzliche Düngungsvariante angelegt. Als Dünger wird Agrogasgülle (DV4) ausgebracht. Der im Laufe der Fruchtfolge anfallende Luzerneaufwuchs wird in dieser Düngungsvariante abgeführt und (theoretisch) in einer Biogasanlage als Rohstoff eingesetzt. Die am Ende des Vergärungsprozesses der Luzernesilage anfallende Agrogasgülle wird dann gezielt als Dünger in der Fruchtfolge eingesetzt.

Risikoanalyse ausgewählter Kulturen

Mit Abschluss von MUBIL IV stehen mittlerweile Deckungsbeitragskalkulationen über einen Zeitraum von 11 Jahren zur Verfügung. Für die Kulturen Winterweizen, Winterroggen, Sommergerste, Körnererbse und Körnermais wird eine Risikoanalyse mit Hilfe der Software @risk durchgeführt. Aus den seit Beginn des Versuches errechneten Deckungsbeiträgen der ausgewählten Kulturen und Düngungsvarianten werden zunächst normalverteilte Häufigkeitsverteilungen generiert. Darauf aufbauend erstellt das Simulationsmodul von @risk Verteilungsfunktionen für jede Kultur und Düngungsvariante.

ERGEBNISSE UND DISKUSSION

In Tabelle 4.7-1 sind die Gesamtdeckungsbeiträge und die Fruchtfolgedeckungsbeiträge der Untersuchungsjahre 2011 bis 2013 für die einzelnen Düngungsvarianten dargestellt. Für 2011 konnte der höchste Fruchtfolgedeckungsbeitrag seit Beginn der Versuche ermittelt werden. Bis auf Winterroggen wurde bei allen Verkaufsfrüchten, bedingt durch sehr hohe Kornerträge, überdurchschnittliche Ergebnisse erzielt. Das darauf folgende Jahr war durch extreme klimatische Bedingungen geprägt. Dies schlug sich, mit Ausnahme von Körnermais, in sehr niedrigen Erträgen bzw. sogar totalen Ertragsausfällen nieder. Dementsprechend gering waren auch die Deckungsbeiträge, trotz relativ hoher Produktpreise. Die Deckungsbeiträge des Jahres 2013 bewegten sich größtenteils im Bereich des langjährigen Durchschnitts. Bemerkenswert in diesem Jahr war, dass Winterroggen aufgrund eines sehr guten Kornertrages und

Verkaufspreises über dem Ergebnis von Winterweizen lag. Das gleiche gilt auch für den Körnermais, für den der höchste Deckungsbeitrag der bisher untersuchten Jahre errechnet wurde.

Tabelle 4.7-1: Gesamt- bzw. Fruchtfolgedeckungsbeiträge 2011, 2012 und 2013

Düngungsvariante	Gesamtdckungsbeitrag in €			Fruchtfolgedeckungsbeitrag in € je ha		
	2011	2012	2013	2011	2012	2013
DV 1 (Gründüngung)	130 593	53 214	91 825	933	380	656
DV 2 (Biotonnekompost)	122 095	51 036	89 928	872	365	642
DV 3 (Stallmist)	109 330	44 068	86 671	781	315	619

Die Düngungsvariante 1 wies in allen Jahren höhere Werte auf als die Variante mit Biotonnekompost bzw. Stallmist. Gemittelt über die Jahre 2011 bis 2013 erreichte die Düngungsvariante mit Biotonnekompost (DV 2) 95% und die Düngungsvariante mit Stallmist (DV 3) 87% des Fruchtfolgedeckungsbeitrag der Düngungsvariante 1 von 656 €/ha. Im Falle der Düngungsvariante 3 wurde allerdings keine monetäre Bewertung der Luzernesilage und des abgeführten Stroh einberechnet. Ein Erlös von ca. 4 Cent je kg TM für Luzernesilage müsste erzielt werden, um im Durchschnitt der 3 Jahre auf das Ergebnis der Düngungsvariante 1 zu kommen. Darin sind allerdings etwaige weitere Kosten wie Lagerung, Transport bei Verkauf ab Hof nicht einbezogen. Auch erfolgt keine monetäre Bewertung des eingesetzten Stallmistes und des abgeführten Stroh.

Im Betrachtungszeitraum seit Beginn des Versuches (2003 bis 2013) lag der durchschnittliche Fruchtfolgedeckungsbeitrag in der Düngungsvariante 1 bei 409 €/ha ebenfalls über DV 2 mit 378 €/ha und DV 3 mit 344 €/ha (Tabelle 4.7-12). Ohne Berücksichtigung der ersten beiden Umstellungsjahre lagen die Werte um einiges höher (DV1: 521 €/ha, DV 2: 484 €/ha, DV 3: 446 €/ha).

Düngungsvariante 4 (Agrogasgülle)

Auf dem Feldstück Nr. 1 (Kleinparzellenversuch S1M) wird seit 2008 eine zusätzliche Düngungsvariante mit Agrogasgülle untersucht. 2008 erfolgte eine zweimalige Düngung mit Agrogasgülle zu Körnermais, 2011 zwei weitere Düngergaben zu Winterweizen. In beiden Fällen konnten höhere Deckungsbeiträge als bei den drei anderen Düngungsvarianten festgestellt werden. Detaillierte Informationen zu den Berechnungen finden sich in den Tabellen 4.7-13 und 4.7-14 im Anhang. Die Tabelle 4.7-2 zeigt die Ergebnisse der vier Düngungsvarianten in den Jahren 2008 bis 2013. Über alle Jahre gerechnet erzielt die Düngungsvariante IV den höchsten Fruchtfolgedeckungsbeitrag.

Tabelle 4.7-2: Gesamt- bzw. Fruchtfolgedeckungsbeiträge der Düngungsvarianten I bis IV (2008-2013)

	2008		2009		2010		2011		2012		2013		Ø 2008 - 2013	
ha	€/ha	€/Feld	€/ha	€/Feld	€/ha	€/Feld	€/ha	€/Feld	€/ha	€/Feld	€/ha	€/Feld	€/ha	€/Feld
17,0	KM		SG		E		WW		WR		L			
DV1	2 616	44 477	113	1 913	152	2 577	1 788	30 398	387	6 571	-320	-5 441	789	13 416
DV2	2 361	40 135	144	2 447	243	4 137	1 507	25 615	446	7 580	-292	-4 964	735	12 492
DV3	2 586	43 964	65	1 097	209	3 546	1 618	27 501	356	6 049	-501	-8 513	722	12 274
DV4	2 670	45 394	69	1 172	346	5 876	1 972	33 528	463	7 875	-618	-10 501	817	13 891

Risikoanalyse ausgewählter Kulturen

Zu Winterweizen liegen je Düngungsvariante insgesamt 20 Deckungsbeiträge vor, bei Winterroggen 8, bei Sommergerste 11, bei Körnermais 8 und bei Körnererbse 10. In Abbildung 4.7-1 ist exemplarisch die Anpassung einer Verteilungsfunktion an die tatsächliche beobachtete Verteilung der Deckungsbeiträge für Winterweizen Düngungsvariante 1 dargestellt. Die blaue stufenförmige Linie setzt sich aus den kumulierten Wahrscheinlichkeiten (ausgehend vom geringsten bis zum höchsten Deckungsbeitrag) der Erzielung eines Deckungsbeitrages in der betreffenden Höhe dar. Die rote Linie ist die daraus abgeleitete Verteilungsfunktion. Neunzig Prozent der tatsächliche beobachteten Deckungsbeträge von Winterweizen bei der Düngungsvariante 1 liegen innerhalb des Bereiches 90 und 2.001 €/ha. Jeweils fünf Prozent der Werte unter- bzw. überschreiten diese Grenzen. Mittelwert und Standardabweichung der abgeleiteten Verteilungsfunktion entsprechen exakt dem Mittelwert und der Standardabweichung der tatsächlich erzielten Deckungsbeiträge. Bei der abgeleiteten Dichtefunktion befinden sich 91,7% innerhalb der angeführten Grenzen, 2,8% der Deckungsbeiträge sind darunter, 5,5% darüber.

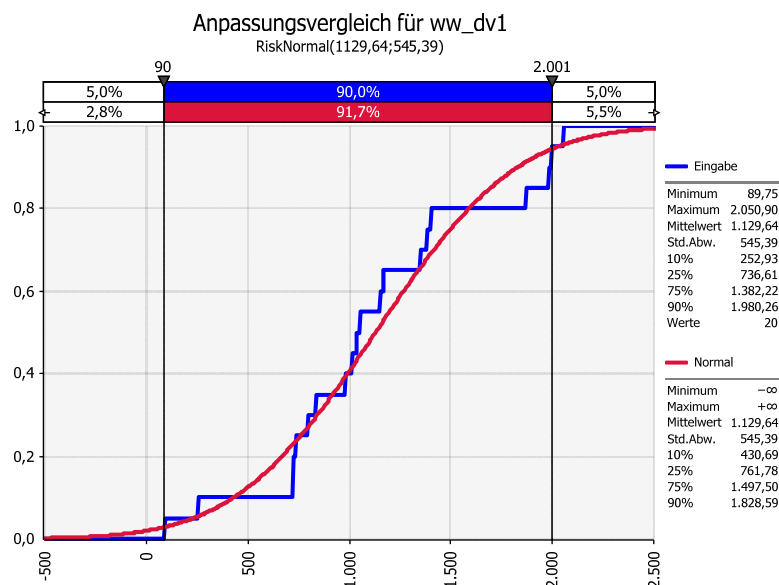


Abbildung 4.7-1: Kumulierte Wahrscheinlichkeiten und Verteilungsfunktion des Deckungsbeitrages für Winterweizen Düngungsvariante 1

In weiterer Folge werden die Verteilungsfunktionen der Düngungsvarianten 2 und 3 generiert. In der Abbildung 4.7-2 sind die drei Verteilungsfunktionen in einer Grafik dargestellt. Gemäß der Verteilungsfunktion der DV 1 kann mit 90 %-iger Wahrscheinlichkeit ein Deckungsbeitrag zwischen 232 und 2.026 € erreicht werden. Bei Düngungsvariante 2 liegen 90,5 % der Deckungsbeiträge innerhalb dieses Bereichs, bei Düngungsvariante 3 sind es 89,8%. Düngungsvariante 2 weist mit 1.151 € den höchsten Erwartungswert (Mittelwert) auf, gefolgt von Düngungsvariante 1 mit 1.130 €. Die Düngungsvariante 3 fällt mit 1.050 € etwas ab.

Ein Landwirt würde jedenfalls eine Variante, bei der die Verteilungsfunktion über alle Bereiche rechts von der zu vergleichenden Variante liegt, bevorzugen. In diesem Fall sind dies die DV1 und DV2 gegenüber der DV3. Beim Vergleich der Düngungsvarianten 1 und 2 kann keine eindeutige Präferenz abgeleitet werden.

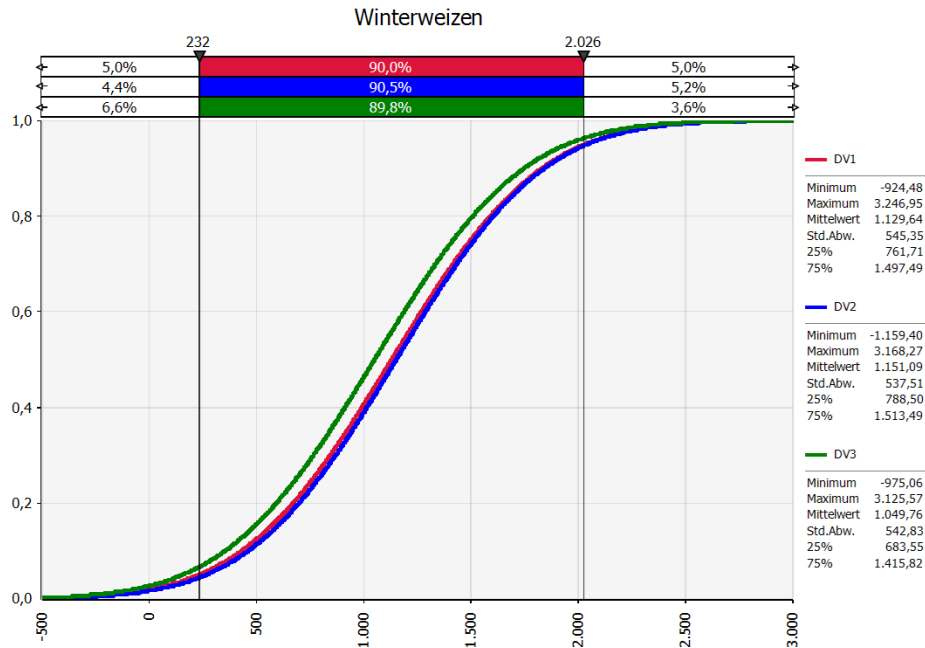


Abbildung 4.7-2: Verteilungsfunktionen für die Deckungsbeiträge der drei Düngungsvarianten von Winterweizen

Die Verteilungsfunktionen der Deckungsbeiträge für die drei Düngungsvarianten von Winterroggen unterscheiden sich nur geringfügig (Abbildung 4.7-3). Hinsichtlich des Risikos ist keine Düngungsvariante dominant.

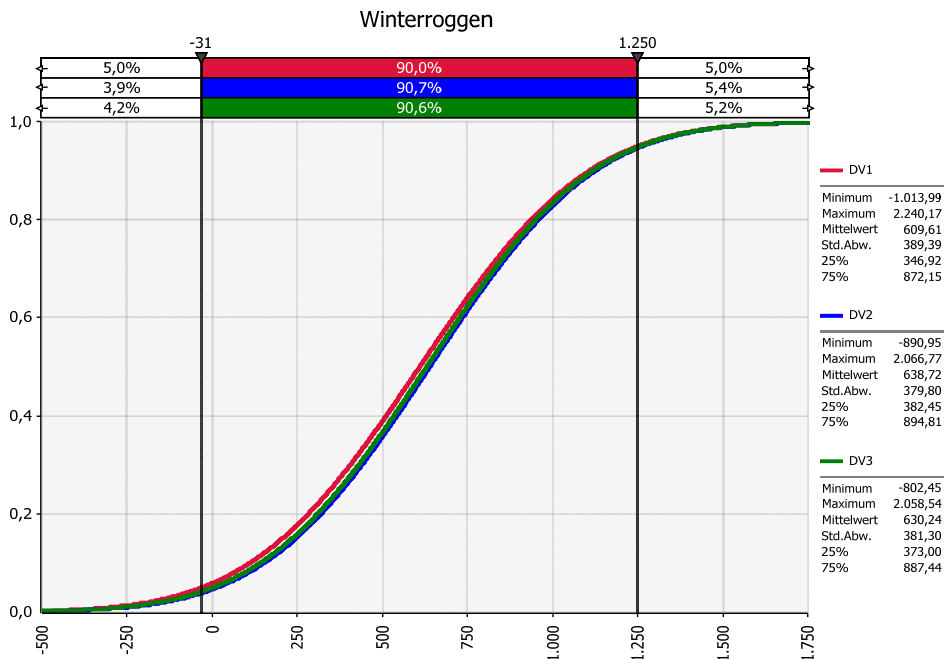


Abbildung 4.7-3: Verteilungsfunktionen für die Deckungsbeiträge der drei Düngungsvarianten von Winterroggen

Die Abbildung 4.7-4 zeigt die Verteilungsfunktionen für Sommergerste. In diesem Fall ist die Düngungsvariante 2 den beiden anderen Düngungsvarianten über den gesamten dargestellten Bereich hinsichtlich des Risikos überlegen.

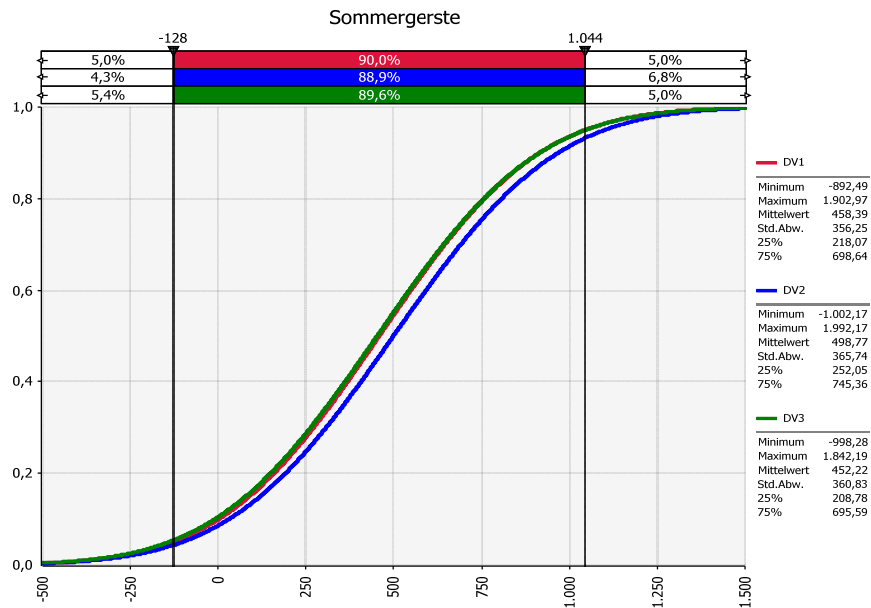


Abbildung 4.7-4: Verteilungsfunktionen für die Deckungsbeiträge der drei Düngungsvarianten von Sommergerste

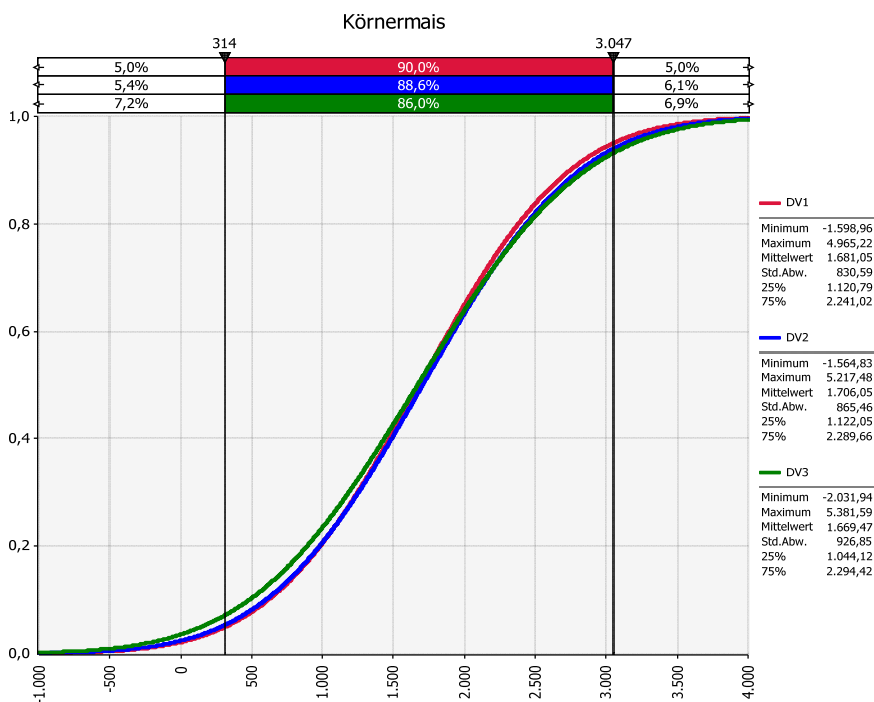


Abbildung 4.7-5: Verteilungsfunktionen für die Deckungsbeiträge der drei Düngungsvarianten von Körnermais

Alle drei Verteilungsfunktionen von Körnermais überschneiden sich gegenseitig (Abbildung 4.7-5), es kann somit keine Präferenz hinsichtlich des Risikos getroffen werden. Bei Körnererbsen hingegen dominiert die Düngungsvariante 1 die anderen Düngungsvarianten (Abbildung 4.7-6).

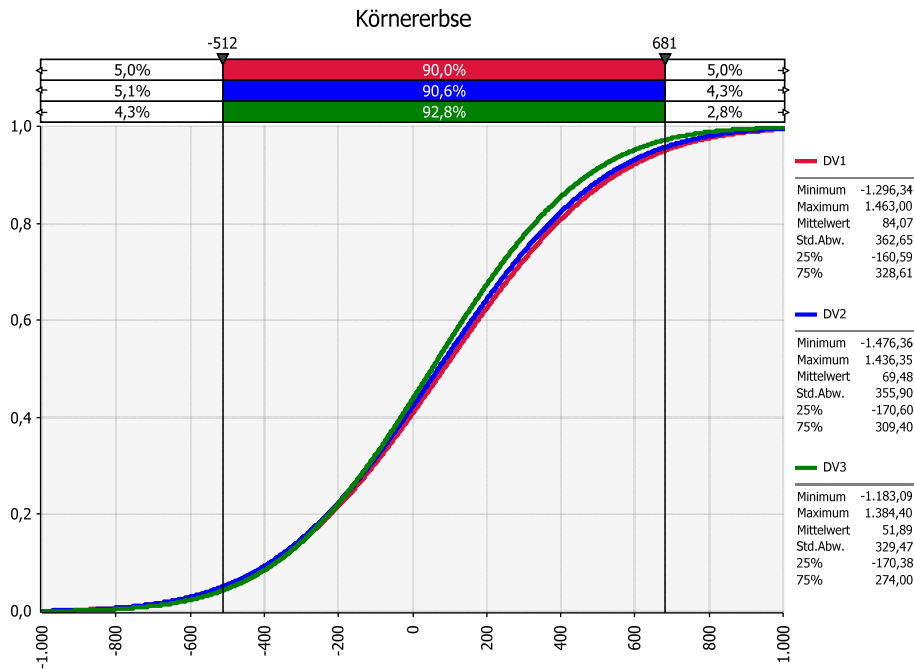


Abbildung 4.7-6: Verteilungsfunktionen für die Deckungsbeiträge der drei Düngungsvarianten von Körnererbse

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Seit 2009 hat sich auf den acht Feldstücken des Versuchs eine konstante Fruchtfolge eingestellt. Winterweizen und Körnermais, die zusammen rund 38% der Fruchtfolgefläche beanspruchen, weisen bis auf wenige Ausnahmen konstant hohe Deckungsbeiträge aus. Aber auch Winterroggen und Sommergerste konnten in einzelnen Jahren gute wirtschaftliche Ergebnisse erzielen. Dem gegenüber stehen die Kosten der Luzerne und die meist sehr niedrigen Deckungsbeiträge bei der Körnererbse. Im Sinne der wirtschaftlichen Optimierung scheint der hohe Anteil an Luzerne und Körnerleguminosen, in Verbindung mit dem Zwischenfruchtanbau, als Erfolg versprechend. Klar haben sich im Jahr 2012 auch die negativen Auswirkungen einer Trockenheit auf das Gesamtergebnis gezeigt. Der Fruchtfolgedeckungsbeitrag lag in diesem Jahr um mehr als die Hälfte unter dem sehr guten Jahr davor.

Ökonomisch gesehen kann eine zusätzliche Düngung mit Biotonnekompost- bei dem vorliegenden hohen Luzerneanteil – nicht als zielführend angesehen werden. In intensiveren Fruchtfolgen könnte dies allerdings anders sein. Der Vergleich der Düngungsvariante 3 mit den anderen Düngungsvarianten ist mit Vorbehalt zu interpretieren. Die schlechteren Ergebnisse dieser Variante liegen auch in der Nicht-Bewertung der Luzernesilage begründet. Eine mögliche monetäre Bewertung der Luzernesilage ist in großem Maße von den Rahmenbedingungen des einzelnen Betriebes abhängig, die allgemein gültige Schlussfolgerungen nicht zulassen. Die Düngung mit Agrogasgülle hat eindeutig einen positiven Einfluss auf das Ertragsniveau und den Deckungsbeitrag der nachfolgenden Kulturen.

LITERATUR

BMLFUW - Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2008): Deckungsbeiträge und Daten für die Betriebsplanung 2008. Wien: Selbstverlag.

ÖKL - Österreichisches Kuratorium für Landtechnik und Landentwicklung (2013): ÖKL-Richtwerte für die Maschinenselbstkosten 2013. Wien: Selbstverlag.

BMLFUW (2014): IDB Deckungsbeiträge und Kalkulationsdaten.<http://www.awi.bmlfuw.gv.at/idb/default.html>

ANHANG

Tabelle 4.7-3: Deckungsbeitrag Produktionsverfahren Winterweizen

		ohne Strohbergung						ohne Strohbergung						mit Strohbergung						Durchschnittlicher DB				
		2011	2011	2012	2012	2013	2013	2011	2011	2012	2012	2013	2013	2011	2011	2012	2012	2013	2013	Einheit	DV1	DV2		
Hauptleistung	Ertrag 1	6 968	6 989	1 320	4 690	4 661	3 976	7 179	6 841	1 479	4 770	4 817	4 540	7 118	6 284	1 025	4 999	3 957	4 915	kg/ha	4 767	4 938	4 716	
	Protein	12,10%	12,90%	18,10%	14,90%	12,70%	13,30%	12,60%	12,90%	17,70%	14,50%	12,80%	13,50%	12,20%	11,70%	18,30%	14,80%	12,50%	13,40%		14,00%	14,00%	13,82%	
	e Ertrag	6 968	6 989	1 320	4 690	4 661	3 976	7 179	6 841	1 479	4 770	4 817	4 540	7 118	6 284	1 025	4 999	3 957	4 915	kg/ha	4 767	4 938	4 716	
	Preis	0,3360	0,3360	0,3920	0,3920	0,2800	0,3360	0,3360	0,3360	0,3920	0,3920	0,2800	0,3360	0,3360	0,2800	0,3920	0,3920	0,2800	0,3360	€/kg	0,3453	0,3453	0,3360	
Saatgut	Leistung	2 341	2 348	517	1 838	1 305	1 336	2 412	2 299	580	1 870	1 349	1 525	2 392	1 760	402	1 960	1 108	1 651	€	1 614	1 672	1 545	
		184	179	184	179	198	198	184	179	184	179	198	198	184	179	184	179	198	198	kg/ha	187	187	187	
		0,74	0,74	0,81	0,81	0,82	0,82	0,74	0,74	0,81	0,81	0,82	0,82	0,74	0,74	0,81	0,81	0,82	0,82	€/kg	0,79	0,79	0,79	
		27,25	132,32	148,38	144,35	162,17	162,17	136,01	132,32	148,38	144,35	162,17	162,17	136,01	132,32	148,38	144,35	162,17	162,17	€	129,44	147,57	147,57	
var. Maschinenkosten	Mulchen	27,25					27,25	27,25					27,25	27,25					27,25	27,25	27,25	27,25	27,25	
	Grubbern	35,95	71,89	35,95	71,89	71,89	35,95	35,95	71,89	35,95	71,89	35,95	35,95	35,95	71,89	35,95	71,89	71,89	35,95	53,92	53,92	53,92		
	Pflügen	59,82	59,82	59,82	59,82	59,82	59,82	59,82	59,82	59,82	59,82	59,82	59,82	59,82	59,82	59,82	59,82	59,82	59,82	59,82	59,82	59,82		
	Eggen	25,05	25,05	25,05	25,05	25,05	25,05	25,05	25,05	25,05	25,05	25,05	25,05	25,05	25,05	25,05	25,05	25,05	25,05	25,05	25,05	25,05		
	Säen	17,13	17,13	17,13	17,13	17,13	17,13	17,13	17,13	17,13	17,13	17,13	17,13	17,13	17,13	17,13	17,13	17,13	17,13	17,13	17,13	17,13		
	Hackstiegelein	9,37	9,37	9,37	9,37	9,37	9,37	9,37	9,37	9,37	9,37	9,37	9,37	9,37	9,37	9,37	9,37	9,37	9,37	9,37	9,37	9,37		
	Ernteguttransport	11,78	11,78	11,78	11,78	11,78	11,78	11,78	11,78	11,78	11,78	11,78	11,78	11,78	11,78	11,78	11,78	11,78	11,78	11,78	11,78	11,78		
	Pressen																							
	Laden																							
	Transport																							
	Summe	186	195	159	195	195	186	186	195	159	195	195	186	244	249	171	236	228	228	€	186	186	226	
	Lohnndrusch	Lohnndrusch	120	120	90	120	120	120	120	120	90	120	120	120	120	120	90	120	120	120	€	115	115	115
Versicherung		21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	€	21	21	21	
4% Zinsansatz		6,41	9,82	9,22	10,18	10,72	10,46	9,67	9,82	9,22	10,18	10,72	10,46	11,40	11,43	9,59	11,42	11,70	11,69	€	9,47	10,01	11,21	
variable Kosten		361	478	428	491	509	500	473	478	428	491	509	500	532	533	440	533	543	542	€	461	480	521	
Deckungsbeitrag		1 980	1 870	90	1 348	796	836	1 939	1 820	152	1 379	840	1 025	1 859	1 226	-39	1 427	565	1 109	€	1 153	1 193	1 025	

Tabelle 4.7-4: Deckungsbeitrag Produktionsverfahren Winterroggen

		ohne	ohne	mit	ohne	ohne	mit	ohne	ohne	mit	Durchschnittlicher DB			Einheit	
		Strohbergung	Strohbergung	Strohbergung	Strohbergung	Strohbergung	Strohbergung	Strohbergung	Strohbergung	Strohbergung	Strohbergung	DV1	DV2		DV3
		2011	2011	2011	2012	2012	2012	2013	2013	2013	2013	DV1	DV2		DV3
		DV1	DV2	DV3	DV1	DV2	DV3	DV1	DV2	DV3	Einheit	DV1	DV2	DV3	Einheit
Hauptleistung	Ertrag 1	2 993	3 101	3 121	3 132	3 344	3 215	5 159	5 183	5 567	kg/ha	4 076	4 142	4 344	kg/ha
	Preis	0,2821	0,2821	0,2821	0,2800	0,2800	0,2800	0,3304	0,3304	0,3304	€/kg	0,3063	0,3063	0,3063	€/kg
	Leistung	844	875	881	877	936	900	1 704	1 713	1 839	€	1 274	1 294	1 360	€
		225	225	225	146	146	146	169	169	169		197,10	197,10	197,10	
	Saatgut	0,75	0,75	0,75	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	€/kg	0,74	0,74	0,74	€/kg
		168,84	168,84	168,84	108,27	108,27	108,27	125,07	125,07	125,07	€	146,96	146,96	146,96	€
	var. Maschinenkosten														
	Grubbern	35,95	35,95	35,95	107,84	107,84	107,84	107,84	107,84	107,84		71,89	71,89	71,89	
	Pflügen	59,82	59,82	59,82	59,82	59,82	59,82	59,82	59,82	59,82		59,82	59,82	59,82	
Eggen	25,05	25,05	25,05	25,05	25,05	25,05	25,05	25,05	25,05		25,05	25,05	25,05		
Säen	17,13	17,13	17,13	17,13	17,13	17,13	17,13	17,13	17,13		17,13	17,13	17,13		
Hackstriegel	9,37	9,37	9,37	9,37	9,37	9,37	9,37	9,37	9,37		9,37	9,37	9,37		
Ernteguttransport	11,78	11,78	11,78	11,78	11,78	11,78	11,78	11,78	11,78		11,78	11,78	11,78		
Pressen															
Laden															
Transport															
Summe	159	159	200	231	231	272	231	231	231	289	€	195,04	195,04	244,45	€
Lohndrusch	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	€	120,00	120,00	120,00	€
Versicherung	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	€	21,00	21,00	21,00	€
4% Zinsansatz	9,84	9,84	11,07	10,18	10,18	11,41	10,68	10,68	10,68	12,41	€	10,26	10,26	11,74	€
variable Kosten	479	479	521	490	490	533	508	508	508	567	€	493	493	544	€
Deckungsbeitrag	366	396	359	387	446	367	1 197	1 205	1 272	1 272	€	781	800	816	€

Tabelle 4.7-5: Deckungsbeitrag Produktionsverfahren Sommergerste

	ohne Strohbergung			ohne Strohbergung			mit Strohbergung			Einheit	Durchschnittlicher DB			Einheit
	2011	2012	2013	2011	2012	2013	2011	2012	2013		DV1	DV2	DV3	
	DV1	DV1	DV1	DV2	DV2	DV2	DV3	DV3	DV3					
Hauptleistung Ertrag 1	5 444	3 592	4 871	5 769	3 667	4 948	5 615	3 564	5 124		4 636	4 795	4 768	
Preis	0,2800	0,2962	0,2688	0,2800	0,2962	0,2688	0,2800	0,2962	0,2688	€/kg	0,2817	0,2817	0,2817	€/kg
Leistung	1 524	1 064	1 309	1 615	1 086	1 330	1 572	1 056	1 377	€	1 299	1 344	1 335	€
Saatgut	181	207	184	181	207	184	181	207	184					
	0,63	0,82	0,92	0,63	0,82	0,92	0,63	0,82	0,92	€/kg	0,79	0,79	0,79	€/kg
	113,42	168,85	168,88	113,42	168,85	168,88	113,42	168,85	168,88	€	150,38	150,38	150,38	€
var. Maschinenkosten														
Mulchen		27,25	27,25		27,25	27,25		27,25	27,25		27,25	27,25	27,25	
Pflügen	59,82	59,82	59,82	59,82	59,82	59,82	59,82	59,82	59,82		59,82	59,82	59,82	
Eggen	25,05	25,05	25,05	25,05	25,05	25,05	25,05	25,05	25,05		25,05	25,05	25,05	
Säen	17,13	17,13	17,13	17,13	17,13	17,13	17,13	17,13	17,13		17,13	17,13	17,13	
Hackstriegel	9,37	9,37	18,73	9,37	9,37	18,73	9,37	9,37	18,73		12,49	12,49	12,49	
Walzen														
Ernteguttransport	11,78	11,78	8,83	11,78	11,78	8,83	11,78	11,78	8,83		10,79	10,79	10,79	
Pressen							18,87	13,48	24,26				18,87	
Laden							3,08	2,20	3,96				3,08	
Transport							6,88	4,91	8,84				6,88	
Summe	123	150	157	123	150	157	152	171	194	€	143,45	143,45	172,27	€
Lohnrusch	120	120	120	120	120	120	120	120	120	€	120,00	120,00	120,00	€
Versicherung	21	21	21	21	21	21	21	21	21	€	21,00	21,00	21,00	€
4% Zinsansatz	7,10	9,58	9,77	7,10	9,58	9,77	7,96	10,19	10,88	€	8,81	8,81	9,68	€
variable Kosten	385	470	476	385	470	476	414	491	515	€	444	444	473	€
Deckungsbeitrag	1 140	594	833	1 231	616	854	1 158	565	863	€	856	900	862	€

Tabelle 4.7-6: Deckungsbeitrag Produktionsverfahren Körnererbse

	2011			2011			2011			Einheit	Durchschnittlicher DB			Einheit
	2011	2012	2013	2011	2012	2013	2011	2012	2013		DV1	DV2	DV3	
	DV1	DV1	DV1	DV2	DV2	DV2	DV3	DV3	DV3					
Hauptleistung Ertrag 1	3 722	0	1 921	3 425	0	1 963	3 328	0	1 712		1 881	1 796	1 680	
Preis	0,3584		0,4480	0,3584		0,4480	0,3584		0,4480	€/kg	0,4032	0,4032	0,4032	€/kg
Leistung	1 334	0	861	1 228	0	879	1 193	0	767	€	732	702	653	€
Saatgut	253,75	271,25	253,34	253,75	271,25	253,34	253,75	271,25	253,34	Pkg/ha	259,45	259,45	259,45	kg/ha
	0,77	0,96	1,01	0,77	0,96	1,01	0,77	0,96	1,01	€/Pkg	0,91	0,91	0,91	€/kg
	195,53	261,27	255,37	195,53	261,27	255,37	195,53	261,27	255,37	€	237,39	237,39	237,39	€
var. Maschinenkosten														
Mulchen	27,25	27,25	27,25	27,25	27,25	27,25	27,25	27,25	27,25		27,25	27,25	27,25	
Pflügen	59,82	59,82	59,82	59,82	59,82	59,82	59,82	59,82	59,82		59,82	59,82	59,82	
Eggen	25,05	25,05	25,05	25,05	25,05	25,05	25,05	25,05	25,05		25,05	25,05	25,05	
Säen	17,65	17,65	17,65	17,65	17,65	17,65	17,65	17,65	17,65		17,65	17,65	17,65	
Hackstriegel	18,73	9,37	9,37	18,73	9,37	9,37	18,73	9,37	9,37		12,49	12,49	12,49	
Walzen		9,34			9,34			9,34			3,11	3,11	3,11	
Ernteguttransport	8,83		5,89	8,83		5,89	8,83		5,89		4,91	4,91	4,91	
Summe	157	148	145	157	148	145	157	148	145	€	150,28	150,28	150,28	€
Lohnrusch	140		130	140		130	140		140	€	135,00	135,00	140,00	€
Versicherung	21	21	21	21	21	21	21	21	21	€	21,00	21,00	21,00	€
4% Zinsansatz	10,59	12,29	12,01	10,59	12,29	12,01	10,59	12,29	12,01	€	11,63	11,63	11,63	€
variable Kosten	524	443	563	524	443	563	524	443	573	€	510	510	514	€
Deckungsbeitrag	810	-443	297	703	-443	316	668	-443	194	€	221	192	140	€

Tabelle 4.7-7: Deckungsbeiträge Produktionsverfahren Körnermais

	2011			2012			2013			Einheit	Durchschnittlicher DB			Einheit
	DV1	DV1	DV1	DV2	DV2	DV2	DV3	DV3	DV3		DV1	DV2	DV3	
Hauptleistung Ertrag 1	11 184	8 525	11 561	11 469	9 069	11 799	11 460	8 309	11 917		10 423	10 779	10 562	
Preis	0,2766	0,3224	0,3013	0,2766	0,3224	0,3013	0,2766	0,3224	0,3013	€/kg	0,3001	0,3001	0,3001	€/kg
Leistung	3 094	2 749	3 483	3 173	2 924	3 555	3 170	2 679	3 590	€	3 109	3 217	3 147	€
Saatgut	1,39	1,53	1,70	1,39	1,53	1,70	1,39	1,53	1,70	Pkg/ha	1,54	1,54	1,54	kg/ha
	100,84	105,18	116,37	100,84	105,18	93,63	100,84	105,18	93,63	€/Pkg	107,46	99,89	99,89	€/kg
	140,17	160,92	197,83	140,17	160,92	159,17	140,17	160,92	159,17	€	166,31	153,42	153,42	€
var. Maschinenkosten	27,25	27,25	27,25	27,25	27,25	27,25	27,25	27,25	27,25		27,25	27,25	27,25	
Grubbern	35,95	35,95	35,95	35,95	35,95	35,95	35,95	35,95	35,95		35,95	35,95	35,95	
Pflügen	59,82	59,82	59,82	59,82	59,82	59,82	59,82	59,82	59,82		59,82	59,82	59,82	
Eggen	50,10	50,10	50,10	50,10	50,10	50,10	50,10	50,10	50,10		50,10	50,10	50,10	
Säen	17,65	17,65	17,65	17,65	17,65	17,65	17,65	17,65	17,65		17,65	17,65	17,65	
Hacken	40,61	20,31	40,61	40,61	20,31	40,61	40,61	20,31	40,61		33,84	33,84	33,84	
Ermteguttransport	23,55	23,55	23,55	23,55	23,55	23,55	23,55	23,55	23,55		23,55	23,55	23,55	
Trocknung € 2/t u. %H ₂ O	335,52	255,75	346,83	344,07	272,07	353,97	343,80	249,27	357,51		312,70	323,37	316,86	
Summe	590	490	602	599	507	609	599	484	612	€	561	572	565	€
Lohndrusch	135	135	135	135	135	135	135	135	135	€	135	135	135	€
Versicherung	21	21	21	21	21	21	21	21	21	€	21	21	21	€
4% Zinsansatz	4,21	4,83	5,93	4,21	4,83	4,78	4,21	4,83	4,78	€	4,99	4,60	4,60	€
variable Kosten	891	812	962	899	828	929	899	806	932	€	888	886	879	€
Deckungsbeitrag	2 203	1 937	2 522	2 273	2 096	2 626	2 271	1 874	2 658	€	2 220	2 332	2 268	€

Tabelle 4.7-8: Deckungsbeitrag Produktionsverfahren Luzerne

Nutzungsjahre	2011		2012		2013		2011		2012		2013		2011		2012		2013		Einheit
	DV1	DV1	DV1	DV1	DV1	DV1	DV2	DV2	DV2	DV2	DV2	DV2	DV3	DV3	DV3	DV3	DV3	DV3	
Hauptleistung Abfuhr Luzerne	Bestand	Anbau	Anbau	Bestand	Anbau	Bestand	Bestand	Anbau	Anbau	Bestand	Anbau	Bestand	Bestand	Anbau	Anbau	Bestand	Anbau	Bestand	kg TM/ha
													11 528	5 063	3 212	6 400	10 290	11 613	
Leistung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	€
Saatgut	0,00	27,73	22,22	4,93	29,41	4,37	0,00	27,73	22,22	4,93	29,41	4,37	0,00	27,73	22,22	4,93	29,41	4,37	kg/ha
	60,56	54,75	54,75	0,00	80,70	0,00	0,00	60,56	54,75	0,00	80,70	0,00	0,00	60,56	54,75	0,00	80,70	0,00	€/kg
var. Maschinenkosten																			
Grubbern		40	72		72			40	72		72			40	72		72		
Scheibenege					20				20		20				20		20		
Walzen		9	9		9			9	9		9			9	9		9		
Säen		9	9		9			9	9		9			9	9		9		
Mulchen	82	82	82	82	109	82	82	82	82	82	82	82		27	27		27		
Mähen													36	24	24	36	36	36	
Schwaden													49	33	33	49	49	49	
Pressen													99	28	47	56	88	99	
Laden													16	5	7	9	14	16	
Transport													36	10	16	20	32	36	
Wickeln													42	12	18	24	37	42	
Summe	82	131	172	82	210	82	82	131	172	82	182	82	278	187	262	194	385	278	€
Lohndrusch	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	€
Versicherung	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	€
4% Zinsansatz	2,45	5,74	6,79	2,45	8,71	2,45	2,45	5,74	6,79	2,45	7,89	2,45	8,35	7,44	9,51	5,82	13,97	8,35	€
variable Kosten	105	218	254	105	320	105	105	218	254	105	292	105	308	276	347	221	501	308	€
Deckungsbeitrag	-105	-218	-254	-105	-320	-105	-105	-218	-254	-105	-292	-105	-308	-276	-347	-221	-501	-308	€

Tabelle 4.7-9: Variable Kosten Zwischenfrüchte

ZF 3 Arten 2011					ZF 3 Arten 2012					ZF 3 Arten 2013							
		€/100kg	kg/ha			€/100kg	kg/ha			€/100kg	kg/ha						
Saatgut	Sommerwicke	220,00	53,07	116,75	Saatgut	Sommerwicke	190,00	46,53	88,41	Saatgut	Sommerwicke	200,00	57,30	114,60			
	Buchweizen	160,00	15,12	24,19		Buchweizen	240,00	16,92	40,61		Buchweizen	220,00	18,48	40,66			
	Phacelia	440,00	3,15	13,86		Phacelia	780,00	3,38	26,36		Phacelia	680,00	3,08	20,94			
var. MaschKosten	Grubbern	x		0,00	var. MaschKosten	Grubbern	1 x		35,95	var. MaschKosten	Grubbern	2 x		71,89			
	Säen			17,13		Säen			17,13		Säen			17,13			
	Scheibenegge	1 x		20,20		Scheibenegge	x		0,00		Scheibenegge	x		0,00			
variable Kosten					192,1	variable Kosten					208,5	variable Kosten					265,2

ZF 4 Arten 2011					ZF 4 Arten 2012					ZF 4 Arten 2013							
		€/100kg	kg/ha			€/100kg	kg/ha			€/100kg	kg/ha						
Saatgut	Phacelia	440,00	4,20	18,48	Saatgut	Phacelia	780,00	4,22	32,92	Saatgut	Phacelia	680,00	4,22	28,70			
	Senf	330,00	4,24	13,99		Senf	320,00	4,22	13,50		Senf	270,00	3,32	8,96			
	Buchweizen	160,00	20,16	32,26		Buchweizen	240,00	21,10	50,64		Buchweizen	220,00	18,08	39,78			
	Öllein	515,00	4,44	22,87		Öllein	515,00	4,22	21,73		Leindotter	650,00	4,52	29,38			
var. MaschKosten	Grubbern	x		0,00	var. MaschKosten	Grubbern	1 x		35,95	var. MaschKosten	Grubbern	2 x		71,89			
	Scheibenegge	1 x		20,20		Scheibenegge	x		0,00		Scheibenegge	x		0,00			
	Säen			17,13		Säen			17,13		Säen			17,13			
variable Kosten					124,9	variable Kosten					171,9	variable Kosten					195,8

ZF 5 Arten 2011					ZF 5 Arten 2012					ZF 5 Arten 2013							
		€/100kg	kg/ha			€/100kg	kg/ha			€/100kg	kg/ha						
Saatgut	Phacelia	440,00	4,20	18,48	Saatgut	Phacelia	780,00	3,97	30,97	Saatgut	Phacelia	680,00	4,40	29,92			
	Platterbse	190,00	71,05	135,00		Platterbse	132,00	78,32	103,38		Platterbse	178,00	75,42	134,25			
	Sommerwicke	220,00	31,84	70,05		Sommerwicke	190,00	28,38	53,92		Sommerwicke	200,00	29,54	59,08			
	Ölrettich	300,00	5,03	15,09		Ölrettich	300,00	2,84	8,52		Ölrettich	430,00	3,14	13,50			
	Senf	330,00	3,18	10,49		Senf	320,00	3,12	9,98		Senf	270,00	2,83	7,64			
var. MaschKosten	Grubbern	1 x		35,95	var. MaschKosten	Grubbern	1 x		35,95	var. MaschKosten	Grubbern	2 x		71,89			
	Scheibenegge	1 x		20,20		Scheibenegge	x		0,00		Scheibenegge	x		0,00			
	Säen			17,13		Säen			17,13		Säen			17,13			
variable Kosten					322,4	variable Kosten					259,9	variable Kosten					333,4

Tabelle 4.7-10: Variable Kosten Düngung

DV2 2011			DV3 2011		
Menge	18 220	kg/ha	Frontlader	17,64	€
Kosten	7,8400	€/t	Miststreuer	31,80	€
Summe	142,84	€/ha	var. MaschKosten	49,44	€/ha
Frontlader	14,70	€	variable Kosten	49,4	€/ha
Kompoststreuer	34,00	€			
var. MaschKosten	48,69	€/ha			
variable Kosten	240,2	€/ha			

DV2 2012			DV3 2012a			DV4 2008		
Menge	14 900	kg/ha	Frontlader	24,69	€	Menge	36 895	m³/ha
Kosten	8,9600	€/t	Miststreuer	44,52	€	Kosten	1,12	€/m
Summe	133,50	€/ha	var. MaschKosten	69,21	€/ha	Summe	41,32	€/ha
Frontlader	13,52	€	variable Kosten	69,2	€/ha	Ausbringung (21 m³/h)	40,02	€
Kompoststreuer	31,28	€				var. MaschKosten	40,02	€/ha
var. MaschKosten	44,80	€/ha				variable Kosten	121,4	€/ha
variable Kosten	223,1	€/ha						

DV2 2013			DV3 2012b			DV4 2011		
Menge	17 708	kg/ha	Frontlader	4,12	€	Menge	45 000	m³/ha
Kosten	8,9600	€/t	Miststreuer	7,42	€	Kosten	1,12	€/m
Summe	158,66	€/ha	var. MaschKosten	11,54	€/ha	Summe	50,40	€/ha
Frontlader	15,87	€	variable Kosten	11,5	€/ha	Ausbringung (21 m³/h)	47,54	€
Kompoststreuer	36,72	€				var. MaschKosten	47,54	€/ha
var. MaschKosten	52,59	€/ha				variable Kosten	145,5	€/ha
variable Kosten	263,8	€/ha						

DV3 2013			DV3 2013		
Frontlader	16,46	€	Frontlader	16,46	€
Miststreuer	29,68	€	Miststreuer	29,68	€
var. MaschKosten	46,14	€/ha	var. MaschKosten	46,14	€/ha
variable Kosten	46,1	€/ha	variable Kosten	46,1	€/ha

Tabelle 4.7-11: Gesamtdeckungsbeiträge der Düngungsvarianten – 2011 und 2013

																	Ø 2011 - 2013				
Name Feld	Nr.	ha	ZF	Düngung	2011	€/ha	€/Feld	ZF	Düngung	2012	€/ha	€/Feld	ZF	Düngung	2013	S/ha	S/Feld	€/ha	€/Feld		
Johannis- breite I	1	17,0	ZF 3 Arten		WW				WR						L						
		DV1	-192		1 980	1 788	30 398			387	387	6 571			-320	-320	-5 441	618	10 509		
		DV2	-192	-240	1 939	1 507	25 615			446	446	7 580			-292	-292	-4 964	554	9 410		
		DV3	-192	-49	1 859	1 618	27 501		-12	367	356	6 049			-501	-501	-8 513	491	8 345		
Joh. Br I + II	2	17,0		L					WW					ZF 5 Arten		KM					
		DV1		-218	-218	-3 706			90	90	1 526		-333		2 522	2 188	37 199	687	11 673		
		DV2		-218	-218	-3 706			152	152	2 585		-333	-264	2 626	2 029	34 488	654	11 122		
		DV3		-276	-276	-4 698			-39	-39	-656		-333	-46	2 658	2 278	38 733	654	11 126		
Johannis- breite II	3	17,0		L					L						WW						
		DV1		-105	-105	-1 788			-105	-105	-1 788				796	796	13 535	195	3 319		
		DV2		-105	-105	-1 788			-105	-105	-1 788				840	840	14 277	210	3 567		
		DV3		-308	-308	-5 229			-221	-221	-3 755				565	565	9 607	12	208		
Alte Neurisse II	4	17,0		SG				ZF 4 Arten		E				ZF 3 Arten		WW					
		DV1			1 140	1 140	19 374		-172	-443	-615	-10 454		-265		836	571	9 703	365	6 208	
		DV2			1 231	1 231	20 921		-172	-443	-615	-10 454		-265	-264	1 025	496	8 439	371	6 302	
		DV3			1 158	1 158	19 683		-172	-443	-615	-10 454		-265	-46	1 109	798	13 561	447	7 597	
Kapellen- feld	5	17,5	ZF 4 Arten		KM				SG					ZF 4 Arten		E					
		DV1	-125		2 203	2 078	36 368			594	594	10 400		-196		297	101	1 774	925	16 181	
		DV2	-125	-240	2 273	1 908	33 394			616	616	10 789		-196		316	120	2 103	882	15 429	
		DV3	-125	-49	2 271	2 097	36 694			565	565	9 884		-196		194	-2	-40	886	15 513	
Alte N. I + Junge N.	6	18,5		WW				ZF 5 Arten		KM					SG						
		DV1			1 870	1 870	34 597		-260	1 937	1 677	31 022				833	833	15 408	1 460	27 009	
		DV2			1 820	1 820	33 677		-260	-223	2 096	1 613	29 838				854	854	15 791	1 429	26 436
		DV3			1 226	1 226	22 685		-260	-69	1 874	1 545	28 573				863	863	15 960	1 211	22 406
Alte Neurisse I	7	18,0	ZF 5 Arten		E			ZF 3 Arten		WW					WR						
		DV1	-322		810	487	8 768		-208	1 348	1 139	20 510				1 197	1 197	21 541	941	16 940	
		DV2	-322		703	381	6 852		-208	-223	1 379	948	17 059				1 205	1 205	21 687	844	15 199
		DV3	-322		668	346	6 226		-208	-69	1 427	1 149	20 681				1 272	1 272	22 899	922	16 602
Junge Neurisse	8	18,0		WR					L						L						
		DV1			366	366	6 582			-254	-254	-4 573				-105	-105	-1 893	2	38	
		DV2			396	396	7 130			-254	-254	-4 573				-105	-105	-1 893	12	221	
		DV3			359	359	6 468			-347	-347	-6 255				-308	-308	-5 536	-99	-1 774	
Quersumme					933	130 593				380	53 214					656	91 825	656	91 877		
					872	122 095				365	51 036					642	89 928	626	87 686		
					781	109 330				315	44 068					619	86 671	572	80 023		

L = Luzerne, WW = Winterweizen, KM = Körnermais, SG = Sommergerste, E = Körnererbse, WR = Winterroggen

Tabelle 4.7-12: Gesamtdeckungsbeiträge der Düngungsvarianten – 2003 bis 2013

		2003		2004		2005		2006		2007		2008		2009		2010		2011		2012		2013		Ø 2011 - 2013		Ø 2005 - 2013						
		€ / ha	€/ Feld	€ / ha	€/ Feld	€ / ha	€/ Feld	€ / ha	€/ Feld	€ / ha	€/ Feld	€ / ha	€/ Feld	€ / ha	€/ Feld	€ / ha	€/ Feld	€ / ha	€/ Feld	€ / ha	€/ Feld	€ / ha	€/ Feld	€ / ha	€/ Feld	€ / ha	€/ Feld					
1	17.0	SG	WG	-280	-4 762	218	3 704	-222	-3 943	-173	-2 936	1 325	22 521	2 616	44 477	113	1 913	-128	-2 177	1 788	30 398	387	6 571	-320	-5 441	618	10 509	483	8 211	597	10 154	
				DV1	-248	-4 717	163	2 779	-232	-3 943	-173	-2 936	1 276	21 700	2 361	44 477	144	2 447	-107	-2 177	1 507	25 615	446	7 580	-292	-4 964	554	9 410	428	7 981	533	9 059
				DV2	-248	-4 717	163	2 779	-232	-3 943	-173	-2 936	1 276	21 700	2 361	44 477	144	2 447	-107	-2 177	1 507	25 615	446	7 580	-292	-4 964	554	9 410	428	7 981	533	9 059
2	17.0	L	WW	-253	-4 298	-243	4 136	335	-5 361	315	-3 361	1 174	19 957	2 586	43 964	65	1 097	-165	-4 817	1 618	27 591	356	6 049	-501	-8 513	491	8 345	408	6 995	500	8 494	
				DV1	-290	-4 938	-232	-3 943	663	11 264	626	10 646	1 088	18 489	-367	-6 205	734	12 483	-244	-4 150	-218	-3 706	90	1 526	2 188	37 199	687	11 673	367	6 239	507	8 612
				DV2	-290	-4 938	-232	-3 943	606	10 298	700	11 894	925	15 722	-367	-6 205	739	12 555	-244	-4 150	-218	-3 706	152	2 585	2 029	34 488	654	11 122	345	5 869	480	8 160
3	17.0	L	WW	-290	-4 938	-320	-5 433	575	9 782	705	11 985	1 036	17 606	-367	-6 205	689	11 718	-336	-5 713	-276	-4 698	-39	-656	2 278	38 733	654	11 126	332	5 649	474	8 057	
				DV1	-290	-4 938	-232	-3 943	1 093	18 576	814	13 843	248	4 210	-367	-6 205	624	10 603	401	6 825	-105	-1 788	-105	-1 788	796	13 535	195	3 367	261	4 445	378	6 419
				DV2	-290	-4 938	-232	-3 943	1 180	20 058	494	8 394	340	5 776	-367	-6 205	436	7 405	435	7 401	-105	-1 788	-105	-1 788	840	14 277	210	3 519	239	4 055	350	5 943
4	17.0	L	WW	-378	-6 148	-332	-3 943	1 021	17 354	910	15 469	292	4 961	-367	-6 205	893	15 176	436	7 407	-308	-5 229	-221	-3 755	565	9 607	12	208	237	4 034	358	6 083	
				DV1	-142	-2 413	739	12 558	-12	-203	271	4 611	-146	-2 479	983	16 710	1 507	25 620	1 140	19 374	-615	-10 454	571	9 703	365	6 208	377	6 413	395	6 711		
				DV2	-172	-2 930	682	11 598	29	493	325	5 525	-146	-2 479	1 049	17 837	1 376	23 391	1 231	20 921	-615	-10 454	496	8 439	371	6 302	374	6 351	400	6 799		
5	17.5	L	WW	-169	-2 878	690	11 729	96	1 636	257	4 377	-279	-4 738	-396	-6 734	699	11 875	1 132	26 049	1 158	19 683	-615	-10 454	798	13 561	447	7 597	343	5 828	361	6 140	
				DV1	-290	-5 083	-232	-4 059	194	3 402	1 113	19 471	524	9 172	-177	-3 091	-85	-1 482	1 041	24 519	2 078	36 368	594	10 400	101	1 774	925	16 181	475	8 308	638	11 170
				DV2	-290	-5 083	-232	-4 059	95	1 669	913	15 971	558	9 772	-177	-3 091	-85	-1 482	1 368	23 947	1 908	33 394	616	10 789	120	2 103	882	15 429	436	7 630	591	10 341
6	18.5	L	WW	-290	-5 083	-320	-5 593	114	1 993	1 027	17 971	447	7 817	-411	-7 201	-400	-6 995	1 155	20 218	2 097	36 694	565	9 884	-2	-40	886	15 513	362	6 333	510	8 927	
				DV1	-188	-3 470	-188	-3 470	678	12 545	-197	-3 654	242	4 480	1 912	35 368	-235	-4 353	-85	-1 567	1 870	34 597	1 677	31 022	833	15 408	1 460	27 009	574	10 628	744	13 761
				DV2	-188	-3 470	-188	-3 470	699	12 938	-389	-7 191	267	4 935	1 833	33 904	-235	-4 353	-85	-1 567	1 820	33 677	1 613	29 838	854	15 791	1 429	26 436	546	10 094	709	13 108
7	18.0	L	WW	-275	-5 091	-188	-3 470	630	11 646	-248	-4 589	201	3 713	1 992	36 858	-321	-5 943	-285	-5 281	1 226	22 685	1 545	28 573	863	15 960	1 211	22 406	467	8 642	622	11 514	
				DV1	-3	-60	167	3 008	-116	-2 089	-139	-2 506	-139	-2 506	1 993	35 882	372	6 693	276	4 976	487	8 768	1 139	20 510	1 197	21 541	941	16 940	476	8 565	563	10 141
				DV2	-34	-688	186	3 354	-222	-4 003	-139	-2 506	-139	-2 506	1 912	34 422	110	2 698	283	5 095	381	6 852	948	17 059	1 205	21 687	844	15 199	412	7 413	486	8 755
8	18.0	Tr	WW	-31	-552	194	3 495	-19	-350	-315	-5 676	-274	-4 935	1 906	34 316	488	8 782	235	4 226	346	6 226	1 149	20 681	1 272	22 899	922	16 602	450	8 101	532	9 574	
				DV1	-44	-791	-188	-3 376	-188	-3 376	956	17 204	744	13 388	432	7 783	175	3 150	847	15 248	366	6 582	-254	-4 573	-105	-1 893	2	381	249	4 486	330	5 946
				DV2	-33	-599	-188	-3 376	-188	-3 376	960	17 281	528	9 512	452	8 131	267	4 802	780	14 045	396	7 130	-254	-4 573	-105	-1 893	12	221	238	4 486	330	5 946
9	18.0	L	WW	-31	-564	-188	-3 376	-275	-4 954	678	12 198	101	1 815	461	8 300	232	4 176	944	16 989	359	6 468	-347	-4 255	-308	-5 336	-99	-1 774	148	2 660	205	3 689	
				DV1	-189	-26 454	3	479	258	36 176	349	46 680	481	67 275	753	105 449	327	45 716	495	69 293	380	53 214	656	91 825	656	91 877	409	57 295	521	72 913		
				DV2	-191	-26 782	8	479	244	34 132	332	46 432	446	62 431	704	98 452	329	41 912	484	64 056	872	122 095	365	51 036	642	89 928	626	87 686	378	52 974	485	67 839
10	18.0	L	WW	-213	-29 833	-318	-2 455	226	31 675	331	46 374	330	46 197	693	97 013	285	39 885	436	61 086	781	109 330	315	44 068	619	86 671	572	80 023	344	48 483	446	62 478	
				DV1	-189	-26 454	3	479	258	36 176	349	46 680	481	67 275	753	105 449	327	45 716	495	69 293	380	53 214	656	91 825	656	91 877	409	57 295	521	72 913		
				DV2	-191	-26 782	8	479	244	34 132	332	46 432	446	62 431	704	98 452	329	41 912	484	64 056	872	122 095	365	51 036	642	89 928	626	87 686	378	52 974	485	67 839
		Quersumme																														
		Quersumme																														
		Quersumme																														
		Quersumme																														
		Quersumme																														
		Quersumme																														
		Quersumme																														
		Quersumme																														
		Quersumme																														
		Quersumme																														
		Quersumme																														
		Quersumme																														
		Quersumme																														
		Quersumme																														
		Quersumme																														
		Quersumme																														
		Quersumme																														
		Quersumme																														
		Quersumme																														
		Quersumme																														
		Quersumme																														
		Quersumme																														
		Quersumme																														
		Quersumme																														
		Quersumme																														
		Quersumme																														
		Quersumme																														
		Quersumme																														
		Quersumme																														
		Quersumme																														

L = Luzerne, SB = Sonnenblume, KM = Körnermais, SG = Sommergerste, WW = Winterweizen, Tr = Triticale, WR = Winterroggen, E = Körnererbse

Tabelle 4.7-13: Deckungsbeiträge der angebauten Kulturen der Düngungsvariante IV (Agrogasgülle) – 2008 bis 2013

Körnermais			Sommergerste			Körnererbse		
	2008 DV4	Einheit		2009 DV4	Einheit		2010 DV4	Einheit
Hauptleistung Ertrag 1	14 145		Hauptleistung Ertrag 1	2 512		Hauptleistung Ertrag 1	3 003	
Preis	0,2688	€/kg	Preis	0,2000	€/kg	Preis	0,3000	€/kg
Leistung	3 802	€	Leistung	502	€	Leistung	901	€
Saatgut	1,50 93,63 140,45	kg/ha €/kg €	Saatgut	194 0,72 139,68	kg/ha €/kg €	Saatgut	294,00 0,64 188,16	kg/ha €/kg €
var. Maschinenkosten	22,79		var. Maschinenkosten	21,91		var. Maschinenkosten	48,23	
Mulchen	1,50		Mulchen	48,23		Mulchen	19,82	
Grubbern	49,52		Pflügen	39,64		Pflügen	14,19	
Pflügen	39,48		Eggen	13,59		Eggen	15,80	
Eggen	15,39		Säen	8,99		Säen	4,49	
Säen	7,71		Hackstriegel			Hackstriegel		
Hackstriegel	22,79		Walzen			Ernteguttransport		
Stroh schlegeln	48,87		Ernteguttransport			Summe	103	€
Hacken	18,53		Pressen			Lohndrusch	105	€
Ernteguttransport	318,26		Laden			Versicherung	17	€
Trocknung € 1,5/t u. %H ₂ O			Transport			4% Zinsansatz	8,72	€
Summe	543	€	Summe	148	€	variable Kosten	421	€
Lohndrusch	120	€	Lohndrusch	120	€	Deckungsbeitrag	479	€
Versicherung	17	€	Versicherung	17	€			
4% Zinsansatz	4,21	€	4% Zinsansatz	8,64	€			
variable Kosten	825	€	variable Kosten	433	€			
Deckungsbeitrag	2 977	€	Deckungsbeitrag	69	€			

Winterweizen			Winterroggen			Luzerne		
	2011 DV4	Einheit		2012 DV4	Einheit	Nutzungsjahre	2 2013 DV4	
Hauptleistung Ertrag 1	7 141		Hauptleistung Ertrag 1	3 406	kg/ha	Abfuhr Luzerne	8 414	kg TM/ha
Protein	13,10%		Preis	0,2800	€/kg	Leistung	0	€
Ø Ertrag	7 141	kg/ha	Leistung	954	€	Saatgut	29,41	kg/ha
Preis	0,3696	€/kg	Saatgut	146 0,74 108,27	kg/ha €/kg €		5,49	€/kg
Leistung	2 639	€	Leistung	954	€	Leistung	0	€
Saatgut	184 0,74 11,94	kg/ha €/kg €	Saatgut	146 0,74 108,27	kg/ha €/kg €	Saatgut	29,41 5,49 80,70	kg/ha €/kg €
var. Maschinenkosten	11,94		var. Maschinenkosten	107,84		Grubbern	72	
Mulchen	35,95		Grubbern	59,82		Scheibenegge	20	
Grubbern	59,82		Pflügen	25,05		Walzen	9	
Pflügen	25,05		Eggen	17,13		Säen	24	
Eggen	17,13		Säen	9,37		Mulchen	33	
Säen	9,37		Hackstriegel	11,78		Mähen	198	
Hackstriegel	11,78		Ernteguttransport			Schwaden	73	
Ernteguttransport			Pressen			Pressen	12	
Pressen			Laden			Laden	27	
Laden			Transport			Transport	31	
Transport			Summe	231	€	Wickeln		
Summe	171	€	Summe	231	€	Summe	499	€
Lohndrusch	120	€	Lohndrusch	120	€	Lohndrusch	0,00	€
Versicherung	21	€	Versicherung	21	€	Versicherung	21,00	€
4% Zinsansatz	5,49	€	4% Zinsansatz	10,18	€	4% Zinsansatz	17,38	€
variable Kosten	329	€	variable Kosten	490	€	variable Kosten	618	€
Deckungsbeitrag	2 310	€	Deckungsbeitrag	463	€	Deckungsbeitrag	-618	€

Tabelle 4.7-14: Gesamtdeckungsbeiträge der Parzelle mit Agrogasgülle – 2008 bis 2013

				2008		2009		2010		2011		2012		2013		Ø 2008 - 2013	
Name/Feld	Nr.	ha	ZF	Düngung	2008	€/ha	€/Feld	ZF	Düngung	2009	€/ha	€/Feld	ZF	Düngung	2010	€/ha	€/Feld
Johannistbreite I	1	17,0	ZF-2007_5	KM	KM			SG	SG				ZF-3 Arten	WW	WW		
	DV1		-186		2.802	2.616	44.477	113	113	1.913		285	152	2.577	-192	1.980	1.788
	DV2		-186	-199	2.746	2.361	40.135	144	144	2.447	-134	377	243	4.137	-192	1.939	1.507
	DV3		-186	-41	2.813	2.586	43.964	65	65	1.097	-134	342	209	3.546	-192	1.859	1.618
	DV4		-186	-121	2.977	2.670	45.394	69	69	1.172	-134	479	346	5.876	-192	2.310	1.972

4.8 TEILPROJEKT 15: PFLANZENGEUNDHEIT

Einfluss der Düngung mit biogenen Rest- und Abfallstoffen und Stallmist auf das Auftreten von Schadorganismen in Winterweizen

Bearbeiter: M. Plank

Institut für Nachhaltige Pflanzenproduktion, Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH (AGES)

ZUSAMMENFASSUNG / SUMMARY

Im Rahmen des Teilprojektes Pflanzengesundheit wurde die Auswirkung von vier Düngungsvarianten (DV 1: nur Gründüngung mit Luzernemulch, DV 2: zusätzlich zur Gründüngung Zufuhr von Biotonnekompost, DV 3: Zufuhr von Rindermist anstelle der Gründüngung, DV 4: Zufuhr von pflanzlicher Agrogasgülle anstelle der Gründüngung; nur im Jahr 2011) in zwei Winterweizen-Kleinparzellenversuchen auf das Auftreten und die Befallsstärke von Pflanzenpathogenen in den Jahren 2010, 2011 und 2012 untersucht. Als Hauptkrankheitserreger sind in den beiden Versuchen Schneeschimmel (*Monographella nivalis*), Echter Mehltau (*Blumeria graminis*), Septoria Blattfleckenkrankheit und Spelzenbräune (*Phaeosphaeria nodorum* syn. *Septoria nodorum*), Ährenfusariosen (*Fusarium* spp.) und Braunrost (*Puccinia recondita*) aufgetreten. Sowohl die Art der Pflanzenpathogene, als auch ihre Befallsstärke gaben keinen Hinweis darauf, dass die einzelnen Düngungsvarianten das Auftreten dieser Krankheitserreger im besonderen Masse fördern oder hemmen.

The objective of this project was to assess the impact of four fertilization regimes (DV1: green manure, DV2: green manure and compost, DV3: stable manure and DV4: biogas manure) on the occurrence of plant pathogens and their degree of infestation in winter wheat in 2010, 2011 and 2012. The main diseases in both trials were snow mold (*Monographella nivalis*), powdery mildew (*Blumeria graminis*), Septoria leaf and glume blotch (*Phaeosphaeria nodorum*), fusarium head blight (*Fusarium* spp) and leaf rust (*Puccinia recondita*). The results indicated that the different fertilization regimes do neither specifically favour or inhibit the occurrence of the mentioned plant pathogens nor their degree of infestation.

THEMA UND ZIELE DER ARBEIT

Im ökologischen Landbau gibt es kaum gut wirksame und ökonomisch sinnvolle Bekämpfungsmöglichkeiten für Pflanzenpathogene. Es ist daher wichtig, die Wirkung verschiedener Gründüngungsmethoden und des Eintrags von Stallmist oder biogener Rest- und Abfallstoffe auf das Auftreten von Pflanzenpathogenen im Ackerbau zu kennen. Im Rahmen des Teilprojektes Pflanzengesundheit wurde eine quantitative und qualitative Erfassung des Auftretens der wichtigsten visuell bonitierbaren Pflanzenpathogene in der Kulturart Winterweizen in Abhängigkeit verschiedener Düngungsvarianten (DV 1: Gründüngung, DV 2: Gründüngung und Biotonnekompost, DV 3: Stallmist, DV 4: Agrogasgülle anstelle der Gründüngung) durchgeführt.

Das Ziel des Teilprojekts war festzustellen, ob die einzelnen Düngungsvarianten unterschiedliche Auswirkungen auf das Auftreten und die Befallsstärke der wichtigsten Pflanzenpathogene in Winterweizen haben (quantitative und qualitative Erfassung).

MATERIAL UND METHODEN

Die Bonitur auf das Auftreten und die Befallsstärke ausgewählter wichtiger Pflanzenpathogene in Winterweizen wurde in der Saison 2009/10 in den Kleinparzellenversuchen S5M und S8M mit jeweils drei Düngungsvarianten in vierfacher Wiederholung durchgeführt. Der Winterweizen stand im Versuch S5M nach zweijähriger Luzerne und im Versuch S8M nach Körnererbse. In der Saison 2010/11 wurde die

Bonitur in den Winterweizen-Kleinparzellenversuchen S1M und S6M durchgeführt. Der Versuch S6M hatte ebenfalls drei Düngungsvarianten, der Versuch S1M war um die Düngungsvariante DV 4 (Zufuhr von pflanzlicher Agrogasgülle) erweitert. Die Vorfrucht auf der Fläche S1M war Körnererbse und auf S6M Luzerne. Im letzten Jahr (Saison 2011/12) erfolgte die Krankheitsbonitur des Winterweizens auf den Kleinparzellenversuchen S2M (Vorfrucht: Luzerne) und S7M (Vorfrucht: Körnererbse) mit jeweils drei Düngungsvarianten. Die Unterschiede zwischen den Düngungsvarianten sind im Kapitel 3.3 im Detail beschrieben.

Begonnen wurde am 03.12.2009 mit einer Auflaufbonitur (Aufgang gesunder Pflanzen/m²) mittels eines Auszählrahmens. Die auswertbare Fläche des Rahmens betrug 0,25 m². Pro Parzelle wurden zweimal 0,25 m² auf diese Weise ausgezählt. Daneben wurde in dieser definierten Fläche eine visuelle Bonitur auf Auflaufkrankheiten (*Monographella nivalis*, *Phaeosphaeria nodorum*) nach der EPPO-Richtlinie PP 1/26 (3) (EPPO 2004) durchgeführt.

Am 23.03.2010 wurde auf der Versuchsfläche eine Auswinterungsbonitur durchgeführt. Aufgrund des ungleichmäßigen Bestandes wurde diesmal die Stichprobenzahl pro Parzelle auf 4 x 0,25 m² erhöht. Ebenfalls wurde in dieser definierten Fläche eine visuelle Bonitur auf die wichtigsten Pflanzenpathogene (*Monographella nivalis*, *Phaeosphaeria nodorum*) durchgeführt. In gleicher Weise wurden diese Erhebungen am 14.12.2010 und am 30.03.2011 sowie am 06.12.2011 und am 21.03.2012 durchgeführt, wobei die Erhebungsfläche schon bei der Aufgangsbonitur 4 x 0,25 m² betrug.

Ab Frühjahr 2010, 2011 und 2012 wurde der Krankheitsverlauf durch die wichtigsten visuell bonitierbaren Erreger fortlaufend erhoben. Die Bonituren wurden nach EPPO-Richtlinie PP 1/26 (3) auf Basis einer „Ganz-Parzellenbonitur“ durchgeführt (EPPO 2004). Für die Beurteilung der Befallsstärke der Hauptschadorganismen wurden im Laufe der Vegetationsperiode verschiedene Blattetagen herangezogen. Für früh auftretende Schaderreger wie den Schneeschimmel (*Monographella nivalis*), den Echten Mehltau (*Blumeria graminis*) und die Septoria Blattfleckenkrankheit (*Phaeosphaeria nodorum*) wurde die ganze Pflanze beurteilt. Mit Fortschreiten des Entwicklungsstadiums wurde der Befall mit Septoria Blattfleckenkrankheit (*Phaeosphaeria nodorum*) und Braunrost (*Puccinia recondita*) auf den Blattetagen F und F-1 bzw. in weiterer Folge nur auf F ermittelt (Obst & Gehring 2002). Für die Bonitur von Spelzenbräune (*Phaeosphaeria nodorum*) und Ährenfusariosen (*Fusarium* spp.) wurde nur die Ähre herangezogen. Im Zuge der Ährenbonituren wurde der Gewöhnliche Steinbrand (*Tilletia caries*) miterfasst.

ERGEBNISSE UND DISKUSSION

Auflauf- und Auswinterungsschäden

Während der Auflauf- und Auswinterungsbonituren konnte kein Befall mit Septoria (*Phaeosphaeria nodorum*), weder in den beiden Versuchen 2010 (S8M, S5M) noch in den Versuchen 2011 (S1M, S6M) und 2012 (S2M, S7M/S7M1) festgestellt werden.

Der Befall mit Schneeschimmel (*Monographella nivalis*) lag 2010 im Versuch S8M zwischen 7,6 % und 10,6 % Schädigung und zwischen 3,3 % und 5,1 % abgestorbener Pflanzen. Im Versuch S5M wiederum lag der Befall nur zwischen 2,1 % und 2,6 % Schädigung und zwischen 0,8 % und 1,2 % abgestorbener Pflanzen (Tabelle 4.8-1, Tabelle 4.8-2). Die Ergebnisse 2010 zeigen, dass der Befall in der Düngungsvariante 3 (Stallmist) im Versuch S8M tendenziell höher war. Im Jahr 2011 lag der Befall mit Schneeschimmel (*Monographella nivalis*) in beiden Versuchen (S1M, S6M) nur zwischen 0,2 % und 0,3 % Schädigung und 0,0 % abgestorbener Pflanzen. Im Untersuchungszeitraum 2012 betrug die Schädigung durch Schneeschimmel 1,2 % bis 1,9 % (S2M) bzw. 2,0 % (S7M) und 0,0 % abgestorbener Pflanzen. In diesem Jahr lag die Düngungsvariante 3 (Stallmist) im Versuchen S2M tendenziell wieder höher, im Versuch S7M zeigten sowohl die Düngungsvariante 3 als auch die Düngungsvariante 2 (Gründüngung und Biotonnekompost) einen höheren Befall durch *Monographella nivalis*. Die unterschiedlichen Ergebnisse

zwischen den Versuchsjahren können auf die Witterungsbedingungen im Winter zurückgeführt werden. Insbesondere im Jahr 2010 herrschten günstige Voraussetzungen für den Infektionsvorgang (Schneedecke).

Tabelle 4.8-1: Befall (%) durch Schneeschimmel (*Monographella nivalis*) (Düngungsvariante (DV) 1: Gründüngung, DV2: Gründüngung und Biotonnekompost, DV3: Stallmist, DV 4: Agrogasgülle; WH = Wiederholung)

Versuch	Datum der Bonitur	Beurteilte Blatttage	Entwicklungs- stadium (BBCH)	DV	durch <i>Monographella nivalis</i> geschädigte Pflanzen (%)				
					1.WH	2.WH	3.WH	4.WH	MITTELWERT
S8M	23.03.2010	ganze Pflanze	21	1	10,0	6,8	8,8	7,5	8,3
S8M	23.03.2010	ganze Pflanze	21	2	6,8	10,5	6,8	6,3	7,6
S8M	23.03.2010	ganze Pflanze	21	3	6,3	6,3	15,0	15,0	10,6
S5M	23.03.2010	ganze Pflanze	22-23	1	1,8	2,8	2,8	1,5	2,2
S5M	23.03.2010	ganze Pflanze	22-23	2	2,0	2,3	3,5	2,5	2,6
S5M	23.03.2010	ganze Pflanze	22-23	3	2,3	2,3	2,0	2,0	2,1
S1M	30.03.2011	ganze Pflanze	22	1	0,1	0,3	0,2	0,2	0,2
S1M	30.03.2011	ganze Pflanze	22	2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2
S1M	30.03.2011	ganze Pflanze	22	3	0,2	0,3	0,1	0,2	0,2
S1M	30.03.2011	ganze Pflanze	22	4	0,2	0,2	0,4	0,3	0,3
S6M	30.03.2011	ganze Pflanze	22	1	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2
S6M	30.03.2011	ganze Pflanze	22	2	0,3	0,4	0,3	0,2	0,3
S6M	30.03.2011	ganze Pflanze	22	3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3
S2M	21.03.2012	ganze Pflanze	20	1	1,3	1,3	1,5	1,3	1,3
S2M	21.03.2012	ganze Pflanze	20	2	1,3	1,0	1,0	1,5	1,2
S2M	21.03.2012	ganze Pflanze	20	3	2,3	1,8	2,3	1,5	1,9
S7M	21.03.2012	ganze Pflanze	20	1	1,0	0,8	2,3	0,8	1,2
S7M	21.03.2012	ganze Pflanze	20	2	3,0	1,3	1,5	1,8	1,9
S7M	21.03.2012	ganze Pflanze	20	3	1,0	2,3	2,3	2,5	2,0

Tabelle 4.8-2: Abgestorbene Pflanzen (m², %) durch Schneeschimmel (*Monographella nivalis*) (Düngungsvariante (DV) 1: Gründüngung, DV2: Gründüngung und Biotonnekompost, DV3: Stallmist, DV 4: Agrogasgülle; WH = Wiederholung)

Versuch	Datum der Bonitur	Beurteilte Blattetage	Entwicklungs- stadium (BBCH)	DV	abgestorbene Pflanzen					
					pro m ²					%
					1.WH	2.WH	3.WH	4.WH	MITTELWERT	
S8M	23.03.2010	ganze Pflanze	21	1	10,0	5,0	11,0	6,0	8,0	3,5
S8M	23.03.2010	ganze Pflanze	21	2	5,0	16,0	6,0	4,0	7,8	3,3
S8M	23.03.2010	ganze Pflanze	21	3	4,0	5,0	21,0	16,0	11,5	5,1
S5M	23.03.2010	ganze Pflanze	22-23	1	3,0	4,0	2,0	0,0	2,3	0,8
S5M	23.03.2010	ganze Pflanze	22-23	2	1,0	4,0	3,0	3,0	2,8	1,1
S5M	23.03.2010	ganze Pflanze	22-23	3	2,0	1,0	4,0	5,0	3,0	1,2
S1M	30.03.2011	ganze Pflanze	22	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
S1M	30.03.2011	ganze Pflanze	22	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
S1M	30.03.2011	ganze Pflanze	22	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
S1M	30.03.2011	ganze Pflanze	22	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
S6M	30.03.2011	ganze Pflanze	22	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
S6M	30.03.2011	ganze Pflanze	22	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
S6M	30.03.2011	ganze Pflanze	22	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
S2M	21.03.2012	ganze Pflanze	20	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
S2M	21.03.2012	ganze Pflanze	20	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
S2M	21.03.2012	ganze Pflanze	20	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
S7M	21.03.2012	ganze Pflanze	20	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
S7M	21.03.2012	ganze Pflanze	20	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
S7M	21.03.2012	ganze Pflanze	20	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Die Auswinterungsschäden (Differenz gesunder Pflanzen im Herbst zu gesunden Pflanzen im darauffolgenden Frühjahr) lagen 2010 im Versuch S8M im Mittel bei 6,8 % und im Versuch S5M im Mittel bei 21,0 % unabhängig von den Düngungsvarianten (Tabelle 4.8-3). Die Differenz zwischen den beiden Versuchsflächen lässt sich jedoch nicht ursächlich auf Krankheiten zurückführen. Möglicherweise beruhen diese Unterschiede auf Faktoren wie der Vorfrucht (S5M: Luzerne, S8M: Körnererbse) oder den lokalen Standortbedingungen (Windschutzgürtel, Bodensenke). Im Jahr 2011 lagen die Auswinterungsschäden im Versuch S1M im Mittel bei 1,5 % und im Versuch S6M im Mittel bei 2,4 % unabhängig von den Düngungsvarianten. In 2012 lagen die Auswinterungsschäden im Versuch S2M im Mittel bei 14,4 % und im Versuch S7M bei 10,7 %. In den drei Untersuchungsjahren konnte kein Zusammenhang zwischen Düngungsvariante und Auswinterungsschäden beobachtet werden. In den drei Versuchsjahren lagen die Schädigungen gemessen am Klimagebiet und an der Witterung in etwa in der gleichen Größenordnung wie im Durchschnitt der letzten 10 Jahre (AGES 2012).

Tabelle 4.8-3: Auswinterungsschäden (%) (Düngungsvariante (DV) 1: Gründüngung, DV2: Gründüngung und Biotonnekompost, DV3: Stallmist, DV 4: Agrogasgülle; WH = Wiederholung)

Versuch	Datum der Bonitur	Beurteilte Blatttage	Entwicklungsstadium (BBCH)	D V	Aufgang gesunde Pflanzen pro m2					Auswinterungsschäden (%)
					1.WH	2.WH	3.WH	4.WH	MITTELWERT	
S8M	03.12.2009	ganze Pflanze	11	1	276	216	220	232	236,0	-
S8M	03.12.2009	ganze Pflanze	11	2	262	258	224	202	236,5	-
S8M	03.12.2009	ganze Pflanze	11	3	254	222	238	246	240,0	-
S8M	23.03.2010	ganze Pflanze	21	1	218	215	234	216	220,8	6,5
S8M	23.03.2010	ganze Pflanze	21	2	231	227	210	242	227,5	3,8
S8M	23.03.2010	ganze Pflanze	21	3	212	227	206	218	215,8	10,1
S5M	03.12.2009	ganze Pflanze	12	1	342	320	306	320	322,0	-
S5M	03.12.2009	ganze Pflanze	12	2	316	322	324	312	318,5	-
S5M	03.12.2009	ganze Pflanze	12	3	330	310	340	350	332,5	-
S5M	23.03.2010	ganze Pflanze	22-23	1	264	275	246	269	263,5	18,2
S5M	23.03.2010	ganze Pflanze	22-23	2	245	253	264	238	250,0	21,5
S5M	23.03.2010	ganze Pflanze	22-23	3	273	246	244	256	254,8	23,4
S1M	14.12.2010	ganze Pflanze	13	1	211	213	219	213	214,0	-
S1M	14.12.2010	ganze Pflanze	13	2	227	237	224	220	227,0	-
S1M	14.12.2010	ganze Pflanze	13	3	217	223	224	224	222,0	-
S1M	14.12.2010	ganze Pflanze	13	4	235	224	214	191	216,0	-
S1M	30.03.2011	ganze Pflanze	22	1	213	216	216	203	212,0	0,9
S1M	30.03.2011	ganze Pflanze	22	2	225	208	228	222	220,8	2,8
S1M	30.03.2011	ganze Pflanze	22	3	226	222	214	213	218,8	1,5
S1M	30.03.2011	ganze Pflanze	22	4	225	211	215	207	214,5	0,7
S6M	14.12.2010	ganze Pflanze	13	1	209	229	206	227	217,8	-
S6M	14.12.2010	ganze Pflanze	13	2	216	227	215	211	217,3	-
S6M	14.12.2010	ganze Pflanze	13	3	216	213	214	221	216,0	-
S6M	30.03.2011	ganze Pflanze	21	1	205	230	212	210	214,3	1,6
S6M	30.03.2011	ganze Pflanze	21	2	214	191	219	212	209,0	3,8
S6M	30.03.2011	ganze Pflanze	21	3	211	221	204	212	212,0	1,9
S2M	06.12.2011	ganze Pflanze	10	1	254	254	305	258	267,8	-
S2M	06.12.2011	ganze Pflanze	10	2	221	258	293	225	249,3	-
S2M	06.12.2011	ganze Pflanze	10	3	275	208	192	219	223,5	-
S2M	21.03.2012	ganze Pflanze	20	1	209	209	197	230	211,3	21,1
S2M	21.03.2012	ganze Pflanze	20	2	217	221	231	205	218,5	12,3
S2M	21.03.2012	ganze Pflanze	20	3	196	200	204	206	201,5	9,8
S7M	06.12.2011	ganze Pflanze	10	1	184	278	238	213	228,3	-
S7M	06.12.2011	ganze Pflanze	10	2	222	253	245	225	236,3	-
S7M	06.12.2011	ganze Pflanze	10	3	228	256	225	231	235,0	-
S7M	21.03.2012	ganze Pflanze	20	1	186	224	208	213	207,8	9,0
S7M	21.03.2012	ganze Pflanze	20	2	199	192	208	205	201,0	14,9
S7M	21.03.2012	ganze Pflanze	20	3	221	224	202	215	215,5	8,3

Echter Mehltau (*Blumeria graminis*)

Im Versuchsjahr 2010 lag die Befallsstärke durch Echten Mehltau auf beiden Versuchsflächen am 21.05.2010 im Mittel bei 6,3 % (S5M 7,3 %, S8M 5,3 %) (siehe Abbildung 4.8-1). Bereits beim letzten Boniturtermin am 18.06.2010 war die Befallsstärke auf 1,0 % in beiden Versuchen zurückgegangen. In den Jahren 2011 und 2012 trat bedingt durch die Trockenheit kaum Echter Mehltau auf. Die

Befallsstärke blieb in beiden Versuchsjahren (2011: S1M, S6M; 2012: S2M, S7M) unter einem Prozent (siehe Abbildung 4.8-3 und Abbildung 4.8-4 im Anhang). Darüber hinaus konnten in den drei Versuchsjahren kaum Unterschiede zwischen den Düngungsvarianten festgestellt werden.

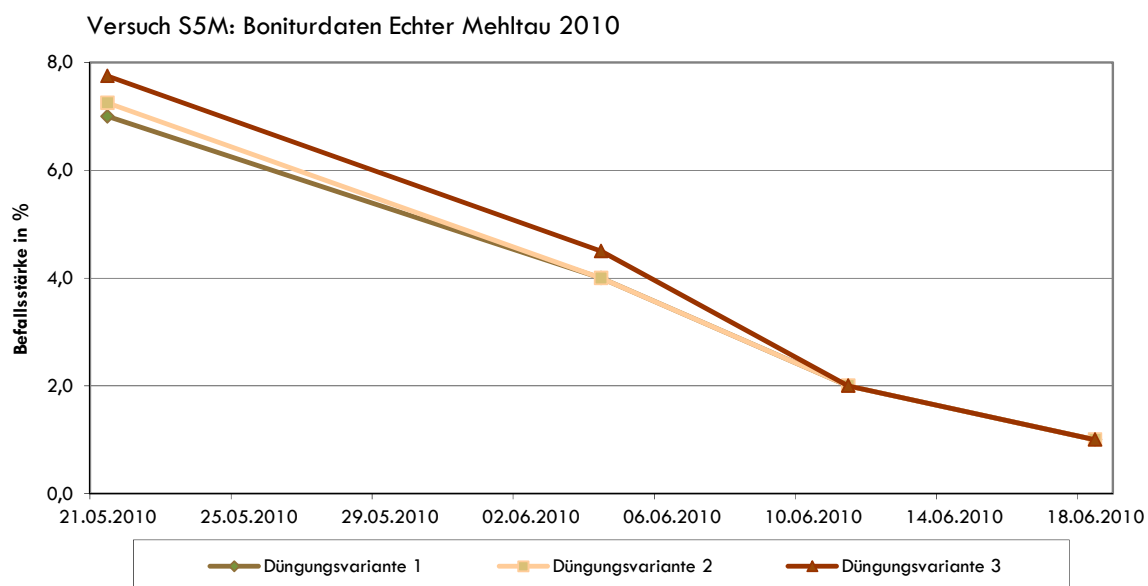
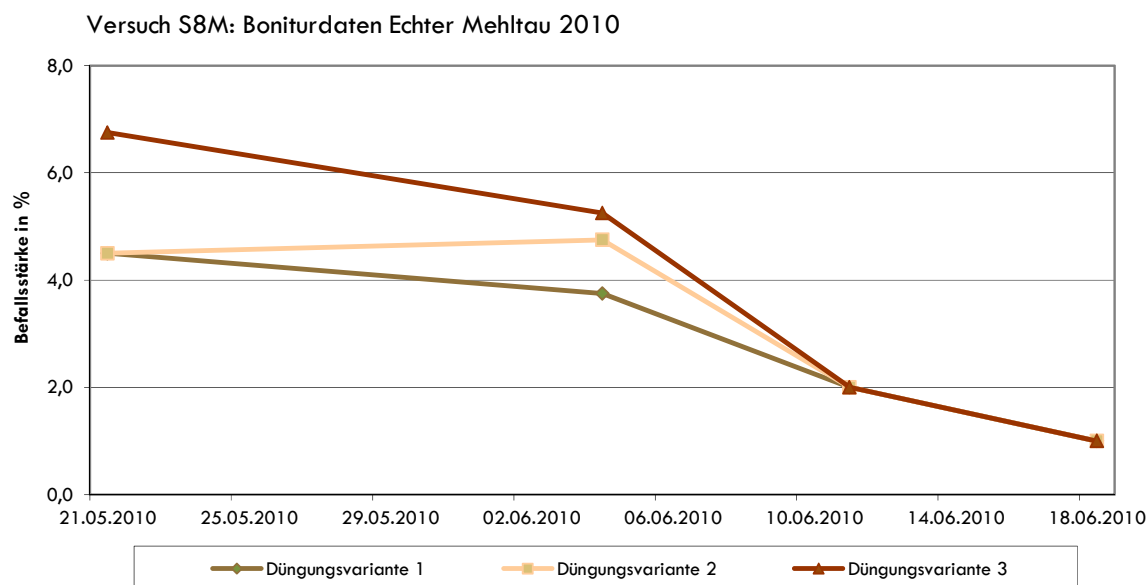


Abbildung 4.8-1: Befall (%) durch Echten Mehltau (*Blumeria graminis*) in 2010 (Düngungsvariante 1: Gründüngung, DV2: Gründüngung und Biotonnekompost, DV3: Stallmist)

Septoria-Blattfleckenkrankheit/Spelzenbräune (*Phaeosphaeria nodorum*)

Im Versuchsjahr 2010 konnte ein etwas höherer Befall durch Septoria-Blattfleckenkrankheit von 15,0 % Anfang Juli auf der Versuchsfläche S8M sowie 18,8 % auf der Versuchsfläche S5M bonitiert werden. Der Befall mit Spelzenbräune (09.07.2010, Ähre) lag in beiden Versuchen bei 5,0 %. Im Gegensatz dazu lag der Befall mit Septoria-Blattfleckenkrankheit im Jahr 2011 lediglich zwischen 4,5 % und 6,0 % an beiden Standorten. Auch die Spelzen waren 2011 mit 0,5 % und 0,6 % deutlich geringer mit

Phaeosphaeria nodorum befallen als im Vorjahr. In beiden Jahren konnten keine Unterschiede zwischen den Düngungsvarianten festgestellt werden (siehe Tabelle 4.8-6 und Tabelle 4.8-7 im Anhang). In 2012 ist bedingt durch die Trockenheit kein Befall mit *Phaeosphaeria nodorum* aufgetreten.

Braunrost (*Puccinia recondita*)

Als weitere Blattkrankheit trat in den Versuchen in beiden ersten Erhebungsjahren der Braunrost auf (Tabelle 4.8-4). Im Jahr 2010 erreichte der Braunrost eine Befallsstärke von 6,3 % bis 7,5 % auf dem Fahrenblatt im Versuch S8M und lediglich unter 3,0 % im Versuch S5M. In der Vegetationsperiode 2011 war das Fahrenblatt in beiden Versuchen (S1M, S6M) zwischen 4,5 % und 6,5 % mit Braunrost befallen. Ebenso konnten in beiden Jahren keine Unterschiede zwischen den Düngungsvarianten festgestellt werden. Im Jahr 2012 trat in beiden Versuchen (S2M, S7M) kein Braunrost auf, da aufgrund einer fortgeschrittenen Seneszenz (bedingt durch starke Trockenheit) keine grüne Blattmasse (< 5 % am 22.06.2012) mehr vorhanden war.

Tabelle 4.8-4: Befall (%) durch Braunrost (*Puccinia recondita*) (Düngungsvariante (DV) 1: Gründüngung, DV2: Gründüngung und Biotonnekompost, DV3: Stallmist, DV 4: Agrogasgülle; WH = Wiederholung)

Versuch	Datum der Bonitur	Beurteilte Blatttage	Entwicklungs- stadium (BBCH)	DV	Befallsstärke (%)				
					1.WH	2.WH	3.WH	4.WH	MITTELWERT
S8M	25.06.2010	F, F-1	83	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
S8M	25.06.2010	F, F-1	83	2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
S8M	25.06.2010	F, F-1	83	3	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
S8M	02.07.2010	F	87	1	5	5	10	10	7,5
S8M	02.07.2010	F	87	2	5	5	5	10	6,3
S8M	02.07.2010	F	87	3	10	5	5	5	6,3
S5M	25.06.2010	F, F-1	83	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
S5M	25.06.2010	F, F-1	83	2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
S5M	25.06.2010	F, F-1	83	3	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
S5M	02.07.2010	F	87	1	2	2	2	3	2,3
S5M	02.07.2010	F	87	2	2	2	2	2	2,0
S5M	02.07.2010	F	87	3	2	3	2	3	2,5
S1M	17.06.2011	F, F-1	83	1	1	1,0	1,5	1,0	1,1
S1M	17.06.2011	F, F-1	83	2	1,0	1,0	0,5	0,5	0,8
S1M	17.06.2011	F, F-1	83	3	2,0	0,5	1,0	1,5	1,3
S1M	17.06.2011	F, F-1	83	4	1,0	2,0	1,0	0,5	1,1
S1M	30.06.2011	F	87	1	4	6,0	5,0	6,0	5,3
S1M	30.06.2011	F	87	2	5,0	7,0	5,0	6,0	5,8
S1M	30.06.2011	F	87	3	5,0	5,0	4,0	4,0	4,5
S1M	30.06.2011	F	87	4	5,0	9,0	7,0	5,0	6,5
S6M	17.06.2011	F, F-1	83	1	2	2	2	1	1,8
S6M	17.06.2011	F, F-1	83	2	1	1	2	1	1,3
S6M	17.06.2011	F, F-1	83	3	2	2	1	2	1,8
S6M	30.06.2011	F	87	1	5	7	7	5	6,0
S6M	30.06.2011	F	87	2	7	7	7	5	6,5
S6M	30.06.2011	F	87	3	5	5	5	7	5,5

Ährenfusariosen (*Fusarium spp*)

Ein sehr unterschiedliches Bild zeigt sich beim Befall durch Ährenfusariosen in den drei Untersuchungsjahren. Aufgrund der Witterung (Niederschlag während der Blüte) erfolgte im Jahr 2010 eine starke Infektion der Ähren mit *Fusarium spp*. Die Befallsstärke lag bei beiden Versuchen am letzten Boniturtermin (09.07.2010) im Mittel bei 15,0 % unabhängig von den Düngungsvarianten (Abbildung

4.8-2). In den Jahren 2011 und 2012 konnten hingegen keine Infektionen mit Ährenfusariosen festgestellt werden.

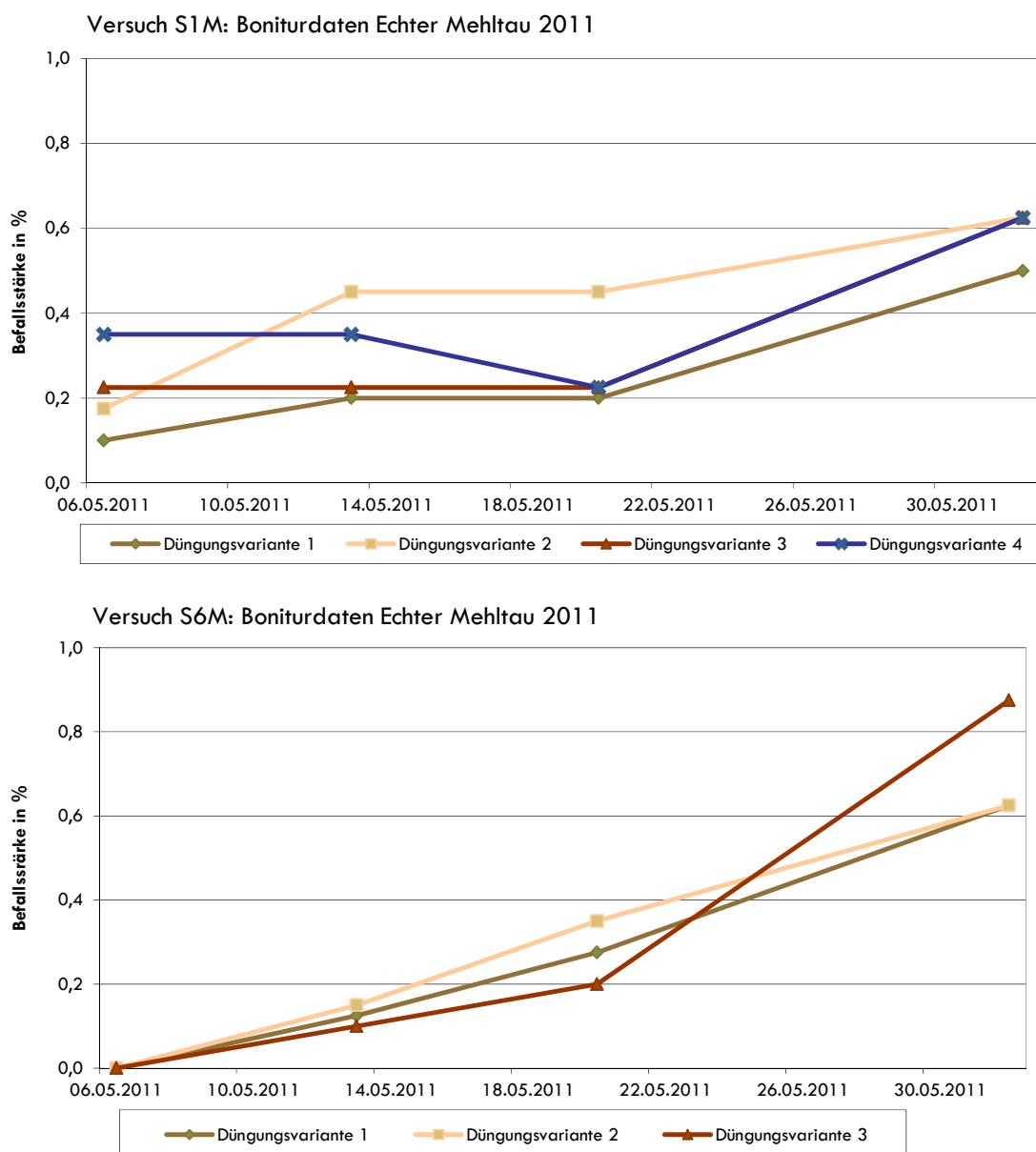


Abbildung 4.8-2: Befall (%) durch Ährenfusariosen (*Fusarium* spp.) (Düngungsvariante 1: Gründüngung, DV2: Gründüngung und Biotonnekompost, DV3: Stallmist)

Gewöhnlicher Steinbrand (*Tilletia caries*)

Im Zuge der Ährenbonitur auf Ährenfusariosen und Spelzenbräune konnte in den drei Untersuchungsjahren kein Befall mit Gewöhnlichem Steinbrand festgestellt werden. Dies kann auf die Verwendung von zertifiziertem Saatgut und die relativ weit gestellte Fruchtfolge zurückgeführt werden.

In 2012 verursachte der extreme Trockenstress eine Rückbildung der Blütenanlagen. Dies äußerte sich in weißlichen und verkümmerten Ährenspitzen (Spitzensterilität). Die Spitzensterilität erreichte im Versuch

S2M ein Ausmaß von bis zu 30,0 % und im Versuch S7M deutlich weniger und zwar bis zu 7,5 % der gesamten Ähre (Tabelle 4.8-5).

Tabelle 4.8-5: (%) Spitzensterilität bedingt durch Trockenstress in 2012 (Düngungsvariante (DV) 1: Gründüngung, DV2: Gründüngung und Biotonnekompost, DV3: Stallmist; WH = Wiederholung)

Versuch	Datum der Bonitur	Beurteilte Blatttage	Entwicklungs- stadium (BBCH)	DV	Spitzensterilität durch Trockenstress (%)				
					1.WH	2.WH	3.WH	4.WH	MITTELWERT
S2M	29.06.2012	Ähre	89	1	30	25	30	35	30,0
S2M	29.06.2012	Ähre	89	2	30	25	30	30	28,8
S2M	29.06.2012	Ähre	89	3	35	25	25	30	28,8
S7M	29.06.2012	Ähre	89	1	5	5	5	10	6,3
S7M	29.06.2012	Ähre	89	2	5	5	10	10	7,5
S7M	29.06.2012	Ähre	89	3	5	5	5	5	5,0

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die Ergebnisse der drei Versuchsjahre geben keinen Hinweis darauf, dass die getesteten organischen Düngungsvarianten, sowie die Art und Menge der Zufuhr einen Einfluss auf das Auftreten und die Befallsstärke der wichtigsten pilzlichen Krankheitserreger in Winterweizen haben. Die Befallsstärke der untersuchten Krankheitserreger war in 2011 aufgrund der Witterungsbedingungen weitaus geringer als in 2010 (ausgenommen Braunrost). In 2012 traten aufgrund der extrem trockenen Witterungsbedingungen fast keine Krankheiten auf (sehr geringer Befall durch Echten Mehltau). Die Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass die jährlichen Witterungs- und Standortbedingungen einen größeren Einfluss auf das Auftreten der untersuchten Krankheitserreger haben als die untersuchten Düngungsvarianten.

LITERATUR:

AGES (Hrsg.) (2012): Österreichische Beschreibende Sortenliste 2012 – Landwirtschaftliche Pflanzenarten. Schriftenreihe 21/2012, ISSN 1560-635X.

EPPO (2004): Efficacy evaluation of fungicides – Foliar diseases on cereals. EPPO Standard PP 1/26 (3)

Obst, A. & Gehring, K. (2002): Getreide – Krankheiten, Schädlinge, Unkräuter. Verlag Th. Mann, Gelsenkirchen-Buer.

ANHANG

Tabelle 4.8-6: Befall (%) durch Spelzenbräune und Septoria-Blattfleckkrankheit (*Phaeosphaeria nodorum*) 2010 (Versuch S8M und S5M, Düngungsvariante 1: Gründüngung, DV2: Gründüngung und Biotonnekompost, DV3: Stallmist, DV4: Agrogasgülle; WH=Wiederholung)

Versuch	Datum der Bonitur	Beurteilte Blatttage	Entwicklungs- stadium (BBCH)	DV	Befallsstärke (%)				
					1.WH	2.WH	3.WH	4.WH	MITTELWERT
S8M	04.06.2010	ganze Pflanze	59	1	2	2	2	1	1,8
S8M	04.06.2010	ganze Pflanze	59	2	2	2	2	2	2,0
S8M	04.06.2010	ganze Pflanze	59	3	2	2	1	1	1,5
S8M	11.06.2010	ganze Pflanze	65	1	7	7	7	7	7,0
S8M	11.06.2010	ganze Pflanze	65	2	7	8	7	7	7,3
S8M	11.06.2010	ganze Pflanze	65	3	8	8	7	7	7,5
S8M	18.06.2010	F, F-1, F-2	77	1	7	7	7	7	7,0
S8M	18.06.2010	F, F-1, F-2	77	2	7	8	7	7	7,3
S8M	18.06.2010	F, F-1, F-2	77	3	8	8	7	7	7,5
S8M	25.06.2010	F, F-1	83	1	10	10	10	10	10,0
S8M	25.06.2010	F, F-1	83	2	10	10	10	10	10,0
S8M	25.06.2010	F, F-1	83	3	10	10	10	10	10,0
S8M	02.07.2010	F	85	1	15	15	15	15	15,0
S8M	02.07.2010	F	85	2	15	15	15	15	15,0
S8M	02.07.2010	F	85	3	15	15	15	15	15,0
S8M	09.07.2010	Ähre	87	1	5	5	5	5	5,0
S8M	09.07.2010	Ähre	87	2	5	5	5	5	5,0
S8M	09.07.2010	Ähre	87	3	5	5	5	5	5,0
S5M	04.06.2010	ganze Pflanze	59	1	4	5	5	5	4,8
S5M	04.06.2010	ganze Pflanze	59	2	4	5	5	4	4,5
S5M	04.06.2010	ganze Pflanze	59	3	5	5	4	4	4,5
S5M	11.06.2010	ganze Pflanze	65	1	8	9	8	8	8,3
S5M	11.06.2010	ganze Pflanze	65	2	9	9	9	8	8,8
S5M	11.06.2010	ganze Pflanze	65	3	8	8	8	8	8,0
S5M	18.06.2010	F, F-1, F-2	77	1	10	10	10	10	10,0
S5M	18.06.2010	F, F-1, F-2	77	2	10	10	10	10	10,0
S5M	18.06.2010	F, F-1, F-2	77	3	10	10	10	10	10,0
S5M	25.06.2010	F, F-1	83	1	15	15	15	15	15,0
S5M	25.06.2010	F, F-1	83	2	15	15	15	15	15,0
S5M	25.06.2010	F, F-1	83	3	15	15	15	15	15,0
S5M	02.07.2010	F	85	1	15	20	20	20	18,8
S5M	02.07.2010	F	85	2	20	20	15	20	18,8
S5M	02.07.2010	F	85	3	20	20	15	15	17,5
S5M	09.07.2010	Ähre	87	1	5	5	5	5	5,0
S5M	09.07.2010	Ähre	87	2	5	5	5	5	5,0
S5M	09.07.2010	Ähre	87	3	5	5	5	5	5,0

Tabelle 4.8-7: Befall (%) durch Spelzenbräune und Septoria-Blattfleckkrankheit (*Phaeosphaeria nodorum*) 2011
(Versuch S1M und S6M, Düngungsvariante 1: Gründüngung, DV2: Gründüngung und Biotonnekompost, DV3: Stallmist, DV4: Agrogasgülle; WH=Wiederholung)

Versuch	Datum der Bonitur	Beurteilte Blatttage	Entwicklungs- stadium (BBCH)	DV	Befallsstärke (%)				
					1.WH	2.WH	3.WH	4.WH	MITTELWERT
S1M	17.06.2011	F, F-1	83	1	3	5,0	5,0	5,0	4,5
S1M	17.06.2011	F, F-1	83	2	5,0	5,0	4,0	4,0	4,5
S1M	17.06.2011	F, F-1	83	3	6,0	4,0	5,0	5,0	5,0
S1M	17.06.2011	F, F-1	83	4	6,0	6,0	7,0	3,0	5,5
S1M	30.06.2011	F	87	1	5	5,0	5,0	5,0	5,0
S1M	30.06.2011	F	87	2	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
S1M	30.06.2011	F	87	3	4,0	5,0	4,0	5,0	4,5
S1M	30.06.2011	F	87	4	5,0	5,0	5,0	4,0	4,8
S1M	17.06.2011	Ähre	83	1	0	0,0	0,0	0,3	0,1
S1M	17.06.2011	Ähre	83	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
S1M	17.06.2011	Ähre	83	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
S1M	17.06.2011	Ähre	83	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
S1M	30.06.2011	Ähre	87	1	1	0,5	0,5	0,5	0,6
S1M	30.06.2011	Ähre	87	2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
S1M	30.06.2011	Ähre	87	3	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
S1M	30.06.2011	Ähre	87	4	0,5	0,5	1,0	0,5	0,6
S6M	17.06.2011	F, F-1	83	1	5	5	5	5	5,0
S6M	17.06.2011	F, F-1	83	2	5	5	5	5	5,0
S6M	17.06.2011	F, F-1	83	3	6	6	5	5	5,5
S6M	30.06.2011	F	87	1	5	5	5	5	5,0
S6M	30.06.2011	F	87	2	5	5	5	5	5,0
S6M	30.06.2011	F	87	3	7	7	5	5	6,0
S6M	17.06.2011	Ähre	83	1	0	0	0	0	0,0
S6M	17.06.2011	Ähre	83	2	0	0	0	0	0,0
S6M	17.06.2011	Ähre	83	3	0	0	0	0	0,0
S6M	30.06.2011	Ähre	87	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
S6M	30.06.2011	Ähre	87	2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
S6M	30.06.2011	Ähre	87	3	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

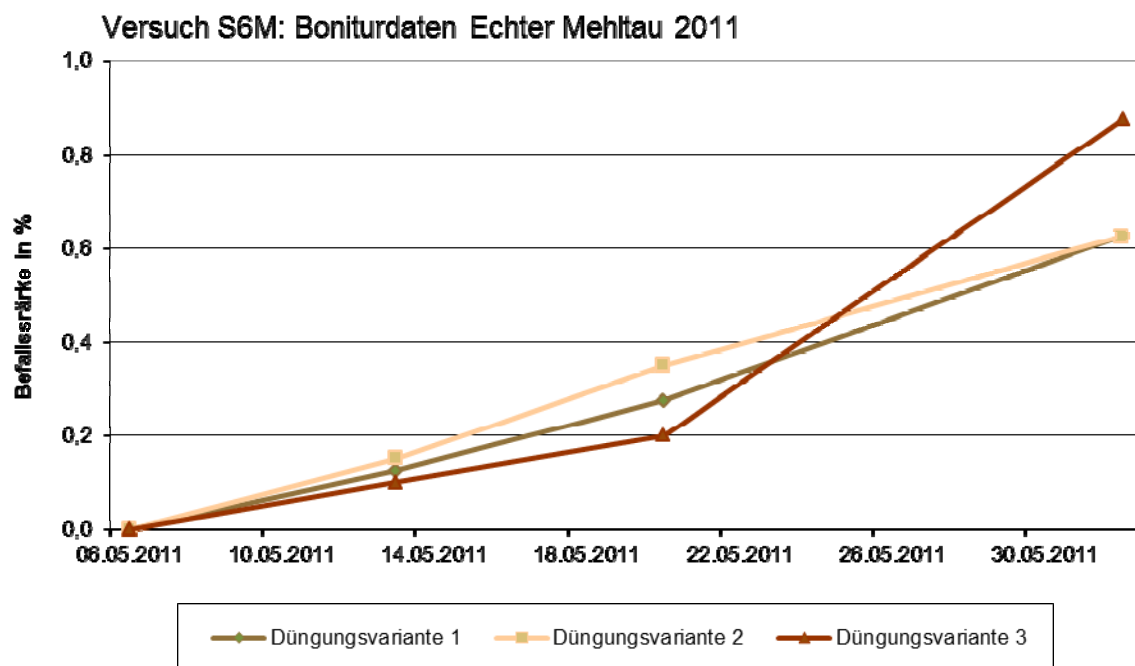
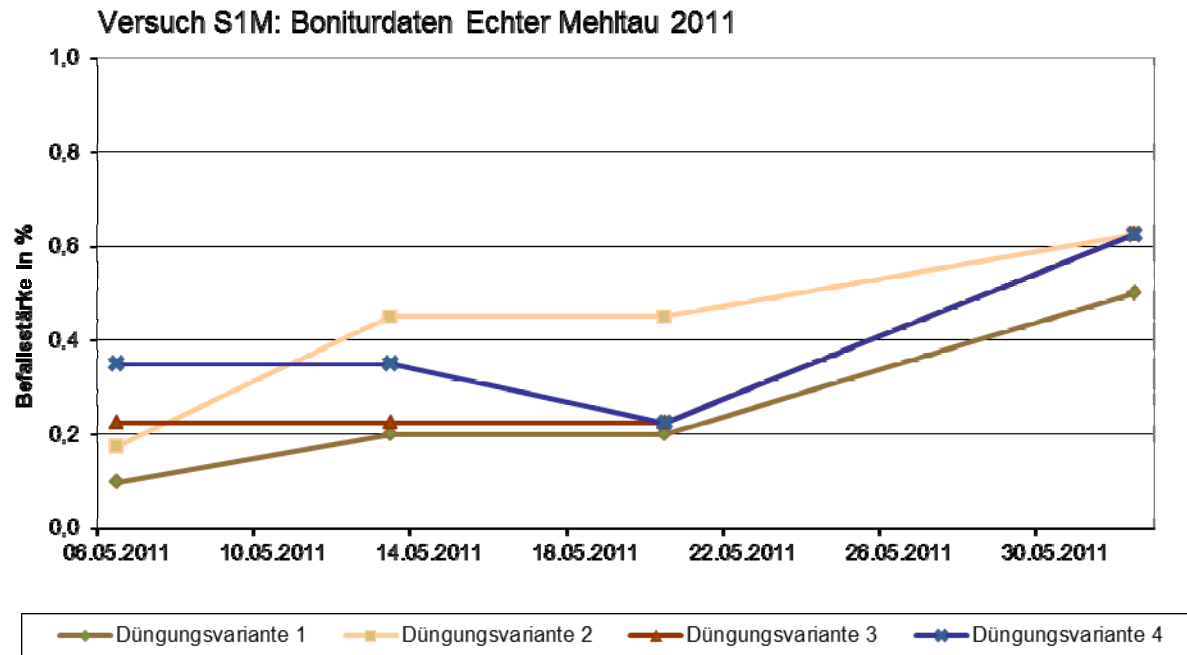


Abbildung 4.8-3: Befall (%) durch Echten Mehltau (*Blumeria graminis*) in 2011 (Düngungsvariante 1: Gründüngung, DV2: Gründüngung und Biotonnekompost, DV3: Stallmist, DV 4: Agrogasgülle)

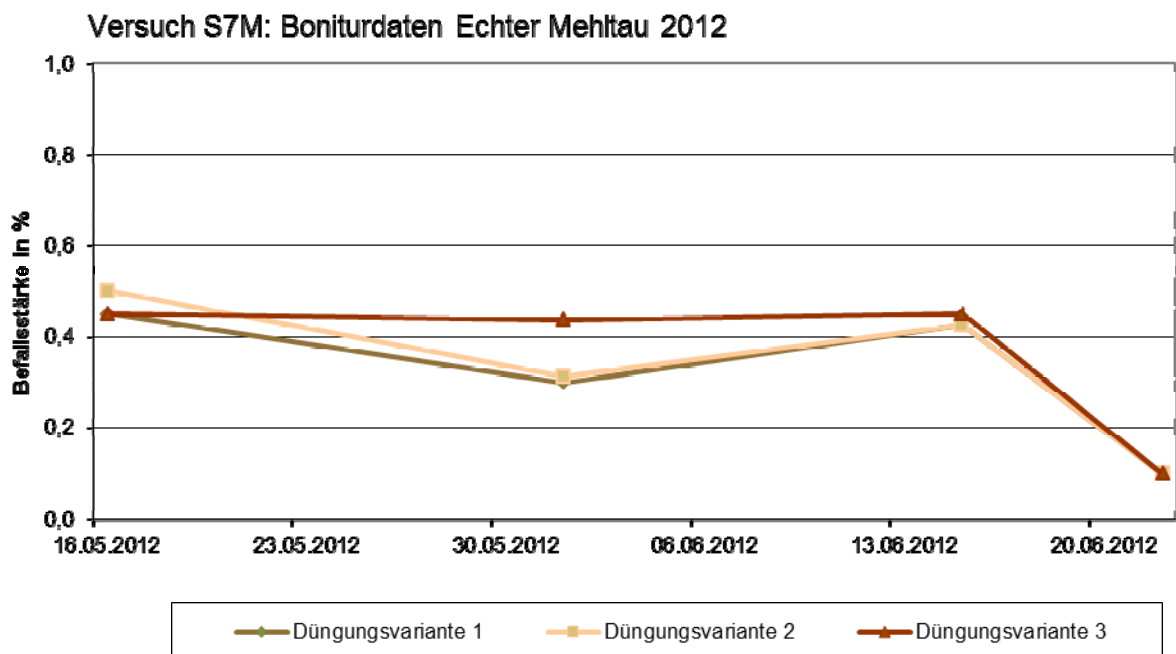
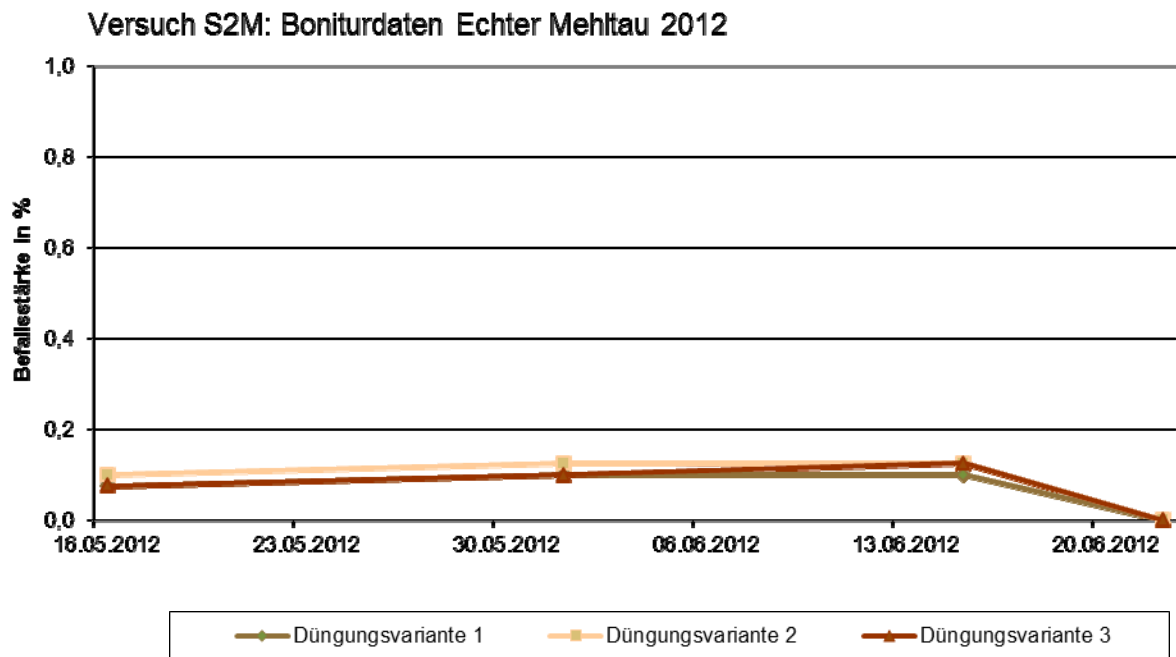


Abbildung 4.8-4: Befall (%) durch Echten Mehltau (*Blumeria graminis*) in 2012 (Düngungsvariante 1: Gründüngung, DV2: Gründüngung und Biotonnekompost, DV3: Stallmist)

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 3.2-1: Übersichtskarte Bio-Betrieb Rutzendorf mit Schlägen, Versuchsflächen und Nützlings- und Blühstreifen.	27
Abbildung 3.4-1: Mittlere Temperatur- und Niederschlagsverteilung der Station Groß-Enzersdorf in der Periode 1971-2000 (Datenquelle: ZAMG).....	29
Abbildung 4.2-1: Mittlere Kornerträge (dt/ha, 86 % Trockenmasse) der Marktfrüchte der Jahre 2009 bis 2013 in den Düngerstreifen in Abhängigkeit der Düngungsvariante	39
Abbildung 4.2-2: Luzerne-Trockenmasseertrag bei Schnittnutzung (DV 3) in Abhängigkeit des Erntejahres (MW...Mittelwert)	41
Abbildung 4.2-3: Mittlere Kornerträge (dt/ha, 86 % Trockenmasse) der Marktfrüchte der Jahre 2009 bis 2013 in den Kleinparzellenversuchen in Abhängigkeit der Düngungsvariante	45
Abbildung 4.2-4: Mittlere Fruchtfolgeerträge in Getreideeinheiten der Marktfrüchte in den Kleinparzellenversuchen in Abhängigkeit der Düngungsvariante	47
Abbildung 4.2-5: Entwicklung der Stickstoffnachlieferung im Boden (0 – 30 cm Tiefe) in Abhängigkeit der Fruchtfolge und der Düngungsvariante (Probenahme zu Vegetationsbeginn)	49
Abbildung 4.2-6: Entwicklung des mikrobiellen Kohlenstoffs (C_{mic}) im Boden in 0 – 30 cm Tiefe.....	51
Abbildung 4.2-7: Entwicklung des mikrobiellen Stickstoffs (N_{mic}) im Boden in 0 – 30 cm Tiefe	51
Abbildung 4.2-8: Entwicklung des Ergosterolgehalts (pilzliche Biomasse) im Boden in 0 – 30 cm Tiefe	52
Abbildung 4.3-1: Der Gehalt an organischem Kohlenstoff im Oberboden (0-30 cm) der untersuchten Flächen (Mittelwerte $\pm$ Standardfehler, n = 4). Signifikante Unterschiede zw. 2003 und 2013 werden durch Symbole angezeigt (+: p < 0.1; *: p < 0.05; t-test).....	64
Abbildung 4.3-2: CAL-extrahierbarer Phosphor im Oberboden (0-30 cm) der untersuchten Flächen (Mittelwerte $\pm$ Standardfehler, n = 4-5). Die Probenahmeterminale waren im Frühjahr (F) oder im Herbst (H).	66
Abbildung 4.3-3: CAL-extrahierbares Kalium im Oberboden (0-30 cm) der untersuchten Flächen (Mittelwerte $\pm$ Standardfehler, n = 4-5). Die Probenahmeterminale waren im Frühjahr (F) oder im Herbst (H).	66
Abbildung 4.3-4: CAL-extrahierbarer Phosphor in 30-60 cm Tiefe der untersuchten Flächen (Mittelwerte $\pm$ Standardfehler, n = 4-5). Die Probenahmeterminale waren im Frühjahr (F) oder im Herbst (H).	67
Abbildung 4.3-5: CAL-extrahierbares Kalium in 30-60 cm Tiefe der untersuchten Flächen (Mittelwerte $\pm$ Standardfehler, n = 4-5). Die Probenahmeterminale waren im Frühjahr (F) oder im Herbst (H).	67
Abbildung 4.4-1: Startseite der Projekthomepage	71
Abbildung 4.4-2: WebGIS für das MUBIL Projekt	72
Abbildung 4.4-3: Metadatenbank.....	73
Abbildung 4.5-1: Ausgewählte agrarmeteorologische Messwerte 2012, Rutzendorf, Schlag 2/1 (Tagesmittel bzw. – summen).....	77
Abbildung 4.5-2: Jahresübersicht 2013 des Verlaufes wichtiger Witterungsparameter, agrarmeteorologische Messstation Standort Rutzendorf (ergänzt mit Daten der ZAMG).....	78
Abbildung 4.5-3: Lufttemperaturen und Niederschlagssummen 2003-2012 auf Jahresbasis sowie für die Monate März-April-Mai (MAM), agrarmeteorologische Messstation Standort Rutzendorf (ergänzt mit Daten der ZAMG).	79
Abbildung 4.6-1: Artenzahl der Brutvögel nach ökologischen Gruppen im Projektgebiet Rutzendorf in den Brutperioden 2003, 2005-2010 und 2012	85
Abbildung 4.6-2: Häufigkeit (Anzahl Reviere) der Brutvögel nach ökologischen Gruppen im Projektgebiet Rutzendorf in den Brutperioden 2003, 2005-2010 und 2012	85
Abbildung 4.6-3: Abundanz der Feldlerche (<i>Alauda arvensis</i>) auf Teilflächen des Projektgebiet Rutzendorf (Alte Neurisse, Junge Neurisse, Kapellenfeld, Johannisbreite) in Abhängigkeit von der Begrenzung durch Gehölze. Angegeben ist die Abundanz (Mittelwerte der Brutperioden 2005-2010 und 2012) und die Länge der die Teilflächen begrenzenden Gehölze in Metern.	86
Abbildung 4.6-4: Flächenanteil verschiedener Ackerkulturen und Verteilung der Wachtelreviere (rufende Männchen, n = 35) auf die einzelnen Ackerkulturen im Projektgebiet Rutzendorf im Untersuchungszeitraum 2005-2010 und 2012	88

Abbildung 4.6-5: Artenzahl und Abundanz der Brutvögel in den Gehölzstreifen des Projektgebietes Rutzendorf. Angegeben sind die Artenzahl (Summe der Brutvogelarten) sowie die Abundanz (Mittelwert) im Zeitraum 2005-2010 und 2012. Bezeichnung der Gehölzstreifen wie in Tabelle 4.6-5.	90
Abbildung 4.7-1: Kumulierte Wahrscheinlichkeiten und Verteilungsfunktion des Deckungsbeitrages für Winterweizen Düngungsvariante1.....	104
Abbildung 4.7-2: Verteilungsfunktionen für die Deckungsbeiträge der drei Düngungsvarianten von Winterweizen ...	105
Abbildung 4.7-3: Verteilungsfunktionen für die Deckungsbeiträge der drei Düngungsvarianten von Winterroggen ...	105
Abbildung 4.7-4: Verteilungsfunktionen für die Deckungsbeiträge der drei Düngungsvarianten von Sommergerste ..	106
Abbildung 4.7-5: Verteilungsfunktionen für die Deckungsbeiträge der drei Düngungsvarianten von Körnermais	106
Abbildung 4.7-6: Verteilungsfunktionen für die Deckungsbeiträge der drei Düngungsvarianten von Körnererbse.....	107
Abbildung 4.8-1: Befall (%) durch Echten Mehltau (<i>Blumeria graminis</i>) in 2010 (Düngungsvariante 1: Gründüngung, DV2: Gründüngung und Biotonnekompost, DV3: Stallmist).....	121
Abbildung 4.8-2: Befall (%) durch Ährenfusariosen (<i>Fusarium</i> spp.) (Düngungsvariante 1: Gründüngung, DV2: Gründüngung und Biotonnekompost, DV3: Stallmist)	123
Abbildung 4.8-3: Befall (%) durch Echten Mehltau (<i>Blumeria graminis</i>) in 2011 (Düngungsvariante 1: Gründüngung, DV2: Gründüngung und Biotonnekompost, DV3: Stallmist, DV 4: Agrogasgülle)	127
Abbildung 4.8-4: Befall (%) durch Echten Mehltau (<i>Blumeria graminis</i>) in 2012 (Düngungsvariante 1: Gründüngung, DV2: Gründüngung und Biotonnekompost, DV3: Stallmist).....	128

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1-1: Kooperationspartner und Leiter der einzelnen Teilprojekte (TP)	5
Tabelle 3.1-1: Fruchtfolge der einzelnen Schläge am Biobetrieb Rutzendorf der Jahre 2003 bis 2013 (S1M-S8M: Kleinparzellenversuche, S1G und SK: Referenzparzellen, DV...Düngungsvarianten, MD...Mineraldünger, ZF...Zwischenfrucht, Kultur unterstrichen...die Kultur wurde im Kleinparzellenversuch (ab Erntejahr 2004) und in den Düngeestreifen auf den Großschlägen (ab Erntejahr 2006) mit Biotonnekompost (DV2) und Stallmist (DV3) gedüngt. Im KPV S1M erfolgte ab 2008 zusätzlich eine Düngung mit pflanzlicher Agrogasgülle (DV4).	23
Tabelle 3.2-1: Übersicht über die Erhebungsflächen (Projekt MUBIL IV - Forschung)	26
Tabelle 3.3-1: Zielfruchtfolge und Aufteilung der organischen Dünger	28
Tabelle 4.2-1: Mittlere Ertrags- und Qualitätsparameter von Winterweizen der Jahre 2009 bis 2013 in den Düngerstreifen in Abhängigkeit der Düngungsvariante und der Vorfrucht	40
Tabelle 4.2-2: Trockenmasse- und Stickstoffertrag der Luzerne in Abhängigkeit der Nutzungsform der Luzerne (Ertrag aus zwei- bis dreimal Mulchen bzw. Schneiden pro Jahr, Mittel der Jahre 2009 bis 2013)	42
Tabelle 4.2-3: Aufwandmengen und Nährstoffgehalte von Biotonnekompost und Stallmist in den gedüngten Kleinparzellenversuchen (KPV) - Mittelwerte aus 20 Düngungen (DV2 und DV3) bzw. 2 Düngungen (DV4)	43
Tabelle 4.2-4: Mittlere Ertrags- und Qualitätsparameter von Winterweizen der Jahre 2009 bis 2013 in den Kleinparzellenversuchen in Abhängigkeit der Düngungsvariante und der Vorfrucht	46
Tabelle 4.2-5: Kornerträge (dt/ha, 86 % Trockenmasse) der Marktfrüchte der Jahre 2009 bis 2013 in den Düngerstreifen in Abhängigkeit der Düngungsvariante	56
Tabelle 4.2-6: Erträge in den Kleinparzellenversuchen in Abhängigkeit des Erntejahres (2009 bis 2013), der Fruchtfolge und der organischen Düngung	57
Tabelle 4.2-7: Parameter zur Bestandesentwicklung und Qualität der Kulturen des Erntejahres 2013	59
Tabelle 4.2-8: Produktionsmaßnahmen und Erträge der Jahre 2012 und 2013 auf den Großschlägen des Biobetriebes Rutzendorf (Quelle: BVW GmbH)	60
Tabelle 4.2-9: Zwischenfruchtgemenge: Mischungspartner und angestrebte Aussaatmengen	60
Tabelle 4.3-1: Phosphortotalkonzentration in 3 Tiefenstufen des Standortes SK1. Dargestellt sind Mittelwert und Standardfehler (n = 4).....	62
Tabelle 4.3-2: pH-Werte in allen untersuchten Parzellen und Tiefenstufen. Dargestellt sind Mittelwert und Standardfehler (n = 4).....	63

Tabelle 4.3-3: Stickstoff-Totalgehalte (in Gewichtsprozent) in allen untersuchten Parzellen und Tiefenstufen. Dargestellt sind Mittelwert (MW) und Standardfehler (SE; n = 4).	65
Tabelle 4.5-1: Monatsmitteltemperaturen und monatliche Niederschlagssummen am Standort Rutzendorf während der Projektperiode 2003-2013 (vgl. auch Abbildung 4.5-3).	81
Tabelle 4.6-1: Häufigkeit (Anzahl der Reviere) und ökologische Charakterisierung der Brutvögel im Projektgebiet Rutzendorf in den Brutperioden 2003, 2005-2010 und 2012. Ökologische Gruppe: Charakterarten der offenen Feldflur (O), Charakterarten der halboffenen mit Gehölzen durchsetzten Kulturlandschaft (WO). Charakterarten von Wäldern (W).	84
Tabelle 4.6-2: Abundanz der Feldlerche (Reviere/10 ha) auf ausgewählten Ackerschlägen (Nr. 1 und 4 je 17 ha, Nr. 7 und 8 je 18 ha) im Projektgebiet Rutzendorf bei unterschiedlicher Bewirtschaftung in den Jahren 2005-2010 und 2012. Mais, Futtererbsen (Erb), Sommergerste (Sg), Winterweizen (Ww), Triticale (Tri), Roggen (Ro), Luzerne im ersten bzw. zweiten Jahr (Luz 1, Luz 2)	87
Tabelle 4.6-3: Im Untersuchungsgebiet (Projektgebiet Rutzendorf und nördlich angrenzende Schottergrube) in den Jahren 2003, 2005-2010 und 2012 beobachtete Vogelarten und deren Status. Brutvogel im Projektgebiet (BP), Brutvogel in der Schottergrube (BS), Brutvogel in der Umgebung (BU), Nahrungsgast (NG), Durchzügler (D).	94
Tabelle 4.6-4: Abundanz der Feldlerche (Reviere/10 ha) zur Erstbrut (Anfang April bis Mitte Mai) und Zweitbrut (Ende Mai bis Anfang Juli) auf den Teilflächen des Projektgebietes Rutzendorf in den Jahren 2005 bis 2010 und 2012.	95
Tabelle 4.6-5: Brutvögel (ohne Fasan und Rebhuhn) der Gehölzstreifen des Projektgebietes Rutzendorf in den Jahren 2005-2010 und 2012. Angegeben sind die Anzahl der Brutreviere und die Artenzahl der Brutvögel in verschiedenen Strukturtypen.	97
Tabelle 4.7-1: Gesamt- bzw. Fruchtfolgedeckungsbeiträge 2011, 2012 und 2013	103
Tabelle 4.7-2: Gesamt- bzw. Fruchtfolgedeckungsbeiträge der Düngungsvarianten I bis IV (2008-2013).	103
Tabelle 4.7-3: Deckungsbeitrag Produktionsverfahren Winterweizen.....	108
Tabelle 4.7-4: Deckungsbeitrag Produktionsverfahren Winterroggen.....	108
Tabelle 4.7-5: Deckungsbeitrag Produktionsverfahren Sommergerste.....	109
Tabelle 4.7-6: Deckungsbeitrag Produktionsverfahren Körnererbse	109
Tabelle 4.7-7: Deckungsbeiträge Produktionsverfahren Körnermais.....	110
Tabelle 4.7-8: Deckungsbeitrag Produktionsverfahren Luzerne	110
Tabelle 4.7-9: Variable Kosten Zwischenfrüchte	111
Tabelle 4.7-10: Variable Kosten Düngung	111
Tabelle 4.7-11: Gesamtdeckungsbeiträge der Düngungsvarianten – 2011 und 2013.....	112
Tabelle 4.7-12: Gesamtdeckungsbeiträge der Düngungsvarianten – 2003 bis 2013	113
Tabelle 4.7-13: Deckungsbeiträge der angebauten Kulturen der Düngungsvariante IV (Agrogasgülle) – 2008 bis 2013	114
Tabelle 4.7-14: Gesamtdeckungsbeiträge der Parzelle mit Agrogasgülle – 2008 bis 2013	115
Tabelle 4.8-1: Befall (%) durch Schneeschimmel (<i>Monographella nivalis</i>) (Düngungsvariante (DV) 1: Gründüngung, DV2: Gründüngung und Biotonnekompost, DV3: Stallmist, DV 4: Agrogasgülle; WH = Wiederholung).....	118
Tabelle 4.8-2: Abgestorbene Pflanzen (m ² , %) durch Schneeschimmel (<i>Monographella nivalis</i>) (Düngungsvariante (DV) 1: Gründüngung, DV2: Gründüngung und Biotonnekompost, DV3: Stallmist, DV 4: Agrogasgülle; WH = Wiederholung).....	119
Tabelle 4.8-3: Auswinterungsschäden (%) (Düngungsvariante (DV) 1: Gründüngung, DV2: Gründüngung und Biotonnekompost, DV3: Stallmist, DV 4: Agrogasgülle; WH = Wiederholung).....	120
Tabelle 4.8-4: Befall (%) durch Braunrost (<i>Puccinia recondita</i>) (Düngungsvariante (DV) 1: Gründüngung, DV2: Gründüngung und Biotonnekompost, DV3: Stallmist, DV 4: Agrogasgülle; WH = Wiederholung)	122
Tabelle 4.8-5: (%) Spitzensterilität bedingt durch Trockenstress in 2012 (Düngungsvariante (DV) 1: Gründüngung, DV2: Gründüngung und Biotonnekompost, DV3: Stallmist; WH = Wiederholung)	124
Tabelle 4.8-6: Befall (%) durch Spelzenbräune und Septoria-Blattfleckkrankheit (<i>Phaeosphaeria nodorum</i>) 2010 (Versuch S8M und S5M, Düngungsvariante 1: Gründüngung, DV2: Gründüngung und Biotonnekompost, DV3: Stallmist, DV4: Agrogasgülle; WH=Wiederholung).....	125

Tabelle 4.8-7: Befall (%) durch Spelzenbräune und Septoria-Blattfleckenkrankheit (<i>Phaeosphaeria nodorum</i>) 2011 (Versuch S1M und S6M, Düngungsvariante 1: Gründüngung, DV2: Gründüngung und Biotonnekompost, DV3: Stallmist, DV4: Agrogasgülle; WH=Wiederholung).....	126
--	-----