MUBIL III - ABSCHLUSSBERICHT

Langzeit-Monitoring der Auswirkungen einer Umstellung auf den biologischen Landbau

MUBIL III

Forschungsprojekt Nr. 100511

Langzeit-Monitoring der Auswirkungen einer Umstellung auf den biologischen Landbau

Abschlussbericht

Wien, 2011

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

Layout:
Univ.Ass. DI Dr. Thomas Schauppenlehner

Umschlagfoto:
DI Markus Heinzinger

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

Mit **Beiträgen** von Michael Eder, Josef Eitzinger, Bernhard Freyer, Jürgen K. Friedel, Thomas Gerersdorfer, Markus Heinzinger, Bernhard Kromp, Martin Plank, Birgit Putz, Agnes Schweinzer und Andreas Surböck

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

INHALTSVERZEICHNIS

1 EINLEITUNG 4

2 SYNTHESE DER TEILPROJEKTERGEBNISSE 6

3 DATENGRUNDLAGEN 10

3.1 BIOBETRIEB RUTZENDORF 10
3.2 ERHEBUNGSFLÄCHEN UND VERSUCHSKONZEPT 12
3.3 ERLÄUTERUNG DÜNGUNGSSYSTEME (-VARIANTEN) 15
3.4 KLIMA- UND WITTERUNGSVERHÄLTNISSE 16

4 BERICHTE DER TEILPROJEKTE 18

4.1 TEILRPOJEKT 1: PFLANZENBAU UND BODENFRUCHTBARKEIT 18
4.2 TEILPROJEKT 7: NÜTZLINGE 50
4.3 TEILPROJEKT 13: ÖKONOMIE 59
4.4 TEILPROJEKT 15: PFLANZENGESUNDHEIT 72

1 EINLEITUNG

Die Umstellung von Ackerflächen von konventioneller auf biologische Bewirtschaftung bringt eine Reihe von Veränderungen mit sich. Voraussetzungen für eine erfolgreiche 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 Biogasanlagen zu schließen.

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 Landschaftsstruktur. Vergleichbare Agrarräume sind in Osteuropa anzutreffen. Die Nachhaltigkeit dieser biologischen Anbausysteme ist bislang kaum untersucht.

Auf dem Bio-Betrieb Rutzendorf im Marchfeld in Niederösterreich, einem Teilbetrieb der Landwirtschaftlichen Bundesversuchswirtschaften (BVW) GmbH, wird seit dem Jahr 2003 ein umfassendes Langzeitmonitoring zur Dokumentation und Entwicklung des biologischen Landbaus durchgeführt (siehe auch MUBIL I – Forschungsprojekt Nr.: 1321 und MUBIL II – Forschungsprojekt Nr.: 100040). Die Ergebnisse dienen der Optimierung der Biologischen Landwirtschaft, des Langzeit-Monitorings klimarelevanter Entwicklungen und deren Auswirkungen auf die Landwirtschaft und die Agrarökologie (Erosion, Biodiversität). Die Ergebnisse sind von agrar- und umweltpolitischer Relevanz (ÖPUL, Klimawandel).

In der laufenden Phase des Monitorings ist das Projekt MUBIL in das vorliegende Forschungsprojekt und einem parallel dazu durchgeführten Evaluierungsprojekt (ÖPUL-Evaluierung LE07-13 „Bewertung des viehlosen biologischen Ackerbaus und seiner agrarökologischen Leistungen im österreichischen Trockengebiet“) unterteilt. Der Bereich Forschung beinhaltet vor allem die pflanzenbaulichen Aspekte (Pflanzenentwicklung, Ertrag, Qualität, Pflanzengesundheit, Wirtschaftlichkeit und Nützlinge) und liefert durch die Bewirtschaftung, die Betreuung der Versuchsflächen und die Arbeitsabstimmung die Arbeitsgrundlage für beide Projekte.

Die übergeordneten **Ziele des Projektes** sind:

- das Ausmaß und die Geschwindigkeit von Veränderungen der pflanzenbaulichen Entwicklung und der Wirtschaftlichkeit mit der Umstellung und der längerfristigen biologischen Bewirtschaftung zu untersuchen,
- unterschiedliche Düngungssysteme des biologischen Landbaus mithilfe von Untersuchungen zum Ertrag, der Qualität und der Pflanzengesundheit sowie über Wirtschaftlichkeitsberechnungen vergleichend zu prüfen,
- und die Wirkungen der biologischen Bewirtschaftung und von Biotopstrukturen auf die Dichte und Diversität der Laufkäfer auf dem Betrieb zu bewerten und den Beitrag von Biotopstrukturen zur Nützlingsförderung zu untersuchen.

Das Projekt setzt sich aus insgesamt 5 Teilleistungen (Teilprojekten) zusammen (Tabelle 1.1-1). Diese werden vom Institut für Ökologischen Landbau und vom Institut für Agrar- und Forstökonomie der BOKU Wien, der Bio Forschung Austria, dem Institut für Pflanzengesundheit der Österreichischen Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH (AGES) und der Landwirtschaftlichen Bundesversuchswirtschaften GmbH als Bewirtschafter und Leiter des Biobetriebs Rutzendorf bearbeitet.

Die Nummerierung und Bezeichnung der Teilprojekte wird von den Vorprojekten MUBIL I und MUBIL II übernommen. 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. Sie wird aber zur Wahrung der Kontinuität und für eine einfachere Zuordnung für das Projekt MUBIL III beibehalten.

Tabelle 3.1-1: Kooperationspartner und Leiter der einzelnen Teilprojekte (TP)

TP Nr.	Name des Teilprojektes	Forschungseinrichtung	Teilprojektleiter
1	Pflanzenbau und Bodenfruchtbarkeit, Projektkoordination	Institut für Ökologischen Landbau[1]	Univ.Prof. Dipl.Agr.Biol. Dr. Bernhard Freyer
7	Nützlinge	Bio Forschung Austria	Dr. Bernhard Kromp
13	Ökonomie	Institut für Agrar- und Forstökonomie[2]	Ass.Prof. Dr. Michael Eder
14	Leitung und Bewirtschaftung des Gesamtbetriebes	Landwirtschaftliche Bundes-versuchswirtschaften (BVW) GmbH	Dr. Gerhard Draxler
15	Pflanzengesundheit	Österreich. Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES)	Univ.Doz. Dr. Gerhard Bedlan
	kein eigenes Teilprojekt - Mitarbeit bei TP 1	Versuchswirtschaft Groß Enzersdorf[3]	Ass.Prof. Dr. Helmut Wagentristl

[1]Department für Nachhaltige Agrarsysteme, BOKU Wien

[2]Department für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, BOKU Wien

[3]Department für Angewandte Pflanzenwissenschaften und Pflanzenbiotechnologie, BOKU Wien

2 SYNTHESE DER TEILPROJEKTERGEBNISSE

Der vorliegende Bericht umfasst Datenerhebungen der Projektphase der Jahre 2009-2011. Die Auswertungen erfolgten unter Bezugnahme auf die Ergebnisse in den vorausgehenden Jahren 2003-2008.

Die untersuchten Düngungssysteme bzw. –varianten (DV) unterscheiden sich, entsprechend viehloser (DV 1, DV2 und DV 4) bzw. viehhaltender Systeme (DV 3), in der Nutzungsform der Luzerne und in der Zufuhr organischer Dünger: 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, jedoch nur in einem Versuch: DV 4: Luzerne(gras) abgeführt + Biogasgülle zugeführt (äquivalent zu Rauhfutterentzug). Die Fruchtfolge inklusive der Zwischenfrüchte und die Bodenbearbeitungsmaßnahmen werden in allen Düngungssystemen gleich gestaltet.

- Die **Gesamterträge am Biobetrieb** waren in den Jahren 2009 bis 2011 in Abhängigkeit der Kultur sowohl auf den Großflächen als auch in den Parzellenversuchen und damit bei allen geprüften Düngungsvarianten mittel bis hoch. Als ausschlaggebend dafür werden die am Betrieb umgesetzte Fruchtfolge mit entsprechendem Leguminosenanteil (25 % Luzerne und 12,5 % Erbse) und die ausreichende Wasserversorgung der Kulturen in diesen Jahren angesehen. Damit wurde das grundsätzlich hohe Ertragspotential der biologischen Bewirtschaftung, auch des viehlosen Systems ohne zusätzliche Nährstoffzufuhr, unter den gegebenen Standortbedingungen bestätigt.

- Über die gesamte Fruchtfolge und vor allem bei Winterweizen innerhalb der Fruchtfolge traten jedoch **Ertrags- und Qualitätsunterschiede zwischen den Düngungssystemen** auf.
  - Die Nutzungsform der zweijährigen Luzerne (Mulchnutzung bei der DV 1 und der DV 2 versus Schnittnutzung mit Abfuhr der Luzernegrünmasse bei der DV 3) hatte keinen Einfluss auf die Trockenmasse- und Stickstofferträge der Luzerne. Es wird angenommen, dass mögliche negative Effekte des Mulchens auf die Stickstoff-Fixierung und den Wiederaufwuchs der Luzerne durch die Verringerung der Evaporation durch das Mulchmaterial aufgehoben wurden.
  - Die Luzernenutzung beeinflusste jedoch den nachfolgenden Winterweizen mit teilweise signifikant geringeren Erträgen (Jahr 2009) bzw. Proteingehalten (Jahr 2010) in der DV 3 (im Vergleich zu der DV 1 und der DV 2) aufgrund der Abfuhr der Luzerne und damit von Stickstoff und Biomasse von der Fläche.
  - Die Stallmistdüngung der DV 3 zu Winterweizen nach Erbse führte zu positiven Effekten auf Ertrag (im Jahr 2010 statistisch signifikant im Vergleich zu DV 1) und Proteingehalt in dieser weniger bevorzugten Stellung in der Fruchtfolge.
  - Wird der gesamte Fruchtfolgeertrag betrachtet, können die geringeren Erträge des Winterweizens nach Luzerne aufgrund der Luzerneabfuhr durch die aufsummierten Ertragseffekte der Stallmistdüngung ausgeglichen und der Ertrag sogar noch geringfügig gesteigert werden (+2 % in DV 3 gegenüber DV 1 im Zeitraum 2004 bis 2010). Die Ertragssteigerung basiert auf den Stickstofftransfer innerhalb der Fruchtfolge und der hohen Stickstoffwirkung von Rottemist.

- Eine Ertragssteigerung von im Mittel 2 % gegenüber DV 1 in diesem Zeitraum erzielte auch die DV 2 mit Düngung von Biotonnekompost. In diesem System werden jedoch durch die Kompostdüngung zusätzlich Stickstoff (im Mittel ca. 43 kg je Hektar und Jahr) und organische Substanz in den Betriebskreislauf gebracht. Aufgrund der noch geringen Ertragseffekte wird angenommen, dass der Düngerstickstoff Großteils in den Humusvorrat des Bodens eingebunden wurde und bisher vor allem zum Aufbau der Bodenfruchtbarkeit diente.

➢ Die Untersuchung der aufgetretenen **Pflanzenkrankheiten in Winterweizen** (nach den Vorfrüchten Luzerne und Körnererbse) in den Jahren 2010 und 2011 zeigte keine Unterschiede zwischen den Düngungsvarianten (DV 1 bis DV 3 bzw. DV 4 in einem Versuch im Jahr 2011). Sowohl die Art der Pflanzenpathogene als auch ihre Befallsstärke gaben keinen Hinweis darauf, dass die Düngungsvarianten das Auftreten dieser Krankheitserreger fördern oder hemmen.

Als Hauptkrankheitserreger sind in beiden Jahren Schneeschimmel (*Microdochium nivale)*, Echter Mehltau *(Erysiphe graminis)*, Septoria Blattfleckenkrankheit und Spelzenbräune *(Septoria nodorum)*, sowie Braunrost (*Puccinia recondita*) aufgetreten. Die Befallsstärke der untersuchten Krankheitserreger war im Jahr 2011 aufgrund der Witterungsbedingungen tendenziell geringer als im Jahr 2010 (ausgenommen Braunrost). Eine Infektion mit Fusarium Blattflecken und Ährenfusariosen *(Fusarium* spp.) wurde nur im Jahr 2010 festgestellt. Mit den bisherigen Ergebnissen kann auch für die praktische Bewirtschaftung im biologischen Landbau im pannonischen Klimagebiet bestätigt werden, dass durch diese Düngungsvarianten keine pflanzengesundheitlichen Risiken bestehen.

➢ Die **Gesamtdeckungsbeiträge bzw. Fruchtfolgedeckungsbeiträge** (jeweils ohne Direktzahlungen) der untersuchten Jahre 2009 und 2010 liegen innerhalb der Bandbreite der Jahre zuvor. Die DV 2 (Zukauf von Biotonnekompost) und DV 3 (Stallmist) weisen gegenüber der DV 1 (nur Gründüngung) unter Einbeziehung der Kosten für den Kompostzukauf bzw. der Silagebereitung und der Düngerausbringungskosten um 8 % bzw. 12 % geringere Fruchtfolgedeckungsbeiträge aus. Im Falle der Düngungsvariante 3 wurde allerdings keine monetäre Bewertung der Luzernesilage einberechnet.

Für den wirtschaftlichen Erfolg entscheidend ist die Erzielung hoher Deckungsbeiträge bei den „cash-cows“ der angebauten Kulturen, wie Winterweizen, Körnermais und auch Winterroggen. Diese werden auf rund der Hälfte der Ackerfläche kultiviert, der Rest der Fläche wird aus Fruchtfolgegründen und zur Nährstoffanreicherung benötigt.

Die Unterschiede bei den Erträgen und den Qualitäten von Winterweizen in Abhängigkeit der Düngungsvariante und der Vorfrucht wirken sich auch auf die Deckungsbeiträge aus. Bei Auswertung aller angebauten Winterweizen seit 2004 war der Deckungsbeitrag der DV 3 nach Vorfrucht Luzerne um etwa 14 % (140 €) geringer als bei der DV 1, nach der Vorfrucht Erbse und der Stallmistdüngung liegt der Deckungsbeitrag der DV 3 hingegen um etwa 17 % (175 €) über der DV 1, was deutlich über den Ausbringungskosten des Stallmistes lag.

Fazit:

- Die Ergebnisse zeigen, dass auch bei einem generell hohen Ertragsniveau eine teilweise Umverteilung der Luzernebiomasse bzw. eine zusätzliche Düngergabe zu Kulturen mit einer weniger bevorzugten Stellung in der Fruchtfolge die Erträge und Qualitäten erhöhen und sichern kann.
- Durch die fortgesetzte organische Düngung mit wiederholten Düngergaben bei der DV 2 und der DV 3 wird eine Verbesserung wichtiger Bodenkennwerte erwartet. Über die erhöhte Bodenfruchtbarkeit kann wiederum die Ertragshöhe und –stabilität dieser Varianten positiv beeinflusst werden, was auch zu einer Annäherung in den Deckungsbeiträgen der Düngungsvarianten führt. Die Untersuchung der Veränderung von Bodeneigenschaften hat daher in der nächsten MUBIL Forschungsperiode bzw. nach 10 Jahren biologischer Bewirtschaftung höchste Priorität.
- Viehloser biologischer Landbau ohne zusätzliche organische Düngung (DV 1, nur Gründüngung) zeigte gegenüber dem viehhaltenden System (DV 3, Stallmist) bei gleicher Fruchtfolge bisher nur einen geringen Abfall der Gesamterträge und Qualitäten, vor allem bei Winterweizen nach Erbse in einer weniger bevorzugten Stellung in der Fruchtfolge. In wieweit das viehlose System auch langfristig genauso nachhaltig ist wie viehhaltende Systeme, können nur weitere Untersuchungen zeigen.

- Ein positiver **Ertragseinfluss einer Bodenschutzhecke**, wie bei den Kulturen Luzerne, Sonnenblume und Winterweizen in den Jahren davor, wurde beim Winterroggen im Jahr 2009 nicht festgestellt. Die Ertragsstabilität des Winterroggens auch in heckenfernen Bereichen wird auf seine frühe Entwicklung und hohe Wurzelleistung und die damit mögliche optimale Nutzung der Winterfeuchtigkeit zurückgeführt.

  Über die Ertragswirksamkeit einer Hecke auf die Kulturen in der angrenzenden Ackerfläche entscheidet ein Faktorenkomplex aus Vegetationszeit, Wasserbedarf und Wurzelsystem der Kulturen sowie Temperatur und Niederschlagsverteilung. Die Ergebnisse bestätigen die Notwendigkeit der Ertragserhebungen über mehrere Jahre und in verschiedenen Kulturen. Um den gesamten Einflussbereich der Hecke abzudecken, sollten die Aufnahmen sowohl im Lee- als auch im Luvbereich der Hecke erfolgen.

- Im Jahr 2010 wurde das **Laufkäfer-Monitoring** im Bio-Betrieb Rutzendorf in den bereits 2003/2004 und 2007/2008 beprobten Aufnahme-Transekten fortgeführt. Insgesamt wurden in diesem Jahr 4.718 Laufkäfer aus 76 Arten gefangen. Zahlenmäßig vorherrschend waren Arten der trockenwarmen Kulturfelder. Die meisten Arten traten in Luzernefeldern auf, gefolgt vom jungen Ökostreifen (Blühstreifen, angelegt im Frühjahr 2007), Baumhecke und Schotterböschung sowie Winterweizen. Die wenigsten Arten waren im Mais. 17 Arten finden sich in der vorläufigen Roten Liste der Laufkäfer Österreichs, davon 4 als „bedroht“ eingestuft. Bonituren der Erbsenblattlaus *Acyrtosiphon pisum* und ihrer Antagonisten in einem Körnererbsenfeld im Jahr 2010 ergaben keinen Nachweis auf eine Förderung der natürlichen Regulation durch einen angrenzenden Blühstreifen.

Hinsichtlich der Änderungen in der Laufkäferfauna mit der längerfristigen biologischen Bewirtschaftung kann der Artenbestand über die bisherigen Beobachtungsjahre einerseits als einigermaßen konstant eingestuft werden. Andererseits sind ansatzweise Veränderungen in der Laufkäferfauna gegenüber den ersten Jahren der Umstellung bemerkbar. Die Rote Liste-Art *Acupalpus interstititalis* wird aufgrund der Zunahme ihres Auftretens mit der Dauer der Umstellung als Indikatorart für Bio-Bewirtschaftung eingestuft. Der Blattlaus-Antagonist *Platynus dorsalis* hat im Lauf der Umstellung an Häufigkeit zugenommen.

In älteren Blühstreifen kam es mit zunehmender Dichte und Vergrasung der Blühstreifen-Vegetation zu einer Abnahme der Laufkäfer-Biodiversität. Neben der Fortführung des Laufkäfer-Monitorings am Biobetrieb ist daher die Frage einer passenden Bewirtschaftung der Blühstreifen zur Erhaltung der bestmöglichen Laufkäfer-Biodiversität bei gleichzeitiger Förderung der Arten mit Potential zur Schädlingsregulation von größtem Interesse.

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 + *Zwischenfrucht* 4. Jahr: Körnermais 5. Jahr: Sommergerste + *Zwischenfrucht* 6. Jahr: Erbse + *Zwischenfrucht* 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 Düngestreifen auf den Großschlägen (ab Erntejahr 2006) mit Biotonnekompost und Stallmist gedüngt wurden. Der mittlere Zwischenfruchtanteil an der Ackerfläche der Jahre 2003 bis 2010 liegt bei 37,5 %. Im Jahr 2009 wurde die Zielfruchtfolge erstmals vollständig umgesetzt.

Tabelle 3.1-1: Fruchtfolge der einzelnen Schläge am Biobetrieb Rutzendorf der Jahre 2003 bis 2011
(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 Biogasgülle (DV4).

Erntejahr / Versuch	Bewirtschaftung	Bodenbonität	DV	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
S1M	biol.	mittel	1 - 4	SOMMER-GERSTE	WINTER-GERSTE	LUZERNE	LUZERNE	WINTER-WEIZEN	KÖRNER-MAIS	SOMMER-GERSTE	ERBSE	WINTER-WEIZEN
					ZF			ZF	ZF	ZF	ZF	ZF
S2M	biol.	mittel	1 - 3	LUZERNE	LUZERNE	WINTER-WEIZEN	SONNEN-BLUMEN	WINTER-ROGGEN	ERBSE	WINTER-ROGGEN	LUZERNE	LUZERNE
						ZF	ZF	ZF	ZF	ZF		
S3M	biol.	mittel	1 - 3	LUZERNE	LUZERNE	WINTER-WEIZEN	KÖRNER-MAIS	SOMMER-GERSTE	ERBSE	WINTER-WEIZEN	WINTER-ROGGEN	LUZERNE
						ZF	ZF		ZF	ZF		
S4M	biol.	mittel	1 - 3	ERBSE	WINTER-WEIZEN	WINTER-ROGGEN	SOMMER-GERSTE	LUZERNE	LUZERNE	WINTER-WEIZEN	WINTER-WEIZEN	LUZERNE
					ZF	ZF				ZF		
S5M	biol.	mittel	1 - 3	LUZERNE	LUZERNE	WINTER-WEIZEN	WINTER-WEIZEN	SOMMER-GERSTE	LUZERNE	LUZERNE	WINTER-WEIZEN	KÖRNER-MAIS
S6M	biol.	mittel	1 - 3	LUZERNE	LUZERNE	WINTER-WEIZEN	TRITICALE	ERBSE	WINTER-WEIZEN	LUZERNE	LUZERNE	WINTER-WEIZEN
								ZF	ZF			
S7M	biol.	mittel	1 - 3	ERBSE	WINTER-ROGGEN	TRITICALE	LUZERNE	LUZERNE	WINTER-WEIZEN	KÖRNER-MAIS	SOMMER-GERSTE	ERBSE
					ZF	ZF			ZF	ZF	ZF	ZF
S8M	biol.	mittel	1 - 3	TRITICALE	LUZERNE	LUZERNE	WINTER-WEIZEN	KÖRNER-MAIS	SOMMER-GERSTE	ERBSE	WINTER-WEIZEN	WINTER-ROGGEN
								ZF	ZF	ZF	ZF	
S1G	biol.	gering	1	SOMMER-GERSTE	WINTER-GERSTE	LUZERNE	LUZERNE	WINTER-WEIZEN	KÖRNER-MAIS	SOMMER-GERSTE	ERBSE	WINTER-WEIZEN
								ZF	ZF	ZF	ZF	ZF
SK	konv.	mittel	MD	SOMMER-DURUM	ZUCKER-RÜBE	WINTER-WEIZEN	ZWIEBEL	WINTER-DURUM	KAR-TOFFEL	WINTER-DURUM	SPEISESOJA, FRÜH-KAROTTEN	WINTER-DURUM

3.2 ERHEBUNGSFLÄCHEN UND VERSUCHSKONZEPT

In der Versuchsanordnung sind die Auswirkungen von spezifischen Abstufungen im Anbausystem (Düngungsvarianten) innerhalb einer einheitlichen Fruchtfolge, unterschiedlichen Bodenbonitäten, dem Vergleich mit einer konventionell bewirtschafteten Referenzfläche sowie dem Zeitfaktor, berücksichtigt. In den verschiedenen Düngungsvarianten (Düngungssystemen) werden optimierte Nährstoffkreisläufe viehloser biologischer Bewirtschaftung unter Einbeziehung von Biotonnekompost (DV2: Gründüngung + Biotonnekompost) und Verwertung von Luzerne über eine Biogasanlage, die pflanzliche „Biogasgülle" liefert (DV4: Pflanzliche Biogasgülle, 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.

In Teilabschnitten wurden Ökostreifen (Nützlings- und Blühstreifen) mit unterschiedlichen Blühmischungen 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 die letzten vier Blühstreifen (Ö1-W, Ö3-O, Ö5/2-W und Ö8-W) zwischen Ackerschlägen mit einer Gesamtfläche von 1,25 ha eingesät.

Die Gesamtfläche der bisher angelegten Nützlings- und Blühstreifen beträgt 3,78 ha, das entspricht 2,64 % der gesamten biologisch bewirtschafteten Ackerfläche des Betriebes.

Die Teilprojekte arbeiten in Abhängigkeit ihrer Forschungsfrage auf unterschiedlichen Erhebungsflächen und Untersuchungsebenen am Betrieb (Tabelle 3.2-1 und Abbildung 3.2-1).

Tabelle 3.2-1: Übersicht über die Erhebungsflächen (Projekt MUBIL III - 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, Ökonomik
Kleinparzelle (KP): 1 PDF und 1 BDF; (Referenzfläche bio., 1 DV)	1 Schlag; geringe Bodenbonität	1 KP/**S1G**	Pflanzen
Kleinparzelle (KP): 1 PDF und 1 BDF, (Referenzfläche konv.)	1 konventionell bewirtschafteter Schlag; mittlere Bodenbonität	1 KP/**SK**	Pflanzen
Transekte: Aufnahmestrecken direkt in Landschaftselementen und in angrenzenden Ackerflächen in bestimmten Entfernungen dazu	Baumreihe mit Ökostreifen, 4 Schläge, mittlere Bodenbonität Hecke mit Ökostreifen, 2 Schläge, geringe Bodenbonität	1 Transekt Nord/ **TN1–TN9** 1 Transekt Süd/ **TS1–TS 8**	Nützlinge Pflanzen Nützlinge
Düngestreifen	8 Schläge	3 Düngestreifen/ Schlag **S1-0-DV1, …**	Pflanzen
Ackerflächen Gesamtbetrieb	8 Schläge (3 Schläge davon bestehen aus jeweils 2 Teilschlägen)	**Schlag 1-** **Schlag 8**	Pflanzen, Bewirt-schaftung Ökonomik

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;
TN 1= Transekt Nord, Aufnahmestrecke 1; TS 1 = Transekt Süd, Aufnahmestrecke 1 usw.
Nützlings- und Blühstreifen (Ökostreifen): neu angelegte 6 m breite Brachestreifen in Ackerflächen.
Düngestreifen: S1-0-DV1 = Schlag 1, Düngungsvariante 1, ...

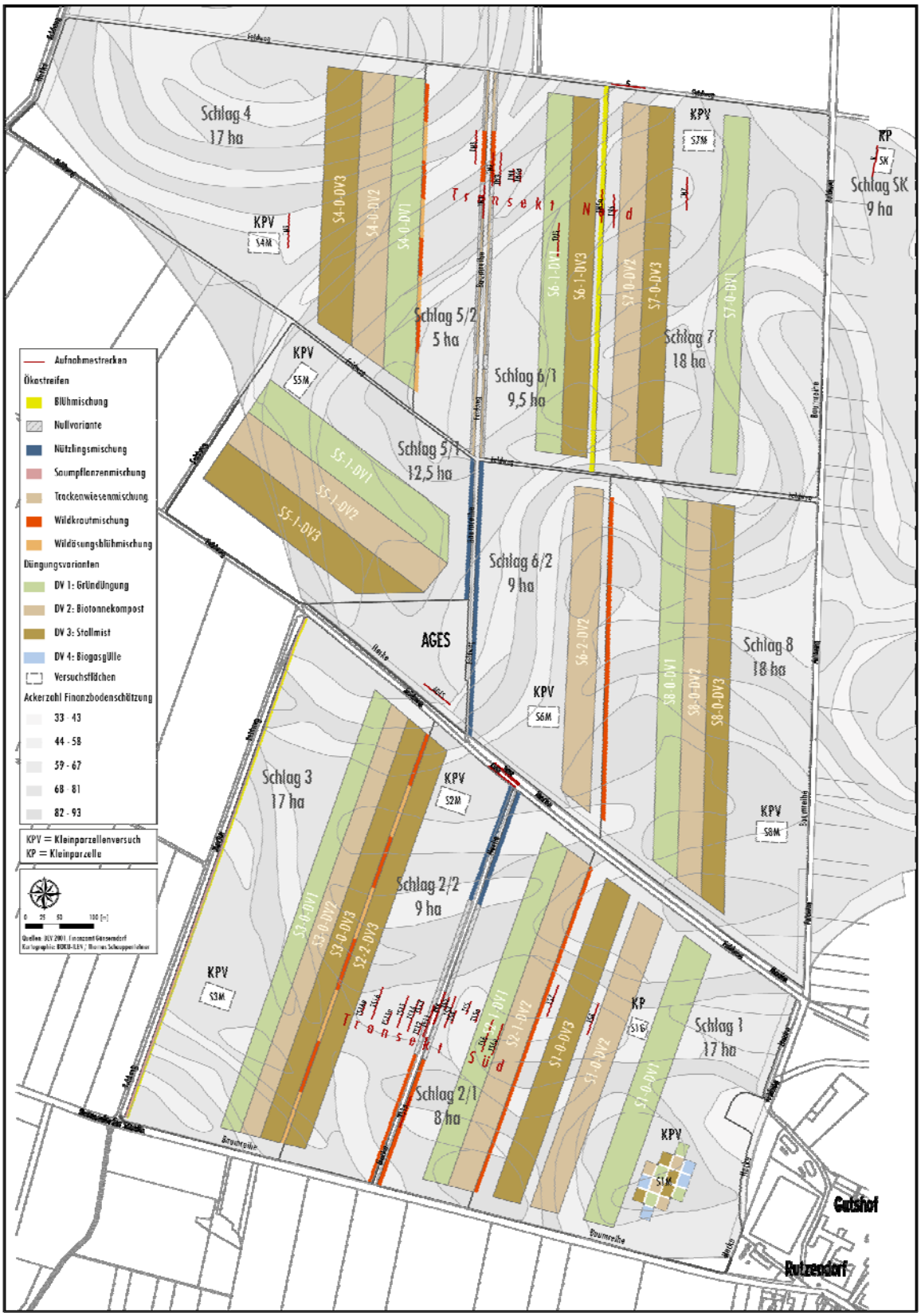

Abbildung 3.2-1: Übersichtskarte Rutzendorf mit Versuchsflächen, Düngungsvarianten und Aufnahmestrecken (Transekte)

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 Biogasgülle":*** Diese Düngungsvariante wird nur in einem Kleinparzellenversuch (S1M, ab 2008) umgesetzt. Hintergrund dieser Variante ist entsprechend der DV3 die Simulation von weitgehend geschlossenen Betriebskreisläufen. Luzerne(gras)grünmasse wird von den Parzellen für die Erzeugung von Biogasgülle durch anaerobe Fermentation abgefahren. Die dafür eingesetzten Luzerne(gras)mengen sind an der DV3 „Stallmist" orientiert. Dem Entzug äquivalente Mengen der Biogasgülle werden als Dünger auf die Flächen zurückgebracht.

Tabelle 3.3-1: Zielfruchtfolge und Aufteilung der organischen Dünger

Zielfrucht-folge:	DV	Luzerne	Luzerne	Winter-weizen	Körner-mais	Sommer-gerste	Erbse	Winter-weizen	Winter-roggen
Organische Düngung:	1	Mulch	Mulch		-			-	
	2	Mulch	Mulch		Biotonnekompost			Biotonnekompost	
	3	Abfuhr	Abfuhr		Stallmist			Stallmist	
	4	Abfuhr	Abfuhr		Biogasgülle			Biogasgülle	

DV...Düngungsvariante

3.4 KLIMA- UND WITTERUNGSVERHÄLTNISSE

Gerersdorfer, T., Eitzinger, J.
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).

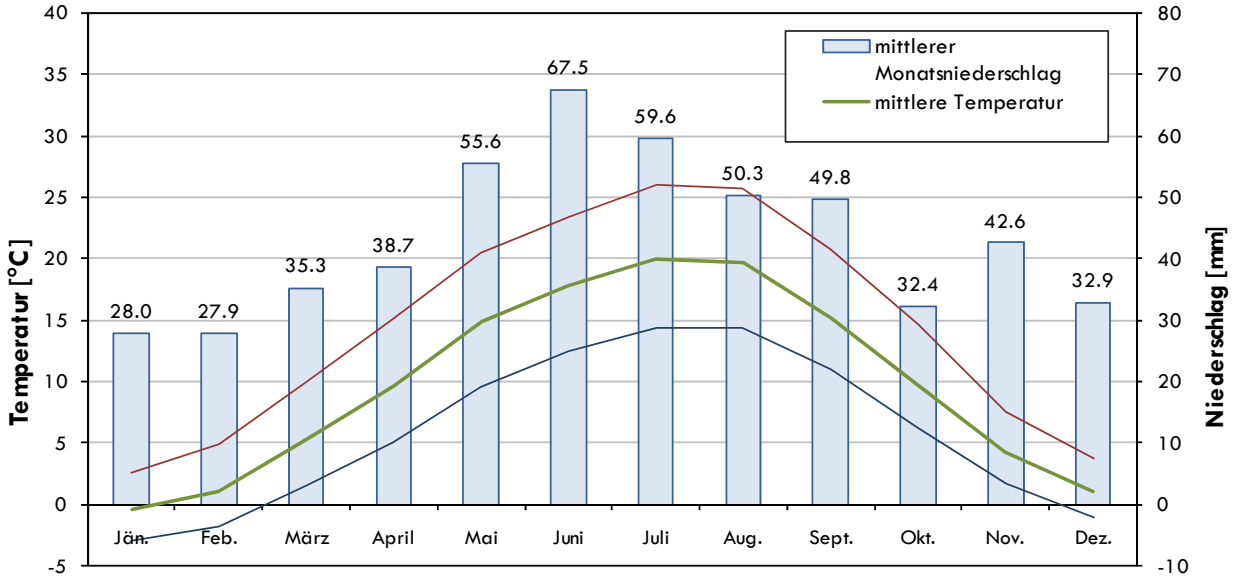

Abbildung 3.4-1: Mittlere Temperatur- und Niederschlagsverteilung der Station Groß-Enzersdorf in der Periode 1971-2000 (Datenquelle: ZAMG)

Die agrarmeteorologische Dauermessstation in Rutzendorf wurde Anfang April 2003 in Betrieb genommen und liefert seither (mit wenigen Unterbrechungen) Witterungsdaten in 15-Minuten Mittelwerten. Rutzendorf liegt etwa 6 km von Groß-Enzersdorf entfernt. Abbildung 3.4-2 zeigt Lufttemperatur und Niederschlagssummen während der Projektlaufzeit 2003 bis Ende Juni 2011 für die einzelnen Jahre wie auch für die Monate März-April-Mai.

Allgemein gesehen stellen sich die Witterungsverhältnisse am Untersuchungsstandort Rutzendorf seit Projektbeginn sehr unterschiedlich dar. Die Jahresniederschläge schwanken seit Beginn des Projektes von 428 mm (2003) bis 691 mm (2007). Gerade die Niederschläge während des Sommerhalbjahres können räumlich sehr inhomogen sein. 2003 betrug der Jahresniederschlag 62 % von 2007. Vergleicht man jedoch die interannuale Variabilität und hier vor allem die Frühjahrswerte (Monate März-April-Mai), so zeigt das Jahr 2007 mit dem größten Jahresniederschlag mit 68,8 mm die geringste Niederschlagssumme im Frühjahr im Projektzeitraum 2003-2009. Die Jahresmitteltemperatur bewegt sich im Projektzeitraum zwischen 9,8 °C (2005)

und 11,5 °C (2008). Das Frühjahr 2009 ist das bisher absolut wärmste und liegt deutlich über dem Jahresmittel. 2004 und 2006 war das Frühjahr am kühlsten, beide Jahre zeigen allerdings die höchsten Frühjahrsniederschläge (Abbildung 3.4-2).

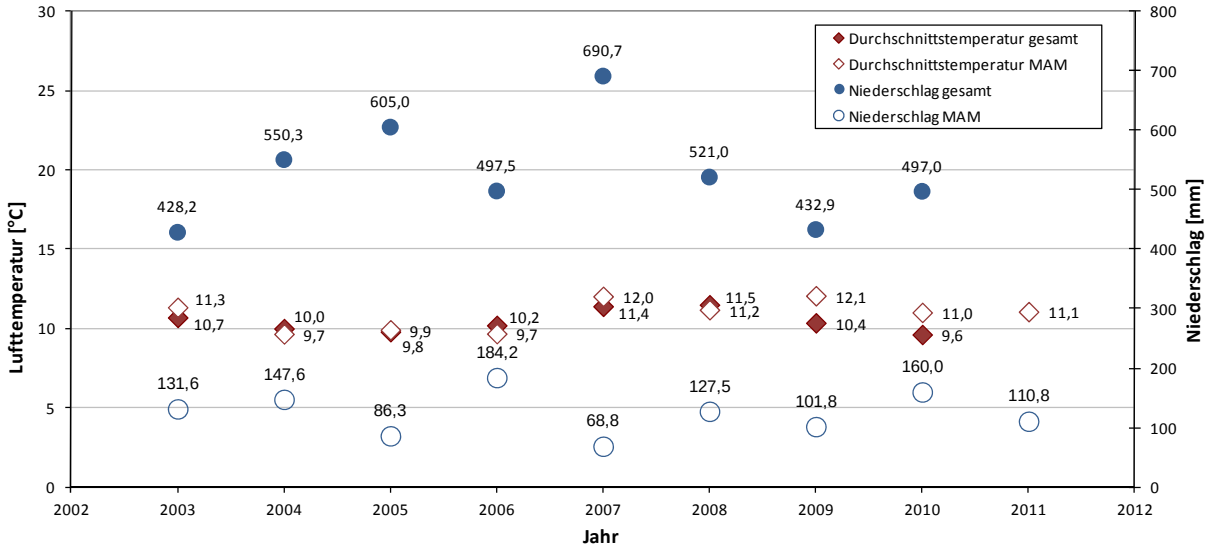

Abbildung 3.4-2: Lufttemperaturen (T_{air}) und Niederschlagssummen (P_{sum}) 2003 bis Mitte 2011 auf Jahresbasis sowie für die Monate März-April-Mai (MAM)

4 BERICHTE DER TEILPROJEKTE

4.1 TEILRPOJEKT 1: PFLANZENBAU UND BODENFRUCHTBARKEIT

Auswirkungen unterschiedlicher Düngungssysteme auf pflanzenbauliche Parameter; Koordination des Gesamtprojekts

Bearbeiter: A. Surböck, M. Heinzinger, J.K. Friedel, A. Schweinzer, B. Freyer
Institut für Ökologischen Landbau, Department für Nachhaltige Agrarsysteme, BOKU Wien.

ZUSAMMENFASSUNG / SUMMARY

Im Rahmen der Langzeituntersuchung werden seit dem Jahr 2003 die Auswirkungen der biologischen Bewirtschaftung und verschiedener Düngungssysteme (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(gras) abgeführt + Biogasgülle zugeführt (äquivalent zu Raufutterentzug) auf Ertrag und Qualität der Kulturpflanzen und auf Bodenkennwerte geprüft. Der Einfluss einer Hecke auf die Ertragsleistung der Kulturpflanzen in der angrenzenden Ackerfläche wurde jährlich zwischen 2004 und 2009 erhoben. Im vorliegenden Bericht werden die Ergebnisse aus den Jahren 2009 bis 2011 dargestellt und diskutiert.

In Abhängigkeit der Kultur wurden in den Jahren 2009 bis 2011 am Biobetrieb sowohl auf den Großflächen als auch in den Parzellenversuchen und den damit geprüften Düngungsvarianten mittlere bis hohe Erträge erzielt. Als ausschlaggebend dafür werden die am Betrieb umgesetzte Fruchtfolge mit einem entsprechenden Leguminosenanteil und die ausreichende Wasserversorgung der Kulturen in diesen Jahren angesehen. Die Nutzungsform der zweijährigen Luzerne (Mulchnutzung versus Schnittnutzung mit Abfuhr der Luzernegrünmasse) hatte keinen Einfluss auf die Trockenmasseerträge der Luzerne. Die Luzernenutzung beeinflusste jedoch den nachfolgenden Winterweizen mit teilweise signifikant geringeren Erträgen (Jahr 2009) bzw. Proteingehalten (Jahr 2010) in der DV 3 aufgrund der Abfuhr der Luzerne und damit von Stickstoff und Biomasse von der Fläche. Die Stallmistdüngung der DV 3 zu Winterweizen nach Erbse führte zu positiven Effekten auf Ertrag (im Jahr 2010 statistisch signifikant im Vergleich zu DV 1) und Proteingehalt in dieser weniger bevorzugten Stellung in der Fruchtfolge. Wird der gesamte Fruchtfolgeertrag betrachtet, können die geringeren Erträge des Winterweizens nach Luzerne aufgrund der Luzerneabfuhr durch die aufsummierten Ertragseffekte der Stallmistdüngung ausgeglichen und der Ertrag sogar noch geringfügig gesteigert werden (+2 % in DV 3 gegenüber DV 1 im Zeitraum 2004 bis 2010). Die Ertragssteigerung basiert auf dem Stickstofftransfer innerhalb der Fruchtfolge und der hohen Stickstoffwirkung von Rottemist. Eine Ertragssteigerung von 2 % gegenüber DV 1 in diesem Zeitraum erzielte auch die DV 2 mit Düngung von Biotonnekompost. In diesem System werden jedoch durch die Kompostdüngung zusätzlich Stickstoff (im Mittel ca. 43 kg je Hektar und Jahr) und organische Substanz in den Betriebskreislauf gebracht. Aufgrund der noch geringen Ertragseffekte wird angenommen, dass der Düngerstickstoff Großteils in den Humusvorrat des Bodens eingebunden wurde und bisher vor allem zum Aufbau der Bodenfruchtbarkeit diente.

Ein positiver Ertragseinfluss der Hecke, wie bei den Kulturen Luzerne, Sonnenblume und Winterweizen in den Jahren davor, wurde beim Winterroggen im Jahr 2009 nicht festgestellt. Die Ertragsstabilität des Winterroggens wird auf seine frühe Entwicklung und hohe Wurzelleistung und die damit mögliche optimale Nutzung der Winterfeuchtigkeit zurückgeführt.

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(gras) plus biogas slurry) on crop yield and quality and soil properties have been examined at the biofarm "Rutzendorf" since the year 2003. The influence of a hedge on crop yield in the adjacent field was assessed in the years 2004 to 2009. In the present report, the results of the years 2009 to 2011 are described and discussed.

From 2009 to 2011, depending on the crop, medium to high yields were reached on large-scaled fields as well as on parcel trials with different fertilization treatments on the biofarm. The crucial factors were the implemented crop rotation with 25 % of lucerne and the sufficient water supply during these years. The usage of biennial lucerne (mulching versus cutting with removal of lucerne) did not influence its dry matter yields. However, the usage of lucerne caused decreased yields (2009) respectively protein contents (2010) in DV 3 of the following wheat. This effect is based on the removal of lucerne and hence nitrogen and biomass from the field. The fertilization of winter wheat after pea (DV 3) positively affected yield (statistically significant compared to DV 1in 2010) and protein content, even though this unfavourable position within the crop rotation. Overviewing the yield of the whole crop rotation, decreased yields of winter wheat after lucerne because of lucerne removal can be balanced by the accumulated yield effects of farmyard manuring. Yield could even be increased marginally (2004 - 2010: +2% in DV 3 compared to DV 1) because of nitrogen transfer within the crop rotation and the high nitrogen effect of rotted manure. In the same period, DV 2 with compost fertilization also achieved an increase in yield of 2 % compared to DV 1. However compost fertilization adds additional nitrogen (43 kg per hectare and year on average) and organic matter to the farm cycle. Because yield effects are still low, nitrogen descending from fertilization is considered to be mainly incorporated into the soil organic matter pool and contributed to build up soil fertility up to now.

In contrast to the results of the past years with lucerne, sunflower and winter wheat, no significant regression regarding the influence of a hedge on yield of winter rye was detected in 2009. We assume, that this high yield stability of winter rye can be explained by its fast development in spring and high root growth system, which results in an efficient use of winter soil moisture.

THEMA UND ZIELE DER ARBEIT

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, der Luftstickstoffbindung über Leguminosen und durch verlustmindernde Bewirtschaftungsmaßnahmen erzielt. 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 sowie deren

agrarökologischen Leistungen zu identifizieren, wurden unterschiedliche Düngungssysteme anhand von vier Düngungsvarianten (DV) auf den Versuchsflächen eingerichtet.

In Gebieten mit geringen Jahresniederschlägen und Phasen anhaltender Trockenheit ist die Wasserversorgung für die Pflanzenentwicklung von zentraler Bedeutung. Biotopstrukturen wie z.B. Hecken haben Einfluss auf das Mikroklima und die Wassergehalte in angrenzenden Ackerflächen, was wiederum das Pflanzenwachstum beeinflusst. Das Ausmaß dieses Einflusses wird mittels Ertragserhebungen und Qualitätsuntersuchungen erfasst.

Die Projektziele umfassen Untersuchungen auf der betrieblichen Ebene, auf der Ebene von Feldversuchen sowie die Organisation des gesamten Projektes.

Betriebliche Ebene:

- Planen und dokumentieren der biologischen Bewirtschaftung des Betriebes in Zusammenarbeit mit der BVW GmbH sowie Übernehmen von organisatorischen Aufgaben.
- Ermitteln des Aufwuchses der Luzerne bzw. deren Abfuhr, der Stoffeinträge über die organische Düngung und Stoffabfuhren über die Ernteprodukte sowie von Erträgen und Qualitäten der Ernteprodukte in Abhängigkeit von unterschiedlichen Düngungssystemen.

Ebene Feldversuch:

- Ermitteln des Aufwuchses der Luzerne bzw. deren Abfuhr, von Stoffeinträgen über die organische Düngung und Stoffabfuhren über die Ernteprodukte sowie von Erträgen und Qualitäten der Ernteprodukte mit zunehmender Dauer biologischer Bewirtschaftung und in Abhängigkeit von unterschiedlichen Düngungssystemen.
- Feststellen des Einflusses einer Hecke als Windbarriere auf die Ertragsleistung und Qualität von Winterroggen in der angrenzenden Ackerfläche.

Projektkoordination:

- Sichern einer hohen Qualität bei der Umsetzung des Gesamtprojekts durch die wissenschaftliche und operative Koordination der einzelnen Teilprojekte sowie die interdisziplinäre Synthese der Teilprojektergebnisse. Leiten und Präsentieren des Gesamtprojektes sowie Betreuen der Versuchsflächen. Die Arbeiten bilden die Grundlage für die Erhebungen und Auswertungen im vorliegenden Forschungsprojekt und des im Rahmen von MUBIL III parallel dazu durchgeführten ÖPUL-Evaluierungsprojektes.
- Weiterführen des Prozesses der Einbindung der landwirtschaftlichen Praxis (BiobäuerInnen und BioberaterInnen) in die Forschung und der Information über das Projekt.

MATERIAL UND METHODEN

Betriebliche Ebene

In den Jahren 2009 bis 2011 ist wie in den vergangenen Jahren in Zusammenarbeit mit der BVW GmbH der Anbau der Haupt- und Zwischenfrüchte geplant und sind die entsprechenden Produktionsmaßnahmen von der BVW GmbH durchgeführt worden. Auf den Düngestreifen – jeweils zwei Hektar je Düngungsvariante und Schlag – wurden bei der Düngungsvariante 3 (Stallmist) maschinell Luzerne und Stroh wie bei den entsprechenden Parzellen in den Kleinparzellenversuchen von der Fläche abgefahren. Die Düngung mit Biotonnekompost und Stallmist auf den Düngestreifen erfolgte maschinell mit einem Mist- bzw. Kompoststreuer. Die Düngermengen sind auf die Ausbringungsmengen je ha der Kleinparzellenversuche (KPV) abgestimmt. Die Düngungsvariante 4 (Pflanzliche Biogasgülle) wird nur im Kleinparzellenversuch

am Schlag 1 und nicht auf den Düngestreifen umgesetzt. Der Ertrag der Düngestreifen wurde im Jahr 2009 mittels Ernte einer Mähdrescherschnittbreite pro Düngungsvariantenfläche, durch Wiegung der Erntemenge und Umlegung auf die Fläche festgestellt. Ab dem Jahr 2010 erfolgte die Ertragsfeststellung durch Ernte und Wiegung der Erntemenge der gesamten zwei Hektar eines Düngestreifens. Die Einheitlichkeit in der Bodengüte der drei Düngestreifen je Schlag wurde über die Berechnung einer mittleren Ackerzahl je Düngestreifen geprüft (unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Flächenanteile je Ackerzahl) und dabei nur eine geringe Streuung zwischen den Düngestreifen je Schlag festgestellt.

Ebene Feldversuch

Kleinparzellenversuche

Das Monitoring wird seit 2003 auf den 8 Kleinparzellenversuchen (KPV: S1M – S8M) mit drei Düngungsvarianten (DV) und den zwei Referenzparzellen (KP: S1G und SK) durchgeführt. Im Versuch S1M wurde nachträglich im Jahr 2008 eine vierte Düngungsvariante (DV 4: Pflanzliche Biogasgülle) angelegt. Gemäß der Zielfruchtfolge wurden in den Erntejahren 2009 bis 2011 Winterweizen nach Erbse und Körnermais mit Biotonnekompost bzw. Stallmist gedüngt. Die Ausbringung der Dünger auf die KPV erfolgte für beide Kulturen im Herbst (bei Winterweizen unmittelbar vor seinem Anbau, bei Körnermais zum Umbruch der Zwischenfrucht vor Mais) händisch, parzellenscharf und gleichmäßig verteilt. Die Einarbeitung wurde maschinell mit einem Grubber durchgeführt. Die erste Düngung mit Biogasgülle erfolgte im Jahr 2008 zu Körnermais, die zweite Düngung im Jahr 2011 zu Winterweizen. Die Biogasgülle wurde im Frühjahr jeweils in zwei Düngergaben ausgebracht. 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 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 auf den vorgesehenen Erntestreifen jeder Parzelle geerntet. Beim Mais wurden die Kolben am Feld händisch geerntet und getrocknet und anschließend wurde mit einem Maisrebler der Kornertrag festgestellt. Die Erntefläche je Parzelle betrug bei Körnermais 20,0 m^2, bei Getreide und Erbse 13,5 m^2, im Hauptversuch KPV S1M wurde bei Getreide und Erbse eine Fläche von 22,5 m^2 geerntet. Die Ertragserhebung bei Luzerne erfolgte in allen Parzellen über Quadratmeterernten jeweils zu 3 Schnitttterminen. Je Schnitttermin wurden händisch 2 m^2 je Parzelle auf den dafür vorgesehenen Erntestreifen mit Scheren bei einer Schnitthöhe von 10 bis 15 cm geerntet. Die Menge der oberirdischen Biomasse der Zwischenfrüchte wurde ebenfalls mittels Quadratmeterernten festgestellt. Auf den Parzellen der DV 3 wurden die mittels Motorbalkenmäher geschnittene Luzerne und das Getreidestroh der gesamten Parzellenfläche händisch abgeführt. Die abgeführte Menge an Luzernefutter und Getreidestroh als Einstreu wird gemäß des Bedarfs einer Mutterkuhherde mit 0,5 GVE ha^{-1} bei einer ganzjährigen Haltung im Tieflaufstall mit Auslauf berechnet.

Beim gesamten Erntegut 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 Qualitätskriterien wurden beim Getreide, der Futtererbse und dem Körnermais in Abhängigkeit der Kultur untersucht: Tausendkorngewicht (TKG),

Hektolitergewicht, Fallzahl und Vollgerstenanteil. Die Bestimmung der Nährstoffgehalte von den bei 60°C vorgetrockneten und gemahlenen Mischproben für Stickstoff und Kohlenstoff erfolgte an der BOKU durch Verbrennung mittels eines CN-Analyzers (Elementanalysator der Fa. Leco). Die Nährstoffgehalte werden für die Ermittlung der Rohproteingehalte (über den N-Gehalt) verwendet.

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 Winterweizendaten von drei Jahren wurden mittels eines „Combined Analysis" Designs ausgewertet. Als statistisches Modell wurde dazu die mehrfaktorielle Varianzanalyse verwendet mit der Vorfrucht und der Düngungsvariante als fixe Faktoren und dem Jahr und der Wiederholung als zufällige Faktoren. Die Berechnungen erfolgten mit der Statistiksoftware SPSS 16.0.

Transekte

Seit dem Jahr 2004 werden am Biobetrieb Rutzendorf Untersuchungen zum Ertragseinfluss einer Hecke auf die angrenzende Ackerfläche im Schlag 2/1 (TS = Transekt Süd: gut ausgebildete Bodenschutzanlage, ca. 8 Meter Höhe) durchgeführt. Die Ertragserhebungen fanden in bestimmten Entfernungen zur Hecke (8, 16, 24, 40, seit 2007 auch 56, und 80 Meter) auf deren Leeseite (Windschattenseite) statt. Am Schlag 2/1 standen in den Jahren 2004 bis 2009 folgende Kulturen: Luzerne, Winterweizen, Sonnenblumen, Winterroggen, Erbse und Winterroggen. Beim Winterroggen im Jahr 2009 wurden wie bei allen Druschfrüchten 6 x 2 m^2 je Entfernung geerntet und im Standbetrieb mit einem Parzellenmähdrescher gedroschen und der Ertrag sowie das Tausendkorn- und Hektolitergewicht bestimmt. Die statistische Auswertung erfolgte mittels Regression und Berechnung des Bestimmtheitsmaß (R^2). Auf Basis der Trendlinie aus der Regressionsanalyse wurden der Einflussbereich auf den Ertrag und die Höhe der Ertragssteigerung durch die Bodenschutzhecke berechnet.

Praxisintegration

Die Vereinten Nationen haben 2010 zum internationalen Jahr der Biodiversität erklärt. In Österreich wurde dazu vom Lebensministerium gemeinsam mit Naturschutzbund, WWF und BirdLife eine Kampagne mit dem Titel „vielfalt**leben**" zum Schutz der Artenvielfalt initiiert. Die Woche der Artenvielfalt vom 22. bis 29. Mai war der Veranstaltungshöhepunkt im Rahmen der Kampagne. Verschiedene Institutionen haben unter dem Dach der „Woche der Artenvielfalt" Veranstaltungen und Aktionen, mit dem Ziel die Biodiversität erlebbar zu machen, geplant und durchgeführt.

Im Rahmen des Projekts MUBIL war in dieser Veranstaltungswoche am Freitag den 28.05.2010 von 13:00 bis 18:00 Uhr ein Tag der offenen Tür auf dem Biobetrieb Rutzendorf organisiert. Der Titel der Veranstaltung lautete „Lebensraum Agrarlandschaft: Mehr Biodiversität durch Biolandwirtschaft!?".

In Erlebnisstationen und in Führungen in Kleingruppen wurde die Vielfalt an Bodentieren, Nützlingen, Wildbienen, Brutvögeln sowie Ackerwildkräutern gezeigt und über den Beitrag der Biolandwirtschaft zur Artenvielfalt berichtet. Zu besichtigen gab es zahlreiche mit einheimischen Wildpflanzenarten angesäte Blühstreifen. Außerdem ist die ökologische und klimatische Bedeutung von Bodenschutzhecken erklärt worden. Es bestand die Möglichkeit Honigbienen bei ihrer Arbeit im

Bienenstock ausführlich zu beobachten. Über das am Betrieb durchgeführte Projekt MUBIL und weitere Forschungsaktivitäten der BOKU im Bereich Naturschutz und Biodiversität wurde informiert. Die insgesamt neun thematischen Erlebnisstationen waren in zwei Zelte aufgeteilt. Mit über 25 Postern wurden sowohl allgemeine ökologische Zusammenhänge als auch Detailergebnisse aus dem Projekt MUBIL präsentiert. Die Besucher konnten selbst mikroskopieren und fanden Anschauungsmaterial in Form von Büchern, Pflanzen sowie lebenden Nützlingen und Wildbienen vor. Eine sehr rege Teilnahme und großes Interesse gab es an den verschiedenen thematischen Führungen auf dem Gelände des Betriebes, bei denen die Artenvielfalt unmittelbar erlebt und die natürlichen Zusammenhänge anschaulich erklärt werden konnten.

BesucherInnen der Veranstaltung waren BiobäuerInnen, BioberaterInnen, MitarbeiterInnen der Bio Austria, MitarbeiterInnen des Lebensministeriums, StudentInnen, ForscherInnen und MitarbeiterInnen aus verschiednen öffentlichen und privaten Institutionen sowie interessierte Privatpersonen.

Folgende Institutionen waren an der Durchführung und Organisation der Veranstaltung beteiligt:

- Institut für Ökologischen Landbau, BOKU Wien
- Institut für Zoologie, BOKU Wien
- Institut für Botanik, BOKU Wien
- Institut für Integrative Naturschutzforschung, BOKU Wien
- Institut für Landschaftsentwicklung, Erholungs- und Naturschutzplanung, BOKU Wien
- Satoyama BOKU Plattform für Naturschutz- und Biodiversitätsforschung, BOKU Wien
- Bio Forschung Austria
- Landwirtschaftliche Bundesversuchswirtschaften (BVW) GmbH
- Institut für Bienenkunde der Österreichischen Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES) GmbH

ERGEBNISSE UND DISKUSSION

Für den Bericht liegen die vollständigen Ergebnisse der Jahre 2009 und 2010 vor. Diese werden, auch in Verbindung und im Vergleich zu den Ergebnissen vergangener Erhebungsjahre, dargestellt und diskutiert. Vom Jahr 2011 sind die Ertragsdaten von Getreide und Körnererbse ausgewertet und im Bericht kurz dargestellt. Die Auswertungen der Qualitätsparameter dieser Kulturen und von Luzerne und Körnermais des Jahres 2011 sind noch nicht abgeschlossen und werden daher in den nächsten Bericht der Langzeituntersuchung eingebunden. Daten zu den Erträgen und Qualitäten der Kulturen wurden auf Ebene des Betriebes bzw. des ganzen Schlages sowie auf den Düngestreifen und Kleinparzellenversuchen innerhalb der Schläge erhoben.

Betriebliche Ebene (Großschläge und Düngestreifen)

Die Produktionsmaßnahmen und die Erträge der einzelnen Schläge der Jahre 2009 bis 2011 sind in der Tabelle 4.1-13 im Anhang zusammengefasst. Für die Grundbodenbearbeitung vor den Marktfrüchten kam der Pflug zum Einsatz. Die Bodenbearbeitung vor dem Luzerneanbau im Sommer erfolgte mit dem Grubber. Trockene Bodenbedingungen nach der Saat der Luzerne am Schlag 6 im Jahr 2008 führten zu einem schlechten Aufgang und zu einem lückigen Bestand. Daher ist die Luzerne im Frühjahr 2009 nachgesät worden. Vor Körnermais wurde ein Zwischenfruchtgemenge aus Körnerleguminosen und Nicht-Leguminosen und vor Körnererbse ein Gemenge nur aus Nicht-Leguminosen angebaut. Die Ausfallerbse vor Winterweizen als Zwischenfrucht wurde durch den Anbau eines Zwischenfruchtgemenges (Leguminosen und Nicht-Leguminosen) ergänzt. Für den Anbau wurde für alle Kulturen und auf der gesamten Fläche

Originalsaatgut verwendet. Die Beikrautregulierung wurde bei Getreide und Erbse mittels ein- bis zweimaligen Striegeln und bei Körnermais mittels zwei Hackdurchgängen durchgeführt. In den Jahren 2009 bis 2011 wurden auf den Gesamtschlägen mittlere bis hohe Erträge erreicht, was auf die Fruchtfolge mit entsprechendem Leguminosenanteil (25,0 % Luzerne, 12,5 % Körnererbse) und ausreichende Niederschläge in diesen Jahren zurückgeführt wird. Die Erträge auf den Großschlägen liegen in den einzelnen Jahren vor allem aufgrund der Einbeziehung der Schlagränder und des Vorgewendes mit geringeren Erträgen meist etwas unter dem Ertragsniveau der Düngestreifen und Kleinparzellenversuche am Betrieb.

In der Tabelle 4.1-1 sind die mittleren Erträge des Biobetriebs Rutzendorf den mittleren Erträgen von Biomarktfruchtbetrieben der Jahre 2009 und 2010 gegenübergestellt. Die Getreideerträge des Biobetriebs Rutzendorf, vor allem von Winterweizen und Winterroggen, liegen dabei deutlich über den Erträgen der Biomarktfruchtbetriebe, während bei Körnermais und Körnererbse ähnliche Erträge erzielt wurden.

Tabelle 4.1-1: Vergleich der mittleren Hektarerträge am Biobetriebe Rutzendorf (Großschläge) mit Hektarerträgen von Biomarktfruchtbetrieben der Jahre 2009 und 2010 (Quellen: BVW GmbH, Grüner Bericht 2011)

Kultur	Winter-weizen	Winter-roggen	Körner-mais	Sommer-gerste	Körner-erbse
Ertrag in dt/ha Biobetrieb Rutzendorf	46,4	38,5	73,2	30,3	15,6
Ertrag in dt/ha Biomarktfruchtbetriebe*	33,3	23,3	68,8	24,4	15,0

*Mittelwerte der Jahre 2009 und 2010 aus Ergebnissen von Buchführungsbetrieben

Die Ergebnisse der Ertragserhebungen und Winterweizenqualitäten von den drei Düngestreifen pro Schlag der Jahre 2009 und 2010 sind in der Tabelle 4.1-2 und der Tabelle 4.1-9 im Anhang dargestellt. Die Ertragshöhe stimmt vor allem beim Getreide und bei der Körnererbse gut mit den Ergebnissen aus den Kleinparzellenversuchen überein. Die Erträge und Proteingehalte der Winterweizen nach zweijähriger Luzerne und nach Erbse und organischer Düngung weisen in Abhängigkeit der Düngungsvariante auch die gleichen Tendenzen wie in den jeweiligen Kleinparzellenversuche auf (siehe auch Tabellen 4.1-5 und 4.1-6 im nächsten Kapitel), d.h. geringe Erträge und Proteingehalte des Weizens in der DV 3 nach Luzerneabfuhr sowie höhere Erträge und Proteingehalte in den Varianten 2 und 3 mit Düngung von Biotonnekompost bzw. Stallmist zum Weizenanbau nach Vorfrucht Erbse.

Die Luzerneabfuhr bei der DV 3 auf den Düngestreifen erfolgte maschinell als Heu in Bodentrocknung. Die Erträge und Stickstoffgehalte waren daher aufgrund höherer Ernteverluste wesentlich geringer als in den KPV (Mittelwerte Schläge 4 und 5 je Jahr: 55 dt/ha Trockenmasseertrag mit 116 kg N). Mit dem Stallmist wurden deshalb auch geringere Mengen an Stickstoff auf die Flächen rückgeführt (Mittelwerte Schläge 3 und 8 je Düngung: 93 kg N/ha). Beim Biotonnekompost entsprachen die auf den Düngestreifen ausgebrachten Stickstoffmengen weitgehend jenen der KPV.

Da die Düngungsvarianten in einfacher Wiederholung je Schlag angelegt sind, ist in Bezug auf den Ertragseinfluss der Düngungsvarianten eine Betrachtung und Auswertung nur über mehrere Jahre sinnvoll.

Tabelle 4.1-2: Kornerträge (dt/ha, 86 % Trockenmasse) in den Jahren 2009 und 2010 in den drei Düngestreifen je Schlag

Kultur		Winter-weizen VF Luzerne		Körner-mais		Sommer-gerste		Körner-erbse		Winter-weizen VF Erbse		Winter-roggen	
Jahr	DV	S	dt/ha	S	dt/ha	S	dt/ha	S	dt/ha	S	dt/ha	S	dt/ha
	DV1	S4	49,6	S7	94,8	S1	31,4	S6	10,6	S3	50,2	S2	49,5
2009	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
	DV1	S5	51,7	S4	68,5	S7	36,4	S1	28,6	S8	51,3	S3	38,7
2010	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
Mittel			50,6		85,3		35,0		17,6		54,4		45,3

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

Ebene Feldversuch (KPV)

Auswirkung von Düngungssystemen

Luzernenutzung

Der Luzerneaufwuchs der Düngungsvariante 3 (Stallmist) wurde geschnitten und von den Parzellen abgefahren. Die Abbildung 4.1-1 zeigt die Biomasseerträge und den darin enthaltenen Stickstoff (Summe aus drei Schnitten) dieser Variante der Kleinparzellenversuche mit zweijährigem Luzerneanbau. Im Mittel der Jahre 2004 bis 2010 wurden 83 dt/ha Trockenmasse an oberirdischer Biomasse der Luzerne mit einem Stickstoffertrag von 273 kg/ha geerntet. Die Luzerneerträge wiesen je nach Witterungsverlauf und dadurch bedingtem Wasserangebot starke Schwankungen zwischen den Erntejahren auf. Der höchste Luzerneertrag wurde im Jahr 2009 mit 137,3 dt/ha Trockenmasse im Versuch S5M erreicht. Mit diesem hohen Biomasseertrag wurde auch mit 443 kg/ha der meiste Stickstoff vom Feld gebracht. Der Gesamtjahresniederschlag betrug im Jahr 2009 433 mm und lag damit deutlich unter dem langjährigen Mittel von 520 mm. In den Monaten März und Juni fiel jedoch jeweils überdurchschnittlich viel Niederschlag, was die Luzerneentwicklung begünstigt und zu guten Erträge bei allen drei Schnitte geführt hat. Am Schlag 6 (KPV S6M) wurde die Luzerne aufgrund eines lückenhaften Aufganges im Frühjahr 2009 nachgesät. Nach einem Schröpfschnitt konnte im diesem Jahr nur ein Schnitt geerntet werden, was den geringen Ernteertrag von 38,5 dt/ha Trockenmasse in diesem Jahr erklärt. Auch im Schlag 2 (KPV S2M) wurde der erste Schnitt der Luzerne im Jahr 2010 aufgrund eines ungleichen Aufganges und eines starken Roggendurchwuchs bei allen Düngungsvarianten schon Anfang Mai als Schröpfschnitt durchgeführt. Die zwei weiteren Luzerneschnitte in diesem Jahr ergaben nur einen Trockenmasseertrag von 38,8 dt/ha bei der Düngungsvariante 3 (Tabelle 4.1-10 im Anhang), der deutlich aber nicht statistisch abgesichert unter dem Ertrag der Düngungsvarianten 1 und 2 mit im Mittel 51,3 dt/ha lag.

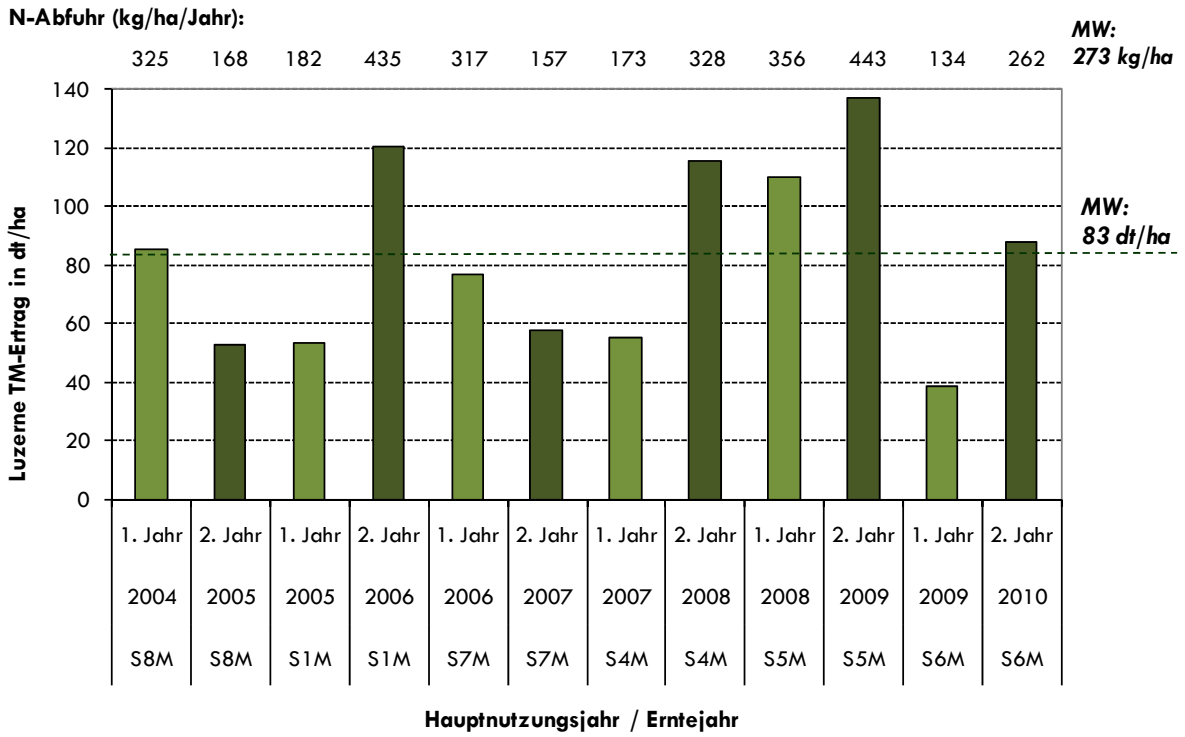

Abbildung 4.1-1: Luzerne-Trockenmasseertrag bei Schnittnutzung (DV 3) in Abhängigkeit des Erntejahres (MW...Mittelwert)

Ob die Luzerne im ersten oder zweiten Hauptnutzungsjahr stand, hatte nur geringen Einfluss, da das zur Verfügung stehende Wasser ausschlaggebend für die Ertragsbildung war. Voraussetzung dafür war aber ein guter Aufgang der Luzerne und eine entsprechende weitere Entwicklung des Bestandes bis zum ersten Schnitt im ersten Hauptnutzungsjahr. Bis zum Jahr 2008 waren die Gesamterträge über die zwei Hauptnutzungsjahre der Luzerne innerhalb eines Versuches relativ konstant, da sich in diesem Zeitraum Jahre mit ausreichend Niederschlag in der Vegetationszeit der Luzerne mit Jahren mit geringen Niederschlagsmengen abwechselten. Mit dem Jahr 2009 folgte erstmals im Untersuchungszeitraum ein Jahr mit hohem Luzerneertrag einem vorherigen ebensolchen Jahr. Der Versuch S5M wies daher in Summe über zwei Jahre bisher deutlich die höchsten Trockenmasse- und Stickstofferträge auf. Zwischen Mulch- und Schnittnutzung der Luzerne wurden in den vergangenen Jahren auf drei von vier Schlägen keine signifikanten Unterschiede festgestellt. In diesen Jahren lagen die Trockenmasse- und Stickstofferträge der Luzerne bei allen Düngungsvarianten daher auf einem ähnlichen Niveau (siehe Abbildung 4.1-1 und Tabelle 4.1-3).

Tabelle 4.1-3: Trockenmasse- und Stickstoffertrag der Luzerne (Summe aus zwei Nutzungsjahren) in Abhängigkeit der Nutzungsform der Luzerne

Jahr/KPV	2006, 2007 – S7M		2007, 2008 – S4M		2008, 2009 – S5M		2009, 2010 – S6M	
Düngungsvariante: Luzernenutzung	TM-Ertrag, dt/ha	N-Ertrag, kg/ha	TM-Ertrag, dt/ha	N-Ertrag, kg/ha	TM-Ertrag, dt/ha	N-Ertrag, kg/ha	TM-Ertrag, dt/ha	N-Ertrag, kg/ha
DV 1: Mulchnutzung	157 ab	534 ab	161 a	497 a	250 a	796 a	121 a	376 a
DV 2: Mulchnutzung	165 a	556 a	168 a	495 a	247 a	810 a	132 a	412 a
DV 3: Schnittnutzung	135 b	474 b	171 a	501 a	248 a	799 a	126 a	396 a
Mittel	152	521	167	498	248	802	126	395

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; KPV...Kleinparzellenversuch

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

In einem Dauerfeldversuch unter ähnlichen Standortbedingungen (Versuchsstation Bad Lauchstädt, Schwarzerdegebiet Sachsen-Anhang, NS: 480 mm, ∅T: 8,9 °C) lagen die Trockenmasseerträge bei Klee-Luzerne-Gras unter Schnittnutzung im viehhaltenden System im Mittel um 5,5 % über denen der Mulchnutzung im viehlosen System (Reinicke und Christen 2007). Das mittlere Ertragsniveau war mit etwa 117 dt ha^{-1} a^{-1} deutlich höher als im MUBIL-Versuch. Im Futterbausystem wurden im Mittel etwa 15 kg N ha^{-1} a^{-1} mehr fixiert als bei Mulchnutzung. Anscheinend kommen auf diesem hohen Ertragsniveau negative Effekte des Mulchens auf die Stickstoff-Fixierung und den Wiederaufwuchs des Futtergemenges stärker zum Tragen.

Bei als Mulch genutzten Kleegras- und Luzernebeständen kann durch Freisetzung von mineralisiertem Stickstoff die Fixierungsleistung von Luftstickstoff reduziert werden und es kann zu Stickstoffverlusten aus dem Mulchmaterial kommen. 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 trockenen Bedingungen in beiden Jahren keine Unterschiede im Trockenmasse- und Stickstoffertrag der oberirdischen Biomasse der Luzerne zwischen Mulch- und Schnittnutzung auf (Pietsch et al. 2007). Das mittlere Ertragsniveau lag mit 81 dt ha^{-1} a^{-1} im Bereich des MUBIL-Versuches. Die Nutzungsform hatte keinen Einfluss auf die Stickstoffbindungsleistung der Luzerne. Die gasförmigen Stickstoffverluste aus dem Mulchmaterial wurden auf 15-30 kg N ha^{-1} geschätzt, was einen Verlust von Stickstoff an der insgesamt fixierten N-Menge von ca. 10 – 20 % bedeutet.

Die Nutzungsform von einjährigem Kleegras (Mulch/Schnitt) führte auch unter Bedingungen mit höheren Jahresniederschlägen (NS: 670 mm a^{-1}, ∅T: 8,5°) am Versuchsbetrieb Lindhof in Norddeutschland zu keinen unterschiedlichen Mengen und N-Konzentrationen der Kleegras-Residuen (Dreymann et al. 2003). Das Ertragsniveau des Kleegrases war in diesem Versuch mit 55 dt ha^{-1} a^{-1} aber relativ gering.

Organische Düngung

Bis in das Erntejahr 2010 waren zwei Kleinparzellenversuche einmal und sechs Kleinparzellenversuche bereits zweimal mit Biotonnekompost und Stallmist gedüngt. Die mit Biotonnekompost und Stallmist ausgebrachten Nährstoffe Stickstoff und Phosphor und die Menge an organischer Substanz liegen im Mittel auf einem ähnlichen Niveau (Tabelle 4.1-4). Mit Stallmist wurde hingegen mehr als das 2,8-fache an Kalium gegenüber dem Biotonnekompost ausgebracht. Stallmist hat im Mittel ein geringfügig engeres C/N-Verhältnis als der Biotonnekompost. Der hohe Stickstoffgehalt im Stallmist wird 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 (Stein-Bachinger et al. 2004). Zu berücksichtigen ist, dass über die Variante Biotonnekompost zusätzlich zur Gründüngung Nährstoffe und organische Substanz von außen zugeführt werden. 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.

Bei den Düngungsvarianten 1 (Gründüngung) und 2 (Gründüngung + Biotonnekompost) blieb im Mittel der Jahre 2004 bis 2010 (alle Versuche, auch mit nur einem Luzernejahr) eine Luzernegründüngung im Ausmaß von ca. 83 dt Trockenmasse je ha und Jahr oberirdische Biomasse (entspricht 3710 kg C ha^{-1} a^{-1}) mit 277 kg N am Feld. Bei der Düngungsvariante 3 (Stallmist) wurden hingegen im Mittel der Jahre 2004 bis 2010 (alle Versuche, auch mit nur einem Luzernejahr) mit 80 dt Trockenmasse je ha und Jahr oberirdischer Biomasse (entspricht 3606 kg C ha^{-1} a^{-1}) mit 268 kg N annähernd die gleichen Mengen vom Feld abgefahren. Die Erträge der Schröpfschnitte über alle drei Düngungsvarianten in den Versuchen S6M (Jahr 2009) und S2M (Jahr 2010) wurden in diese Berechnung nicht miteinbezogen (geschätzter mittlerer Trockenmasseertrag je Schröpfschnitt: 15 dt/ha). Bei der DV3 wird zusätzlich zur Luzerneabfuhr Getreidestroh für die Einstreu von den 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.

Tabelle 4.1-4: Aufwandmengen und Nährstoffgehalte von Biotonnekompost (DV 2) und Stallmist (DV 3) in den gedüngten Kleinparzellenversuchen (KPV) – Mittelwerte aus 14 Düngungen

Düngung für Erntejahre	Düngungs-variante (DV)	Aufwandmengen, FM dt/ha	Gesamtstickstoff (N), kg/ha	Gesamtphosphor (P), kg/ha	Gesamtkalium (K), kg/ha	Organische Substanz, kg/ha	Gesamtkohlenstoff (C), kg/ha	C/N Verhältnis	N/P Verhältnis	N/K Verhältnis
2004 – 2010	DV 2: Biotonnekompost	192	172	35	120	4891	2808	16,5	5,0	1,4
2004 – 2010	DV 3: Stallmist	184	161	41	330	4503	2366	14,0	3,9	0,5

Winterweizen – Bestandesentwicklung, Ertrag und Qualität (Jahre 2009 und 2010)

Winterweizen hat eine große ökonomische Bedeutung im biologischen Landbau. Für das Erreichen guter Erträge und Qualitäten ist eine entsprechende Fruchtfolgestellung mit hoher Stickstoffversorgung wichtig. In der in Rutzendorf umgesetzten Zielfruchtfolge steht der Winterweizen nach zweijähriger Luzerne und nach Erbse. Die Luzerne wird gemäß den Düngungsvarianten entweder gemulcht und als Gründüngung genutzt (DV 1 und DV 2) oder sie wird geschnitten und vom Feld für die Futternutzung abgefahren (DV 3). Nach Erbse wird die Nährstoffzufuhr durch die Düngung mit Biotonnekompost und Stallmist erhöht. In den Tabellen 4.1-5 und 4.1-6 sind die Erträge und Proteingehalte von Winterweizen in Abhängigkeit der Vorfrucht und der Düngungsvariante der Jahre 2009 und 2010 und im Vergleich dazu auch vom Jahr 2008 dargestellt. In allen drei Jahren war die Winterweizensorte Capo mit Originalsaatgut ausgesät.

Die Nutzungsform der Luzerne beeinflusste die Erträge und Proteingehalte des nachfolgenden Winterweizens. Bei der Stallmistvariante mit Luzerneabfuhr (DV 3) wurden entweder signifikant geringere Kornerträge (Jahr 2009: KPV S4M) oder Proteingehalte (Jahr 2008: KPV S7M, Jahr 2010: S5M) im Vergleich zu den Düngungsvarianten 1 und 2 mit Luzernemulch festgestellt (Tabelle 4.1-5). Bei Schnittnutzung und Abfuhr der Luzernebiomasse wird ein wesentlicher Teil an organischer Substanz und Nährstoffen (Stickstoff, Phosphor, Kalium) von der Fläche exportiert. Die abgefahrene Stickstoffmenge von zwei Luzernejahren lag im Versuch S4M bei 501 kg/ha, im Versuch S5M aufgrund der sehr hohen Luzerneerträge sogar bei 799 kg/ha. Der Nachfrucht Winterweizen stand daher weniger Stickstoff zur Verfügung als bei Mulchnutzung der Luzerne, was im Mittel zu den geringeren Erträgen und Proteingehalten dieser Variante führte. Die in beiden Versuchen festgestellten geringeren Bestandesdichten dieser Düngungsvariante bestätigen das Ertragsergebnis (Tabellen 4.1-11 und 4-1-12 im Anhang).

Nach der Vorfrucht Luzerne hat der Winterweizen in den Jahren 2009 und 2010 aber generell hohe Rohproteingehalte, Hektolitergewichte und Fallzahlen erreicht (Tabellen 4.1-11 und 4-1-12 im Anhang), die in allen Düngungsvarianten über den geforderten Mindestwerten für Biospeiseweizen lagen (AGES 2010).

Zu berücksichtigen ist, dass die Luzerne in den Versuchen als Grünfutter (DV 3) mit geringen Werbungsverlusten geerntet wurde. Bei einer Futterwerbung als Anwelksilage oder Heu treten höhere Bröckelverluste auf und es wird dadurch weniger Stickstoff von der Fläche abgefahren. Die Werbungsverluste liegen nach Stein-Bachinger et al. (2004) in Abhängigkeit der Art der Futterwerbung bei Grünfutter zwischen 5-10 %, bei Anwelksilage zwischen 15-30 % und bei Heu in Bodentrocknung zwischen 25-50 %.

Tabelle 4.1-5: Kornertrag und Proteingehalt von Winterweizen nach Luzerne in Abhängigkeit der Luzernenutzung

Jahr/KPV	2008 – S7M		2009 – S4M		2010 – S5M	
Düngungsvariante	Kornertrag, dt/ha, 86 % TM	Protein-gehalt, %	Kornertrag, dt/ha, 86 % TM	Protein-gehalt, %	Kornertrag, dt/ha, 86 % TM	Protein-gehalt, %
DV 1: Gründüngung (GD)	62,1 a	13,9 a	46,8 a	13,6 a	55,7 a	14,5 ab
DV 2: GD + Biotonnekompost	60,0 a	13,8 a	49,3 a	13,6 a	54,7 a	14,5 a
DV 3: Stallmist	60,9 a	12,7 b	39,2 b	13,5 a	52,9 a	13,4 b
Mittel	61,0	13,4	45,0	13,6	54,4	14,2

DV 1 und DV 2: Mulchen der Luzerne als Gründüngung; DV 3: Schnitt und Abfuhr der Luzerne zur Futternutzung; KPV...Kleinparzellenversuch.

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

Nach Erbse erreichten die Düngungsvarianten 2 und 3 mit Biotonnekompost und Stallmist und damit zusätzlicher Zufuhr von Stickstoff in allen dargestellten Erntejahren höhere Erträge als die Düngungsvariante 1 ohne organischen Dünger (Tabelle 4.1-6). Statistisch gesichert waren diese Ertragsunterschiede jedoch nur im Jahr 2010 (KPV S8M), in welchem der Winterweizen bei der DV3 mit 7,5 dt/ha einen signifikant höheren Ertrag als die DV 1 und DV 2 erzielte. Im Jahr 2009 erreichte nur die DV 3 mit Stallmistdüngung den für Biospeiseweizen geforderten Mindestwert beim Proteingehalt von 12,0 %. Mit einem Proteingehalt von 11,3 % lag der Weizen der DV 1 und DV 2 unter dem Mindestwert und gilt daher trotz hoher Werte bei den Qualitätskennzahlen Hektolitergewicht und Fallzahl (Tabelle 4.1-11 im Anhang) als Futterweizen. In den Jahren 2008 bis 2010 waren neben den Werten der Fallzahlen und Hektorlitergewichte auch die Proteingehalte in allen Düngungsvarianten hoch und daher eine Vermarktung als Biospeiseweizen möglich (Tabelle 4.1-11 und 4-1-12). Die Tendenz zu höheren Proteingehalten der DV 3 vor allem gegenüber der DV 1 konnte jedoch über alle Jahre beobachtet werden.

Bemerkenswert sind die höheren Weizenerträge in den Jahren 2008 und 2009 nach Vorfrucht Erbse gegenüber der Vorfrucht Luzerne, was vor allem auf den hohen Wasserverbrauch der Luzerne und dessen limitierende Wirkung auf das Wachstum der Folgefrucht zurückgeführt wird. Auf Schlag 3 (KPV S3M) konnte darüber hinaus die Erbse im Jahr 2008 aufgrund eines Virusbefalls und starker Spätverunkrautung nicht geerntet werden. Da kein Stickstoff mit dem Erntegut von der Fläche abgefahren wurde, wird von einer guten Stickstoffversorgung des nachfolgenden Winterweizens ausgegangen. Auch bei dem Winterweizen auf Schlag 6 (KPV S6M, Jahr 2008) wird aufgrund der Vorgeschichte des Schlages mit einem geringeren Abstand zur Luzerne und geringen Erträgen der nachfolgenden Kulturen Winterweizen (aufgrund Trockenheit) und Triticale (aufgrund eines Virusbefalls) von einem hohen verbleibenden Stickstoffpotential für den Winterweizen nach Erbse ausgegangen. Im Jahr 2010 lagen die Weizenerträge nach Körnererbse im Mittel über die Düngungsvarianten unter den Erträgen des Weizens nach zweijähriger Luzernevorfrucht.

Tabelle 4.1-6: Kornertrag und Proteingehalt von Winterweizen nach Erbse in Abhängigkeit der organischen Düngung

Jahr/KPV	2008 – S6M		2009 – S3M		2010 – S8M	
Düngungsvariante	Kornertrag, dt/ha, 86 % TM	Protein-gehalt, %	Kornertrag, dt/ha, 86 % TM	Protein-gehalt, %	Kornertrag, dt/ha, 86 % TM	Protein-gehalt, %
DV 1: Gründüngung (GD)	61,6 a	14,1 a	55,7 a	11,3 a	46,0 a	13,0 a
DV 2: GD + Biotonnekompost	64,7 a	14,2 a	58,6 a	11,3 a	49,4 ab	13,7 a
DV 3: Stallmist	66,2 a	14,3 a	57,3 a	12,0 a	52,5 b	13,4 a
Mittel	64,2	14,2	57,2	11,5	49,3	13,4

DV 1: keine organische Düngung, DV 2: Düngung mit Biotonnekompost, DV 3: Düngung mit Stallmist; KPV...Kleinparzellenversuch

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

Die Ergebnisse der gemeinsamen statistischen Auswertung des Winterweizens mit den Vorfrüchten Luzerne und Erbse über die Jahre 2008 bis 2010 und in Abhängigkeit von drei Düngungsvarianten sind in Tabelle 4.1-7 dargestellt. Die Untersuchungsjahre sind bezogen auf die Niederschlagsverhältnisse im Frühjahr in der Hauptwachstumsperiode des Winterweizens als normal bis feucht einzustufen. Da das Jahr als zufälliger Faktor in das statistische Modell einging, sind die Ergebnisse als repräsentativ für diese Witterungsverhältnisse anzusehen. Bei den Einzelfaktoren Vorfrucht, Jahr und Düngungsvariante wurde kein signifikanter Einfluss auf die untersuchten Ertrags- und Qualitätsparameter des Winterweizens festgestellt. Statistisch gesichert waren die Effekte der Interaktionen Vorfrucht*Jahr und Düngungsvariante*Vorfrucht auf Kornertrag, Proteingehalt und Stickstoffertrag. Die Interaktion Vorfrucht*Jahr besagt, dass sich die Effekte der Vorfrüchte auf Erträge und Proteingehalte in Abhängigkeit von den Jahren und damit auch von den jeweiligen Schlägen und deren Vorgeschichte unterscheiden.

Tabelle 4.1-7: Signifikanzniveaus der Faktoreneffekte für die wichtigsten Ertrags- und Qualitätsparameter beim Winterweizen

Faktor	Korn-ertrag	Rohprotein-gehalt	Stickstoff-ertrag	Bestandes-dichte
Vorfrucht	0,546	0,500	0,861	0,923
Jahr	0,311	0,508	0,177	0,269
Vorfrucht * Jahr	0,002*	0,000*	0,007*	0,200
Wiederholung (Vorfrucht * Jahr)	0,187	0,022	0,159	0,126
Düngungsvariante	0,666	0,533	0,071	0,173
Düngungsvariante * Vorfrucht	0,023*	0,004*	0,004*	0,093
Düngungsvariante * Jahr	0,124	0,033*	0,629	0,812
Düngungsvariante * Vorfrucht * Jahr	0,647	0,745	0,774	0,129

*=signifikant (*P<0,05*)

Der gegenläufige Effekt der Düngungsvarianten in Abhängigkeit der Vorfrucht (Düngungsvariante*Vorfrucht) ist in der Abbildung 4.1-2 ersichtlich. Die mittleren Erträge über drei Jahre des Winterweizens der DV 1 (Gründüngung) liegen bei den Vorfrüchten Luzerne und Erbse auf gleichem Niveau, während bei der DV 3 durch die Abfuhr der Luzerne und die Stallmistdüngung nach Erbse deutliche Ertragsunterschiede zwischen den Vorfrüchten auftreten.

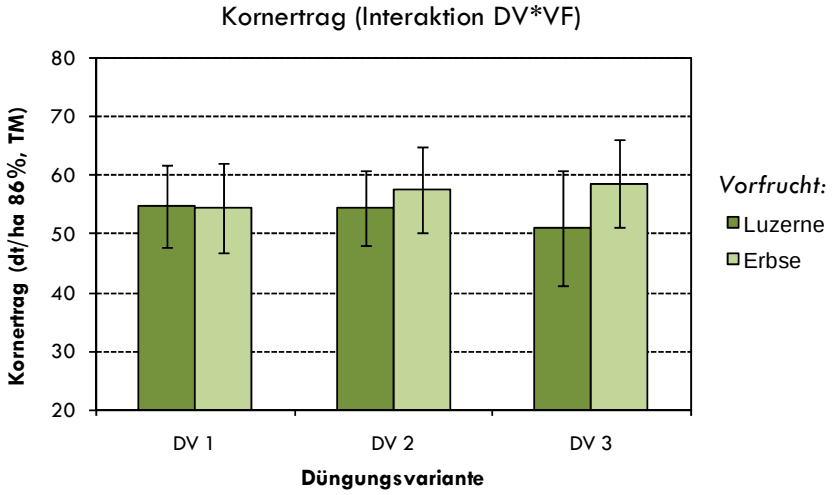

Abbildung 4.1-2: Mittlere Kornerträge von Winterweizen in Abhängigkeit der Vorfrucht (VF) und der Düngungsvariante (DV), Mittel der Jahre 2008 bis 2010

Die mittleren Rohproteingehalte der DV 1 und DV 2 nach Vorfrucht Erbse waren geringer als die Gehalte nach Vorfrucht Luzerne. Bei der DV 3 kam es aufgrund des gegenläufigen Effekts (Düngungsvariante*Vorfrucht) zu einer Annäherung in den Proteingehalten in Abhängigkeit der Vorfrucht (Abbildung 4.1-3).

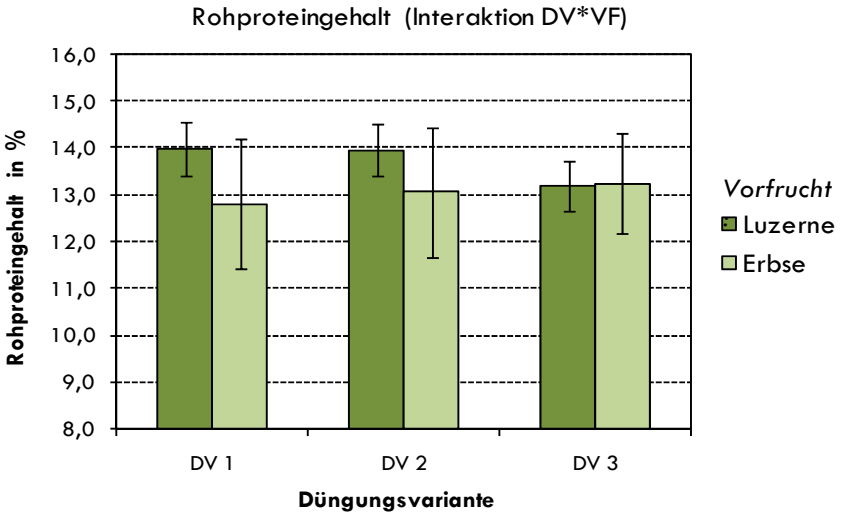

Abbildung 4.1-3: Mittlere Rohproteingehalte von Winterweizen in Abhängigkeit der Vorfrucht (VF) und der Düngungsvariante (DV), Mittel der Jahre 2008 bis 2010

Bei einer Untersuchungen in Norddeutschland unter feuchteren Standortbedingungen (NS: 670 mm a^{-1}) wurde eine signifikante Ertragsminderung im Mittel über drei Getreidearten (Winterweizen, Sommerweizen, Hafer) bei Schnittnutzung gegenüber einer Mulchnutzung von einjährigen Kleegrasbeständen als Vorfrucht festgestellt (Dreymann et al. 2003). Im Langzeit-Ackerbauversuch am Standort Gladbacherhof, Hessen, Deutschland, mit annähernd gleichem Niederschlag unterschied sich der Weizenertrag zwischen einer Futternutzung der einjährigen Vorfrucht Luzernegras und der Nutzung als Mulch im viehlosen Fruchtfolgesystem dagegen nicht (Schmidt et al. 2006).

Im Marchfeld bei etwas trockenerer Jahreswitterung als im Zeitraum 2008 bis 2010 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. Im Dauerfeldversuch von Reinicke und Christen (2007) profitierte Winterweizen als zweite Nachfrucht eines einjährigen Klee-Luzerne-Grases im viehlosen System von der Mulchnutzung des Gemenges, aber auch von der Vorfrucht Kartoffel gegenüber der Vorfrucht Silomais im viehhaltenden System, und erbrachte im Mittel eine um etwa 12 dt ha^{-1} höhere Erntemenge. Die Ergebnisse dieser Versuche deuten auf eine nur langsame Freisetzung von Stickstoff aus dem Mulch unter trockenen Standortbedingungen hin, wodurch er auch in der zweiten Folgefrucht eine bedeutende Ertragswirkung hat.

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 9 dt ha^{-1} höheren Kornertrag als Wintergerste im viehlosen System ohne Stallmistdüngung.

Marktfrüchte – Bestandesentwicklung, Ertrag und Qualität (Jahre 2009 und 2010)

Die Erträge des Winterweizens in den Jahren 2009 und 2010 sind als mittel bis hoch einzustufen. Auch die weiteren in diesen Jahren angebauten Kulturen Winterroggen, Sommergerste und Körnermais erreichten ein mittleres bis hohes Ertragsniveau (Tabelle 4.1-10 im Anhang).

Bei Körnermais ist der Einfluss der direkten Düngung der Kultur mit Biotonnekompost (DV 2) und Stallmist (DV 3) erkennbar. In beiden Versuchsjahren waren die Kornerträge dieser Varianten, vor allem der DV 3, höher als bei DV 1ohne zusätzliche organische Düngung (Tabelle 4.1-10 im Anhang). Die Ertragsunterschiede waren jedoch nicht statistisch gesichert. Im Versuch S7M (Jahr 2009) lag der Körnermaisertrag der DV 3 13 dt/ha über den mittleren Erträgen der DV 1 und DV 2. Der einheitliche Trend der Ergebnisse der letzten Jahre in diesem Kleinparzellenversuch lässt Bodenunterschiede innerhalb dieser Versuchsfläche vermuten, die die DV 3 begünstigen. Die Höhe der Ertragsunterschiede dürfte daher nicht nur allein auf die Düngung zurückzuführen sein. Der Schaderregerbefall der Maispflanzen war sowohl 2009 als auch 2010 sehr gering mit einem Anteil von Pflanzen mit Beulenbrand von jeweils unter 0,5 %, und Anteilen von Pflanzen mit Maiszünslerbefall von 3,3 % (2009) und 0,7 % (2010).

Der Winterroggen im Jahr 2010 (S3M) zeigte eine Ertragswirkung im zweiten Jahr nach der Düngung mit Stallmist (DV 3). Der Kornertrag dieser Variante war signifikant höher als der Ertrag der DV 1 (Gründüngung) (Tabelle 4.1-10 im Anhang). Winterroggen steht einerseits am Ende der achtfeldrigen Fruchtfolge am Betrieb mit schon geringerer Nährstoffversorgung und kann andererseits die organische Düngung aufgrund seines dichten Wurzelsystems besonders gut verwerten. In Kalkulationsdaten für den ökologischen Landbau wird von einer N-Nachwirkung bei Festmist im zweiten Jahr nach der Düngung von 10 % ausgegangen (KTBL 2002). Bei

Sommergerste, welche in der Fruchtfolge ebenfalls im zweiten Jahr nach einer organischen Düngung steht, waren hingegen in beiden Jahren die Unterschiede im Kornertrag zwischen den Düngungsvarianten gering und nicht signifikant.

Bei der Bestandesdichte und –höhe und bei den Qualitätsparametern der Kulturen Körnermais, Winterroggen und Sommergerste traten in beiden Jahren keine gesicherten Unterschiede zwischen den Düngungsvarianten auf (Tabelle 4.1-11 und 4-1-12 im Anhang).

Die Körnererbse im Versuch S8M (Jahr 2009) erzielte im Mittel über drei Düngungsvarianten einen Kornertrag von 10,5 dt/ha. Im Versuch S1M (Jahr 2010) wurde im Mittel über vier Düngungsvarianten mit 26,2 dt/ha der 2,5-fache Ertrag des Vorjahres geerntet (Tabelle 4.1-10 im Anhang). Körnerleguminosen, wie Erbsen, sind im biologischen Landbau aufgrund des Schaderreger- und Beikrautdrucks schwierig zu kultivieren und weisen hohe Ertragsschwankungen auf. Der mittlere Hektarertrag der Körnererbse von Biomarktfruchtbetrieben in Österreich lag im Mittel der Jahre 2003 bis 2010 bei 13,6 dt/ha. Die Jahreserträge dieser Betriebe schwankten zwischen 5,5 und 17,1 dt/ha (Quelle: BMLFUW, Grüner Bericht 2006 und 2011). Nur im Versuch S1M wurde ein signifikanter Unterschied in der Kornertragshöhe zwischen den Düngungsvarianten festgestellt, der Erbsenertrag der DV 4 (Biogasgülle) lag statistisch gesichert über dem Ertrag der DV 1 (Gründüngung).

Einfluss der Düngungssysteme auf die Fruchtfolgeerträge

In der Abbildung 4.1-4 wird die Ertragswirkung (angegeben in Getreideeinheiten, BMELV 2011) der organischen Düngung im Erntejahr der gedüngten Kultur zusammengefasst und getrennt für Winterweizen bzw. Wintergetreide und für Körnermais dargestellt. Bei Wintergetreide ist der tendenziell positive Ertragseffekt der Düngung mit Biotonnekompost (DV2) und vor allem mit Stallmist (DV3) erkennbar. Eine direkte Düngung mit Biotonnekompost und Stallmist brachte im Mittel der Jahre 2008 bis 2010 einen um 6 % bzw. 8 % höheren Kornertrag bei Winterweizen im Vergleich zur DV1 (nur Gründüngung).

Ähnliche Ertragseffekte zeigt auch die Auswertung über die Jahre 2004 bis 2010 bei Wintergetreide. Bei Körnermais führte die Düngung mit Biotonnekompost zu keiner Ertragssteigerung bzw. mit Stallmist zu einer Ertragssteigerung im Ausmaß von 2 % (2006 bis 2010) und 5 % (2008 bis 2010). Die Unterschiede in der Ertragswirkung der organischen Düngung zwischen Körnermais und Winterweizen werden auf ihre Fruchtfolgestellung und dadurch bedingte Nährstoffversorgung zurückgeführt. Körnermais steht im zweiten Jahr, Winterweizen im fünften Jahr nach der zweijährigen Luzerne. Die zusätzliche Nährstoffzufuhr wird vom Winterweizen daher stärker in Ertrag umgesetzt als von Körnermais.

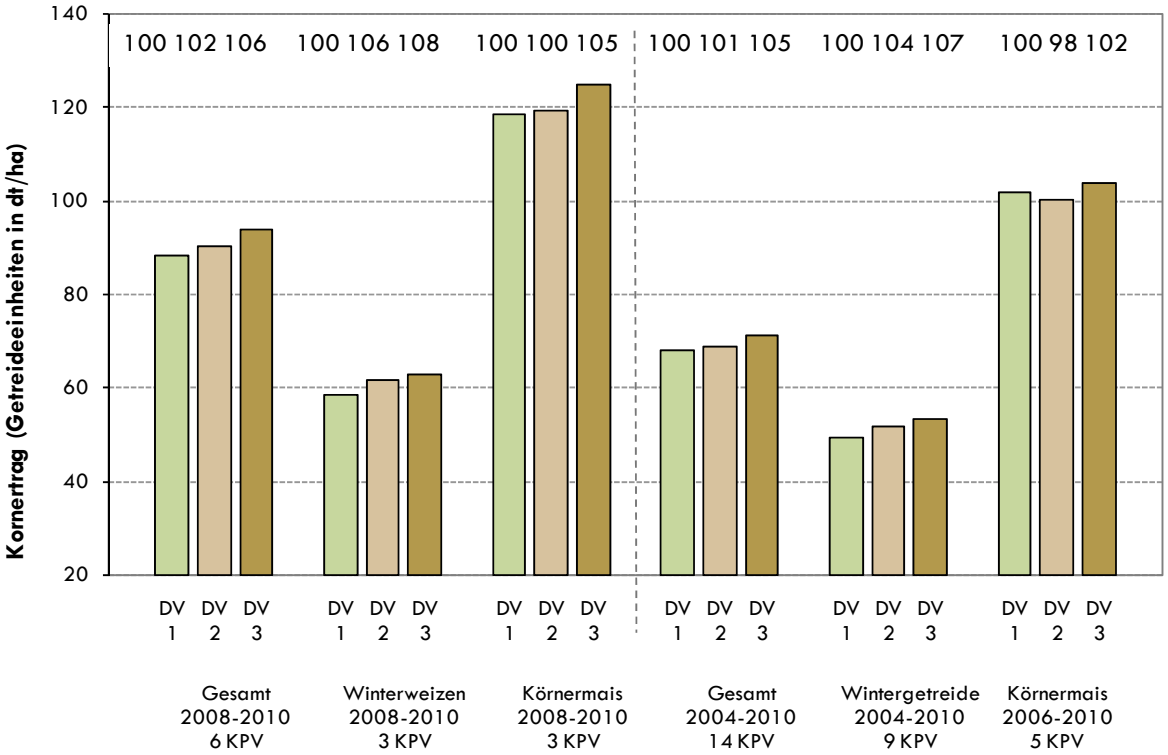

Abbildung 4.1-4: Ertragswirkung von Biotonnekompost und Stallmist im Erntejahr der gedüngten Kultur (Düngung jeweils im Herbst vor dem Erntejahr von Wintergetreide und Körnermais, alle Ertragsangaben in der Abbildung sind in Getreideeinheiten)

Die gesamte Wirkung der Düngungssysteme wird ersichtlich, wenn man die Erträge aller Druschfrüchte eines Jahres zusammenfasst (Abbildung 4.1-5). Bei dieser Berechnung werden die Effekte der Luzernenutzung und der organischen Düngung sowohl im Erntejahr der gedüngten Kulturen als auch in den Folgejahren miteinbezogen. Die Jahre 2008 bis 2010 zeigten einen einheitlichen Trend in der Ertragswirkung der Systeme. Die mittleren Erträge der Druschfrüchte dieser Jahre lagen bei der Variante 2 (Biotonnekompost) mit 1 % und bei der Variante 3 (Stallmist) mit 3 % geringfügig über den Gesamterträgen der Variante 1, die nur auf Gründüngung beruht. Wird der Erhebungszeitraum von 2004 bis 2010 betrachtet, ergibt sich ein ähnliches Bild mit ausgeglichenen Erträgen über die Varianten 2 und 3 und leichten Ertragsvorteilen (jeweils +2 %) dieser Systeme gegenüber der Variante 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 und Mistkompost eine gute Stickstoffwirkung (Mineralisierungseigenschaft) zu, was bedeutet, dass ein hoher Anteil des mit dem Rottemist gedüngten Stickstoffs von den Pflanzen aufgenommen wird.

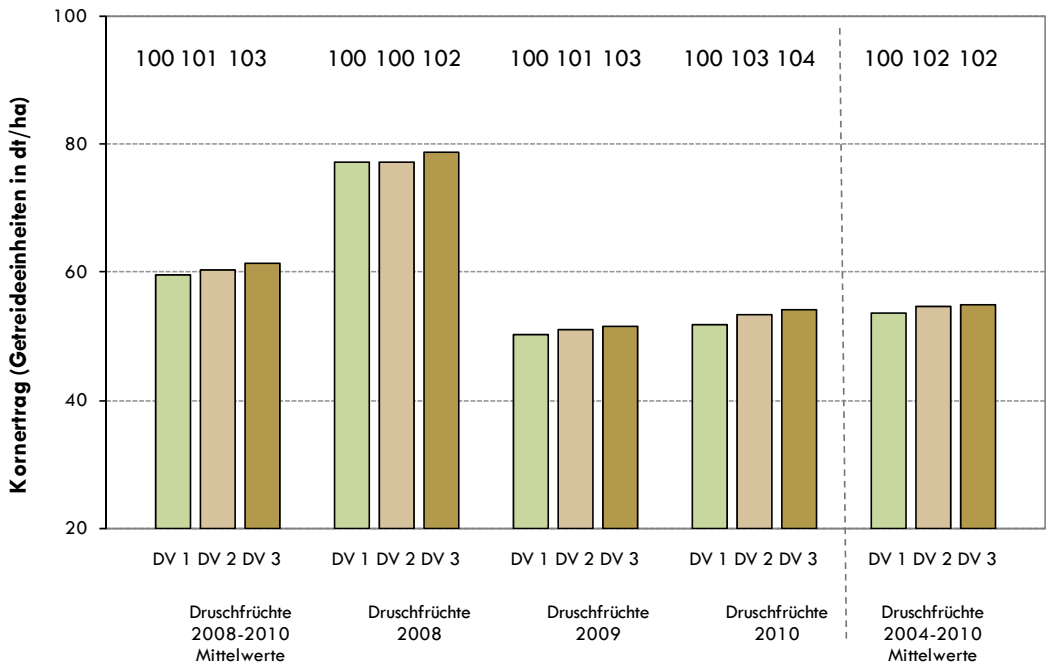

Abbildung 4.1-5: Mittlerer Erträge aller Druschfrüchte der Jahre 2008 bis 2010 und 2003 bis 2010 in Abhängigkeit des Düngungssystems (Wirkungen der Luzernenutzung und der organischen Düngung)

Die Fruchtfolgeerträge in Getreideeinheiten waren im Dauerfeldversuch am Standort Bad Lauchstädt auf ähnlichem Niveau (Reinicke und Christen 2007). Viehhaltende Bewirtschaftung erbrachte im Mittel eine um etwa 10 dt GE ha^{-1} höhere Fruchtfolgeleistung als viehlose Bewirtschaftung. Diese Differenzierung lässt sich vor allem auf die geringere Produktivität und Stickstoff-Fixierungsleistung des Klee-Luzerne-Grases und die damit verbundene geringere Düngerwirkung bei Mulchnutzung und die Möglichkeit eines differenzierten Stickstofftransfers innerhalb der Fruchtfolge im viehhaltenden System zurückführen.

Mit dem Biotonnekompost wurden bei zweimaliger Düngung innerhalb der Zielfruchtfolge ca. 43 kg N je Hektar und Jahr in den Boden eingebracht. Trotz dieser zusätzlichen N-Zufuhr in das Betriebssystem ist die Düngewirkung von Biotonnekompost bisher jedoch nur tendenziell erkennbar und die Ertragssteigerung über die gesamte Fruchtfolge als gering einzustufen. Gründe dafür sind, dass der Stickstoff im Biotonnekompost zum überwiegenden Teil organisch gebunden ist, zum großen Teil in den Bodenstickstoffvorrat eingebunden und nur langsam pflanzenverfügbar wird. So stehen den Pflanzen nur ca. 5 – 10 % des Gesamtstickstoffs im Biotonnekompost im Anwendungsjahr zur Verfügung (Stein-Bachinger et al., 2004) und in den Folgejahren liegen die Werte darunter. Weiters machen der generell relativ hohe Stickstoffgehalt des Bodens und die positive Stickstoffbilanz der Fruchtfolge vor allem aufgrund der Futterleguminose Luzerne, die Stickstoffeffekte durch die Kompostdüngung schwer erkennbar.

Ein ähnlicher Effekt trat auch im Kompostdüngungsversuch STIKO in der Lobau nähe Wien auf. Hier wurde über eine zehnjährigen Fruchtfolge ohne Leguminosen als Hauptfrucht mit mittleren jährlichen Stickstoffgaben über Mineraldünger von 40,5 kg/ha und zusätzlichen mittleren jährlichen Kompostgaben von 90 dt/ha eine Ertragssteigerung nur durch die Kompostdüngung von 2 % erreicht. Bei alleiniger Kompostdüngung mit dieser Ausbringungsmenge belief sich die

Ertragssteigerung jedoch auf 7 % im Vergleich zu einer nicht gedüngten Kontrollvariante (Erhart et al. 2005). Im Vergleich zu MUBIL wurde aber Mineraldünger eingesetzt und es waren keine Futterleguminosen in die Fruchtfolge integriert. Mineraldünger machen Ertragseffekte sofort ersichtlich, während bei organischen Düngern über längerfristige Umbauprozesse im Boden erst deren Bedeutung erkennbar wird. Mit wiederholten organischen Düngergaben wird pflanzenverfügbarer Düngerstickstoff im Boden angereichert und dadurch die N-Verwertung durch die Pflanzen stark erhöht (Gutser et al. 2005).

Dass nach einem Fruchtfolgedurchlauf die Unterschiede zwischen Bewirtschaftungssystemen wie im Versuch MUBIL noch gering sein können, wurde auch in anderen Langzeitversuchen festgestellt. Ein Ergebnis des Dauerfeldversuchs in Bad Lauchstädt nach einer Fruchtfolgerotation war, dass diese Phase hauptsächlich Aussagen über die Umstellung von konventioneller auf biologische Bewirtschaftung lieferte. Erst mit zunehmender Laufzeit waren die Wirkungen der untersuchten Fruchtfolge- bzw. Anbausysteme deutlicher ausgeprägt (Reinicke und Christen 2007). Auch beim DOK Versuch in der Schweiz, bei dem seit 1978 unterschiedliche Anbauverfahren (biologisch-dynamisch, organisch-biologisch, konventionell, ungedüngt) verglichen werden, waren die Unterschiede in den Erträgen und Bodeneigenschaften in der ersten Fruchtfolgeperiode meist noch gering. Erst mit den Untersuchungen über weitere Fruchtfolgeperioden kam es zu stärkeren Differenzierungen zwischen den Anbauverfahren (Fliessbach et al. 2000, Mäder et al. 2002).

Erträge Getreide und Körnererbse (Jahr 2011)

Das Erntejahr 2011 ist in Bezug auf die Erträge der Druschfrüchte als Rekordjahr zu bezeichnen. In den Kleinparzellenversuchen wurden bei Winterweizen, Sommergerste und Körnererbse die höchsten Kornerträge seit dem ersten Erhebungsjahr 2003 erzielt. Die Erträge der Düngestreifen stimmen gut mit den Erträgen in den KPV überein und bestätigen das hohe Ertragsniveau in diesem Jahr (Tabelle 4.1-8). Im Vergleich dazu fielen die Winterroggenerträge mit Erträgen unter dem durchschnittlichen Betriebsniveau des Roggens der vergangenen Jahre deutlich ab. Als Erklärung dafür wird eine längere Trockenperiode im Frühjahr 2011 angesehen, die zeitlich für die Entwicklung des Winterroggens ungünstig war. Die weiteren Kulturen erhielten eine ausreichende Wasserversorgung in den wichtigen Wachstumsphasen zur Ausschöpfung ihres Ertragspotentials. Die Erträge des Winterweizens in der Referenzparzelle S1G (biologische Bewirtschaftung, geringe Bonität, Schlag 1) und des Winterdurums auf der konventionellen Referenzparzelle SK (mittlere Bonität) waren mit 54,6 dt/ha bzw. 56,2 dt/ha gut, erreichten aber nicht das Niveau des Winterweizens in den Kleinparzellenversuchen.

Für eine genaue Beurteilung des Einflusses der Düngungsvarianten in diesem Jahr werden noch die Ergebnisse der Qualitätsuntersuchungen zu Winterweizen und die Körnermaiserträge abgewartet. Bei Winterweizen nach Erbse im KPV S1M waren die Ertragsunterschiede zwischen den Düngungsvarianten gering. Aufgrund der sehr hohen Kornerträge werden größere Differenzen beim Proteingehalt der Varianten erwartet, da der Stickstoff beim Proteingehalt durch den Verdünnungseffekt zum begrenzenden Faktor wird. Mit der Düngung mit Biotonnekompost, Stallmist und Biogasgülle erhielt der Winterweizen im Versuch S1M im Vergleich zur Gründüngungsvariante zusätzlichen Stickstoff in vergleichbarem Ausmaß aber mit unterschiedlicher Verfügbarkeit hinsichtlich Zeitpunkt und Menge (DV2-Biotonnekompost: 160 dt/ha mit 157 kg N/ha, DV3-Stallmist: 182 dt/ha mit 137 kg N/ha, DV4-Biogasgülle: 45 m^3/ha mit 131 kg N/ha).

Tabelle 4.1-8: Kornerträge (dt/ha, 86 % Trockenmasse) des Jahres 2011 in den Kleinparzellenversuchen und Düngestreifen

Kultur		Winter-weizen VF Luzerne		Sommer-gerste		Körner-erbse		Winter-weizen VF Erbse		Winter-roggen	
Ebene	DV	KPV/S	dt/ha	KPV/S	dt/ha	KPV/S	dt/ha	KPV/S	dt/ha	KPV/S	dt/ha
KPV	DV1	S6M	69,9	S4M	54,4	S7M	28,2	S1M	69,7	S8M	29,9
	DV2	S6M	68,4	S4M	57,7	S7M	26,4	S1M	71,8	S8M	31,0
	DV3	S6M	62,8	S4M	56,1	S7M	31,0	S1M	71,2	S8M	31,2
	DV4							S1M	71,4		
Mittel		S6M	67,0	S4M	56,1	S7M	28,5	S1M	71,0	S8M	30,7
Dünge-streifen	DV1	S6	64,3	S4	51,8	S7	35,4	S1	64,9	S8	35,9
	DV2	S6	64,5	S4	57,7	S7	33,8	S1	68,8	S8	36,9
	DV3	S6	58,4	S4	54,7	S7	- *	S1	84,8	S8	40,2
Mittel		S6	62,4	S4	54,7	S7	34,6	S1	72,8	S8	37,7

DV: Düngungsvariante: DV 1: Gründüngung, DV 2: GD + Biotonnekompost, DV 3: Stallmist, DV 4: Biogasgülle; KPV… Kleinparzellenversuch; VF: Vorfrucht; S…Schlag; Kultur…die Kultur wurde vor dem Anbau mit Biotonnekompost (DV 2), Stallmist (DV 3) und Biogasgülle (DV 4) gedüngt

Ertragseinfluss einer Hecke auf die angrenzende Ackerfläche

Die Ertragshöhe des Winterroggens im Jahr 2009 (Abbildung 4.1-6) war, so wie im Jahr 2007, in dem ebenfalls Winterroggen auf dem Schlag stand, nicht von der Hecke beeinflusst. Bei den Qualitätsparametern Tausendkorn- und Hektolitergewicht wurde hingegen im Jahr 2009 ein signifikanter Einfluss der Hecke festgestellt (Abbildung 4.1-7 und 4.1-8 im Anhang). Die Werte beider Parameter stiegen kontinuierlich von der geringsten Heckenentfernung bis zu dem am weitesten von der Hecke entfernten Messbereich an. Trotz des höheren Tausendkorngewichts mit zunehmendem Heckenabstand blieb der Kornertrag konstant. Es wird angenommen, dass die Bestandesdichte in Heckennähe höher war und mit zunehmender Entfernung zur Hecke abnahm. In den verschiedenen Heckenentfernungen kam es zu einem Ausgleich des Ertragsniveaus durch die beiden Ertragskomponenten Bestandesdichte und Tausendkorngewicht. Im Jahr 2007 hatte die Hecke keinen Einfluss auf das Tausendkorn- und Hektolitergewicht des Winterroggens.

Eine Begründung für die Ertragsstabilität des Winterroggens wird darin gesehen, dass er sein Ertragspotential schon früh in der Vegetationsperiode festlegt, gut verwurzelt ist und damit die Winterfeuchtigkeit optimal ausnutzen kann, wodurch er weniger unter der Vorsommerdürreperiode leidet. Die Witterung in den Monaten März bis Mai der Jahre 2007 und 2009 war sehr ähnlich. In beiden Jahren waren diese Monate überdurchschnittlich warm, die Niederschlagsummen lagen vor allem im Jahr 2007 deutlich unter dem langjährigen Mittel. Die Niederschläge in den Monaten Jänner bis März entsprachen im Jahr 2007 dem langjährigen Mittel, im Jahr 2009 fiel um ca. 30 % mehr Niederschlag als im langjährigen Durchschnitt dieser Monate (Gerersdorfer 2010).

In beiden Jahren konnten mit 37,3 dt/ha (2007) und 39,0 dt/ha (2009) im Mittel über alle Heckenentfernungen ähnliche und gute Winterroggenerträge erreicht werden.

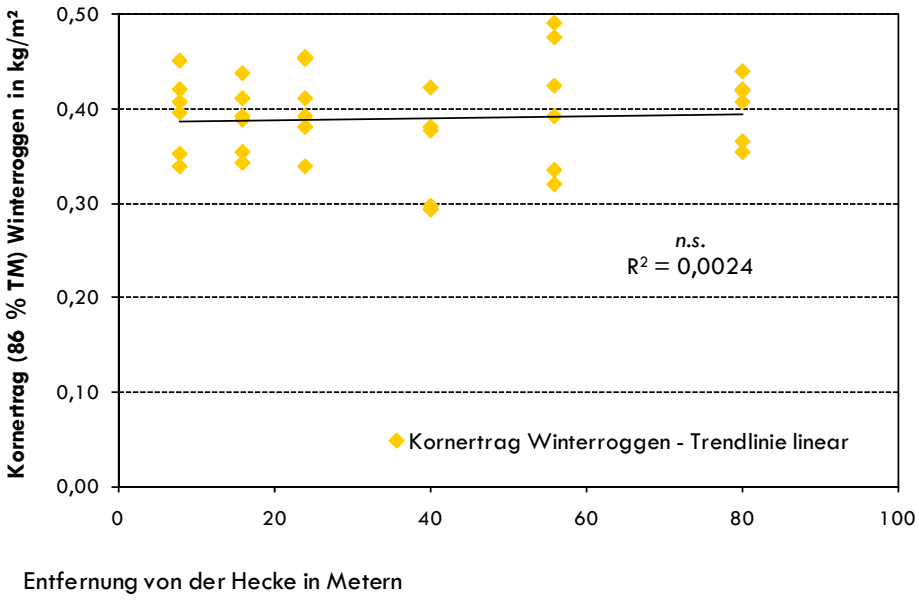

Abbildung 4.1-6: Kornertrag Winterroggen Ernte 2009 in Abhängigkeit von der Entfernung zur Hecke

Im Gegensatz zum Winterroggen stieg in den Jahren 2004 bis 2006 bei Luzerne, Winterweizen und Sonnenblumen der Ertrag mit zunehmender Nähe zur Hecke an. Diese Ertragssteigerung wurde in einen mittleren Mehrertrag bis zu einem Bereich von 80 m Entfernung zur Hecke umgerechnet. Die Berechnungen ergaben im Vergleich zu einem ungeschützten Feld Mehrerträge von 8,9 % bei Winterweizen, 9,7 % bei Luzerne und 23,7 % bei Sonnenblumen. Bei der Sonnenblume lag der Mehrertrag bei über 8,0 dt/ha. Der Einflussbereich der Hecke war unterschiedlich und reichte bis ca. 35 Meter (4-fache Heckenhöhe) bei Winterweizen und bis zu ca. 80 Meter (10-fache Heckenhöhe) bei Luzerne und Sonnenblumen. Ergebnisse aus der Literatur (Mazek-Fialla 1967, Bruckhaus und Buchner 1995, Möndel 2008) zeigen ähnliche Ertragssteigerungen und Einflussbereiche durch Hecken, deuten aber auch auf große Schwankungsbereiche in Abhängigkeit der Kultur, des Standorts und der vorherrschenden Witterung hin. Im Jahr 2008 waren Erbsen angesät. Ein Virusbefall führte zu einem nesterweisen Absterben der Erbsenpflanzen und zu einer starken Ertragsminderung, wodurch die Ertragserhebungen beeinflusst wurden.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Einfluss der biologischen Bewirtschaftung und der Düngungssysteme auf den Pflanzenertrag

- In den Jahren 2009 bis 2011 wurden mit allen Düngungssystemen mittlere bis hohe Erträge, und 2009 und 2010 auch entsprechende Qualitäten erreicht (die Qualitätsparameter der Ernte 2011 waren bei der Berichtlegung noch nicht ausgewertet). Die in allen Systemen unter den gegebenen Standortbedingungen erzielten hohen Erträgen, führen wir unter längerfristigen Gesichtspunkten einerseits auf die am Betrieb umgesetzte achtfeldrige Fruchtfolge mit entsprechendem Leguminosenanteil zurück (25 % Luzerne und 12,5 % Erbse). Andererseits hatte das Wasserangebot während der Vegetationsperiode in den drei Untersuchungsjahren zu den ansprechenden Erträgen beigetragen.

  Ist eine gute Wasserversorgung nicht gegeben, können die Erträge wesentlich geringer ausfallen (trockene Jahre 2005 und 2007). In diesen Jahren mit geringen Frühjahrsniederschlägen hatte sich der hohe Wasserverbrauch der Luzerne ertragsmindernd auf den nachfolgenden Winterweizen ausgewirkt. Um diesen Wasserentzug der Luzerne über die Sommermonate zu vermindern, wird ein frühzeitiger Umbruch der mehrjährig angebauten Luzerne im Trockengebiet empfohlen. Demgegenüber ist unter niederschlagsreicheren Bedingungen dem Stickstoffauswaschungsrisiko nach Luzerneumbruch über einen Zwischenfruchtanbau vor dem nachfolgenden Winterweizen entgegenzuwirken.

- Über die gesamte Fruchtfolge und vor allem bei Winterweizen innerhalb der Fruchtfolge traten Ertragsunterschiede zwischen den Düngungssystemen auf.

  Der Einfluss der Luzernenutzung auf den nachfolgenden Winterweizen hat sich auch in den Jahren 2009 und 2010 bestätigt. Die Schnittnutzung und Abfuhr der gesamten Biomasse und des darin enthaltenen Stickstoffs einer zweijährigen Luzerne (DV 3) führten zu einem signifikant geringeren Weizenertrag (Jahr 2009) bzw. Proteingehalt (Jahr 2010) im Vergleich zum Mulchen der Luzerne und Belassen der Biomasse am Feld (DV 1 und DV 2). Bei Mulchnutzung kommt es bei guter Entwicklung und hohen Erträgen in beiden Luzernejahren zu einer Akkumulation von großen Stickstoffmengen, die in den Folgefrüchten wirksam werden aber auch ein Potential für Stickstoffverluste durch Verlagerung in tiefere Bodenschichten und Ausgasung aus dem Mulchmaterial darstellen. Hier ist ein Mittelweg für beide Fälle durch eine Kombination aus Schnitt- und Mulchnutzung der Luzerne zu empfehlen. Einerseits die Reduktion der Luzerneabfuhr bei Schnittnutzung, sodass z.B. nur der erste und ertragreichste Schnitt geerntet wird, andererseits eine bessere Verteilung des hohen Anfalls an organischer Substanz und Stickstoff von der Luzerne innerhalb der Fruchtfolge bei der Mulchnutzung.

  In Winterweizen nach Erbse wurden tendenziell positive Effekte auf Ertrag und Proteingehalt durch die Stallmistdüngung (DV 3) festgestellt. Dieser positive Ertragseinfluss trat auch bei der Düngung des Körnermais mit Stallmist auf, der im zweiten Jahr nach der zweijährigen Luzerne steht, war aber weit weniger deutlich als bei einem Winterweizen mit einem größeren Abstand zur Luzerne in der Fruchtfolge. Bei Biotonnekompost (DV 2) war ebenfalls eine Düngewirkung zu Winterweizen erkennbar, jedoch nicht zu Körnermais. Diese Ergebnisse sprechen ebenfalls für eine teilweise Umverteilung des organischen Düngers aus Luzerne bzw. für zusätzliche Düngergaben (z.B. mit Biotonnekompost) zu Kulturen mit einer weniger bevorzugten Stellung in der Fruchtfolge zur Ertrags- und Qualitätssicherung.

Die Umverteilung eines Teiles des Luzerneaufwuchses in viehlosen Betrieben ist durch verschiedene Möglichkeiten denkbar: durch Aufnahme bzw. Häckseln der Luzerne und direkte Einbringung auf einem anderen Schlag, durch die Abfuhr und energetische Verwertung in einer Biogasanlage mit Rückfuhr der „Biogasgülle“ auf andere Schläge, durch eine Zusammenarbeit mit einem viehhaltenden Betrieb und den Austausch von Luzerne gegen Stallmist oder durch Kompostierung der Luzerne mit Stroh oder einem strohreichen Pferdemist und Rückfuhr des Komposts auf andere Schläge.

Bei den Überlegungen müssen der höhere Arbeitsaufwand und Energiesatz, mögliche Nährstoffverluste und die Auswirkungen auf Ertrag und Bodeneigenschaften durch die unterschiedlichen Düngungsformen berücksichtigt und untersucht werden. Der Ersatz der zweijährigen Luzerne durch zweimal eine einjährige Luzerne in der Fruchtfolge ist aufgrund ihrer schwierigen Etablierung im Trockengebiet, möglicher Fruchtfolgekrankheiten bei kürzeren Anbauabständen und den geringeren Leistungen in Bezug auf Bodenruhe, Beikrautunterdrückung, Humusaufbau sowie deren schwächere und weniger tiefere Durchwurzelung nicht zu empfehlen.

- Die Gesamterträge der Fruchtfolge (in Getreideeinheiten) über den Zeitraum 2004 bis 2010 lagen bei der DV 2 (Gründüngung + Biotonnekompost) und DV 3 (Stallmist) jeweils 2 % über dem Ertrag der DV 1 (nur Gründüngung). Beim System 2 werden zusätzliche Nährstoffe und organische Substanz von außen in den Betriebskreislauf eingebracht, während es sich beim System 3 um einen innerbetrieblichen Kreislauf handelt. Über diesen Kreislauf (Tierhaltung sowie Lagerung und Aufbereitung des Stallmistes) kommt es zu Verlusten an organischer Substanz und Stickstoff mit einer geringeren Rückführung auf die Flächen als mit der Luzernemulchvariante (DV 1) zu erwarten ist. Eine direkte Düngergabe von Stallmist (DV 3) zu Körnermais und Winterweizen führte im Mittel zu höheren Erträgen dieser Kulturen als die Düngung mit Biotonnekompost (DV 2). Es wird angenommen, dass der Düngerstickstoff des Biotonnekompostes Großteils in den Humusvorrat des Bodens eingebunden wurde und bisher vor allem zum Aufbau der Bodenfruchtbarkeit diente.

- Die bisherigen Ergebnisse lassen folgende Entwicklungen des Summenfaktors Bodenfruchtbarkeit vermuten: Erhöhung des Stickstoffmineralisationspotentials, der bodenbiologischen Aktivität und dadurch der Aggregatstabilität, der Humusgehalte und damit einhergehend erhöhte Wasserspeicherfähigkeit; verringerte Lagerungsdichte und verbessertes Infiltrationsvermögen des Bodens. Entscheidend dabei ist die Entwicklung der Humusqualität und -menge, ausgedrückt über die Faktoren C- und N-Speicherung, N-Mineralisierung und Wasserspeicherung. Gerade bei diesen Eigenschaften sind die Wirkungen nur langfristig feststellbar, da Veränderungen der Humusgehalte nur sehr langsam erfolgen.

  Inwieweit sich die jeweiligen Düngungssysteme auf die Bodenfruchtbarkeit auswirken, ist bislang nicht abschließend beantwortet, einerseits da sich die Systeme durch die eingebrachten organischen Dünger (Gründüngung, Biotonnekompost, Rottemist) in Menge, Qualität und Verteilung unterscheiden, andererseits da der Humusgehalt noch am Ansteigen ist und sich noch nicht auf einem neuen Niveau eingependelt hat. Die Untersuchung der genannten Bodeneigenschaften hat daher in der nächsten MUBIL Forschungsperiode bzw. nach 10 Jahren biologischer Bewirtschaftung höchste Priorität.

Ertragseinfluss von Hecken als Bodenschutzanlagen

- Winterroggen hat sich in zwei Versuchsjahren als sehr ertragsstabil erwiesen. Im Gegensatz zu anderen Kulturen wurde kein Ertrag steigernder Effekt der Hecke nachgewiesen. In beiden Untersuchungsjahren gab es bis März mittlere bis überdurchschnittliche Niederschlagssummen, danach folgte ein warmes und trockenes Frühjahr. Es hat sich bestätigt, dass der Winterroggen aufgrund seiner frühen Entwicklung und guten Wurzelleistung die Winterfeuchtigkeit optimal nutzen kann und daher von Trockenheit im Frühjahr weniger beeinflusst wird. Der Heckeneinfluss auf den Winterroggenertrag ist daher aufgrund seiner spezifischen Wachstumsqualitäten gering, allenfalls in sehr trockenen Jahren gegeben.

- In den Vorjahren wurde dagegen bei Luzerne, Sonnenblumen und Winterweizen ein Ertragseinfluss der Hecke festgestellt. Das Ausmaß der Ertragssteigerung und die Reichweite des Einflusses der Hecke hängen damit ganz wesentlich von der angebauten Kultur und der Jahreswitterung ab. Vor allem bei der Sommerkultur Sonnenblume war eine deutliche Ertragssteigerung durch die Hecke erkennbar. Die Vegetationszeit der Sonnenblume liegt hauptsächlich in Monaten mit hoher potentieller Verdunstung. Für diese Kultur hat die Hecke daher große Bedeutung als Windschutz zur Verminderung der Evapotranspiration. Winterweizen hat ein schwächeres Wurzelsystem und einen höheren Wasserbedarf als Winterroggen. Über die Ertragswirksamkeit einer Hecke auf die Kulturen in der angrenzenden Ackerfläche entscheidet ein Faktorenkomplex aus Vegetationszeit, Wasserbedarf und Wurzelsystem der Kulturen sowie Temperatur und Niederschlagsverteilung. Die Ergebnisse bestätigen die Notwendigkeit der Ertragserhebungen über mehrere Jahre und in verschiedenen Kulturen. Um den gesamten Einflussbereich der Hecke beurteilen zu können, sollte neben dem Leebereich auch der Luvbereich der Hecke untersucht werden.

LITERATURVERZEICHNIS

AGES (2010): Österreichische beschreibende Sortenliste 2010, Landwirtschaftliche Pflanzenarten. Schriftenreihe 21/2010. Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH (Hrsg.), Wien.

BMELV (2011): Statistisches Jahrbuch Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 2010. NW-Verlag, ISBN 978-3-86918-098-4

BMLFUW (2006): Grüner Bericht 2006. 47. Auflage. Hrsg.: BMLFUW, Wien.

BMLFUW (2011): Grüner Bericht 2011. Bericht über die Situation der österreichischen Land- und Forstwirtschaft. 52. Auflage, www.gruenerbericht.at. Hrsg.: BMLFUW, 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-Wilhems-Universität Bonn. Verlag Dr. Köster, Berlin.

Bruckhaus, A. und Buchner, W. (1995): Hecken in der Agrarlandschaft: Auswirkungen auf Feldfrucht-ertrag und ökologische Kenngrößen. Ber.Ldw. 73: 435-465.

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.

Dreymann, S.; Loges, R. und Taube, F. (2003) Einfluss der Kleegras-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.

Erhart, E., Hartl, W. und Putz, B. (2005): Biowaste compost affects yield, nitrogen supply during the vegetation period and crop quality of agricultural crops. European Journal of Agronomy 23, 305-314.

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).

Gerersdorfer, Th. (2010): Schriftliche Mitteilung.

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.

KTBL (2002): Ökologischer Landbau: Kalkulationsdaten zu Ackerfrüchten, Feldgemüse, Rindern, Schafen und Legehennen. 1. Auflage. Darmstadt. KTBL-Sonderveröffentlichung 43, 359 S.

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.

Mazek-Fialla, K. (1967): 10 Jahre Bodenschutz in Niederösterreich. Die Bodenschutzmaßnahmen und ihre wirtschaftlichen Auswirkungen. Österreichischer Agrarverlag Wien.

Möndel A. (2007): Ertragsmessungen in Winterroggen - der Ertragseinfluss einer Windschutzanlage in der oberrheinischen Tiefebene. Verbundprojekt: agroforst - neue Optionen für eine nachhaltige Landnutzung.http://www.agroforst.uni-freiburg.de/download/ertrag_winterroggen.pdf (03.10.2008)

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., Claupein, 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.

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.

Tabelle 4.1-9: Qualitätsparameter Winterweizen Ernte 2009 und 2010 in den Düngestreifen

Jahr	Schlag	Kultur	DV	Rohprotein, %	Hektoliter-gewicht, kg	Fallzahl, sec.	TKG, g 86% TS
2009	S4	Winterweizen VF Luzerne	DV 1	13,9	82,6	454	32,6
	S4		DV 2	13,8	82,0	460	34,6
	S4		DV 3	13,7	82,3	455	31,6
2009	S3	Winterweizen VF Erbse + org. Düngung	DV 1	12,1	83,6	426	36,6
	S3		DV 2	12,5	83,6	408	38,8
	S3		DV 3	12,8	84,4	412	37,3
2010	S5	Winterweizen VF Luzerne	DV 1	14,9	83,5	439	34,3
	S5		DV 2	14,3	83,9	441	36,4
	S5		DV 3	14,0	84,1	446	36,8
2010	S8	Winterweizen VF Erbse + org. Düngung	DV 1	13,0	84,7	433	38,7
	S8		DV 2	13,3	84,1	432	37,7
	S8		DV 3	13,2	84,1	446	38,7

Tabelle 4.1-10: Erträge in den Kleinparzellenversuchen in Abhängigkeit des Erntejahres (2008 bis 2010), der Fruchtfolge und der organischen Düngung

Erntejahr		2008					2009					2010				
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		134,3	a	5,5	H		26,3	a	3,5	H		23,6	a	2,3	H
	DV 2	**KM**	132,1	a	8,5	H	**SG**	27,9	a	1,2	H	**KE**	26,4	ab	1,6	H
	DV 3		134,8	a	7,1	H		25,7	a	2,9	H		25,3	ab	4,5	H
	DV 4		141,4	a	1,8	H		25,1	a	2,9	21,8		30,0	b	3,1	H
S1G	DV 1		108,2		14,9	H		27,6		5,2	H		24,0			H
S2M	DV 1		k.E.			H		50,0	a	2,3	H					M
	DV 2	**FE**	k.E.			H	**WR**	50,1	a	6,2	H	**LUZ**				M
	DV 3		k.E.			H		52,1	a	0,9	54,2					38,8
S3M	DV 1		k.E.			H		55,9	a	2,3	H		32,7	a	2,3	H
	DV 2	**FE**	k.E.			H	**WW**	58,6	a	2,3	H	**WR**	34,1	ab	2,1	H
	DV 3		k.E.			H		57,3	a	7,6	36,3		36,8	b	1,0	36,2
S4M	DV 1					M		46,8	a	3,3	H		96,9	a	9,6	H
	DV 2	**LUZ**				M	**WW**	49,0	a	2,9	H	**KM**	98,6	a	7,6	H
	DV 3					115,6		39,2	b	4,2	31,0		99,9	a	8,9	H
S5M	DV 1					M					M		55,7	a	1,3	H
	DV 2	**LUZ**				M	**LUZ**				M	**WW**	54,7	a	2,9	H
	DV 3					110,4					137,3		52,9	a	2,6	27,6
S6M	DV 1		61,6	a	5,0	H					M					M
	DV 2	**WW**	64,7	a	5,0	H	**LUZ**				M	**LUZ**				M
	DV 3		66,2	a	1,4	34,5					38,5					87,9
S7M	DV 1		62,1	a	3,3	H		92,1	a	6,0	H		37,4	a	2,7	H
	DV 2	**WW**	60,0	a	7,0	H	**KM**	94,0	a	6,0	H	**SG**	37,8	a	1,9	H
	DV 3		60,9	a	3,0	26,9		106,1	a	4,9	H		38,2	a	1,3	25,1
S8M	DV 1		29,0	a	3,8	H		12,1	a	2,0	H		46,0	a	4,0	H
	DV 2	**SG**	29,7	a	4,5	H	**KE**	8,6	a	2,4	H	**WW**	49,4	ab	3,2	H
	DV 3		31,2	a	5,6	20,0		10,9	a	2,8	H		52,5	b	3,9	32,9
SK	MD	**KAR**	465,0				**WD**	64,9		2,9		**BK/S**	595,0/12,0			

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 Biogasgülle: Luzerne(gras)abfuhr, stattdessen Zufuhr von pflanzlicher Biogasgülle

MD: Konventionelle Bewirtschaftung, Einsatz von Mineraldünger

WW...Winterweizen, WR...Winterroggen, WD...Winterdurum, SG...Sommergerste, LUZ...Luzerne, FE...Futtererbse (Peluschke), KE...Körnererbse, KM...Körnermais, KAR...Kartoffel (Ertrag Frischmasse), BK…Babykarotten (Ertrag Frischmasse), S…Speisesoja

Kultur...die Kultur wurde vor dem Anbau mit Biotonnekompost und Stallmist bzw. im KPV S1M Jahr 2008 und 2010 mit Biogasgülle gedüngt

H...das Stroh wurde gehäckselt und auf den Parzellen belassen; M...die Luzerne wurde gemulcht und das Mulchmaterial auf den Parzellen belassen; k.E...keine Ertragserhebung aufgrund Virusbefall und starker Verunkrautung;

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

Tabelle 4.1-11: Parameter zur Bestandesentwicklung und Qualität der Kulturen der Ernte 2009

DV	KPV	Kultur	Bestandeshöhe, cm		Stabw	Bestandesdichte, Pfl./m²		Stabw	TKG, g 86%TS		Stabw	Hektolitergewicht, kg		Stabw	Rohprotein, %		Stabw	Fallzahl, sec.		Stabw	Vollgerstenanteil, % (Sortierung >2,5 mm)		Stabw
DV 1	S1M	SG	55	a	1	559	a	60	39,0	a	1,5	60,6	a	1,2	12,4	a	0,4				82,4	a	3,1
DV 2	S1M	SG	57	a	1	600	a	29	39,3	a	2,4	60,4	a	2,8	12,6	a	0,4				80,6	a	6,5
DV 3	S1M	SG	56	a	1	603	a	92	38,9	a	1,0	60,8	a	1,0	12,0	a	0,8				82,6	a	2,9
DV 4	S1M	SG	57	a	1	547	a	34	38,3	a	2,3	60,6	a	1,5	12,5	a	0,5				81,2	a	2,8
DV 1	S1G	SG	54		3	513		73	41,7		0,5	60,5		0,7	10,3		0,6						
DV 1	S2M	WR	135	a	1	457	a	47	25,0	a	0,9	75,4	a	0,8	8,2	a	0,1						
DV 2	S2M	WR	133	a	3	436	a	23	24,8	a	0,8	74,6	a	0,7	8,0	a	0,3						
DV 3	S2M	WR	135	a	1	435	a	80	25,5	a	0,7	74,9	a	0,2	7,8	a	0,6						
DV 1	S3M	WW	99	a	5	398	a	47	39,9	a	0,9	82,4	a	0,5	11,3	a	0,5	392	a	13			
DV 2	S3M	WW	100	a	4	419	a	22	38,4	a	1,7	82,5	a	0,3	11,3	a	0,4	382	a	17			
DV 3	S3M	WW	104	a	3	445	a	34	40,8	a	1,8	82,4	a	0,6	12,0	a	0,6	418	a	16			
DV 1	S4M	WW	86	a	3	369	ab	59	34,9	a	0,6	79,7	ab	0,5	13,6	a	0,3	455	a	29			
DV 2	S4M	WW	87	a	2	428	a	25	34,8	a	1,9	80,2	a	0,5	13,6	a	0,5	416	a	31			
DV 3	S4M	WW	84	a	2	343	b	32	33,4	a	1,7	79,4	b	0,9	13,5	a	0,4	431	a	32			
DV 1	S7M	KM	233	a	9	6,1	a	0,4	281	a	28				8,3	a	0,6						
DV 2	S7M	KM	236	a	5	6,5	a	0,2	281	a	26				8,2	a	0,5						
DV 3	S7M	KM	237	a	4	6,0	a	0,3	314	a	7				8,1	a	0,1						
DV 1	S8M	KE							200	a	9				22,9	a	0,1						
DV 2	S8M	KE							163	b	17				23,9	a	1,2						
DV 3	S8M	KE							198	ab	26				23,0	a	1,5						
MD	SK	WD	79		3	497		45	54,7		0,7	83,3		0,6	15,3		0,8						

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

Tabelle 4.1-12: Parameter zur Bestandesentwicklung und Qualität der Kulturen der Ernte 2010

DV	KPV	Kultur	Bestandeshöhe, cm		Stabw	Bestandesdichte, Pfl./m²		Stabw	TKG, g 86%TS		Stabw	Hektolitergewicht, kg		Stabw	Rohprotein, %		Stabw	Fallzahl, sec.		Stabw	Vollgerstenanteil, % (Sortierung >2,5 mm)		Stabw
DV 1	S1M	KE							184	a	16				22,4	a	0,4						
DV 2	S1M	KE							194	a	13				22,4	a	0,1						
DV 3	S1M	KE							186	a	14				22,4	a	0,2						
DV 4	S1M	KE							196	a	5				22,4	a	0,7						
DV 1	S1G	KE							193						22,1								
DV 1	S3M	WR	142	a	2,2	253	a	55	29,1	a	1,4	74,4	a	0,7	9,5	a	0,4						
DV 2	S3M	WR	143	a	2,6	227	a	32	29,4	a	1,5	74,4	a	0,5	9,1	a	0,4						
DV 3	S3M	WR	143	a	3,1	241	a	28	29,0	a	0,7	74,5	a	0,5	9,5	a	0,7						
DV 1	S4M	KM	222	a	10	6,1	a	0,3	281	a	7				8,5	a	0,2						
DV 2	S4M	KM	219	a	9	6,4	a	0,4	286	a	3				8,6	a	0,1						
DV 3	S4M	KM	217	a	11	6,1	a	0,2	282	a	4				8,5	a	0,1						
DV 1	S5M	WW	107	a	2,7	436	a	36	38,4	a	2,4	84,8	a	0,9	14,5	ab	0,7	450	a	15			
DV 2	S5M	WW	107	a	0,6	400	a	66	37,5	a	2,3	84,2	a	0,4	14,5	a	0,3	442	a	15			
DV 3	S5M	WW	105	a	1,5	344	a	80	40,4	a	0,9	85,3	a	0,5	13,4	b	0,2	446	a	8			
DV 1	S7M	SG	76	a	2,1	481	a	32	41,3	a	0,1	70,2	a	0,1	13,3	a	0,8				89,4	a	0,5
DV 2	S7M	SG	78	a	0,6	511	a	25	42,1	a	0,9	70,0	a	0,9	13,5	a	0,8				89,4	a	1,3
DV 3	S7M	SG	75	a	2,6	501	a	72	43,9	a	2,4	69,6	a	0,4	13,9	a	0,6				88,6	a	1,0
DV 1	S8M	WW	98	a	3,2	329	a	42	38,4	a	0,7	83,0	a	0,4	13,0	a	0,7	430	ab	11			
DV 2	S8M	WW	101	a	3,0	382	a	44	38,4	a	1,0	82,7	a	0,6	13,7	a	0,3	418	a	12			
DV 3	S8M	WW	102	a	0,9	376	a	34	39,3	b	0,9	83,2	a	0,2	13,4	a	0,5	440	b	8			

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

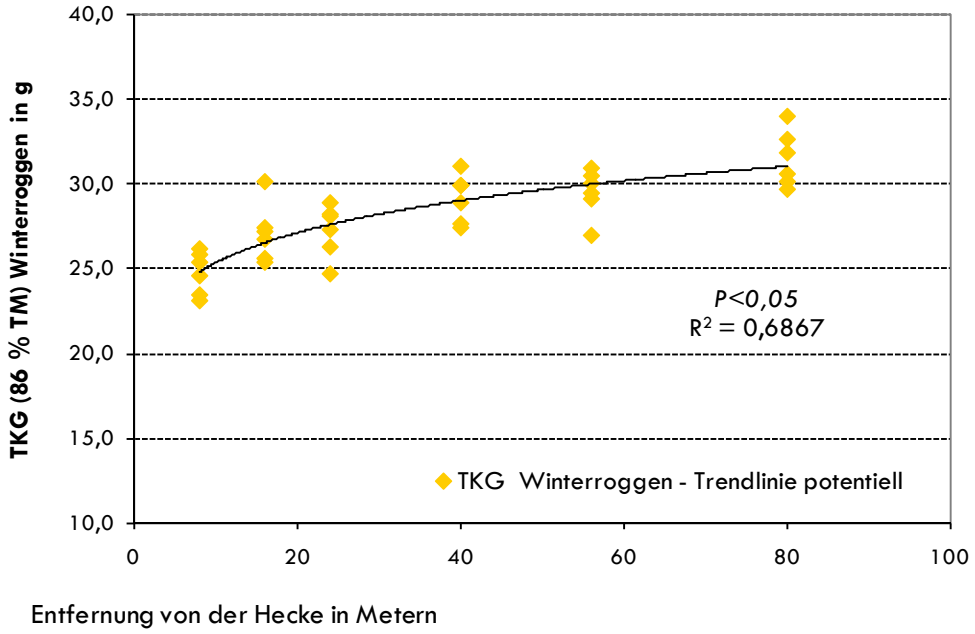

Abbildung 4.1-7: Tausendkorngewicht (TKG) Ernte 2009 Winterroggen in Abhängigkeit von der Entfernung zur Hecke

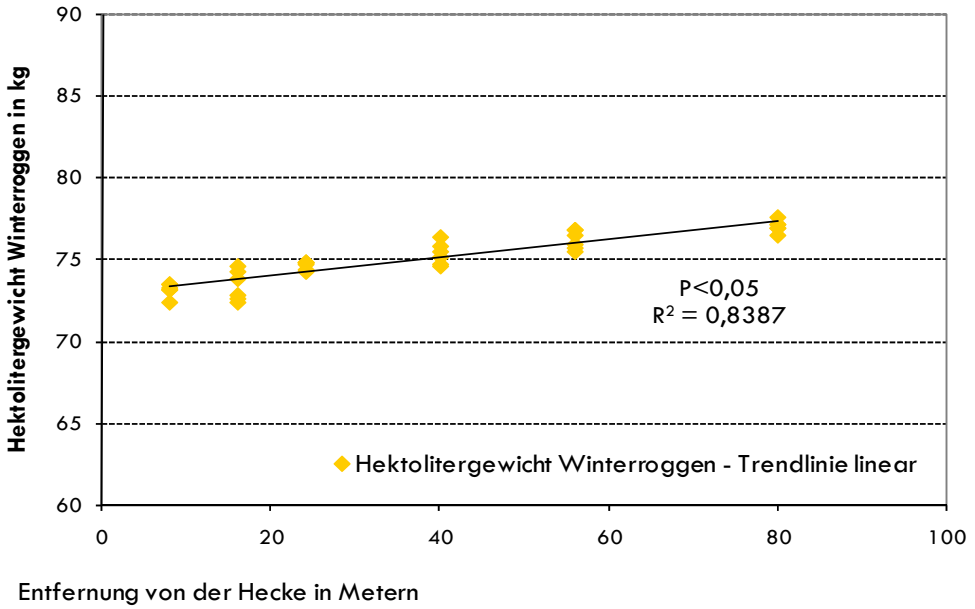

Abbildung 4.1-8: Hektolitergewicht Ernte 2009 Winterroggen in Abhängigkeit von der Entfernung zur Hecke

Tabelle 4.1-13: Produktionsmaßnahmen und Erträge der Jahre 2009 bis 2011 auf den Großschlägen des Biobetriebes Rutzendorf (Quelle: BVW GmbH)

Schlag	KPV	Haupt-frucht 2008	Haupt-frucht 2009	Sorte	Saat-menge (kg/ha)	Saat-zeit	Pflege-maß-nahmen	Ertrag Schlag (dt/ha) FM Ernte	Haupt-frucht 2010	Sorte	Saat-menge (kg/ha)	Saat-zeit	Pflege-maß-nahmen	Ertrag Schlag (dt/ha) FM Ernte	Haupt-frucht 2011	Sorte	Saat-menge (kg/ha)	Saat-zeit	Pflege-maß-nahmen	Ertrag Schlag (dt/ha) FM Ernte
1	S1M S1G	Körner-mais	Sommer-gerste	Antigone	194	08.04. 2009	2 x Hackstriegel	24,1	Körner-erbse	Respect	294	27.03. 2010	2 x Hackstriegel	19,7	Winter-weizen	Capo	187	13.10. 2010	2 x Hackstriegel	60,4
2	S2M	Futter-erbse	Winter-roggen	Amilo/ Nikita	190	30.09. 2008	1 x Hackstriegel	42,1	Luzerne	La-bella-camp.-bea	28	10.09. 2009	Mehrmaliges Mulchen (3x)		Luzerne				Mehrmaliges Mulchen (3x)	
3	S3M	Futter-erbse	Winter-weizen	Capo	184	13.10. 2008	1 x Hackstriegel	45,9	Winter-roggen	Amilo	138	01.10. 2009	1 x Hackstriegel	34,9	Luzerne	La-bella-camp.-bea	28	26.08. 2010	Mehrmaliges Mulchen (3x)	
4	S4M	Luzerne	Winter-weizen	Capo	179	14.10. 2008	1 x Hackstriegel	44,4	Körner-mais	Samanta	1,5 Pkg/ha	23.04. 2010	2 x Maschinenhacke	75,3	Sommer-gerste	Eliseta	181	23.03. 2011	1 x Hackstriegel	54,5
5	S5M	Luzerne	Luzerne	La-bella-camp.-bea	22	03.08. 2007	Mehrmaliges Mulchen (3x)		Winter-weizen	Capo	201	23.10. 2009	2 x Hackstriegel	44,9	Körner-mais	Samanta	1,4 Pkg/ha	19.04. 2011	2 x Maschinenhacke	80,2
6	S6M	Winter-weizen	Luzerne	La-bella-camp.-bea	23	20.05. 2009	Mehrmaliges Mulchen (2x)		Luzerne				Mehrmaliges Mulchen (3x)		Winter-weizen	Capo	187	14.10. 2010	2 x Hackstriegel	60,4
7	S7M	Winter-weizen	Körner-mais	Samanta	1,5 Pkg/ha	23.04. 2009	2 x Maschinenhacke	71,2	Sommer-gerste	Eliseta	195	26.03. 2010	2 x Hackstriegel	36,4	Körner-erbse	Jetset	254	23.03. 2011	2 x Hackstriegel	32,8
8	S8M	Sommer-gerste	Körner-erbse	Terno	240	10.04. 2009	1 x Hackstriegel	11,5	Winter-weizen	Capo	189	23.10. 2009	2 x Hackstriegel	50,5	Winter-roggen	Amilo/ Conduct	225	01.10. 2010	2 x Hackstriegel	31,0

4.2 TEILPROJEKT 7: NÜTZLINGE

Entomofaunistisches Monitoring des Biobetriebes Rutzendorf unter besonderer Berücksichtigung naturschutzfachlicher und agrarökologischer Aspekte

BearbeiterInnen: B. Kromp, B. Putz
Bio Forschung Austria, Wien.

ZUSAMMENFASSUNG / SUMMARY

Im Jahr 2010 wurde das Laufkäfer-Monitoring im Bio-Betrieb Rutzendorf in den bereits 2003/2004 und 2007/2008 beprobten Aufnahme-Transekten fortgeführt. In 4 einwöchigen Fangperioden von Mai bis Oktober wurden an 80 Fangpunkten 4.718 Laufkäfer aus 76 Arten gefangen. Zahlenmäßig vorherrschend waren Arten der trockenwarmen Kulturfelder. Die meisten Arten traten in Luzernefeldern auf, gefolgt vom jungen Ökostreifen (Blühstreifen), Baumhecke und Schotterböschung sowie Winterweizen. Die wenigsten Arten waren im Mais. 17 Arten finden sich in der vorläufigen Roten Liste der Laufkäfer Österreichs, davon 4 als „bedroht" eingestuft. Die RL-Art *Acupalpus interstititalis* wird aufgrund der Zunahme ihres Auftretens mit der Dauer der Umstellung als Indikatorart für Bio-Bewirtschaftung eingestuft. Der Blattlaus-Antagonist *Platynus dorsalis* hat im Lauf der Umstellung an Häufigkeit zugenommen. Bonituren der Erbsenblattlaus *Acyrtosiphon pisum* und ihrer Antagonisten in einem Körnererbsenfeld ergaben keinen Nachweis auf eine Förderung der natürlichen Regulation durch einen angrenzenden Blühstreifen.

In 2010, the monitoring of carabids was continued in the organic farm Rutzendorf in transects already investigated 2003/2004 as well as 2007/2008. In 4 7-days trapping periods from May to October at 80 trapping-points, 4,718 carabid individuals representing 76 species were collected. Predominant were species of dry-warm arable fields. The most species occurred in alfalfa, followed by young eco-strips, tree-hedge, gravel bank and winter wheat. The lowest number of species was found in maize. 17 species were contained in the preliminary red list of Austrian carabids, 4 of them classified as "endangered". The RL-species *Acupalpus interstititalis* due to its increase in occurrence with length of conversion period is considered an indicator species for organic farming. The aphid antagonist *Platynus dorsalis* increased in abundance during conversion. Rating of pea aphid *Acyrtosiphon pisum* and its antagonists in a dry pulse field showed no evidence of enhancement of natural pest control by means of an adjacent flowering strip.

EINLEITUNG

Zahlreiche Arthropoden (d.h. Gliederfüßer = Insekten + Spinnentiere) nehmen als Regulatoren, Zersetzer und Bestäuber, aber auch als Pflanzenschädlinge Schlüsselfunktionen in Agrar-Ökosystemen ein (PAOLETTI 1999, ALFORD 2003). Im Bio-Landbau wird den so genannten funktionellen Arthropoden, im besonderen solchen mit antagonistischer Wirkung auf Schädlinge („Nützlinge") aufgrund des Verbots chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel eine besondere Bedeutung zugesprochen (zB. KROMP 1999, BOLLER et al. 2004). Ihre Förderung durch die biologische Bewirtschaftung der Kulturflächen sowie durch angrenzende, nicht bewirtschaftete Landschaftselemente ist ein langjähriger Forschungsschwerpunkt der Bio Forschung Austria. Bis jetzt erst ansatzweise untersucht sind Veränderungen der Insektenfauna infolge der Umstellung auf Bio-Landbau. Noch kaum brauchbare, in die Praxis übertragbare Ergebnisse liegen über die tatsächliche Wirksamkeit der natürlichen Gegenspieler auf die Entwicklung von Schädlingspopulationen vor sowie ihre Förderung durch Anlage und Pflege von Landschaftselementen.

In den Projekten MUBIL I und MUBIL II, Teilprojekt 7 „Nützlinge“, wurden Laufkäfer und Schwebfliegen als ausgewählte Nützlingsgruppen in den ersten Jahren (2003 bis 2005 sowie 2007 und 2008) der Umstellung des Betriebs Rutzendorf auf biologische Bewirtschaftung in verschiedenen Feldkulturen (inklusive konventionell bewirtschafteter Referenzflächen) und angrenzenden Landschaftselementen untersucht. Die Untersuchungs-Transekte für die Aufsammlungen bzw. Beobachtungen waren so verortet worden, dass die auf dem Betrieb vorherrschenden Bodenbonitäten und Feldfrüchte, sowie unterschiedliche Entfernungen zu nicht bewirtschafteten Landschaftselementen und deren verschiedene Typen (Windschutzgehölze, Baumhecke, Feldraine, alte Wiesenbrache, junge Buntbrachen = Ökostreifen, Trockenböschung, Auwaldrest) repräsentiert waren.

Die bisherigen Ergebnisse aus den Bodenfallenfängen zeigten, dass die Laufkäfer gute Indikatoren für den Grad der Naturnähe der nicht bewirtschafteten Landschaftselemente bzw. die Art der angebauten Kulturfrüchte sind. Die Auswertung und Interpretation der Laufkäferdaten bezüglich Distanzwirkung der Landschaftselemente in die Ackerflächen hinein ergab für einzelne Arten interpretierbare Austauschbewegungen zwischen Ausgleichsbiotopen und Äckern. Die an Landschaftselemente als Lebensräume gebundenen Laufkäferarten tragen wesentlich zum Artenreichtum der untersuchten Agrarlandschaft bei. Die Analyse der Schwebfliegen-Beobachtungen deutete auf eine starke Bindung dieser wichtigen Blattlausgegenspieler an Wildkrautblüten hin. Die Frage, ob durch Blühstreifen die natürliche Regulation von Blattläusen gefördert werden kann, konnte bis jetzt nicht eindeutig geklärt werden.

THEMA UND ZIELE DER ARBEIT

Thema und Ziele des Teilprojekts 7 „Nützlinge“ in MUBIL III waren:

1. Monitoring der Umstellung – Fortführung der Zeitreihendaten:

Fortführung des Monitorings der Auswirkungen der Umstellung auf biologische Bewirtschaftung auf Artenreichtum und Individuendichte der Laufkäfer in den Ackerflächen des Biobetriebs Rutzendorf, unter Berücksichtigung unterschiedlicher Bodenbonitäten, Feldfrüchte und Entfernungen zu Landschaftselementen sowie eines konventionell bewirtschafteten Referenzfeldes.

Fortführung des Laufkäfer-Monitorings in den vorhandenen bzw. neu angelegten Landschaftselementen.

Interpretation der vorgefundenen Artenlisten hinsichtlich Seltenheitswert, Gefährdungsgrad, potentieller Schädlingsregulation, Indikatorwert für Naturnähe sowie Interpretation faunistischer Veränderungen infolge der bis 2011 bereits 9-jährigen Umstellungsdauer.

2. Nützlingsförderung durch Landschaftselemente:

Bonituren im tritrophischen System Körnererbse/Erbsenblattlaus/Blattlausantagonisten als Maß für die natürliche Schädlingsregulierung in Abhängigkeit von der Entfernung zu Blühstreifen.

HERLEITUNG DER ARBEITSHYPOTHESEN

Die im Erstprojekt MUBIL I aufgestellte Ausgangshypothese besagte, dass die Umstellung auf Bio-Landbau gemeinsam mit der Neuanlage von Landschaftselementen zu einem allgemeinen Anstieg der Biodiversität sowie zu einer Stärkung der Populationen bestimmter Arthropoden-Arten mit Schlüsselfunktionen in der natürlichen Schädlingsregulation führt und dass es weiters zu einer Wiederansiedlung von seltenen und gefährdeten Arten der ost-mitteleuropäischen Ackerlandschaft

kommt. Die für das Folgeprojekt MUBIL II aufgestellten, differenzierenden Zusatzhypothesen besagten, dass die Veränderung der Nützlingsfauna als Folge der Umstellung bereits nach 4 - 5-jähriger Umstellungsdauer nachweisbar ist, dass weiters die Ackerflächen unter biologischer Bewirtschaftung „durchdringbarer" für die Ausbreitung bzw. (Wieder)-Besiedlung mit Nützlingen sind und dass diese von nicht bewirtschafteten Rest-Lebensräumen aus erfolgt, weshalb die Dichte bestimmter Nützlingsgruppen
von der räumlichen Entfernung zu Landschaftselementen abhängig ist. Diese entfernungsabhängige Verteilung der Nützlingsfauna wird aber von den Bodeneigenschaften, dem Feldfrucht-Typ und dessen Bestandseigenschaften (Mikroklima, Raumwiderstand, Verunkrautung) überlagert. In MUBIL III sollten die bisher aufgestellten Hypothesen vor allem hinsichtlich ihrer Relevanz und Umsetzbarkeit für die Praxis des biologischen Ackerbaus in Ostösterreich überprüft werden.

MATERIAL UND METHODEN

Für die **Laufkäfer-Erhebungen** des vorliegenden Projekts wurde die für das Erstprojekt MUBIL I entwickelte (Erhebungsjahre 2003 und 2004) und in MUBIL II (Erhebungsjahre 2007 und 2008) weiterverwendete Monitoring-Methode aus Transekt-Beprobungen mit Bodenfallen eingesetzt.

Die Laufkäfer-Erhebungen 2010 wurden in den bereits 2003/2004 sowie 2007/2008 beprobten, GPS-verorteten, 50 m langen Aufnahmestrecken durchgeführt. Das Transekt Nord erstreckt sich vom Schlag 4 im Westen bis zum Schlag 7 im Osten und besteht (von W nach O) aus den Aufnahmestrecken Kulturfelder TN9 (Feldfrucht 2010: Mais) und TN8 (Winterweizen), Baumhecke TN1, Ökostreifen TN2 (angesät Dezember 2003), Kulturfelder TN 3 (Luzerne, nah von TN2) und TN5 (Luzerne, weit von TN2), Ökostreifen TN5a (angesät März 2007), Kulturfelder TN6 (Sommergerste, nah von TN5a) und TN7 (Sommergerste, weit von TN5a) sowie der nördlich angrenzenden Trockenböschung S. Das Transekt Mitte (entlang des WNW nach OSO verlaufenden Fahrwegs) enthält die Aufnahmestrecken Brache AGES, Windschutzhecke TM1 und Feldrain TM2. Das Transekt Süd, vom mittleren Windschutz nach Osten in die Schläge 2/1 und 1 verlaufend, umfaßt die Aufnahmestrecken Windschutzhecke TS1, Ökostreifen TS1a (angesät Dezember 2003) sowie die Kulturfelder TS3 (Luzerne, nah von TS1a), TS6(Luzerne, weit von TS1a), TS7 (Körnererbse, nah vom 2010 nicht beprobten, zwischen Schlag 2/1 und 1 angesäten Ökostreifen) und TS8 (Körnererbse, weit vom Ökostreifen). Die räumliche Verortung der Aufnahmestrecken ist aus dem Übersichtsplan (Abbildung 3.2-1 im Kapitel 3.2) ersichtlich. Die zuletzt 2008 untersuchte Auwald-Referenzfläche Lobhölzl wurde nicht mehr beprobt, da sie zwischenzeitlich durch Rodung und Anlage einer Baumschule eliminiert worden war. Die Laufkäfer (Carabiden) wurden 2010 an 4 Fangterminen zwischen Ende April und Anfang Oktober erfasst (Bodenfallen mit Öffnungsdurchmesser 8,5 cm, Plexiglasdächer, 7 % Essigsäure, 4 Fallen pro Aufnahmestrecke, jeweils 10 m voneinander entfernt). Die Fallen wurden am 3. Mai, 4. Juni, 3. September und 7. Oktober nach 7-tägiger Exposition bzw. Fangzeit eingeholt. Die gefangenen Tiere wurden im Labor in 70 % Alkohol überführt und die aussortierten Carabiden nach MÜLLER-MOTZFELD (2004) determiniert.

Die Auswirkung von blütenreichen Ökostreifen auf die **natürliche Schädlingsregulation** in angrenzenden Ackerflächen wurde im Jahr 2011 in der Körnererbse am Beispiel der **Erbsenblattlaus** *Acyrtosiphon pisum* und ihres Antagonisten-Komplexes untersucht.

Am 7. und 8. Juni 2011 wurden in der Körnererbse im Südteil von Schlag 7 entlang von 5 vom Blühstreifen TN5a weg rechtwinkelig ins Feld gelegten Transekten (Abstand zwischen den Transekten: 15 m) in 3 verschiedenen Entfernungen (10, 25, 55 m) vom Blühstreifen der Besatz mit

Erbsenblattläusen (*Acyrthosiphon pisum*) und deren Antagonisten bonitiert. Die Bonituren wurden an je 6 sternförmig im Abstand von 1 bzw. 2 m um die Entfernungspunkte gelegenen Probepunkten durchgeführt, wobei jeweils 5 zufällig ausgewählte Einzelpflanzen bonitiert wurden, insgesamt also 800 Einzelpflanzen. Bei den Blattläusen wurden geflügelte (Fundatrices), ungeflügelte und „kleine" (=juvenile) Blattläuse getrennt erfasst. Von den zum Untersuchungstermin vorgefundenen Antagonisten bzw. deren Entwicklungsstadien wurden Blattlaus-Mumien (d.h. durch Blattlaus-Schlupfwespen der Gattung *Aphidion sp.* parasitierte Blattläuse), Marienkäfer-Eigelege, -Larven und –Adulte sowie Schwebfliegen-Larven und –Puppen gezählt. Die Boniturdaten wurden hinsichtlich der Entfernung vom Ökostreifen deskriptiv statistisch dargestellt.

ERGEBNISSE UND DISKUSSION

Laufkäfer-Monitoring

Insgesamt wurden 2010 in den 20 Aufnahmestrecken (á 4 Einzelfallen in 4 einwöchigen Fangperioden) 4.511 Laufkäfer aus 75 verschiedenen Arten gefangen und bestimmt. Diese Zahlen sind den Monitoring-Ergebnissen aus dem Jahr 2007 sehr ähnlich, wo an vergleichbaren 4 Fangterminen 4.718 Individuen aus 76 Arten erhoben wurden. Die Artenliste und die Verteilung der Fangzahlen über die 20 Aufnahme-Transekte ist in Tabelle 4.2-1 (im Anhang) zusammengestellt.

Wie schon in den früheren Untersuchungsjahren wurden die meisten Arten im Luzernefeld TN5 und TN3 (32 bzw. 27 spp.) und im jüngeren Ökostreifen TN5a gefunden (31 spp.). Überraschend hoch war die Biodiversität im an die AGES-Brache angrenzenden, von der AGES konventionell bewirtschafteten Winterweizenfeld (26 spp.). Vergleichsweise weniger Arten als im (von der Anzahl ausgewerteter Fallen direkt vergleichbaren) Jahr 2007 wurden im grasigen Feldrain TM2 gefunden (23 spp. versus 34 in 2007) sowie im Ökostreifen TN2 (18 spp. versus 32 in 2007), ein Hinweis darauf, dass mit zunehmendem Alter der Ökostreifen der Artenreichtum der Laufkäfer zurückgeht. Überraschend viele Arten wurden in der Baumreihe TN1 (27 spp. versus 17 in 2007) festgestellt. Im Vergleich der Kulturarten waren die Luzernefelder 2010 artenreicher als die Getreidefelder mit Ausnahme des bereits erwähnten konventionellen Winterweizenfeldes. Deutlich artenärmer waren die Aufnahmestrecken TN6 und TN7 in der Körnererbse (17 bzw. 16 spp.), während 2010 im Bio-Mais die wenigsten Arten (13 spp.) aller Transekte auftraten.

Wie schon in den früheren Untersuchungsperioden MUBIL I und MUBIL II wurde die Laufkäfer-Zönose der Ackerflur Rutzendorf von trocken- und wärmeliebenden, aus anthropogen beeinflussten Acker- und Ruderalstandorten Ost-Mitteleuropas bekannten Arten (KROMP 1999) dominiert: die 15 häufigsten Arten (mit relativem Anteil > 1%) stellten 89% aller Individuen, darunter *Poecilus cupreus* (20,3%), *Platynus dorsalis* (16,4%), *Harpalus rufipes* (9,3%), *Calathus fuscipes* (5,7%), *Poecilus sericeus* (5,5%) und *Pterostichus melanarius* (5,2%). Eine deutliche Zunahme der Häufigkeit mit der Dauer der Umstellung zeigte *P. dorsalis* (2003: 2%, 2004: 5%, 2007: 7%, 2008: 10%, 2010: 16% aller gefangenen Laufkäfer). Von dieser als Blattlausräuber beschriebenen Art ist bekannt, dass ein Teil der Populationen in trockenen Hecken, Grasrainen und ähnlichen Landschaftselementen überwintert und von dort aus im Frühjahr die Felder besiedelt. Nachdem die Fangzahlen 2010 gegenüber den früheren Monitoringjahren v.a. im Bio-Winterweizen und der Luzerne zunahmen, wird bei dieser Art eine Förderung durch die biologische Bewirtschaftung angenommen.

Unter den 75 im Jahr 2010 erfaßten Laufkäferarten befinden sich 17 Arten der vorläufigen Roten Liste der Carabiden Österreichs (ZULKA et al. 2011, unpubl.). In der Kategorie EN („endangered species“ = „bedrohte Art“, ehemalige Gefährdungsstufe 2) sind *Acupalpus interstitialis*, *Amara sabulosa*, *Harpalus picipennis* und *Harpalus zabroides* eingestuft, als VU („vulnerable species“ = „gefährdete Art“, Stufe 3) *Amara cursitans*, *Calosoma auropunctatum*, *Harpalus albanicus* und *Licinus depressus*. Der Kategorie NT („near threatened“ oder „potentiell gefährdet“, Stufe 4) zugeordnet sind *Amara eurynota*, *Chlaenius nigricornis*, *Dolichus halensis*, *Harpalus schaubergerianus*, *Microlestes fissuralis*, *Notiophilus aestuans*, *Panagaeus bipustulatus*, *Paraophonus maculicornis* und *Poecilus punctulatus*. Die meisten dieser Arten sind stenotope, d.h. eng auf bestimmte Lebensraumqualitäten angewiesene Arten unterschiedlicher, meist trockenwarmer Biotope. Eine interessante Veränderung in der Häufigkeit des Auftretens zeigt *Acupalpus interstitialis*: diese kleine, unscheinbar braune Laufkäferart war in früheren Untersuchungsjahren nur vereinzelt festgestellt worden (2003: 3 Ex. in Luzerne TS3, 2008: 1 Ex. im Ökostreifen TN5a). 2010 trat die Art mit insgesamt 20 Ex. in Luzerne TN3 und TN5, Sommergerste TN7, Winterweizen TN8, Körnererbse TS7, Mais TN9, in allen 3 Ökostreifen sowie im Feldrain TM1 und der Hecke TS1 auf. Diese als selten bzw. bedroht geltende Art mit meist alten Fundortangaben aus Wärme- und Kalkgebieten war bereits in früheren Untersuchungen aus dem klimatisch und pedologisch Rutzendorf vergleichbaren Nord-Wien durch ihr exklusives Auftreten in Bio-Feldern aufgefallen (KROMP 1985), und zwar unter bereits längerjähriger Bio-Bewirtschaftung. Diese Art könnte also eine echte Zeigerart für Bio-Landbau im pannonisch beeinflussten Klimagebiet Ostösterreichs sein, die im Laufe der Umstellungsjahre zunimmt.

Abbildung 4.2-1gibt einen Überblick über die Artenzahlen aus den einzelnen Aufnahmestrecken im Vergleich der Monitoringjahre 2003, 2004, 2007, 2008 und 2010. Deutliche Unterschiede zeigen die verschiedenen Feldfrüchte: die höchsten Artenzahlen treten in den Luzernefeldern auf, ein mittleres Biodiversitäts-Niveau in den Getreidekulturen, während in Körnererbse und Mais die niedrigsten Laufkäferzahlen festgestellt wurden. Bei den Ökostreifen TS1a und TN2 wird die bereits erwähnte Abnahme der Laufkäfer-Biodiversität mit zunehmendem Alter der Streifen deutlich.

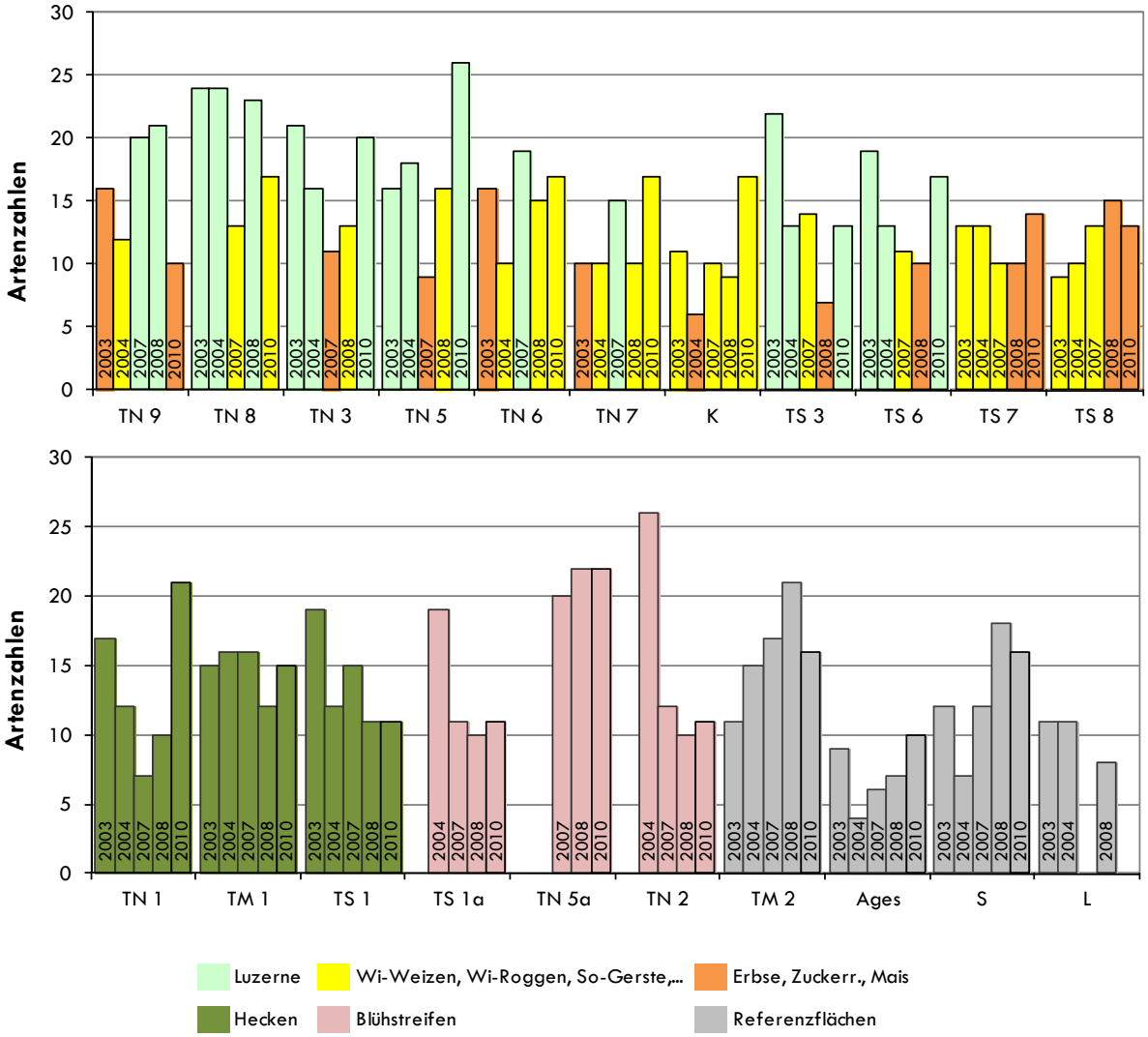

Abbildung 4.2-1: Biodiversität (Artenzahlen) der Laufkäfer im Betrieb Rutzendorf (1 Falle pro Fangtransekt, 4 einwöchige Fangperioden) im Vergleich der Jahre 2003, 2004, 2007, 2008 und 2010.

Nützlings-/Schädlingsbonituren

Bereits in den Jahren 2007 und 2008 waren Blattlaus- und Nützlingsbonituren in verschiedenen Entfernungen von blütenreichen Ökostreifen durchgeführt worden. 2007 wurde eine Zunahme der Blattlausdichten mit der Entfernung zum Blühstreifen festgestellt, die zwischen 10 und 30 m signifikant war. Die Nützlinge zeigten keine interpretierbaren Häufigkeitsunterschiede. Im Jahr 2008 konnte keine signifikante Zunahme der Anzahl der Blattlauskolonien vom Blühstreifen weg gefunden werden. Im Jahr 2011 wurden vergleichbare Blattlaus- und Nützlingsbonituren durchgeführt (siehe Abbildung 4.2-2). Im Vergleich zum Jahr 2008 war der Blattlausbefall wesentlich schwächer. Es wurde keine Zunahme der Blattlausdichten mit wachsender Entfernung zum Blühstreifen gefunden. Die Nützlingsverteilung war an allen 3 Boniturpunkten sehr ähnlich. Aufgrund der aus Abbildung 4.2-2 ersichtlichen extremen Streuung der Blattlausdichten sowie der über die 3 Entfernungen sehr ähnlichen Boniturwerte der Nützlinge wurde auf eine statistische Verrechnung der Daten verzichtet.

Aus den vorliegenden Ergebnissen konnte kein Einfluß der Blühstreifen auf die räumliche Verteilung der Blattläuse bzw. ihrer Gegenspieler abgeleitet werden. Folgende Gründe werden dafür vermutet: Der Ökostreifen wies zum Zeitpunkt der Bonitur eine relativ geringe Blütendichte auf, im wesentlichen durch Loesel´s Rauke (*Sysimbrium loeselii*). Abgeblüht waren bereits Färberwaid (*Isatis tinctoria*) und Sophienrauke (*Descurainia sophia*), während zB. Geruchlose Kamille (*Tripleurospermum inodorum*), Österreichische Hundskamille (*Anthemis austriaca*) und die in Nestern aufgetretene Acker-Kratzdistel (*Cirsium arvense*) erst vor der Blüte standen. Weiters war die Blühstreifen-Vegetation im Bereich der Boniturfläche relativ inhomogen, mit stellenweise starkem Auftreten von Hackfrucht-Unkräutern wie zB. Weißer Gänsefuß (*Chenopodium album*) und Fuchsschwanz-Arten (*Amaranthus spp.*). Insgesamt war der Erbsenblattlaus-Befall aufgrund der wechselhaften, feuchtkühlen Witterung im Mai spät und schwach.

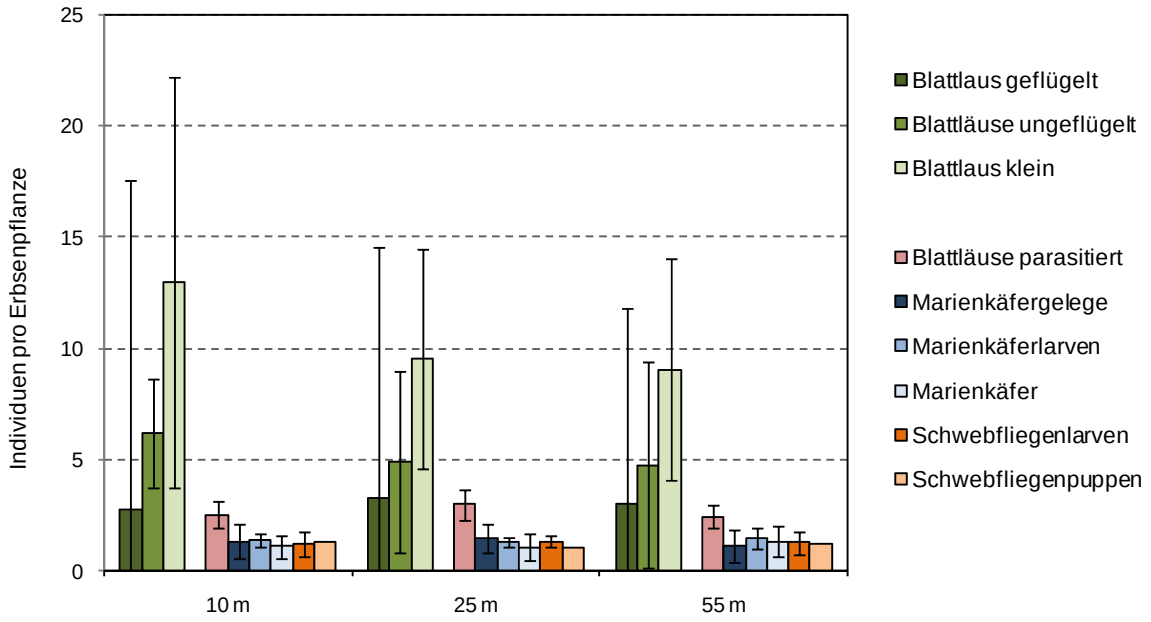

Abbildung 4.2-2: Mittelwerte und Standardabweichungen der Blattlaus- und Nützlingsindividuen pro Erbsenpflanze, in 10, 25 und 55 m Abstand zum Blühstreifen.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die Fortführung des Laufkäfer-Monitorings im Biobetrieb Rutzendorf ergab unterschiedliche Aspekte:

Einerseits ist der Artenbestand über die Beobachtungsjahre 2003, 2004, 2007, 2008 und 2010 einigermaßen konstant, v.a. in den älteren Landschaftselementen mit mehr oder weniger gleichbleibender Lebensraumqualität bzw. Vegetationsbestand. Dies gilt auch für die Kulturfelder, allerdings mit deutlichen, wiederkehrenden Unterschieden in Reichtum und Abundanzverteilung der Arten in Abhängigkeit vom Feldfrucht-Typ Luzerne, Getreide oder Hackfrucht. Insgesamt ist die Gesamt-Artenzahl der Laufkäfer bei vergleichbarem Monitoring-Aufwand bemerkenswert konstant.

Andererseits sind ansatzweise Veränderungen in der Laufkäferfauna gegenüber den ersten Jahren der Umstellung bemerkbar, wenn sich auch die eingangs hypothetisierten Veränderungen der Laufkäferfauna im Zuge der Umstellung auf die biologische Bewirtschaftung erst ansatzweise bestätigt finden, so z.B. durch die nach 7 Jahren beobachtbare Zunahme von *Acupalpus insterstitialis*, offensichtlich einer Indikatorart für Bio-Bewirtschaftung. Auch bei häufigen, aus Sicht der Schädlingsregulation interessanten Arten wie *Platynus dorsalis* ist eine Zunahme zu beobachten.

Deutliche Veränderungen traten in den Ökostreifen (Blühstreifen) auf, wo mit zunehmender Sukzession der offenen Segetal- und Ruderal-Vegetation zur vergrasenden Hochstaudenflur eine Abnahme der Laufkäfer-Biodiversität einhergeht. Die Frage einer passenden Bewirtschaftung der Ökostreifen zur Erhaltung der bestmöglichen Laufkäfer-Biodiversität bei gleichzeitiger Förderung der Arten mit regulativem Potential erscheint für eine kommende MUBIL-Forschungsperiode von größtem Interesse.

LITERATUR

Alford, D.V. (ed.) (2003). Biocontrol of oilseed rape pests. Blackwell Science Ltd, Oxford, Malden, Ames, Carlton South, Berlin, 355p.

Boller, E.F., HÄNI, F. und POEHLING, H.-M. (eds.) (2004). Ökologische Infrastrukturen. Ideenbuch zur funktionalen Biodiversität auf Betriebsebene. LBL, Lindau/CH, 212 pp.

Kromp, B., 1985: Zur Laufkäferfauna (Coleoptera, Carabidae) von Äckern in drei Gegenden Österreichs unter besonderer Berücksichtigung der Bewirtschaftungsweise. Diss., Uni Wien, 218 p.

Kromp, B., 1999: Carabid beetles in sustainable agriculture: a review on pest control efficacy, cultivation impacts and enhancement. - Agric Ecosyst Environ. 74: 187-228.

Müller-Motzfeld, G. (Hrsg.) (2004): Bd. 2 Adephaga 1: Carabidae (Laufkäfer). In: Freude, H., Harde, K.W., Lohse, G.A. & Klausnitzer, B.: Die Käfer Mitteleuropas. Spektrum-Verlag (Heidelberg/Berlin), 2. Auflage.

Paoletti, M.G. (1999): Invertebrate biodiversity as bioindicators of sustainable landscapes. Elsevier, Amsterdam, Lausanne, New York, Oxford, Shannon, Singapore, Tokyo, 446 p

ANHANG

Tabelle 4.2-1: Carabidenfänge in verschiedenen Feldern und Landschaftselementen des Bio-Betriebs Rutzendorf von April bis Oktober 2010.

Transekt	TN 9	TN 8	TN 1	TN 2	TN 3	TN 5	TN 5a	TN 6	TN 7	S	Ages-I	Ages-I	TM 1	TM 2	TS 1	TS 1a	TS 3	TS 6	TS 7	TS 8	Summ	% Ant
Habitat	Mais	Winte	Baum	Ökost	Luzer	Luzer	Ökost	Somm	Somm	Damm	Winte	Brach	Hecke	Grass	Hecke	Ökost	Luzer	Luzer	Körne	Körne		
Poecilus cupreus	3	95	6	3	74	293	56	38	11		7			1		2	32	108	105	80	914	20,3
Platynus dorsalis	8	157	90	14	64	77	34	32	33	20	87	13	31	17	9	3	29	7	9	7	741	16,4
Harpalus rufipes	21	5	13	19	9	32	88	14	24	10	4	10	9	8	9	21	30	55	22	17	420	9,3
Calathus fuscipes	4	29	36		12	33	23	6	5	3	1	1	29	3	5	1	15	37	6	9	258	5,7
Poecilus sericeus	1					3	1	17	29		14	1					19	18	65	82	250	5,5
Pterostichus melanarius	38	2			6	3	7	7				1					5	39	54	71	233	5,2
Trechus quadristriatus	11	7	28	3	4	16		19	32	6	3	12	11	9	6	5	1	2	6	8	189	4,2
Bembidion properans	7	11		5	20	48	15	12	6	37	4	3		2		1	3	2	7		183	4,1
Harpalus distinguendus	1	2		1	18	77	35	6	2	1				2		9	2	3	3	7	169	3,7
Brachinus explodens		2	30	8	21	56	15		1	3	1		3	3		1	11	1			156	3,5
Calathus ambiguus	1	25	1	1	5	6		12	13						1		6	12	47	23	153	3,4
Amara familiaris	4	1	4		12	54	2		2	2	1			2			6	1		1	92	2,0
Harpalus affinis					8	31	30	6	1		1			3				1	1		82	1,8
Harpalus tardus		1	10	2	4	4	5		1	15	2	1	12	2	1	4		8		1	73	1,6
Amara aenea					4	39	7				1						1				52	1,2
Amara bifrons			2			2	22	3	3	1			1	5		3					42	0,9
Calathus cinctus		13			3	5		10	3					1	1			2		2	40	0,9
Poecilus punctulatus		19			2	2	3	1			5							3			35	0,8
Syntomus pallipes		2	1			2				20	1	1	1	6		1					35	0,8
Harpalus serripes			1							19	4	1									25	0,6
Bembidion 4-maculatum		1		1			1	2	1	2	1								9	5	23	0,5
Acupalpus meridianus					2	5	12									2			1		22	0,5
Harpalus azureus		1	1	1	4	4	4				2		1	2		1					21	0,5
Notiophilus rufipes													14		7						21	0,5
Acupalpus intersticialis	2	1		1	2	1	4		1				3	2	1	1			1		20	0,4
Harpalus atratus			14	3	1								1			1					20	0,4
Loricera pilicornis						5	2				5				1		2	3		1	19	0,4
Amara similata		3	5			1							2			1	2				14	0,3
Dolichus halensis					1		13														14	0,3
Harpalus rubripes			1		1	3	1			3	1			1		2					13	0,3
Leistus ferrugineus		2	1						1	2		1	1	3		1		1			13	0,3
Badister bullatus				3	1					3		3	1		1						12	0,3
Platyderus rufus			1							1		1	4		4			1			12	0,3
Microlestes maurus							3			6				2							11	0,2
Bembidion lampros		1		2						2	1	1		1					1	1	10	0,2
Syntomus obscuroguttatus			3				1						1		1		1	3			10	0,2
Amara anthobia					3	1	1					1	3								9	0,2
Harpalus pumilus					1	1				5				1		1					9	0,2
Calathus melanocephalus		2					1							4							7	0,2
Harpalus (schaubergerianus)			1	2								1			3						7	0,2
Zabrus tenebrionides		2							1	1	1							1			6	0,1
Harpalus luteicornis			1		1	2						1									5	0,1
Notiophilus aestuans			2			2	1														5	0,1
Calosoma auropunctatum																	1			3	4	0,1
Microlestes sp.			2								2										4	0,1
Microlestes minutulus													1					3			4	0,1
Panagaeus bipustulatus					1						1		1		1						4	0,1
Parophonus maculicornis						1	3														4	0,1
Amara apricaria				1										2							3	0,1
Amara aulica				1			2														3	0,1
Harpalus (subcylindricus)										3											3	0,1
Harpalus zabroides								2										1			3	0,1
Microlestes fissuralis								1	1								1				3	0,1
Amara (cursitans)										1									1		2	0,0
Amara littorea	1						1														2	0,0
Brachinus crepitans						1				1											2	0,0
Harpalus signaticornis						2															2	0,0
Nebria brevicollis													2								2	0,0
Notiophilus palustris			2																		2	0,0
Pterostichus vernalis		1									1										2	0,0
Syntomus sp.			2																		2	0,0
Synuchus vivalis								1	1												2	0,0
Amara sp.								1													1	0,0
Amara (consularis)																			1		1	0,0
Amara convexior			1																		1	0,0
Amara eurynota							1														1	0,0
Amara sabulosa																1					1	0,0
Asaphidion (flavipes)											1										1	0,0
Carabus granulatus															1						1	0,0
Chlaenius nigricornis											1										1	0,0
Harpalus albanicus																		1			1	0,0
Harpalus picipennis										1											1	0,0
Licinus depressus			1																		1	0,0

4.3 TEILPROJEKT 13: ÖKONOMIE

Auswirkungen unterschiedlicher Düngungssysteme im biologischen Landbau auf die Wirtschaftlichkeit

Bearbeiter: M. Eder
Institut für Agrar- und Forstökonomie, Department für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, BOKU Wien

ZUSAMMENFASSUNG / SUMMARY

Die Gesamtdeckungsbeiträge bzw. Fruchtfolgedeckungsbeiträge (jeweils ohne Direktzahlungen) der untersuchten Jahre 2009 und 2010 liegen innerhalb der Bandbreite der Jahre zuvor. 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 Silagebereitung und der Düngerausbringungskosten um 8% bzw. 12% geringere Fruchtfolgedeckungsbeiträge aus. Im Falle der Düngungsvariante 3 wurde allerdings keine monetäre Bewertung der Luzernesilage einberechnet. Für den wirtschaftlichen Erfolg entscheidend ist die Erzielung hoher Deckungsbeiträge bei den „cash-cows“ der angebauten Kulturen. Diese werden auf rund der Hälfte der Ackerfläche kultiviert, der Rest der Fläche wird aus Fruchtfolgegründen und zur Nährstoffanreicherung benötigt.

The farm gross margins or crop rotation gross margins (excluding direct payments) of the investigated years 2009 and 2010 are within the range of years earlier. Compared to the fertilisation treatment 1 (solely green manuring) the fertilisation treatment 2 (purchase of organic waste compost) and 3 (cattle manure) showed, including the costs for compost purchases or making silage and manure application costs, lower crop rotation gross margins by 8% and 12%. In the case of fertilisation treatment 3, however, no monetary value of alfalfa has been calculated. Essential for economic success is to achieve high gross margins with the "cash cows" of the crops. These are cultivated on about half of the arable land, the rest of the area is needed for crop rotation reasons and to nutrient enrichment.

EINLEITUNG

Beginnend mit den Ergebnissen von MUBIL I stehen mit Abschluss von MUBIL III mittlerweile Daten zum biologisch geführten Ackerbau unter den Bedingungen des pannonischen Klimas über einen Zeitraum von acht Jahren zur Verfügung. Nach der in den ersten Jahren notwendigen Umstellungsphase auf biologische Landwirtschaft und einer darauf folgenden Phase der Anpassung der Fruchtfolge hinsichtlich agronomischer und ökonomischer Gesichtspunkte hat sich in 2009 und 2010 eine einheitliche Fruchtartenverteilung eingestellt. Mit den vorliegenden Untersuchungen sollen - wie in den Vorgängerprojekte - die Auswirkungen von drei Düngungsvarianten, die unterschiedliche betriebliche Vorraussetzungen der Nährstoffbereitstellung (nur Gründdüngung, zusätzlich Zufuhr organischen Düngers durch Zukauf von Biotonnekompost, Stallmist von Rinderbetrieb mit 0,5 GVE je ha Ackerfläche) simulieren, aus ökonomischer Sicht analysiert werden. Darüber hinaus werden die wirtschaftlichen Ergebnisse seit Beginn des MUBIL-Projektes zusammenfassend dargestellt.

THEMA UND ZIELE DER ARBEIT

Thema der Arbeit ist ein Vergleich der Wirtschaftlichkeit unterschiedlicher Düngungssysteme (-varianten) unter den Standortbedingungen des pannonischen Klimas. Ziel ist es, für die unterschiedlichen betrieblichen Voraussetzungen (DV1 = nur Gründüngung, DV2 = Zufuhr organischen Düngers, DV 3 = Rinder haltender Betrieb) Gesamt- bzw. Fruchtfolgedeckungsbeiträge auf Basis der Untersuchungsjahre 2009 und 2010 zu kalkulieren. In

weiterer Folge werden die Ergebnisse der Vorjahre in eine Gesamtbetrachtung mit einbezogen. Deskriptive statistische Auswertungen aller Deckungsbeiträge der in den Jahren 2003 bis 2010 angebauten Kulturen werden angestellt, um die Bandbreite der ökonomischen Ergebnisse darzustellen.

MATERIAL UND METHODEN

Die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit erfolgte anhand eines Vergleiches der Gesamt- bzw. Fruchtfolgedeckungsbeiträge der drei Düngungsvarianten. In den Jahren 2009 und 2010 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 orientierten 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 berücksichtigte 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 diese Leistung wieder über den Stallmist, der ebenfalls nicht monetär bewertet wurde, in das System einfließt.

Die einzelnen Deckungsbeiträge der angebauten Kulturen eines Untersuchungsjahres 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 Maschinenkosten zurückgegriffen (ÖKL 2010). Die zu erwartenden Maschineneinsatzstunden für die Stallmistausbringung, der Silagebereitung und der 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 2008) festgelegt. Für die Hagelversicherung wurden € 17 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 4.3-4 bis Tabelle 4.3-9).
Insgesamt wurden in den zwei Jahren sechs verschiedene Zwischenfruchtmischungen eingesetzt. Die Kosten des Zwischenfruchtanbaus setzen sich zusammen aus den Saatgutkosten der Mischungspartner und den variablen Kosten für Saatbeetbereitung und Aussaat. Die detaillierten Angaben dazu gibt es ebenfalls im Anhang (Tabelle 4.3-11).
In der Düngungsvariante 2 wurde Kosten von 5,00 € je t für den Biotonnekompost plus 2 € je t für den Transport des Kompostes berechnet. Hinzu kommen noch die variablen Maschinenkosten für die Kompostausbringung. Bei der Düngungsvariante 3 (Rinder haltender Betrieb) wurde der Stallmist nicht bewertet, es flossen nur die variablen Maschinenkosten der Ausbringung in die Kalkulationen ein (Tabelle 4.3-10).

Berechnung der Gesamtdeckungsbeiträge

Die Kosten der Zwischenfrüchte und die Dünger- bzw. Düngerausbringungskosten wurden den jeweiligen Folgefrüchte angelastet. 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. Diese Vorgehensweise wurde bei den drei Düngungsvarianten bzw. bei beiden Jahren angewandt.

Schwankungsbreite der Deckungsbeiträge einzelner Kulturen

Um einerseits die Bedeutung einzelner Kulturen für den wirtschaftlichen Erfolg und andererseits die Variabilität der Deckungsbeiträge der Kulturen ersichtlich zu machen, wurden die Einzeldeckungsbeiträge aller Kulturen je Schlag seit Beginn des Versuches analysiert. Anders als bei der Berechnung der Fruchtfolgedeckungsbeiträge werden hier die Kosten für Zwischenfrucht und Düngung nicht den nachfolgenden Kulturen angelastet. Beim Vergleich der Düngungsvarianten müssten somit diese Kosten noch in Betracht gezogen werden.

ERGEBNISSE UND DISKUSSION

In Tabelle 4.3-1 sind die Gesamtdeckungsbeiträge und die Fruchtfolgedeckungsbeiträge der Untersuchungsjahre 2009 und 2010 für die einzelnen Düngungsvarianten dargestellt. Im Jahr 2009 konnten der Fruchtfolgedeckungsbeitrag nicht auf dem Niveau der vorangegangen Jahre gehalten werden. Maßgelblich dafür waren niedrige Deckungsbeiträge der für den wirtschaftlichen Erfolg wichtigen Leitkulturen Winterweizen und Körnermais. Verursacht wurde dies nicht durch geringe Naturalerträge sondern durch das niedrige Produktpreisniveau 2009 und bei Winterweizen durch teilweise niedrige Proteinwerte. Sowohl Preisniveau als auch Proteingehalt stiegen in der Ernte 2010 zum Teil wesentlich an und sorgten damit auch für einen Anstieg des Fruchtfolgedeckungsbeitrages.

Tabelle 4.3-1: Gesamt- bzw. Fruchtfolgedeckungsbeiträge im Untersuchungszeitraum

Düngungsvariante	Gesamtdeckungsbeitrag in €		Fruchtfolgedeckungsbeitrag in € je ha	
	2009	**2010**	**2009**	**2010**
DV 1 (Gründüngung)	45.716	69.293	327	495
DV 2 (Biotonnekompost)	41.912	64.056	299	458
DV 3 (Stallmist)	39.885	61.086	285	436

Die Düngungsvariante 1 wies in beiden Jahren höhere Werte auf als die Variante mit Biotonnekompost bzw. Stallmist. Gemittelt über die Jahre 2009 und 2010 erreichte die Düngungsvariante mit Biotonnekompost (DV 2) 92% und die Düngungsvariante mit Stallmist (DV 3) 88% des Fruchtfolgedeckungsbeitrag der Düngungsvariante 1 von 411 €/ha. Im Betrachtungszeitraum seit Beginn des Versuches (2003 bis 2010) lag der durchschnittliche Fruchtfolgedeckungsbeitrag in der Düngungsvariante 1 bei 317 €/ha ebenfalls über DV 2 mit 285 €/ha und DV 3 mit 259 €/ha (Tabelle 4.3-13). Ohne Berücksichtigung der ersten beiden Umstellungsjahre lagen die Werte um einiges höher (DV1: 453 €/ha, DV 2: 414 €/ha, DV 3: 384 €/ha).

Schwankungsbereich der Einzeldeckungsbeiträge der Kulturen

Insgesamt wurden seit 2003 neun verschiedene Kulturen in unterschiedlichem Umfang angebaut (Tabelle 4.3-2) Wintergerste und Sonnenblume sind nur einmal im Anbauprogramm vorgekommen, wobei beide ansehnliche Deckungsbeiträge erzielen konnten. Am häufigsten mit insgesamt 21 schlagbezogenen Ergebnissen scheint die Luzerne, die in der Fruchtfolge die Aufgabe der Stickstofflieferung hat, vor. Gefolgt vom Winterweizen, der in der Regel nach der Luzerne in der Fruchtfolge angebaut wird. Die höchsten durchschnittlichen Deckungsbeiträge hat in den vergangenen Jahren der Körnermais erbracht. Er erzielte auch den höchsten Wert für den Deckungsbeitrag in allen Düngungsvarianten, allerdings auch die höchste Standardabweichung. Winterweizen erreichte im Mittel einen Deckungsbeitrag von ca. 1.000 € je ha bei einer Bandbreite zwischen rd. 200 und 2.100 € je ha. Winterroggen kann im Durchschnitt nur etwas mehr als die Hälfte an Deckungsbeitrag zum Weizen vorweisen, die Standardabweichung ist allerdings auch wesentlich niedriger.

Tabelle 4.3-2: Statistische Kennzahlen zu den Deckungsbeiträgen der 2003 bis 2010 angebauten Kulturen

Kultur	Variante	Anzahl	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabw.
Sommergerste	DV1	7	-83	621	288	230
	DV2	7	-51	656	327	231
	DV3	7	-56	544	277	215
Luzerne	DV1	21	-244	-85	-188	49
	DV2	21	-244	-85	-188	49
	DV3	21	-411	-188	-297	62
Körnererbse	DV1	7	-262	300	25	227
	DV2	7	-262	377	17	257
	DV3	7	-262	342	14	232
Triticale	DV1	3	-111	15	-31	70
	DV2	3	-103	25	-22	70
	DV3	3	-121	137	14	129
Wintergerste	DV1	1	531	531	531	
	DV2	1	590	590	590	
	DV3	1	593	593	593	
Winterweizen	DV1	14	219	2.051	1.039	546
	DV2	14	154	2.121	1.056	558
	DV3	14	172	2.122	996	540
Winterroggen	DV1	5	108	1.105	586	388
	DV2	5	149	1.142	613	384
	DV3	5	217	1.094	608	340
Sonnenblume	DV1	1	770	770	770	
	DV2	1	843	843	843	
	DV3	1	849	849	849	
Körnermais	DV1	5	546	2.802	1.357	903
	DV2	5	567	2.746	1.330	897
	DV3	5	239	2.813	1.311	998

Zum Teil negative Deckungsbeiträge ergaben sich für Sommergerste. Die höchsten Werte gehen über die durchschnittlichen Deckungsbeiträge des Winterroggens nicht hinaus. Körnererbse trägt nicht wesentlich zum wirtschaftlichen Erfolge bei, die Deckungsbeiträge liegen im Mittel knapp im positiven Bereich. Bei der ökonomischen Beurteilung der Körnererbse muss allerdings auch die mögliche positive Fruchtfolgewirkung in Betracht gezogen werden.

Eine Auswertung der Deckungsbeiträge von Winterweizen getrennt nach der Vorfrucht Luzerne bzw. Körnererbse zeigt ein differenziertes Bild (Tabelle 4.3-3Tabelle 4.3-3). Während in der Düngungsvariante 1 mit ausschließlich Gründüngung die Deckungsbeiträge für Winterweizen im Durchschnitt bei beiden Vorfrüchten ähnlich hoch sind, schneiden bei den Düngungsvarianten mit Kompost bzw. Stallmist die Ergebnisse bei der Vorfrucht Luzerne deutlich schlechter ab. Bei der DV 3 sind dies immerhin ca. 350 € je ha. Düngergaben erfolgten allerdings jeweils nur bei Körnererbse als Vorfrucht. Der Deckungsbeitrag von Weizen nach Körnererbse war bei der Kompostdüngung um 100 € je ha höher als bei der ungedüngten Variante. Die Kosten für den Kompostzukauf und die Ausbringung waren in allen Fällen höher. Bei Düngung mit Stallmist konnte im Durchschnitt ein um 175 € je ha höherer Deckungsbeitrag erzielt werden, was deutlich über den Ausbringungskosten des Stallmistes lag.

Tabelle 4.3-3: Statistische Kennzahlen zu den Deckungsbeiträgen von Winterweizen nach unterschiedlicher Vorfrucht

Vorfrucht	Variante	Anzahl	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabw.
Luzerne	DV1	9	253	2.051	**1.018**	531
	DV2	9	154	1.970	**1.000**	526
	DV3	9	172	1.964	**878**	533
Körnererbse	DV1	4	219	2.001	**1.054**	731
	DV2	4	249	2.121	**1.154**	765
	DV3	4	687	2.122	**1.229**	620

Bleiben die Kosten für die Dünung mit Kompost oder Wirtschaftsdünger unberücksichtigt, so ergibt sich beim Deckungsbeitrag kein einheitliches Bild beim Vergleich der drei Düngungsvarianten. In Abbildung 4.3-1 sind Minimum, Maximum und Mittelwert des Deckungsbeitrages von Winterweizen getrennt nach Düngungsvarianten dargestellt. Der durchschnittliche Deckungsbeitrag der drei Variante liegt auf ähnlicher Höhe. Die Düngungsvarianten 2 und 3 verzeichnen etwas niedrigere Minimumwerte als die Variante 1, allerdings erzielten diese beiden Variante auch die höchsten Deckungsbeiträge im beobachteten Zeitraum. Im Anhang sind die Abbildungen für weitere Kulturen zu finden (Abbildung 4.3-2 bis Abbildung 4.3-5). Sie liefern ein ähnliches Bild mit nur geringen Unterschieden zwischen den Düngungsvarianten. Die Schwankungen zwischen den Jahren, die durch unterschiedliche Wachstumsbedingungen und teilweise unterschiedlicher Stellung in der Fruchtfolge sowie den jährlichen Preisschwankungen bedingt sind, üben erheblich größeren Einfluss aus.

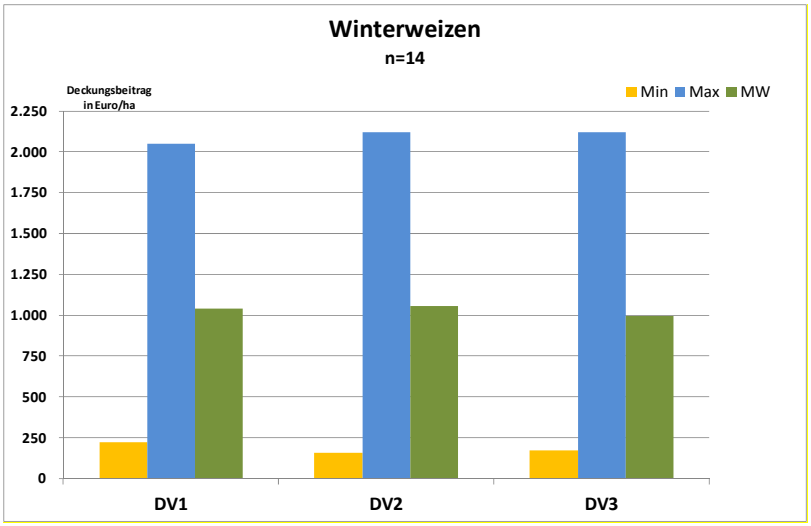

Abbildung 4.3-1: Deckungsbeitrag von Winterweizen nach Düngungsvariante (2003-2010)

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Nach mittlerweile acht Versuchsjahren konnte in den letzten Jahren eine stabile Fruchtfolge etabliert werden. Rund die Hälfte der Fläche nehmen Kulturen ein, die den Großteil des Gesamtdeckungsbeitrages erbringen. Auf einem weiteren Viertel stehen Sommerungen, die in der Regel nur moderate, bei ungünstigen Voraussetzungen sogar negative Deckungsbeiträge erzielen. Das letzte Viertel wird zum Aufbau der Bodenfruchtbarkeit und zur Nährstoffanreicherungen für die Folgekulturen benötigt. Hier zeigt sich sehr deutlich, dass im Gegensatz zum konventionellen Ackerbau der Deckungsbeitrag einer einzelnen Kultur nur bedingt aussagekräftig ist. So würde z.B. eine alleinige Gegenüberstellung der Deckungsbeitrag von Bio-Winterweizen mit konventionell produziertem Winterweizen nicht die gesamtbetriebliche wirtschaftliche Situation des Betriebes widerspiegeln.

Die Schwankungsbreite der Deckungsbeiträge bei den für den wirtschaftlichen Erfolg bedeutsamen Kulturen ist beträchtlich und damit auch das damit verbundene Risiko. In der Praxis bieten hier die Direktzahlungen für die biologische Wirtschaftsweise einen gewissen Risikopuffer. Die Differenzen in den unterschiedlichen Düngungsvarianten erscheinen dagegen eher marginal. Dies mag auch in der ausgeglichenen Fruchtfolge liegen. Bei Betrieben, die intensivere Fruchtfolgen mit Feldgemüse etc. praktizieren, könnte mitunter größere Unterschiede der Ergebnisse zwischen den Düngungsvarianten zu beobachten sein.

LITERATUR

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

ÖKL - Österreichisches Kuratorium für Landtechnik und Landentwicklung (2010): ÖKL-Richtwerte für die Maschinenselbstkosten 2010. Wien: Selbstverlag.

Tabelle 4.3-4: Deckungsbeitrag Produktionsverfahren Winterweizen

		ohne Strohbergung				ohne Strohbergung				mit Strohbergung					Durchschnittlicher DB			
		2009	2009	2010	2010	2009	2009	2010	2010	2009	2009	2010	2010					
		DV1	DV1	DV1	DV1	DV2	DV2	DV2	DV2	DV3	DV3	DV3	DV3	Einheit	DV1	DV2	DV3	Einheit
Hauptleistung	Ertrag 1	5.586	4.682	5.569	4.600	5.859	4.903	5.467	4.939	5.728	3.916	5.288	5.251		5.109	5.292	5.046	
	Protein	11,30%	13,60%	14,50%	13,00%	11,30%	13,60%	14,50%	13,70%	12,00%	13,50%	13,40%	13,40%		13,10%	13,28%	13,08%	
	ø Ertrag	5.586	4.682	5.569	4.600	5.859	4.903	5.467	4.939	5.728	3.916	5.288	5.251	kg/ha	5.109	5.292	5.046	kg/ha
	Preis	0,2000	0,3000	0,3200	0,3000	0,2000	0,3000	0,3200	0,3000	0,2600	0,3000	0,3000	0,3000	€/kg	0,2800	0,2800	0,2900	€/kg
Leistung		**1.117**	**1.405**	**1.782**	**1.380**	**1.172**	**1.471**	**1.749**	**1.482**	**1.489**	**1.175**	**1.586**	**1.575**	€	**1.421**	**1.468**	**1.456**	€
		184	179	201	189	184	179	201	189	184	179	201	189	kg/ha	188	188	188	kg/ha
Saatgut		0,77	0,77	0,45	0,45	0,77	0,77	0,45	0,45	0,77	0,77	0,45	0,45	€/kg	0,61	0,61	0,61	€/kg
		141,68	**137,83**	**90,45**	**85,05**	**141,68**	**137,83**	**90,45**	**85,05**	**141,68**	**137,83**	**90,45**	**85,05**	€	**113,75**	**113,75**	**113,75**	€
var. Maschinenkosten	Grubbern	29,73	59,45	59,45	29,73	29,73	59,45	59,45	29,73	29,73	59,45	59,45	29,73		44,59	44,59	44,59	
	Pflügen	48,23	48,23	48,23	48,23	48,23	48,23	48,23	48,23	48,23	48,23	48,23	48,23		48,23	48,23	48,23	
	Eggen	19,82	19,82	19,82	19,82	19,82	19,82	19,82	19,82	19,82	19,82	19,82	19,82		19,82	19,82	19,82	
	Säen	13,59	13,59	13,59	13,59	13,59	13,59	13,59	13,59	13,59	13,59	13,59	13,59		13,59	13,59	13,59	
	Hackstriegel	7,90	7,90	15,80	15,80	7,90	7,90	15,80	15,80	7,90	7,90	15,80	15,80		11,85	11,85	11,85	
	Ernteguttransport	8,99	8,99	8,99	8,99	8,99	8,99	8,99	8,99	8,99	8,99	8,99	8,99		8,99	8,99	8,99	
	Pressen									41,53	35,60	32,63	38,57				37,08	
	Laden									6,30	5,40	4,95	5,85				5,63	
	Transport									14,00	12,00	11,00	13,00				12,50	
	Summe	**128**	**158**	**166**	**136**	**128**	**158**	**166**	**136**	**190**	**211**	**214**	**194**	€	**147**	**147**	**202**	€
Lohndrusch		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	€	100	100	100	€
Versicherung		17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	€	17	17	17	€
4% Zinsansatz		8,10	8,87	7,69	6,64	8,10	8,87	7,69	6,64	9,95	10,46	9,15	8,36	€	7,82	7,82	9,48	€
variable Kosten		**395**	**422**	**381**	**345**	**395**	**422**	**381**	**345**	**459**	**476**	**431**	**404**	€	**386**	**386**	**443**	€
Deckungsbeitrag		**722**	**983**	**1.401**	**1.035**	**777**	**1.049**	**1.368**	**1.137**	**1.031**	**699**	**1.155**	**1.171**	€	**1.035**	**1.083**	**1.014**	€

Tabelle 4.3-5: Deckungsbeitrag Produktionsverfahren Winterroggen

		ohne Strohbergung	ohne Strohbergung	mit Strohbergung	ohne Strohbergung	ohne Strohbergung	mit Strohbergung		Durchschnittlicher DB			
		2009	2009	2009	2010	2010	2010					
		DV1	DV2	DV3	DV1	DV2	DV3	Einheit	DV1	DV2	DV3	Einheit
Hauptleistung	Ertrag 1	4.995	5.014	5.210	3.268	3.409	3.676	kg/ha	4.132	4.212	4.443	kg/ha
	Preis	0,2350	0,2350	0,2350	0,2400	0,2400	0,2400	€/kg	0,2375	0,2375	0,2375	€/kg
Leistung		**1.174**	**1.178**	**1.224**	**784**	**818**	**882**	€	**979**	**998**	**1.053**	€
		190	190	190	138	138	138		164,00	164,00	164,00	
Saatgut		0,47	0,47	0,47	0,51	0,51	0,51	€/kg	0,49	0,49	0,49	€/kg
		89,30	**89,30**	**89,30**	**70,38**	**70,38**	**70,38**	€	**79,84**	**79,84**	**79,84**	€
var. Maschinenkosten	Grubbern	29,73	29,73	29,73	89,18	89,18	89,18		59,45	59,45	59,45	
	Pflügen	48,23	48,23	48,23	48,23	48,23	48,23		48,23	48,23	48,23	
	Eggen	19,82	19,82	19,82	19,82	19,82	19,82		19,82	19,82	19,82	
	Säen	13,59	13,59	13,59	13,59	13,59	13,59		13,59	13,59	13,59	
	Hackstriegel	7,90	7,90	7,90	7,90	7,90	7,90		7,90	7,90	7,90	
	Ernteguttransport	8,99	8,99	8,99	8,99	8,99	8,99		8,99	8,99	8,99	
	Pressen			62,30			41,53				51,92	
	Laden			9,45			6,30				7,88	
	Transport			21,00			14,00				17,50	
	Summe	**128**	**128**	**221**	**188**	**188**	**250**	€	**157,98**	**157,98**	**235,27**	€
Lohndrusch		100	100	100	100	100	100	€	100,00	100,00	100,00	€
Versicherung		17	17	17	17	17	17	€	17,00	17,00	17,00	€
4% Zinsansatz		6,53	6,53	9,31	7,74	7,74	9,60	€	7,13	7,13	9,45	€
variable Kosten		**341**	**341**	**437**	**383**	**383**	**447**	€	**362**	**362**	**442**	€
Deckungsbeitrag		**833**	**837**	**788**	**401**	**435**	**436**	€	**617**	**636**	**612**	€

Tabelle 4.3-6: Deckungsbeitrag Produktionsverfahren Sommergerste

		ohne Strohbergung		ohne Strohbergung		mit Strohbergung			Durchschnittlicher DB			
		2009	2010	2009	2010	2009	2010					
		DV1	DV1	DV2	DV2	DV3	DV3	Einheit	DV1	DV2	DV3	Einheit
Hauptleistung	Ertrag 1	2.630	3.740	2.787	3.779	2.572	3.816		3.185	3.283	3.194	
	Preis	0,2000	0,1700	0,2000	0,1700	0,2000	0,1700	€/kg	0,1850	0,1850	0,1850	€/kg
Leistung		**526**	**636**	**557**	**642**	**514**	**649**	**€**	**581**	**600**	**582**	**€**
		194	195	194	195	194	195					
Saatgut		0,72	0,56	0,72	0,56	0,72	0,56	€/kg	0,64	0,64	0,64	€/kg
		139,68	**109,20**	**139,68**	**109,20**	**139,68**	**109,20**	**€**	**124,44**	**124,44**	**124,44**	**€**
var. Maschinenkosten	Mulchen	21,91	21,91	21,91	21,91	21,91	21,91		21,91	21,91	21,91	
	Pflügen	48,23	48,23	48,23	48,23	48,23	48,23		48,23	48,23	48,23	
	Eggen	39,64	19,82	39,64	19,82	39,64	19,82		29,73	29,73	29,73	
	Säen	13,59	13,59	13,59	13,59	13,59	13,59		13,59	13,59	13,59	
	Hackstriegel	15,80	15,80	15,80	15,80	15,80	15,80		15,80	15,80	15,80	
	Walzen											
	Ernteguttransport	8,99	6,74	8,99	6,74	8,99	6,74		7,86	7,86	7,86	
	Pressen					23,73	35,60				29,67	
	Laden					3,60	5,40				4,50	
	Transport					8,00	12,00				10,00	
	Summe	**148**	**126**	**148**	**126**	**183**	**179**	**€**	**137,13**	**137,13**	**181,29**	**€**
Lohndrusch		100	100	100	100	100	100	€	100,00	100,00	100,00	€
Versicherung		17	17	17	17	17	17	€	17,00	17,00	17,00	€
4% Zinsansatz		8,64	7,06	8,64	7,06	9,70	8,65	€	7,85	7,85	9,17	€
variable Kosten		**413**	**359**	**413**	**359**	**450**	**414**	**€**	**386**	**386**	**432**	**€**
Deckungsbeitrag		**113**	**276**	**144**	**283**	**65**	**235**	**€**	**194**	**214**	**150**	**€**

Tabelle 4.3-7: Deckungsbeitrag Produktionsverfahren Körnererbse

									Durchschnittlicher DB			
		2009	2010	2009	2010	2009	2010					
		DV1	DV1	DV2	DV2	DV3	DV3	Einheit	DV1	DV2	DV3	Einheit
Hauptleistung	Ertrag 1	1.208	2.356	864	2.662	1.095	2.546		1.782	1.763	1.821	
	Preis	0,3300	0,3000	0,3300	0,3000	0,3300	0,3000	€/kg	0,3150	0,3150	0,3150	€/kg
Leistung		**399**	**707**	**285**	**799**	**361**	**764**	€	**553**	**542**	**563**	€
		240,00	294,00	240,00	294,00	240,00	294,00	Pkg/ha	267,00	267,00	267,00	kg/ha
Saatgut		0,66	0,64	0,66	0,64	0,66	0,64	€/Pkg	0,65	0,65	0,65	€/kg
		158,40	**188,16**	**158,40**	**188,16**	**158,40**	**188,16**	**€**	**173,28**	**173,28**	**173,28**	**€**
var. Maschinenkost	Mulchen	21,91		21,91		21,91			7,30	7,30	7,30	
	Pflügen	48,23	48,23	48,23	48,23	48,23	48,23		32,15	32,15	32,15	
	Eggen	19,82	19,82	19,82	19,82	19,82	19,82		13,21	13,21	13,21	
	Säen	14,19	14,19	14,19	14,19	14,19	14,19		9,46	9,46	9,46	
	Hackstriegel	7,90	15,80	7,90	15,80	7,90	15,80		7,90	7,90	7,90	
	Ernteguttransport	2,25	4,49	2,25	4,49	2,25	4,49		2,25	2,25	2,25	
	Summe	**114**	**103**	**114**	**103**	**114**	**103**	**€**	**108,41**	**108,41**	**108,41**	**€**
Lohndrusch		95	105	95	105	95	105	€	100,00	100,00	100,00	€
Versicherung		17	17	17	17	17	17	€	17,00	17,00	17,00	€
4% Zinsansatz		8,18	8,72	8,18	8,72	8,18	8,72	€	8,45	8,45	8,45	€
variable Kosten		393	421	393	421	393	421	€	**407**	407	407	€
Deckungsbeitrag		**6**	**285**	**-108**	**377**	**-32**	**342**	€	**146**	**135**	**155**	€

Tabelle 4.3-8: Deckungsbeiträge Produktionsverfahren Körnermais

									Durchschnittlicher DB			
	2009	2010	2009	2010	2009	2010						
	DV1	DV1	DV2	DV2	DV3	DV3	Einheit		DV1	DV2	DV3	Einheit
Hauptleistung	Ertrag 1	9.215	9.693	9.401	9.863	10.609	9.987		9.454	9.632	10.298	
	Preis	0,1340	0,2425	0,1340	0,2425	0,1340	0,2425	€/kg	0,1883	0,1883	0,1883	€/kg
Leistung		**1.235**	**2.351**	**1.260**	**2.392**	**1.422**	**2.422**	€	**1.793**	**1.826**	**1.922**	€
		1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	Pkg/ha	1,50	1,50	1,50	kg/ha
Saatgut		91,50	93,63	91,50	93,63	91,50	93,63	€/Pkg	92,57	92,57	92,57	€/kg
		137,25	**140,45**	**137,25**	**140,45**	**137,25**	**140,45**	**€**	**138,85**	**138,85**	**138,85**	**€**
var. Maschinenkosten	Mulchen	21,91	21,91	21,91	21,91	21,91	21,91		21,91	21,91	21,91	
	Grubbern	29,73	29,73	29,73	29,73	29,73	29,73		29,73	29,73	29,73	
	Pflügen	48,23	48,23	48,23	48,23	48,23	48,23		48,23	48,23	48,23	
	Eggen	39,64	39,64	39,64	39,64	39,64	39,64		39,64	39,64	39,64	
	Säen	14,19	14,19	14,19	14,19	14,19	14,19		14,19	14,19	14,19	
	Hacken	31,68	31,68	31,68	31,68	31,68	31,68		31,68	31,68	31,68	
	Ernteguttransport	17,97	17,97	17,97	17,97	17,97	17,97		17,97	17,97	17,97	
	Trocknung € 1,5/t u. %H_2O	207,34	218,09	211,52	221,92	238,70	224,71		212,72	216,72	231,71	
	Summe	**411**	**421**	**415**	**425**	**442**	**428**	**€**	**416**	**420**	**435**	**€**
Lohndrusch		120	120	120	120	120	120	€	120	120	120	€
Versicherung		17	17	17	17	17	17	€	17	17	17	€
4% Zinsansatz		4,12	4,21	4,12	4,21	4,12	4,21	€	4,17	4,17	4,17	€
variable Kosten		689	703	693	707	720	710	€	**696**	700	715	€
Deckungsbeitrag		**546**	**1.647**	**567**	**1.685**	**701**	**1.712**	€	**1.097**	**1.126**	**1.207**	€

Tabelle 4.3-9: Deckungsbeitrag Produktionsverfahren Luzerne

	Nutzungsjahre	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
		2009	2009	2010	2010	2009	2009	2010	2010	2009	2009	2010	2010	
		DV1	DV1	DV1	DV1	DV2	DV2	DV2	DV2	DV3	DV3	DV3	DV3	
		Bestand	Anbau	Anbau	Bestand	Bestand	Anbau	Anbau	Bestand	Bestand	Anbau	Anbau	Bestand	Einheit
Hauptleistung	Abfuhr Luzerne									13.727	3.855	3.877	8.787	kg TM/ha
Leistung		**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**€**
			23,00	28,00			23,00	28,00			23,00	28,00		kg/ha
Saatgut			4,90	4,20			4,90	4,20			4,90	4,20		€/kg
		0,00	**56,35**	**58,80**	**0,00**	**0,00**	**56,35**	**58,80**	**0,00**	**0,00**	**56,35**	**58,80**	**0,00**	**€**
var. Maschinenkosten	Grubbern		30	89			30	89			30	89		
	Scheibenegge		34				34				34			
	Eggen		20				20				20			
	Säen		7	7			7	7			7	7		
	Mulchen	66	66	66	66	66	66	66	66		44	22		
	Mähen									29	10	19	29	
	Schw aden									38	13	25	38	
	Pressen									163	45	47	104	
	Laden									25	7	7	16	
	Transport									55	15	16	35	
	Wickeln									62	17	18	40	
	Summe	**66**	**156**	**162**	**66**	**66**	**156**	**162**	**66**	**372**	**239**	**251**	**261**	**€**
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	€
Versicherung		17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	€
4% Zinsansatz		1,97	6,36	6,62	1,97	1,97	6,36	6,62	1,97	11,15	8,86	9,29	7,82	€
variable Kosten		85	235	244	85	85	235	244	85	400	321	336	285	€
Deckungsbeitrag		**-85**	**-235**	**-244**	**-85**	**-85**	**-235**	**-244**	**-85**	**-400**	**-321**	**-336**	**-285**	€

Tabelle 4.3-10: Variable Kosten Düngung

DV2 2009		
Menge	26.000	kg/ha
Kosten	0,0070	€/kg
Summe	**182,00**	€/ha
Frontlader	18,03	€
Kompoststreuer	42,68	€
var. MaschKosten	**60,71**	€/ha
variable Kosten	**242,7**	€/ha

DV3		
Frontlader	13,53	€
Miststreuer	25,89	€
var. MaschKosten	**39,41**	€/ha
variable Kosten	**39,4**	€/ha

DV2 2010		
Menge	18.000	kg/ha
Kosten	0,0070	€/kg
Summe	**126,00**	€/ha
Frontlader	12,62	€
Kompoststreuer	29,87	€
var. MaschKosten	**42,50**	€/ha
variable Kosten	**168,5**	€/ha

Tabelle 4.3-11: Variable Kosten Zwischenfrüchte

ZF 3 Arten 2009		€/100kg	kg/ha	
Saatgut	Leindotter	310,00	1,90	5,89
	Senf	250,00	5,00	12,50
	Phacelia	500,00	4,00	20,00
var. MaschKosten	Grubbern	1 x		29,73
	Säen			13,59
	Scheibenegge	1 x		16,75
variable Kosten				**98,5**

ZF 3 Arten 2010		€/100kg	kg/ha	
Saatgut	Buchweizen	110,00	23,00	25,30
	Sommerwicke	70,00	2,10	1,47
	Phacelia	500,00	6,80	34,00
var. MaschKosten	Grubbern	2 x		59,45
	Säen			13,59
variable Kosten				**133,8**

ZF 4 Arten 2009		€/100kg	kg/ha	
Saatgut	Phacelia	500,00	3,70	18,50
	Senf	250,00	5,00	12,50
	Buchweizen	110,00	12,50	13,75
	Leindotter	310,00	1,80	5,58
var. MaschKosten	Grubbern	1 x		29,73
	Scheibenegge	1 x		16,75
	Säen			13,59
variable Kosten				**110,4**

ZF 4 Arten 2010		€/100kg	kg/ha	
Saatgut	Phacelia	500,00	4,70	23,50
	Senf	250,00	4,10	10,25
	Buchweizen	110,00	15,30	16,83
	Mungo	700,00	2,40	16,80
var. MaschKosten	Grubbern	2 x		59,45
	Säen			13,59
variable Kosten				**140,4**

ZF 5 Arten 2009		€/100kg	kg/ha	
Saatgut	Phacelia	500,00	3,00	15,00
	Platterbse	80,00	66,00	52,80
	Sommerwicke	70,00	42,00	29,40
	Ölrettich	300,00	2,80	8,40
	Senf	250,00	3,30	8,25
var. MaschKosten	Grubbern	1 x		29,73
	Scheibenegge	1 x		16,75
	Säen			13,59
variable Kosten				**173,9**

ZF 5 Arten 2010		€/100kg	kg/ha	
Saatgut	Phacelia	500,00	4,20	21,00
	Platterbse	110,00	77,80	85,58
	Sommerwicke	110,00	15,00	
	Ölrettich	300,00	1,90	5,70
	Senf	250,00	1,10	2,75
var. MaschKosten	Grubbern	2 x		59,45
	Säen			13,59
variable Kosten				**188,1**

Tabelle 4.3-12: Gesamtdeckungsbeiträge der Düngungsvarianten – 2009 und 2010

														Ø 2009 - 2010	
Name Feld	Nr.	ha	ZF	Düngung	2009	€ /ha	€ /Feld	ZF	Düngung	2010	€ /ha	€ /Feld		€ /ha	€ /Feld
Johannis-breite I	1	17,0			SG			ZF 3 Arten		E					
		DV1			113	113	1.913	-134		6	-128	-2.177		-8	-132
		DV2			144	144	2.447	-134		-108	-242	-4.107		-49	-830
		DV3			65	65	1.097	-134		-32	-165	-2.811		-50	-857
Joh. Br I + II	2	17,0	ZF 3 Arten		WR					L					
		DV1	-98		833	734	12.483			-244	-244	-4.150		245	4.166
		DV2	-98		837	739	12.559			-244	-244	-4.150		247	4.204
		DV3	-98		788	689	11.718			-336	-336	-5.713		177	3.002
Johannis-breite II	3	17,0	ZF 3 Arten		WW					WR					
		DV1	-98		722	624	10.603			401	401	6.825		513	8.714
		DV2	-98	-243	777	436	7.405			435	435	7.401		435	7.403
		DV3	-98	-39	1.031	893	15.176			436	436	7.407		664	11.292
Alte Neurisse II	4	17,0			WW			ZF 4 Arten		KM					
		DV1			983	983	16.710	-140		1.647	1.507	25.620		1.245	21.165
		DV2			1.049	1.049	17.837	-140	-168	1.685	1.376	23.391		1.213	20.614
		DV3			699	699	11.875	-140	-39	1.712	1.532	26.049		1.115	18.962
Kapellen-feld	5	17,5			L					WW					
		DV1			-85	-85	-1.482			1.401	1.401	24.519		658	11.518
		DV2			-85	-85	-1.482			1.368	1.368	23.947		642	11.233
		DV3			-400	-400	-6.995			1.155	1.155	20.218		378	6.612
Alte N. I + Junge N.	6	18,5			L					L					
		DV1			-235	-235	-4.353			-85	-85	-1.567		-160	-2.960
		DV2			-235	-235	-4.353			-85	-85	-1.567		-160	-2.960
		DV3			-321	-321	-5.943			-285	-285	-5.281		-303	-5.612
Alte Neurisse I	7	18,0	ZF 5 Arten		KM					SG					
		DV1	-174		546	372	6.693			276	276	4.976		324	5.835
		DV2	-174	-243	567	150	2.698			283	283	5.095		216	3.897
		DV3	-174	-39	701	488	8.782			235	235	4.226		361	6.504
Junge Neurisse	8	18,0	ZF 4 Arten		E			ZF 5 Arten		WW					
		DV1	-110		285	175	3.150	-188		1.035	847	15.248		511	9.199
		DV2	-110		377	267	4.802	-188	-168	1.137	780	14.045		524	9.424
		DV3	-110		342	232	4.176	-188	-39	1.171	944	16.989		588	10.582
Quersumme		DV1				327	45.716				495	69.293		**411**	57.505
		DV2				299	41.912				458	64.056		**378**	52.984
		DV3				285	39.885				436	61.086		**361**	50.485

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

Tabelle 4.3-13: Gesamtdeckungsbeiträge der Düngungsvarianten – 2003 bis 2010

			2003		2004		2005		2006		2007		2008		2009		2010		Ø 2009 - 2010		Ø 2003 - 2010		Ø 2005 - 2010	
Name Feld	Nr.	ha	€ /ha	€ /Feld	€ /ha	€ /Feld	€ /ha	€ /Feld	€ /ha	€ /Feld	€ /ha	€ /Feld	€ /ha	€ /Feld	€ /ha	€ /Feld	€ /ha	€ /Feld	€ /ha	€ /Feld	€ /ha	€ /Feld	€ /ha	€ /Feld
Johannisbreite I	1	17,0	SG		WG		L		L		WW		KM		SG		E							
		DV1	-280	-4.762	218	3.704	-232	-3.943	-173	-2.936	1.325	22.521	2.616	44.477	113	1.913	-128	-2.177	-8	-132	432	7.349	587	9.976
		DV2	-248	-4.217	163	2.779	-232	-3.943	-173	-2.936	1.276	21.700	2.361	40.135	144	2.447	-242	-4.107	-49	-830	381	6.482	523	8.883
		DV3	-253	-4.298	243	4.136	-320	-5.433	-315	-5.361	1.174	19.957	2.586	43.964	65	1.097	-165	-2.811	-50	-857	377	6.406	504	8.569
Joh. Br I + II	2	17,0	L		L		WW		SB		WR		E		WR		L							
		DV1	-290	-4.938	-232	-3.943	663	11.264	626	10.646	1.088	18.489	-367	-6.245	734	12.483	-244	-4.150	245	4.166	247	4.201	417	7.081
		DV2	-290	-4.938	-232	-3.943	606	10.298	700	11.894	925	15.722	-367	-6.245	739	12.559	-244	-4.150	247	4.204	229	3.899	393	6.679
		DV3	-290	-4.938	-320	-5.433	575	9.782	705	11.985	1.036	17.606	-367	-6.245	689	11.718	-336	-5.713	177	3.002	211	3.595	384	6.522
Johannisbreite II	3	17,0	L		L		WW		KM		SG		E		WW		WR							
		DV1	-290	-4.938	-232	-3.943	1.093	18.576	814	13.843	248	4.210	-367	-6.245	624	10.603	401	6.825	513	8.714	286	4.867	469	7.969
		DV2	-290	-4.938	-232	-3.943	1.180	20.058	494	8.394	340	5.776	-367	-6.245	436	7.405	435	7.401	435	7.403	249	4.238	419	7.131
		DV3	-378	-6.428	-232	-3.943	1.021	17.354	910	15.469	292	4.961	-367	-6.245	893	15.176	436	7.407	664	11.292	322	5.469	531	9.020
Alte Neurisse II	4	17,0	E		WW		WR		SG		L		L		WW		KM							
		DV1	-142	-2.413	739	12.558	-12	-203	271	4.611	-146	-2.479	-146	-2.479	983	16.710	1.507	25.620	1.245	21.165	382	6.491	410	6.963
		DV2	-172	-2.930	682	11.598	29	493	325	5.525	-146	-2.479	-146	-2.479	1.049	17.837	1.376	23.391	1.213	20.614	375	6.370	415	7.048
		DV3	-169	-2.878	690	11.729	96	1.636	257	4.377	-279	-4.738	-396	-6.734	699	11.875	1.532	26.049	1.115	18.962	304	5.165	318	5.411
Kapellenfeld	5	17,5	L		L		WW		WW		SG		L		L		WW							
		DV1	-290	-5.083	-232	-4.059	194	3.402	1.113	19.471	524	9.172	-177	-3.091	-85	-1.482	1.401	24.519	658	11.518	306	5.356	495	8.665
		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	642	11.233	269	4.705	446	7.797
		DV3	-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	378	6.612	165	2.891	322	5.634
Alte N. I + Junge N.	6	18,5	L		L		WW		Tr		E		WW		L		L							
		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	-160	-2.960	242	4.485	386	7.137
		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	-160	-2.960	214	3.966	348	6.444
		DV3	-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	-303	-5.612	188	3.481	328	6.068
Alte Neurisse I	7	18,0	E		WR		Tr		L		L		WW		KM		SG							
		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	324	5.835	301	5.425	375	6.742
		DV2	-34	-608	186	3.354	-222	-4.003	-139	-2.506	-139	-2.506	1.912	34.422	150	2.698	283	5.095	216	3.897	250	4.493	307	5.533
		DV3	-31	-552	194	3.495	-19	-350	-315	-5.676	-274	-4.935	1.906	34.316	488	8.782	235	4.226	361	6.504	273	4.913	337	6.060
Junge Neurisse	8	18,0	Tr		L		L		WW		KM		SG		E		WW							
		DV1	-44	-791	-188	-3.376	-188	-3.376	956	17.204	744	13.388	432	7.783	175	3.150	847	15.248	511	9.199	342	6.154	494	8.899
		DV2	-33	-599	-188	-3.376	-188	-3.376	960	17.281	528	9.512	452	8.131	267	4.802	780	14.045	524	9.424	322	5.803	467	8.399
		DV3	-31	-564	-188	-3.376	-275	-4.954	678	12.198	101	1.815	461	8.300	232	4.176	944	16.989	588	10.582	240	4.323	357	6.421
Quersumme		DV1	-189	-26.454	3	479	258	36.176	405	56.680	481	67.275	753	105.449	327	45.716	495	69.293	**411**	57.505	**317**	44.327	**453**	63.432
		DV2	-191	-26.782	-8	-1.060	244	34.132	332	46.432	446	62.431	704	98.532	299	41.912	458	64.056	**378**	52.984	**285**	39.957	**414**	57.916
		DV3	-213	-29.833	-18	-2.455	226	31.675	331	46.374	330	46.197	693	97.013	285	39.885	436	61.086	**361**	50.485	**259**	36.243	**384**	53.705

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

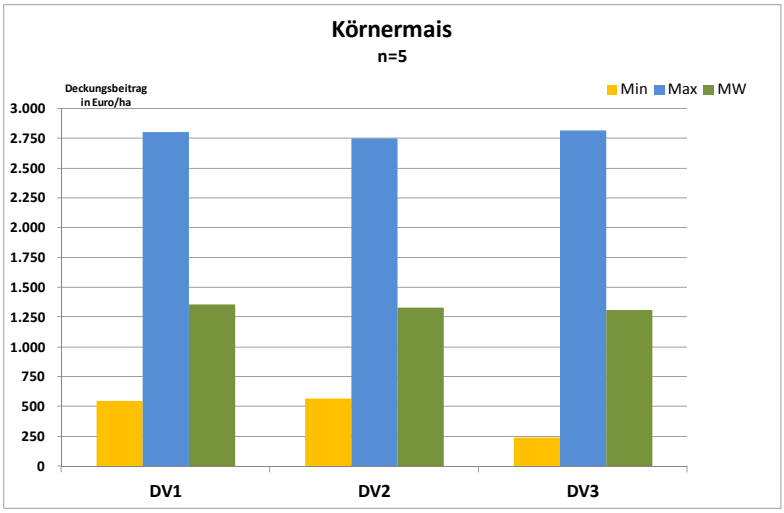

Abbildung 4.3-2: Deckungsbeitrag von Körnermais nach Düngungsvariante (2003-2010)

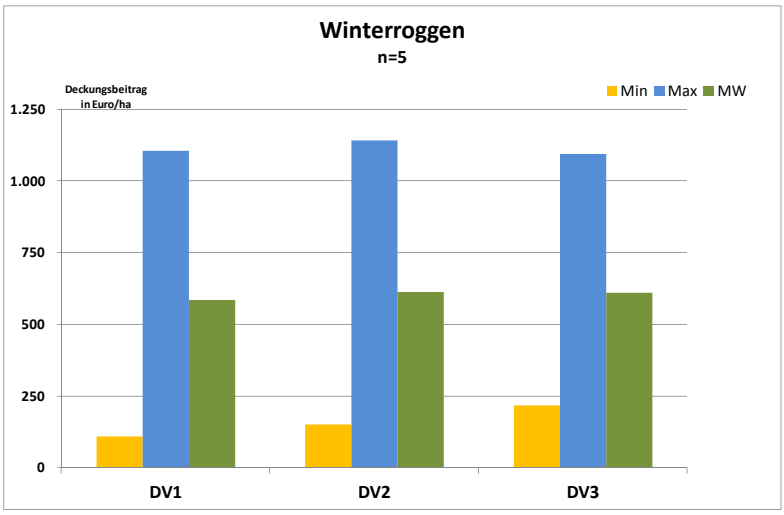

Abbildung 4.3-3: Deckungsbeitrag von Winterroggen nach Düngungsvariante (2003-2010)

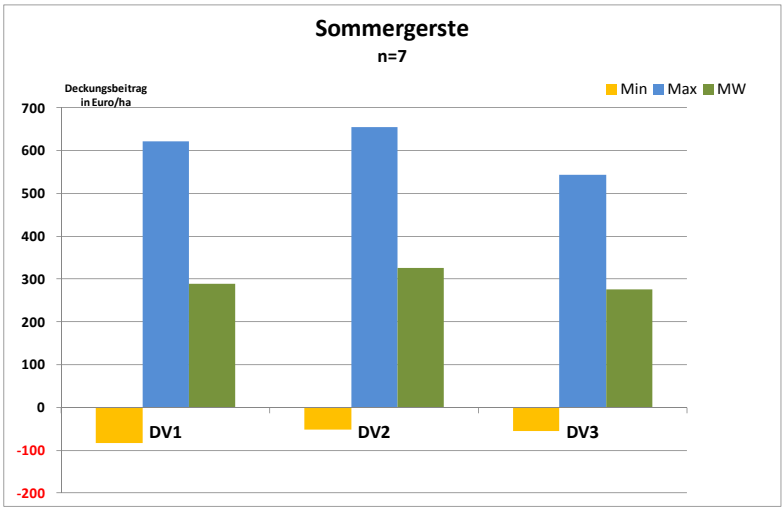

Abbildung 4.3-4: Deckungsbeitrag von Sommergerste nach Düngungsvariante (2003-2010)

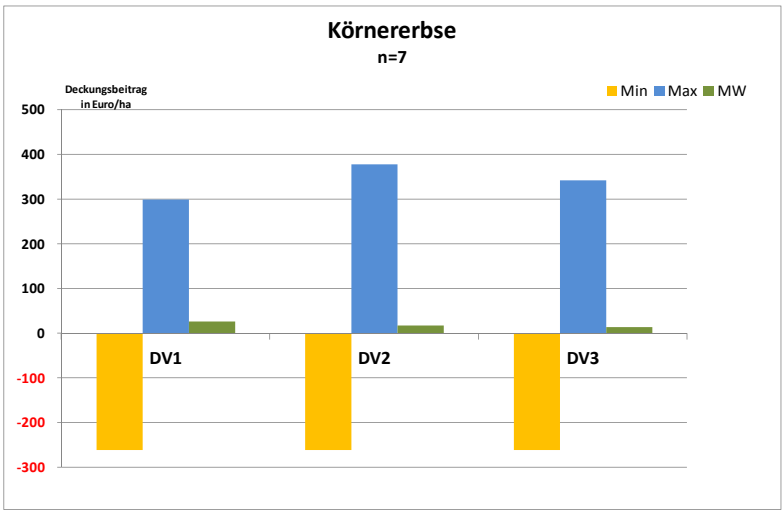

Abbildung 4.3-5: Deckungsbeitrag von Körnererbse nach Düngungsvariante (2003-2010)

4.4 TEILPROJEKT 15: PFLANZENGESUNDHEIT

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

Bearbeiter: M. Plank
Institut für Pflanzengesundheit, 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 Biogasgülle anstelle der Gründüngung; nur ab dem Jahr 2011) in zwei Winterweizen-Kleinparzellenversuchen auf das Auftreten und die Befallsstärke von Pflanzenpathogenen in den Jahren 2010 und 2011 untersucht. Als Hauptkrankheitserreger sind in den beiden Versuchen Schneeschimmel (*Microdochium nivale)*, Echter Mehltau *(Erysiphe graminis)*, Septoria Blattfleckenkrankheit und Spelzenbräune *(Septoria nodorum)*, Fusarium Blattflecken und Ährenfusariosen *(Fusarium* spp.) sowie 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 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: stall manure and DV4: biogas manure) on the occurrence of plant pathogens and their degree of infestation in winter wheat in 2010 and 2011. The main diseases in both trials were snow mold (*Microdochium nivale)*, powdery mildew *(Erysiphe graminis)*, Septoria leaf and glume blotch *(Septoria nodorum)*, *Fusarium* species and leaf rust (*Puccinia recondita*). The results indicated that the different fertilization regimes do neither 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 anstelle der Gründüngung, DV 4: Biogasgülle 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 Körnerbse. In der Saison 2010/11wurde 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 Biogasgülle) erweitert. Die Vorfrucht auf der Fläche S1M war Körnerbse und auf S6M Luzerne. 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/m^2) mittels eines Auszählrahmens. Die auswertbare Fläche des Rahmens betrug 0,25 m^2. Pro Parzelle wurden zweimal 0,25 m^2 auf diese Weise ausgezählt. Daneben wurde in dieser definierten Fläche eine visuelle Bonitur auf Auflaufkrankheiten (*Microdochium nivale, Septoria 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 m^2 erhöht. Ebenfalls wurde in dieser definierten Fläche eine visuelle Bonitur auf die wichtigsten Pflanzenpathogene (*Microdochium nivale, Septoria nodorum*) durchgeführt. Diese Erhebungen wurden am 14.12.2010 und am 30.03.2011 in gleicher Weise durchgeführt, wobei die Erhebungsfläche schon bei der Aufgangsbonitur 4 x 0,25 m^2 betrug.

Ab Frühjahr 2010 und 2011 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. Für die Beurteilung der Befallsstärke der Hauptschadorganismen wurden im Laufe der Vegetationsperiode verschiedene Blattetagen herangezogen. Für früh auftretende Schaderreger wie den Schneeschimmel *(Microdochium nivale)*, den Echten Mehltau *(Erysiphe graminis)* und die Septoria Blattfleckenkrankheit *(Septoria nodorum)* wurde die ganze Pflanze beurteilt. Mit Fortschreiten des Entwicklungsstadiums wurde der Befall mit Septoria Blattfleckenkrankheit *(Septoria nodorum)*, Fusarium-Blattflecken (*Fusarium* spp.) und Braunrost *(Puccinia recondita)* auf den Blattetagen F und F-1 (Obst & Gehring 2002) bzw. in weiterer Folge nur auf F ermittelt. Für die Bonitur von Spelzenbräune *(Septoria nodorum)* und Ährenfusariosen (*Fusarium* spp.) wurde nur die Ähre herangezogen. Im Zuge der Ährenbonituren wurde im Jahr 2010 und 2011 der Gewöhnliche Steinbrand (*Tilletia caries*) miterfasst. Begleitend zu jeder Bonitur wurde auch das Entwicklungsstadium des Winterweizens nach dem BBCH-Code (Obst & Gehring 2002) festgestellt.

ERGEBNISSE UND DISKUSSION

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

Der Befall mit Schneeschimmel *(Microdochium nivale)* lag 2010 im Versuch S8M zwischen 7,6 und 10,6 Prozent Schädigung und zwischen 3,3 und 5,1 Prozent abgestorbener Pflanzen. Im Versuch S5M wiederum lag der Befall nur zwischen 2,1 und 2,6 Prozent Schädigung und zwischen 0,8 und 1,2 Prozent abgestorbener Pflanzen (Tabelle 4.4-1, Tabelle 4.4-2). 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 *(Microdochium nivale)* in beiden Versuchen (S1M, S6M) zwischen 0,2 und 0,3 Prozent Schädigung und null Prozent abgestorbener Pflanzen (Tabelle 4.4-1, Tabelle 4.4-2). Die unterschiedlichen Ergebnisse zwischen den Versuchsjahren können auf die Witterungsbedingungen im Winter zurückgeführt werden.

Tabelle 4.4-1: Befall (%) durch Schneeschimmel (*Microdochium nivale*) (Düngungsvariante (DV) 1: Gründüngung, DV2: Gründüngung und Biotonnekompost, DV3: Stallmist, DV 4: Biogasgülle; WH = Wiederholung)

Versuch	Datum der Bonitur	Beurteilte Blattetage	Entwicklungs-stadium (BBCH)	DV	durch *Microdichium nivale* geschädigte Pflanzen (%)				
					1.WH	2.WH	3.WH	4.WH	MITTELWERT
S8M	23.03.10	ganze Pflanze	21	1	10,0	6,8	8,8	7,5	**8,3**
S8M	23.03.10	ganze Pflanze	21	2	6,8	10,5	6,8	6,3	**7,6**
S8M	23.03.10	ganze Pflanze	21	3	6,3	6,3	15,0	15,0	**10,6**
S5M	23.03.10	ganze Pflanze	22-23	1	1,8	2,8	2,8	1,5	**2,2**
S5M	23.03.10	ganze Pflanze	22-23	2	2,0	2,3	3,5	2,5	**2,6**
S5M	23.03.10	ganze Pflanze	22-23	3	2,3	2,3	2,0	2,0	**2,1**
S1M	30.03.11	ganze Pflanze	22	1	0,1	0,3	0,2	0,2	**0,2**
S1M	30.03.11	ganze Pflanze	22	2	0,2	0,3	0,3	0,3	**0,2**
S1M	30.03.11	ganze Pflanze	22	3	0,2	0,3	0,1	0,2	**0,2**
S1M	30.03.11	ganze Pflanze	22	4	0,2	0,2	0,4	0,3	**0,3**
S6M	30.03.11	ganze Pflanze	22	1	0,2	0,3	0,2	0,3	**0,2**
S6M	30.03.11	ganze Pflanze	22	2	0,3	0,4	0,3	0,2	**0,3**
S6M	30.03.11	ganze Pflanze	22	3	0,2	0,3	0,3	0,3	**0,3**

Tabelle 4.4-2: Abgestorbene Pflanzen (m², %) durch Schneeschimmel (*Microdochium nivale*) (Düngungsvariante (DV) 1: Gründüngung, DV2: Gründüngung und Biotonnekompost, DV3: Stallmist, DV 4: Biogasgülle; WH = Wiederholung)

Versuch	Datum der Bonitur	Beurteilte Blattetage	Entwicklungs-stadium (BBCH)	DV	abgestorbene Pflanzen					
					pro m2					%
					1.WH	2.WH	3.WH	4.WH	MITTELWERT	
S8M	23.03.10	ganze Pflanze	21	1	10,0	5,0	11,0	6,0	8,0	**3,5**
S8M	23.03.10	ganze Pflanze	21	2	5,0	16,0	6,0	4,0	7,8	**3,3**
S8M	23.03.10	ganze Pflanze	21	3	4,0	5,0	21,0	16,0	11,5	**5,1**
S5M	23.03.10	ganze Pflanze	22-23	1	3,0	4,0	2,0	0,0	2,3	**0,8**
S5M	23.03.10	ganze Pflanze	22-23	2	1,0	4,0	3,0	3,0	2,8	**1,1**
S5M	23.03.10	ganze Pflanze	22-23	3	2,0	1,0	4,0	5,0	3,0	**1,2**
S1M	30.03.11	ganze Pflanze	22	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
S1M	30.03.11	ganze Pflanze	22	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
S1M	30.03.11	ganze Pflanze	22	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
S1M	30.03.11	ganze Pflanze	22	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
S6M	30.03.11	ganze Pflanze	22	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
S6M	30.03.11	ganze Pflanze	22	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
S6M	30.03.11	ganze Pflanze	22	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 4.4-3). 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 (Tabelle 4.4-3).

Die Schädigungen lagen bei beiden Versuchsflächen und in beiden Jahren gemessen am Klimagebiet und an der Witterung in der gleichen Größenordnung wie im Durchschnitt der letzten 10 Jahre.

Tabelle 4.4-3: Auswinterungsschäden (%) (Düngungsvariante (DV) 1: Gründüngung, DV2: Gründüngung und Biotonnekompost, DV3: Stallmist, DV 4: Biogasgülle; WH = Wiederholung)

Versuch	Datum der Bonitur	Beurteilte Blattetage	Entwicklungs-stadium (BBCH)	DV	Aufgang gesunde Pflanzen pro m2					Auswinterungs-schäden (%)
					1.WH	2.WH	3.WH	4.WH	MITTELWERT	
S8M	03.12.09	ganze Pflanze	11	1	276	216	220	232	236,0	-
S8M	03.12.09	ganze Pflanze	11	2	262	258	224	202	236,5	-
S8M	03.12.09	ganze Pflanze	11	3	254	222	238	246	240,0	-
S8M	23.03.10	ganze Pflanze	21	1	218	215	234	216	220,8	**6,5**
S8M	23.03.10	ganze Pflanze	21	2	231	227	210	242	227,5	**3,8**
S8M	23.03.10	ganze Pflanze	21	3	212	227	206	218	215,8	**10,1**
S5M	03.12.09	ganze Pflanze	12	1	342	320	306	320	322,0	-
S5M	03.12.09	ganze Pflanze	12	2	316	322	324	312	318,5	-
S5M	03.12.09	ganze Pflanze	12	3	330	310	340	350	332,5	**-**
S5M	23.03.10	ganze Pflanze	22-23	1	264	275	246	269	263,5	**18,2**
S5M	23.03.10	ganze Pflanze	22-23	2	245	253	264	238	250,0	**21,5**
S5M	23.03.10	ganze Pflanze	22-23	3	273	246	244	256	254,8	**23,4**
S1M	14.12.10	ganze Pflanze	13	1	211	213	219	213	214,0	-
S1M	14.12.10	ganze Pflanze	13	2	227	237	224	220	227,0	-
S1M	14.12.10	ganze Pflanze	13	3	217	223	224	224	222,0	-
S1M	14.12.10	ganze Pflanze	13	4	235	224	214	191	216,0	-
S1M	30.03.11	ganze Pflanze	22	1	213	216	216	203	212,0	**0,9**
S1M	30.03.11	ganze Pflanze	22	2	225	208	228	222	220,8	**2,8**
S1M	30.03.11	ganze Pflanze	22	3	226	222	214	213	218,8	**1,5**
S1M	30.03.11	ganze Pflanze	22	4	225	211	215	207	214,5	**0,7**
S6M	14.12.10	ganze Pflanze	13	1	209	229	206	227	217,8	-
S6M	14.12.10	ganze Pflanze	13	2	216	227	215	211	217,3	-
S6M	14.12.10	ganze Pflanze	13	3	216	213	214	221	216,0	-
S6M	30.03.11	ganze Pflanze	21	1	205	230	212	210	214,3	**1,6**
S6M	30.03.11	ganze Pflanze	21	2	214	191	219	212	209,0	**3,8**
S6M	30.03.11	ganze Pflanze	21	3	211	221	204	212	212,0	**1,9**

Im Versuchsjahr 2010 lag die Befallsstärke durch Echten Mehltau (*Erysiphe graminis*) auf beiden Versuchsflächen am 21.05.2010 im Mittel bei 6,3 % (S5M 7,3 %, S8M 5,3 %) (Abbildung 4.4-1). Bereits beim letzten Boniturtermin am 18.06.2010 war die Befallsstärke auf ein Prozent in beiden Versuchen zurückgegangen. Im Erhebungsjahr 2011 trat bedingt durch die Trockenheit im Frühjahr kaum Echter Mehltau auf. Die Befallsstärke blieb in beiden Versuchen (S1M, S6M) unter einem Prozent (Abbildung 4.4-2). Darüber hinaus konnten in beiden Jahren keine Unterschiede zwischen den Düngungsvarianten festgestellt werden.

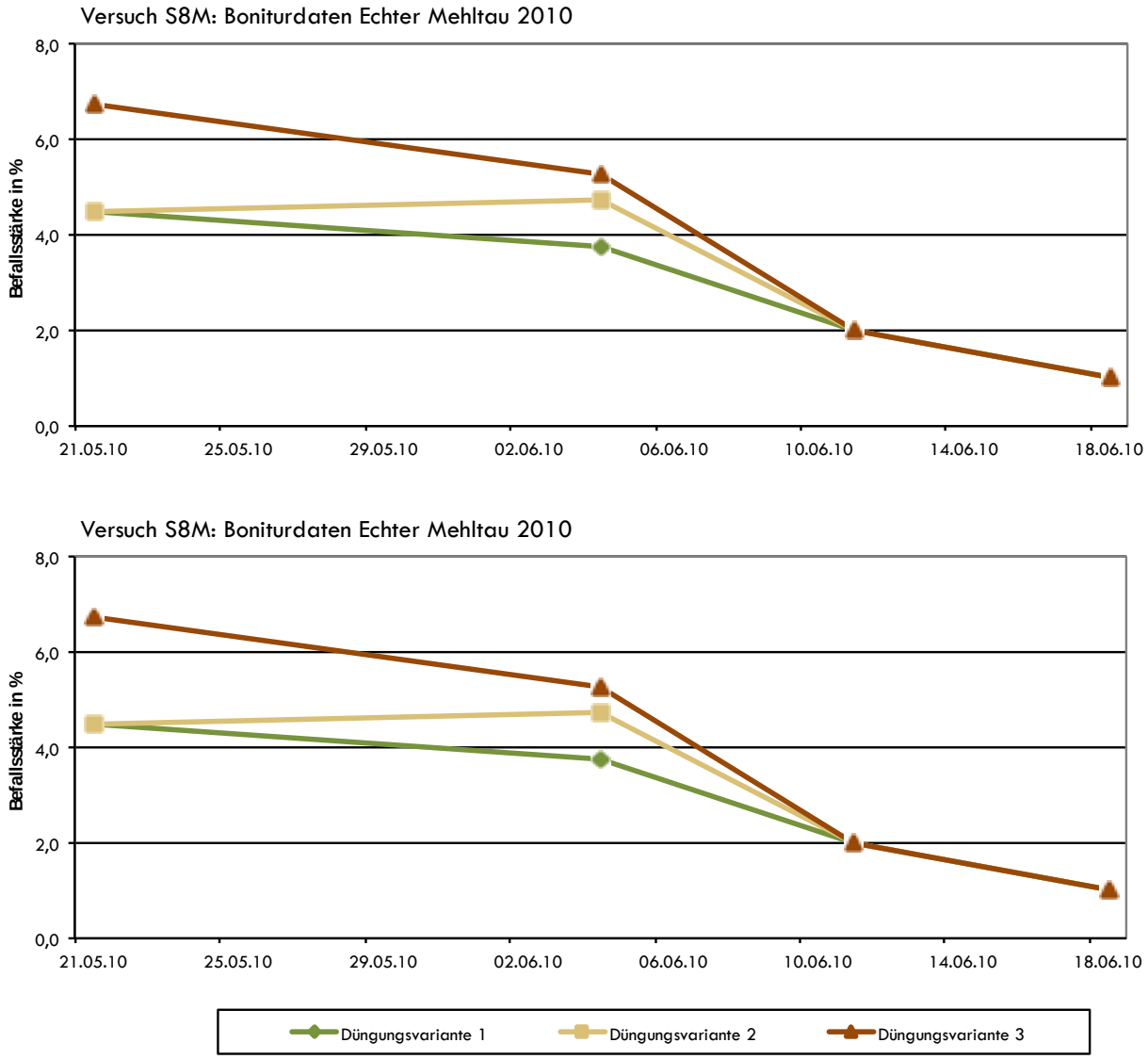

Abbildung 4.4-1: Befall (%) durch Echten Mehltau (*Erysiphe graminis*) 2010 (Düngungsvariante 1: Gründüngung, DV2: Gründüngung und Biotonnekompost, DV3: Stallmist)

Abbildung 4.4-2: Befall (%) durch Echten Mehltau (*Erysiphe graminis*) 2011 (Düngungsvariante 1: Gründüngung, DV2: Gründüngung und Biotonnekompost, DV3: Stallmist, DV 4: Biogasgülle)

Im Versuchsjahr 2010 konnte ein etwas höherer Befall durch Septoria-Blattfleckenkrankheit (*Septoria nodorum*) von 15 Prozent Anfang Juli auf der Versuchsfläche S8M sowie 18,8 Prozent auf der Versuchsfläche S5M bonitiert werden. Der Befall mit Spelzenbräune (*Septoria nodorum*) (09.07.2010, Ähre) lag in beiden Versuchen unter 5 Prozent. Im Gegensatz dazu lag der Befall mit Septoria-Blattfleckenkrankheit im Jahr 2011 lediglich zwischen 4,5 und 6 Prozent an beiden Standorten. Auch die Spelzen waren 2011 mit 0,5 und 0,6 Prozent deutlich geringer mit *Septoria nodorum* befallen als im Vorjahr. In beiden Jahren konnten keine Unterschiede zwischen den Düngungsvarianten festgestellt werden (siehe Tabelle 4.4-5 und Tabelle 4.4-6 im Anhang).

Als weitere Blattkrankheit trat in den Versuchen in beiden Erhebungsjahren der Braunrost (*Puccinia recondita*) auf. Im Jahr 2010 erreichte der Braunrost eine Befallsstärke von 6,3 bis 7,5 Prozent auf dem Fahnenblatt im Versuch S8M und lediglich 2,3 bis 2,5 Prozent im Versuch S5M. In der Vegetationsperiode 2011 war das Fahnenblatt in beiden Versuchen (S1M, S6M) zwischen 4,5 und 6,5 Prozent mit Braunrost befallen. Ebenso konnten in beiden Jahren keine Unterschiede zwischen den Düngungsvarianten festgestellt werden (Tabelle 4.4-4).

Tabelle 4.4-4: Befall (%) durch Braunrost (*Puccinia recondita*) (Düngungsvariante (DV) 1: Gründüngung, DV2: Gründüngung und Biotonnekompost, DV3: Stallmist, DV 4: Biogasgülle; WH = Wiederholung)

Versuch	Datum der Bonitur	Beurteilte Blattetage	Entwicklungs-stadium (BBCH)	DV	Befallsstärke (%)				
					1.WH	2.WH	3.WH	4.WH	MITTELWERT
S8M	25.06.10	F, F-1	83	1	0,5	0,5	0,5	0,5	**0,5**
S8M	25.06.10	F, F-1	83	2	0,5	0,5	0,5	0,5	**0,5**
S8M	25.06.10	F, F-1	83	3	0,5	0,5	0,5	0,5	**0,5**
S8M	02.07.10	F	87	1	5	5	10	10	**7,5**
S8M	02.07.10	F	87	2	5	5	5	10	**6,3**
S8M	02.07.10	F	87	3	10	5	5	5	**6,3**
S5M	25.06.10	F, F-1	83	1	0,5	0,5	0,5	0,5	**0,5**
S5M	25.06.10	F, F-1	83	2	0,5	0,5	0,5	0,5	**0,5**
S5M	25.06.10	F, F-1	83	3	0,5	0,5	0,5	0,5	**0,5**
S5M	02.07.10	F	87	1	2	2	2	3	**2,3**
S5M	02.07.10	F	87	2	2	2	2	2	**2,0**
S5M	02.07.10	F	87	3	2	3	2	3	**2,5**
S1M	17.06.11	F, F-1	83	1	1	1,0	1,5	1,0	**1,1**
S1M	17.06.11	F, F-1	83	2	1,0	1,0	0,5	0,5	**0,8**
S1M	17.06.11	F, F-1	83	3	2,0	0,5	1,0	1,5	**1,3**
S1M	17.06.11	F, F-1	83	4	1,0	2,0	1,0	0,5	**1,1**
S1M	30.06.11	F	87	1	4	6,0	5,0	6,0	**5,3**
S1M	30.06.11	F	87	2	5,0	7,0	5,0	6,0	**5,8**
S1M	30.06.11	F	87	3	5,0	5,0	4,0	4,0	**4,5**
S1M	30.06.11	F	87	4	5,0	9,0	7,0	5,0	**6,5**
S6M	17.06.11	F, F-1	83	1	2	2	2	1	**1,8**
S6M	17.06.11	F, F-1	83	2	1	1	2	1	**1,3**
S6M	17.06.11	F, F-1	83	3	2	2	1	2	**1,8**
S6M	30.06.11	F	87	1	5	7	7	5	**6,0**
S6M	30.06.11	F	87	2	7	7	7	5	**6,5**
S6M	30.06.11	F	87	3	5	5	5	7	**5,5**

Ein sehr unterschiedliches Bild zeigt sich beim Befall durch Ährenfusariosen in den zwei 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 Prozent unabhängig von den Düngungsvarianten. Auch der Blattbefall mit *Fusarium* spp. erreichte am letzten Boniturtermin des Fahnenblattes (02.07.2010) eine Befallsstärke von 10 Prozent ebenfalls unabhängig von den Düngungsvarianten (Abbildung 4.4-3). Im Jahr 2011 hingegen wurden keine Infektionen sowohl mit Ährenfusariosen als auch mit Fusarium-Blattflecken festgestellt.

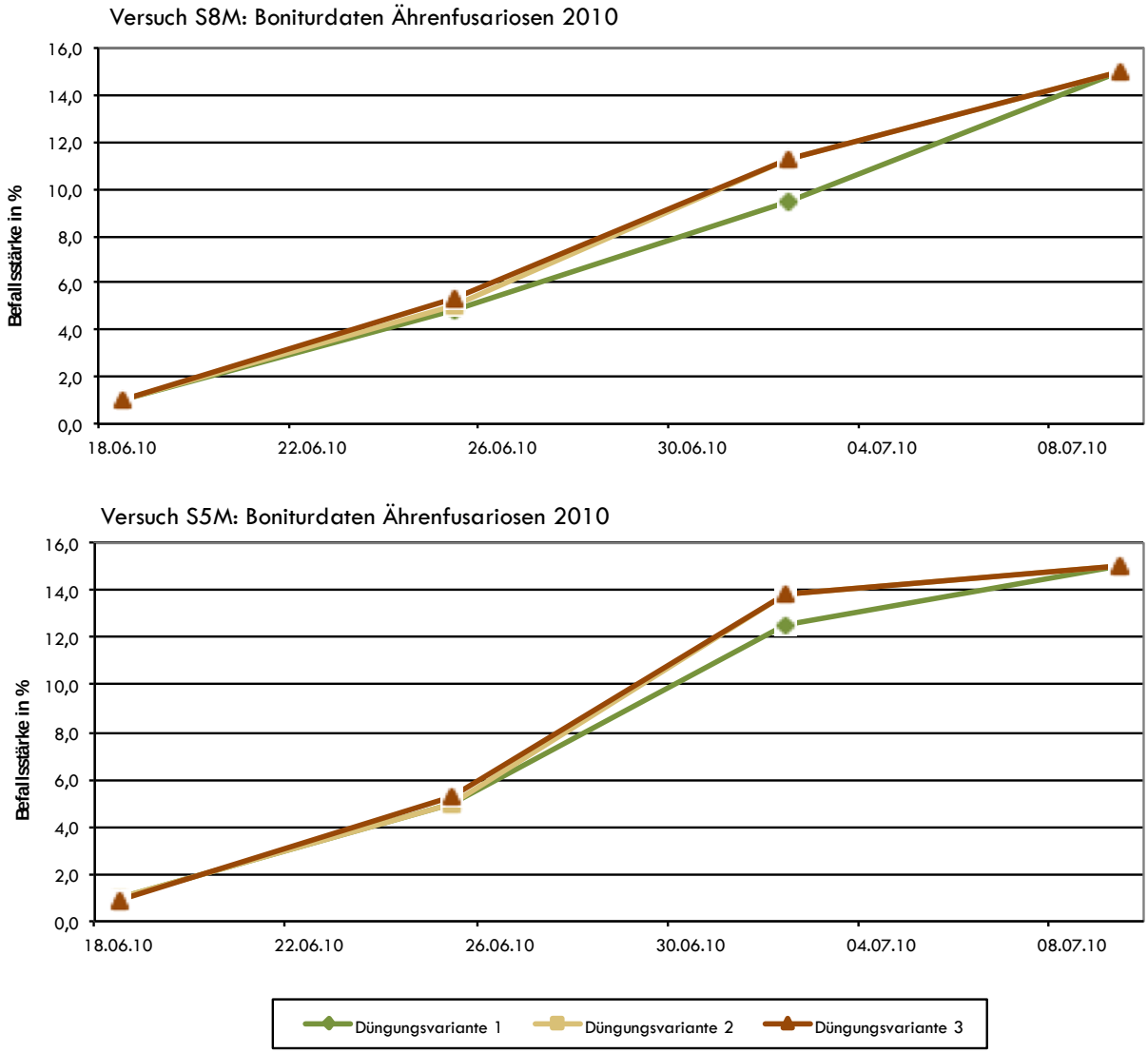

Abbildung 4.4-3: Befall (%) durch Ährenfusariosen (*Fusarium* spp.) (Düngungsvariante 1: Gründüngung, DV2: Gründüngung und Biotonnekompost, DV3: Stallmist, DV 4: Biogasgülle)

Im Zuge der Ährenbonitur auf Ährenfusariosen und Spelzenbräune konnte weder im Jahr 2010 noch im Jahr 2011 ein Befall mit Gewöhnlichem Steinbrand (*Tilletia caries*) festgestellt werden. Dies kann auf die Verwendung von zertifiziertem Saatgut und die relativ weit gestellte Fruchtfolge zurückgeführt werden.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die Ergebnisse der beiden 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 tendenziell geringer als in 2010 (ausgenommen Braunrost). Darüber hinaus wurde festgestellt, dass die Standortbedingungen einen Einfluss auf das Auftreten der untersuchten Krankheitserreger haben.

LITERATUR:

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

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

Tabelle 4.4-5: Befall (%) durch Spelzenbräune und Septoria-Blattfleckenkrankheit (Septoria nodorum) 2010 (Versuch S8M und S5M, Düngungsvariante 1: Gründüngung, DV2: Gründüngung und Biotonnekompost, DV3: Stallmist, DV4: Biogasgülle; WH=Wiederholung)

Versuch	Datum der Bonitur	Beurteilte Blattetage	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 4.4-6: Befall (%) durch Spelzenbräune und Septoria-Blattfleckenkrankheit (Septoria nodorum) 2011 (Versuch S1M und S6M, Düngungsvariante 1: Gründüngung, DV2: Gründüngung und Biotonnekompost, DV3: Stallmist, DV4: Biogasgülle; WH=Wiederholung)

Versuch	Datum der Bonitur	Beurteilte Blattetage	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**

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 3.2-1: Übersichtskarte Rutzendorf mit Versuchsflächen, Düngungsvarianten und Aufnahmestrecken (Transekte) 14

Abbildung 3.4-1: Mittlere Temperatur- und Niederschlagsverteilung der Station Groß-Enzersdorf in der Periode 1971-2000 (Datenquelle: ZAMG) 16

Abbildung 3.4-2: Lufttemperaturen (T_{air}) und Niederschlagssummen (P_{sum}) 2003 bis Mitte 2011 auf Jahresbasis sowie für die Monate März-April-Mai (MAM) 17

Abbildung 4.1-1: Luzerne-Trockenmasseertrag bei Schnittnutzung (DV 3) in Abhängigkeit des Erntejahres (MW...Mittelwert) 26

Abbildung 4.1-2: Mittlere Kornerträge von Winterweizen in Abhängigkeit der Vorfrucht (VF) und der Düngungsvariante (DV), Mittel der Jahre 2008 bis 2010 32

Abbildung 4.1-3: Mittlere Rohproteingehalte von Winterweizen in Abhängigkeit der Vorfrucht (VF) und der Düngungsvariante (DV), Mittel der Jahre 2008 bis 2010 32

Abbildung 4.1-4: Ertragswirkung von Biotonnekompost und Stallmist im Erntejahr der gedüngten Kultur (Düngung jeweils im Herbst vor dem Erntejahr von Wintergetreide und Körnermais, alle Ertragsangaben in der Abbildung sind in Getreideeinheiten) 35

Abbildung 4.1-5: Mittlerer Erträge aller Druschfrüchte der Jahre 2008 bis 2010 und 2003 bis 2010 in Abhängigkeit des Düngungssystems (Wirkungen der Luzernenutzung und der organischen Düngung) 36

Abbildung 4.1-6: Kornertrag Winterroggen Ernte 2009 in Abhängigkeit von der Entfernung zur Hecke 39

Abbildung 4.1-7: Tausendkorngewicht (TKG) Ernte 2009 Winterroggen in Abhängigkeit von der Entfernung zur Hecke 48

Abbildung 4.1-8: Hektolitergewicht Ernte 2009 Winterroggen in Abhängigkeit von der Entfernung zur Hecke 48

Abbildung 4.2-1: Biodiversität (Artenzahlen) der Laufkäfer im Betrieb Rutzendorf (1 Falle pro Fangtransekt, 4 einwöchige Fangperioden) im Vergleich der Jahre 2003, 2004, 2007, 2008 und 2010 55

Abbildung 4.2-2: Mittelwerte und Standardabweichungen der Blattlaus- und Nützlingsindividuen pro Erbsenpflanze, in 10, 25 und 55 m Abstand zum Blühstreifen. 56

Abbildung 4.3-1: Deckungsbeitrag von Winterweizen nach Düngungsvariante (2003-2010) 64

Abbildung 4.3-2: Deckungsbeitrag von Körnermais nach Düngungsvariante (2003-2010) 70

Abbildung 4.3-3: Deckungsbeitrag von Winterroggen nach Düngungsvariante (2003-2010) 70

Abbildung 4.3-4: Deckungsbeitrag von Sommergerste nach Düngungsvariante (2003-2010) 71

Abbildung 4.3-5: Deckungsbeitrag von Körnererbse nach Düngungsvariante (2003-2010) 71

Abbildung 4.4-1: Befall (%) durch Echten Mehltau (*Erysiphe graminis*) 2010 (Düngungsvariante 1: Gründüngung, DV2: Gründüngung und Biotonnekompost, DV3: Stallmist) 77

Abbildung 4.4-2: Befall (%) durch Echten Mehltau (*Erysiphe graminis*) 2011 (Düngungsvariante 1: Gründüngung, DV2: Gründüngung und Biotonnekompost, DV3: Stallmist, DV 4: Biogasgülle) 78

Abbildung 4.4-3: Befall (%) durch Ährenfusariosen (*Fusarium* spp.) (Düngungsvariante 1: Gründüngung, DV2: Gründüngung und Biotonnekompost, DV3: Stallmist, DV 4: Biogasgülle) 80

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1.1-1: Kooperationspartner und Leiter der einzelnen Teilprojekte (TP) 5
Tabelle 3.1-1: Fruchtfolge der einzelnen Schläge am Biobetrieb Rutzendorf der Jahre 2003 bis 2011 11
Tabelle 3.2-1: Übersicht über die Erhebungsflächen (Projekt MUBIL III - Forschung) 13
Tabelle 3.3-1: Zielfruchtfolge und Aufteilung der organischen Dünger 15
Tabelle 4.1-1: Vergleich der mittleren Hektarerträge am Biobetriebe Rutzendorf (Großschläge) mit Hektarerträgen von Biomarktfruchtbetrieben der Jahre 2009 und 2010 (Quellen: BVW GmbH, Grüner Bericht 2011) 24
Tabelle 4.1-2: Kornerträge (dt/ha, 86 % Trockenmasse) in den Jahren 2009 und 2010 in den drei Düngestreifen je Schlag 25
Tabelle 4.1-3: Trockenmasse- und Stickstoffertrag der Luzerne (Summe aus zwei Nutzungsjahren) in Abhängigkeit der Nutzungsform der Luzerne 27
Tabelle 4.1-4: Aufwandmengen und Nährstoffgehalte von Biotonnekompost (DV 2) und Stallmist (DV 3) in den gedüngten Kleinparzellenversuchen (KPV) – Mittelwerte aus 14 Düngungen 28
Tabelle 4.1-5: Kornertrag und Proteingehalt von Winterweizen nach Luzerne in Abhängigkeit der Luzernenutzung 30
Tabelle 4.1-6: Kornertrag und Proteingehalt von Winterweizen nach Erbse in Abhängigkeit der organischen Düngung31
Tabelle 4.1-7: Signifikanzniveaus der Faktoreneffekte für die wichtigsten Ertrags- und Qualitätsparameter beim Winterweizen 31
Tabelle 4.1-8: Kornerträge (dt/ha, 86 % Trockenmasse) des Jahres 2011 in den Kleinparzellenversuchen und Düngestreifen 38
Tabelle 4.1-9: Qualitätsparameter Winterweizen Ernte 2009 und 2010 in den Düngestreifen 44
Tabelle 4.1-10: Erträge in den Kleinparzellenversuchen in Abhängigkeit des Erntejahres (2008 bis 2010), der Fruchtfolge und der organischen Düngung 45
Tabelle 4.1-11: Parameter zur Bestandesentwicklung und Qualität der Kulturen der Ernte 2009 46
Tabelle 4.1-12: Parameter zur Bestandesentwicklung und Qualität der Kulturen der Ernte 2010 47
Tabelle 4.1-13: Produktionsmaßnahmen und Erträge der Jahre 2009 bis 2011 auf den Großschlägen des Biobetriebes Rutzendorf (Quelle: BVW GmbH) 49
Tabelle 4.2-1: Carabidenfänge in verschiedenen Feldern und Landschaftselementen des Bio-Betriebs Rutzendorf von April bis Oktober 2010. 58
Tabelle 4.3-1: Gesamt- bzw. Fruchtfolgedeckungsbeiträge im Untersuchungszeitraum 61
Tabelle 4.3-2: Statistische Kennzahlen zu den Deckungsbeiträgen der 2003 bis 2010 angebauten Kulturen 62
Tabelle 4.3-3: Statistische Kennzahlen zu den Deckungsbeiträgen von Winterweizen nach unterschiedlicher Vorfrucht 63
Tabelle 4.3-4: Deckungsbeitrag Produktionsverfahren Winterweizen 65
Tabelle 4.3-5: Deckungsbeitrag Produktionsverfahren Winterroggen 65
Tabelle 4.3-6: Deckungsbeitrag Produktionsverfahren Sommergerste 66
Tabelle 4.3-7: Deckungsbeitrag Produktionsverfahren Körnererbse 66
Tabelle 4.3-8: Deckungsbeiträge Produktionsverfahren Körnermais 67
Tabelle 4.3-9: Deckungsbeitrag Produktionsverfahren Luzerne 67
Tabelle 4.3-10: Variable Kosten Düngung 68
Tabelle 4.3-11: Variable Kosten Zwischenfrüchte 68
Tabelle 4.3-12: Gesamtdeckungsbeiträge der Düngungsvarianten – 2009 und 2010 69
Tabelle 4.3-13: Gesamtdeckungsbeiträge der Düngungsvarianten – 2003 bis 2010 69

Tabelle 4.4-1: Befall (%) durch Schneeschimmel (*Microdochium nivale*) (Düngungsvariante (DV) 1: Gründüngung, DV2: Gründüngung und Biotonnekompost, DV3: Stallmist, DV 4: Biogasgülle; WH = Wiederholung) 74

Tabelle 4.4-2: Abgestorbene Pflanzen (m², %) durch Schneeschimmel (*Microdochium nivale*) (Düngungsvariante (DV) 1: Gründüngung, DV2: Gründüngung und Biotonnekompost, DV3: Stallmist, DV 4: Biogasgülle; WH = Wiederholung) 74

Tabelle 4.4-3: Auswinterungsschäden (%) (Düngungsvariante (DV) 1: Gründüngung, DV2: Gründüngung und Biotonnekompost, DV3: Stallmist, DV 4: Biogasgülle; WH = Wiederholung) 76

Tabelle 4.4-4: Befall (%) durch Braunrost (*Puccinia recondita*) (Düngungsvariante (DV) 1: Gründüngung, DV2: Gründüngung und Biotonnekompost, DV3: Stallmist, DV 4: Biogasgülle; WH = Wiederholung) 79

Tabelle 4.4-5: Befall (%) durch Spelzenbräune und Septoria-Blattfleckenkrankheit (Septoria nodorum) 2010 (Versuch S8M und S5M, Düngungsvariante 1: Gründüngung, DV2: Gründüngung und Biotonnekompost, DV3: Stallmist, DV4: Biogasgülle; WH=Wiederholung) 82

Tabelle 4.4-6: Befall (%) durch Spelzenbräune und Septoria-Blattfleckenkrankheit (Septoria nodorum) 2011 (Versuch S1M und S6M, Düngungsvariante 1: Gründüngung, DV2: Gründüngung und Biotonnekompost, DV3: Stallmist, DV4: Biogasgülle; WH=Wiederholung) 83