



Leitbetriebe Ökologischer Landbau in Nordrhein-Westfalen

Wissenschaft - Beratung - Praxis



Dokumentation

10 Jahre Netzwerk

Ökologischer Landbau in NRW



Landwirtschafts-
kammer
Rheinland



Westfalen-Lippe



INSTITUT FÜR ORGANISCHEN LANDBAU
UNIVERSITÄT BONN

Dokumentation

10 Jahre Leitbetriebe Ökologischer Landbau in Nordrhein-Westfalen

ein Gemeinschaftsprojekt von:

Landwirtschaftskammer Rheinland
Endenicher Allee 60
53115 Bonn



Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe
Nevinghoff 40
48147 Münster



Institut für Organischen Landbau
Katzenburgweg 3
53115 Bonn



gefördert durch:

Ministerium für Umwelt und Naturschutz,
Landwirtschaft und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen



Europäische Union (EU)



Herausgeber: Schriftenreihe des Lehr- und Forschungsschwerpunktes
„Umweltverträgliche und Standortgerechte Landwirtschaft“
Landwirtschaftliche Fakultät der
Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn
Band 105

Endenicher Allee 15, 53115 Bonn
Tel.: 0228 – 73 2297; Fax.: 0228 – 73 1776
www.usl.uni-bonn.de

Bonn, Mai 2003

ISSN 0943-9684

Projektleitung: Prof. Dr. Ulrich Köpke

Autoren: **Landwirtschaftskammern
Rheinland und Westfalen-Lippe**
Dr. Karl Kempkens
Dr. Edmund Leisen
Dipl.-Ing. agr. Andreas Paffrath

Institut für Organischen Landbau
Prof. Dr. Ulrich Köpke
PD Dr. Guido Haas
Dipl.-Ing. agr. Martin Berg
Dipl.-Ing. agr. Christoph Stumm

Redaktion: Dipl.-Ing. agr. Christoph Stumm, Dr. Sven Brenner

Umschlag: Christian Dahn, Frank Täufer

Druck: Druckcenter Meckenheim – DCM
www.druckcenter.de

Inhaltsverzeichnis

Grußworte	1
Einleitung	
<i>Ulrich Köpke</i>	6
Projekt „Leitbetriebe Ökologischer Landbau in NRW“: Forschung – Demonstration – Wissenstransfer	
<i>Christoph Stumm, Martin Berg, Holger Schenke, Axel Schauder & Ulrich Köpke</i>	
1 Historie und Projektdurchführung	9
2 Betriebsauswahl	11
3 Lage, Standortbedingungen und Betriebsstruktur	12
4 Forschung und Demonstration	16
5 Referenzflächen	19
6 Wissenstransfer	20
Ökologischer Landbau in Nordrhein-Westfalen: Produktionsstruktur und räumliche Verteilung	
<i>Guido Haas, Corinna Zerger, Karl Kempkens & Ulrich Köpke</i>	24
Betriebsmanagement im Ökologischen Landbau: Analyse und Planung von Praxisbetrieben	
<i>Guido Haas</i>	32
Getreidebau	
<i>Martin Berg, Holger Schenke, Jons Eisele, Edmund Leisen & Andreas Paffrath</i>	
1 Backqualität von Weizen: Qualitätsansprüche	45
2 Unkrautregulierung: Problemunkraut Rauhaarige Wicke	60
Stickstoffmanagement im ökologisch wirtschaftenden Betrieb: Minderung von Stickstoffverlusten	
<i>Martin Berg, Guido Haas, Edmund Leisen & Holger Schenke</i>	64
Kartoffelanbau	
<i>Andreas Paffrath, Edmund Leisen, Alfons Peine, Christine Vorländer, Martin Berg & Daniel Neuhoff</i>	
1 Einleitung	76
2 Sortenwahl	78
3 Vorkeimung	88
4 Bekämpfung der Kraut- und Knollenfäule	92
5 Einsatz von Pflanzenstärkungsmitteln zur Bekämpfung von <i>Rhizoctonia solani</i>	94
6 Nährstoffversorgung	97
7 Ertrags- und Stärkeentwicklung bei Kartoffeln	102

Untersaaten in Kartoffeln: Sonnenblume, Mais oder Gelbsenf	
<i>Guido Haas</i>	105
Anbau von Feldgemüse	
<i>Andreas Paffrath, Edmund Leisen, Markus Puffert & Felix Lippert</i>	
1 Einleitung	113
2 Einsatz von organischen Stickstoff-Düngemitteln	113
3 Verschiedene Ausbringungstermine von Vinasse zu Blumenkohl	115
4 Vergleich verschiedener organischer Stickstoff-Düngemittel	116
5 Möhrenanbau	118
Grünland und Futterbau	
<i>Edmund Leisen</i>	
1 Einleitung	127
2 Ertrag und Futterqualität sowie Fruchtfolgewirkung verschiedener Kleegrasmischungen	128
3 Praxisnahe Methode zur Einschätzung der Futterqualität und der frühen Silierreife auf Grünland und Klee gras beim 1. Aufwuchs	132
4 Ertrags- und Qualitätsentwicklung beim 2. Aufwuchs	138
5 Ertrag und Futterqualität sowie Fruchtfolgewirkung von Mais und Getreide/Getreide-Leguminosengemengen in Öko-Betrieben	141
6 Rückschau und Ausblick	146
Rotklee gras: Arten- und Sortenwahl der Gräser	
<i>Guido Haas</i>	149
Milchviehhaltung	
<i>Edmund Leisen & Peter Heimberg</i>	
1 Einleitung	159
2 Milchleistung im Vergleich zu Tiergesundheit und Fruchtbarkeit	160
3 Clostridien beeinträchtigen die Käsetauglichkeit der Milch	163
4 Einfluss des Hygieneniveaus im Betrieb auf Clostridienbelastung, Zellgehalt und Keimzahl	171
5 Futterqualität und Gärqualität von Öko-Futter	172
6 Mineralstoffversorgung von Öko-Futter	176
7 Rückschau und Ausblick	179
Ausblick	
<i>Ulrich Köpke & Karl Kempkens</i>	181
Danksagung	184

10 Jahre Leitbetriebe Ökologischer Landbau in NRW

Bärbel Höhn

Ministerin für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen



Ökologischer Landbau entspricht in besonderer Weise den Prinzipien einer nachhaltigen und umweltschonenden Landbewirtschaftung. Boden, Wasser und Luft werden geschützt sowie die Bodenfruchtbarkeit und biologische Vielfalt dauerhaft erhalten. Weitgehend geschlossene Stoffkreisläufe, vielfältige Fruchtfolgen und tiergerechte Haltungsverfahren sind weitere markante Kennzeichen des ökologischen Landbaus.

Mein Ziel ist es, diese nachhaltige Form der Landwirtschaft zu stärken und deutlich auszuweiten. Landwirte stellen ihre Höfe aber erst dann um, wenn sie sich in der Praxis von der Durchführbarkeit des Ökologischen Landbaus überzeugt haben. Und wenn sie erkennen, dass offene Fragen des Ökologischen Landbaus intensiv bearbeitet und auch gelöst werden. Dazu leisten die Leitbetriebe Ökologischer Landbau NRW einen wichtigen Beitrag. Sie stellen zudem eine enge Verbindung zwischen Forschung, Beratung und Praxis sicher.

Seit zehn Jahren werden im Leitbetriebe-Projekt – gefördert vom Land NRW und der EU – Lösungen für aktuelle Probleme gesucht und Strategien für eine erfolgreiche ökologische Landbewirtschaftung entwickelt. Die Universität Bonn, die beiden Landwirtschaftskammern in NRW und 13 landwirtschaftliche Betriebe arbeiten in diesem Projekt erfolgreich zusammen. Wissenschaftliche Exaktversuche werden auf dem Wiesengut durchgeführt und erfolgversprechende Verfahren auf den beteiligten landwirtschaftlichen Betrieben unter Praxisbedingungen erprobt sowie Demonstrationsmaßnahmen durchgeführt. Durch die besondere Konstruktion des Projekts bringen alle Seiten ihre Vorstellungen und Ideen ein und fördern so den Erfolg des Projektes.

Eingebettet sind die Leitbetriebe Ökologischer Landbau in eine Reihe weiterer Aktivitäten auf dem Gebiet der Forschung für den Öko-Landbau. Beispielsweise werden im Gartenbauzentrum Köln-Auweiler schon seit 25 Jahren Versuche im ökologischen Gartenbau durchgeführt. 1999 wurde im Landwirtschaftszentrum Haus Riswick, Kleve, ein Betrieb mit Milchviehhaltung und Futterbau auf ökologische Wirtschaftsweise umgestellt. Und das Landwirtschaftszentrum Haus Düsse, Soest, verfügt über den bislang einzigen Versuchsstall zur ökologischen Schweinehaltung. Aus beiden Betrieben liegen mittlerweile ermutigende Ergebnisse vor. Es zeigt sich aber auch, dass noch viele Fragen offen sind.

Ich freue mich, dass nun schon seit zehn Jahren das erfolgreiche Leitbetriebe-Projekt durchgeführt wird. Ich wünsche mir, dass in den Leitbetrieben auch zukünftig viele fruchtbare Ideen entwickelt werden, die zu einer Stärkung und Sicherung des Öko-Landbaus in NRW beitragen.

10 Jahre Leitbetriebe – Ein Netzwerk für den Ökologischen Landbau

Wilhelm Lieven, MdL, Präsident der Landwirtschaftskammer Rheinland

Karl Meise, Präsident der Landwirtschaftskammer Westfalen



Wilhelm Lieven



Karl Meise

Vor zehn Jahren hatte der ökologische Landbau in Deutschland, aber auch in Nordrhein-Westfalen, nur einen geringen Stellenwert. Etwa 450 Betriebe mit 12 000 ha Nutzfläche, das waren deutlich unter 1 % der Betriebe, arbeiteten nach den Richtlinien des ökologischen Landbaus. Im konventionellen Landbau standen Praxis und Beratung den alternativen Produktionsverfahren häufig skeptisch gegenüber und den ökologisch wirtschaftenden Betrieben fehlten oft wissenschaftliche und produktionstechnische Erkenntnisse für eine erfolgreiche Erzeugung.

Vor diesem Hintergrund wurde 1993 das Gemeinschaftsprojekt „Leitbetriebe Ökologischer Landbau NRW“ von den Akteuren des Landwirtschaftsministeriums NRW, der Uni Bonn und den Landwirtschaftskammern in NRW mit finanzieller Beteiligung der EU aus der Taufe gehoben. Durch eine enge Vernetzung von Praxis, Beratung und Wissenschaft wurden seither wissenschaftlich fundierte und praktisch erprobte Handlungsanweisungen entwickelt

und flächendeckend in die Praxis umgesetzt. Durch das Netzwerk von 13 in NRW verteilten ökologischen Betrieben ist es gelungen, viele landestypische Landschaftsräume und Produktionsschwerpunkte in die Versuche einzubinden und flächendeckend zu demonstrieren. Ein permanenter Wissenstransfer über unzählige Fachbeiträge, Beratermitteilungen, Versuchsberichte, Feldtage oder Seminare war Grundvoraussetzung dafür, dass die neuen Erkenntnisse kurzfristig in die Praxis umgesetzt werden konnten. Die Arbeitsschwerpunkte wechselten dabei in enger Korrespondenz mit den geänderten Anforderungen aus Praxis und Beratung. Durch die zunehmende Flexibilisierung des Projektrahmens ist es mittlerweile auch möglich, auf weitere Betriebe auszuweichen und aktuelle Fragestellungen kurzfristig aufzugreifen.

In enger Abstimmung mit dem Leitbetriebe-Projekt haben die Landwirtschaftskammern in den vergangenen Jahren das Versuchs- und Demonstrationswesen im ökologischen Landbau durch eigene Aktivitäten erweitert und ergänzt. So werden umfangreiche Arbeiten in den Landwirtschaftszentren Haus Düsse und Haus Riswick, aber auch in den Gartenbauzentren Köln-Auweiler und Straelen durchgeführt. Im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau laufen derzeit ebenfalls Untersuchungen.

Die Landwirtschaftskammern blicken auf zehn erfolgreiche Jahre „Leitbetriebe Ökologischer Landbau NRW“ zurück. Die Zusammenarbeit mit Praxis und Wissenschaft, die praxisnahe Auslegung, der hohe Demonstrationscharakter und der unmittelbare Wissenstransfer, all das wird in diesem Projekt in hohem Maße erzielt. Das Projekt stellt auch ein Bindeglied zwischen den unterschiedlichen Akteuren des Ökolandbaus in NRW aus Praxis, Beratung, Verbandswesen, Wirtschaft und Wissenschaft dar.

Wir danken daher allen Beteiligten für ihr großes Engagement und ihr hohes Kooperationsvermögen. Der EU und dem Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen danken wir für die Bereitstellung der Mittel.

10 Jahre Leitbetriebe Ökologischer Landbau in NRW

Prof. Dr. H.-P. Helfrich

Dekan der Landwirtschaftlichen Fakultät, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität



Die Universität Bonn versteht sich als Forschungsuniversität. Wie passt das Projekt „Leitbetriebe Ökologischer Landbau NRW“ in dieses Konzept? Agrarwissenschaftliche Forschung ist in weiten Teilen angewandte Forschung, zu der auch der Wissenstransfer gehört, durch den die Weitergabe und die Umsetzung der Forschungsergebnisse gewährleistet wird. Zur Zielgruppe gehören neben den Beratern auch die Praktiker in der Landwirtschaft. Sie erwarten von der Wissenschaft Problemlösungen und Hinweise zu rationalem Handeln und somit letztlich Handlungsanweisungen zum praktischen Tun.

Moderne angewandte Forschung will alle beteiligten Akteure in ihre Konzepte einbeziehen. Unter diesem Blickwinkel ist das im Rahmen des Lehr- und Forschungsschwerpunktes "Umweltverträgliche und Standortgerechte Landwirtschaft" durchgeführte Projekt „Leitbetriebe Ökologischer Landbau in Nordrhein-Westfalen“, dessen 10-jähriges Jubiläum wir nun feiern, von Anfang an beispielhaft. Die Zielsetzungen des Projektes – das ist sicher – sind weiterhin höchst aktuell. Verfahren, Organisation und Inhalte müssen gleichwohl weiter aktualisiert werden. Dies ist inzwischen auch durch eine zunehmend umfangreichere Literatur zu Partizipation, Interdisziplinarität und Transdisziplinarität – Bereiche, in denen wir alle nahezu keine Ausbildung genossen haben – erleichtert.

Ich bin mir sicher, dass alle im Projekt Beteiligten die neu gewonnenen Kenntnisse gern aufnehmen und die erarbeiteten Strategien in Beratung und Praxis wo immer möglich umgesetzt werden. Aus dieser Überzeugung fällt es mir leicht festzustellen, dass gewiss auch einst das 20. oder 25. Jubiläum gefeiert werden wird.

Einleitung

Ulrich Köpke

Das Projekt „Leitbetriebe Ökologischer Landbau in Nordrhein-Westfalen“ wurde durch das Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft Nordrhein-Westfalen (MURL) angeregt und wird nunmehr seit 10 Jahren durch das Land Nordrhein-Westfalen und die Europäische Gemeinschaft gefördert. Zielsetzungen des vom Institut für Organischen Landbau (IOL) der Universität Bonn koordinierten und gemeinsam mit den Landwirtschaftskammern Rheinland und Westfalen-Lippe durchgeführten transdisziplinären Forschungsprojektes ist die engere Verzahnung von Versuchsanstaltern und Praxis des Organischen Landbaus mit dem Ziel einer erfolgreicherer Beratung und eines rascheren Transfers umsetzbarer Verfahren in die breite landwirtschaftliche Praxis.

Auf den 13 so genannten Leitbetrieben wurden von den Wissenschaftlern seit Projektbeginn jährlich etwa 40 faktorielle Feldversuche und Teilschlagbewirtschaftungen zur Demonstration durchgeführt. In der ersten Phase des Projektes waren die Untersuchungen im Wesentlichen vom Getreidebau, so z.B. der Erhöhung der Saatgutqualität von Winterweizen und Winterroggen, dem effizienten Einsatz organischer Dünger, Sortenversuchen und Untersuchungen zu Klee grasuntersaaten geprägt. Fragen der beteiligten landwirtschaftlichen Praktiker und der Anbauverbände des Ökologischen Landbaus wurden sukzessive verstärkt in das Versuchsprogramm integriert, d.h. das Feldversuchswesen wurde direkt durch aktuelle Probleme und Fragestellungen der landwirtschaftlichen Praxis auf kurzem Wege beeinflusst. Spätere Anregungen aus der landwirtschaftlichen Praxis betrafen insbesondere die gesteigerte Wertschöpfung durch Kartoffel- und Feldgemüseanbau, aber auch Fragen der Tierhaltung und die Erzeugung vom Tier stammender Lebensmittel.

Mit dem Projekt „Ökologische Leitbetriebe“ wird der Fallstudiencharakter eines Einzelbetriebes wie z.B. der Versuchsbetrieb für Organischen Landbau Wiesengut/Hennef oder auch das Forschungsvorhaben Boschheidehof mit zunächst nur auf den jeweiligen Standort bezogener primärer Gültigkeit der Versuchsergebnisse und deren begrenzter Übertragbarkeit durch die Auswahl mehrerer regionstypischer Betriebe unterschiedlicher Betriebsstruktur überwunden. Den Wissenschaftlern werden längerfristig zahlreiche wohldefinierte Außenstandorte mit langjähriger ökologischer Bewirtschaftung verfügbar gemacht. Aus den weiterhin unverzichtbaren faktoriellen Feldversuchen werden standortspezifische Maßnahmen abgeleitet. Sobald deren Übertragung in die Praxis mit den entsprechenden

Modifikationen möglich ist, werden die Anbaustrategien in Form der Teilschlagbewirtschaftung anderen Praktikern demonstriert – kommentiert und vermittelt – durch die Berater der Kammern und Verbände sowie die Betriebsleiter selbst. Die jeweilige Einbindung der Anbaustrategien in das gesamtbetriebliche Konzept erfolgt dabei betriebsindividuell. Den landwirtschaftlichen Praktikern wird auf Feldtagen und bei Feldbegehungen über den jeweiligen Betriebsleiter durch die Sprache der Praktiker bei Überwindung der Kommunikationsschwelle zwischen Wissenschaft und Praxis ein direkter Zugriff auf die Erkenntnisse vermittelt. Mit diesem Projektansatz wird einer Normierung des Ökologischen Landbaus entgegengewirkt, werden standortindividuelle Verhältnisse unter Einbeziehung sozialer Komponenten verstärkt berücksichtigt und Einseitigkeiten der wissenschaftlichen Bearbeitung des Ökologischen Landbaus überwunden.

Bei Beginn des Projektes wurden folgende Vorteile erwartet:

Für den Leitbetrieb:

- kurzgeschlossener Dialog des Betriebsleiters mit den Versuchsanstellern;
- genaue Informationen über Nährstoffstatus und Ertragsentwicklung auf Basis permanenter Referenzflächen (Konzept Wiesengut/Hennef), betreut von Technikern der Landwirtschaftskammern;
- intensiveres Beratungsangebot.

Für die weitere Praxis:

- regionsspezifische Demonstration praxisreifer Verfahren, auf Grundlage wissenschaftlicher Erkenntnisse;
- Überwindung der Kommunikationsschwelle Wissenschaft–Praxis durch Wissensvermittlung von Landwirt zu Landwirt in der Praktikersprache, sowie durch
- engen Kontakt zwischen Praxis, Beratung und Wissenschaft;
- Optimierung und Förderung des Ökologischen Landbaus in der Region.

Die Forschung sollte durch das Projekt

- langfristig zahlreiche, wohldefinierte regionsrepräsentative Außenstandorte nutzen;
- längerfristig verlässliche Dialogpartner gewinnen zur
- Erarbeitung regions-/standortspezifischer Anbaustrategien um
- Fragen und Probleme der landwirtschaftlichen Praxis sowie Praxiserfahrungen auf kurzem Wege in wissenschaftliche Feldversuche aufnehmen zu können.

Nach 10 Jahren Projektdauer stellen sich folgende Fragen:

- Vermochte die im Projekt verfolgte transdisziplinäre Wissenschaft geeignete Problemlösungen für die Praxis bereitzustellen?
- Wurden die landwirtschaftlichen Praktiker in die Fragestellung hinreichend integriert?
- War die Kooperation eine gleichberechtigte Zusammenarbeit der Akteure? – Und wenn nicht,
- wie kann die Zusammenarbeit mit Blick auf den Problemlösungsprozess verbessert werden? – Und vor allem,
- ist der Informationsfluss von der landwirtschaftlichen Praxis hin zu Beratung und Wissenschaft hinreichend entwickelt, nehmen Wissenschaft und Beratung die Probleme der landwirtschaftlichen Praxis hinreichend umfänglich wahr und ernst?

Projekt „Leitbetriebe Ökologischer Landbau in NRW“: Forschung – Demonstration – Wissenstransfer

Christoph Stumm, Martin Berg, Holger Schenke, Axel Schauder & Ulrich Köpke

1 Historie und Projektdurchführung

Um wissenschaftlich fundierte Handlungsanweisungen zum Ökologischen Landbau zu entwickeln und diese umgehend für die Beratung von ökologisch wirtschaftenden Betrieben und Umstellungsinteressierten verfügbar zu machen, wurde im Jahr 1993 auf Initiative des Ministeriums für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft Nordrhein-Westfalen (MURL) das Projekt „Leitbetriebe Ökologischer Landbau in Nordrhein-Westfalen“ eingerichtet. Es wird sowohl vom Land NRW als auch von der Europäischen Gemeinschaft gefördert. In diesem Kooperationsprojekt sind 13 ökologisch wirtschaftende Betriebe, die Landwirtschaftskammern Rheinland und Westfalen-Lippe sowie die Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität zu Bonn miteinander vernetzt.

Durch diesen vor 10 Jahren noch neuartigen Ansatz einer kooperativen Verzahnung von Praxis, Beratung und Forschung wird die effiziente wissenschaftliche Bearbeitung aktueller Problembereiche des Ökologischen Landbaus und der direkte Wissenstransfer über die Beratung in die breite landwirtschaftliche Praxis gewährleistet. Die Erweiterung der Wissensbasis sowie die Verbesserung der Beratungs- und Demonstrationsmöglichkeiten ist eine wichtige Grundlage für die Etablierung und Förderung des Ökologischen Landbaus in Nordrhein-Westfalen.

Projektziele sind

- neue wissenschaftliche Erkenntnisse unter Praxisbedingungen zu erlangen (*Forschung*),
- die produktionstechnische, ökologische und ökonomische Machbarkeit zu verdeutlichen (*Demonstration*),
- anschauliche Beratungshilfen zu schaffen (*Beratung*) und
- die Umsetzung neuer Erkenntnisse in die Praxis zu beschleunigen (*Wissenstransfer*).

Die Erprobung wissenschaftlicher Erkenntnisse unter Praxisbedingungen im Projekt „Leitbetriebe Ökologischer Landbau NRW“ ist eine wichtige Stütze für die Beratung des Ökologischen Landbaus in Nordrhein-Westfalen und stellt eine wesentliche Voraussetzung für eine breitere Umstellung von Betrieben auf eine Ökologische Wirtschaftsweise dar.

Das Projekt wird durch das Institut für Organischen Landbau der Universität Bonn in Zusammenarbeit mit den Landwirtschaftskammern Rheinland und Westfalen-Lippe realisiert.

Das Institut für Organischen Landbau ist verantwortlich für

- die Koordinierung des Gesamtprojektes,
- die Konzeption, Durchführung und Auswertung wissenschaftlicher Erhebungen und Untersuchungen wie
- die Anlage faktorieller Feldversuche und
- die Bilanzierung von Stoffkreisläufen und des Humushaushaltes u.a. mit Hilfe der eingerichteten Dauerbeobachtungsflächen, so genannten Referenzflächen,
- die Darstellung der entwickelten Produktionsverfahren, Ableitung von Förder-, und Beratungsmaßnahmen sowie
- die zentrale Auswertung und Berichterstattung des Gesamtprojektes.

Die Landwirtschaftskammern sind zuständig für die Aufgabengebiete

- Umsetzung und Anwendung bisheriger wissenschaftlicher Erkenntnisse auf den Leitbetrieben,
- Entwicklung praxisreifer Produktionsverfahren und die Erprobung in Teilschlagbewirtschaftung,
- Einrichtung von Beratungs- und Demonstrationmöglichkeiten vor Ort sowie
- Ermittlung und Dokumentation von Standortdaten auf den Betrieben zur Ableitung und Umsetzung von Optimierungsansätzen und
- Betreuung und Beratung der Landwirte u.a. durch Fortbildungsveranstaltungen, auf Feldtagen und Veröffentlichungen in der Fachpresse.

Die in Nordrhein-Westfalen vertretenen Anbauverbände des Ökologischen Landbaus Bioland, Demeter und Naturland sind in das Projekt eingebunden. Sie wirken bei der Auswahl der zu bearbeitenden Themenschwerpunkte mit, nutzen die auf den Leitbetrieben angelegten Demonstrationen zur Beratung in ihren regionalen Arbeitskreisen und veröffentlichen die Ergebnisse in Seminaren und Verbandsmitteilungen.

2 Betriebsauswahl

Nach der Evaluierung von 35 in Nordrhein-Westfalen zum Teil langjährig ökologisch wirtschaftenden Betrieben im Jahr 1993 wurden 13 so genannte Leitbetriebe nach folgenden Kriterien zur Kooperation ausgewählt:

- Regionale Verteilung in NRW: Repräsentanz der wichtigsten Naturräume, Klima- und Bodentypen sowie der verschiedenen
- Produktionszweige (Rinder, Schweine, Geflügel, Grünland, Getreide, Eiweißpflanzen Kartoffel- und Gemüsebau);
- Versuchseignung: Bodenbedingungen, Hangneigung, Homogenität einzelner Schläge, Mindestgrößen der Tierbestände;
- institutionelle Einbindung: Zugehörigkeit zu einem Anbauverband des Ökologischen Landbaus in NRW sowie möglichst Mitarbeit im Arbeitskreis Ökologischer Landbau der Landwirtschaftskammern;
- Betriebsleiterpersönlichkeit: Managementfähigkeit und fachliche Eignung, Offenheit für wissenschaftliche Fragestellungen, Bereitschaft zur Mitarbeit und Öffentlichkeitsarbeit, Innovationsfreude und Dialogbereitschaft;
- Qualität der Bewirtschaftung, Betriebsentwicklung, artgerechte Tierhaltung, Bewirtschaftungszeit.

Erwartet werden außerdem die Führung einer Schlagkartei und die Offenlegung von Betriebsdaten für Bilanzierung und Systemanalysen der Betriebe sowie für anonymisierte Betriebsvergleiche.

Die Leitbetriebe dienen als Versuchsstandorte für wissenschaftliche Feldversuche unter verschiedenen Umweltbedingungen, als Standorte verfahrensdifferenzierter Teilschlagbewirtschaftung und als Orte der Demonstration praxisreifer Verfahrenstechniken und somit als Begegnungsstätte für Wissenschaftler, Berater und Praktiker. Aufgrund dieser zentralen Stellung im Projekt kommt den Betriebsleitern die wichtige Funktion als Multiplikatoren für die breite landwirtschaftliche Praxis zu. Die Umsetzbarkeit der demonstrierten Verfahren wird dabei unmittelbar durch den Praktiker bewertet und an die Berufskollegen weitergegeben.

3 Lage, Standortbedingungen und Betriebsstruktur

Die Leitbetriebe repräsentieren ein breites Spektrum der vorkommenden Landschaftsräume mit den jeweils typischen Produktionsschwerpunkten. Insgesamt existieren in Nordrhein-Westfalen 13 solcher Betriebe mit folgenden Produktionssystemen:

Tab. 1: Produktionssysteme im Projekt Leitbetriebe Ökologischer Landbau NRW

	Rheinland	Westfalen-Lippe
Brotgetreide Erzeugung	4	5
Futtergetreide	3	5
Kartoffelbauern	4	4
Feld- und Feingemüse	3	3
Dauergrünland	2	4
Milchvieh	2	3
Fleischrinder	1	3
Schweine	1	1
Hühner	2	1

(Stand 2002)

Die Anbauverbände Naturland (3), Bioland (8) und Demeter (3) sind jeweils durch mehrere Leitbetriebe im Projekt repräsentiert.

Kammerbezirk Rheinland:

1 Rhein-Sieg 1: *Großlandschaft:* Niederrheinische Bucht, *Höhe ü. NN:* 65 m, *Durchschnittstemperatur:* 9,5 °C, *Jahresniederschlag:* 700–750 mm, *Bodenart:* lehmig-schluffige bis sandig-schluffige Auensedimente, *Bodenpunkte:* 20–70 (Ackerzahl), 38–66 (Grünlandzahl), *Fruchtfolge:* Rotklee-gras, Kartoffeln, Winterweizen mit Zwischenfrucht, Ackerbohnen mit Untersaat oder Zwischenfrucht, Sommerweizen, Winterroggen mit Untersaat Rotklee-gras *Tierhaltung:* Mutterkühe (Limousin), Ochsen- und Färsenmast.

2 Rhein-Sieg 2: *Großlandschaft:* Niederrheinische Bucht, *Höhe ü. NN:* 100 m, *Durchschnittstemperatur:* 9,5 °C, *Jahresniederschlag:* 750 mm, *Bodenart:* sandiger Lehm bis Lehm, *Bodenpunkte:* 60–74 (Ackerzahl), *Betriebs-schwerpunkte:* Mutterkühe, Getreide, Feldgemüse, *Kulturen:* Rotklee-gras, Körnermais, Winterweizen, Körnererbsen, Markerbsen, Kohl.

- 3 Neuss:** *Großlandschaft:* Niederrheinisches Tiefland, *Höhe ü. NN:* 60 m, *Durchschnittstemperatur:* 10,1 °C, *Jahresniederschlag:* 700 mm, *Bodenart:* sandiger Lehm bis Lehm, *Bodenpunkte:* 70 (Ackerzahl), *Betriebsschwerpunkte:* Gemüse, Kartoffeln, Getreide, Legehennen, *Kulturen:* diverse Gemüsearten, Kartoffeln, Winterroggen, Dinkel, Sommerweizen.
- 4 Viersen 1:** *Großlandschaft:* Niederrheinisches Tiefland, *Höhe ü. NN:* 45 m, *Durchschnittstemperatur:* 9,3 °C, *Jahresniederschlag:* 700 mm, *Bodenart:* sandiger Lehm, *Bodenpunkte:* 60–80 (Ackerzahl), *Betriebsschwerpunkte:* Sauen, Mastschweine, Ackerbau, *Kulturen:* Futtergetreide, Kartoffeln.
- 5 Viersen 2:** *Großlandschaft:* Niederrheinisches Tiefland, *Höhe ü. NN:* 60 m, *Durchschnittstemperatur:* 9,6 °C, *Jahresniederschlag:* 750 mm, *Bodenart:* lehmiger Sand bis sandiger Lehm, *Bodenpunkte:* 50–70 (Ackerzahl), *Betriebsschwerpunkte:* Feldgemüse, Kartoffeln, Getreide *Kulturen:* Ackerbohnen, Kartoffeln, Kohl, Sommerweizen, Möhren.
- 6 Mettmann:** *Großlandschaft:* Süderbergland, *Höhe ü. NN:* 180–200 m, *Durchschnittstemperatur:* 9,4 °C, *Jahresniederschlag:* 1100 mm, *Bodenart:* sandiger Lehm bis Lehm, *Bodenpunkte:* 35–65 (Ackerzahl), 30–60 (Grünlandzahl), *Betriebsschwerpunkte:* Milchvieh, Feldfutter, Gemüse, Kartoffeln Getreide, *Kulturen:* Rotklee gras, Winterweizen, Winterroggen, Kartoffeln, Feldgemüse, Hafer/Gerste/Erbsen-Gemenge.
- 7 Kleve:** *Großlandschaft:* Niederrheinisches Tiefland, *Höhe ü. NN:* 50 m, *Durchschnittstemperatur:* 9,4 °C, *Jahresniederschlag:* 750 mm, *Bodenart:* lehmiger Sand bis Sand, toniger Lehm, *Bodenpunkte:* 25–32 und 65–80 (Ackerzahl), *Betriebsschwerpunkte:* Milchvieh, Legehennen, Feldfutter, Kartoffeln, Getreide, *Kulturen:* Dauergrünland, Rotklee gras, Sommerweizen, Winterweizen, Kartoffeln, Winterroggen.



Abb. 1: Standorte und Betriebsstruktur der Leitbetriebe (Stand 2002)

Kammerbezirk Westfalen-Lippe:

- 8 Coesfeld 1:** *Großlandschaft:* Westfälische Bucht, *Höhe ü. NN:* 100 m, *Durchschnittstemperatur:* 9,4 °C, *Jahresniederschlag:* 700 mm, *Bodenart:* stark toniger Lehm, *Bodenpunkte:* 70 (Ackerzahl), *Betriebsschwerpunkte:* Legehennen, Mutterkühe, Feldfutter, Futtergetreide, *Kulturen:* Rotkleegras, Winterweizen, Winterroggen, Körnermais, Ackerbohnen.
- 9 Coesfeld 2:** *Großlandschaft:* Westfälische Bucht, *Höhe ü. NN:* 65 m, *Durchschnittstemperatur:* 9,4 °C, *Jahresniederschlag:* 810 mm, *Bodenart:* Sand, sandiger bis lehmiger Lehm, z.T. anmoorig, *Bodenpunkte:* 30–50 (Ackerzahl), *Betriebsschwerpunkte:* Milchvieh *Kulturen:* Rotkleegras, Silomais, Futtergetreide (Sommergerste, Hafer, Erbsen).
- 10 Gütersloh 1:** *Großlandschaft:* Westfälische Bucht, *Höhe ü. NN:* 72 m, *Durchschnittstemperatur:* 7,8 °C, *Jahresniederschlag:* 760 mm, *Bodenart:* Sandiger Lehm bis Lehm, *Bodenpunkte:* 16–50 (Ackerzahl), *Betriebsschwerpunkte:* Milchvieh, Zucht, Grünland, Getreide, Mais, *Kulturen:* Sommerweizen, Winterroggen, Dinkel, Mais, Futterrüben, Kartoffeln.
- 11 Gütersloh 2:** *Großlandschaft:* Westfälische Bucht, *Höhe ü. NN:* 72 m, *Durchschnittstemperatur:* 9,2 °C, *Jahresniederschlag:* 770 mm, *Bodenart:* lehmiger Sand - Sand, *Bodenpunkte:* 36–70 (Ackerzahl), *Betriebsschwerpunkte:* Kartoffeln, Gemüsebau, Jungpflanzenzucht, Rinderzucht, *Kulturen:* diverse Gemüsearten, Winterroggen, Kartoffeln.
- 12 Lippe 1:** *Großlandschaft:* Lippisches Bergland, *Höhe ü. NN:* 200 m, *Durchschnittstemperatur:* 8,5 °C, *Jahresniederschlag:* 800 mm, *Bodenart:* Lehm, *Bodenpunkte:* 70 (Ackerzahl), *Betriebsschwerpunkte:* Getreide, Raps, Kartoffeln, Gemüse, *Kulturen:* Rotkleegras, Winterweizen, -roggen, Dinkel, Hafer, Winterraps, Markerbsen, Buschbohnen, Möhren, Kartoffeln.
- 13 Lippe 2:** *Großlandschaft:* Weser Bergland, *Höhe ü. NN:* 100 m, *Durchschnittstemperatur:* 9,5 °C, *Jahresniederschlag:* 750 mm, *Bodenart:* sandiger Lehm, *Bodenpunkte:* 63 (Ackerzahl), *Betriebsschwerpunkte:* Gemüse, Fleischerinder, Mastschweine, Zuckerrüben, *Kulturen:* diverse Gemüsearten, Klee-gras, Winterweizen, -roggen, Dinkel, Sommerweizen.
- 14 Minden:** *Großlandschaft:* Weser Bergland, *Höhe ü. NN:* 100 m, *Durchschnittstemperatur:* 9 °C, *Jahresniederschlag:* 720 mm, *Bodenart:* sandiger Lehm, *Bodenpunkte:* 45–65 (Ackerzahl), *Betriebsschwerpunkte:* Milchvieh, Futterbau, Kartoffeln, Getreide, *Kulturen:* Grünland, Rotkleegras, Winterweizen, Sommerweizen, Winterroggen, Silomais, Kartoffeln.

4 Forschung und Demonstration

Praktikerkommentar:

„Es bleibt oft eine Diskrepanz zwischen Praxis und Wissenschaft, was Interesse und vor allem Machbarkeit von Versuchen bzw. deren Umsetzung in die Praxis angeht. Aber das liegt nicht am Projekt, sondern das ist immer so ...“

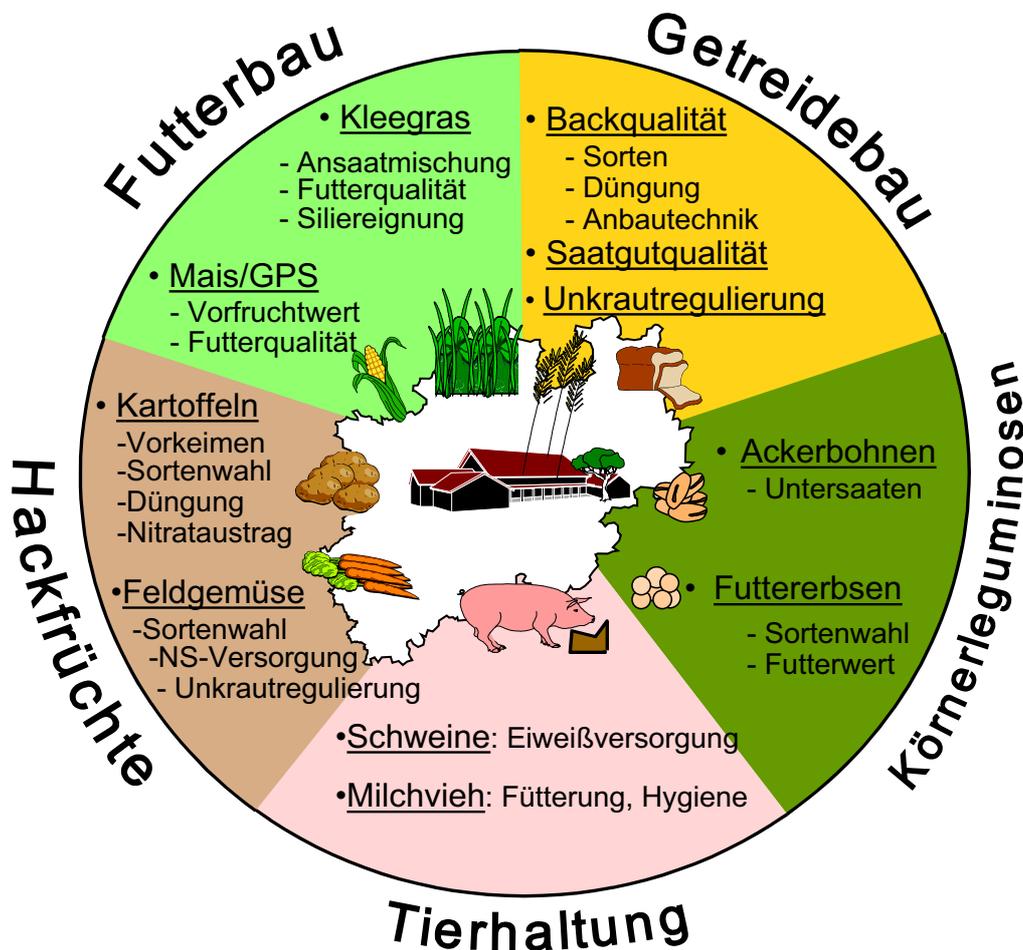
Vor dem Hintergrund einer zunehmenden Individualisierung, d.h. einer standortgerechten Ausgestaltung des gesamten Betriebsorganismus, ist es notwendig die Übertragbarkeit der Versuchsergebnisse auf verschiedenen Standorten zu überprüfen und bei Bedarf die Verfahren den speziellen Boden- und Klimabedingungen anzupassen. In den Betrieben werden von den Wissenschaftlern faktorielle, standortbezogene Exaktversuche durchgeführt, die in ihrer Fragestellung relevante Problembereiche des Betriebes bzw. des regionalen Ökologischen Landbaus aufgreifen.

Aufbauend auf den Resultaten der Untersuchungen werden von den Landwirtschaftskammern in direkter Zusammenarbeit mit den Betriebsleitern im Hinblick auf die standortrelevanten Fragestellungen Demonstrationsversuche und -flächen konzipiert und mit praxistauglichen Geräten angelegt, um die wissenschaftlichen Versuchsergebnisse zu praxisverfügbaren Verfahrenselementen weiterzuentwickeln.

Neben der generellen Überprüfung eines effizienten Nährstoffumsatzes werden Betriebe mit Flächen in Wasserschutzgebieten einer intensiven Erfassung, Auswertung und Strategieentwicklung im Hinblick auf eine Eintragsminimierung in Grund- und Oberflächenwasser unterzogen. Im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitung und Analyse werden anhand der Daten aus Referenzflächen und Betriebserhebungen rechnergestützte Bilanzierungen und standortbezogene Auswertungen der Erträge, der Nährstoffflüsse, des Humushaushaltes, der Tierhaltung, -fütterung und -gesundheit sowie der Vermarktung, der Arbeits- und Betriebswirtschaft vorgenommen. Optimierungsansätze für einzelbetriebliche Produktionsverfahren werden hieraus abgeleitet und direkt umgesetzt.

Die Betriebe dienen dem Institut für Organischen Landbau als „Außenstandorte“, die über größere Zeiträume für Versuche zur Verfügung stehen. Bisherige Erkenntnisse lassen sich so unter speziellen Boden- und Klimabedingungen weiterentwickeln.

Die Vielfalt der durch die Leitbetriebe repräsentierten Betriebs- und Standorttypen erlaubt es, wissenschaftliche Exaktversuche zu einem großen Themenkreis anwendungsbezogener Fragen des Ökologischen Landbaus auf Praxisbetrieben durchzuführen.



Zu den in der Grafik genannten Feldfrüchten werden Versuche zur Anbautechnik, zum effizienten Stickstoff-Management und zur Qualität der erzeugten Produkte durchgeführt. In Sortenprüfungen wird die Anbaueignung moderner Sorten unter den Bedingungen des Ökologischen Landbaus ermittelt. Versuche zum Einsatz einheimischer Körnerleguminosen in der Fütterung von Mastschweinen und zur Eiweiß-, Energie- und Mineralstoffversorgung von Milchvieh ergänzen die pflanzenbaulichen Untersuchungen.

Die inhaltlichen Schwerpunkte des Projektes lagen bisher auf folgenden Themenbereichen:

- Unkrautregulierung in Getreide und Gemüse (mechanische Verfahren, Anbautechnik);
- gezielter und umweltschonender Einsatz organischer Düngemittel;
- effizientes Stickstoff-Management beim Leguminosenanbau (Ackerbohnen, Klee gras);
- Optimierung von Klee gras-Ansaatmischungen zur Fütterung und Gründüngung;
- Produktionstechnik Kartoffeln (Sortenwahl, Vorkeimen, Krankheiten);
- Fruchtfolgewirkung und Energieerträge verschiedener Futterbaukulturen (Mais, Ganzpflanzensilage inklusive Untersaaten);
- Anbaueignung älterer und moderner Sorten (Winter- und Sommerweizen, Roggen, Dinkel, Körnererbsen, Kartoffeln) unter den Bedingungen des Ökologischen Landbaus;
- Futter- und Silagequalität in der Grundfuttererzeugung;
- Auslaufgestaltung bei Legehennen;
- Eiweißversorgung in der Schweinemast;
- Protein-, Energie-, und Mineralstoffversorgung im Milchviehbereich;
- Einfluss des Hygieneniveaus auf Clostridienbelastung, Zellgehalt und Keimzahl der Milch.

Durch die Abstimmung der bearbeiteten Schwerpunkte mit den beteiligten Landwirten sowie den Fachberatern der Anbauverbände und der Landwirtschaftskammern orientieren sich die durchgeführten Demonstrationsvorhaben sehr eng an den aktuellen Problemfeldern der Praxis. Diese Vorgehensweise soll auch die Bündelung der zu bearbeitenden Fragestellungen und die Repräsentanz der Projektarbeiten für die Region sicherstellen.

5 Referenzflächen

Praktikerkommentar:

„Wie geht es dem Boden? Dies wird für mich immer die interessanteste Frage bleiben, und dazu stellt die langjährige Untersuchung der Referenzflächen ein gutes Instrument dar.“

In Anlehnung an ein Konzept des Institutes für Organischen Landbau, das auf dem Versuchsbetrieb Wiesengut seit der Umstellung im Jahre 1988 durchgeführt wird, wurden auf vier ausgewählten Betrieben zusätzlich Dauerbeobachtungsflächen – so genannte Referenzflächen – angelegt, die mittel- und langfristig die Beschreibung und Analyse der gesamtbetrieblichen Entwicklung ermöglichen. Anhand von Schlagkarteidaten, Bodenanalysen, Erhebungen zur Bestandesentwicklung sowie der Erfassung der Erntemengen und der Analyse der jeweiligen Nährstoffgehalte wird der betriebliche *status quo* erfasst.

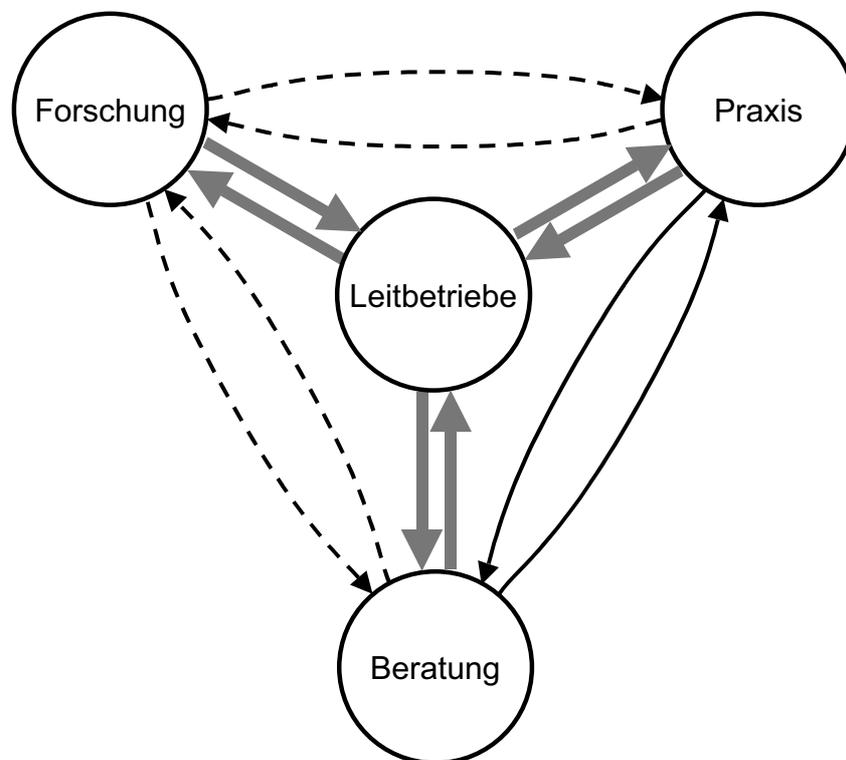
- Erfassung und Analyse der gesamtbetrieblichen Entwicklung anhand von Dauerbeobachtungsflächen;
- Detailgenaue Bilanzierung von Stoffflüssen mit Hilfe der Analyse von Pflanzennährstoffen in Boden, Pflanzen und ausgebrachten Düngemitteln;
- Erhebungen zur phytopathologischen Situation mit Bezug zum Standort (Bodenart, Nährstoffnachlieferungsvermögen, Klima) und zur Bewirtschaftung (Fruchtfolge, Resistenzspektrum angebauter Sorten, Düngungsniveau);
- Erhebungen zum Unkrautaufkommen (Unkrautdeckungsgrade, -arten) mit Bezug zum Standort (Boden, Klima, Samenpotential) und zur Bewirtschaftung (Bodenbearbeitung, Fruchtfolge, Standraumzumessung, Sortenwahl, Unkrautregulierung, Düngung);
- Erfassung von Ertragsaufbau, Ertrag und Produktqualität in Bezug zum Standort (Bodenart, Nährstoffnachlieferungsvermögen, Klima) und zur Bewirtschaftung (Fruchtfolge, Sortenwahl, Düngung.)

Zweck dieses Monitorings des betrieblichen Managements ist es, kurzfristig kaum erkennbare Zusammenhänge langfristig transparent zu machen. Ziel des Monitorings des betrieblichen *status quo* ist die Ableitung von Maßnahmen zur Optimierung der dem Standort angepassten Bewirtschaftung und des Nährstoffmanagements des Gesamtbetriebes.

6 Wissenstransfer

Um das Ziel der Umsetzung wissenschaftlicher Erkenntnisse und praktischer Erfahrungen in die breite landwirtschaftliche Praxis zu erreichen, bietet das Projekt *Leitbetriebe Ökologischer Landbau* neue Möglichkeiten des Zusammenwirkens von Forschung, Beratung und landwirtschaftlicher Praxis. Die auf den Leitbetrieben demonstrierten Verfahren dienen in der Planung, Umsetzung und Auswertung als Grundlage der Diskussion und Weiterentwicklung.

Besondere Bedeutung kommt dabei den Betriebsleitern der Leitbetriebe zu, die als **Multiplikatoren** und Mittler zu Landwirten aus der Region agieren. Die Umsetzbarkeit der demonstrierten Verfahren wird dabei unmittelbar durch den Praktiker bewertet und an die Berufskollegen weitergegeben.



Die Exaktversuche und Demonstrationsflächen sowie die Betriebe als Ganzes werden während der Vegetationsperiode zu größeren **Feldtagen** oder auch zu themenbezogenen **Feldbegehungen** regionaler Arbeitsgruppen genutzt. Die Berater der Verbände und die Landwirtschaftskammern erhalten zu Beginn der Vegetationsperiode ausführliche Feldversuchsführer, um bei Bedarf die Flächen zu besichtigen oder Veranstaltungen zu planen. Entsprechende Termine werden in den landwirtschaftlichen Wochenblättern sowie in Rundschreiben an die ökologischen Anbauverbände bekannt gegeben. Bei Bedarf können für Gruppen zusätzliche Versuchsbesichtigungen organisiert werden.

Darüber hinaus soll über die Schaffung von Demonstrationsmöglichkeiten vor Ort die Beratung und die Verbreitung des Ökologischen Landbaus in der Region gefördert werden.

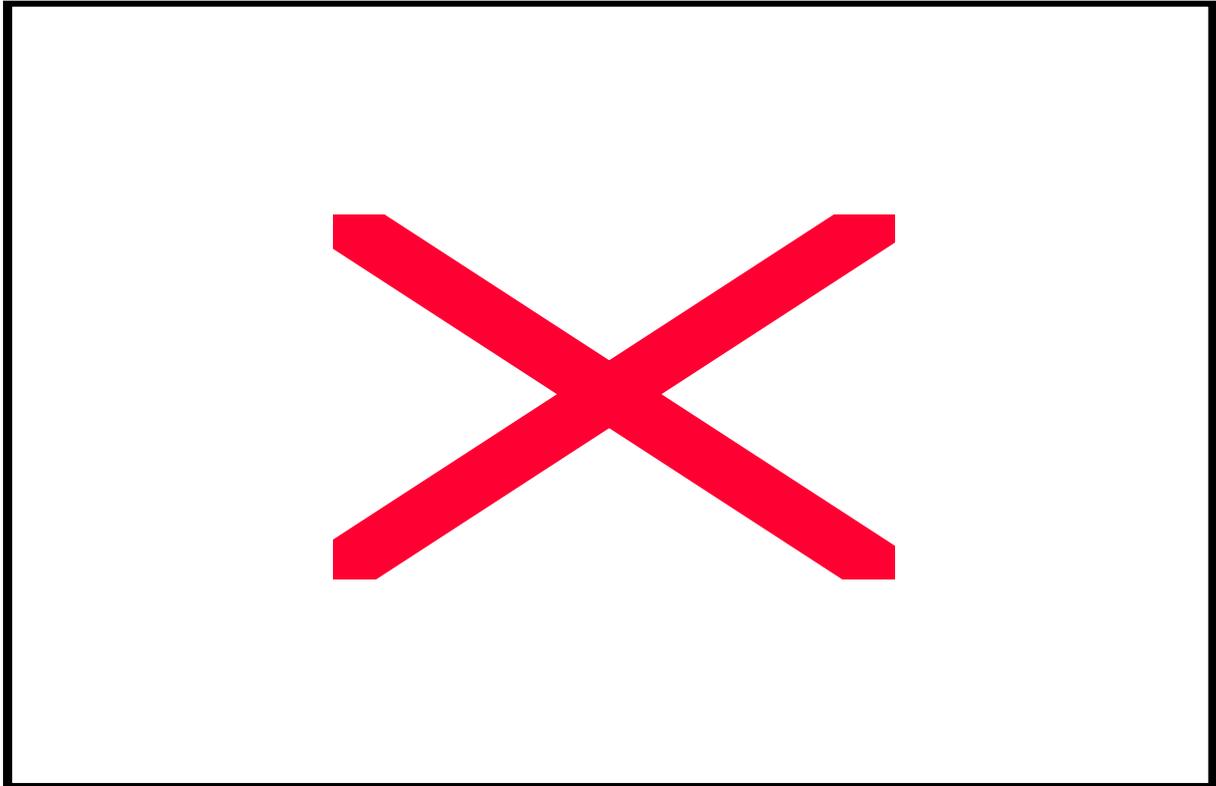


Abb. 2: Die Feldtage und Feldführungen sowie die Tagungen und Seminare im Rahmen des Projektes werden jährlich von 300–400 Teilnehmern besucht.
(Foto: M. Berg)

Neben einer jährlichen projektinternen Tagung zur ersten Diskussion der Ergebnisse im Kreis der Projektbeteiligten werden pro Jahr mehrere öffentliche **Vortragsveranstaltungen** durchgeführt. Dabei werden jeweils thematische Schwerpunkte gesetzt, zu denen auch externe Fachreferenten hinzugezogen werden. Die Diskussion der Demonstrationen und Ergebnisse wird durch Beiträge der Spezialberater des Ökologischen und des Konventionellen Landbaus ergänzt.

Die im Leitbetriebsprojekt gewonnenen Versuchsergebnisse werden in Jahresberichten und zukünftig vermehrt in kommentierten **Handlungsempfehlungen** den beteiligten Landwirten, Beratern der ökologischen Anbauverbände und den Fachkräften der Landwirtschaftskammern in NRW zugänglich gemacht. Die Landwirtschaftskammern veröffentlichen aktuelle Projektergebnisse darüber hinaus in Form von Fachinformationen für die Beratung und mit Beiträgen in den landwirtschaftlichen Wochenzeitungen für die breite Praxis.



Abb. 3: Das Projekt „Leitbetriebe Ökologischer Landbau in Nordrhein-Westfalen“ wurde der Öffentlichkeit auf zahlreichen Veranstaltungen präsentiert (rechts: Ministerin Bärbel Höhn, links: der ehemalige Projektkoordinator Martin Berg). (Foto: A. Paffrath)

Auf den 13 ökologisch wirtschaftenden Leitbetrieben wurden von 1995 bis 2002 pro Jahr etwa 40 Versuche und Demonstrationsflächen angelegt, betreut und ausgewertet. Durch die Erhebung von Ertrags- und Qualitätsparametern lassen sich die demonstrierten Produktionsverfahren auch ökonomisch vergleichen, so dass direkt Empfehlungen für die Praxis abgeleitet werden können. Die Erfahrungen zeigen, dass die Akzeptanz neuer Verfahren besonders dann hoch ist, wenn sich die ökonomische Vorteilhaftigkeit belegen und demonstrieren lässt.

Praktikerkommentar:

„Der Kontakt mit den Kammern und der Uni bringt nur Vorteile: So kann ich Fragen direkt loswerden und bekomme auf dem kleinen Dienstweg schnelle Antworten auch zu Problemen, die über das Projekt hinausgehen. Da die Nachbarbauern um die guten Kontakte als Leitbetrieb wissen, kommen sie oft zu mir und fragen z.B., welche Sorte ich dieses Jahr anbaue, wann und wieviel ich aussäe ...“

Tab. 2: Wissenstransfer im Projekt Leitbetriebe Ökologischer Landbau

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Arbeitstagungen								
Anzahl		1	2	3	3	5	3	5
Teilnehmer		90	160	210	220	340	160	240
Feldtage								
Anzahl		2	3	6	14	10	8	11
Teilnehmer		80	290	250	330	270	320	350
Veranstaltungen								
Mitwirkung	2	3	3	5	9	8	11	11
Zeitschriftenartikel und Broschüren								
Anzahl	2	16	15	21	24	36	34	45

Von allen Arbeitstagungen, Feldtagen, Ergebnissen und Veröffentlichungen werden **Beraterinformationen** erstellt, die an alle Berater des Ökologischen Landbaus in Nordrhein-Westfalen, an alle Kreisdienststellen der Landwirtschaftskammern und die Mitglieder der Arbeitskreise „Ökologischer Landbau“ verteilt werden.

Weitere Informationen zu Forschung, Demonstration und Wissenstransfer im Projekt „Leitbetriebe Ökologischer Landbau in Nordrhein-Westfalen“ unter:

www.leitbetriebe.uni-bonn.de

Ökologischer Landbau in Nordrhein-Westfalen: Produktionsstruktur und räumliche Verteilung

Guido Haas, Corinna Zerger, Karl Kempkens & Ulrich Köpke

Der Anteil ökologisch bewirtschafteter Flächen und Betriebe weist bei einem Landesdurchschnitt von 2,6 % bzw. 1,8 % im Jahr 2001 in NRW ein deutliches **Nord-Süd-Gefälle** auf. Die höchste Konzentration findet sich entlang der südlichen und südöstlichen Landesgrenze (Abb. 1).

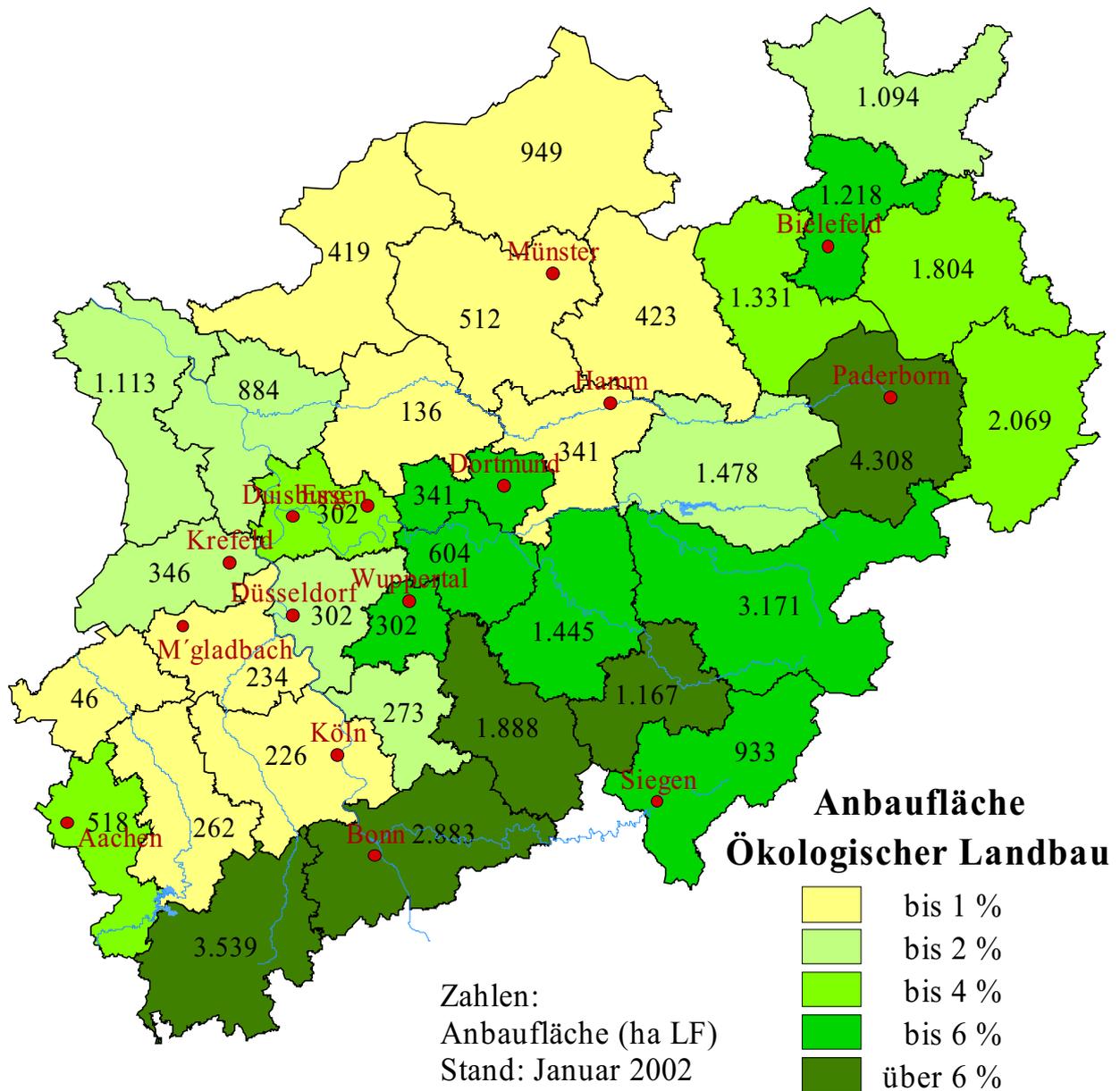


Abb. 1: Ökologischer Landbau: Anbaufläche und Flächenanteil in den Landkreisen Nordrhein-Westfalens

In den intensiv landwirtschaftlich genutzten Regionen Köln-Aachener-Bucht, Niederrhein und Münsterland ist der Anteil der ökologisch bewirtschafteten Flächen und Betriebe gering. Entsprechend dem vergleichsweise hohen Anteil Ökologischer Landbau in den **Grünlandregionen der Mittelgebirge** im Süden/Südosten ist bei den ökologisch wirtschaftenden Betrieben in NRW ein Grünlandanteil von 59 % gegenüber 28 % im landesweiten Durchschnitt aller landwirtschaftlichen Betriebe festzustellen (Abb. 2). Die Beziehung zwischen dem Vorkommen an ökologisch wirtschaftenden Betrieben und dem Grünlandanteil in den Landkreisen ist vergleichsweise eng ($r^2 = 44 \%^{***}$).

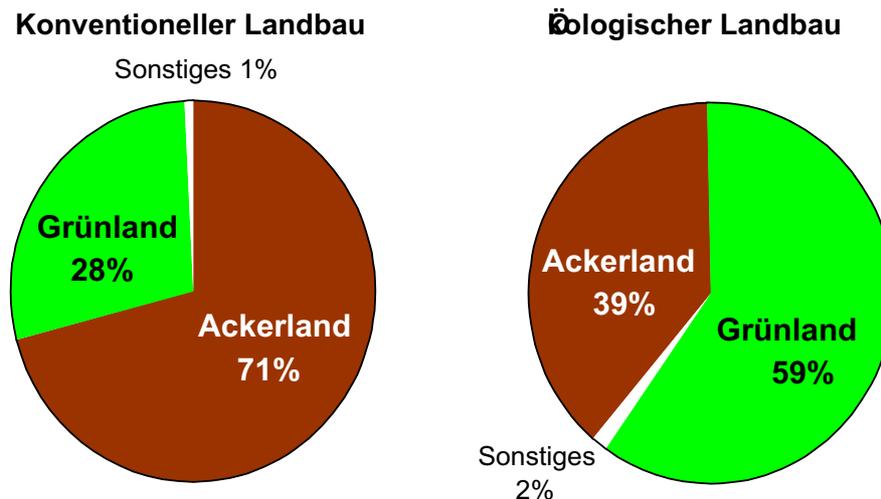


Abb. 2: Flächennutzung konventionell und ökologisch wirtschaftender Betriebe in NRW

Der **Viehbesatz** im Ökologischen Landbau ist in NRW verglichen mit dem konventionellen Landbau betriebs- und flächenbezogen geringer (27,7 statt 33,5 GV je Betrieb bzw. 0,7 statt 1,3 GV/ha). Im ökologisch wirtschaftenden Betrieb besteht die Notwendigkeit, die Stickstoffzufuhr über den Leguminosenanbau sicherzustellen. Die Haltung von Rauhfutterfressern gewährleistet die ökologisch und ökonomisch sinnvolle Verwertung von Ackerfutter-Leguminosengemengen sowie Grünlandaufwüchsen. Entsprechend ist der Anteil Rinder am Viehbestand insgesamt in NRW in den ökologisch wirtschaftenden Betrieben mit 82,2 % wesentlich höher als im konventionellen Landbau mit 56,1 %. Während in beiden Landbausystemen der Anteil an "Sonstigen Rindern" (Nachzucht, Mastbullen, etc.) mit etwa 30 % gleich ist, ist im Ökologischen Landbau der Anteil an Milchkühen leicht (30,9 statt 21,8 %) und der Anteil an Mutterkühen deutlich höher (22,2 statt 3,8 %) (Abb. 3).

Der Anteil **Schweine** ist deutlich geringer (5,6 % statt 36,0 %) und gründet in der geringen Umstellungsrate von Veredlungsbetrieben, die bei einer Umstellung den Viehbestand auf eine ökologisch verträglichere und nach den Richtlinien des Ökologischen Landbaus maximal zulässige Dichte abstocken müssen. Auch ist das Schwein bei überwiegender Verfütterung von Getreide direkter Nahrungskonkurrent zum Menschen und die Nachfrage nach ökologisch erzeugtem, hochpreisigem Schweinefleisch bislang vglw. gering.

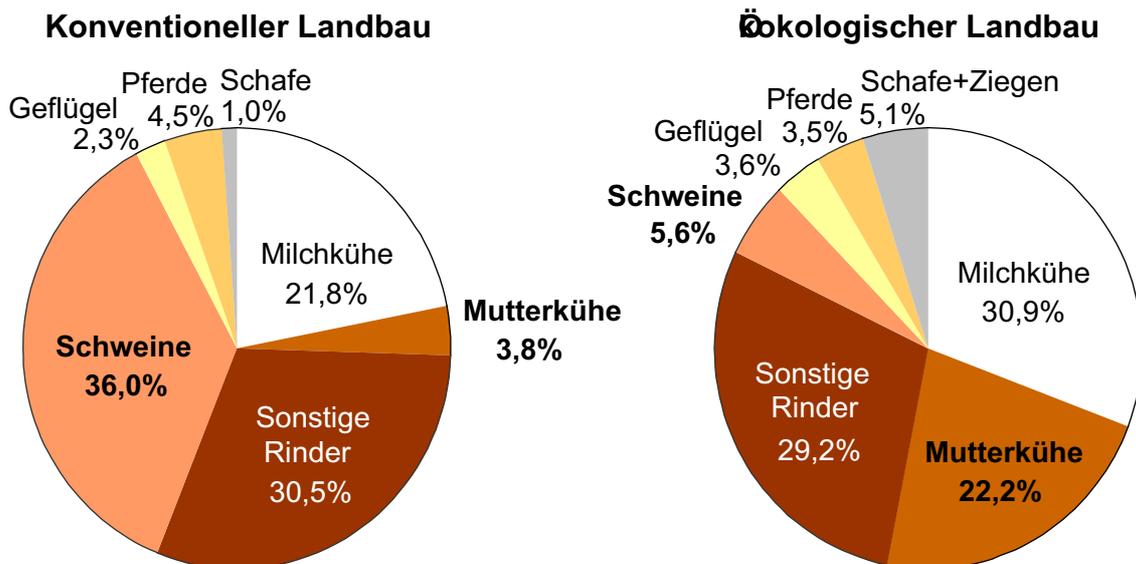


Abb. 3: Vergleich des Tierartenverhältnisses [GV]konventionell und ökologisch wirtschaftender Betriebe in NRW

Die **Viehhaltung** ist im Ökologischen Landbau in den südöstlichen Mittelgebirgsregionen, am Niederrhein im Nordwesten und im nördlichen Münsterland sowie in Ostwestfalen konzentriert, ohne dass ein Viehbesatz von 1,26 GV/ha (Kreis Kleve) überschritten wird. In den weiteren Landesteilen sind Anzahl und Dichte an Nutzvieh deutlich geringer (Abb. 5).

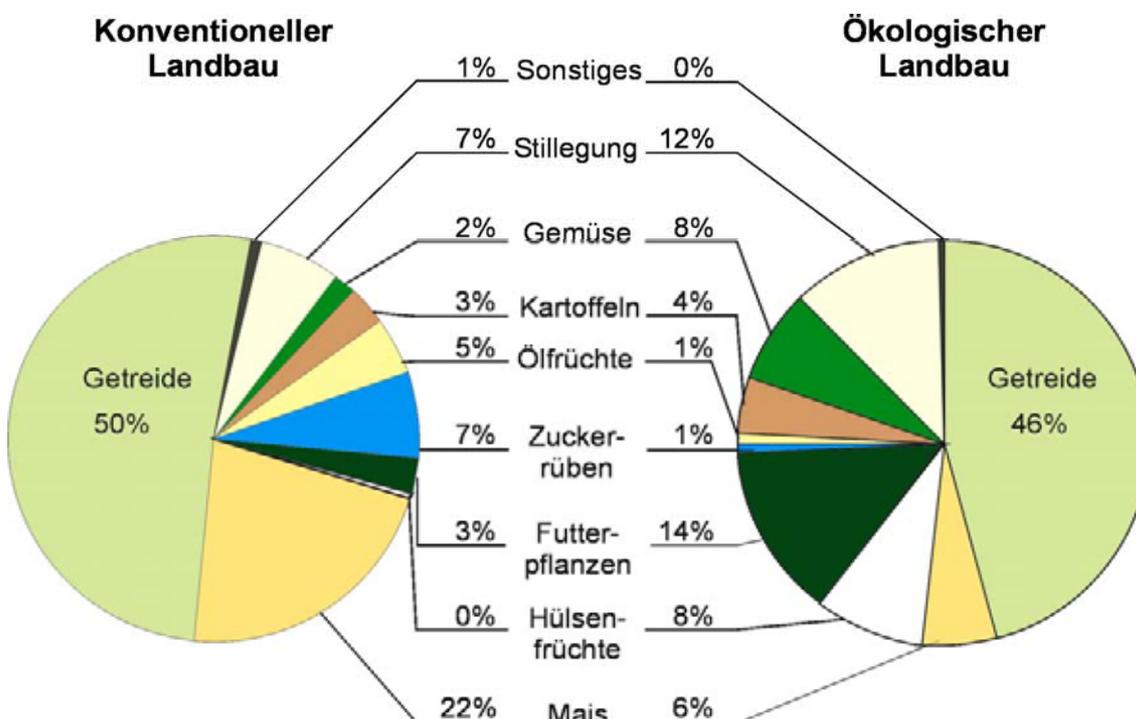


Abb. 4: Anbauflächenverhältnis der Ackerfrüchte bei konventioneller und ökologischer Landbewirtschaftung in NRW

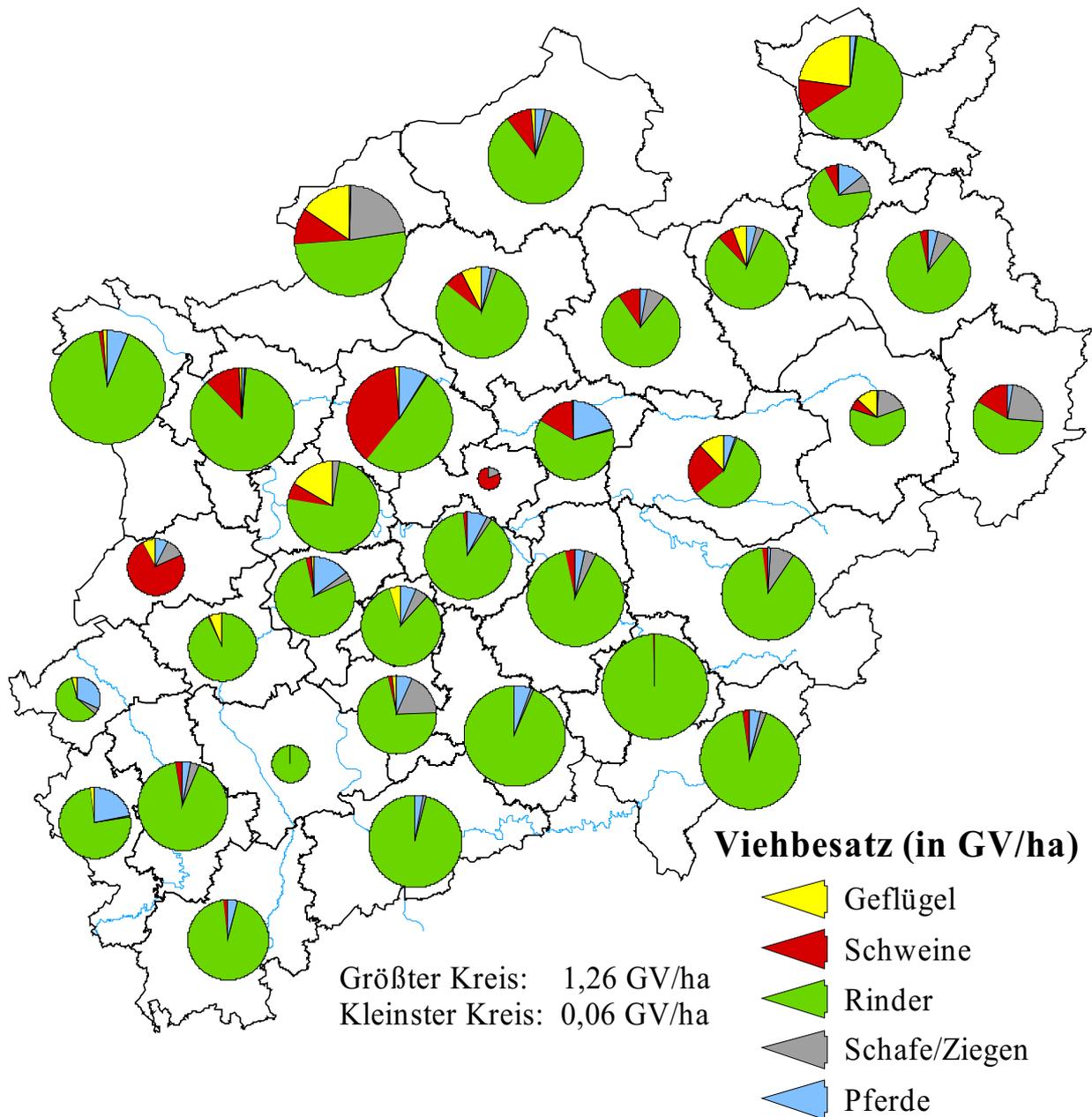


Abb. 5: Ökologischer Landbau: Viehbesatz je Hektar im Jahr 2001 in den Landkreisen NRWs (Primärdaten: BÄRES 2002, BDAND 2002, DEMETER 2002, NATURLAND 2002)

Die **Fruchtartenverteilung** auf dem Ackerland weist im Mittel für NRW bei den ökologisch wirtschaftenden Betrieben im Vergleich zur konventionellen Landwirtschaft einen etwas geringeren Getreideanteil, deutlich geringeren Maisanteil und kaum Zuckerrübenbau auf. Demgegenüber ist der Anteil Kartoffeln etwas höher, bei Gemüse und Futterpflanzen vierfach bzw. fünffach höher sowie achtfach höher bei Körnerleguminosen (Abb. 4).

Das **Nachfragepotential** für Produkte aus Ökologischem Landbau ist bei einer Bevölkerung von 18 Mill. Einwohnern in NRW – dies entspricht 22 % der Bevölkerung Deutschlands - hoch. Der Anteil der in NRW ökologisch bewirtschafteten Fläche Deutschlands beträgt demgegenüber nur 6,1 %. Eine Ausweitung des Angebots würde den Selbstversorgungsanteil NRWs bei Aufwertung der regionalen Wirtschaftsbeziehungen erhöhen.

Die erfassten **527 Naturkostläden** und **499 Reformhäuser** sind zwar flächendeckend über NRW verteilt, finden sich aber vor allem in und um die großen Städte (Abb. 6 und 7).

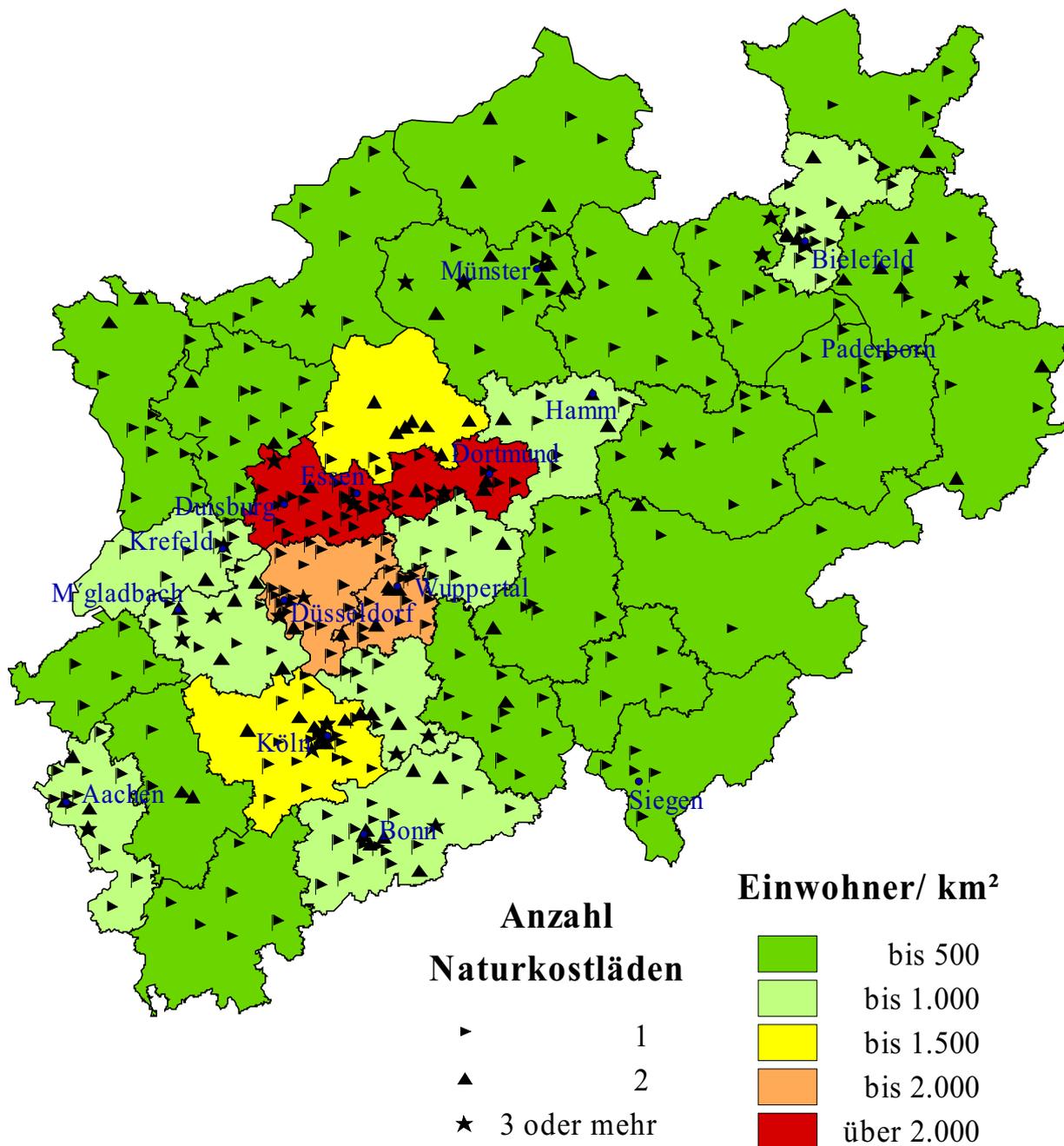


Abb. 6: Verteilung der Naturkostläden und Bevölkerungsdichte in NRW

(Daten: LDS 2000; BIOVERLAG 2000, Zuordnung nach Postleitzahl)

(Die Verteilung der Reformhäuser ist ähnlich)

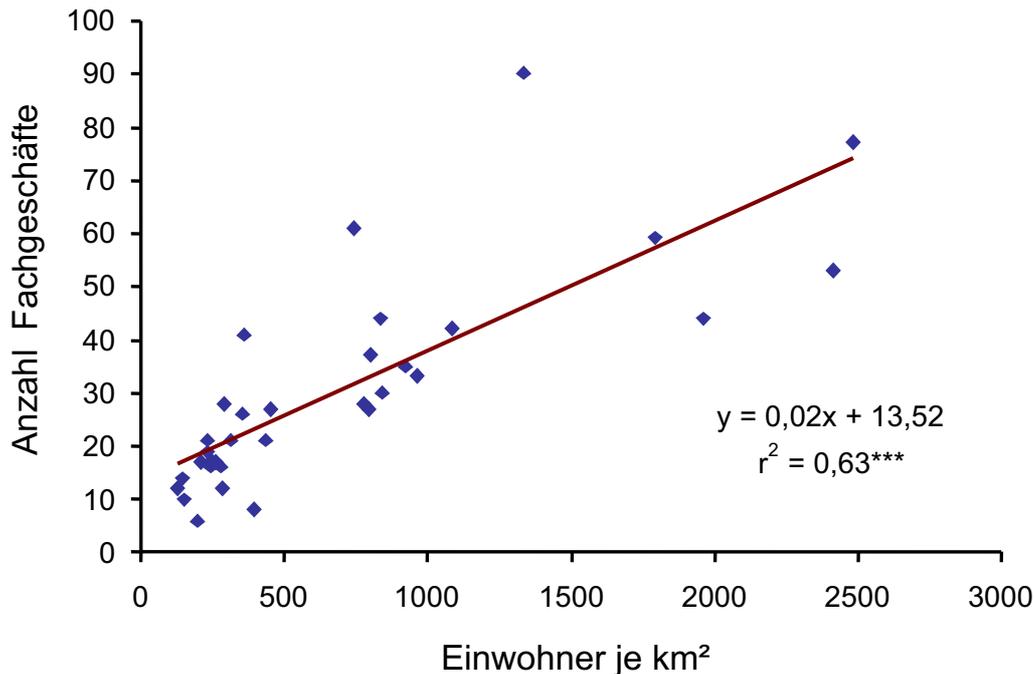


Abb. 7: Beziehung zwischen der Anzahl an Fachgeschäften (Naturkostläden und Reformhäuser) und der Bevölkerungsdichte in den Landkreisen NRWs

In der Nähe der Großstädte bzw. Ballungsgebiete, wie im Kreis Mettmann mit Düsseldorf (n = 59 Fachgeschäfte), Rhein-Sieg-Kreis mit Bonn (n = 61), Kreis Herford mit Bielefeld (n = 44), Kreis Coesfeld mit Münster (n = 41) und im Kreis Aachen mit gleichnamiger Stadt (n = 37) kommen Naturkostläden und Reformhäuser konzentriert vor. Die höchste Dichte dieser Fachgeschäfte ist im Erftkreis mit der Stadt Köln (n = 90) vorhanden. In den Ruhrgebietskreisen bzw. Städten werden zusammen in 216 Fachgeschäften Produkte aus Ökologischem Landbau vermarktet.

Die erfassten **49 "Bio"-Bäcker** und **56 "Bio"-Metzger** liegen bei wesentlich geringerer Dichte ebenfalls in den bevölkerungsreichen Regionen des Ruhrgebietes und entlang des Rheins zwischen Bonn und Duisburg (Abb. 8).

Im Ruhrgebiet befinden sich ebenfalls die drei bedeutendsten **Großhändler** 'Naturkost West' (Duisburg), 'Denree' (Gelsenkirchen) sowie im Norden 'Weiling' (Coesfeld). Da diese Großhändler ein bundesweites bis internationales Einzugs- bzw. Zuliefergebiet aufweisen, ist eine direkte Beziehung zur Verteilung der landwirtschaftlichen Betriebe des Ökologischen Landbaus nicht zu erwarten. Die Nähe der landwirtschaftlichen Betriebe zu Erfassungs-, Verpackungs- und Verarbeitungsstätten pflanzlicher Produkte sowie zu Erzeugergemeinschaften konnte im Rahmen dieser Arbeit nicht erfasst werden. Die **Molkereien** sind bis auf eine Ausnahme nahe oder außerhalb der Landesgrenzen angesiedelt (Abb. 8).

Vermarktung Ökologischer Landbau



Abb. 8: Verteilung der Bäckereien, Metzgereien, Molkereien und Naturkostgroßhändler ökologischer Landbau in NRW

Die landwirtschaftlichen Betriebe des Ökologischen Landbaus verfügen in der Nähe der Ballungszentren zum Teil über größere Hofläden mit intensivem Zukauf oder vermarkten mehrfach in der Woche über Marktstände oder Abonnement-Kisten-Liefersysteme. In den südlichen und südöstlichen Landkreisen NRWs mit hoher Dichte an ökologisch wirtschaftenden Betrieben, aber vglw. geringer Besiedlungsdichte, ist davon auszugehen, dass die geringe Dichte an Naturkostläden und Reformhäusern über die Direktvermarktung und den Lebensmittel Einzelhandel kompensiert wird.

Ausblick

Nordrhein-Westfalen (NRW) ist das bevölkerungsreichste Bundesland Deutschlands mit einer vielfältigen naturräumlichen Ausstattung und Agrarstruktur. Vor allem entlang der Großstädte am Rhein und im Ruhrgebiet beanspruchen Bevölkerung und intensive Landwirtschaft den Naturhaushalt gleichermaßen hoch. Die landwirtschaftsbürtige Belastung von Boden, Natur und Landschaft sowie Grund- und Oberflächengewässer nimmt in NRW einen hohen Stellenwert in der agrar- und umweltpolitischen Diskussion ein.

Regionen (v.a. Münsterland) mit hohem Viehbesatz (bis 2 GV/ha, in einem Landkreis 2,4 GV/ha) weisen häufig hohe **Nährstoffüberschüsse** an Stickstoff (110–170 kg/ha) und Phosphor (6–20 kg/ha) bei oft geringer Bodenbonität (Ertragsmeßzahl 30–45) auf. Während die aktuellen Phosphorüberschüsse im Wesentlichen auf die viehstarken Landkreise im Norden und Nordwesten (v.a. Münsterland) konzentriert sind, ist in fast allen Landkreisen NRWs mit Ausnahme der Marktfruchtregionen der Stickstoffüberschuss mit über 80 kg N/ha zu hoch.

Der Ökologische Landbau hat in NRW erhebliche Entwicklungspotentiale und bezogen auf die erforderliche Umweltentlastung besteht gerade in den Problemregionen großer Umstellungsbedarf. In Landkreisen mit hohem Anteil an **Veredlungs- oder Marktfruchtbetrieben** (25–31 % bzw. 56–78 % der Betriebe) ist der Ökologische Landbau bislang kaum vertreten (unter 0,7 % der Fläche bzw. Betriebe). Dort gelegene Betriebe, deren Umstellung den höchsten umweltentlastenden Effekt verspricht bzw. die die größte Notwendigkeit für Umweltentlastungen aufweisen, werden durch die bisherige Umstellungsförderung in NRW kaum erreicht. Das Förderprogramm Ökologischer Landbau sollte deshalb spezifischer auf diese Betriebe ausgerichtet werden.

Literatur

HAAS, G., C. ZERGER, U. KÖPKE 2003/2004: Ökologischer Landbau in Nordrhein-Westfalen: Analyse und Bestimmungsgründe der heterogenen räumlichen Verteilung.

Manuskript zur Publikation eingereicht.

(enthält weitere statische Auswertungen und agrarpolitische Schlussfolgerungen)

ZERGER, C., G. HAAS 2003: Ökologischer Landbau und Agrarstruktur in Nordrhein-Westfalen – Atlas und Analyse. Schriftenreihe Institut für Organischen Landbau, Verlag Dr. Köster, Berlin, 90 S. *(enthält vollständigen Kartenteil – 44 Karten, u.a. auch zur allgemeinen Landwirtschaft)*

Betriebsmanagement im Ökologischen Landbau: Analyse und Planung von Praxisbetrieben

Guido Haas

Wir führen am Institut für Organischen Landbau in jedem Wintersemester eine intensive Analyse und Planung von umstellenden oder bereits umgestellten Praxisbetrieben durch. Mit den Studenten des Fachs Organischer Landbau wird das bereits in Vorlesungen und Seminaren vermittelte Wissen zum Abschluss des Studiums gesamthaft anhand eines konkreten Fallbeispiels zusammengeführt. Ziel ist dabei, die Anwendung der einzelnen **Planungsinstrumente des Betriebsmanagements** im Ökologischen Landbau intensiv zu üben und dabei die Verzahnung der einzelnen Planungsschritte zu verdeutlichen. Die enge **Vernetzung von Lehre und Praxis** ist dabei eine ideale Voraussetzung.



Intensive Betriebserhebung zu Beginn der Planung (Foto G. Haas)

Zu Beginn der Planung werden die Betriebe besucht und dabei die wesentlichen Daten und Neigungen der Bewirtschafter erfasst. Begleitend zum **Planungsprozess** werden in ständigem Dialog mit dem Betriebsleiter die oft in sich nicht stimmigen Betriebsdaten abgeglichen und justiert. Am Ende der über etwa 10 Wochen andauernden Betriebsplanung werden in gemeinsamer Runde mit dem Betriebsleiter, teilweise auch dem zuständigen Berater, den Studenten und den Betreuern vom Institut für Organischen Landbau die Planungsergebnisse vorgestellt, intensiv diskutiert und eine bis zu 50 Seiten umfassende ausführliche Dokumentation und auf Wunsch die Dateien übergeben. Bei Betrieben mit intensiverem Kontakt wurden in der nachfolgenden Zeit Anpassungsprozesse, aktuelle

Zielrichtung und Stand der Betriebsorganisation weiterhin begleitet. Den Betriebsleitern wurde somit eine in keinem der Betriebe vorher vorhandene umfangreiche Datengrundlage zur Verfügung gestellt, die wesentliche Impulse für die weitere Betriebsentwicklung liefert.

Vorgehensweise

Zu Beginn der Planungsphase wird eine intensive Analyse des IST-Zustandes durchgeführt:

- Neigung, Motivation und Sachverstand des **Betriebsleiters** sowie soziale Aspekte und Vorgeschichte stehen an erster Stelle.
- Ausführlich erfasst werden **Standortbedingungen** (Boden, Klima, Naturraum), die **Betriebs- und Flächenstruktur** und deren Organisation.
- **Anbauverfahren, Produktionstechnik und Ausstattung** des Betriebes werden im Detail aufgenommen (Arbeitskräfte, Fläche, Tierbesatz, Gebäude, Maschinen, Lagertechnik).
- Die Einbindung des Betriebes in die **Landschaft** und Maßnahmen des **Naturschutzes** stellen einen eigenen Planungsabschnitt dar, auf den wir großen Wert legen. Dabei werden auch Restriktionen und Fördermöglichkeiten berücksichtigt (z.B. Wasserschutz-, Naturschutz- und Landschaftsschutzgebiets-Auflagen, Förderprogramme).
- **Verkehrslage, Absatzwege, Vermarktung** sowie die generelle Markt- und Finanzsituation werden charakterisiert.

Dem IST-Betrieb werden ein oder mehrere **SOLL**-Situationen des Betriebes bzw. einzelner Betriebszweige gegenübergestellt. Bei Betrieben in Umstellung werden verschiedene Entwicklungsvarianten erarbeitet. Bereits langjährig ökologisch wirtschaftende Betriebe und deren Betriebsleiter haben neue Entwicklungsideen oder das Bedürfnis einer intensiven kritischen Analyse "von außen", oft besteht konkreter Sanierungsbedarf – Umstände, die teilweise erst im Rahmen der Planung deutlich werden – oder es hat ein Betriebsleiterwechsel stattgefunden.

Grundsätzlich erfolgt eine **offene Planung**, bei der keine zu enge oder einseitige Festlegung der weiteren Betriebsentwicklung vorgenommen wird, sondern es werden **Optionen** erhalten und möglichst weitere eröffnet. Im Ideal werden Betriebsgrenzen überwunden, indem Kooperationen eingeplant werden.

Bei der Planung berücksichtigen wir monetäre und arbeitswirtschaftliche Aspekte und Konsequenzen, räumen aber den betriebsindividuellen und naturräumlichen Rahmenbedingungen sowie dem aktuellen Stand von Wissen und Technik einer nachhaltig dauerfähigen Produktion unter weitestgehender Schonung des Naturhaushaltes den vorrangigen Stellenwert ein.

Produktion

Bei viehhaltenden Betrieben wird zu Beginn der **Viehbesatz** erfasst und eine Jahresbilanz der Zu- und Abgänge erstellt. Ausgehend von der vorhandenen oder geplanten Futterration wird der **Gesamtjahresbedarf an Futter** errechnet und der innerbetrieblichen Bedarfsdeckung gegenübergestellt. Anhand der Futtermengen und der Tierbilanz werden Nährstoff- und Dunganfall kalkuliert. Analog der Futterbilanz wird die Strohbilanz ausgehend von Haltungssystem, Weidemanagement und der Getreideerzeugung erstellt.

Die errechneten Bedarfszahlen der Tierhaltung stellen bei tierhaltenden Betrieben den Ausgangspunkt der **Fruchtfolgeplanung** dar (Abb. 1). Bei vieharmen Betrieben oder Betrieben, die eine extensive Tierhaltung (Mutterkühe) oder Grünlandflächen in größerem Umfang aufweisen, dominiert der Marktfruchtbau die Ackernutzung. Die Futter- und Strohbedarfsmengen oder die Optionen des Marktfruchtbaus lassen das **Anbauflächenverhältnis** ermitteln, welches im folgenden Planungsschritt in einer sinnvollen Fruchtfolge realisiert wird. Im Detail wird dann die Feinjustierung mit Zwischen- und Zweitfruchtbau vorgenommen.

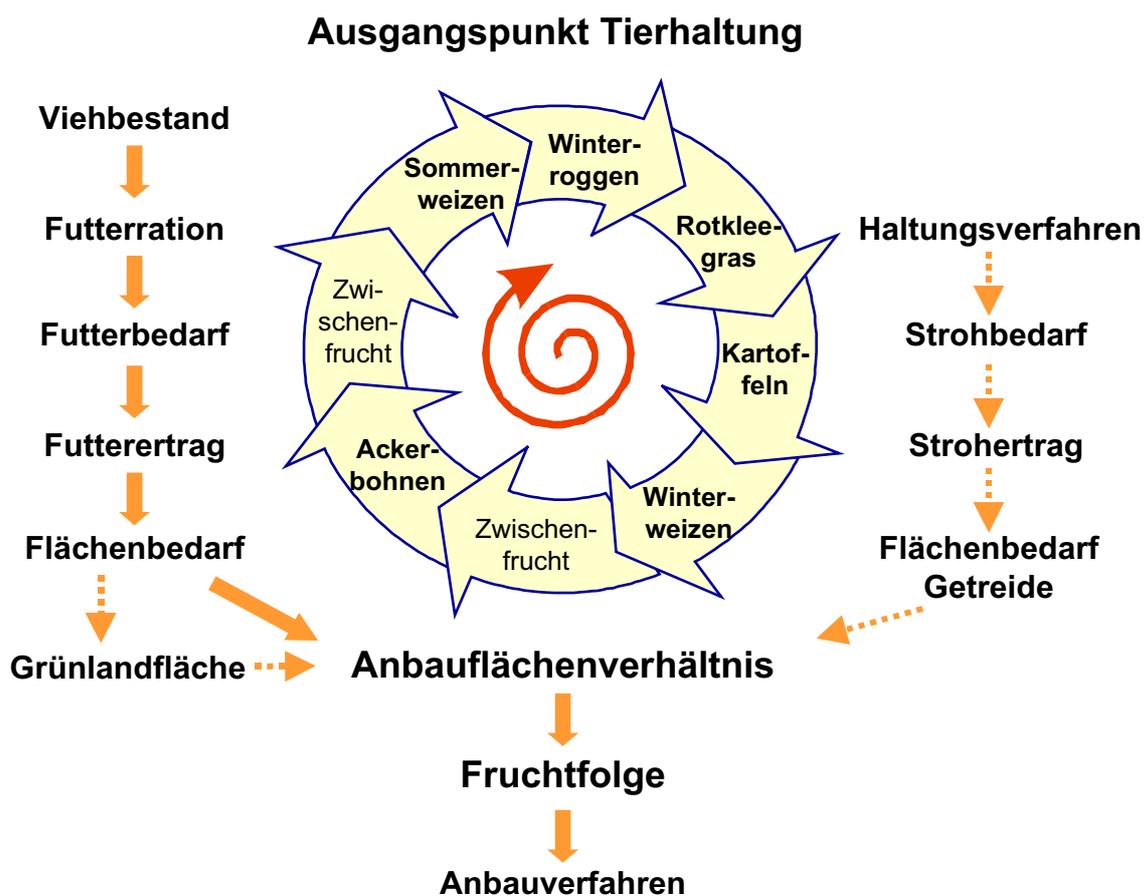


Abb. 1: Planungsprozess der Ackerflächennutzung bei vorhandener Tierhaltung
(Positionen mit kleinerer Schrift und gestrichelte Pfeile sind nachrangig)

Die verfügbaren **Planungsinstrumente** des pflanzenbaulichen Betriebsmanagements kommen auf verschiedenen **Planungsebenen** zum Einsatz. Die **Humus- und Nährstoffbilanzen** können bereits anhand des Anbauflächenverhältnisses errechnet werden. Detailliert werden die **Stoffflüsse** in Form von Nährstoffbilanzen auf Feld-, Stall- und Hofebene zum Teil auch weiter untergliedert (z.B. in die Bereiche Gewächshaus, Acker- und Grünland getrennt) abgebildet. Strategien des Nährstoffmanagements, der Unkraut- und Schaderregerkontrolle werden auf der Planungsebene Fruchtfolge und Anbauverfahren adaptiert.

Generell wird bei der Planung in einzelnen Abschnitten vorgegangen, die gegebenenfalls laufend Anpassungsprozesse und Neukalkulationen erfordern, vor allem aber immer wieder Optionen und deren Für und Wider aufzeigen lassen.

Diese Sachverhalte werden an folgenden **Wechselbeziehungen** und Abhängigkeiten deutlich, die im Rahmen der **Fruchtfolgeplanung** zu berücksichtigen sind:

- **Hauptproduktionsrichtung** gibt Fruchtfolgeplanungsziel & Kulturartenspektrum vor.
- **Stickstoffzufuhr** ist mittels Leguminosenanbau zentral.
- **Stickstoffbilanzausgleich** bestimmt Leguminosenanteil.
- **Futtermittellieferung** bestimmt Feldfutteranteil & betriebseigene Kraftfuttererzeugung.
- **Strohbilanzausgleich** (Einstreubedarf) ist abhängig vom Getreideanteil.
- **Humusbilanzausgleich** bestimmt Hackfruchtanteil, ausgleichend wirken Stallmistdüngung und indirekt Grünland.
- **Anteil Sommerungen** bestimmt Zwischenfruchtbau und umgekehrt.
- Standortbedingtes **Nitrataustrags- & Bodenerosionspotential** limitiert Anbau von Problemkulturen (bspw. Kartoffeln & Mais) bzw. determiniert entsprechende Minderungsstrategien.
- **Problemverunkrautung** bestimmt "Hack"fruchtanteil, Verhältnis Winterungen zu Sommerungen und die Notwendigkeit der Stoppelbearbeitung statt Untersaaten.

Schutz des Naturhaushaltes

Neben der eigentlichen Produktionsplanung wird gesondert auch deren Wirkung auf den Naturhaushalt erfasst. Diesem zentralen Aspekt des Ökologischen Landbaus ist verstärkt Aufmerksamkeit zu widmen. Verschiedene Analyseverfahren wie bspw. die Ökobilanzierung stehen zur Verfügung, um Schwachstellen zu erkennen und Verbesserungspotentiale abzuleiten (Tab. 1, Abb. 2).

Tab. 1: Wirkungskategorien von Ökobilanzen im Ökologischen Landbau

Anwendungsbereich	Umweltwirkungskategorie
Allgemein	Ressourcenverbrauch (abiotisch: Energie, Phosphor, Kalium) Treibhauseffekt – Emission von klima- und umweltrelevanten Spurengasen (CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, NH ₃), Geruchs- & Lärmbelastung (Trink)Wasserqualität (u.a. Nitrat) Versauerung (u.a. Ammoniakemission) Eutrophierung (Phosphat, Nitrat) Öko- & Humantoxizität (auch Anwenderschutz)
Landwirtschaft im Besonderen	Bodenfunktionen (u.a. Humusgehalt, Humusbilanz, Verdichtung) Landschaftsbild: Ästhetik von Natur & Landschaft (Hofstelle, Saum-, Klein- und Gehölzstrukturen) Biotop- & Artendiversität Einsatz gentechnisch veränderter Organismen Tiergerechtheit/Tierschutz (Haltungssystem, Weidemanagement) Wasserverbrauch (z.B. Beregnung)

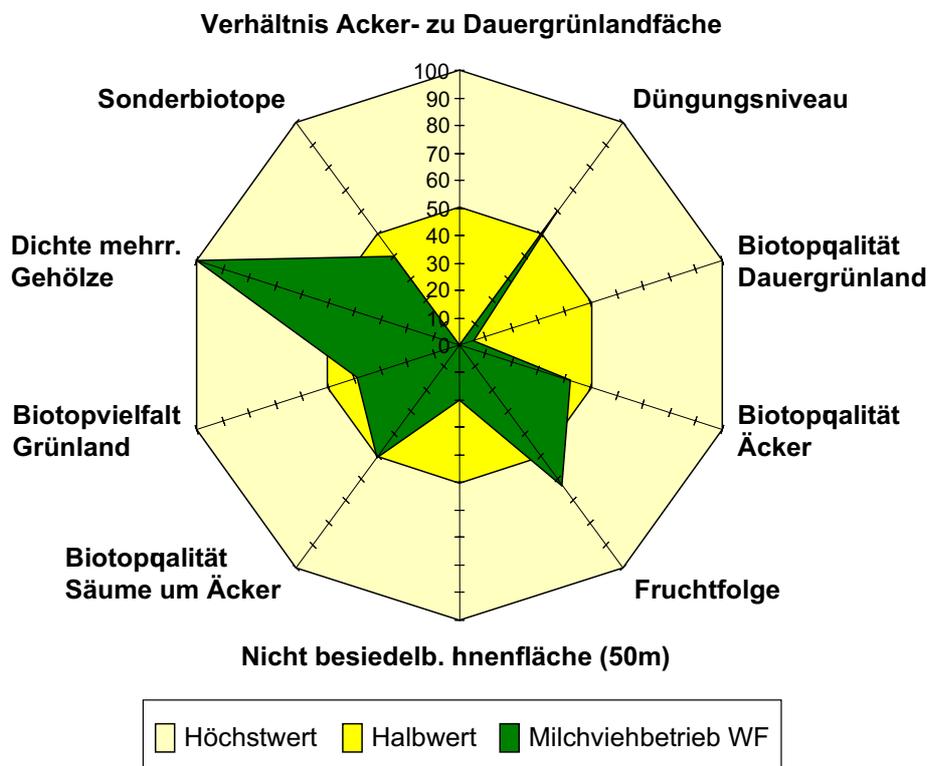


Abb. 2: Bewertung und daraus ableitbare Planung der biotischen Naturschutzleistungen eines Leitbetriebes in Westfalen – positiv je größer die dunkelgrüne Fläche (FRIEBEN 1998)

Fallbeispiel: Überbetrieblicher Verbund im Nährstoffmanagement

Nachfolgend werden auszugsweise Planungsergebnisse zweier kooperierender Leitbetriebe vorgestellt. Dabei handelte es sich zum Zeitpunkt der Planung um einen umstellenden Betrieb mit Ferkelerzeugung und Schweinemast und einen bereits langjährig ökologisch wirtschaftenden weitgehend viehlosen Betrieb mit dem Schwerpunkt Feld- und Feingemüsebau. Beide Betriebe befanden sich im Aufbau einer **Kooperation**, die unter anderem den **Futter-, Stroh- und Misttausch** umfassen sollte. Die beiden Betriebe werden nachfolgend entsprechend ihrem Produktionsschwerpunkt '**Gemüsehof**' und '**Schweinehof**' benannt. Es wurden soweit verfügbar die Betriebsleiterangaben verwendet. Die tierische Produktion wurde entsprechend den Betriebsleiterangaben übernommen, ohne Änderungen vorzuschlagen. Für die Fruchtfolgeplanung und Humusbilanzen wurden verschiedene Optionen kalkuliert. Für die Nährstoffbilanzen wurde der IST-Zustand zugrunde gelegt. Für den 'Gemüsehof' wurden drei Referenzfrüchte (Möhren, Porree und Blumenkohl) stellvertretend für das umfangreiche Anbauspektrum im Feld- und Feingemüsebau berechnet. Die arbeits- und betriebswirtschaftliche Auswertung blieb für den 'Gemüsehof' auf den Bereich der Erzeugung beschränkt.



**Feldgemüsebau im
ökologischen Landbau**
(Fotos: G. Haas)

Einzelbetriebliche Analyse und Optionen: Fruchtfolge 'Gemüsehof'

Die IST-Fruchtfolge des 'Gemüsehofes' war mit zwei Getreidefeldern im Vergleich mit spezialisierten Gartenbaubetrieben günstig. Die nur 4-feldrige IST-Fruchtfolge konnte aber langfristig phytosanitäre Probleme bereiten. Die errechneten Stickstoff- und Humusbilanzsalden waren in der IST-Fruchtfolge deutlich negativ. Zur Lösung der Grundproblematik wurden zwei Fruchtfolgeoptionen entwickelt (Tab. 2).

Tab. 2: Analyse und Optionen der Fruchtfolge des 'Gemüsehofes'

IST-Fruchtfolge	SDL Grünbrache'	SDL 5-feldrig'
1. Winterroggen <i>Untersaat Rotklee</i>	1. Grünbrache (Rotklee)	1. Winterroggen <i>Untersaat Rotklee</i>
2. Gemüse	2. Gemüse	2. Grünbrache
3. Sommerweizen <i>Untersaat Weißklee</i>	3. Kartoffeln Zwischenfrucht möglich	3. Gemüse / Kartoffeln Zwischenfrucht möglich
4. Kartoffeln	4. Sommerweizen <i>Untersaat Rotklee</i>	4. Sommerweizen <i>Untersaat Weißklee</i>
		5. Kartoffeln / Gemüse
Charakterisierung		
Keine Hauptfrucht-Leguminosen 50% Hackfrüchte 75% Sommerungen	25% Hauptfrucht-Leguminosenanteil 50% Hackfrüchte optional 3. und 4. tauschen weiterhin nur 4feldrig	20% Hauptfrucht-Leguminosenanteil 40% Hackfruchtanteil 5-feldrige Fruchtfolge phytosanitäre Vorteile
4-feldrig phytosanitär problematisch		
Hoher Deckungsbeitrag	Deckungsbeitrag s. Abb. 3	Deckungsbeitrag ev. geringer
Hohe Humuszehr und hoher Nährstoffexport	Humus- & Stickstoffbilanz deutlich günstiger	Humus- & Stickstoffbilanz deutlich günstiger

Der Getreidebau hat am Gesamtdeckungsbeitrag der IST-Fruchtfolge nur einen geringen Anteil (Abb. 3) und kann deshalb reduziert werden. Eine Ertragssteigerung der Verkaufsfrüchte bei Einführung des Hauptfrucht-Leguminosenbaus wurde nicht eingeplant, wirkt sich aber ebenfalls günstig auf den Gesamtdeckungsbeitrag der Fruchtfolge aus.

Der Betriebsleiter gab einschränkend die Beibehaltung des Flächenumfangs für Gemüse (ca. 25 Arten) und Kartoffeln vor, die eine Ausweitung auf die günstigere 5-feldrige Frucht-

folge weitgehend ausschloss. Würde eine Feindifferenzierung in stark, mittel und schwach zehrende Gemüsearten vorgenommen und Zweitfruchtkombinationen unter Nutzung von Sommer- und Winter-Zwischenfruchtleguminosenbau gezielt genutzt werden, könnte der Anbauumfang beim Gemüse beibehalten werden. Diese Vorgehensweise erfordert eine umfangreichere Detailplanung.

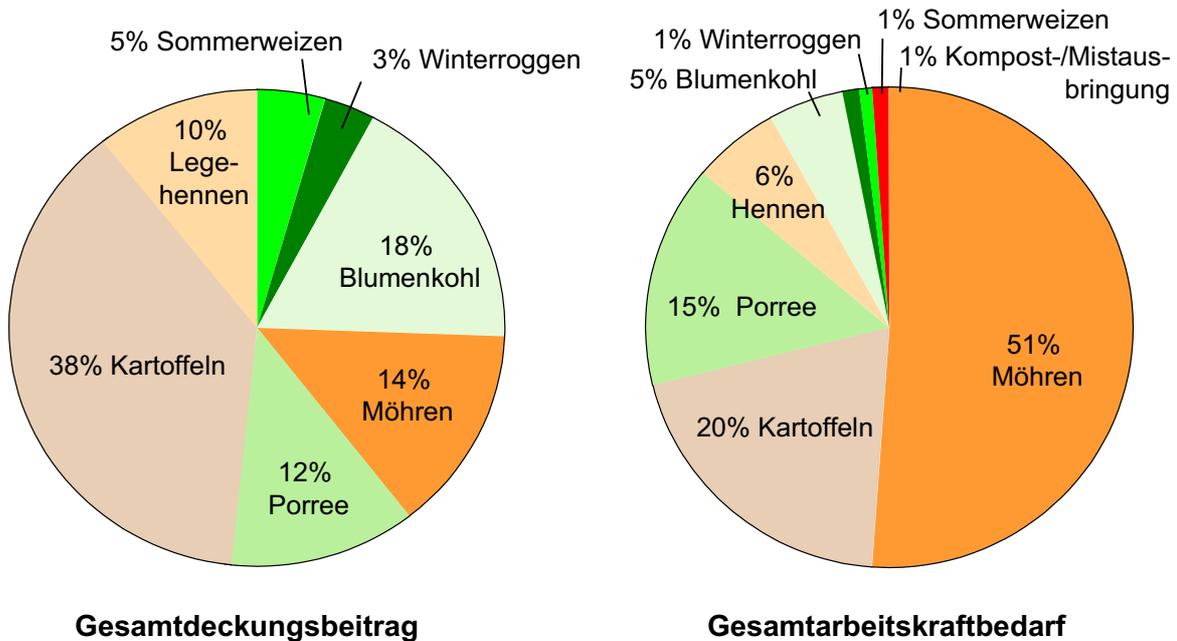


Abb. 3: Anteil der Kulturen am Gesamtdeckungsbeitrag und Gesamtarbeitskraftbedarf der ST-Fruchtfolge Gemüsehof

(Blumenkohl, Porree und Möhren stellvertretend für etwa 25 Gemüsearten; der hohe Deckungsbeitragsanteil der Hühnerhaltung ist in den hohen Erlösen durch die Direktvermarktung begründet; Getreide war bislang für die Direktvermarktung des im Auftrag gebackenen Brotes interessant; die Arbeitszeiten waren aufgrund vorbildlicher, äußerst exakter Schlagkarteiführung und Berechnungen zuverlässig für den Gesamtbetrieb zu ermitteln)

Der selbst unter Berücksichtigung der Stellvertreterfunktion für mehrere Gemüsearten errechnete hohe Arbeitsaufwand bei **Möhren** (Abb. 3, rechts) war auf die mangelnde Mechanisierung zurückzuführen. Der Möhrenanbau könnte auf benachbarte Betriebe ausgelagert oder mit deren Maschinen gegebenenfalls im Lohn durchgeführt werden. Auch würde ein ersatzloser Verzicht und der Zukauf von Möhren – der Zukauf an Gemüse ist trotz umfangreichem eigenen Anbau jetzt bereits beträchtlich – die Option '5-feldrige Fruchtfolge' leichter umsetzen lassen. (Der Betrieb stellte zunächst auf die 4-feldrige Fruchtfolge 'Grünbrache' um).

Einzelbetriebliche Analyse und Resümee: 'Schweinehof'

Der nach Richtlinien zu hohe Tierbesatz zu Beginn der Umstellung konnte durch Flächenzupacht während der Planung entschärft werden. Die diesbezügliche Notwendigkeit der Kooperation entfiel somit. Spezifisch für diesen Betrieb waren die aufgrund des hohen Viehbesatz von etwa 2 GV/ha (rechnerisch) sehr hohen Ammoniak-Stickstoffverluste, die zu allen verfügbaren und machbaren Maßnahmen wirksamer Verlustminderung greifen lassen sollten. Die **Arbeitszeitbilanz** war in den einzelnen Arbeitszeitspannen weitgehend ausgeglichen. Hohen Anteil am Gesamtarbeitszeitbedarf hatten mit 56 % die Zuchtsauen und Mastschweine (29 %). Der **Gesamtdeckungsbeitrag** wurde zu 75 % von der Schweinehaltung und weiteren 25 % durch den Kartoffelbau gebildet. Für diesen Betrieb wurden insgesamt 6 Fruchtfolgevorschläge entwickelt und bewertet, wobei die von Seiten des Betriebsleiters vorgegebenen Mindestanbauflächen für Kartoffeln und Körnermais ebenfalls nur mit einer 4-feldrigen Fruchtfolge realisiert werden konnten. Die resultierende **IST-Fruchtfolge** bestand aus Kartoffeln – Körnermais – Winterweizen – Ackerbohnen mit Zwischenfrüchten.



**Schweinehaltung im
Planungsdialog**
(Fotos G. Haas)



Gemeinsamkeiten: Resümee 'Schweinehof' und 'Gemüsehof'

Trotz deutlich unterschiedlicher Betriebsorganisation und Produktionsrichtung waren mehrfach identische Schwachstellen festzustellen:

- Beide Betriebe wiesen mit einer nur 4-feldrigen **Fruchtfolge** kurze Anbauintervalle auf, bei Vorgabe von Mindestumfängen für Hackfrüchte und Feldgemüse war dieser Nachteil nicht aufzuheben.
- Aufgrund hoher Hackfrucht-Flächenanteile (bis zu 50 % für Kartoffeln und Feldgemüse bzw. Körnermais) resultierte einer **hoher Humusbedarf**.
- Die hohen Hackfrucht-Flächenanteile bedingten hohe Exporte an **Kalium**. Es wurde empfohlen, die Kaliumgehalte der Böden regelmäßig zu analysieren. Die Phosphor-Bilanzsalden waren positiv, es war von einer Akkumulation im Boden auszugehen.
- Der **innerbetrieblich** erzeugte Anteil der **Stickstoffzufuhr** war in beiden Betrieben **gering**. Es wurden vglw. hohe Mengen in Form von Futter- bzw. Düngemitteln zugekauft.
- Angesichts der in beiden Fällen hohen **Produktionsintensität** (enge Fruchtfolgen, hoher Hackfruchtanteil, kaum Saumstrukturen und Raine, kein Hauptfrucht-Futter-/Grünbrache-Leguminosenbau) wurde empfohlen, weitere Maßnahmen zur Förderung des **Biotop- und Artenschutzes** sowie des **Landschaftsbildes** zur ergreifen. Die verfügbaren Fördermittel wurden gelistet.

Für den 'Schweinehof' waren im Rahmen des Landschaftsplanes teilweise Neuanpflanzungen entlang der Betriebsflächen vorgesehen. Dieser Umstand bot die Chance einer kostengünstigen und vglw. wenig arbeitsaufwändigen Realisierung von Naturschutzmaßnahmen in Kombination mit eigenen betrieblichen Leistungen.

Kooperation bei der Stroh-, Dung- und damit Nährstoffversorgung

'Gemüsehof'

- Für den **'Gemüsehof'** ergab sich bei der Abnahme des Wirtschaftsdüngers aus der Schweinehaltung eine weitere Steigerung, der bereits durch Zukauf organischer Handelsdünger und Bezug von Wirtschaftsdünger von einem weiteren Betrieb hohen Nährstoffzufuhr an Phosphor und Kalium.
- Nur 25 % der **Stickstoffzufuhr** wurden innerbetrieblich über den Leguminosenbau fixiert. Der Feldbilanzsaldo konnte durch die Zufuhr von Schweinemist im Rahmen der Kooperation von -14 auf +16 kg N/ha angehoben werden. Die mit Schweinemist zugeführten 1.083 kg N (Abb. 4) ergaben 35 % der Gesamtstickstoffzufuhr.

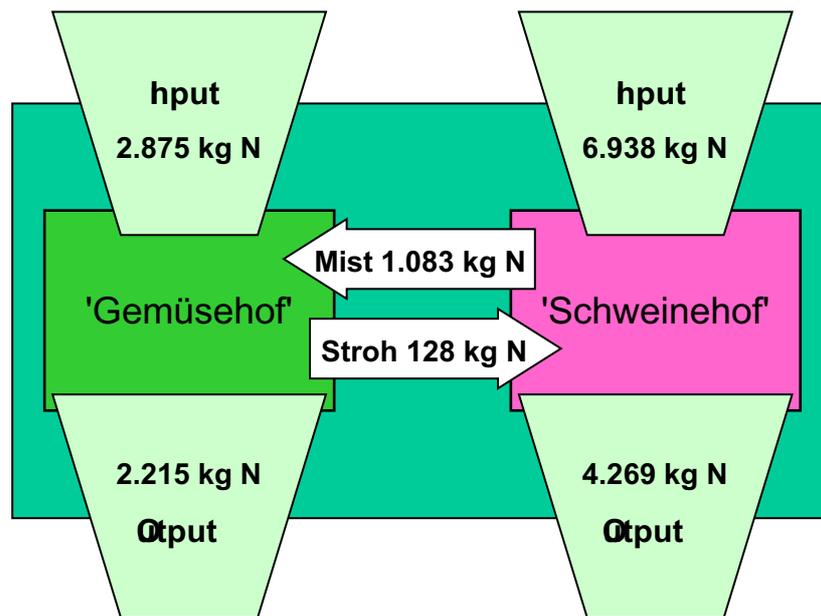


Abb. 4: Stickstoffflüsse und Hoftorbilanz der kooperierenden Planungsbetriebe

- Demgegenüber konnte der defizitäre **Humusversorgungsgrad** der IST-Fruchtfolge durch die Mistzufuhr nur von 39 % auf 56 % erhöht werden. Erst die Fruchtfolgeoption 'Grünbrache' und Mistzufuhr ergaben Humusbedarfsdeckung (Versorgungsgrad 104 %).

'Schweinehof'

- Dem '**Schweinehof**' wurde nach Auswertung der Berechnungen geraten, seinen Mistexport zumindest an einen Drittbetrieb einzustellen, um ausgeglichene Humus-, Stickstoff- und Kaliumsalden zu erhalten. Generell wies der Betrieb einen sehr hohen Nährstoffzukauf über Futtermittel auf.
- Der **Humusversorgungsgrad** lag bei der IST-Fruchtfolge bei nur 66 %. Er würde durch Verzicht auf die Mistabgabe an einen Drittbetrieb auf 81 % steigen. Erst wenn auch der Mistexport an den 'Gemüsehof' ausbleiben würde, könnte Bedarfsdeckung erreicht werden (Versorgungsgrad 96 %).
- In ähnlicher Weise würde der **Stickstoff-Feldflächensaldo** des IST-Zustandes, bei Verzicht auf den Export an den Drittbetrieb oder völligem Verbleib des Mistes im Betrieb von -20, auf -1 bzw. auf +37 kg N/ha erhöht werden können.
- Angesichts ausbleibender Vergütung hätte ein geringerer Export auch geringere Transportkosten zur Folge. Dies sprach ebenfalls für den Verbleib des Mistes im Betrieb.

Analyse und Bewertung der Kooperationsoption

- Beide Betriebe hatten eine geringe Flächenausstattung, es gab keine Grünlandnutzung (außer Extensivweide: Hobbyperde).
- In beiden IST-Fruchtfolgen waren der Hackfruchtanteil und damit das berechnete Humusdefizit zu hoch und die Anzahl der Fruchtfolgefelder zu gering.
- Es war keine Wiederkäuerhaltung und damit keine Ackerfutter-Leguminosennutzung oder Leguminosen-Grünbrachen mit deren vielfältigen positiven Effekten vorhanden bzw. nutzbar.
- Der Misttransfer im Rahmen der Kooperation war für den 'Gemüsehof' günstig, konnte aber das Humusdefizit nicht wesentlich entschärfen. Für den 'Schweinehof' führte der Export des Mistes zu Humus- und Nährstoffbedarfsdefiziten.
- Angesichts der vorgegebenen Rahmenbedingungen konnte die Kooperation in dem damaligen Umfang die wesentlichen Nachteile nicht lösen.
- Eine engere Kooperation wäre für die Nutzung von Synergieeffekten notwendig gewesen. Die Futtererzeugung des 'Schweinehofes' war auf der Fläche des 'Gemüsehofes' nur zum Teil möglich. Aufgrund der besseren Stickstoffversorgung des schweinehaltenden Betriebes wäre hier eher die Produktion von Weizen mit hoher Backqualität möglich gewesen, während im Tausch hierfür der 'Gemüsehof' sein Getreide für die Verfütterung quasi im Tausch hätte anbieten können. Stark zehrende Feldgemüsekulturen mit vergleichsweise hohem Flächenumfang wären ebenfalls auf den 'Schweinehof' zeitweise sinnvoll auszugliedern gewesen. Zweitfrucht-Gemüsebau nach Kartoffeln wäre auf dem schweinehaltenden Betrieb aufgrund früher und eintägig erfolgter Rodetermine im Vertragsanbau möglich.
- Eine gemeinsame Kooperation der Anbauplanung griff aber noch zu sehr in die jeweilige Betriebsorganisation ein. Die Kooperation war für diesen Planungsschritt hierfür noch zu jung.

Fazit und Ausblick

Vielfach hat diese intensive Art der Betriebsanalyse den Praktikern wertvolle Anregungen für die weitere Betriebsentwicklung geliefert. Dabei ist weniger die Eins zu Eins Umsetzung der Planungen wichtig, sondern allein die intensive **Durchleuchtung der Betriebe**. Die **Schwachstellenanalyse** und mögliche **Lösungsoptionen** haben offenen Betriebsleitern den eigenen Betrieb kritischer betrachten lassen. Es wurden aufbauend auf der Analyse teilweise unter Berücksichtigung weiterer und sich ändernder Rahmenbedingungen andere als die vorgeschlagenen Lösungswege beschritten, aber der Anstoß hierzu war wichtig.

Wichtig für das Betriebsmanagement ist die **strukturierte Datenerfassung** und Dokumentation der durchgeführten Maßnahmen und Stoffflüsse, so lästig dies in der alltäglichen Praxis auch sein mag. Es kam zu teilweise krassen Diskrepanzen zwischen den Annahmen und der Schätzung der Betriebsleiter und den realen bzw. überhaupt möglichen Fakten, was vermeidbar ist. Noch wichtiger ist aber die Handhabung der Daten, die intensive andauernde Analyse und regelmäßige **Reflexion der Betriebsorganisation** und der Bewirtschaftungsmaßnahmen. Ein kontinuierlicher SOLL-IST-Abgleich ist wesentlich.

Wir planen diese hier vorgestellte Form der Betriebsanalyse verstärkt auf weitere Leitbetriebe und zusätzliche interessierte Betriebe auszuweiten. Die vorhandene Datenbank wird zu einem verlässlichen Referenzsystem ausgebaut. Derzeit führen wir in einem gesonderten Projekt eine ähnliche Analyse der Ökobilanz und Produktivität unterschiedlich intensiv wirtschaftender Milchviehbetriebe im Ökologischen Landbau in Nordrhein-Westfalen und im Allgäu durch.

Der Ökologische Landbau ist die umweltverträglichste Form der Landbewirtschaftung. In vielen Vergleichsuntersuchungen wurde dieser Sachverhalt nachgewiesen. Einzelbetrieblich ist eine ökologische und ökonomisch nachhaltige Landbewirtschaftung unter Schonung des Naturhaushaltes eine permanente Anforderung. Sie erschöpft sich nicht in der Umstellung auf diese Wirtschaftsweise, sondern erfordert andauernde Optimierung, in einem geplanten und rückgekoppelten Prozess.

Literatur

- FRIEBEN, B. 1998: Verfahren zur Bestandsaufnahme und Bewertung von Betrieben des Organischen Landbaus im Hinblick auf Biotop- und Artenschutz und die Stabilisierung des Agrarökosystems. Verlag Dr. Köster, Berlin, 330 S.
- HAAS, G. 2001: Organischer Landbau in Grundwasserschutzgebieten: Leistungsfähigkeit und Optimierung des pflanzenbaulichen Stickstoffmanagements. Verlag Dr. Köster, Berlin.
- HAAS, G., F. WETTERICH 1999: Ökobilanz der Umweltwirkung landwirtschaftlicher Betriebe im Allgäu. Z. f. angewandte Umweltforschung, Jg. 12, H. 3, 368-377.
- HAAS, G., B. CASPARI, U. KÖPKE 2002: Nutrient cycle on organic farms: stable balance of a suckler herd and beef bulls. Nutrient Cycling in Agroecosystems 64, 225-230.
- KTBL (Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft) 2002: Ökologischer Landbau – Kalkulationsdaten. KTBL-Sonderveröffentlichung 043, Darmstadt.
- OPPERMANN, R. 2001: Naturschutz mit der Landwirtschaft - Ökologischer Betriebspiegel und Naturbilanz: Wie naturfreundlich ist mein Betrieb? Naturschutzbund, Stuttgart.
- REDELBERGER, H. 2002: Betriebsplanung im ökologischen Landbau. 2. Auflage, Bioland Verlag, Mainz.
- RICHTER, K. & G. HAAS 2003/2004: Ökobilanz und Produktionseffizienz der Milchviehhaltung unterschiedlich intensiv ökologisch wirtschaftender Betriebe. Projekt im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau, Bericht in Vorbereitung.

Getreidebau

Martin Berg, Holger Schenke, Jons Eisele, Edmund Leisen & Andreas Paffrath

Der Getreidebau war in der ersten Phase ein der Schwerpunkt im Leitbetriebe-Projekt. Nicht zuletzt aufgrund sinkender Getreidepreise wurden in der Folge verstärkt Kulturen mit höherer Wertschöpfung als Getreide wie bspw. Feldgemüse oder Kartoffeln wissenschaftlich bearbeitet. Auf allen Leitbetrieben wird Getreide in unterschiedlich starkem Ausmaß angebaut. Bis heute werden Untersuchungen zur Sortenwahl bei Winterroggen, Winter- und Sommerweizen sowie Dinkel durchgeführt. Die auf Leitbetrieben durchgeführten Sortenversuche fließen in eine die Bundesländer übergreifende Auswertung ein, um auf Basis eines abgestimmten Grundsortiments fundierte Sortenempfehlungen erstellen zu können. Als zentrales Thema des Getreidebaus wurde die Frage der Backqualität von Weizen bearbeitet, d.h. welche Qualitäten für den Markt erforderlich sind und wie diese unter den Bedingungen des Ökologischen Landbaus zu erzeugen sind. Die Unkrautregulierung in Getreide wird in der Praxis in der Regel beherrscht. Probleme bereiten meist nur einzelne Unkrautarten, von denen in Nordrhein-Westfalen nach einer Umfrage aus dem Jahre 1995 vor allem die Rauhaarige Wicke *Vicia hirsuta* in Getreide Probleme bereitet.

1 Backqualität von Weizen: Qualitätsansprüche

Mit der zunehmenden Professionalisierung und Standardisierung der Vermarktung ökologisch erzeugter Agrarprodukte stiegen die Anforderungen an deren technische Qualität. Auf dem Getreidemarkt werden dabei die Standards für die Backqualität wie Rohprotein- oder Feuchtklebergehalt aus dem konventionellen Bäckerhandwerk übernommen, auch wenn ein Großteil des Getreides zu Vollkornprodukten weiterverarbeitet wird. Es stellt sich daher die Frage, welche Parameter die Backqualität von Weizen beschreiben, wenn Backwaren aus Typenmehl, Vollkornmehl oder Vollkorn-Feinschrot hergestellt werden.

In den Jahren 1996 bis 1999 wurde diese Fragestellung in Zusammenarbeit mit der Bundesforschungsanstalt für Getreide-, Kartoffel- und Fettforschung in Detmold bearbeitet. Ausgehend von derselben Probe wurden aus drei Mahlerzeugnissen (Mehl Type 550, Vollkornmehl und Vollkorn-Feinschrot) in Backversuchen Brote hergestellt. Das Probenmaterial stammte überwiegend aus mehrjährigen Versuchen an mehreren Standorten zum Vergleich unterschiedlicher Sorten von Winter-, Wechsel- und Sommerweizen der Qualitätsgruppen A und E sowie einem Jauche-Düngungsversuch.

Qualitätsansprüche bei unterschiedlicher Ausmahlung

Aus Abbildung 1 wird eine eindeutige Abstufung bei der Volumenausbeute in der Reihenfolge Mehl Type 550, Vollkornmehl, Vollkorn-Feinschrot ersichtlich. Teige aus Vollkornmählerzeugnissen haben aufgrund ihres Schalenanteils gegenüber Typenmehlen eine geringere Dehnbarkeit und damit geringere Gashaltbarkeit und Volumenausbeute. Wie an der Steigung der Regressionsgeraden zu erkennen ist, stieg mit zunehmendem Rohprotein-gehalt die Volumenausbeute bei Typenmehl 550 etwas stärker als bei Vollkornmehlen bei etwa gleichem Bestimmtheitsmaß.

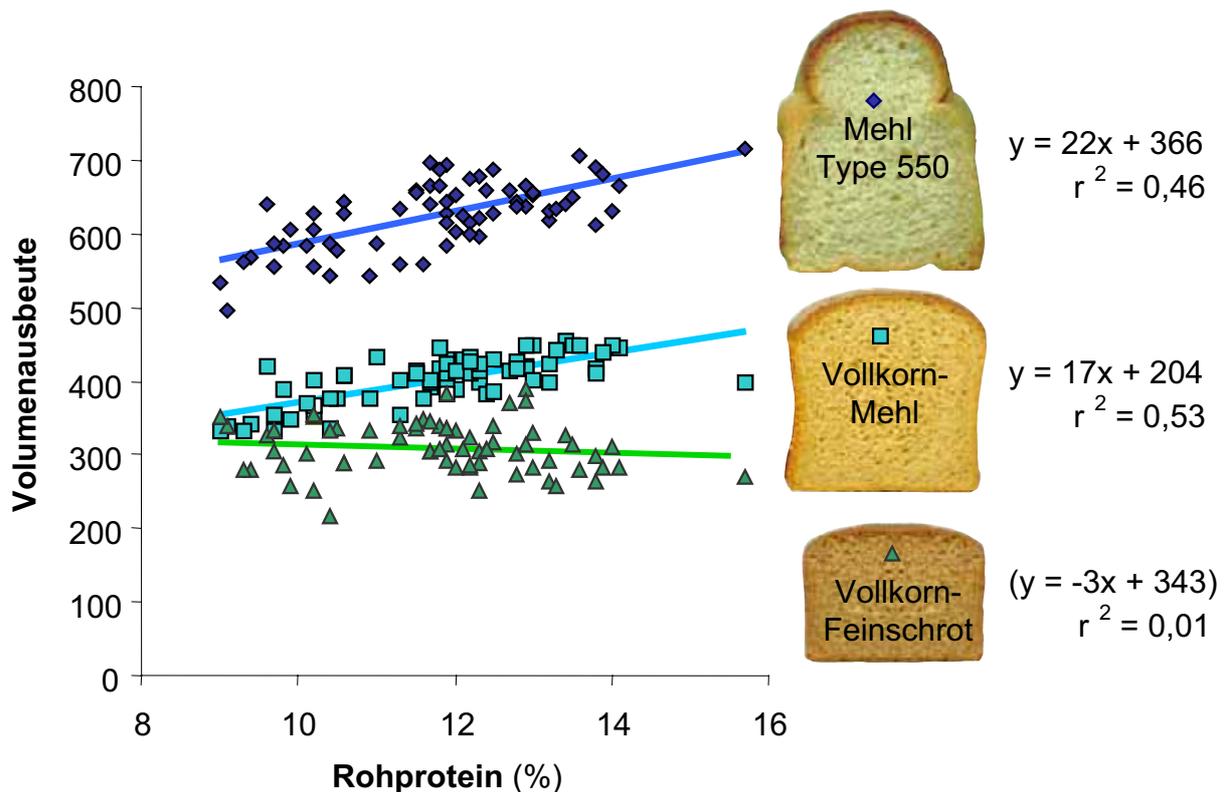


Abb. 1: Korrelation des Rohproteingehaltes im Korn mit der Volumenausbeute in Brotbackversuchen mit unterschiedlichen Weizenmählerzeugnissen (n = 67 Proben aus Sorten- und Düngungsversuchen)

Bei Vollkorn-Feinschroten hatte der Rohproteingehalt keinen Einfluss auf das erreichte Brotvolumen. Gleiches gilt auch für die Parameter Feuchtklebergehalt und Sedimentationswert (Tab. 1), d.h. bei Berücksichtigung aller Proben unterschiedlicher Jahre, Sorten und Aussaatzeitpunkte konnten durch die untersuchten indirekten Parameter nur etwa 50 % der Varianz im Backvolumen erklärt werden.

Tab. 1: Korrelationskoeffizienten der Beziehung zwischen indirekten Parametern der Backqualität und der Volumenausbeute in Brotbackversuchen (n = 67 Proben aus Sorten- und Düngungsversuchen 1995 - 1998)

	Rohprotein %	Feuchtkleber %	Sedimentations- wert	Kornhärte
Mehl Type 550	+0,68***	+0,59***	+0,61***	+0,10
Vollkornmehl	+0,72***	+0,71***	+0,56***	+0,44**
Vollkorn-Feinschrot	-0,12	-0,13	+0,09	-0,04

Eine nach Sorten differenzierte Betrachtung führte zu etwas engeren Korrelationen, wobei sich im Durchschnitt der berücksichtigten Sorten bis zu 65 % der Varianz im Backvolumen bei den Mehlen durch indirekte Parameter erklären ließen, während zum Backvolumen von Feinschrot wiederum kein Zusammenhang bestand.

Nach Jahren getrennt zeigte sich für den Rohprotein- und Feuchtklebergehalt sowie den Sedimentationswert annähernd die gleiche Tendenz des Zusammenhangs zum Backvolumen. Die Kornhärte jedoch zeigte nur in einem Jahr den erwarteten negativen Einfluss auf das Backvolumen von Vollkorn-Feinschrot. Offenbar überdeckten in den übrigen Jahren die Wechselwirkungen zwischen Sorte, Rohproteingehalt und Kornhärte die Hauptwirkungen, so dass kein korrelativer Zusammenhang festgestellt werden konnte.

Eine Auswertung ohne den Einfluss von Jahr, Sorte und Kornhärte war mit Proben der Sorte Devon des Jahres 1997 möglich (Tab. 2). Bei gleicher Kornhärte der untersuchten Proben hatten die Parameter Rohprotein, Feuchtkleber und Sedimentationswert einen engen positiven Zusammenhang zum Backvolumen von Vollkorn-Feinschrot, der jenen für Typen- und Vollkornmehl noch überstieg.

Tab. 2: Korrelationskoeffizienten der Beziehung zwischen indirekten Parametern der Backqualität und der Volumenausbeute in Brotbackversuchen (n = 8 Proben der Sorte Devon 1997, Sorten- und Düngungsversuche)

	Rohprotein %	Feuchtkleber %	Sedimentations- wert	Kornhärte ⁽¹⁾
Mehl Type 550	+0,69*	+0,71*	+0,68*	—
Vollkornmehl	+0,70*	+0,69*	+0,67*	—
Vollkorn-Feinschrot	+0,92**	+0,89**	+0,92**	—

⁽¹⁾ Kornhärte war bei allen Proben gleich

Dieser Zusammenhang konnte auf diese Weise für die übrigen Sorten nicht überprüft werden, da pro Jahr nur maximal 2 Proben einer Sorte vorlagen. Möglich war lediglich ein paarweiser Vergleich von Proben einer Sorte des selben Jahres mit unterschiedlichem Proteingehalt.

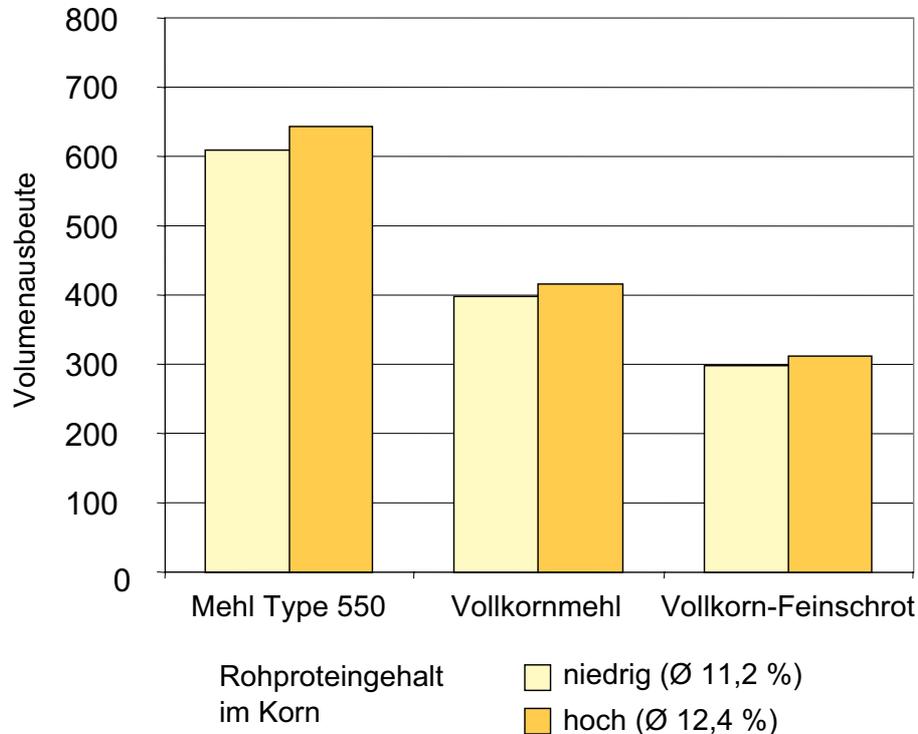


Abb. 2: Volumenausbeute in Abhängigkeit vom Rohproteingehalt im Korn und der Ausmahlung: Paarweiser Vergleich von Sorten desselben Jahres mit unterschiedlichem Proteingehalt

Wie Abbildung 2 zeigt, nimmt auch dann mit steigendem Proteingehalt die Volumenausbeute unabhängig von der Ausmahlung zu. Die Differenzierung im Rohproteingehalt bewirkte jedoch im Mittel aller Sorten eine deutlich niedrigere Volumensteigerung (etwa 5 % für alle Mahlprodukte) als bei der Sorte Devon 1997.

Der Einfluss der Kornhärte auf das Backvolumen von Feinschrot wird erst dann deutlich, wenn man die geprüften Winterweizen und Sommerweizen miteinander vergleicht (Tab. 3). Winterweizen erreichte trotz eines um 1,4 % niedrigeren Proteingehaltes höhere Volumenausbeuten bei Feinschrot als der Sommerweizen. Ursache hierfür ist die um 2,4 NIR-Einheiten geringere Kornhärte. Die höheren Rohprotein- und Feuchtklebergehalte des Sommerweizens führten nur bei Mehlen zu einem höheren Backvolumen. Sommerweizen im Herbst als Wechselweizen ausgesät, reagierte bei den indirekten Qualitätsparametern wie Winterweizen bei allerdings höherer Kornhärte. Hieraus resultierte sowohl bei den Mehlen als auch beim Feinschrot ein niedriges Backvolumen.

Tab. 3: Backqualitätsparameter und Volumenausbeute der geprüften Sommer- und Winterweizen (Qualitätsgruppe E und A)

	Sommerweizen	Winterweizen
Rohprotein (%)	12,2	10,8
Feuchtkleber (%)	24,7	20,5
Sedimentationswert	44,2	35,4
Kornhärte	57,4	55,0
Griffigkeit (BSA*)	8,4	7,2
Backvolumen:		
Mehl Type 550	643	603
Vollkorn-Mehl	400	390
Vollkorn-Feinschrot	299	318

*Einstufung nach Beschreibende Sortenliste

Der gleichzeitige Einfluss von Rohproteingehalt und Kornhärte auf das Backverhalten von Feinschrot kann durch die Siebanalyse erklärt werden. Feinschrot enthält sowohl feine (20–25 % $<250 \mu\text{m}$) als auch grobe Bestandteile (40 % $>710 \mu\text{m}$). Es ist davon auszugehen, daß Feinschrot daher Eigenschaften eines Mehles und eines Schrotes hat.

Qualitätsanforderungen bei der Erzeugung von Vollkorn-Feinschrot

Um Mehle hoher Backqualität zu erzeugen, sollten nach den gezeigten Ergebnissen hohe Rohproteingehalte angestrebt werden. Beim Feinschrot muß dieser Sachverhalt differenzierter betrachtet werden. Es gilt auch weiterhin, dass im zur Verfügung stehenden Weizensortiment Winterweizen mit niedriger Kornhärte zur Erzeugung von Feinschrot gewählt werden sollte. Zwar lässt sich auch mit vergleichsweise hartem Sommerweizen ein befriedigendes Backvolumen erzielen. Der hierzu notwendige hohe Stickstoffgehalt im Korn kann jedoch produktiver zur Erzeugung von Mehlen eingesetzt werden. Bei Winterweizen wurde die höchste Volumenausbeute ebenfalls mit Qualitätsweizen erreicht, d.h. mit Proben von Sorten hoher Eigenbackfähigkeit bzw. hohen Proteingehalten. Die ertragreichen und damit i.d.R. proteinarmen Sorten zeigten im Durchschnitt allenfalls befriedigendes Backverhalten. Begründet ist dies darin, dass die negativen Teigeigenschaften dieser Sorten, d.h. die Tendenz zu kurzen, unelastischen Teigen bei niedrigen Proteingehalten, sich auch beim Feinschrot zeigen. Als Beispiel sind in Tabelle 4 die Qualitätsparameter und die Teigeigenschaften der Sorten Batis (A-Weizen, hoch ertragreich) und Zentos (E-Weizen) aufgeführt. Die hohe Eigenbackfähigkeit von Zentos zeigt sich darin, dass bereits bei niedrigen Proteingehalten von 10,2 % ‚normale‘ Teige unabhängig von der Ausmahlung entstanden, während bei Batis mit vergleichbaren indirekten Qualitätsmerkmalen die Teige ‚kurz‘ bzw. ‚etwas kurz‘ waren.

Tab. 4: Backqualitätsparameter und Teigeigenschaften von Proben der Sorten Batis und Zentos (Backversuche 1997 – 1999)

Rohprotein (%)	Feuchtkleber (%)	Sedimentationswert	Teigeigenschaften			
			Mehl Type 550	Vollkorn mehl	Vollkorn-Feinschrot	
Sorte Batis						
9,1	16,9	24	kurz	kurz	etwas kurz	
9,8	18,2	28	kurz	etwas kurz	etwas kurz	
10,4	20,2	29	kurz	etwas kurz	etwas kurz	
10,5	18,0	30	etwas kurz	etwas kurz	normal	
11,9	25,1	35	normal	etwas kurz	etwas kurz	
12,2	25,8	38	normal	normal	etwas kurz	
Sorte Zentos						
9,0	13,4	24	kurz	kurz	etwas kurz	
9,6	14,6	33	etwas kurz	normal	normal	
10,2	16,8	33	normal	normal	normal	
10,2	17,3	31	normal	etwas kurz	normal	
11,8	23,2	43	normal	normal	normal	
12,9	25,6	57	normal	normal	normal	

Am Beispiel der Sorten Batis und Zentos zeigt sich auch deutlich, dass mit den Parametern Rohprotein- und Feuchtklebergehalt allein die Teig- und Backeigenschaften nicht hinreichend beschrieben werden können. Möglicherweise ist bei niedrigen Protein- und Feuchtklebergehalten die Proteinqualität, ausgedrückt durch den Sedimentationswert, von besonderer Bedeutung. Am Markt für Backweizen aus Ökologischem Landbau wird diese Tatsache jedoch nicht berücksichtigt, da überwiegend nach Rohprotein- oder Feuchtklebergehalt bezahlt wird. Trotz vergleichsweise guter Backeigenschaften ist die Sorte Zentos daher bei niedrigen Protein- und Feuchtklebergehalten nur schwer als Backweizen zu vermarkten.

Fazit

- Bei heterogenem Probenmaterial, d.h. verschiedenen Sorten aus unterschiedlichen Versuchen und Jahren, konnten durch die Parameter Rohproteingehalt, Feuchtklebergehalt und Sedimentationswert 50 % der Varianz des Backvolumens von Mehl der Type 550 oder Vollkornmehl erklärt werden. Zur Vorhersage des Backverhaltens einer unbekannt Probe sind diese Parameter daher nur bedingt geeignet. Weitere Informationen, z.B. zu den Teig- und Backeigenschaften einzelner Sorten, sollten zusätzlich berücksichtigt werden.
- Für Vollkorn-Feinschrot konnte an heterogenem Probenmaterial kein Zusammenhang zwischen indirekten Parametern und dem Backvolumen ermittelt werden. Der Einfluss der Kornhärte ist geringer als vielfach angenommen. Eine Prognose des Backverhaltens allein anhand indirekter Parameter erscheint nicht möglich.
- Bei einer Auswertung ohne Jahres- und Sorteneinfluss zeigte sich ein positiver Zusammenhang zwischen Rohproteingehalt und Backvolumen von Vollkorn-Feinschrot. Über bekannte Anbaustrategien zur Erhöhung des Kornproteingehaltes kann somit auch die Volumenausbeute bei Vollkorn-Feinschrot gesteigert werden.
- Aufgrund ihrer im Vergleich zu Sommerweizen geringeren Kornhärte sind Winterweizen zur Erzeugung von Broten aus Vollkorn-Feinschrot besser geeignet. Dabei sollten Sorten mit hoher Eigenbackfähigkeit bevorzugt werden.

Für unterschiedliche Mahlerzeugnisse und die für sie charakteristischen Kundengruppen ergeben sich demnach differenzierte Qualitätsanforderungen. Während Weizen für Mühlen generell hohe Rohprotein- oder Feuchtklebergehalte aufweisen sollte, sind sie bei der Vermarktung an selbst vermahlende Bäcker oder Endverbraucher, die in der Regel nur Feinschrot herstellen können, nicht notwendig. Je nach Verwendungszweck des Ernteguts sollte der Landwirt die im Ökologischen Landbau begrenzten Stickstoffressourcen so einsetzen, dass hohe Erträge an marktfähiger Ware erzielt werden. Im folgenden Kapitel werden die möglichen Anbaustrategien dargestellt.

Praktikerkommentar:

„Mein Weizen geht komplett an einen kleinen Bäcker mit eigener Vermahlung. Er kommt mit allen Qualitäten zurecht. Die Entscheidung für Winter- oder Sommerweizen treffe ich in Abhängigkeit vom Arbeitsanfall oder der Witterung.“



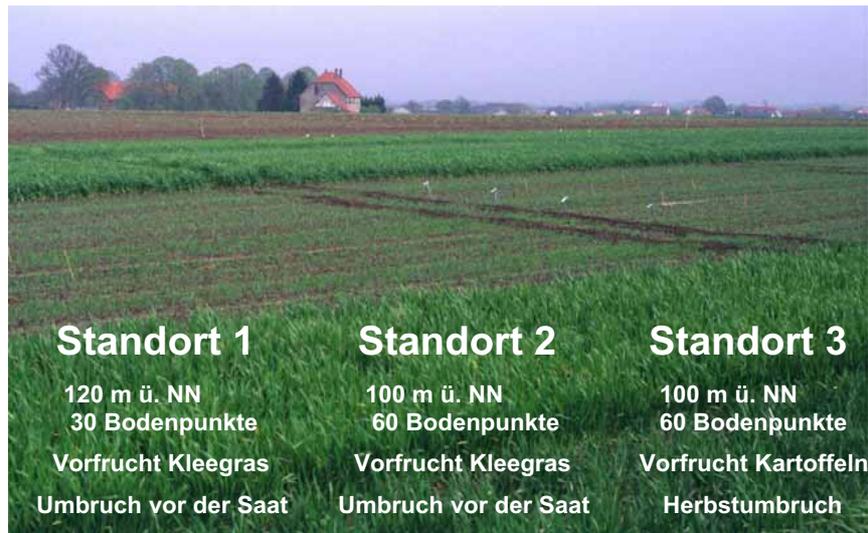
Sortenversuche zu Winterweizen im Ökologischen Landbau (Foto: G. Haas)

Backqualität von Weizen: Anbaustrategien

Saatzeit

Der Einfluss der Saatzeit, d.h. Winter-, Wechsel- und Sommerweizen im Vergleich, wurde in mehrjährigen Versuchsreihen an unterschiedlichen Standorten geprüft. Bezüglich der Qualitätsparameter Rohprotein- und Feuchtklebergehalt sowie Sedimentationswert erreichte Sommerweizen durchgängig in allen Versuchen höhere Werte als der auf dem gleichen Standort angebaute Winterweizen. Häufig genügten die im Winterweizen gemessenen Rohproteinwerte nicht den Anforderungen des Marktes für Backweizen, während diese mit Sommerweizen in der Regel erreicht wurden. Dieser Sachverhalt ist beispielhaft in Abbildung 3A dargestellt.

Hinsichtlich des Kornertrags sind die Ergebnisse standortdifferenziert zu interpretieren (Abb. 3B): Auf schweren, wenig austragsgefährdeten Böden wie an den Standorten 2 und 3 werden mit Winterweizen höhere Erträge als mit Sommerweizen erzielt. Auf leichten, austragsgefährdeten Standorten können durch Verlegung des Umbruchtermins in das Frühjahr N-Verluste mit dem Sickerwasser vermieden werden mit der Folge, dass Sommerweizen dem Winterweizen ertraglich und qualitativ überlegen ist.



Standort 1

120 m ü. NN
30 Bodenpunkte
Vorfrucht Klee gras
Umbruch vor der Saat

Standort 2

100 m ü. NN
60 Bodenpunkte
Vorfrucht Klee gras
Umbruch vor der Saat

Standort 3

100 m ü. NN
60 Bodenpunkte
Vorfrucht Kartoffeln
Herbstumbruch

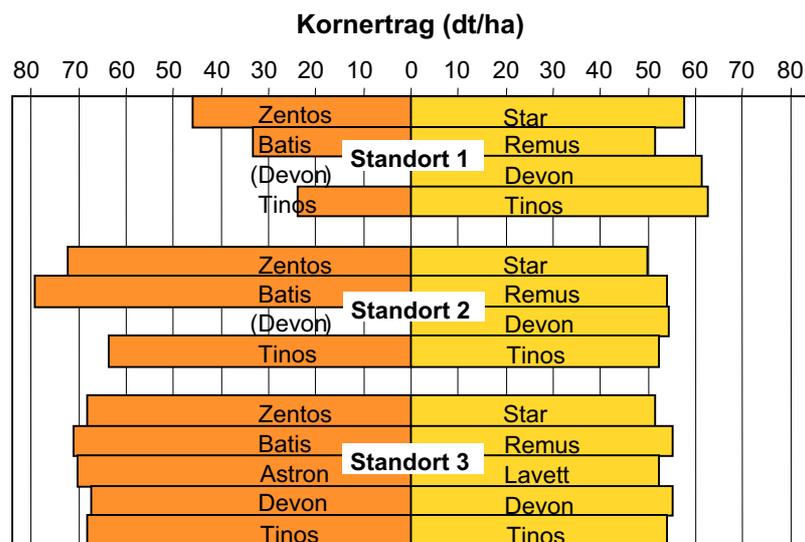
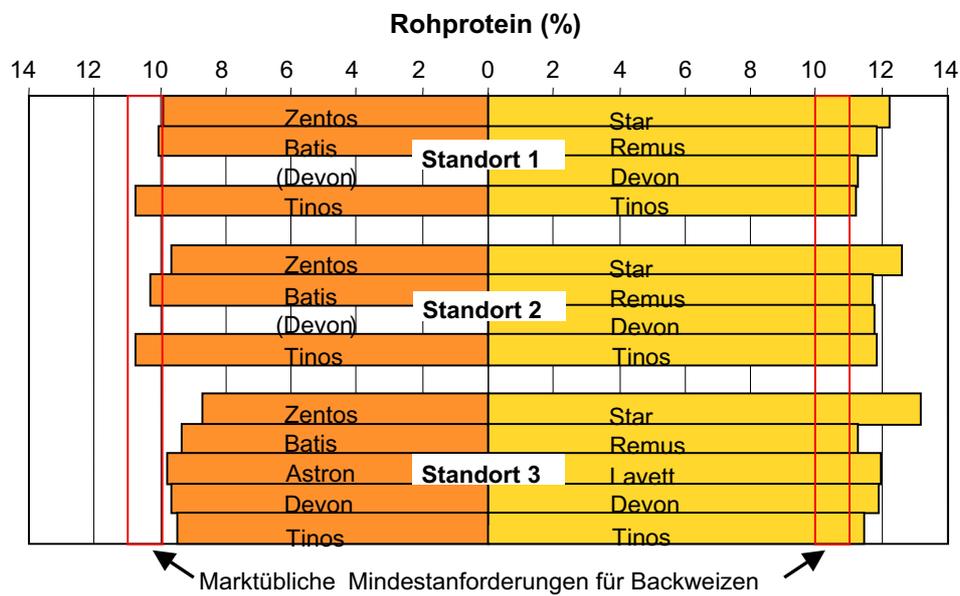


Abb. 3: Rohproteingehalt und Kornertrag von Winter- (links) und Sommerweizen (rechts) in Abhängigkeit von Saatzeit um Umbruchzeitpunkt

Sortenwahl

Die auf Leitbetrieben durchgeführten Sortenversuche zu Weizen sind Teil einer die Bundesländer übergreifenden Auswertung. Bei Winterweizen lassen sich eindeutig ertragsstarke Sorten identifizieren (Tab. 5), die durch zusätzliche qualitätsfördernde Maßnahmen in der Regel die geforderten Werte für Mahlweizen nur selten erreichen (z.B. Aristos, Batis, Pegassos). Demgegenüber stehen stabil ertragsschwache Sorten wie Renan oder Monopol, die auch unter ungünstigeren Bedingungen noch ausreichende Backqualitäten erzielen. Die Mindererträge müssen aber durch entsprechende Preisaufschläge kompensiert werden.

Tab. 5: Ertrag und Backqualitätsparameter von Winterweizensorten (bundesweite Auswertung von Sortenversuchen 1995–1999)

Sorte	Kornertrag	Rohprotein- gehalt	Feuchtkleber- gehalt	Verwendungszweck
Relativ: Mittel aus Bussard, Batis und Astron = 100				
Aristos	111	94	89	Schrotweizen
Pegassos	108	95	95	
Batis	105	95	92	
Astron	99	102	98	
Bussard	96	102	108	Mehlweizen
Glockner	90	105	107	
Monopol	87	107	109	
Renan	87	112	119	
100 =	51,6 dt/ha	10,7 %	22,0 %	

Im verfügbaren Sommerweizensortiment ist die Gruppierung zwischen ertrags- und qualitätsbetonten Sorten weniger eindeutig. Überdurchschnittlich hohe Backqualitäten können derzeit vor allem mit der Sorte Gmbi erzielt werden (Tab. 6).

Tab. 6: Ertrag und Backqualitätsparameter von Sommerweizensorten (bundesweite Auswertung von Sortenversuchen 1995–1999)

Sorte	Kornertrag	Rohprotein- gehalt	Feuchtkleber- gehalt	Sedimentationswert
Relativ: Sorte Thasos = 100				
Fasan	103	101	104	84
Triso	100	100	98	98
Devon	98	103	98	118
Quattro	97	100	104	89
Tinos	95	102	103	101
Lavett	93	101	101	107
Star	92	109	114	121
Combi	91	113	113	125
100 =	51,5 dt/ha	11,8 %	24,0 %	39 cm ³

Einsatz von Wirtschaftsdüngern

Der Proteingehalt des Korns und damit die Backqualität können durch zusätzliche Stickstoffgaben gesteigert werden. Für tierhaltende Betriebe des Ökologischen Landbaus stellt sich daher die Frage, ob anfallende flüssige Wirtschaftsdünger zu diesem Zweck verwendet werden sollen. Um die in der Praxis bestehenden Fragen zum optimalen Einsatzzeitpunkt, der Ausbringungstechnik und der Wirkungssicherheit beantworten zu können, wurden Untersuchungen zum Einsatz von Jauche und Gülle in Weizen durchgeführt.

Unabhängig von der Ausbringungstechnik erhöhte eine Jauchegabe mit durchschnittlich 40 kg N/ha während des Schossens sowohl den Kornertrag als auch den Kornproteingehalt. Der eingesetzte Stickstoff wurde umso effizienter ausgenutzt, je wurzelnäher die Jauche ausgebracht wurde und der Kontakt zwischen Jauche und Luft gering war. Einer Injektion mit dem Hackschar ist daher der Vorzug vor einer Ausbringung mit Schleppschläuchen oder mit dem Prallteller zu geben (Abb. 4, Abb. 5).

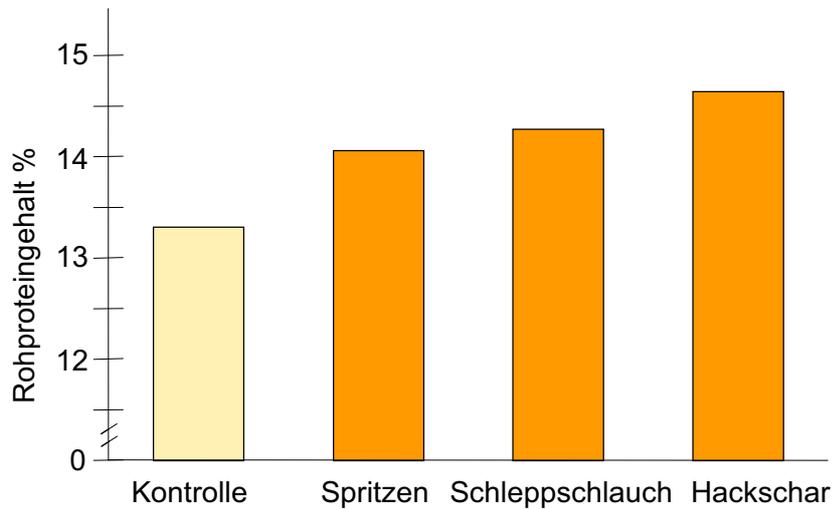


Abb. 4: Einfluss einer Jauchedüngung zu Sommerweizen auf den Rohproteingehalt des Korns (44 kg NH₄-N/ha, EC 32)

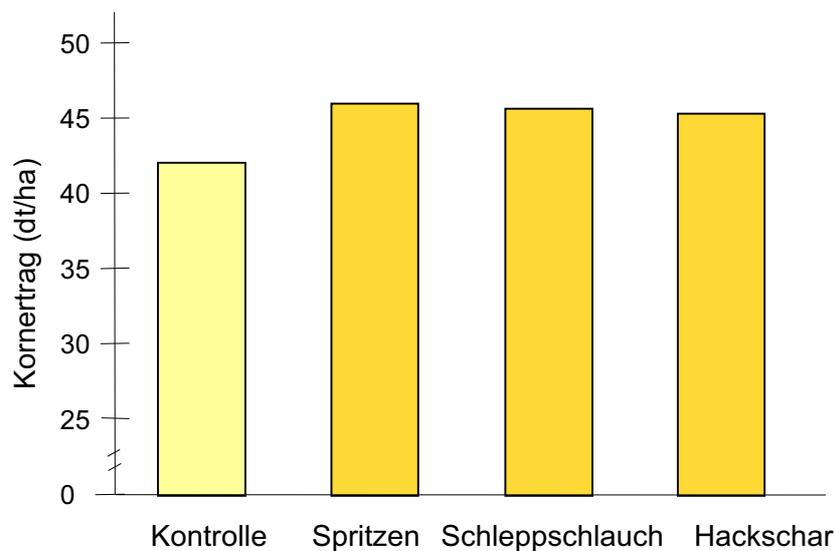


Abb. 5: Einfluss einer Jauchedüngung zu Sommerweizen auf den Kornertrag (44 kg NH₄-N/ha, EC 32)

Durch den Einsatz von Rindergülle wurde durch frühe Gaben vor Schossbeginn der Ertrag erhöht, während spätere Gaben tendenziell die Backqualität erhöhten. Der positive Ertragseffekt (durchschnittlich 12 % bei etwa 40 kgN/ha) trat in nahezu allen Jahren auf, während die Erhöhung der Backqualität nicht sicher und auch nicht in jedem Jahr für die Marktanforderungen ausreichend war (Abb. 6). Die Ursachen können in der unterschiedlichen Nährstoffverfügbarkeit je nach Witterung in den Tagen nach der Ausbringung liegen, aber

auch in einer möglichen Förderung von Unkräutern und Krankheiten durch die zusätzliche Stickstoffgabe. In der Praxis eignet sich die späte Güllegabe hauptsächlich für Betriebe mit weiten Reihenabständen zum Hacken des Getreides, die zudem ausreichend breite Fahrgassen zur Vermeidung von Spurschäden durch die Gülleausbringung anlegen.

Die Düngung von Weizen mit Vinasse erhöhte in Versuchen der Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe die Kornproteingehalte und die Volumenausbeute im Backversuch. Der Einsatz von Vinasse in Getreide kann aber nicht generell empfohlen werden, da sie als betriebsfremder Stickstoffdünger nicht von allen Verbänden für den Getreidebau zugelassen ist.

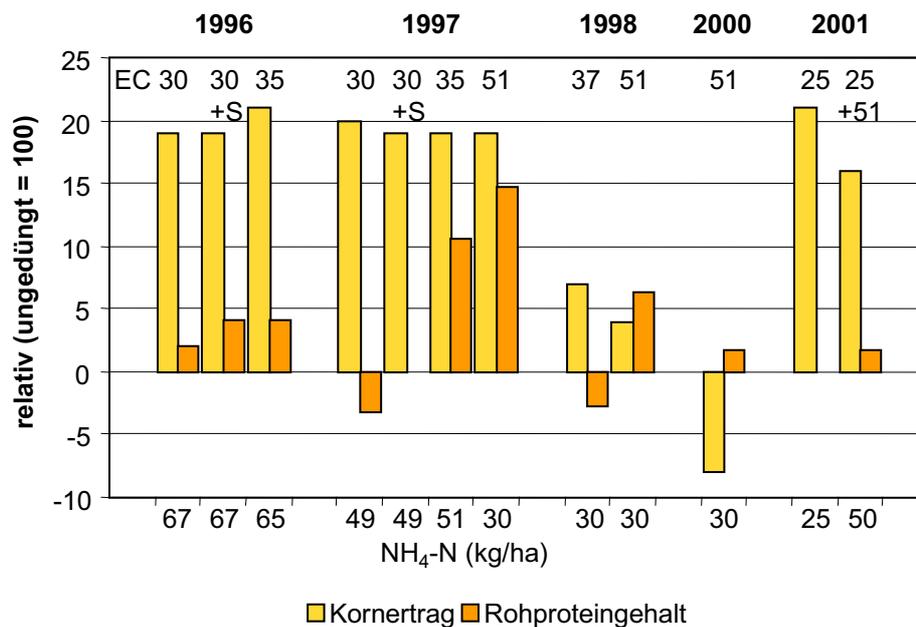


Abb. 6: Einfluss einer Gülledüngung zu Winterweizen auf den Kornertrag und den Rohproteingehalt bezogen auf die ungedüngte Kontrolle (+S: Gülle zusätzlich eingestriegelt)

System „Weite Reihe“

Eine Erhöhung des Reihenabstandes und die damit einhergehende ungünstigere Standraumzumessung für die Kulturpflanze führt in der Regel zu Ertragsrückgängen. Werden wie bei der Erzeugung von Backweizen hohe Kornproteingehalte angestrebt, kann es jedoch sinnvoll sein, über einen gezielten Ertragsrückgang den begrenzt zur Verfügung stehenden Stickstoff zur Qualitätssteigerung zu nutzen.

Getreideanbau mit weiten Reihenabständen und Untersaaten ist in Nordrhein-Westfalen kaum verbreitet. Erste Untersuchungen auf Leitbetrieben im Jahr 1996 waren wenig vielversprechend, da bei weiten Reihenabständen Unkräuter und Untersaaten stark gefördert

wurden und dem Ertragsrückgang nur eine geringe Steigerung der Kornproteingehalte gegenüber stand. Positive Berichte aus deutschlandweit angelegten Versuchen führten zu einer erneuten Prüfung dieses Verfahrens im Jahr 2001 mit den erwarteten Ergebnissen: Bei gleicher N-Menge in der Sprossmasse führte eine Erhöhung des Reihenabstandes bei Winterweizen von 14 auf 43 cm zu einer Steigerung des Rohproteingehalts bei gleichzeitigem Ertragsrückgang. In den Lichtschächten entwickeln sich Untersaaten in der Regel besser als bei engem Reihenabstand. Ob sich diese Tatsache positiv auf die Nachfrüchte auswirkt, soll in den kommenden Jahren beobachtet werden. Um eine Unterdrückung des Getreides durch Untersaaten oder Unkräuter zu vermeiden, muss bei diesem Verfahren gehackt oder gemulcht werden.

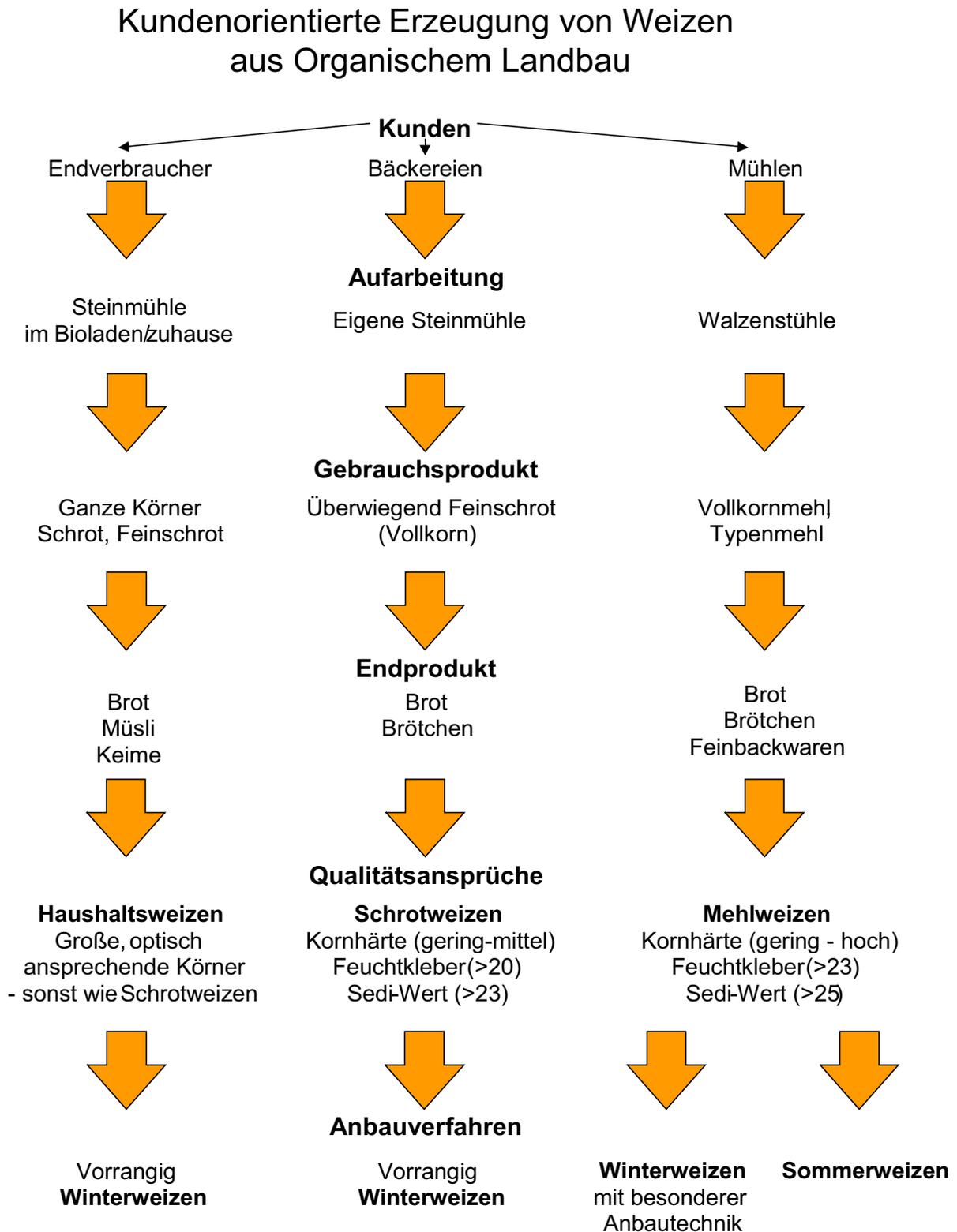
Praktikerkommentar:

„Da ich nur wenig wirtschaftseigene Dünger zur Verfügung habe, gelingt es mir nur selten, die hohen Qualitätsanforderungen für Backweizen zu erreichen. Getreideanbau soll auf meinem Ackerbaubetrieb arbeitsextensiv sein, d.h. Weit-Reihen-Systeme mit hohem Pflegeaufwand kommen nicht in Frage. Zum Anbau kommen daher nur noch ertragsstarke Winterweizen, die als Futtergetreide verkauft werden.“



Parzellendrusch auf dem Versuchsbetrieb Wiesengut (Foto: G. Haas)

Aus den Untersuchungen zur Backqualität von Weizen lassen sich in Abhängigkeit vom Abnehmer folgende Empfehlungen ableiten:



2 Unkrautregulierung: Problemunkraut Rauhaarige Wicke

Die Rauhaarige Wicke ist in Nordrhein-Westfalen auf allen nicht zu schweren, mäßig trockenen bis frischen Lehm- und Sandböden zu finden und tritt vor allem nach feuchtem Frühjahr massenhaft in Wintergetreide, aber auch in Sommerungen auf. Bei vergleichsweise niedriger Stickstoffverfügbarkeit hat sie als Leguminose einen deutlichen Konkurrenzvorteil. Bei geringer Konkurrenzkraft des Getreides können die Pflanzen den Bestand überwachsen und zu gravierenden Ertragseinbußen und Erntebehinderungen führen. Problematisch ist vor allem die aufgrund der starken, schwer zu brechenden Keimruhe lange Lebensdauer der hartschaligen Samen. Nach einer Umfrage auf 109 Ökobetrieben in NRW nehmen die Probleme mit der Dauer der Umstellung und dem Getreideanteil in der Fruchtfolge zu (Abbildung 7).

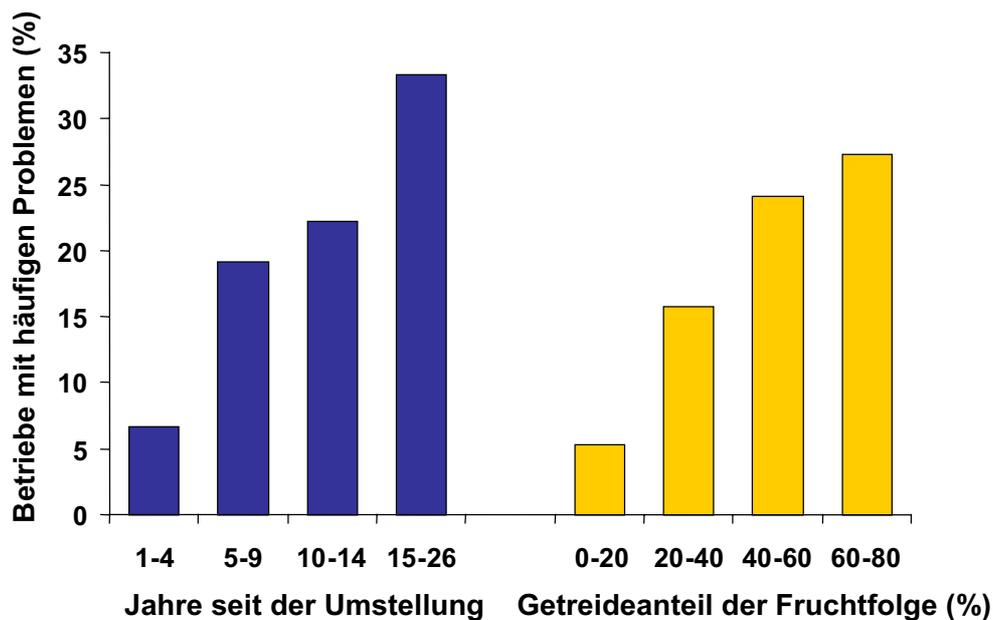


Abb. 7: Einfluß der Dauer der ökologischen Bewirtschaftung und des Getreideanteils in der Fruchtfolge auf das Vorkommen der Rauhaarigen Wicke (EISELE 1996)

Zur mechanischen Unkrautkontrolle werden gegen die Rauhaarige Wicke auf 37 % der Ökobetriebe in NRW der Striegel, bei 18 % Striegel und Hacke und bei 6 % nur die Hacke eingesetzt. Der Bekämpfungserfolg wird allgemein als gering eingeschätzt. Aus diesem Grund wurden auf Problembetrieben Versuche zur indirekten und direkten Kontrolle der Rauhaarigen Wicke durchgeführt, die grundsätzliche Untersuchungen zur Biologie, insbesondere der Keimphysiologie dieses Unkrauts auf dem Versuchsbetrieb Wiesengut ergänzten.

Indirekte Kontrolle

Für eine erfolgreiche Unterdrückung ist vor allem die Etablierung konkurrenzkräftiger Bestände wichtig. Durch die Auswahl gut beschattender Sorten mit hoher Wuchslänge und planophiler Blatthaltung kann eine schwache bis mittlere Wickenverunkrautung wirksam reduziert werden. Bei der Aussaat von Sommergetreide ist vor allem ein früher Saatzeitpunkt entscheidend für konkurrenzkräftige Bestände. In bereits geschlossenen Beständen können sich die nach der Aussaat gekeimten Wicken nicht mehr ausreichend entwickeln. Durch zusätzliche Stickstoffgaben über eine Jauche- oder Gülledüngung im Frühjahr kann die Konkurrenzkraft des Kulturpflanzenbestandes erhöht und die Rauhaarige Wicke durch Beschattung und Beeinträchtigung der Stickstoff-Fixierung reduziert werden. Bereits eine vglw. geringe zusätzliche Gülledüngung mit 26 kg NH₄-N/ha während der Bestockung des Winterweizens verringerte die Wickenverunkrautung deutlich und erhöhte gleichzeitig den Kornertrag des Weizens (s. Abb. 8).

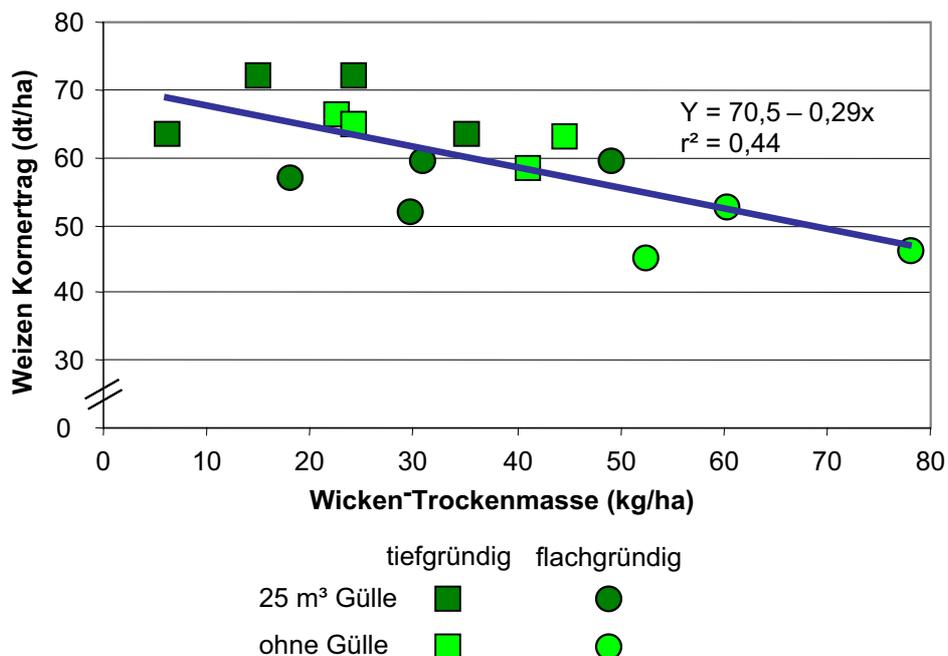


Abb. 8: Einfluss von Bodeneigenschaften und Gülledüngung (EC 23, 26 kgNH₄-N/ha) auf Wickentrockenmasse (EC 75) und den Kornertrag von Winterweizen (Standort Velbert, 1996)

Direkte Kontrolle

Die Etablierung ausreichend konkurrenzkräftiger Getreidebestände ist jedoch nicht für alle Betriebe möglich, sei es aufgrund ungünstiger Standortbedingungen oder fehlender stickstoffhaltiger Wirtschaftsdünger bspw. bei vieharmen Wirtschaftsweise. Aus diesem Grund sind häufig direkte Maßnahmen zur Kontrolle der Rauhaarigen Wicke notwendig.

Frühes Striegeln ausgangs des Winters bleibt in Wintergetreide meist wirkungslos, da der größte Teil der Wickensamen erst nach dem günstigen frühen Einsatzzeitpunkt für den Striegel keimt und die Keimung oft bei noch geringer Konkurrenzkraft des Kulturpflanzenbestandes zusätzlich angeregt wird.

Durch einen erfolgreichen Hackeinsatz kann bei günstigen Witterungsbedingungen der benötigte Wachstumsvorsprung für eine hohe Konkurrenzkraft des Kulturpflanzenbestandes gegenüber der Wicke erreicht werden (Abb. 9). Der Einsatz des Striegels in Winterweizen im Zeitraum nach dem Ärenschieben bis zur Blüte zum 'Herauskämmen' der über dem Bestand ausgebreiteten Wickenpflanzen war in Feldversuchen und auf größeren Betriebsflächen 1997 sehr erfolgreich. Die Samenbildung der Wicke konnte dadurch um 80 % reduziert und der Kornertrag des Weizens um 15 % erhöht werden. Ein Herauskämmen der Wicken gelingt jedoch nur dann, wenn die Wicken nicht bereits zu stark verrankt sind. Spätes Striegeln bei anderen Arten wie Roggen oder Hafer bereitet wegen der Länge der Pflanzen oder der Empfindlichkeit der Rispen größere Schwierigkeiten als bei Weizen. Die Frage des späten Striegeln wird im Rahmen eines aktuellen Forschungsvorhabens intensiv untersucht. Es deutet sich an, dass bei starker Verunkrautung die Rauhaarige Wicke bereits während des Schossens gestriegelt werden muss, um ein zu starkes Verranken untereinander und mit der Kulturpflanze zu verhindern.

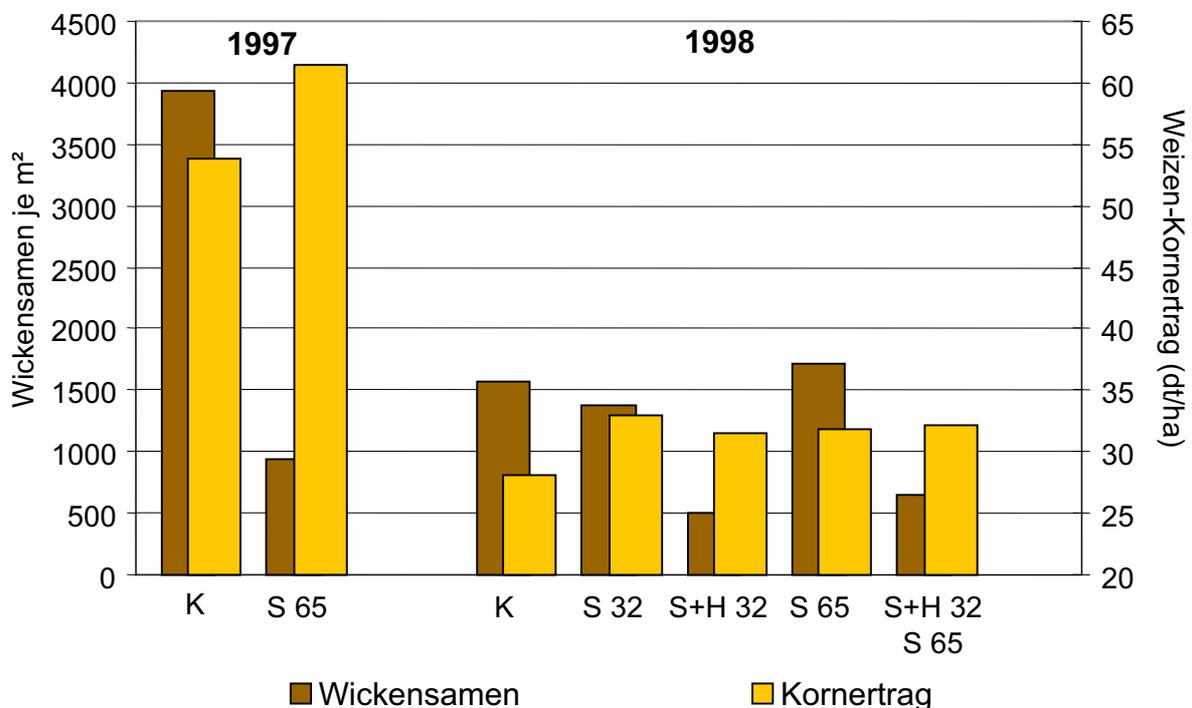


Abb. 9: Einfluss mechanischer Kontrollmaßnahmen auf die Samenproduktion der Rauhaarigen Wicke und den Winterweizen-Kornertrag (Standort Velbert; K: Unbehandelte Kontrolle; S 65: Striegel EC 65, H: Hacke)

Aus den Ergebnissen der Umfragen und der Feldversuche lassen sich bislang folgende **Praxisempfehlungen** ableiten:

- Frühzeitige Kontrolle, besonders nach warmen, niederschlagsreichen Wintern mit hoher N-Auswaschung
- Beginnende Verunkrautung nesterweise bekämpfen
- Getreide intensiv striegeln (Fahrgassen), evtl. Hacke vorsehen
- Wirtschaftsdünger (Gülle, Jauche) zur Führung schwacher Bestände vorsehen
- Fruchtfolge umstellen: Getreideanteil verringern, Stellung von Problemkulturen wie Wintergetreide in der Fruchtfolge günstiger stellen.
- Winterungen meiden, Frühjahrsumbruch mit Sommerung
- Hygiene: Verhinderung der Samenzufuhr über Saatgut, Mähdrescher, Stroh- und Mistzukauf



Striegeleinsatz bei Winterweizen (EC 31) in Versuchspartzen (Foto: G. Haas)

Stickstoffmanagement im ökologisch wirtschaftenden Betrieb: Minderung von Stickstoffverlusten

Martin Berg, Guido Haas, Edmund Leisen & Holger Schenke

Stickstoff stellt in der landwirtschaftlichen Flächennutzung das zentrale Element für die Ertrags- und Qualitätsbildung dar, ist aber auch der Nährstoff mit den größten Umweltwirkungen. Ziel des ökologisch wirtschaftenden Betriebs muss daher sein, die Stickstoffzufuhr über Zwischenfrucht- und Hauptfruchtleguminosen zu optimieren und gleichzeitig die Stickstoffverluste zu minimieren. Hinsichtlich der Stickstoffzufuhr wurden im Leitbetriebs-Projekt die Fragen der Düngung mit stickstoffhaltigen Zukaufdüngern im Vergleich zu selbst erzeugtem Körnerleguminosenschrot, die Stickstoffnachlieferung von Futterleguminosengemengen sowie von Winterzwischenfrüchten untersucht. Die Ergebnisse werden in den jeweiligen Kapiteln Feldgemüse, Kartoffeln und Futterbau abgehandelt. Schwerpunkt der folgenden Darstellung ist die Minimierung von Stickstoffverlusten.

Verringerung gasförmiger Stickstoff-Verluste

Gasförmige Stickstoffverluste treten im landwirtschaftlichen Betrieb im Wesentlichen in Form von Ammoniak im Stall bzw. bei der Dunglagerung bzw. -aufbereitung auf. Ihre Quantifizierung ist messtechnisch aufwändig und auf Praxisbetrieben nicht durchzuführen. Die Untersuchungen beschränkten sich daher auf die Effizienz des Einsatzes von Wirtschaftsdüngern. Für Praxisbetriebe ist die Frage der optimalen Applikationstechnik von besonderem Interesse.

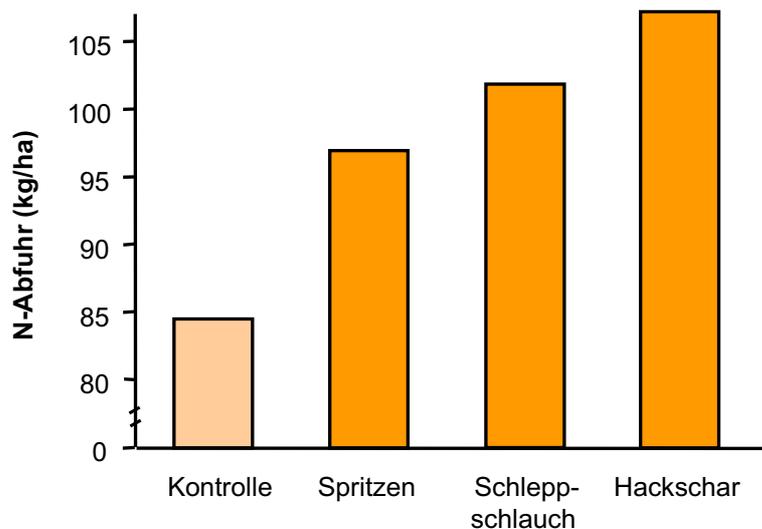


Abb. 1: Einfluss einer Jauchedüngung zu Sommerweizen (EC 32, 44 kg/ha NH₄-N) mittels verschiedener Applikationstechniken auf die N-Abfuhr mit dem Korn im Vergleich zur ungedüngten Kontrolle

In Untersuchungen zur Ausbringung von Jauche in Getreide zeigte sich, dass die effizienteste Verwertung des Düngerstickstoffs bei der Injektion der Jauche mit Hackscharen erzielt wurde (Abb. 1). Neben der Minimierung der gasförmigen Verluste ist davon auszugehen, dass durch die zusätzliche Unkrautkontrolle in dieser Variante die Konkurrenz der Unkräuter verringerte. Die geringste Effizienz ergab sich bei der üblichen Ausbringung mit Prallflächen. Wurden der Jauche sorptionsaktive Substanzen wie bspw. die Tonminerale Bentonit und Zeolith zugesetzt, konnte die Düngerausnutzung zusätzlich gesteigert werden.



Entwicklung im Feldversuch (links) – Umsetzung in der Praxis (rechts)
(Fotos G. Haas)

Eine Steigerung der Stickstoffverwertung aus wirtschaftseigenen Düngern durch wurzelnahe Einarbeitung zeigte sich auch bei der Unterfußdüngung mit Gülle zu Mais. Während die Ausbringung mit Schleppschräuchern nicht ertragswirksam war, führte die Einarbeitung mit dem Gülledrill in mehrjährigen Untersuchungen zu Mehrerträgen zwischen 10 % und 18 %.

Verringerung flüssiger Stickstoff-Verluste

Der Ökologische Landbau weist in zahlreichen Vergleichsuntersuchungen geringere Nitratausträge als bei konventioneller Bewirtschaftung auf. Aber es gibt Schwachpunkte, die mit gezielten Strategien auszuräumen sind. Auf Leitbetrieben werden seit Beginn des Projekts 1994 auf Dauerbeobachtungsflächen (sog. Referenzflächen) Ernteerhebungen und Bodenbeprobungen durchgeführt. Aus den N_{\min} -Herbstbeprobungen konnten das Nitrataustragspotential abgeschätzt und Schwachstellen identifiziert werden. Die untersuchten Betriebe wiesen ein vergleichsweise niedriges Nitrataustragspotential auf. Problembereiche wie der Nitrataustrag nach dem Anbau von Leguminosen und Hackfrüchten, insbesondere nach Kartoffeln, sind erkennbar. Die Nitratgehalte des Bodens können dann deutlich und im Mittel der Fruchtfolgen tendenziell über dem aus Sicht der Trinkwassergewinnung anzustrebenden Wert von 50 kg Nitrat-N/ha liegen.

Praktikerkommentar:

„Die Nährstoffdynamik ist für jeden Betrieb wichtig und interessant. Besonders Verlustquellen müssen geortet und minimiert werden. Gerade in vieharmen Betrieben gibt es weiter Forschungsbedarf zur Nährstoff- und Humusversorgung.“

Bodenbearbeitung im Herbst - Zwischenfrüchte

Die Minderung von Nitratausträgen kann auf das Ziel geringer Stickstoffmineralisierung bzw. geringer Bodennitratgehalte im Herbst eingegrenzt werden. Grundbodenbearbeitung oder Rodung im August/September können auf austragsgefährdeten Standorten problematisch sein. Die durch die Bodenbewegung verursachte Anregung des Bodenlebens kann hohe Mengen an Nitrat freisetzen, welches durch nachfolgende Herbstsaaten nur begrenzt aufgenommen wird. Aus diesem Grund sind bspw. Futterleguminosenbestände, die aus einer Untersaat hervorgehen, aus Sicht des Nitrataustrags günstiger einzuschätzen als Sommerblanksaaten nach vorheriger Bodenbearbeitung. Vor einer Sommerung kann der Nitratgehalt des Bodens über rechtzeitig gesäte Zwischenfrüchte gesenkt und der Stickstoff in organischer Form konserviert werden. Die beiden Bewirtschaftungsmaßnahmen ‚Terminierung der Bodenbearbeitung‘ und ‚Zwischenfruchtbau‘ werden nachfolgend am Beispiel der Leguminosen erläutert.

Körnerleguminosen: Ackerbohnen

Für Ackerbohnen wurden die in Übersicht 1 dargestellten Strategien zur Minderung von Nitratausträgen nach der Ernte entwickelt. Bereits während der Abreife werden unter Körnerleguminosen ansteigende Nitratgehalte im Boden festgestellt. Als besonders vorteilhaft erwiesen sich Untersaaten zur letzten Unkrautkontrollmaßnahme, die sich bereits während der Abreife der Deckfrucht entwickeln und frei werdendes Nitrat aus dem Boden aufnehmen. Für die Umsetzung in die Praxis stellte sich die Frage, wie sicher die Etablierung solcher Untersaaten gelingt und wie hoch die stickstoffkonservierende Wirkung ist.

Übersicht 1: Minderung des Nitrataustrags nach Ackerbohnen

- Gleichmäßige Wurzelverteilung durch engen Reihenabstand.
- Erhöhung von Wurzelichte und Wurzeltiefgang durch Gemengeanbau mit Sommergetreide, damit auch langsamere Nitratfreisetzung nach Ernte.
- Untersaaten oder Stoppelsaaten (u.a. Ölrettich, Senf, Gras).



Untersaat Gelbsenf mit dem letzten Hackgang; Pneumatische Sämaschine mit kleinen Häufelscharen (Fotos G. Haas)

Die Untersuchungen auf den Praxisbetrieben bestätigten, dass hohe Nitratgehalte nach dem Anbau von Ackerbohnen auftreten können. Selbst auf schweren Böden ist mit einer Verlagerung des Stickstoffs in tiefere Bodenschichten zu rechnen, wenn im Herbst Kulturen mit einer geringen Stickstoffaufnahme folgen (Abb. 2). Eine Reduzierung der Bodenbearbeitungsintensität durch einen Verzicht auf den Pflug ergab nur eine geringfügig niedrigere Stickstoff-Freisetzung im Herbst.

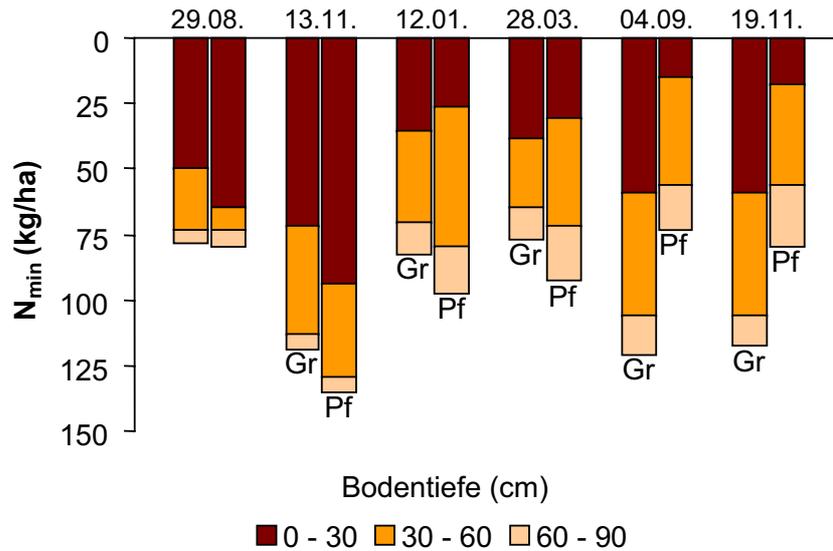


Abb. 2: N_{min}-Gehalt des Bodens unter Winterweizen nach Ackerbohnen nach flacher, nicht wendender Bodenbearbeitung (Gr) bzw. Umbruch mit dem Pflug (Pf) (Coesfeld, tL, 1996)

Auf austragsgefährdeten Böden sollten daher möglichst Zwischenfrüchte aus Unter- oder Blanksaat folgen. Gelingt es, Brassicaceen wie Ölrettich unter Ackerbohnenbeständen zu etablieren, können diese im Gegensatz zu Gräsern in kurzer Zeit hohe Stickstoffmengen im Aufwuchs binden (Abb. 3). Einer Stickstoffmenge von 105 kg/ha im Spross des Ölrettichs standen nur etwa 40 kg/ha im Welschen Weidelgras bzw. Klee gras gegenüber. Auch wenn der Unkraut aufwuchs Stickstoff bindet (Abb. 3), ist der Stickstoffkonservierung durch gezielte Untersaaten der Vorzug zu geben, um eine Zunahme des Unkrautsamenpotentials im Boden und damit des Unkrautdrucks in den Nachfrüchten zu vermeiden.

Praktikerkommentar:

„Ackerbohnen müssen so dicht stehen und so viel Wuchs haben, dass sich keine Unkräuter oder Untersaaten entwickeln können. Die Untersaat ist mir zu unsicher. Falls nach Ackerbohnen eine Sommerung steht, säe ich lieber Senf als Blanksaat.“

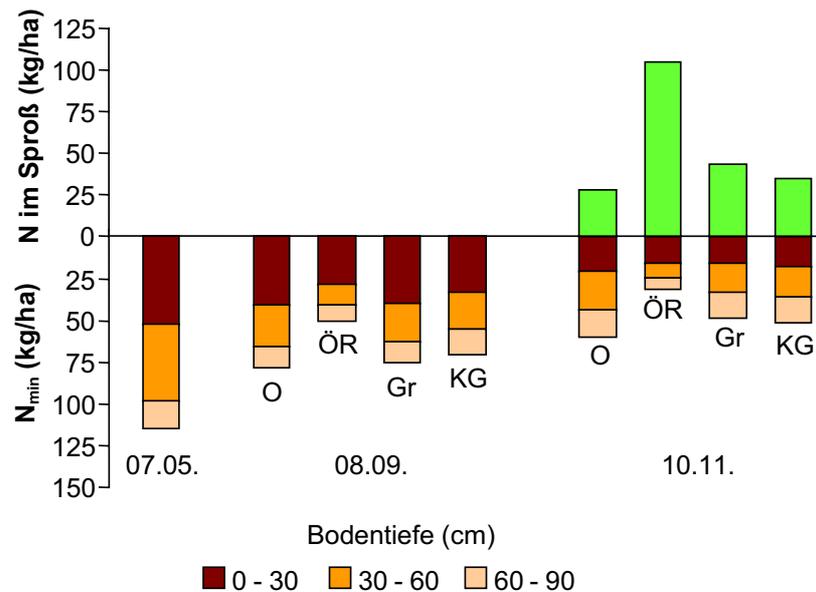


Abb. 3: N_{min}-Gehalt des Bodens unter bzw. nach Ackerbohnen und Stickstoff im Aufwuchs der Untersaaten bzw. des Unkrauts (o: ohne Untersaat, ÖR: Ölrettich; Gr: Welsches Weidelgras, KG: Rotklee; Kreis Viersen sL 1998)

Die Erfahrungen aus den mehrjährigen Untersuchungen zeigen allerdings, dass die Untersaat von Ölrettich nur in einem von sechs Versuchen gelang, während Grasuntersaaten wesentlich sicherer in der Ansaat waren und bis zum Vegetationsende nahezu immer geschlossene Bestände bildeten (Tab. 1). Die Beimischung von Rotklee zur zusätzlichen N₂-Fixierung bewährte sich nicht, da selbst bei gutem Feldaufgang nach der Ernte der Ackerbohnen nur noch wenige Pflanzen vorhanden waren. Der Kornertag der Ackerbohnen und damit auch die N₂-Fixierungsleistung wurde in keinem Fall durch die Untersaat beeinflusst.

Durch Senf als Blanksaat nach der Ernte der Ackerbohnen konnten bis zum Winter 35 bis 50 kg N/ha im Spross akkumuliert und der N_{min}-Gehalt des Bodens auf etwa das Niveau einer Gras-Untersaat gesenkt werden.

Praktikerkommentar:

„Entwickelt sich die Ölrettichuntersaat wie gewünscht, sind die Pflanzen im Herbst so stark verholzt, dass sie kaum zu zerkleinern sind. Bei einer gelungenen Grasuntersaat lässt sich die Narbe im Frühjahr kaum zerstören. Zudem wird der Stickstoff zu langsam freigesetzt, so dass die nachfolgende Kultur unter N-Mangel leidet.“

Tab. 1: N_{min}-Gehalt des Bodens zu Vegetationsende nach Ackerbohnen und Stickstoff im Aufwuchs der Zwischenfrucht

		Standort 1 Kreis Coesfeld, tL				Standort 2, Kreis Viersen, sL	
		1995	1996	1997	1998	1997	1998
Ohne Untersaat	N im Spross	– ¹⁾	–	–	–	22 ²⁾	28 ²⁾
	N _{min} -Gehalt	79	59	97	–	37	61
Untersaat Ölrettich	N im Spross	Untersaat abgestorben				abgest.	105
	N _{min} -Gehalt					38	32
Untersaat Gras	N im Spross	abgest.	79	64	abgest.	40	40
	N _{min} -Gehalt		18	43		22	49
Blanksaat Senf	N im Spross	–	35	50	nicht möglich ³⁾	–	–
	N _{min} -Gehalt		27	40			

1) nicht untersucht 2) Unkrautaufwuchs 3) witterungsbedingt nicht möglich

Praxisempfehlungen

- Nach dem Anbau von Ackerbohnen traten an zwei Standorten hohe Nitratgehalte des Bodens auf, die standortangepasste Strategien zur Vermeidung von Verlusten notwendig machten. Auf austragsgefährdeten Standorten ist der Anbau von Wintergetreide aufgrund der durch die Bodenbearbeitung im Herbst angeregten Stickstoffmineralisierung kritisch.
- Die Untersaat von Ölrettich in dichte Ackerbohnenbestände ist sehr unsicher und nicht empfehlenswert.
- Grasuntersaaten sind vglw. sicher in der Ansaat und nehmen nennenswerte Stickstoffmengen aus dem Boden auf. Sie sollten dort eingesetzt werden, wo die Blanksaat von Zwischenfrüchten unsicher oder nicht effizient genug ist (Sommertrockenheit bzw. späte Ernte der Ackerbohnen).
- Die Blanksaat von Senf wird empfohlen, wenn Untersaaten nicht ansaatwürdig sind oder nicht etabliert werden können.

Futterleguminosen: Rotkleegras

Der Bodennitratgehalt unter Futterleguminosenbeständen ist etwa so hoch wie unter ungedüngten Wiesen (weniger als 20 kg Nitrat-N/ha). Kritisch kann der Bestandesumbruch im Herbst sein, wenn die Nachfrucht das im Boden freigesetzte Nitrat über Winter nicht genügend aufnehmen kann. Auf leichten oder mittleren Standorten mit hohen Winterniederschlägen ist der Umbruch deshalb erst im Frühjahr zu einer Sommerkultur anzuraten. Abbildung 4 zeigt die deutlich erhöhten Nitratgehalte des Bodens nach Herbstfurche zu Winterweizen im Vergleich zum intakten Klee gras vor Sommerweizen. Durch einen so genannten heilen Umbruch, d.h. Umbruch des Klee grasses ohne vorherige Zerstörung der Narbe, konnte die Stickstoff-Freisetzung nicht wie erwartet verlangsamt werden. Die Stickstoffeffizienz der untersuchten Systeme war etwa gleich, wobei der Winterweizen aufgrund des höheren Ertrags tendenziell mehr Stickstoff über Korn und Stroh entzog als der Sommerweizen.

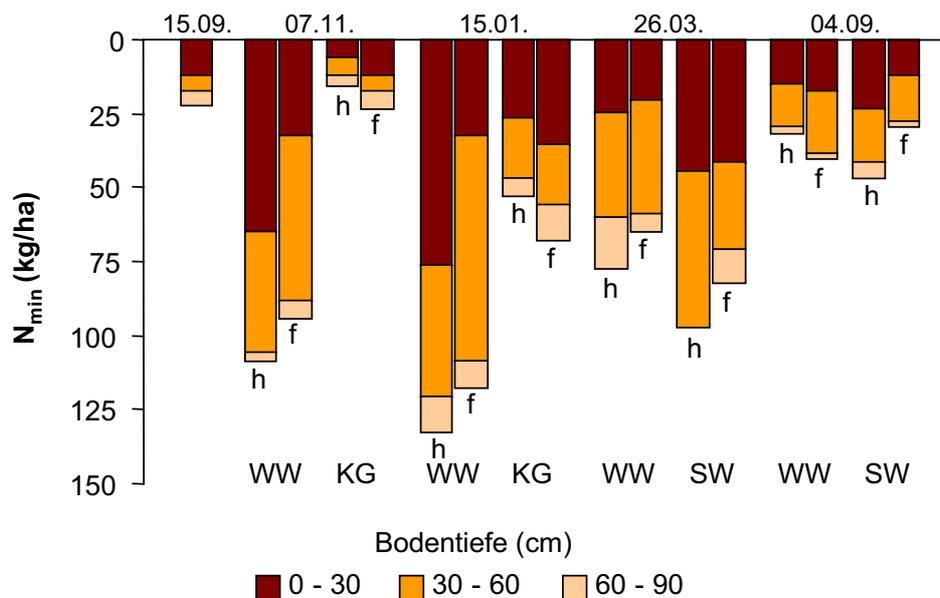


Abb. 4: N_{min}-Gehalt des Bodens unter Winter- (WW) und Sommerweizen (SW) nach Rotkleegras (KG) und differenzierter Bodenbearbeitung; h: Pflug (heiler Umbruch) f: flache Bodenbearbeitung + Pflug (Standort Lippe, uL, 1996/97)

Auf leichten Böden wird in der Regel neben der Verringerung des Stickstoffaustrags über Winter durch Verschieben des Umbruchtermins ins Frühjahr auch gleichzeitig der Ertrag erhöht. (Abb. 5). Die bereits im Kapitel Getreidebau gezeigten vglw. hohen Rohprotein-gehalte des Kornes bei Sommerweizen bedeuten zusammen mit dem höheren Kornertrag eine gesteigerte Stickstoffeffizienz dieses Systems auf leichten Standorten. Die Minderung von Stickstoffverlusten entlastet somit den Naturhaushalt und gewährleistet gleichzeitig den Betriebserfolg.

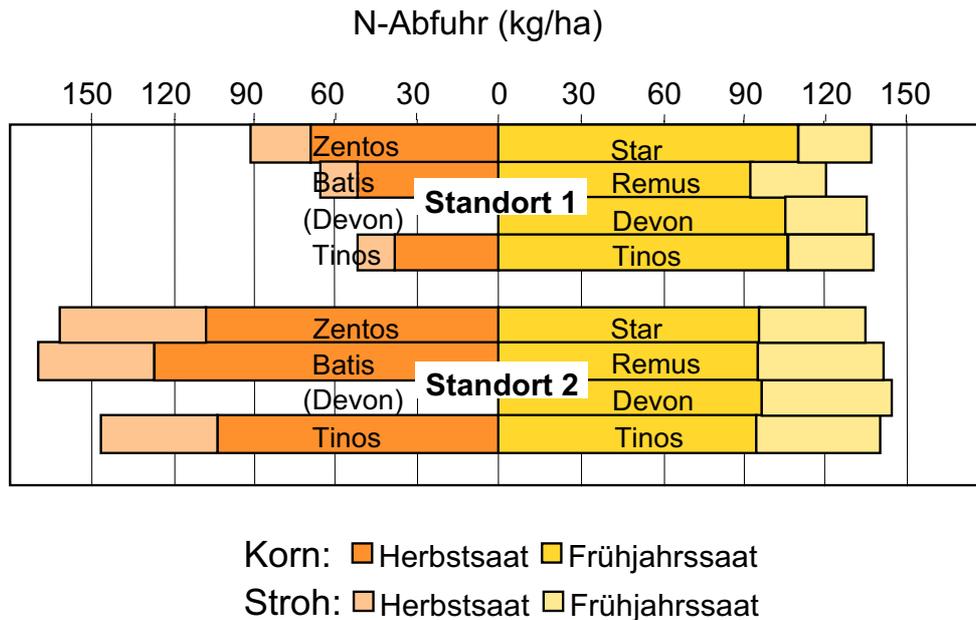


Abb. 5: N-Abfuhr mit Korn und Stroh von Winter- bzw. Sommerweizen nach Rotklee-gras, Umbruch jeweils kurz vor der Aussaat (Standort 1: Gütersloh, IS; Standort 2: Lippe, uL; 1997)

Praxisempfehlungen

- Auf leichten oder mittleren Standorten mit ergiebigen Winterniederschlägen sollte Klee-gras erst im Frühjahr zu einer Sommerkultur umgebrochen werden.
- Ist kein Frühjahrsumbruch möglich, sollte eine späte Herbstfurche mit 'heilem Umbruch' durchgeführt werden.
- Auf tiefgründigen Böden mit hoher Wasserspeicherfähigkeit oder Standorten mit geringen Winterniederschlägen ist die Gefahr des Nitrataustrages bei Herbstumbruch gering. Die Bodenbearbeitung im Herbst ist deshalb nicht generell nachteilig.

Zwischenfrüchte über Winter

Auf leichten Standorten mit ausreichenden Niederschlägen wie im maritim geprägten Klima des Rheinlandes können bis Ende August gesäte wüchsige Zwischenfruchtbestände hohe Bodennitratgehalte senken. In Regionen mit im Winter wechselweisen Frost- und Wärmeperioden (z.B. im Rheinland) sind allerdings winterharte Zwischenfrüchte zu bevorzugen, um frei werdendes Nitrat aufnehmen zu können. Werden nicht winterharte Zwischenfrüchte eingesetzt, sollte auf leichten Böden der Aufwuchs abgefahren werden. Untersuchungen auf einem Sandstandort zeigten beispielsweise, dass durch die Abfuhr von 110 kg N/ha über eine Ölrettich-Zwischenfrucht der N_{\min} -Gehalt des Bodens ausgangs des Winters gesenkt

werden kann, ohne den Ertrag der Nachfrucht Kartoffeln negativ zu beeinflussen (Tab. 2). Der Einfluss auf den N_{\min} -Gehalt des Bodens nach der Ernte der Kartoffeln war allerdings gering.

Tab. 2: N_{\min} -Gehalt des Bodens unter Ölrettich-Zwischenfrucht nach Sommerweizen (1996) und nachfolgenden Kartoffeln (1997) (Standort: Kleve, IS)

Ölrettich	28.01.1997	14.03.1997	16.05.1997	28.10.1997	26.11.1997
belassen	79	162	244	116	140
abgeräumt	82	124	215	107	130

Wird die Nachfrucht aber vglw. spät geerntet, können sich Zwischenfrüchte oft nicht ausreichend entwickeln, um nennenswerte Mengen an Stickstoff aus dem Boden aufzunehmen. Untersuchungen in Westfalen-Lippe zur Eignung von Zwischenfrüchten nach dem Anbau von Kartoffeln zeigten, dass bei einer Aussaat Ende August Winterroggen und Ölrettich den N_{\min} -Gehalt des Bodens deutlich senken und 92 bzw. 83 kg N/ha im Aufwuchs binden konnten (Abb. 6). Phacelia und die Leguminosen Sommer- und Winterwicke waren weniger effizient. An den niedrigen N_{\min} -gehalten des Bodens unter Grünroggen im Frühjahr zeigt sich die relative Vorzüglichkeit der winterharten Zwischenfrucht gegenüber Ölrettich, wo erhöhte N_{\min} -Gehalte insbesondere in der untersten Beprobungsschicht auf Nitratausträge hindeuten.

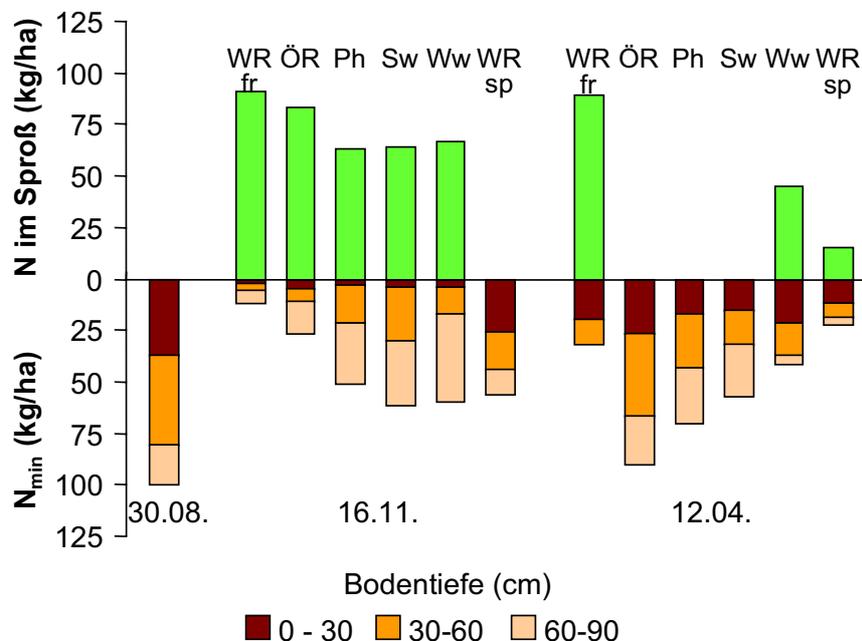


Abb. 6: N_{\min} -Gehalt des Bodens nach dem Anbau von Kartoffeln unter verschiedenen Zwischenfrüchten und Stickstoff in der Sprossmasse (WR fr/sp: Winterroggen früh/spät; ÖR: Ölrettich; Ph: Phacelia, Sw: Sommerwicke, Ww: Winterwicke; Aussaat Zwischenfrucht: 31.08.2000; WR spät: 25.10.2000)

Praxisempfehlungen:

- Auf leichten Böden: Anbau von Leguminosen-Zwischenfrüchten nur im Gemenge mit Nichtleguminosen.
- Bei überwinternden Zwischenfrucht-Gemengen: Beimischung mindestens einer winterharten Art.
- Umbruch erst im Frühjahr. Herbstumbruch nur nach vorhergehender Schnittnutzung.

Als eine Lösungsmöglichkeit zur Reduzierung des Stickstoffaustrags nach spät geernteten Kartoffeln wurde das Verfahren der Untersaat in Kartoffeln entwickelt, welches im Kapitel 'Untersaaten in Kartoffeln' ausführlich dargestellt wird.



Landsberger Gemenge in der Blüte (Foto: G. Haas)

Fazit

Die auf Leitbetrieben durchgeführten Untersuchungen zur Minderung von Stickstoffverlusten dienten dazu, die Ergebnisse wissenschaftlicher Primärarbeiten (s. Literatur) im Sinne des Wissenstransfers auf Praxisbetrieben zu erproben und zu demonstrieren. Die gezeigten Ergebnisse stehen weitgehend im Einklang mit diesen Primärarbeiten. Es zeigte sich, dass unmittelbar ertrags- oder qualitätssteigernde Maßnahmen wie der Frühjahrsumbruch von Klee gras auf

leichten Böden oder die Gülleausbringung mit Schleppschläuchen einfacher in die Praxis umzusetzen sind als Maßnahmen, bei denen eine Verringerung von Stickstoffverlusten erst längerfristig zu einer Steigerung der Produktivität führt. Vielfach erschweren Zielkonflikte wie der zwischen dem Anbau von Zwischenfrüchten zur Stickstoffkonservierung und der zeitgerechten Bestellung der Nachfrucht oder wiederholter Stoppelbearbeitung zur Unkrautkontrolle zusätzlich die Umsetzung dieser Maßnahmen. Da die ökologische Bewirtschaftung – wie die Untersuchungen auf Praxisschlägen ergaben - nicht *per se* verlustarm ist, erscheint es notwendig, auch weiterhin Strategien zur Verlustminderung an den Einzelbetrieb anzupassen und die Beratung gezielt darauf abzustimmen.

Literatur

- BERG, M. 2003: Nitrataustrag bei unterschiedlicher Bodennutzung: Organischer, Integrierter und Konventioneller Landbau im Vergleich (vorläufiger Arbeitstitel). Diss. agr., Institut für Organischen Landbau, Univ. Bonn, in Vorbereitung.
- FABENDER, K. 1998: Strategien zur Reduzierung von Nitratverlagerungen auf ökologisch wirtschaftenden Betrieben im ersten und zweiten Jahr nach Kleeergrasumbruch. Verlag M. Wehle, Witterschlick/Bonn.
- HAAS, G., M. BERG, U. KÖPKE 1998: Grundwasserschonende Landnutzung – Vergleich der Acker-nutzungsformen Konventioneller, Integrierter und Organischer Landbau, Vergleich der Land-nutzungsformen Ackerbau, Grünland (Wiese) und Forst (Aufforstung). Projekt Deutsche Bun-desstiftung Umwelt, Schriftenreihe Institut für Organischen Landbau, Verlag Dr. Köster, Berlin.
- HAAS, G. 2001: Organischer Landbau in Grundwasserschutzgebieten: Leistungsfähigkeit und Optimierung des pflanzenbaulichen Stickstoffmanagements. Schriftenreihe Institut für Organi-schen Landbau, Verlag Dr. Köster, Berlin.
- HEß, J. 1989: Kleeergrasumbruch im Organischen Landbau – Stickstoffdynamik im Fruchtfolgeglied "Kleeergras – Kleeergras – Weizen – Roggen". Diss. agr., Univ. Bonn.
- HEß, J. 1995: Residualer Stickstoff aus mehrjährigem Feldfutterbau: Optimierung seiner Nutzung durch Fruchtfolge und Anbauverfahren unter den Bedingungen des Ökologischen Landbaus. Habilitationsschrift Univ. Bonn, Wissenschaftlicher Fachverlag, Gießen.
- JUSTUS, M. 1996: Optimierung des Anbaues von Ackerbohnen: Reduzierung von Nitratverlusten und Steigerung der Vorfruchtwirkung zu Sommergetreide. Schriftenreihe Institut für Organi-schen Landbau, Verlag Dr. Köster, Berlin.
- KÖNIG, U. 1996: Zwischenfruchtanbau von Leguminosen – Verfahren zur Minimierung der Nitratausträge und Optimierung des N-Transfers in die Folgefrüchte. Schriftenreihe Institut für biologisch-dynamische Forschung, Band 6, Darmstadt.

Bibliographische Angaben zu diesem Dokument:

Berg, Martin und Haas, Guido und Leisen, Edmund und Schenke, Holger (2003)
Stickstoffmanagement im ökologisch wirtschaftenden Betrieb: Minderung von
Stickstoffverlusten [Management of Nitrogen on organic farms: minimising Nitrogen losses],
in *Dokumentation 10 Jahre Leitbetriebe Ökologischer Landbau in Nordrhein-Westfalen*.
Schriftenreihe des Lehr- und Forschungsschwerpunktes „Umweltverträgliche und
Standortgerechte Landwirtschaft“ Nr. 105, Seite(n) 64-75. Landwirtschaftskammer
Rheinland, Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe, Institut für Organischen Landbau der
Universität Bonn.

Das Dokument ist in der Datenbank „Organic Eprints“ archiviert und kann im Internet unter
<http://orgprints.org/00002298/> abgerufen werden.

Kartoffelanbau

*Andreas Paffrath, Edmund Leisen, Alfons Peine, Christine Vorländer,
Martin Berg & Daniel Neuhoff*

1 Einleitung

Für viele ökologisch wirtschaftende Betriebe ist die Kartoffel sowohl eine wertvolle Kultur in der Fruchtfolge als auch ein betriebswirtschaftlich wichtiges Standbein. Auf elf der dreizehn Leitbetriebe werden Kartoffeln in unterschiedlich starkem Ausmaß angebaut. Gemäß ihrer hohen Bedeutung ist sie deshalb bis heute ein Schwerpunkt im „Projekt Leitbetriebe Ökologischer Landbau in Nordrhein-Westfalen“.



Die Kartoffel ist eine wichtige Kultur in vielen ökologischen Fruchtfolgen

Um einen besseren Überblick über den Kartoffelanbau und dessen Probleme zu bekommen, wurde 1997 bei ökologisch wirtschaftenden Landwirten in Nordrhein-Westfalen eine Umfrage durchgeführt. Es beteiligten sich 35 Betriebe, die insgesamt 170 ha Kartoffelanbaufläche bewirtschafteten. Über 80 % dieser Betriebe haben einen Hofladen, 57 % vermarkten auch oder ausschließlich über den Groß- und Einzelhandel, zwei Betriebe liefern auch an Weiterverarbeiter. Als wichtiges Anliegen wünschten sich die Landwirte bessere Informationen zur Sortenwahl speziell für den Ökologischen Landbau. Die beteiligten Landwirte hatten 26 verschiedene Sorten im Anbau, davon wurde aber nur etwa die Hälfte von mehreren Landwirten angebaut bzw. nahmen einen nennenswerten Flächenanteil ein (siehe Tabelle 1).

Tab. 1: Kartoffel-Sortenspektrum auf ökologisch wirtschaftenden Betrieben in NRW
(Umfrage 1997/1998, 35 Betriebe, Gesamt-Anbaufläche 170 ha)

Sorte	Anbaufläche %	Anzahl Betriebe
Granola	8,6	22
Linda	6,9	15
Aula	1,4	12
Nicola	23,2	11
Cilena	7,1	10
Christa	5,0	8
Solara	2,2	8
Charlotte	11,7	7
Climax	4,0	1
Agria	1,6	7
Leyla	1,1	6
Gloria	2,9	6
Hansa	11,1	5
Sava	6,5	4

*weitere Nennungen mit geringem Flächenanteil: Secura, Cinja, Exempla, Rosara, Atica, Forelle, Arnika, Juliette, Selma, Qarta, Desiree, Junior

Granola, Linda und **Aula** waren in der Rangfolge die drei Sorten, die von den meisten Betrieben angebaut wurden, aber insgesamt nur einen geringen Anteil an der Anbaufläche einnahmen (v.a. die mehlig-kochende **Aula** mit 1,4 % für einen kleinen Verbraucherkreis). Dieser Sachverhalt zeigt, dass damit hauptsächlich die Verbraucherwünsche in der Direktvermarktung befriedigt werden. Die Sorten **Nicola, Charlotte** und **Hansa**, die vorwiegend an Großhandel oder Verarbeiter geliefert werden, nahmen den höchsten Flächenanteil ein. Um dem Frühkartoffelmarkt gerecht zu werden, wurde die Sorte **Christa** am häufigsten vor den Sorten **Leyla** und **Gloria** angebaut. Von allen Betrieben wurde die Kraut- und Knollenfäule (*Phytophthora infestans*) als Hauptproblem des Kartoffelanbaus angegeben. Als weitere Krankheiten wurden mit 29 bzw. 23 % Schorf und Y-Virus genannt. Die wichtigsten Schädlinge waren Kartoffelkäfer und Drahtwürmer.

Tab. 2: Probleme mit Krankheiten und Schädlingen im ökologischen Kartoffelanbau (Umfrage 1997/1998, 35 Betriebe)

Krankheiten	Anzahl Betriebe	%
Kraut- und Knollenfäule	35	100
Schorf	10	29
Virus	8	23
Alternaria	3	9
Eisenfleckigkeit	3	9
Schwarzbeinigkeit	1	3
Schädlinge		
Kartoffelkäfer	22	63
Drahtwürmer	11	31

Die Umfrage war damals eine wichtige Grundlage für die Untersuchungen im Rahmen des Leitbetriebprojektes. Seither wurden zahlreiche Versuche in den Bereichen Sortenwahl, Phytophthoraregulierung, Vorkeimung, Nährstoffversorgung, Einsatz von Pflanzenstärkungsmitteln, Bestandesdichte und Qualitätssicherung durchgeführt. Die Ergebnisse hierzu werden nachfolgend dargestellt.

2 Sortenwahl

Mit einer geeigneten Sortenwahl kann die Grundlage für einen guten Betriebserfolg geschaffen werden. Krankheitsresistente bzw. -tolerante Sorten erhalten im Ökologischen Landbau den Vorzug. Allerdings spielen noch viele andere Faktoren eine Rolle, welche die Sortenwahl beeinflussen. Neben den Standortbedingungen wie Bodenverhältnisse, Wasserversorgung, Temperaturverlauf und Nährstoffnachlieferung stellen insbesondere die Verbraucherwünsche ein wichtiges Kriterium dar. Diese sind regional oft sehr unterschiedlich. In Nordrhein-Westfalen werden rundovale bis langovale, festkochende Sorten mit glatter Schale, flacher Augentiefe und gelber Fleischfarbe bevorzugt. Mit Ausnahme von Frühkartoffeln wird meist auch eine gute bis sehr gute Lagerfähigkeit gewünscht. Und nicht zuletzt muss die

Sorte natürlich auch geschmacklich den Verbraucher überzeugen. Für Verarbeitungskartoffeln gelten oft ganz spezielle Anforderungen an die Sorteneigenschaften. Da es keine Sorten gibt, die alle Anforderungen erfüllen, muss jeder Landwirt eine geeignetes Sortenspektrum auswählen.

Um die Eigenschaften der Sorten auch unter den Anbaubedingungen des Ökologischen Landbaus zu prüfen, werden seit 1997 Sortenprüfungen durchgeführt. Auf einem Standort mit sandigem Lehm im Kreis Viersen wird regelmäßig ein faktorieller Sortenversuch angelegt. Auf mehreren Leitbetrieben finden Sortendemonstrationen statt, davon regelmäßig auf einem Leitbetrieb im Kreis Minden und im Kreis Gütersloh. Die Auswahl der zu prüfenden Sorten richtet sich nach regionalen Gegebenheiten. Die Verrechnungssorten werden bundesweit mit den Versuchsanstellern zum Ökologischen Landbau abgestimmt.

Die Versuchsjahre waren durch unterschiedliche, z.T. extreme Witterungsverhältnisse geprägt. Von schlechten und späten Pflanzbedingungen über Trockenheit, stark schwankende Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse bis hin zu schlechten Erntevoraussetzungen und nicht zuletzt unterschiedlich starkem Krautfäuledruck war jedes Jahr durch besondere Verhältnisse geprägt, wodurch die Kartoffelerträge und -qualitäten mehr oder weniger stark beeinflusst wurden.

Bei den Sortenprüfungen im Kreis Viersen wurden im Mittel der Verrechnungssorten (**Agria**, **Linda**, **Exempla**) 1998 mit 197 dt/ha der geringste, im Jahr 2001 mit 433 dt/ha der höchste Marktertrag geerntet. Im Mittel der Jahre lag dieser bei 297 dt/ha. Insgesamt wurden in den letzten sechs Jahren 29 verschiedene Sorten vorwiegend in der Reifegruppe früh und mittelfrüh mit Ertragsleistungen zwischen 250 und 450 dt/ha geprüft. Bei der Bonitur der Krautfäule zeigten v.a. die Sorten **Steffi**, **Solara**, **Simone** und **Bolero** eine geringe Anfälligkeit, während **Cilena**, **Charlotte** und **Princess** meist sehr stark befallen waren (Tabelle 3 und 5). Die Sorten **Princess**, **Nicola** und **Milva** zeigten, dass ein früher Knollenansatz einen größeren Einfluss auf die Ertragsleistung haben kann als eine hohe Phytophthorateranz. Basierend auf den Relativerträgen wiesen die Sorten **Steffi**, **Simone**, **Nicola** und **Milva** das höchste Ertragsniveau auf (Tabelle 3 und 4).

Aurelia, **Cilena** und **Charlotte** wiesen nicht nur die geringsten Erträge, sondern auch den höchsten Anteil an Untergrößen auf. **Agria** hatte den höchsten Anteil Übergrößen, aber auch **Bolero** und **Simone** zeigten die Tendenz zu einem höheren Anteil Übergrößen (Tabelle 3 und 4). Bei den auf einigen Leitbetrieben ohne Wiederholungen durchgeführten Sortendemonstrationen zeigten die verschiedenen Sorten in der Relation vergleichbare Ertrags-tendenzen.

Kartoffelanbau

Tab. 3: Ertrag und Stärkegehalt von Kartoffelsorten – Ergebnisse aus den Jahren 1999–2002, Standort: Kreis Viersen

Sorte	Reife- gruppe	Rohertrag dt/ha					marktfähiger Ertrag relativ*					Stärke %				
		1999	2000	2001	2002	Mittel	1999	2000	2001	2002	Mittel	1999	2000	2001	2002	Mittel
Aurelia	f	302	285	364		317	63	61	70		64	12,7	16,0	13,1		13,9
Charlotte	f	279	264			272	74	83			79	11,7	12,9			12,3
Cilena	f	360	239			299	112	64			88	11,4	12,0			11,7
Exempla*	f	286	274	402	245	302	80	80	95	91	87	12,6	15,0	13,0	13,9	13,6
Marabel	f			439	295	367			101	129	115			12,6	12,4	12,5
Princess	f		379	382	287	350		132	87	119	112		11,1	11,7	11,1	11,3
Agria*	mf	406	359	469	259	373	138	127	110	113	122	12,9	14,7	14,6	12,8	13,8
Bolero	mf			457	286	372			106	122	114			11,4	12,0	11,7
Granola	mf	390	331			361	132	102			117	11,9	14,1			13,0
Linda*	mf	318	316	429	252	329	106	93	95	96	98	12,2	14,0	14,4	15,1	13,9
Milva	mf	345	444	465		418	116	157	108		127	12,1	13,4	12,0		12,5
Nicola	mf	401	356	516	259	383	127	116	121	98	115	12,5	13,9	12,0	14,7	13,3
Simone	mf	434	429	535	285	420	135	144	118	119	129	11,4	13,6	12,4	12,9	12,6
Steffi	mf			469	428	449			105	187	146				14,9	
Camilla	mf				266					114					15,3	
Ditta	mf				285					111					13,0	
Esprit	mf				323					137					12,6	
Laura	mf				268					110					12,1	
Standardmittel*		337	316	433	252	335	100	100	100	100	100	12,6	14,6	14,0	13,9	11,8

*Verrechnungssorten: 1999-2002 Exempla, Agria, Linda

Tab. 4: Sortenversuche Kartoffeln – Ökologischer Landbau, Kreis Viersen 1997–2002

Ertragsniveau (dt/ha)								
Sorte	hoch		Sorte	mittel		Sorte	gering	
	Min	Max		Min	Max		Min	Max
Steffi	428	469	Bolero	286	457	Aurelia	285	364
Gambria	345	436	Marabell	295	439	Cilena	184	360
Simone	285	535	Agria	259	469	Charlotte	184	360
Nicola	368	259	Princess	287	382	Aula	201	214
Milva	345	465	Solara	257	292			
			Granola	255	390			
			Juliette	228	285			
			Linda	234	429			
			Exempla	245	402			

Untergrößen in %								
Sorte	niedrig		Sorte	mittel		Sorte	hoch	
	Min	Max		Min	Max		Min	Max
Milva	2	5	Princess	5	9	Juliette	10	24
Bolero	3	6	Simone	8	10	Cilena	9	28
Agria	1	5	Solara	1	9	Charlotte	16	24
Steffi	4	6	Granola	1	17	Aurelia	20	43
			Aula	5	11			
			Nicola	2	16			
			Linda	3	21			
			Exempla	1	22			

Übergrößen in %								
Sorte	niedrig		Sorte	mittel		Sorte	hoch	
	Min	Max		Min	Max		Min	Max
Aurelia	0	2	Linda	2	14	Agria	4	35
Juliette	1	1	Granola	2	18			
Exempla	0	5	Princess	3	17			
Aula	2	3	Simone	5	19			
Nicola	0	8	Bolero	7	19			
Solara	4	4						
Steffi	3	5						
Charlotte	0	7						

Tab. 5: Anfälligkeit für Krautfäule (Kartoffelsortenprüfung, Kreis Viersen 1997/2002)

Bonitierte Anfälligkeit für Phytophthora	
sehr gering bis gering	Steffi (2)
gering	Simone (4), Bolero (2), Solara (2)
gering bis mittel	Agria (6), Aula (2), Granola (4), Milva (3), Nicola (6)
mittel	Aurelia (3), Cilena (3), Exempla (4), Juliette (2), Linda (5)
mittel bis hoch	Charlotte (3), Princess (3)

() = Anzahl Prüffahre

Außer der Krautfäule wurde auf diesem Standort in den Prüffahren nur ein geringer Krankheitsdruck bei allen Sorten bonitiert. Wachstumsrisse traten verstärkt im Jahr 1998 auf. Besonders betroffen war davon die Sorte **Agria**, aber auch **Solara**, **Cilena** und **Linda** zeigten eine erhöhte Tendenz zu Wachstumsrissen. Schorfanfälligkeit zeigten hauptsächlich **Simone** und **Agria**. Braunfäule wurde nur im Jahr 2000 beobachtet, **Princess**, **Simone**, **Milva** und **Linda** waren davon am stärksten befallen.

Besondere Erhebungen zur Anfälligkeit für Schorf und Eisenfleckigkeit werden auf einem Betrieb in Rheda-Wiedenbrück seit 1999 durchgeführt. Auf diesem Sandstandort mit Ortstein (AZ 25–30) und Besatz mit der Wurzelnematode *Trichodorus* können verstärkt Eisenfleckigkeit und Schorf auftreten. Der Befall war bei den einzelnen Sorten jahresabhängig unterschiedlich hoch. Tabelle 6 zeigt den mittleren Befall von mindestens zwei Prüffahren.

Tab. 6: Befall mit Schorf und Eisenfleckigkeit auf einem gefährdeten Standort. (Sortendemonstrationen Ökologischer Landbau Kreis Rheda-Wiedenbrück, Mittel von 2–3 Prüffahren).

Krankheit	Befallshöhe	Sorte
	kein Befall	
Schorf	gering-mittel	Linda, Nicola, Exempla, Charlotte, Juliette, Milva, Donella, Secura
	stark	Agria, Baltica, Simone
	kein Befall	Aurelia, Karlena, Linda
Eisenfleckigkeit	gering-mittel	Cilena, Filea, Sativa, Sava, Simone, Astoria, Belana, Exempla, Steffi
	stark	Princess, Marabel, Juliette, Milva, Granola, Nicola, Agria

Die Untersuchungen zeigen, dass die Einstufungen nach der Bundessortenliste nur ein Mittel verschiedener Standorte sind und der Krankheitsbefall v.a. auf Extremstandorten bei einzelnen Sorten deutlich abweichen kann.

Empfehlungen zur Sortenwahl

Agria:

Die vorwiegend festkochende Sorte besitzt sehr gute Lagereigenschaften und brachte in den letzten Jahren überdurchschnittliche Roherträge. Sie neigt zu einem hohen Anteil an Übergrößen und zu Wachstumsrissen. Auch Hohlherzigkeit und Eisenfleckigkeit sind auf den Versuchsflächen vereinzelt zum Problem geworden. Weiterhin ist sie auch vergleichsweise stark anfällig für Schorf.

Charlotte:

Die häufig angebaute Salatsorte präsentierte sich in den Jahren 1998 und 1999 als äußerst phytophthoraanfällig mit geringen Erträgen und einem hohen Anteil kleiner Knollen. Sie benötigt eine gute, ausgeglichene Nährstoff- und Wasserversorgung.

Cilena:

Bei dieser frühen festkochenden Sorte war in den drei Prüffahren 1997 bis 1999 das Laub aufgrund des Phytophthorabefalls immer vor allen anderen Sorten abgestorben: In den letzten Jahren lag sie ertraglich deutlich unter dem Durchschnitt. Im Jahr 1999 konnte sie allerdings überdurchschnittliche Markterträge verzeichnen.

Ditta:

Bundesweit hat diese festkochende Sorte auch im Ökologischen Landbau an Bedeutung gewonnen. 2002 war sie zum ersten Mal in der Sortenprüfung und erzielte bei einer mittleren Phytophthoraanfälligkeit hohe Erträge, allerdings mit einem höheren Anteil an Untergrößen. Sie hat schöne langovale, glattschalige Knollen. Ihre helle Fleischfarbe wird allerdings nicht in allen Regionen geschätzt.

Esprit:

Diese ovale, vorwiegend festkochende Sorte mit gelbem Fleisch wurde erst in einem Versuchsjahr geprüft. Sie brachte einen überdurchschnittlichen Marktertrag, zeigte aber gegenüber den anderen Sorten einen höheren Schorfbefall.

Exempla:

Auch wenn sie geschmacklich oft sehr gut abschneidet, so enttäuschte sie im Anbau in den letzten Jahren mit unterdurchschnittlichen Erträgen und einem hohen Anteil kleiner Knollen. In den Versuchen wies sie eine geringe Schorfempfindlichkeit auf, tendierte jedoch zu höheren Stärkegehalten.

Granola:

Aufgrund ihrer hervorragenden Lagereigenschaften von vielen Landwirten mitangebaut, bewies sie in den Jahren 1997 bis 1998 relativ hohe Phytophthoratoranz. Auch unter den extremen Witterungsbedingungen der Jahre 1998 und 1999 hatte sie kaum Mängel und brachte stabile, zum Teil überdurchschnittliche Erträge.

Laura:

Rotschalige Sorten haben sich einen kleinen Liebhaberkreis erobert. Die vorwiegend festkochende Laura brachte hohe Erträge bei guter Sortierung und guter Knollenqualität.

Linda:

Die gut schmeckende immer noch beliebte Salatsorte hat in den Sortenprüfungen nur mittlere Ertragsleistungen und geringe Mängel. Sie kann auf äußere Einflüsse aber sehr empfindlich reagieren. Sie ist besonders anfällig gegen Y-ntn Virus und Nabelendfäule.

Marabel:

Der Anbau dieser Sorte nimmt immer mehr zu. Die vorwiegend festkochende Sorte, mit schönen formstabilen Knollen, erzielte in bisher zwei Prüfjahren gute, z.T. überdurchschnittliche Erträge. Im bundesweiten Vergleich zeigte sie jahres- und standortabhängig einen höheren Anteil an Übergrößen. Auf leichteren Standorten trat vereinzelt auch Eisenfleckigkeit auf.

Nicola:

Eine im Ökologischen Landbau sehr zuverlässige Sorte. Sie setzt früh die Knollen an und brachte im Mittel der letzten Jahre überdurchschnittliche Erträge, wenig Mängel und einen hohen Anteil mittelgroßer Knollen. Die Sorte ist anfällig für Eisenfleckigkeit und Y-ntn Virus.

Princess:

Sie ist eine frühe Salatsorte mit dunkelgelber Fleischfarbe und ovalen Knollen mit genetzter Schale. Sie hat einen frühen Knollenansatz und brachte daher trotz höherer Krautfäuleanfälligkeit in den letzten 3 Jahren überdurchschnittliche Erträge. Ihr stets niedriger

Stärkegehalt hat in manchen Jahren Vorteile, kann aber auch zum Problem werden. Auf Betrieben, die Probleme mit Eisenfleckigkeit haben, sollten erst eigene Erfahrungen auf kleinen Anbauflächen gesammelt werden.

Simone:

Die langovale, festkochende Sorte mit flachen Augen und dunkelgelber Fleischfarbe erzielte auch im fünften Prüfwahl überdurchschnittliche Erträge und präsentierte sich ebenfalls wieder ausgesprochen blattgesund. Mit schwankenden Witterungsbedingungen scheint sie aber nur schlecht zurecht zu kommen und ist daher für günstige Standorte deutlich besser geeignet. Auf schorfgefährdeten Standorten sollte sie nicht oder nur mit Beregnung angebaut werden.

Steffi:

Die vorwiegend festkochende Steffi hat eine ovale Knolle und gelbe Fleischfarbe. Nach bisher zweijähriger Prüfung zeigte sie eine ausgesprochen hohe Krautfäuletoleranz und hohe Erträge. Sie braucht dementsprechend auch eine längere Abreifezeit. Vielleicht ein Grund, warum sie geschmacklich sehr stark schwankt. Auf schorfgefährdeten Standorten sollte sie vorsichtig ausprobiert werden.

Fazit

Die Sortenwahl ist im Ökologischen Landbau eine besonders wichtige Maßnahme, Krankheitsdruck zu minimieren und Erträge und Qualitäten zu sichern. Unter Berücksichtigung aller genannten Kriterien sollten die jeweiligen Standortvoraussetzungen Beachtung finden. Für die Zukunft wird sicherlich auch entscheidend sein, welche Sorten in ausreichender Menge als ökologisches Pflanzgut zu erhalten sind.

Speisewerttests

Seit 1997 werden im Rahmen des Projektes Leitbetriebe Ökologischer Landbau in Nordrhein-Westfalen Kartoffelsorten unter ökologischen Anbaubedingungen geprüft. Vorrangiges Ziel hierbei ist es, solche Sorten zu finden, die für den Ökologischen Landbau besonders gut geeignet sind. Hohe Krankheitsresistenz, früher Knollenansatz, gutes Nährstoffausnutzungsvermögen, geringe Beschädigungsempfindlichkeit und günstige Lager-eigenschaften sind hierbei die Hauptkriterien. Aber auch bei besten Anbaueigenschaften

müssen die Sorten letztendlich Zuspruch beim Verbraucher und dem Handel finden. Neben dem wichtigsten Kriterium, dem Geschmack, spielen aber auch die Kocheigenschaften, die Knollenform und die Fleischfarbe eine Rolle. Diese werden aber von den Verbrauchern regional durchaus unterschiedlich bewertet.

Seit 1997 finden Speisewerttests mit den Kartoffelsorten aus Sortenversuchen und Demonstrationen statt. Sie werden durchgeführt mit Tagungsteilnehmern, Schülern und Verbrauchern. Das Ergebnis solcher Testessen ist von vielen Faktoren abhängig, die bei der Beurteilung ebenfalls Berücksichtigung finden müssen.

Für eine neutrale Bewertung der Sorten werden die Kartoffeln als Pellkartoffeln ohne jede Zugabe verkostet, was von den üblichen Verzehrgeohnheiten abweicht. Jede Sorte müsste eigentlich genau auf den Punkt gegart werden. Dies ist aus technischen Gründen oft nicht möglich, so dass nicht immer für jede Sorte der optimale Garzustand erreicht werden kann. Da aber auch der Verbraucher das Optimum selten erreicht, sollte bei einer Sorte auch nach etwas längerem Garen die gewünschte Kocheigenschaft erhalten bleiben. Der Geschmack, aber auch die Kocheigenschaften können in Abhängigkeit vom Jahr, dem Standort und der Lagerung stark schwanken.

Bei den durchgeführten Testessen wurden folgende Beobachtungen gemacht:

- **Standorteinfluss:** Zwar spielt der Standort beim Geschmack einer Sorte eine Rolle, im Mittel fiel der Sorteneinfluss aber höher ins Gewicht als der Standorteinfluss.
- **Testgruppe:** Verschiedene Testgruppen können durchaus unterschiedlich bewerten. So wurde beispielhaft bei einem Test mit Schülern eine Sorte auf den vorletzten Platz gewählt, während Landwirte diese Sorte zwei Tage später mit dem 2. Platz belegten. Bei einer anderen Sorte war es umgekehrt. Im Mittel jedoch wurden die Sorten aus demselben Jahr und vom selben Standort ähnlich bewertet.
- **Jahreseinfluss:** Einige Sorten zeigten deutliche Jahresunterschiede in der Beurteilung. Während sie in einem Jahr noch in der Spitzengruppe lagen, landeten sie in einem anderen Jahr ganz hinten. Einen großen Einfluss hat hier sicher die Abreife und der Stärkegehalt.
- **Stärkegehalt:** Während manche Sorten einen relativ konstanten Stärkegehalt aufweisen, schwankt er bei anderen Sorten jahres- und standortabhängig zum Teil erheblich. Dies kann sowohl den Geschmack als auch die Kocheigenschaft beeinflussen. Allerdings gibt es Sorten, die auch bei einem hohen Stärkegehalt ihre festkochende Eigenschaft behielten (z.B. **Linda**).

- **Individueller Geschmack:** „Die Geschmäcker sind verschieden“. Diese Feststellung bestätigten auch die Testessen. Betrachtet man die Spannweite der Bewertung in den einzelnen Jahren (Standort Viersen), so wurde die Notenskala von 1–5 für alle Sorten immer voll ausgenutzt, d.h. jede Sorte bekam von mindestens einem Teilnehmer sowohl eine sehr gute bis gute (1–2) wie auch eine weniger gute bis schlechte Note (4–5).

Für einen Gesamteindruck wurden die Ergebnisse ausgewählter Sorten von drei Standorten aus 13 Testessen in sechs Jahren zusammengefasst. Abbildung 1 zeigt, dass einige Sorten durchaus deutlich besser beurteilt wurden als andere. Die Spanne der Mittelwerte der Einzeljahre ist sehr groß. **Exempla** und **Linda** schnitten in der Gesamtbewertung am besten ab. Ihr Geschmack wurde in keinem der Testessen schlechter als mit der Note 3 bewertet. **Princess** und **Laura** wurden am schlechtesten bewertet, sie schnitten nie besser als mit der Note 3 ab. **Cilena** und **Steffi** bekamen bei großer Spannweite jeweils in einem Jahr die schlechtesten Noten. **Granola** und **Milva** wurden im Geschmack am konstantesten bewertet. Keine der geprüften Sorten schnitt im Mittel schlechter ab als mit der Note 3,5 und wurde damit im Geschmack als wirklich schlecht bewertet.

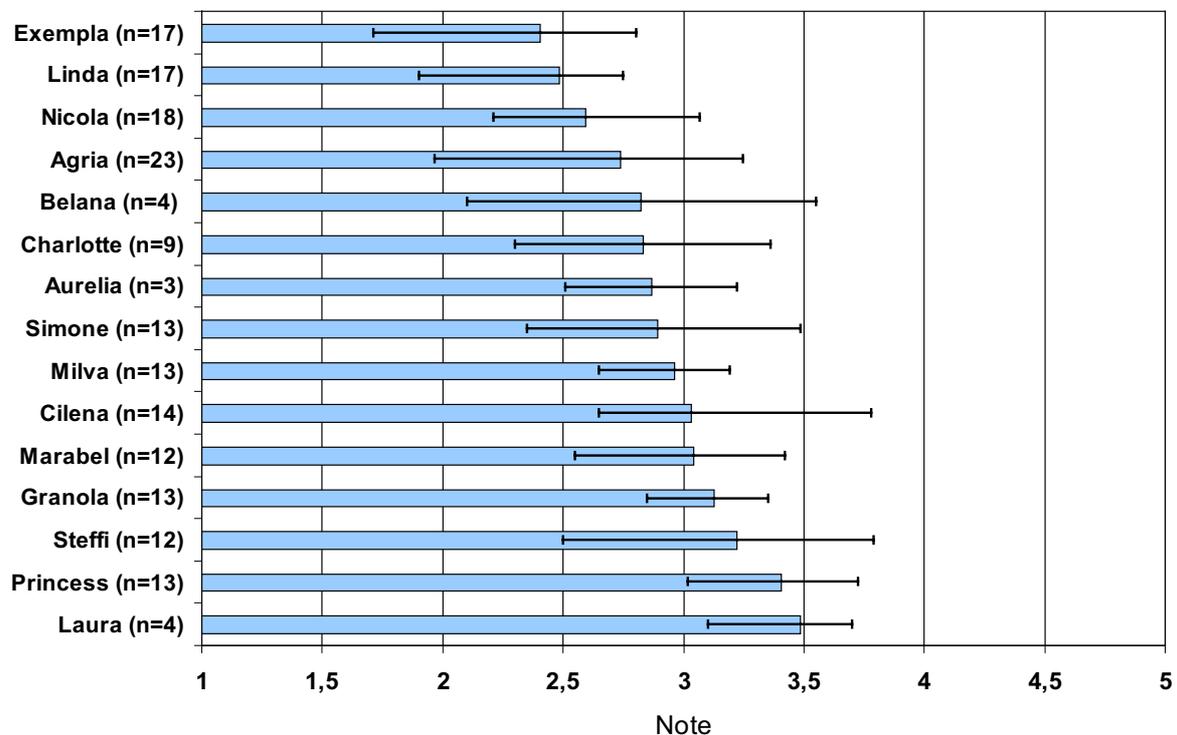


Abb. 1: Speisewerttests mit Kartoffeln aus Ökologischem Landbau. Ergebnisse von 13 Testessen im Rheinland und Westfalen-Lippe aus den Sortenprüfungen 1997 bis 2002

Fazit:

Testessen sind eine interessante Maßnahme, um Aufschluss über die Kochstabilität und die Akzeptanz einer Sorte beim Verbraucher zu bekommen. Vor allem neuere Sorten bekommen die Chance, sich durch solche öffentlichkeitswirksamen Maßnahmen besser zu etablieren. Unter den Gesichtspunkten der vielen, den Geschmack prägenden Einflussfaktoren sollte aber eine Bewertung immer vorsichtig erfolgen. Je höher die Anzahl der Testessen und der Teilnehmer, desto besser kann eine Sorte mit diesen Tests auch beurteilt werden.

3 Vorkeimung

Üblicherweise wird das Vorkeimen von Pflanzgut vorwiegend im Frühkartoffelanbau praktiziert, um eine Vorverlegung des Erntezeitpunktes zu erreichen. Im Ökologischen Landbau wird die Vorkeimung aber auch bei späteren Reifegruppen empfohlen, um über eine Beschleunigung der Jugendentwicklung die Zeit der Ertragsbildung bis zum möglichen Einsetzen der Krautfäule zu verlängern. Umfragen der letzten Jahre ergaben allerdings, dass die Vorkeimung bisher nur von wenigen Betrieben praktiziert wird. Um eine genauere Bewertung dieser Maßnahme, die mit einem nicht unerheblichen Aufwand verbunden ist, vorzunehmen, wurden im Rahmen des „Projektes Leitbetriebe Ökologischer Landbau in Nordrhein-Westfalen“ 1997 und 1998 faktorielle Feldversuche und seit 2000 auch Demonstrationsversuche auf verschiedenen Standorten durchgeführt.

Auf einem Leitbetrieb im Rheinland wurde in den Jahren 1997 und 1998 in Feldversuchen mit vierfacher Wiederholung der Einfluss der Vorkeimung auf den *Phytophthora*-Befall und die Ertragsleistung von Kartoffeln untersucht. Vier Sorten unterschiedlicher Reifegruppen (Gloria – sehr früh, Cilena – früh, Charlotte – früh bis mittelfrüh, Granola – mittelfrüh) wurden nach den Vorgaben des KTBL etwa sechs Wochen vor dem Legen einer temperatur- und belichtungsgesteuerten Vorkeimung in Kisten unterzogen. Die Kartoffeln wurden Ende März/Anfang April betriebsüblich nach der Vorfrucht Sommerweizen (mit Klee gras-Untersaat) mit einer vierreihigen Bändermaschine gelegt. Bei den nicht vorgekeimten Varianten verzögerte sich das Auflaufen um etwa sieben bis zehn Tage. Die Stängelanzahl wurde durch Vorkeimung um 18 % reduziert (nur 1998 ermittelt). In beiden Jahren trat bereits in der letzten Juni-Woche die Krautfäule mit einem Blattbefall von bis zu 20 % auf, der innerhalb von 14 Tagen zu einem vollständigen Absterben der Bestände führte. Vom Auflaufen der vorgekeimten Pflanzen bis zum Absterben

des Krauts waren somit lediglich 60 Tage vergangen, wobei die Vegetationszeit der nicht vorgekeimten Varianten zusätzlich um mindestens eine Woche verkürzt war. Zwar waren die vorgekeimten Pflanzen zu den gleichen Boniturterminen tendenziell stärker durch die Krautfäule geschädigt, was sich durch das höhere physiologische Alter der Blätter und der damit höheren Anfälligkeit gegenüber der Krautfäule erklären lässt, jedoch war dieser Sachverhalt in beiden Jahren weniger ertragswirksam als die rasche Jugendentwicklung.

In Abhängigkeit von Sorte und Jahr wurde durch Vorkeimung durchschnittlich ein Ertrag von 34 dt/ha (ca. 20 %) gesichert (Abbildung 2). Zusätzlich war der Anteil von Knollen <30 mm durch Vorkeimen von 14 % auf 9 % verringert, so dass der Mehrertrag an marktfähiger Sortierung 38 dt/ha betrug. Zu beachten ist, dass durch die Verringerung der Stängelzahl weniger Knollen je Staude ausgebildet werden, so dass in Jahren mit geringem Krankheitsdruck als großfallend bekannte Sorten vermehrt Übergrößen bilden können. Dieser Tatsache sollte beim Pflanzabstand Rechnung getragen werden.

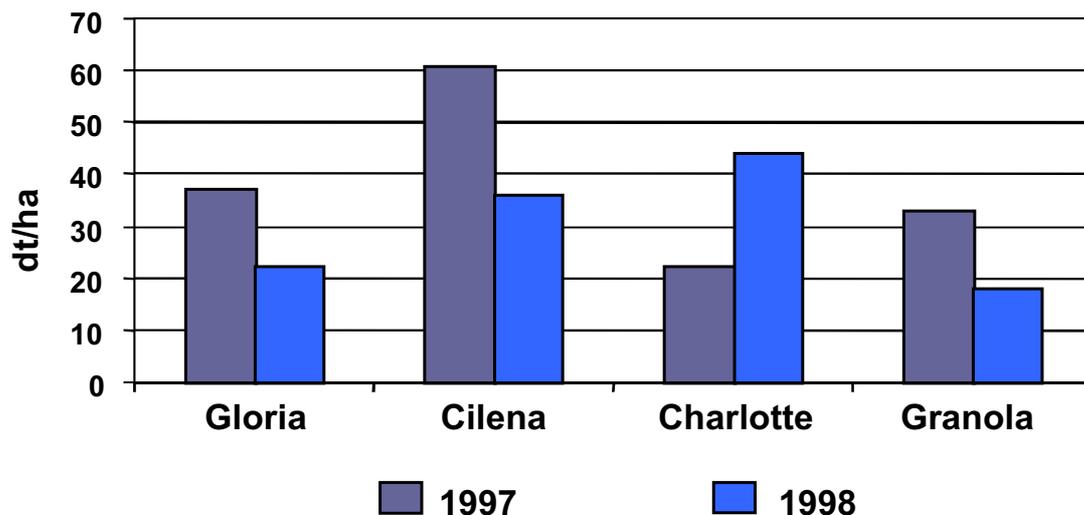


Abb. 2: Mehrertrag bei vier Kartoffelsorten durch eine Vorkeimung in Kisten im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle

Auch die Demonstrationsversuche ohne Wiederholungen mit bis zu 16 Sorten auf verschiedenen Standorten, die seit dem Jahr 2000 angelegt werden, bestätigen in der Regel den günstigen Vorkeimeffekt. Im Mittel der Jahre 2001 und 2002 liefen sortenabhängig die vorgekeimten Knollen 4–13 Tage früher auf (Abbildung 3). Dies brachte in den Jahren 2000 und 2001 bei vier Untersuchungen einen marktfähigen Mehrertrag von durchschnittlich 16 %

(61 dt/ha), im Jahr 2002 sogar bis 60 % (100 dt). Unter schwierigen Auflaufbedingungen liefen im Jahr 2002 ohne Vorkeimung bis zu 50 % weniger Knollen auf. Mit Vorkeimung gab es demgegenüber kaum Fehlstellen. Es gab deutliche Sorten- und Jahresunterschiede, so zeigte z.B. Charlotte meist die geringsten Mehrerträge durch Vorkeimung. Die Wachstumsdauer bestimmte die Vorkeimeffekte entscheidend mit. Pro zusätzlichem Wachstumstag gab es 2002 auf dem Sandboden im Mittel aller Sorten Mehrerträge beim Rohertrag von 9,9 dt/ha.

Der höhere Marktertrag wurde durch die bessere Sortierung bei den vorgekeimten Kartoffeln bestimmt. Deutliche Effekte gab es vor allem auf Sandboden bei Exempla, Sava und Nicola mit 6–13 % weniger Untergrößen und bei Astoria, Agria, Karlena und Satina mit 6–13 % mehr Übergrößen. Auf dem Lehm Boden gab es durch Vorkeimung 6–10 % weniger Untergrößen bei Filea, Granola, Milva und 9 % mehr Übergrößen bei Milva.

Im Mittel hatten die vorgekeimten Sorten höhere Stärkegehalte, vor allem auf dem sandigen Lehm Boden. Die einzelnen Sorten reagierten aber sehr unterschiedlich auf die Vorkeimung. Die Sorten Marabel, Filea, Belana und Princess wiesen auf Sandböden keine höheren Stärkegehalte auf.

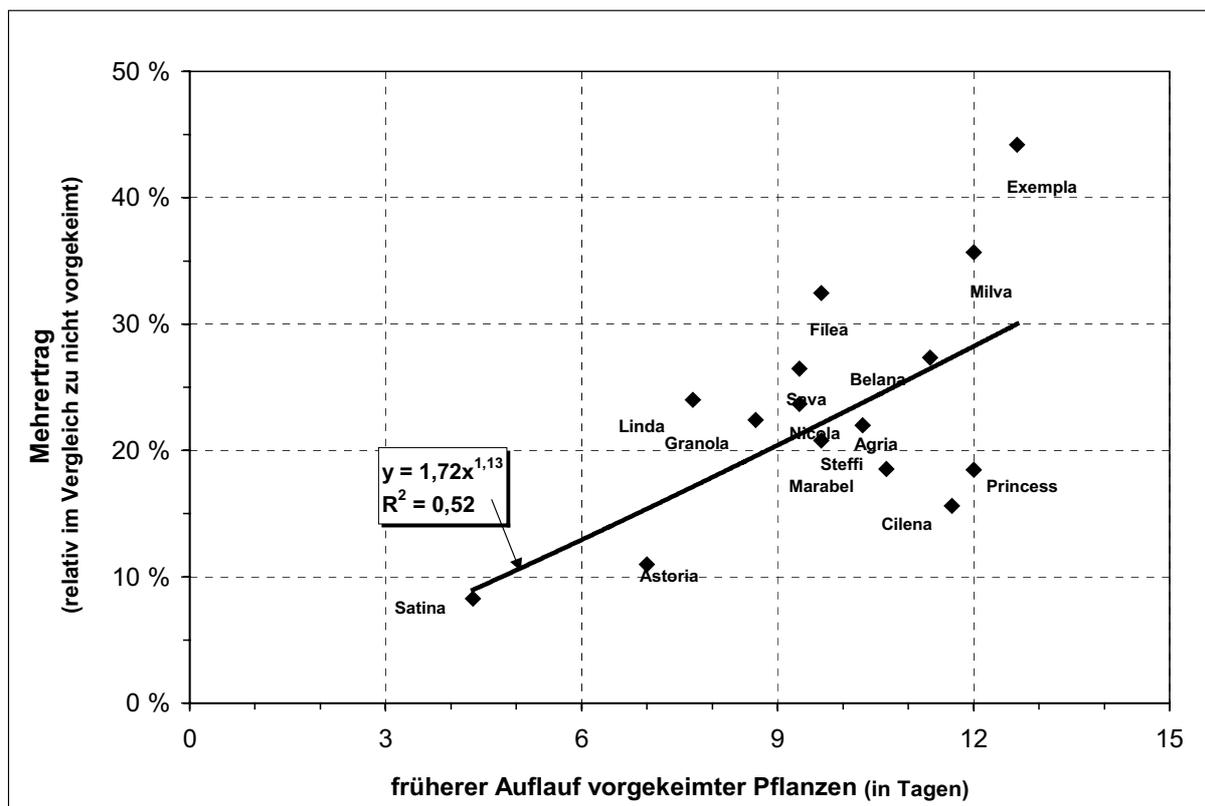


Abb. 3: Vorkeimeffekt – Mehrerträge beim Rohertrag durch Verlängerung der Vegetationszeit, Demonstrationsflächen in NRW, 13 Sorten im Mittel von 3 Untersuchungen, 2001 und 2002

Fazit:

Die Versuche und Erhebungen bestätigten die positiven Auswirkungen der Vorkeimung auf Ertrag und Sortierung anderer Versuchsansteller. Allerdings wird vereinzelt auch beschrieben, dass in Jahren ohne frühzeitiges Krautabsterben die nicht vorgekeimten Varianten im Laufe der Vegetationszeit den Ertrag der vorgekeimten erreichten. Trotzdem sollte im ökologischen Kartoffelbau aufgrund der langjährigen Beobachtungen die Vorkeimung des Pflanzgutes, auch späterer Reifegruppen, zum Standard werden. Selbst wenn sich in Jahren mit geringem Krankheitsdruck keine Mehrerträge erzielen lassen, ist das Vorkeimen als ertragssichernde Maßnahme anzusehen, was vor dem Hintergrund eines Vertragsanbaus oder eines langjährigen Kundenstamms bedeutsam sein kann. Weiterhin ist das Vorkeimen als vorbeugender Pflanzenschutz zu verstehen, dem im Ökologischen Landbau eine besondere Bedeutung zukommt und dessen Einhaltung z.T. auch bei der Genehmigung von Kupferanwendungen von den Verbänden des Ökologischen Landbaus eingefordert wird.

Anzumerken ist jedoch, dass bei der Anwendung der Vorkeimung auch die Technik optimiert werden muss. Nur richtig vorgekeimte Knollen mit stabilen Lichtkeimen und einer Legetechnik, die möglichst wenig Keime abbrechen lässt, führen zu einem gewünschten positiven Ergebnis. Weiterhin kann auch auf spätfrostgefährdeten Standorten die Vorkeimung zu Ausfällen führen.



Stabile Lichtkeime sind wichtig für den Erfolg des Vorkeimens (Foto: A. Paffrath)

4 Bekämpfung der Kraut- und Knollenfäule

Die Kraut- und Knollenfäule (*Phytophthora infestans*) ist die bedeutendste Krankheit im ökologischen Kartoffelbau und oft ein begrenzender Faktor für einen erfolgreichen Anbau. Um sie zu bekämpfen, sollten zuerst alle vorbeugenden Maßnahmen wie Feldhygiene, Fruchtfolgegestaltung, Sortenwahl, Vorkeimung und Nährstoffversorgung ausgeschöpft werden. Als letzte Maßnahme besteht die Möglichkeit einer Blattbehandlung mit Kupferpräparaten oder Pflanzenstärkungsmitteln.

Der Einsatz von Kupfer wird kontrovers diskutiert. Im Demeter-Verband ist er zu Kartoffeln verboten, andere Verbände haben die Aufwandmenge auf 3 kg/ha beschränkt. Die EU-Verordnung zum Ökologischen Landbau sieht langfristig einen Ausstieg aus der Nutzung kupferhaltiger Präparate vor. Eine wirksame Alternative zu Kupfer wird daher dringend gesucht. Im Rahmen des Projektes Leitbetriebe Ökologischer Landbau in NRW wurden hierzu einige Präparate getestet.

In den Jahren 1999 bis 2002 wurden zahlreiche Gewächshaus- und neun Feldversuche auf zwei Betrieben (Rhein-Sieg-Kreis, Kreis Viersen) durchgeführt. Zur Anwendung kamen ethanolische Extrakte aus Salbei, Tormentillstock, Zitrusfrüchten und Braunalgen, verschiedene Mikroorganismen (u.a. *Pseudomonas fluorescens*) sowie Kaliseife. In Gewächshausversuchen mit künstlich infizierten Pflanzen wiesen die Salbei- und Braunalgenextrakte einen Wirkungsgrad von über 80 % gegenüber *P. infestans* auf.

Die Zitrusextrakte und die verschiedenen Mikroorganismen erzielten geringere Wirkungsgrade. Unter Freilandbedingungen konnte die Wirksamkeit der Präparate nicht reproduziert werden. Mit Ausnahme eines aufgrund einer zugesetzten anorganischen Komponente im Ökologischen Landbau nicht zugelassenen Braunalgenextraktes zeigte keines der verwendeten Präparate eine befallsmindernde bzw. ertragssteigernde Wirkung im Feldversuch. Die unter kontrollierten Bedingungen erfolgreich getesteten Salbeixtrakte wiesen im Feldversuch keine befallshemmende bzw. ertragssteigernde Wirkung auf (Tab. 7).

Tab. 7: Einfluss von 2 %igem Salbeiextrakt (S.E.) und Kupferhydroxid (Cu) auf Krautfäulebefall sowie Roh- und Trockenmasseertrag von Kartoffeln. B= Viersen, WG = Rhein-Sieg, KT. = Kontrolle, n.b. = nicht bestimmt, GD nach Tukey, $\alpha = 0,05$.

Feldversuche	befallene BF (%) ¹⁾			Rohertrag (t * ha ⁻¹)			TM-Ertrag (t * ha ⁻¹)		
	S.E	Cu	KT.	S.E.	Cu	KT.	S.E.	Cu	KT.
B - 1999*	91a	80b	88a	22,2a	23,1a	21,1a	4,0a	4,2a	3,7a
B - 2000**	58a	7b	65a	34,8a	39,5a	34,7a	6,6a	7,8a	6,6a
WG - 1999***	10a	2b	11a	35,4b	40,5a	36,4b	7,2b	8,7a	7,6b
WG - 2000****	44a	10b	45a	35,3b	38,2a	33,8b	n.b.	n.b.	n.b.
WG - 2001*****	53a	6b	64a	37,2b	43,1a	37,8ab	7,2b	8,7a	7,0b
Mittelwert	51	21	54	33,0	36,9	32,8	6,2	7,3	6,2

¹⁾: Boniturtermine: *: 14.7.1999, **: 14.7.2000, ***: 22.7.1999, ****: 14.7.2000, *****: 2.8.2001

Vor dem Einsatz auf den Leitbetrieben werden einige Maßnahmen zuerst auf den ökologischen Versuchsfeldern der Landwirtschaftskammer im Gartenbauzentrum Köln-Auweiler geprüft. Im Jahr 2001 kamen hier Comcat (Phytohormone) und EM (effektive Mikroorganismen) und im Jahr 2002 Comcat, Kendal (Oligosaccharide), eine Kombination aus Comcat und Kendal und Lebermooser (Moosextrakte) zum Einsatz. Die Spritzungen wurden bei Erstinfektion begonnen und auf drei Anwendungen begrenzt. Keines der Präparate wirkte sich reduzierend auf den Krautfäulebefall aus. Mehrerträge konnten durch die Pflanzenbehandlungen nicht erzielt werden (Tabelle 8). Die organischen Düngemittel Rizinusschrot, Neem-cake und Ackerbohenschrot, die in einem parallel angelegten Versuch getestet wurden, bewirkten vermutlich aufgrund der Stickstoffwirkung sowohl einen günstigeren Effekt auf die Blattgesundheit als die geprüften Behandlungsmittel (Abbildung 4) als auch eine deutliche Ertragssteigerung.

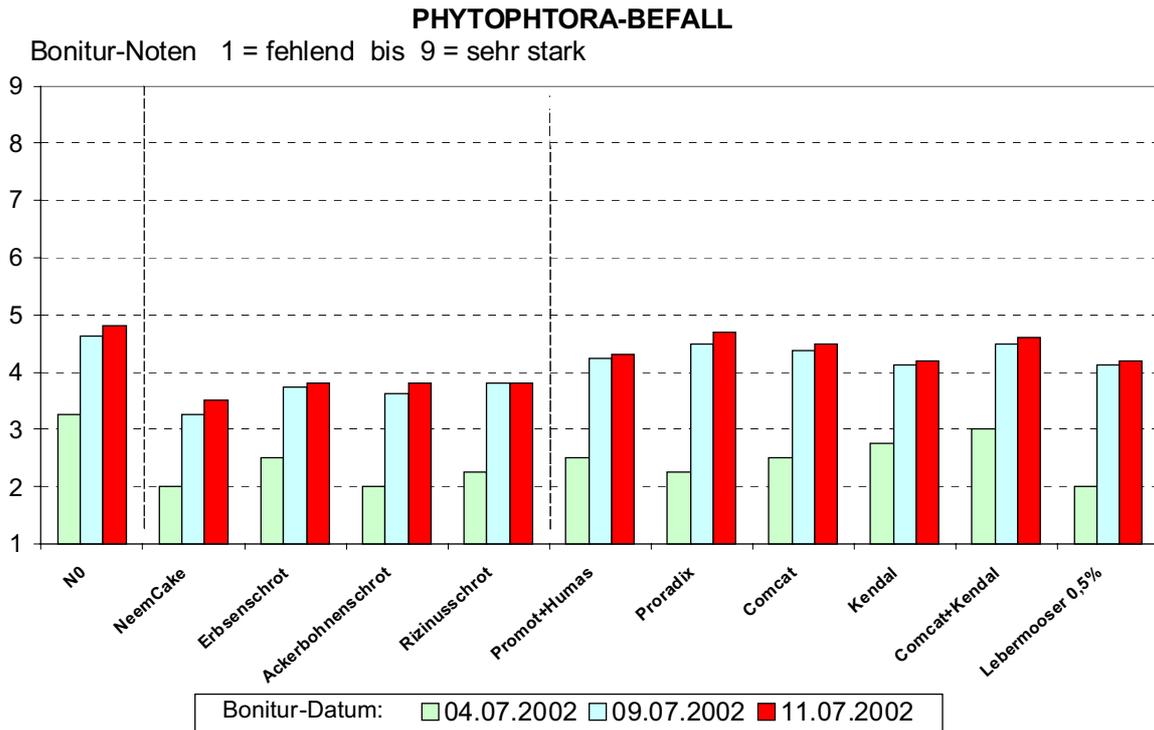


Abb. 4: Wirkung von Pflanzenstärkungsmitteln und organischer Düngung auf Kartoffeln; Standort: Köln-Auweiler 2002

Fazit:

Bei den auf verschiedenen Versuchstandorten in NRW getesteten Pflanzenstärkungsmitteln wurde bei Extrakten aus Salbei, Tormentillstock und Zitrusfrüchten, verschiedenen Mikroorganismen (u.a. *pseudomonas fluorescens*), effektiven Mikroorganismen, Comcat, Kendal und Lebermooser keine krautfäulereduzierende und ertragssteigernde Wirkung im Feldversuch nachgewiesen. Eine verbesserte Nährstoffversorgung durch organische Stickstoffdünger wirkte sich positiver auf Krautgesundheit und Ertragsleistung aus als die Behandlungsmittel.

5 Einsatz von Pflanzenstärkungsmitteln zur Bekämpfung von *Rhizoctonia solani*

Aus der Praxis wird in den letzten Jahren von einer Zunahme der Infektion mit *Rhizoctonia solani* (Wurzeltöterkrankheit) berichtet. Die beobachteten Symptome beziehen sich hauptsächlich auf befallene Knollen, weniger auf die Krautgesundheit. Mit *Rhizoctonia solani* befallene Knollen zeigen schwarze Pocken, die Sklerotien des Pilzes oder das „dry core Symptom“. Letzteres entwickelt sich hauptsächlich unter nassen Bedingungen und zeigt sich

auf der Knolle in Form von rundlich braunen eingesunkenen Flecken, aus denen abgestorbenes Gewebe herausbricht. Hier besteht auch die Verwechslungsmöglichkeit mit Fraßschäden durch Drahtwürmer. Übertragen wird der Pilz meist über das Pflanzgut. Mit Hilfe der Sklerotien kann er auf befallenen Knollen und abgestorbenem organischen Material mehrere Jahre im Boden überdauern.

Wichtigste Gegenmaßnahmen sind hier die Feldhygiene, Nutzung von gut verrottetem organischem Material, eine weitgestellte Fruchtfolge und die Verwendung von gesundem Pflanzgut.

Auf verschiedenen Standorten wurde auch geprüft, inwieweit eine vorbeugende Beizung mit Pflanzenstärkungsmitteln eine Verminderung des Rhizoctoniabefalls bewirken kann. Auf einem Betrieb in Rheda-Wiedenbrück wurde in den Jahren 2000 und 2001 das *Bacillus subtilis* Präparat FZB 24 und 2002 das Mittel Proradix (Pseudomonas-Bakterien) jeweils bei der Sorte Linda geprüft. In Köln-Auweiler kamen bei der Sorte Cilena im Jahr 2001 FZB 24 und EM (Effektive Mikroorganismen) und 2002 Proradix sowie eine Kombination aus Promot und Humas zum Einsatz.

In Köln-Auweiler konnte bei einem insgesamt geringen Befall kein reduzierter Pockenbesatz durch die geprüften Pflanzenstärkungsmittel festgestellt werden. Zum selben Ergebnis kam man auch in Rheda-Wiedenbrück. Die Beizung mit dem *Bacillus subtilis*-Präparat hatte in allen Jahren und auf allen Standorten einen verzögerten Auflauf und Mindererträge gegenüber der unbehandelten Kontrolle zur Folge.

Eine Pflanzgutbehandlung mit Proradix brachte 2002 in Rheda-Wiedenbrück befallsfreies Erntegut im Gegensatz zur unbehandelten Kontrolle mit mittlerem Befall. Die Stärkegehalte fielen nach Beizung geringer aus. Eine Ertragssteigerung konnte aber auch hier nicht erreicht werden.

Fazit:

Unter den gegebenen Standort- und Witterungsbedingungen wirkte beim Einsatz von Pflanzenstärkungsmitteln zur Pflanzgutbehandlung nur Proradix in einem von zwei Versuchen befallsreduzierend. Alle anderen geprüften Mittel (EM, FZB 24 und Promot + Humas) zeigten keinen positiven Effekt. Eine Ertragssteigerung konnte durch keines der eingesetzten Mittel erreicht werden. Hierbei handelt es sich aber meist um einjährige Ergebnisse, die zum Teil noch weiterer Bestätigung bedürfen.

Kartoffelanbau

Tab. 8: Wirkung von Pflanzenstärkungsmitteln auf Ertrag und Qualität von Kartoffeln

Ernte- jahr	Variante	Ertrag (dt/ha)	Ertrag (%)	Stärke (%)	Sortierung %		
					<35 mm	35–50	>50 mm
2000a	Kontrolle	371	100	11,1	4	90	6
2000a	Bacillus subtilis	349	94	10,8	2	89	9
2001a	Kontrolle	426	100	14,1	5	91	4
2001a	Bacillus subtilis	400	94	13,5	4	92	4
2001b	Kontrolle	384	100	14,1	5	45	50
2001b	Comcat	356	93	12,7	10	54	36
2001b	FZB 24	358	93	13,6	8	66	26
2001b	EM	364	95	13,2	7	61	32
2001b	Versuchsmittel ges.	386		13,3	8	60	31
	GD 5 %	46					
2001a	Kontrolle	266	100	13,3	12	88	0
2001a	Proradix	261	98	11,4	10	90	0
2002b	N0=Kontrolle	235	100	13,8	9	65	26
2002b	Promot+Humas	228	97	13,4	11	65	25
2002b	Proradix	242	103	13,5	12	69	19
2002b	Comcat	224	95	13,9	11	71	18
2002b	Kendal	241	103	13,5	11	65	24
2002b	Comcat+Kendal	234	100	14,4	9	62	30
2002b	Lebermooser 0,5 %	228	97	13,5	9	61	30
2002b	Versuchsmittel ges.	233		13,7	10	65	25
	GD 5 % / Koeff.: 13,9	34,0					
Standorte:		a=Rheda-Wiedenbrück , b=Köln-Auweiler					

6 Nährstoffversorgung

Stickstoffversorgung

In Versuchen, bei Felddemonstrationen und auf Referenzflächen wurden im Rahmen des Projektes u.a. Daten zu Vorfrüchten, Bodengehalten, Anbaudaten, Erträgen, Qualitäten und z.T. Nährstoffgehalten in den Knollen ermittelt. 1995 bis 2002 wurden in Bezug auf den Kartoffelanbau 163 Schlagdaten von sieben Betrieben ausgewertet, um einen möglichen Zusammenhang zwischen den Einzelparametern zu ermitteln.

Jeweils im März und Dezember wurden N_{\min} -Gehalte gemessen. Im Mittel aller Sorten gab es in den Beobachtungsjahren zwischen den im Frühjahr ermittelten N_{\min} -Werten und den Kartoffelerträgen keinen linearen Zusammenhang (Abbildung 5). Da auf einigen Flächen mit gleicher Nährstoffversorgung mehrere Sorten angebaut wurden, war zu erkennen, dass die Sortenwahl einen größeren Einfluss auf den Ertrag hatte als die Höhe der Stickstoffversorgung im Frühjahr. Dies bestätigen im Prinzip auch die Sortenversuche.

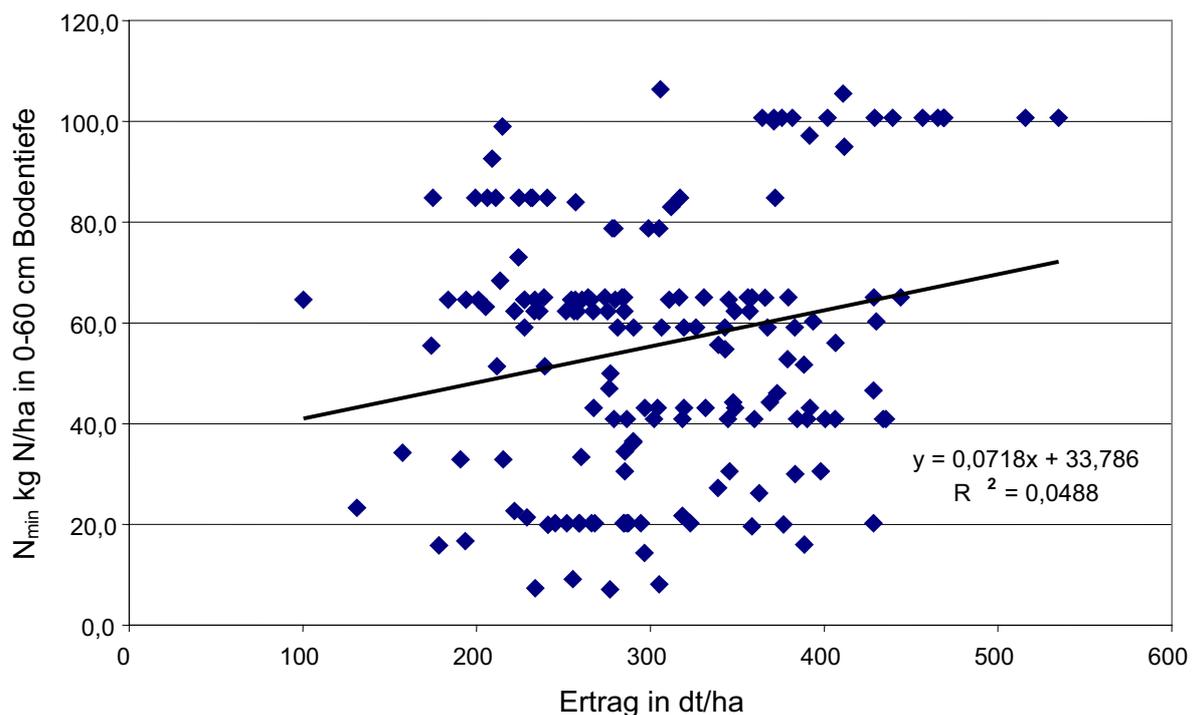


Abb. 5: Kartoffelerträge in Abhängigkeit vom N_{\min} -Gehalt des Bodens im Frühjahr (März). Auswertung von 163 Schlägen von 1995-2002

Betrachtet man die einzelnen Sorten, so zeigt sich ein unterschiedliches Bild. Bei den Sorten **Linda** und **Nicola** ergab sich eine schwach positive Korrelation zwischen Frühjahrs- N_{\min} und Ertrag, bei **Granola** eine schwach negative, und bei den Sorten **Agria**, **Charlotte**, **Cilena** und **Exempla** war kein Zusammenhang erkennbar. Eines der Hauptprobleme bei dieser Auswertung ist, dass man mit dem gemessenen N_{\min} -Wert im Frühjahr keine

verlässliche Aussage über das Stickstoffangebot im Boden während der Vegetationsphase machen kann. Dies zeigen langjährige monatliche N_{\min} -Messungen auf ausgewählten Schlägen. Verschiedene Vor- und Zwischenrüchte, Umbruch und Bearbeitungstermine, Düngung und nicht zuletzt Bodenbeschaffenheit und Witterung beeinflussen die N-Mineralisierung während der Vegetation.

Bei der Betrachtung der Kartoffelerträge in Abhängigkeit von der Vorfrucht (Abb. 6) zeigt sich, dass nach Ackerbohnenanbau und nach sonstigen Hauptfruchtleguminosen die höchsten Kartoffelerträge erzielt wurden. Auch Weißkohl, der meist eine große Menge an Ernterückständen hinterlässt, stellte eine gute Vorfrucht dar, wenngleich in diesem Zusammenhang die standortspezifische Neigung zu Eisenfleckigkeit berücksichtigt werden muss. Geringere Kartoffelerträge wurden nach Getreideanbau v.a. nach Wintergetreide ohne anschließende Zwischenfrucht erzielt. Ein Anbau nach 2-jährigem Klee gras erbrachte mittlere Erträge. Bei anderen Vorfrüchten war die Anzahl der Datensätze zu gering, um Tendenzen zu erkennen. Der geringe Kartoffelertrag nach Möhren erklärt sich jedoch schon aus der Tatsache, dass auf diesen Flächen nach Möhren als abtragende Frucht die Böden ziemlich entleert waren und keine große N-Nachlieferung zu erwarten war. Standort- bzw. Jahreseffekte können den Einfluss der Vorfrucht jedoch stark überlagern. Die Auswertung zeigt allerdings Tendenzen auf, die die Wichtigkeit von Nährstoffbilanzen und Modellen zur Abschätzung der N-Mineralisation bestätigen.

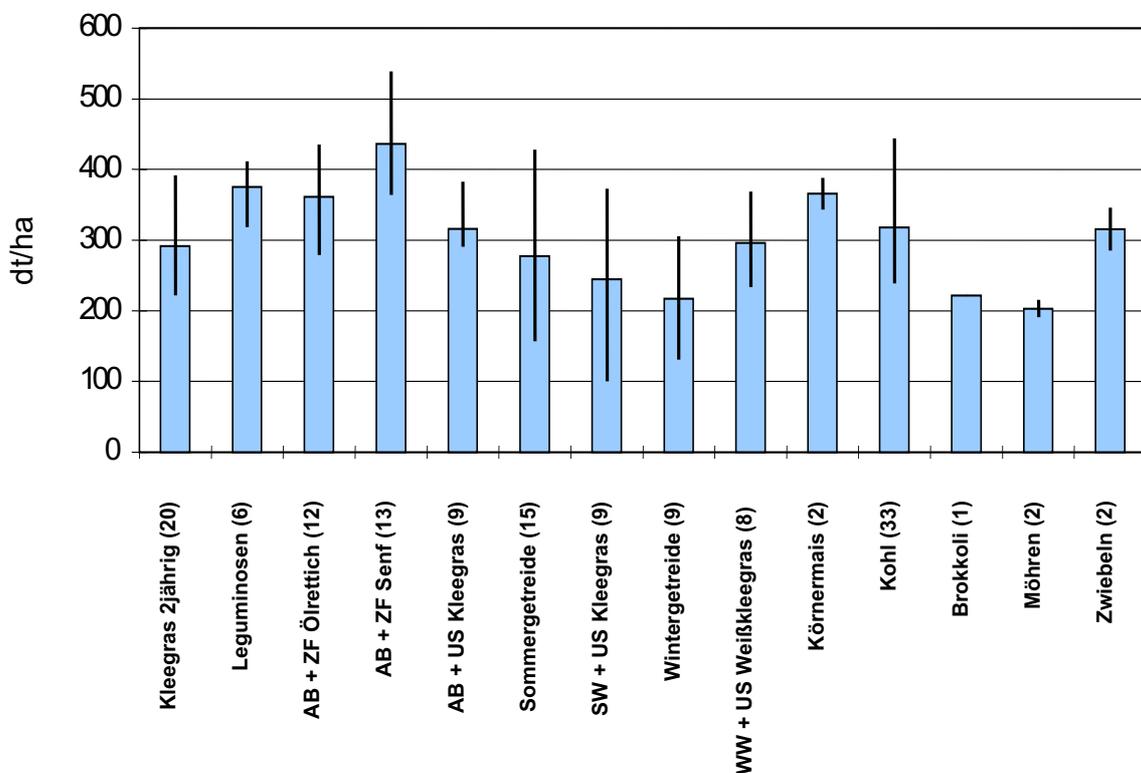


Abb. 6: Kartoffelertrag (dt/ha) in Abhängigkeit von der Vorfrucht; Auswertung von 154 Schlägen von 1995–2002

Einsatz von organischen N-Düngern

In klassischen ökologischen Betrieben mit Milchvieh ist die Stickstoffversorgung der Kartoffeln in einer Fruchtfolge mit Klee gras und einer organischen Düngung mit Stallmist meist ausreichend gesichert. Immer mehr viehlose Acker- und Gartenbaubetriebe stellen aber inzwischen auch auf Ökologischen Landbau um. Bei solchen Betrieben kann sich sehr schnell eine negative Stickstoffbilanz ergeben, v.a. wenn mehrjähriges Klee gras reduziert und Gemüsekulturen mit hohem N-Bedarf in die Fruchtfolge integriert werden.

Leguminosenanbau als Haupt- bzw. Zwischenfrucht reicht dann für eine optimale Stickstoffversorgung der Kulturen nicht mehr aus. Im Rahmen der Richtlinien besteht hier die Möglichkeit des Zukaufs verschiedener, zum Teil recht teurer organischer Handelsdünger. Eine weitere Möglichkeit die N-Lücke zu füllen ist, das Erntegut selbst angebauter Körnerleguminosen (z.B. Ackerbohnen) den bedürftigen Kulturen geschrotet wieder zuzuführen.

Zur zusätzlichen N-Versorgung der Kartoffeln mit Ackerbohenschrot wurden von 1996 bis 1999 auf einem viehlosen Leitbetrieb im Kreis Viersen sowie 1999 und 2000 auf einem viehhaltenden Betrieb im Kreis Minden Versuche durchgeführt.

Auf dem Betrieb in Viersen, mit hohem Feldgemüseanteil in der Fruchtfolge, wirkte sich die zusätzliche organische Düngung in drei von vier Prüfjahren nach der Vorfrucht Mais und v.a. nach Möhren und Zwiebeln ertragssteigernd aus (Tabelle 9). Monatlich gemessene N_{\min} -Werte zeigten unter der Kontrolle eine geringe N-Nachlieferung. Nur im Jahr 1997, nach der Vorfrucht Erbsen mit hoher N-Mineralisation, gab es keine Mehrerträge durch eine Düngung mit Ackerbohenschrot.

Eine Düngung mit 75 kg N/ha Ackerbohenschrot bewirkte auf dem viehlosen Betrieb bei der Sorte Nicola:

- eine Ertragssteigerung, die im Mittel von vier Jahren bei 33 dt/ha lag,
- eine Verbesserung der Größensortierung mit der Tendenz zu größeren Knollen,
- einen erhöhten Stickstoffentzug durch die Knollen von durchschnittlich 20 %,
- im Mittel gleich hohe, mit Tendenz zu leicht niedrigeren Stärkegehalten,
- eine Erhöhung des Nitratgehaltes der Knollen um 55 %. Bei Nitratgehalten zwischen 16 und 60 ppm Nitrat lagen diese aber auf niedrigem Niveau (ppm = mg/kg),
- bis auf ein Jahr gleiche oder sogar geringere N_{\min} -Gehalte nach der Ernte

Ähnliche Ergebnisse wurden auf dem viehhaltenden Betrieb in Minden erzielt. Eine Düngung mit 75 kg N/ha durch Ackerbohnschrot erbrachte bei der Sorte **Charlotte** in zwei Prüffahren nur in einem Jahr einen deutlichen Mehrertrag, keine Auswirkung auf Sortierung und Stärkegehalt, einen höheren Stickstoffentzug und höhere Nitratgehalte in den Knollen.

Durch das höhere Stickstoffangebot nach einer Düngung mit Ackerbohnschrot war in allen Jahren und auf allen Standorten der N-Entzug durch die Knollen und der Nitratgehalt der Knollen gegenüber der Kontrolle auch dann erhöht, wenn dies nicht in einen Mehrertrag umgesetzt werden konnte.

Tab. 9: Einfluss einer Düngung mit Ackerbohnschrot auf Ertrag, Qualität und N-Entzug von Kartoffeln

Jahr	N-Düngung kg N/ha	Vorfrucht	Nmin*	Ertrag relativ %	entspricht Mehrertrag dt/ha	Sortierung relativ			Stärke relativ %	Nitrat relativ %	N-Entzug relativ %
						35	35-60	60			
Viersen											
1996-99	0			100		100	100	100	100	100	100
1996	80	Mais	28,3	113	46,6	73	96	114	95	132	113
1997	75	Erbsen	95	100	-0,7	106	98	105	96	135	110
1998	75	Zwiebeln	30,5	121	60,5	70	105	179	98	200	133
1999	75	Möhren	32,9	113	24,6	60	93	314	110	152	126
Mittel				112	33	77	98	178	99	155	120
Minden											
1999-2000	0			100		100	100	100	100	100	100
1999	75	Winterroggen, Untersaat Kleegras	25	118	53	200	99	100	101,5	271	122
2000	75	Winterweizen	23	103	12	100	94	600	98	135	113
Mittel				110,5	32,5	150	96,5	350	99,75	203	117,5

*im Frühjahr

Fazit:

Bei auftretenden Stickstofflücken v.a. in den Fruchtfolgen viehlos wirtschaftender Betriebe kann durch eine organische Düngung mit Ackerbohnschrot ein höherer Knollenertrag erzielt werden. Für den viehlosen Betrieb in Viersen wurde durch diese Maßnahme im Mittel der Jahre bei Großmarktannahme ein Mehrerlös zwischen 650 und 1300 € erzielt. Voraussetzung ist, dass Ackerbohnen schon ein Bestandteil der Fruchtfolge sind und nur die Entscheidung ansteht, sie als Futter zu verkaufen oder im Betrieb als Dünger einzusetzen. Organische Zukaufsdüngemittel wie z.B. Hornspäne, Rizinusschrot oder Vinasse sind deutlich günstiger und haben eine bessere Stickstoffwirkung. Aus ökologischer Sicht sollte aber immer versucht werden den Nährstoffinput zu minimieren. Beim Leguminosenanbau zu Düngungszwecken sollte Ackerbohnen unbedingt der Vorzug vor Erbsen gegeben werden. Die schlechte N-Wirkung von Erbsenschrot ist, bis hin zu Mindererträgen, durch viele Untersuchungen verschiedener Versuchsansteller dokumentiert (siehe Kapitel Feldgemüseanbau).

Kaliumversorgung

Kartoffeln haben einen vergleichsweise hohen Kaliumbedarf. Ein Mangel kann sich sowohl auf Ertrag, Qualität und Lagerstabilität negativ auswirken. Welchen Einfluss eine Kalidüngung auf die genannten Parameter hat, wurde 1995 auf einem Betrieb im Kreis Kleve, 2001 auf zwei Standorten im Kreis Gütersloh und 2002 auf je einem Betrieb im Kreis Steinfurt und im Kreis Gütersloh untersucht. Die Versuche wurden in Blockanlagen mit vier- bzw. dreifacher Wiederholung durchgeführt. Die Kaligehalte in der Bodenschicht 0–30 cm lagen bei dem Betrieb in Kleve in der Versorgungsstufe C, in den tieferen Schichten (30–60 cm und 60–90 cm) nur in der Stufe A. Alle Standorte in Gütersloh wiesen in 0–30 cm mindestens Versorgungsstufe B und C auf. Eine Kaliumdüngung mit Kalimagnesia mit 120 bzw. 240 kg K₂O/ha in Kleve und 100 bzw. 200 kg K₂O/ha auf den anderen Standorten hatte nur im Jahr 2002 auf einem Standort (Bodengehaltsklasse B) eine Steigerung des Ertrags zur Folge. Eine leichte Reduzierung des Stärkegehalts zwischen 0,4 und 1,1 % konnte nur im Jahr 2002 beobachtet werden. Auf das Auftreten von Schwarzfleckigkeit hatte die Kaliumdüngung keinen Einfluss (Tabelle 10). Verschiedenen Autoren zufolge sollten K-Gehalte von 2,2 bis 2,5 % in der Knollentrockenmasse angestrebt werden.

Tab. 10: Einfluss einer Kalimagnesia-Düngung auf Rohertrag, Stärkegehalt und Qualität

Standort/ Jahr/Bodenart/	K-Gabe kg K ₂ O / ha	Mineralstoffgehalte i.d. Knolle (% in TS)			Roh-Ertrag		Stärke	Schwarz- fleckigkeit
		K	Mg	P	dt/ha	relativ	%	% Knollen
GT/01	0	2,28	0,09	0,26	193	100	14,0	2
sL	100	2,23	0,10	0,27	181	94	15,2	0
	200	2,47	0,10	0,27	198	103	14,5	0
GT/01	0	2,60	0,11	0,22	240	100	16,2	0
Sand	100	2,41	0,11	0,22	247	103	15,7	6
	200	2,43	0,11	0,22	235	98	16,1	2
KLE/95	0	2,10	0,12	0,25	358	100	15,5	1
IS	120	2,35	0,14	0,28	313	87	16,4	2
	240	2,33	0,13	0,27	355	99	16,4	1
GT/02	0	2	0,09	0,31	197	100	11,4	4*
S	100	2,21	0,1	0,32	220	112	10,9	4*
	200	2,31	0,11	0,32	221	112	10,8	5*
ST/02	0	3,14	0,11	0,36	176	100	10,9	1*
SL	100	3,28	0,11	0,42	171	97	9,5	2*
	200	3,42	0,11	0,42	178	101	9,8	1*

*Index: Boniturnoten 09; hohe Zahlen: Schwarzfleckigkeit tritt häufig oder bei mehreren Knollen besonders stark auf

Die Kalium-Gehalte der Knollen erreichten bereits in den Kontrollvarianten diesen Wert oder lagen nur minimal darunter. Durch die höhere Düngungsstufe konnten die K-Gehalte in den Knollen nur im Jahr 2002 um maximal 0,3 % angehoben werden. Die Ergebnisse zeigen, dass auf den untersuchten Flächen die Kaliumversorgung im Boden in der Regel ausreichend war. Eine Beratungsempfehlung, durch eine gezielte Düngung mit Kalimagnesia die Ertragsleistung zu verbessern und/oder die Stärkegehalte zu reduzieren, wäre nur auf einer der 5 Prüfflächen erfolgreich gewesen. Inwieweit hier andere Faktoren, z.B. die Wechselwirkungen der verschiedenen Nährstoffe oder gezielte Wasserversorgung, eine Rolle spielen, soll in weiteren Untersuchungen behandelt werden.

7 Ertrags- und Stärkeentwicklung bei Kartoffeln

Eine erhöhte Stärkeeinlagerung in die Knollen kann witterungsbedingt in einigen Jahren zu erheblichen Problemen bei der Kochfestigkeit der Knollen führen. Bei Schälkartoffeln sollte der Stärkegehalt in der Regel 13 % nicht überschreiten. Hier muss regelmäßig gemessen und bei Bedarf das Kraut entfernt werden. Bei Speisekartoffeln werden meistens keine Untersuchungen während des Vegetationsverlaufs durchgeführt. Dies führte in einigen Jahren zu verminderten Qualitäten bei festkochenden Sorten. Diese Knollen lagerten in ungewöhnlich hohem Maße Stärke ein, so dass die festkochenden Eigenschaften verloren gingen. Vom Verbraucher wird dies negativ beurteilt. Im Rahmen der Untersuchungen zur Qualitätssicherung bei ökologisch erzeugten Kartoffeln werden Versuche und Erhebungen auf Praxisbetrieben durchgeführt.

Auf dem Leitbetrieb im Kreis Neuss wurden im Jahr 2002 die im Betrieb angebauten Kartoffelsorten wöchentlich auf Ertrag und Stärkegehalt untersucht, um festzustellen, inwieweit sich ein Abschlegeln auf diese Parameter auswirkt. Bei den Sorten Charlotte und Cilena wurde das Kraut am 01.07. abgeschlegt, zu dieser Zeit hatte Charlotte einen Stärkegehalt von 13 %, Cilena von 12,2 %. Eine schnell verlaufende Phytophthorainfektion und feuchte Witterungsbedingungen führten in diesem Jahr nicht zu übermäßig hohen Stärkeeinlagerungen in die Kartoffelknollen (Tabelle 11). Es wurden rückläufige Stärkegehalte, bedingt durch Wassereinlagerung in die Knollen, gemessen. Durch Abschlegeln des Krautes konnte der Stärkegehalt um ca. 1 % reduziert werden. Allerdings mussten damit auch Ertragsverluste von ca. 15–30 dt/ha hingenommen werden. Geschmackstests müssen noch zeigen, ob sich dies auch auf die Qualität auswirkt.

Weitere Stärkegehaltsmessungen wurden auch auf den Standorten mit Sortendemonstrationen und auf Betrieben mit Schälkartoffeln angebaut. Hier hatten die Sorten Nicola und Charlotte auf fünf Flächen Anfang Juli bereits Stärkegehalte von 12,5 bis 13,5 %.

Auf anderen Betrieben wies v.a. die Sorte Sava noch Stärkegehalte unter 11 % auf. Auch hier sorgte der starke Phytophthoradruck und die Feuchtigkeit z.T. für sinkende Stärkegehalte. Diese sind nur noch dort angestiegen, wo die Bestände länger gesund blieben, v.a. bei den Sorten Nicola und Steffi. Bei Granola gab es trotz relativ gesundem Laub keinen Zuwachs im Stärkegehalt. Bei den Demonstrationen zur Vorkeimung lagen die Stärkegehalte der vorgekeimten Partien um 0,9 % (Sandboden) bzw. 1,6 % (Lehmboden) höher. Auf dem Lehmboden fielen die Stärkegehalte insgesamt sehr niedrig aus. Bei den nicht vorgekeimten Kartoffeln erreichte nur Steffi einen Stärkegehalt über 10 %.

Tab. 11: Beobachtungen zur Ertragsentwicklung von Kartoffeln; Leitbetriebe Ökologischer Landbau in NRW, Standort: Kreis Neuss, 2002

Sorte	Ertragsentwicklung						Relativ zu abgeschlegelt %			
	dt/ha									
	24.06.	01.07.	08.07.	15.07.	22.07.	29.08.	08.07.	15.07.	22.07.	29.08.
Cilena	112,5	120,0	152,0	173,6	180,8	184,5	100	100	100	100
Cilena Kraut abgeschl. 01.07.	112,5	120,0	160,0	172,5	171,0	170,6	105	99	95	93
Charlotte	82,5	174,4	184,0	217,5	215,9	213,8	100	100	100	100
Charlotte Kraut abgeschl. 01.07.	82,5	174,5	175,0	180,6	176,3	178,1	95	83	82	83

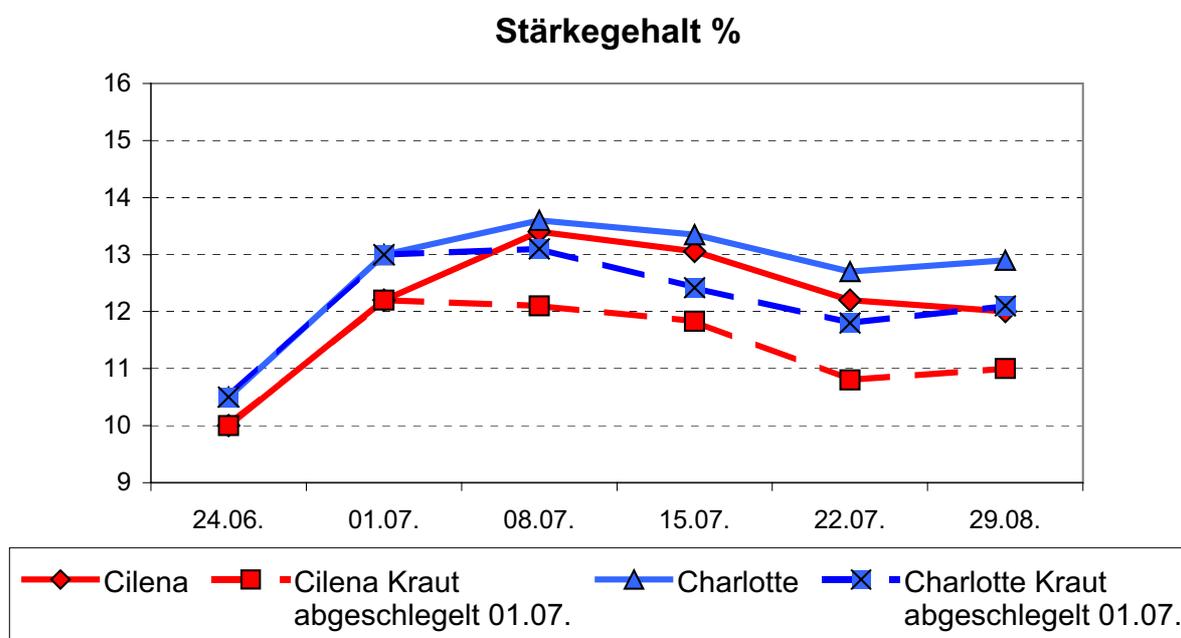


Abb. 7: Entwicklung der Stärkegehalte in Kartoffeln; Leitbetriebe Ökologischer Landbau in NRW, Standort: Kreis Neuss, 2002

Fazit:

In den letzten Jahren erfolgte durch die Witterungsverhältnisse oft eine extrem hohe Stärkeeinlagerung in die Kartoffelknollen, welche die festkochenden Eigenschaften mancher Sorten stark beeinträchtigten. Die Kontrolle der Stärkegehalte während der Vegetation soll daher eine feste Einrichtung in der Beratung werden. Für Schälbetriebe ist das von besonderer Wichtigkeit, da hier Grenzwerte für die Stärkegehalte vorgegeben werden. Die Erzeuger von Speisekartoffeln für Direktvermarktung und Handel müssen bei den entsprechenden Witterungsverhältnissen die Entscheidung zugunsten der Qualität oder eines höheren Ertrags treffen. Dies fällt oft nicht leicht, da der weitere Witterungsverlauf nicht vorhersehbar ist und, wie das Jahr 2002 zeigt, die Stärkeeinlagerung nach Erreichen des kritischen Wertes auch wieder absinken kann. Die geplanten regelmäßigen Kontrollen sollen hier bei der Entscheidungsfindung Hilfestellung geben.

Praktikerkommentar:

„Die Vorkeimung wurde gut und ausreichend bearbeitet, aber Sortenwahl, Saatgutqualität, Stärkemessung und Krankheiten (Phytophthora, Rhizoctonia, Schorf und Eisenflecken) bleiben weiter aktuell. Der Bezug zum Standort ist für mich weiterhin der wichtigste Punkt der Untersuchungen.“

Untersaaten in Kartoffeln: Sonnenblume, Mais oder Gelbsenf

Guido Haas

Nach der Ernte organisch angebauter Kartoffeln wurden vor Winter Nitratgehalte um 30 kg N/ha, aber auch bis über 100 kg N/ha in einer Bodentiefe von 0–90 cm gemessen. Auf den Nitratgehalt im Boden nach der Rodung kann zu verschiedenen Anbauphasen Einfluß genommen werden (Tab. 1).



Um hohe Nitratgehalte zur und nach der Ernte im Boden organisch bewirtschafteter Kartoffeln zu mindern, wurden in den Jahren 1997 und 1998 verschiedene Arten von Untersaaten in Feldversuchen auf dem Versuchsbetrieb Wiesengut sowie in den Jahren 1999 und 2000 zusätzlich auf vier weiteren Leitbetrieben im Rheinland untersucht.

Tab. 1: Bewirtschaftungsmaßnahmen zur Beeinflussung der Bodennitratgehalte nach dem Anbau von Kartoffeln (Erläuterung s. HAAS 2002, S. 2 f.)

vor der Pflanzung	vor der Ernte	zur Ernte	nach der Ernte
Vorfrucht	Untersaat	Rodetermin Rodesaat Senf	Zwischenfrucht oder Zweitfrucht bei Rodung bis 20. Aug.
Düngung		Stickstoffsperre: (u.a. Stroh)	Bodenbearbeitung: Intensität / Zeitpunkt
Sortenwahl - Reifetyp			Nachfrucht

Untersaaten in Kartoffeln sind in organisch wirtschaftenden Betrieben insbesondere bei regelmäßig frühem Krautfäulebefall anbauwürdig. Für eine Untersaat vor Reihenschluss der Kartoffeln – ausgesät mit dem letzten Häufelgang etwa Mitte Juni – eignen sich Sonnenblume und Mais (Tab. 2).

Tab. 2: Bewirtschaftung der Praxis-/Feldversuchsflächen in den Jahren 1997–1999

Betrieb	WG '97	WG '98	WG '99	N '99	W'99	O'99
Kartoffelsorte	Cilena	Nicola/ Agria	Nicola/ Agria	Solara	Nicola	Charlotte
Pflanztermin	22.4.	1.5	28.4	3.4	23.4	31.3
letzter Häufelgang	13.6	23.6	11.6	25.5	15.6	21.5 ¹⁾
Saat Untersaat	19.6.	24.6	11.6	26.5	15.6	15.6
Saat Senf/spät	entfiel	27.7	6.8	29.7	29.7	entfiel
Kraut abgestorben	Anfang Juli	Mitte Juli	Mitte Aug.	Mitte Juli	Mitte Juli	Anfang Juli
Rodetermin	10.9	28.9/8.11	15.10	23.9	24.9	27.9

¹⁾ vorgesehener letzter Häufelgang entfiel aufgrund früh eingetretenem Phytophthora-Krautfäulebefall

Die **Untersaaten** entwickelten sich nach dem häufig im Juli einsetzenden Krautfäulebefall und dem damit verbundenem raschen Absterben des Kartoffelkrauts zügig (Abb. 1). Für die spätere Saat nach Absterben des Kartoffelkrauts sind Gelbsenf und Buchweizen geeignet, die aber unter starkem Unkrautdruck stehen können. Auch eine starke Spätverunkrautung legte Stickstoff in der Sprossmasse vor der Rodung fest und hat damit einen positiven Effekt.



Abb. 1: Feldaufgang Sonnenblumen in den Dammfurchen–Standort WG am 23.6.99

Anbauzeitraum

- Die Entwicklung der Untersaaten wird maßgeblich von der Dauer der Furchenbeschattung beeinflusst. Von Beginn Bestandesschluss bis Beginn Phytophthora-Krautbefall sind die Wachstumsbedingungen für die Untersaat ungünstig.
- Geeignet sind für die Untersaat von Sonnenblume und Mais insbesondere Standorte mit regelmäßigem Krautfäulebefall. Wird zur Begrenzung des Stärkegehalts oder der Knollengröße für die Pflanzguterzeugung das Kraut frühzeitig abgeschlegelt, kann Senf, Ölrettich oder Buchweizen angesät werden.
- Eine lange Wachstumsdauer der Untersaaten ist durch frühen Pflanztermin mit vorgekeimten Kartoffeln und eher späte Rodetermine anzustreben.

Unter-Saat

- Generell ist für den letzten Häufelgang ein möglichst später Termin zu wählen, um eine möglichst kurze Beschattungsdauer der Untersaaten durch die Kartoffeln zu erreichen. Die "Häufelphilosophie" auf den Praxisbetrieben reichte hinsichtlich Unkrautkontrolle und Dammaufbau von vorsichtigem schon frühzeitig "lieber nicht mehr in den Bestand fahren" bis zu einem letzten "robusten" Häufelgang noch nach Bestandesschluss.
- Für späte Häufel- und Untersaattermine sind Schlepper und Anbaugeräte mit hohem Durchgang und Krautabweiser von Vorteil, um zu starkes Umknicken und Verletzen der Kartoffelstauden zu vermeiden.
- Für die Furchensaat bei der letzten Durchfahrt sollten die Furchen tief gelockert und evtl. mit einem nachlaufenden Furchenkrümmer feinkrümelig aufbereitet werden ("Saatbettbereitung"). Die tiefe Lockerung der Furchen ist entscheidend, wenn die Fahrspuren infolge der Befahrung zur Pflanzung, Unkrautkontrolle und für den Dammaufbau bei feuchtem Boden verdichtet wurden! In den Feldversuchen erfolgte die Saat der Untersaaten in die Furchen mit einem Einrad-Handsägerät (Säaggregat Fa. Sembdner) in der für die Kultur jeweils üblichen Saatstärke (vgl. Abb. 2).

Kosten

Kosten entstehen für

- die Saattechnik,
- das Saatgut und
- zusätzlichen Häcksler-/Schlegler-Aufwand, falls nicht *per se* eingesetzt.



Abb. 2: Furchensaat von Mais und Sonnenblumen mit einer für Untersaaten in Mais verwendeten Sämaschine (Testversuch nach Krautabschlegeln)

Nutzen

- Ein monetärer Nutzen ist vor allem für Direktvermarkter mit einem visuell ansprechenderen Kartoffelfeld (blühende Sonnenblumen statt grünbrauner Gänsefuß-Spätverunkrautung im September) und als vorzeigbare Umweltmaßnahme gegeben.
- Möglicherweise hohe Nitratgehalte nach der Ernten könnten wirksam gemindert werden. Alternativ müsste bis Mitte August gerodet und anschließend bis etwa 20. August eine Brassicaceen-Zwischenfrucht (Rübsen, Ölrettich, Senf) ausgesät werden.

Praktikerkommentar:

„Stickstoffverluste unter und nach Kartoffeln bleiben ein drängendes Problem. Die Versuche zu Untersaaten waren jedoch so nicht in der Praxis umzusetzen. Es fehlt die geeignete Sätechnik. Ich habe selbst Ölrettich breitflächig nach dem Absterben des Laubes mit gutem Erfolg ausprobiert. Rodeprobleme, die ich erwartet hatte, gab es nicht öfters als mit Gänsefuß auch.“



Abb. 3:
In Furchen aufwachsender
Mais und Sonnenblumen –
Standort Wiesengut am 10.08.98

Zur Kartoffelernte im September wurden Sprosserträge der Untersaaten bis zu 57 dt TM/ha und eine Stickstoffaufnahme im Spross von bis über 100 kg N/ha erzielt. Im Vergleich mit den betriebsüblich bewirtschafteten Kontrollparzellen (bis zu 33 dt TM/ha Unkraut-aufwuchs) wurde der Unkraut-aufwuchs durch die Untersaaten signifikant vermindert (mittlere Reduktion durch Sonnenblumen-Untersaat bis 67 %).

Durch Rodung der Kartoffeln werden Untersaaten und Unkraut zerstört und mit der nachfolgenden Bodenbearbeitung in den Boden eingearbeitet. Im November des Untersuchungsjahres 1999 vor Beginn der Sickerwasserperiode waren die **Nitratgehalte im Boden** im Mittel von drei Standorten unter Sonnenblume (32 kg N/ha) und Mais (33 kg N/ha) deutlich geringer im Vergleich mit den Varianten 'unkrautarm' (74 kg N/ha) und 'betriebs-üblich' (Unkraut) (47 kg N/ha) (Standort W, Abb. 4).

Kartoffelrodung (s. Ertragsdaten Tab. 3)

- Durch geeignete Vorrichtungen (u.a. Abweiser am Schlepper bzw. Roder) sind Rodebehinderungen bei den Furchensaaten weitgehend vermeidbar (Abb. 5).
- Ideal wäre die "Beerntung der Untersaat" vor Rodung der Kartoffeln, d.h. Maisernte oder in kleinem Umfang auch Sonnenblumen z.B. als Schnittblumen.
- Auch eine Zerkleinerung (Häcksler/Schlegler) vor der Rodung, wie sie auf einigen Betrieben wegen hoher Unkrautmasse generell bereits im Frontanbau durchgeführt wird, lässt Rodebehinderungen vermeiden.



Abb. 6: Gerodeter Damm und entlang des vormaligen Dammes durch Schlepper und Roderrad umgeknickte, niederliegende Maispflanzen

Tab. 3: Kartoffel-Ertragsdaten der betriebsüblich bewirtschafteten Kontrollparzellen im Feldversuchsjahr 1999

Betrieb	N	W	O	WG	WG	Mittel
Sorte	Solara	Nicola	Charlotte	Nicola	Agria	
Rohertrag dt FM/ha	348	238	258	385	388	323,4
N%	1,2	1,4	1,4	1,1	1,0	1,2
N-Entzug kg/ha	81	62	69	92	91	78,9
% Stärke (nach Lunden)	13,1	12,3	12,8	15,8	16,8	14,2

Fazit und Zusatznutzen

Primäres Ziel ist ein für Kartoffeln optimales Anbauverfahren. Untersaaten sollen als Zusatzmaßnahme vor allem die Umweltverträglichkeit des Kartoffelbaus verbessern. Das Verfahren ist für experimentierfreudige und innovative Landwirte geeignet, die bspw. in Wasserschutzgebieten oder in Hanglagen mit potentieller Bodenerosion wirtschaften.

Das Verfahren bedarf weiterer pflanzenbaulicher und landtechnischer Entwicklung und Optimierung (Sätechnik, Sätermin Untersaat, Rodetermin).

Neben geringeren Nitratgehalten im Boden und einer effizienten Unterdrückung des Unkrautwuchses trägt die zusätzliche Biomassebildung zur Versorgung des Bodens mit organischer Substanz bei (Humusreproduktion) und mindert in Hanglagen die Bodenerosionsdisposition (Sommergewitter). Mit blühenden Sonnenblumen oder Senf werden blütenbesuchende Insekten gefördert und die Landschaft bereichert.



**Versuchsanlage Untersaaten kurz vor Rodebeginn – Standort W am 24.9.97
(links vorne Varianten "unkrautarm", rechts Sonnenblumen, Mais
2. Reihe von links: Senf, Mais, Sonnenblumen)**

Weitere Informationen, Literaturverweise und Praxisempfehlungen in

HAAS, G. 2002: Grundwasserschutz im Organischen Landbau: Untersaaten in Kartoffeln zur Minderung hoher Restnitratmengen im Boden. Schriftenreihe Institut für Organischen Landbau, ISBN 3-89574-472-7, Verlag Dr. Köster, Berlin, 66 S.

Forschungsvorhaben im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen.

Anbau von Feldgemüse

Andreas Paffrath, Edmund Leisen, Markus Puffert & Felix Lippert

1 Einleitung

Mit der Ausweitung des Ökologischen Landbaus ist auch der Anteil an Feldgemüsekulturen deutlich gestiegen. Insbesondere für viehlose Betriebe ist der Anbau von Feldgemüse ökonomisch interessant. Gemüsekulturen haben besonders hohe Ansprüche an die Bestandesführung. Neben einem im Gegensatz zu ackerbaulichen Kulturen oft sehr hohen Nährstoffbedarf kann eine Vielfalt an Krankheiten und Schädlingen, aber auch eine starke Verunkrautung oft schnell zu Ertrags- und Qualitätsverlusten und damit zu hohen wirtschaftlichen Einbußen führen. Im ökologischen Landbau stellen sich daher ganz besonders die Fragen nach Anbautechnik, Pflanzenschutz, Unkrautregulierung, Sortenwahl, Fruchtfolgegestaltung und Nährstoffversorgung. In einer späteren Phase des Projektes Leitbetriebe Ökologischer Landbau in NRW wurde daher auch mit Untersuchungen zu diesen Fragestellungen im Ökologischen Feldgemüsebau begonnen. Die Versuchsanstellungen gestalteten sich aber nicht immer einfach. Oft konnten Versuche aufgrund von z.B. schlechtem Auflaufen (v.a. Möhren), extremen Witterungsbedingungen oder starker Verunkrautung nicht ausgewertet werden. Eine Auswahl der bisher erzielten Ergebnisse u.a. zur Sortenwahl bei Möhren, zur Kaliumversorgung von Möhren und zur Stickstoffversorgung mit unterschiedlichen organischen Düngemitteln bei verschiedenen Kulturen wird nachfolgend dargestellt.

2 Einsatz von organischen Stickstoff-Düngemitteln

Je größer der Anteil an Feldgemüsekulturen in der Fruchtfolge desto schwieriger ist es, die Nährstoffversorgung im Betriebskreislauf sicher zu stellen. Dies gilt insbesondere für viehlose oder vieharme Betriebe. Mit der Zunahme stark zehrender Gemüsekulturen in der Fruchtfolge kann sehr schnell eine negative Stickstoffbilanz auftreten. Auch ein höherer Anteil an Leguminosen reicht dann nicht für eine Stickstoffversorgung aus, die die auch im Ökologischen Landbau notwendigen Erträge und Qualitäten sicherstellen kann.

Im Rahmen der EU-Verordnung besteht die Möglichkeit des Einsatzes von organischen Zukaufsdüngemitteln. Die Richtlinien der einzelnen Anbauverbände schränken diese Möglichkeiten teilweise wieder ein. Organische Zukaufsdünger sind vglw. teuer und unter-

Feldgemüse

scheiden sich zum Teil stark in ihren Nährstoffgehalten und ihrer Wirkung. Eine weitere Möglichkeit der Stickstoffzufuhr besteht darin, Körnerleguminosen (z.B. Ackerbohnen, Erbsen, Lupinen) nicht als Futter zu verkaufen, sondern geschrotet den bedürftigen Kulturen als Dünger zur Verfügung zu stellen. Im Hinblick auf die Minimierung des Nährstoffinputs von außen ist dies im Sinne eines weitgehend in sich geschlossenen Betriebsorganismus sicherlich die anzustrebende ökologischere Variante.



Auf einem Feldtag gibt der Betriebsleiter eines Leitbetriebes Tipps zum Anbau von Feldgemüse (Foto: A. Paffrath)

Seit 1998 wurden im Projekt „Leitbetriebe Ökologischer Landbau in NRW“, nach den jeweiligen Anforderungen der Betriebsleiter, verschiedene organische Düngemittel in unterschiedlichen Kulturen sowie unterschiedliche Applikationstermine von Vinasse zu Blumenkohl sowie die Mineralisierungsrate verschiedener Dünger untersucht.

3 Verschiedene Ausbringungstermine von Vinasse zu Blumenkohl

Von 1999 bis 2001 (2000 nicht auswertbar) wurden auf einem Lehmstandort im Rhein-Sieg Kreis 80 kg N als Vinasse zu der Sorte Fremont zu drei Ausbringungsterminen, als Grunddüngung, als Kopfdüngung und gesplittet als Grund- und Kopfdüngung ausgebracht. Nur die Kopfdüngung brachte in beiden Prüfjahren gegenüber der Kontrolle einen gesichert höheren Kopfertrag (Abbildung 1).

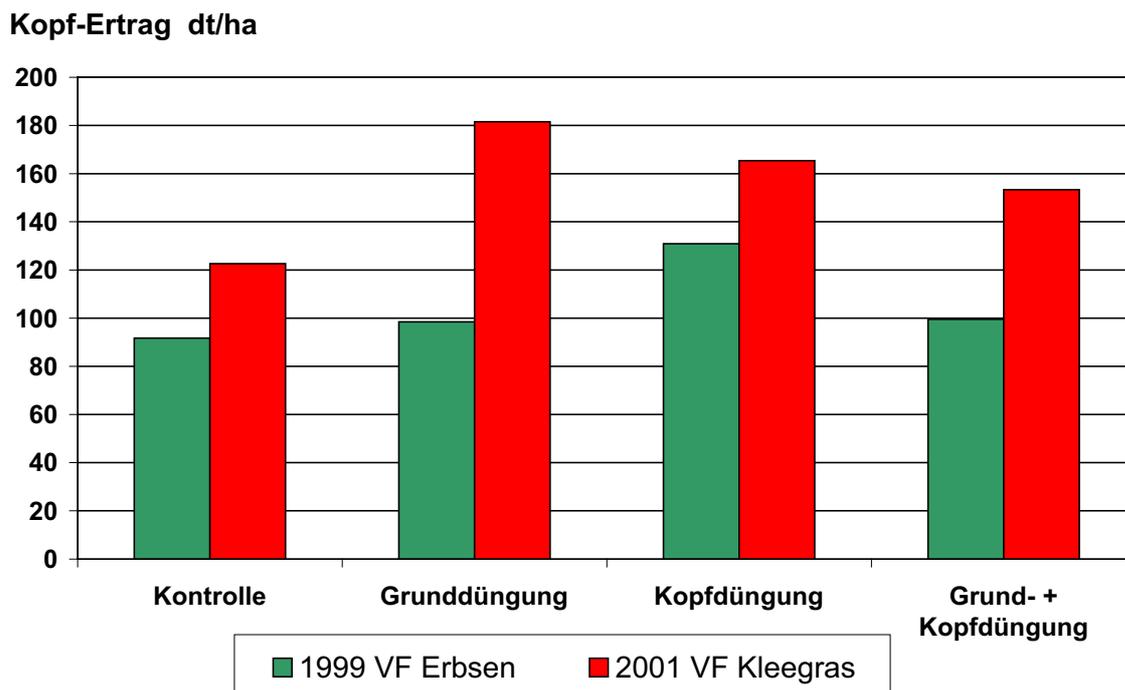


Abb. 1: Auswirkung verschiedener Applikationstermine von Vinasse zu Blumenkohl auf den Kopf-Ertrag. Standort: Rhein-Sieg-Kreis

Die Varianten Grunddüngung und Grund- + Kopfdüngung zeigten jahresabhängig starke Schwankungen. 1999 waren sie nur geringfügig besser als die ungedüngte Parzelle und wiesen auch einen geringeren Stickstoffentzug auf. Die Nitratgehalte waren mit durchschnittlich 5,8 mg/kg FM in 1999 und 27,0 mg/kg FM im Jahr 2001 sehr niedrig. Insgesamt waren die Erträge 1999 nach Vorfrucht Erbsen deutlich niedriger als 2001 nach Vorfrucht Klee gras. Die unterschiedliche Witterung trug erheblich zu den Jahresschwankungen bei.

4 Vergleich verschiedener organischer Stickstoff-Düngemittel

Im Jahr 1999 wurde auf einem vieharmen Betrieb (Bodenart: sandiger Lehm) im Kreis Neuss die Wirkung von Erbsenschrot und Gesteinsmehl zu Spinat, Wirsing und Blumenkohl untersucht. Im folgenden Jahr wurden die Düngungsvarianten noch um Jauche und eine Kombination aus Jauche und Gesteinsmehl erhöht, da dem Betrieb durch Kooperation mit einem ökologischen schweinehaltenden Betrieb mittlerweile Jauche zur Verfügung steht. 1999 wurde Erbsenschrot mit 70 kgN/ha, im Jahr 2000 wurden mit den stickstoffhaltigen Düngemitteln 80 kg N/ha ausgebracht. Die Gesteinsmehlgaben betragen 15 dt/ha.

Tab. 1: Wirkung verschiedener organischer Düngemittel zu verschiedenen Gemüsekulturen auf 2 Betrieben 1999/2002

Jahr	Standort Kreis	Organischer Dünger	Menge	Kultur	Marktfähiger Ertrag		N-Entzug (output)		Nitratgehalt mg/kg FM	
					dt/ha	relativ	kg/ha	relativ	Kontrolle	Düng.-variante
2002	Neuss	Ackerbo.schrot	80 kg N/ha	Spinat	38,4	163	12,5	158	26	25
2002	Neuss	Bio-Vegetal	80 kg N/ha	Spinat	142,0	603	45,1	572	26	160
1999	Neuss	Erbsenschrot	70 kg N/ha	Blumenkohl*	107,9	128	19,5	129	1	4
1999	Neuss	Erbsenschrot	70 kg N/ha	Spinat	174,9	96	55,4	108	10	38
1999	Neuss	Erbsenschrot	70 kg N/ha	Wirsing	129,4	90	86,7	116	3	59
2000	Neuss	Erbsenschrot	80 kgN/ha	Spinat	116,7	84	36,6	96	341	903
2002	Neuss	Erbsenschrot	80 kg N/ha	Spinat	37,1	157	12,5	159	26	60
1999	Neuss	Gesteinsmehl	15 dt/ha	Blumenkohl*	109,1	129	19,3	128	1	5
1999	Neuss	Gesteinsmehl	15 dt/ha	Spinat	202,4	111	58,5	114	10	21
1999	Neuss	Gesteinsmehl	15 dt/ha	Wirsing	154,8	107	89,1	119	3	12
2000	Neuss	Gesteinsmehl	15dt/ha	Spinat	138,1	100	36,7	96	341	313
2002	Neuss	Horndünger	80 kg N/ha	Spinat	129,4	547	44,9	569	26	331
2000	Neuss	Jauche	80 kgN/ha	Spinat	139,6	101	36,9	96	341	445
2002	Neuss	Jauche	80 kg N/ha	Spinat	24,5	104	8,1	103	26	9
2000	Neuss	Jauche +Gesteinsmehl	80 kgN/ha 15 dt/ha	Spinat	159,0	115	41,6	109	341	285
1999	Rhein-Sieg	Vinasse	80 kgN/ha	Blumenkohl*	109,7**	120	22,3	121	8	5
2001	Rhein-Sieg	Vinasse	80 kgN/ha	Blumenkohl*	166,8**	136	35,1	130	25	28

* Kopfertrag zur besseren Vergleichbarkeit (ein Betrieb vermarktet nur Köpfe an die Frosterei, der andere Kopf + Umblatt als Frischware)

** Mittel verschiedener Ausbringungsvarianten

Eine Düngung mit Bio-Vegetal und Hornspänen bewirkte bei Spinat signifikante Mehrerträge (Tabelle 1), die noch deutlich über denen von Ackerbohnschrot lagen. Jauche zeigte nur in Kombination mit Gesteinsmehl einen ertragssteigernden Effekt auf Spinat. Eine Gesteinsmehlgabe bewirkte 1999 bei allen Kulturen Mehrerträge, die aber nur bei Blumenkohl statistisch gesichert waren. Erbsenschrot führte nur in zwei von sechs

Untersuchungen zu einem höheren Ertrag bei der jeweiligen Kultur, ansonsten sogar zu Mindererträgen. Im Jahr 2000 konnten bei Spinat, außer bei der Variante Jauche mit Gesteinsmehl, keine Mehrerträge durch Düngung erzielt werden. Im Gegensatz zu den Jahren 2000 und 2001 führten 1999 alle Düngungsvarianten, unabhängig von der Ertragsleistung, auch zu einem höheren Stickstoffentzug. In 70 % der Fälle stieg in den Pflanzen der Nitratgehalt nach einer Düngung an. Nach Erbsenschrot wurden oft auch, trotz Mindererträgen, höhere Nitratgehalte in der Pflanze gemessen.

Zur Abschätzung der Mineralisierung verschiedener organischer Düngemittel wurden 1998 bei einer Stickstoffdüngung von 110 dt/ha mit Ackerbohnschrot, Haarmehlpellets, Rizinussschrot und Mistkompost zu Blumenkohl in dreiwöchigem Abstand N_{\min} -Werte gemessen. Die N_{\min} -Werte zeigen eine schnelle Anfangsmineralisierung in der Reihenfolge Rizinussschrot, Haarmehlpellets und Ackerbohnschrot (Abbildung 2). Die Höchstwerte waren hier schon Ende März erreicht. Unter Rizinus- und Ackerbohnschrot sanken die N_{\min} -Gehalte dann sehr schnell ab. Haarmehlpellets zeigten eine konstant hohe N-Versorgung bis Ende Mai. Mistkompost setzte erst Mitte April mit der Mineralisation ein. Die Kontrollvariante zeigte sofort sinkende Boden-Nitratgehalte. Ende Mai war ein Mineralisationsschub bei allen Varianten, auch der Kontrolle, zu beobachten. Vermutlich wurde hier Stickstoff aus dem Bodenvorrat nachgeliefert. Anfang Juni sanken bei allen Varianten, auch aufgrund anhaltender Trockenheit, die N_{\min} -Werte stark ab. Die Ergebnisse bestätigen in etwa auch Bebrütungsversuche, die an verschiedenen Universitäten durchgeführt wurden.

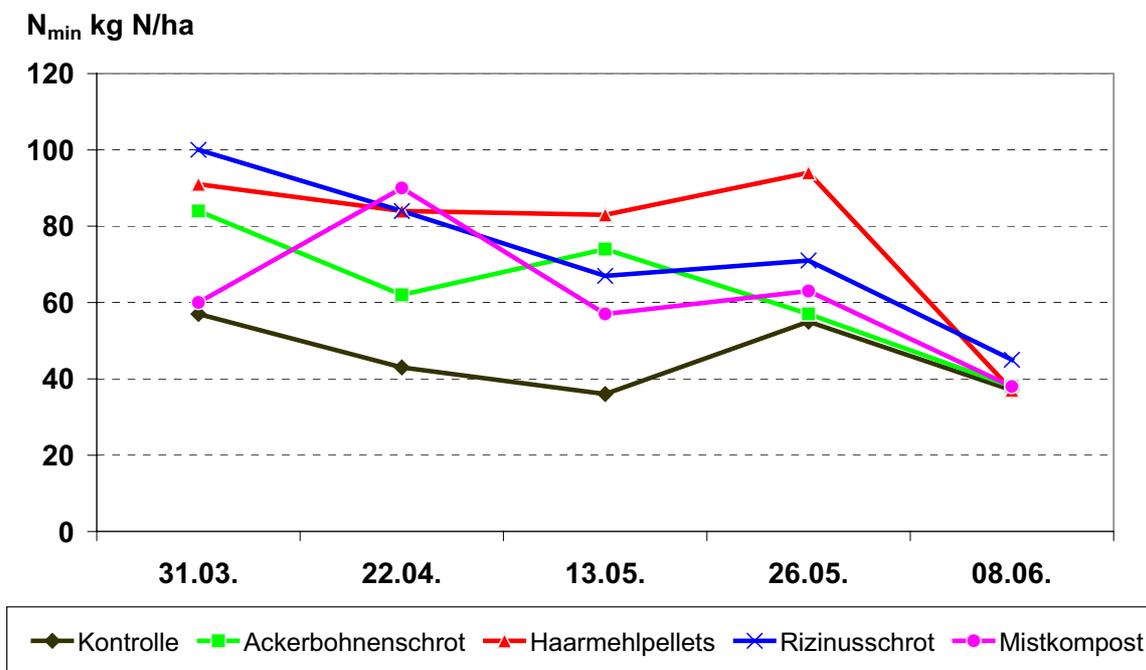


Abb. 2: N_{\min} -Dynamik im Boden nach Düngung mit verschiedenen organischen Düngemitteln, Kreis Borken 1998, Kultur: Blumenkohl

Fazit

Bei Gemüsekulturen mit hohem Stickstoffbedarf reicht die Stickstoffnachlieferung aus den Vorfrüchten bzw. dem Bodenvorrat oft nicht aus. Dies macht eine zusätzliche Düngung mit organischen Düngemitteln erforderlich, um ansprechende Erträge und Qualitäten zu erreichen. Vor allem für Kulturen, die bereits im zeitigen Frühjahr angebaut werden, einen hohen N-Bedarf bereits im Jungpflanzenstadium und/oder eine kurze Vegetationszeit haben, ist es wichtig, solche organische Dünger zu wählen, bei denen Stickstoff sehr schnell und auch unter weniger günstigen Bedingungen freigesetzt wird. In den verschiedenen Versuchsanstellungen zeigten Rizinusschrot, Vinasse, Haarmehlpellets und Hornspäne eine hohe, schnelle Mineralisierung bzw. deutliche Mehrerträge bei den Kulturen. Auch Ackerbohnschrot hatte v.a. bei Kartoffeln (siehe Kapitel Kartoffelanbau) noch eine gute Düngerwirkung. Bei frühen Gemüsekulturen gibt es meist Probleme mit einer schnellen Umsetzung. Erbsenschrot zeigte, wie auch in anderen Untersuchungen, nur selten eine positive Wirkung, führte oft zu Mindererträgen und ist daher für eine gezielte Düngungsmaßnahme weniger geeignet. Für Schrote gilt, je feiner sie vermahlen sind, desto besser ist in der Regel die N-Mineralisierung. Dies bringt aber oft Schwierigkeiten bei der Handhabung mit sich. Mistkompost liefert meist relativ spät nach.

Da die Mineralisation von Witterung und Feuchtigkeit abhängig ist, muss bei der Wahl des Düngers immer von den besonderen Standort- und den dort zu erwartenden Klimaverhältnissen ausgegangen werden. Eine geeignete Wahl des organischen Düngers sollte daher kultur- und standortangepasst erfolgen.

5 Möhrenanbau

Für viele, vor allem viehlos wirtschaftende ökologische Betriebe, ist der Anbau von Möhren inzwischen ein ökonomisch wichtiger Bestandteil der Fruchtfolge geworden. Der Anbau dieser pflegebedürftigen Kultur ist aber nicht ganz unproblematisch. Sie kann als abtragende Frucht in der Fruchtfolge nur alle 5–6 Jahre auf demselben Standort angebaut werden, da sie mit sich selbst unverträglich ist. Direkte Stallmistgaben sowie Klee gras- oder Grünlandumbruch können zu erhöhtem Schädlingsbefall und Qualitätseinbußen führen. Bezüglich der Standortansprüche bevorzugt sie tiefgründige, durchlässige Böden mit ausgeglichener Wasserversorgung. Staunässe, Verdichtungen oder Verschlammungen schaden ihr. Auf trockenen und sandigen Standorten ist ein Anbau ohne Beregnungsmöglichkeit schwierig. Ein großes Problem stellt die Unkrautregulierung dar. Möhren haben eine sehr langsame Keim- und Jugendentwicklung und daher keine große Durchsetzungskraft gegenüber Unkräutern.



Möhren unkrautfrei zu halten kann im ökologischen Anbau zu einem großen Problem werden. (Foto: A. Paffrath)

Eine ständige Beikrautregulierung in Form von Abflammen, Striegeln, Hacken bis hin zum arbeitsintensiven Handjäten ist unerlässlich.

Im Projekt Leitbetriebe Ökologischer Landbau in NRW wurden im Möhrenanbau Untersuchungen zur Sortenwahl, zur Anbautechnik und zur Nährstoffversorgung mit Kalium durchgeführt.

Praktikerkommentar:

„Unkraut ist ein leidiges Thema im Gemüsebau, es bleibt einfach zu viel Handarbeit. Hier muss die Landtechnik mehr nach technischen Lösungen und Verfahren für uns Bio-Gemüse-Bauern suchen.“

Sortenwahl

Möhren können je nach Sorte von Februar bis Mitte Juli gesät werden. Geerntet werden sie für den Frischmarkt, zur Lagerung oder für die industrielle Verarbeitung.

In Abhängigkeit von der Verwendung kommen teilweise unterschiedliche Sorten zur Aussaat. Diese können sich in Ertragsleistung und Krankheitsresistenz sowie in Form, Farbe und Geschmack erheblich unterscheiden. Auf einem Leitbetrieb im Kreis Viersen wurde 1995 mit der Prüfung mittelfrüher Lagersorten begonnen. Ab dem Jahr 2000 wurden diese Untersuchungen zu Speisemöhrensorten unter ökologischen Anbaubedingungen im Gartenbauzentrum Köln-Auweiler weitergeführt. Auf einem Betrieb im Kreis Lippe werden seit 1998 Sortenversuche mit Möhren für die industrielle Verarbeitung angelegt. Auf allen Standorten kamen neben Hybriden auch samenfeste Sorten zum Einsatz.



Gesunde Möhrensorten sind wichtig für den Ökologischen Landbau . (Foto: A. Paffrath)

Sortenprüfung Speisemöhren

In den Prüffahren traten neben Verunkrautungsproblemen (1999 konnte deshalb nicht ausgewertet werden) oftmals extreme Witterungsbedingungen auf. Die Sorten reagierten hierauf deutlich unterschiedlich. Für eine maschinelle Beerntbarkeit mit dem Klemmbandroder ist ein stabiles gesundes Laub ausgesprochen wichtig. Vor allem ein Befall mit dem Pilz *Alternaria dauci* kann zu einem frühzeitigen Absterben des Laubes führen. Stärkerer *Alternaria*-Befall trat aber nur in zwei Jahren im Kreis Viersen auf. Der Befall mit Möhrenfliege war jahresabhängig unterschiedlich groß, ein signifikanter Sortenunterschied konnte nicht beobachtet werden. Die Nitratgehalte schwankten sehr stark. Im Mittel war der Jahreseinfluss größer als der Sorteneinfluss. Trotzdem gab es Sorten, die in der Tendenz zu einem niedrigeren bzw. höheren Gehalt neigten. Die samenfesten Sorten schnitten bezüglich der Ertragsleistung schlechter ab als die Hybriden.

Im Mittel der Verrechnungssorten (**Bolero, Nevis, Starca**) wurden 1997 mit 344 dt/ha die niedrigsten, im Jahr 1998 mit 609 dt/ha, trotz extremer Nässe, die höchsten Markterträge erzielt. In Köln-Auweiler schwankten in den Jahren 2000 bis 2002 die marktfähigen Erträge zwischen 304 und 381 dt/ha. Die besten marktfähigen Erträge brachten **Bolero, Valor** und **Nevis**. Diese entwickelten auch gesundes, kräftiges Laub. Eine Ausnahme machte **Bolero** nur 1998, indem sie auf die extreme Nässe mit vielen faulen und geplatzten Möhren reagierte. In allen Prüffahren hatten die Möhren einen niedrigen Nitratgehalt. Vor allem **Bolero** zeigte vergleichsweise niedrige Nitratgehalte. Einen unterdurchschnittlichen Ertrag verbuchten die Sorten **Julia, Jeanette** und **Starca**. **Jeanette** wies in allen drei Prüffahren den höchsten Nitratgehalt auf. **Julia** hatte immer einen großen Anteil fauler und kranker Wurzeln. **Starca**

und **Merida** zeigten einen Trend zu einer geringeren Laubentwicklung und höherem Alternaria-Befall. Von **Magno** konnten in den 2 Jahren mit hoher Wasserversorgung überdurchschnittliche Erträge geerntet werden.

Tab. 2: Sortenprüfungen bei Speisemöhren unter ökologischen Anbaubedingungen 1997/2002, Standorte Kreis Viersen (VE) und Köln-Auweiler (K)

Sorte	Rohertrag dt/ha					Ertrag marktfähige Ware dt/ha					Ertrag marktfähige Ware relativ				
	K			VIE		K			VIE		K			VIE	
	02	01	00	98	97	02	01	00	98	97	02	01	00	98	97
Bolero*	612	725	718	1050	545	406	342	387	411	445	116	113	102	67	129
Fanal		360					207					68			
Jeanette	531	588	708			288	189	376			82	62	99		
Julia	307	359	675			156	163	348			45	54	91		
Maestro		339	618	864	443		267	349	477	300		88	91	78	87
Magno		598	639	882	355		215	385	751	251		71	101	123	73
Major		620	643	896	420		385	260	792	272		127	68	130	79
Merida		365	736	540	458		302	364	406	324		99	95	67	94
Napoli			775	649				416	376				109	62	
Narome	370	287				213	185				61	61			
Nerac	519	570	647	746		374	225	285	679		107	74	75	112	
Nevis*	551	701	706	914	509	365	332	417	813	359	104	109	109	133	104
Noveno	598					314					90				
Riga			601	776				361	594				95	98	
Sirkana	392					246					70				
Starca*	444	539	643	686	354	278	238	339	603	229	80	78	89	99	66
Topfix	428					257					73				
Valor	610	688	737			416	381	355			119	125	93		
Vitana	334					178					51				
Verrechnungsmittel	536	655	689	883	470	350	304	381	609	344	100	100	100	100	100

*Verrechnungssorten

1999 Versuch nicht auswertbar

Sortenprüfung Industriemöhren

Für die industrielle Verarbeitung werden meistens andere Sorten angebaut als im Speisebereich. Die Qualitätsanforderungen sind ähnlich wie im Großhandel. Zusätzlich ist aber oft noch der Zuckergehalt ausschlaggebend und es gilt der strenge Nitratgrenzwert von 250 ppm. Seit mehreren Jahren werden auf einem Lehmstandort im Kreis Lippe auch Industriemöhrensorten auf Ertrag geprüft. Nitrat- und Zuckergehalte werden seit zwei Jahren mituntersucht. Im mehrjährigen Vergleich brachten die Sorten **Bolero** und **Fayette** gute

Feldgemüse

Erträge (Tabelle 3). **Joba** und **Maxima** waren unterdurchschnittlich. Die Gesamtzucker-Gehalte schwankten im Jahr 2001 zwischen 5,9 % (Kamaran) und 7,4 % (Joba) und 2002 zwischen 4,9 % (Jupiter) und 7,1 % (Karotan). Im Mittel der Verrechnungssorten Bolero und Kamaran war der Zuckergehalt 2002 höher als 2001. Bei anderen Sorten verhielt sich dies aber umgekehrt. Ähnlich wie beim Zucker zeigten die Nitratgehalte, analog zu den Speisemöhren, eher Jahres- als Sorteneinfluss. Im Jahr 2001 lagen sie mit maximal 40 ppm (mg/kg FM) sehr niedrig. 2002 schwankten sie zwischen 29 (Bolero) und 174 (Boston) ppm. Der kritische Wert von 250 ppm wurde nie erreicht.

Tab. 3: Sortenprüfungen bei Industriemöhren unter ökologischen Anbaubedingungen 1998/99 u. 2001/02, Standort: Kreis Lippe

Sorte	Rohertrag dt/ha				Marktfähiger Ertrag dt/ha				Marktfähiger Ertrag relativ				Zucker- gehalt* %		Nitrat- gehalt ppm	
	02	01	99	98	02	01	99	98	02	01	99	98	02	01	02	01
Bolero*	650	568	720	773	595	485	684	661	131	98	114	132	6,9	6,1	29	8
Boston	447	633			401	523			88	106			5,8	6,3	174	n.n.***
Fayette	594	553			530	491			116	100			6,2	6,5	64	n.n.***
Joba	464	514			412	420			90	85			6,5	7,4	82	15
Jupiter	315				276				61				4,9		153	
Kamaran*	373	577	542	680	316	501	514	341	69	102	86	68	6,7	5,9	78	40
Karotan	539				504				111				7,1		74	
Kathmandu	403	569			354	487			78	99			6,7	5,8	84	
Kazan			521	667			495	474			83	95				
lange rote Stumpfe				497				173				35				
Magno			805	683			764	571			128	114				
Maxima	375	573			315	480			69	97			6,3	6,1	40	n.n.***
Neptun	528				480				105				5,7		98	
Robila			615				584				97					
Rodelika			673				639				107					
Rothild				479				327				65				
Verrechnungsmittel (= 100 %)	512	573	631	727	456	493	599	501	100	100	100	100	7	6	54	24

* Verrechnungssorten

**Zucker = Saccharose, D-Fructose, D-Glucose

***n. n. = nicht nachweisbar (Nachweisgrenze 0,15)

Kaliumversorgung bei Möhren

Die Versorgung mit dem Nährstoff Kalium spielt bei der Möhre eine wichtige Rolle. Kalium reguliert u.a. den Wasserhaushalt und macht die Pflanze widerstandsfähiger gegenüber Krankheiten. Eine Verbesserung des Kaliumangebots führt weiterhin zu einer Erhöhung des Ascorbinsäure- und Saccharosegehaltes. Ob allerdings im Ökologischen Landbau dieselben Nährstoffgehaltssklassen im Boden angestrebt werden sollen wie unter konventioneller Bewirtschaftung, wird kontrovers diskutiert. Um einen Überblick zu

bekommen, ob es eine Korrelation zwischen der Kalium-Versorgung der Möhren und Wachstum, Ertrag und Lagerfähigkeit gibt, wurden zwei Jahre lang Erhebungen bei ökologischen Möhrenanbauern durchgeführt. Im Jahr 2001 folgte ein Düngungsversuch mit Kalimagnesia auf ausgewählten Betrieben.

Erhebung auf Betrieben

Erhebungen zum Ökologischen Möhrenanbau erfolgten in den Jahren 1999 und 2000 auf 17 Betrieben in Nordrhein-Westfalen. Erhoben wurden Standort- und Anbaudaten, es wurden Ertragsermittlungen gemacht und Böden und Pflanzen auf ihre Nährstoffgehalte untersucht. Zur Ermittlung der Lagerverluste wurde die Ernteware unter standardisierten Bedingungen im Kühllager gelagert. Die Untersuchungen erfolgten mit zwei Sorten, der samenfesten Rodelika und der Hybridsorte Bolero.

In den zwei Beobachtungsjahren wurden insgesamt 38 Flächen vor dem Anbau mit Möhren untersucht. Davon lagen 18 % der Flächen in den Gehaltsklassen B und A (Tabelle 4)

Der Großteil lag in den höheren Versorgungsstufen und war damit ausreichend versorgt. Die Kaliumgehalte in der Krume lagen auf fast allen Betrieben auf ähnlichem Niveau wie in der Bodenschicht 30–60 cm. Die pH-Werte schwankten zwischen 5,1 und 7,0 in der oberen und 4,8 und 7,0 in der tieferen Bodenschicht. Die Spanne der Nmin-Werte lag zwischen 10 und 198 kg N/ha in der Summe der Bodenschichten 0–90cm.

Tab. 4: Anzahl Flächen in der K₂O-Gehaltsklasse

Gehaltsklasse	1999	2000	1999-2000
A		1	1
B	3	3	6
C	14	12	26
D	3		3
E		2	2
Anzahl Flächen	20	18	38

Die Auswertung der Untersuchungen ergab folgende Ergebnisse:

- Die Spannbreite der Ertragsleistungen auf den einzelnen Betrieben war groß und reichte von 190 bis 970 dt/ha.
- Den größten Einfluss auf den Ertrag hatte der Standort bzw. der Betrieb. Niedrige Erträge sind nicht allein auf die Boden- und Witterungsverhältnisse zurückzuführen, sondern auch auf die Bestandesführung, vor allem die Unkrautregulierung. Bei ca. 25 % der Betriebe wurden unterschiedlich starke Schäden durch Nematoden festgestellt, wodurch Ertrag und Qualität beeinflusst wurden.
- Das insgesamt bessere Ertragsniveau im Jahr 2000 lässt weiterhin einen Jahreseinfluss erkennen.
- Die Sortenwahl hatte Einfluss auf den Ertrag. Von der Sorte Bolero wurden im Mittel höhere Erträge geerntet als von Rodelika, bei einer allerdings großen Spannbreite. Diese reichte bei Rodelika von 190 bis 720 dt/ha und bei Bolero von 420 bis 970 dt/ha.
- Etwas mehr als die Hälfte der Betriebe bauen Möhren in Dämmen an. Eine Tendenz zu höheren Erträgen unter den verschiedenen Anbauverfahren gab es nicht. Im Mittel wurden 1999 höhere Erträge bei Flach-, im Jahr 2000 bei Dammanbau geerntet. Große Jahresschwankungen von ca. 30 % gab es aber nur beim Flachanbau bei beiden Sorten. Die Kulturen in Dämmen waren in der Regel unkrautfreier und besser beerntbar.
- Die Ertragsleistungen zeigten keine lineare Korrelation in Abhängigkeit von der Bodenart, dem pH-Wert, dem N_{\min} -Gehalt und den Kalium-, Phosphor- und Magnesiumgehalten im Boden.
- Die Kaliumgehalte in den Möhren lagen im Mittel bei 2,2 % i.d. TM (0,7 bis 3,8) und damit zum Teil weit unter den Optimalwerten von 2,7–4 % (nach Bergmann). Eine Abhängigkeit der Kaliumgehalte in der Möhre von der Kaliumversorgung im Boden konnte nicht beobachtet werden (Abbildung 3).
- Die Lagerverluste waren 1999 deutlich höher als im Jahr 2000. Sie waren betriebspezifisch unterschiedlich hoch und z.T. durch Lagerkrankheiten beeinflusst. Ein Zusammenhang zwischen dem Kaliumgehalt der Möhren und den Lagerverlusten wurde nicht festgestellt.

Kaliumgehalt Möhre % TS

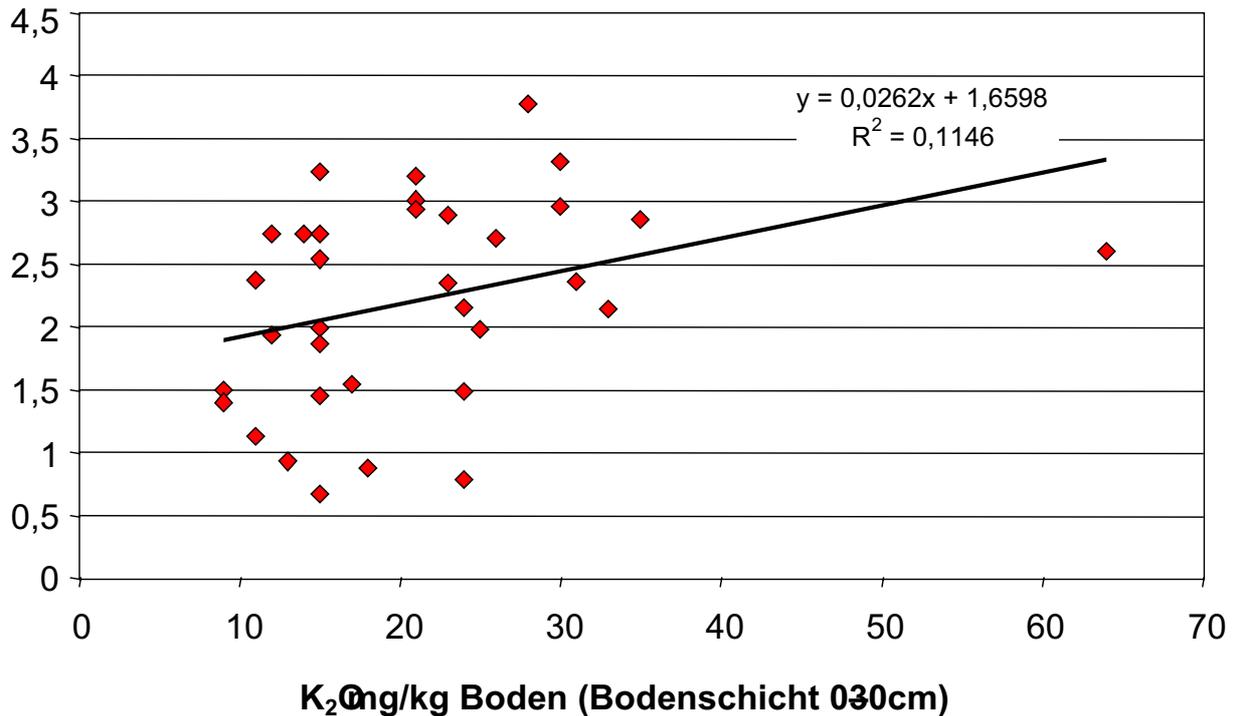


Abb. 3: Kaliumgehalt in Möhren in Abhängigkeit von der Kaliumversorgung des Bodens, Untersuchung von 17 Betrieben in NRW , 1999 und 2000

Einfluss einer Kalimagnesia-Düngung auf Ertrag, Qualität und Lagerfähigkeit von Möhren

Im Jahr 2001 wurden auf drei Betrieben Untersuchungen zur Auswirkung einer Düngung mit Kalimagnesia auf Ertrag und Lagerfähigkeit von Möhren durchgeführt. Ausgewählt wurden Flächen mit einer Kaliumversorgung im Boden höchstens in der Gehaltsklasse B. Die Betriebe wirtschaften auf Sand, Lehm und tonigen Lehm-Böden. Gedüngt wurde jeweils 100 kg K₂O Patentkali/ha. Auf einem Standort wurde noch eine Steigerung auf 200 kg K₂O /ha vorgenommen. Die Lagerverluste wurden nach einer viermonatigen Lagerung ermittelt.

Sowohl auf dem Lehm- als auch auf dem Sandstandort zeigte die Kalium-Düngung eine ertragssteigernde Wirkung gegenüber der Kontrolle (Tabelle 5). Auch der Laubertrag und der Kaliumgehalt in Laub und Rübe stiegen mit steigender Kali-Gabe. Der Kaliumgehalt in der Möhre erreichte aber nicht den empfohlenen Optimalwert. Das Einzelrübengewicht war in der niedrigeren Düngungsstufe erhöht. Bei steigender Düngung fiel es, bedingt durch einen größeren Anteil kleiner Möhren, wieder ab. Die insgesamt geringen Lagerverluste konnten noch etwas gesenkt werden. Auf dem Standort in Gütersloh konnten bei insgesamt hohem Ertragsniveau die Mehrerträge allerdings nicht statistisch abgesichert werden. Auf den Flächen im Kreis Mettmann, auf tonigem Lehm, zeigte sich keine Auswirkung der Kalimagnesia-Gabe auf die gemessenen Parameter.

Tab. 5: Auswirkung einer Kalimagnesia-Düngung auf Ertrag und Qualität von Möhren

Kreis	Bodenart	Rüben- ertrag dt/ha			Rüben- ertrag relativ			Kalium Rube % K i.d. TS			Blattertrag dt/ha			Kalium Blatt % K i.d. TS			Lager- verluste bei 4- monat. Lagerung %		
		K 0	K 1	K 2	K 0	K 1	K 2	K 0	K 1	K 2	K 0	K 1	K 2	K 0	K 1	K 2	K 0	K 1	K 2
ME	tL	282	275		100	97		2,0	2,1		97	99		3,7	3,7		1,8	2,2	
LI	L	446	545	591	100	122	132	1,9	2,1	2,2	157	187	211	3,4	3,7	4,2	3,9	2,6	2,2
GT	S	623	678		100	109		1,4	1,8		128	159		4,2	3,9		2,4	2,2	

K0 = Kontrolle; K1/K2 = 100/200 kg K₂O/ha

Fazit

Die 1999 und 2000 in Nordrhein-Westfalen untersuchten 17 ökologisch wirtschaftenden Betriebe wiesen auf 38 Flächen größtenteils eine gute Nährstoffversorgung in den Böden auf. Eine Abhängigkeit der Ertragsleistung, der Qualität und der Lagerstabilität von Möhren vom Kaliumgehalt des Bodens konnte nicht festgestellt werden. Parameter wie Klima, Anbautechnik, Unkrautkontrolle, Sortenwahl und Nematodenbesatz spielten die größere Rolle beim Anbauerfolg. Eine Düngung mit Kalimagnesia konnte bei einem einjährigen Versuch nur auf einem von 3 Standorten die Ertragsleistung signifikant verbessern.

Grünland und Futterbau

Edmund Leisen

1 Einleitung

Im Ökologischen Landbau bilden Dauergrünland (mehr als 50 % der Öko-Fläche in NRW) und Klee gras die Hauptfuttergrundlage. Zusätzlich werden als Grundfutter je nach Betrieb und Standort Getreide, Getreideleguminosengemenge oder Mais zur Gewinnung von Ganzpflanzensilage angebaut.

Landwirte und Berater können nur bedingt auf die Erfahrungen aus konventionellen Versuchen zurückgreifen. Das gilt zwar auch für andere Bereiche des Ökologischen Landbaus. Beim „Mischanbau unterschiedlicher Arten“ (Grünland, Klee gras, Getreide-Leguminosengemenge) wirkt sich das Anbausystem aber stärker aus als bei Reinkulturen. So führt der Verzicht auf leicht verfügbare Stickstoffdünger beispielsweise zu einer veränderten Pflanzensatzensetzung. Nicht nur der Ertrag, sondern auch die Qualität des Aufwuchses können dadurch beeinflusst werden. Mais wird zwar in Reinkultur angebaut. Im Ökologischen Landbau bereitet der Anbau aber vielerorts Probleme, ein Teil der Öko-Betriebe lehnt den Anbau auch generell ab.

Für Landwirte und Berater ergeben sich vielfältige Fragestellungen. Folgende Themen wurden aufgegriffen:

- 1. Wie sind Ertrag und Futterqualität sowie Fruchtfolge Wirkung verschiedener Klee grasmischungen einzuschätzen?** Die Zusammensetzung von Klee grasbeständen variiert in der Praxis sehr stark. Viele Betriebe und Berater sind immer wieder auf der Suche nach der optimalen Klee grasmischung.
- 2. Gibt es eine praxisnahe Methode zur Einschätzung der Silierreife auf Grünland und Klee gras?** Jedes Frühjahr wird immer wieder die Frage gestellt: Wann kann geschnitten werden? Zur bestandsspezifischen Ansprache sind Indikatoren gefragt, an denen Praxis und Beratung vor Ort die Silierreife selbst abschätzen können.
- 3. Welchen Einfluss hat der Schnittermin auf die Futterqualität beim 2. Aufwuchs auf Grünland und Klee gras?** Silagen aus dem 2. Aufwuchs befriedigen häufig hinsichtlich Energie- und Proteingehalt nicht. Hier wurde bisher ein zu später Schnittermin vermutet.
- 4. Wie sind Ertrag und Futterqualität sowie Fruchtfolge Wirkung von Mais und Getreide/Getreide-Leguminosengemenge einzuschätzen?** Beide Kulturen werden in der Praxis sehr unterschiedlich beurteilt. Der Maisanbau ist für einige Betriebe tabu, Getreide-Leguminosengemenge haben aber auch nicht nur Vorteile.

2 Ertrag und Futterqualität sowie Fruchtfolgewirkung verschiedener Klee-grasmischungen

In der Praxis gibt es Klee grasbestände mit weniger als 5 % und solche mit mehr als 95 % Kleeanteil. Der Kleeanteil im Aufwuchs hat im Ökologischen Landbau aber eine entscheidende Bedeutung: bei der Erzeugung von qualitativ hochwertigem Futter, bei der Bindung von Luftstickstoff und bei der Auflockerung der Fruchtfolge.

Die nachfolgenden Aussagen beruhen auf der Prüfung verschiedener Klee gras-mischungen unter unterschiedlichen Ansaat- und Standortbedingungen. In 8 von 10 Versuchen standen sowohl die von der Arbeitsgemeinschaft der Norddeutschen Landwirtschaftskammern empfohlenen Mischungen A7 und A3 + W als auch weitere Mischungen. Bei der Sortenwahl wurde darauf geachtet, dass die Mischungspartner sich etwa gleich schnell entwickeln: Bei allen Gräserarten erscheinen die Blütenstände entsprechend der Beschreibenden Sortenliste zwischen dem 50. und 56. Tag nach dem 1. April. Mit Temara und Renova standen in allen Mischungen 2 sehr frühe Rotkleesorten mit Blühbeginn am 57. bzw. 58. Tag nach dem 1. April. Die Weißkleesorten Gigant und Milkanova, die ebenfalls in jeder Mischung standen, kommen allerdings etwas später in die Blüte. Die Anlage erfolgte als Blanksaat oder als Untersaat mit 3 bis 4 Wiederholungen. Auf 4 Standorten wurden Bestandeszusammensetzung, Ertrag und Futterqualität, auf 3 Standorten die Fruchtfolgewirkung, auf 4 weiteren Standorten nur die Bestandeszusammensetzung festgehalten. In 2002 wurden darüber hinaus 113 Klee grasflächen auf unterschiedlichen Standorten aufgenommen.

Bestandeszusammensetzung

Kleeanteil beeinflusst durch Ansaatverfahren und Grasarten

Höhere Kleeanteile im Aufwuchs gibt es häufig nach Untersaaten. Allerdings treten in der Praxis, aber auch in einem Versuch 1994, vereinzelt klee arme Untersaaten auf. Zu prüfen bleibt, inwieweit Klee beispielsweise bei Trockenheit (Klee hat nur eine Keimwurzel!) oder bei zu starker Beschattung durch die Deckfrucht ausfällt. Nach Blanksaaten, vor allem auf einem wüchsigen sandigen Lehm, war der Kleeanteil dagegen teilweise extrem niedrig, in Mischungen mit Welschem Weidelgras teilweise bei nur 2 %. Auch in den Folgejahren war der Kleeanteil auf diesem Standort im Frühjahr relativ niedrig, bei Mischungen mit Welschem Weidelgras bei 7 bis 21 %, bei Mischungen ohne Welsches Weidelgras immerhin noch bei 17 bis 38 %. Rotklee dominierte vor allem in sehr wüchsigen, Weißklee in weniger wüchsigen Beständen oder nach stärkerem Rückgang von Rotklee (z.B. im zweiten Hauptnutzungsjahr). Zum Herbst hin nahm der Kleeanteil in der Regel deutlich zu. Luzerne konnte sich weder auf den Versuchsflächen im Rheinland noch in Westfalen-Lippe etablieren.

Gräser mit unterschiedlichem Durchsetzungsvermögen

- Welsches Weidelgras dominierte vor allem in den ersten Aufwüchsen, teilweise aber auch im 2. und 3. Hauptnutzungsjahr.
- Deutsches Weidelgras bildete meist hohe Ertragsanteile, auch dort, wo der Saatgutanteil nur sehr gering war. Durch Welsches Weidelgras und Knaulgras konnte es allerdings stark zurückgedrängt werden.
- Wiesenschwingel hatte auf den meisten Flächen einen gewissen Bestandesanteil, allerdings nur in Mischungen ohne Welsches Weidelgras. In von Anfang an sehr wüchsigen Beständen auf Lösslehm lag der Ertragsanteil aber trotz 33 % Saatgutanteil unter 10 %. In einem Untersaatversuch dominierte Wiesenschwingel in einer Mischung ohne Welsches Weidelgras aber auch. Die übrigen Gräser, einschließlich Deutsches Weidelgras, traten in diesem Versuch weniger stark auf.
- Lieschgras zeigte auf einigen Flächen ähnliche Ertragsanteile wie Wiesenschwingel, unter sehr wüchsigen Bedingungen war es aber weniger konkurrenzfähig. Dort, wo Lieschgras größere Anteile einnehmen konnte, schwankte es sehr stark im Ertragsanteil: zum Beispiel im 1. Hauptnutzungsjahr 25 %, im 2. Jahr 3 %, im 3. Jahr wiederum 25 %.
- Knaulgras konnte sich in Westfalen-Lippe nach Blanksaat im ersten Hauptnutzungsjahr nicht durchsetzen (zwei Versuche). Ende des zweiten Hauptnutzungsjahres bildete es aber je nach Standort in Mischungen ohne Welsches Weidelgras zwischen 22 und 41 %, Anfang des 3. Hauptnutzungsjahres 50 % des Aufwuchses auf beiden Betrieben. In zwei Versuchen als Untersaat angelegt, hat sich Knaulgras allerdings schon im ersten Hauptnutzungsjahr stärker etabliert.
- Wiesenrispe konnte sich allenfalls mit wenigen Einzelpflanzen etablieren.

Erträge von Kleegrasmischungen

Die Erträge lagen jährlich zwischen 54.000 bis 86.000 MJ NEL/ha. Etwas höhere Erträge bei Mischungen mit Welschem Weidelgras zeigten sich im ersten Hauptnutzungsjahr, die Unterschiede sind aber nur relativ gering (Tabelle 1). Ab dem dritten Hauptnutzungsjahr wurden auf den Betrieben A und B dagegen die höchsten Erträge bei Mischungen ohne Welsches Weidelgras gefunden (Ausnahme: Mischungen mit Knaulgras). Auf einem Standort war die Ertragsverteilung bei Mischungen mit Welschem Weidelgras stärker frühjahrsbetont, in den übrigen 3 Versuchen bei allen Mischungen etwa gleich.

Energie- und Rohproteingehalte in Kleegrasmischungen

Bei 4- bis 5-facher Schnittnutzung mit dem ersten Schnitt in der ersten oder zweiten Maiwoche fiel der Energiegehalt bei den einzelnen Mischungen kaum unterschiedlich aus. Wichtig für viele Öko-Betriebe, in denen Protein im Futter oft knapp ist: Der Proteingehalt lag bei Mischungen ohne Welsches Weidelgras höher (Tabelle 1). Zwischen einzelnen Nutzungsterminen gab es sehr große Unterschiede. Sowohl extrem proteinarmes als auch proteinreiches Futter wurden je nach Mischung, Standort und Jahr geerntet.

Tab. 1: Ertrag und Rohproteingehalt im Aufwuchs von Kleegrasmischungen¹⁾ im 1. Hauptnutzungsjahr

	Betrieb A Blanksaat	Betrieb B	Betrieb C	Betrieb D
	1996	1996	1996	1997
Ertrag (MJ NEL/ha)				
Mischung A7: MJ NEL/ha = 100	71.800	72.800	74.400	57.200
Relativerträge				
Mischung A7	100	100	100	100
A3 plusW	102	103	107	94
Zusatzmischungen	107	106	106	103
Rohproteingehalt (% in T)				
Mischung A7	18,7	18,8	16,8	18,8
A3 plusW	17,2	15,0	14,8	16,6
Zusatzmischungen	17,7	12,8	14,7	nicht bestimmt
Standortbeschreibung				
Kreis	Öesfeld	Minden- Lübbecke	Öesfeld	Mettmann
Höhenlage (m ü. NN)	60	65	100	240
Jahresniederschlag in mm (langjähriges Mittel)	810	730	740	1200
Ackerzahl	37	65	45	50
Bodenart	LS	sL	L	L

1) A7: Mischung ohne Welsches Weidelgras;
A3 plus W: Mischung mit Welschem Weidelgras
Zusatzmischungen: Mischungen mit Welschem Weidelgras und viel Rotklee (10 bis 16 kg/ha)

Standortunterschiede beim Proteingehalt

In Mischungen mit Welschem Weidelgras wurden die niedrigsten Proteingehalte auf dem wüchsigen sandigen Lehm im 1. Hauptnutzungsjahr, auf dem weniger wüchsigen lehmigen Sand im 2. Hauptnutzungsjahr gemessen.

Stickstoffmengen im Aufwuchs von Kleegrasmischungen

Wichtig für viele Öko-Betriebe, in denen Stickstoff in der Fruchtfolge oft Minimumfaktor ist: Mischungen ohne Welsches Weidelgras enthielten mehr Stickstoff im Aufwuchs und hatten wahrscheinlich auch eine höhere Stickstofffixierleistung. So enthielt der Aufwuchs bei A 7 (Mischung ohne Welsches Weidelgras) im Vergleich zur Mischung A3 + W (Mischung mit Welschem Weidelgras) auf 2 Standorten in der Summe von 3 Nutzungsjahren 148 bzw. 182 kg/ha mehr Stickstoff (+16 % bzw. +18 %) (Tabelle 2). In einem Versuch mit sehr unterschiedlichen Kleeanteilen nach Untersaat enthielten die Mischungen ohne Welsches Weidelgras sogar etwa 50 % mehr Stickstoff im Aufwuchs.

Tab. 2: Stickstoffmengen im Aufwuchs von zwei Kleegrasmischungen auf mehreren Standorten in Westfalen-Lippe im 1. Hauptnutzungsjahr sowie in der Summe von 3 Hauptnutzungsjahren

Betrieb	Mischung		
	A 3 + W (mit Welschem Weidelgras)	A 7 (ohne Welsches Weidelgras)	A 3 + W = 0
Stickstoffmenge (kg N/ha)			
1. Hauptnutzungsjahr			
A	341	368	+27
B	325	395	+70
C	324	353	+29
D	249	284	+35
Summe aus 3 Hauptnutzungsjahren 1997–1999			
A	903	1.051	+148
B	990	1.172	+182

Folgefrüchte: Stickstoffmengen im Aufwuchs und Erträge

Höhere Stickstoffmengen im Aufwuchs der Mischung ohne Welsches Weidelgras (A 7) könnten mit einer besseren Vorfruchtwirkung verbunden sein. Nach Umbruch wurden in 2 Versuchen in den beiden Folgefrüchten nach A 7 etwas höhere N-Mengen im Erntegut auf dem lehmigen Sand gebunden (im 1. Jahr +13 %, im 2. Jahr +9 %), nicht dagegen auf dem sandigen Lehm. Die Ertragsunterschiede liegen bei etwa 5 % und lassen sich nicht absichern. In einem weiteren Versuch mit Rote Beete nach unterschiedlichen Kleegrasmischungen auf sandigem Lehm wurden tendenziell nach Mischungen ohne Welsches Weidelgras etwas höhere Erträge und um 18 % höhere N-Mengen im Aufwuchs gefunden. Die Nitratgehalte lagen ebenfalls höher: 540 mg/kg im Vergleich zu 400 mg/kg Frischmasse bei Mischungen mit Welschem Weidelgras.

Zusammenfassung

Mischungen **mit** Welschem Weidelgras waren nur im 1. Hauptnutzungsjahr etwas ertragreicher, auf einem Standort auch schwächer. Gerade vor dem Hintergrund „100 % Biofütterung“ und der häufig knappen Proteinversorgung in der Milchviehfütterung ist wichtig: Mischungen **ohne** Welsches Weidelgras enthielten mehr Protein und es wurde 16 bis 18 % mehr Stickstoff mit dem Futter geerntet. In den Folgefrüchten wurde nach derartiger Ansaatmischung in 2 von 3 Versuchen auch mehr Stickstoff eingelagert.

3 Praxisnahe Methode zur Einschätzung der Futterqualität und der frühen Silierreife auf Grünland und Klee gras beim 1. Aufwuchs

Beim Grundfutter werden in der Milchviehfütterung möglichst hohe Energiegehalte angestrebt, mindestens 6,3 MJ NEL pro kg T in der Silage sollten es vor allem im 1. Schnitt sein. Dieses Ziel kann nur erreicht werden, wenn der Zeitpunkt der frühen Silierreife vor Ort richtig eingeschätzt wird. Bei günstiger Witterung und abgetrocknetem Boden (beides ist für eine saubere Ernte selbstverständlich Voraussetzung) sollte zu diesem Zeitpunkt geschnitten werden. Ziel der Untersuchungen war es, Praxis und Beratung im Frühjahr frühzeitig Hinweise zu Futterwert und Mineralstoffversorgung zu liefern. Geprüft wurde darüber hinaus, inwieweit sich die frühe Silierreife (etwa 21 % RF in T) anhand einfacher phänologischer Merkmale erkennen und damit in der Praxis einschätzen lässt.

Praxisgestützte Untersuchungen

Im 1. Untersuchungsjahr 2000 wurden im Frühjahr 6 Flächen getestet. Zur besseren Beurteilung von Standort- und Bestandeszusammensetzung waren es in den beiden Folgejahren 13 bzw. 23 Flächen, verteilt auf unterschiedliche Regionen in Niederungs-, Übergangs- und Höhenlagen. Die Beprobung erfolgte im wöchentlichen Abstand durch die Landwirte. Damit die Schnitthöhe auf allen Flächen etwa gleich war, wurde einheitlich ein Akku-Schneidergerät mit leichter Höhenführung von Gardena eingesetzt. Der Transport erfolgte gekühlt im Tankwagen bis zur Molkerei und von hier im Kühlwagen des Landeskontrollverbandes bis zur LUFA Münster. Vor der Analyse wurde die Artenzusammensetzung festgehalten. Die Analysenergebnisse standen Praxis und Beratung innerhalb 5–6 Tagen nach der Probenahme zur Verfügung.

Wichtige Hinweise zum Weideauftrieb

Der Weideauftrieb im Frühjahr bedeutet für die Kühe eine Umstellung in der Futterration. Die Rationsgestaltung zu dieser Zeit ist schwierig. Anders als beim Winterfutter gibt es über Inhaltsstoffe im Weidefutter kaum Analysen. Gleichzeitig wird gerade zwischen April und Juni zumindest in Nordwestdeutschland auf vielen Betrieben die höchste Milchleistung (15–20 % höhere Tagesleistung als in der Winterperiode) erzielt. Ausgewogene Futterrationen sind deshalb gerade im Frühjahr für Leistung und Tiergesundheit von entscheidender Bedeutung. Auf vielen Standorten in Norddeutschland muss beispielsweise zu dieser Zeit auf eine ausreichende Magnesiumversorgung geachtet werden, um Tetanie zu vermeiden.

Analysen zur Weidereife gaben für den einzelnen Standort Hinweise zur Mineralstoffversorgung. So zeigte sich in 2001 im Vergleich zu 2000 und 2002 eine knappe Versorgung vor allem bei P und Mg (Tabelle 3). Eine knappe Versorgung gab es später auch beim Winterfutter der Ernte 2001 (58 Proben). Bei P und Mg, auf einzelnen Standorten aber auch bei anderen Elementen, war eine Ergänzung durch Mineralfutter erforderlich. Bei Natrium ist die Versorgung in fast allen Jahren und auf fast allen Standorten knapp, nach hohen Niederschlägen 2002 auch dort, wo in vorhergehenden Jahren die Versorgung ausreichend war.

Mineralstoffanalysen von Probeflächen sind allerdings nur bedingt auf andere Standorte übertragbar. Im Vergleich zum Vorjahr können auf den einzelnen Flächen höhere oder niedrigere Gehalte auftreten. Niedrige Werte bei Mg auf mehreren Standorten in 2001 zeigen aber beispielsweise, dass in dem Frühjahr die Gefahr von Tetanie besonders groß war. In der Praxis ist eine knappe Magnesiumversorgung mit entsprechenden Problemen bei der Tiergesundheit sowohl im Frühjahr als auch im Herbst 2001 aufgetreten.

Tab. 3: Mineralstoffgehalte im Aufwuchs kurz vor Weidereife¹⁾ 2001 im Vergleich zu den Jahren 2002 und 2000

			Mineralstoffgehalte (g/kg Trockenmasse)				
			Ca	P	Na	K	Mg
Erforderliche Gehalte ²⁾			4,0 – 6,1	2,5 – 3,8	1,2 – 1,4	–	1,5 – 1,6
2001 ³⁾	Grünland	Mittel	6,4	3,8	0,7	29,4	1,6
		Max.	8,2	4,2	1,9	35,1	2,4
		Min.	5,1	3,2	0,2	26,1	1,1
	Kleegras	Mittel	7,1	3,1	0,7	26,2	1,2
		Max.	11,7	3,6	1,8	28,7	1,8
		Min.	4,1	2,8	0,1	22,8	0,9
2001 im Vergleich zu							
2002 ³⁾	Grünland	Mittel	± 0	- 0,3	+ 0,1	- 1,2	- 0,3
	Kleegras	Mittel	+ 0,7	± 0	+ 0,3	- 1,2	- 0,2
2000 ⁴⁾	Grünland	Mittel	- 1,0	- 0,6	± 0	- 2,6	- 0,4
	Kleegras	Mittel	+ 0,7	- 0,4	+ 0,2	- 3,7	- 0,4

- 1) Weidereife: Maßstab: 11–15 cm Wuchshöhe, etwa 15 dt/ha T
- 2) Erforderliche Gehalte für Milchkühe; hohe Werte: 35 l Leistung
- 3) Berücksichtigt: 10 Grünland- und 5 Kleegrasflächen
- 4) Berücksichtigt: 5 Grünland- und 2 Kleegrasflächen

Entwicklung der Energie- und Proteingehalte im Frühjahr

Zur Weidereife im Frühjahr ist das Futter energie- und meist auch proteinreich: im Mittel der 3 Jahre 7,0 MJ NEL/kg T (Spanne: 6,7 bis 7,5) und 18,9 % RP (Spanne: 14,1 bis 26,1 % RP).

Mit zunehmender Entwicklung sinken die Energie- und Proteingehalte: bei kühler Witterung sinkt der Energiegehalt nur um 0,1 MJ NEL pro Woche, bei warmer Witterung um 0,3 bis 0,5 MJ NEL, kleereiche Bestände etwas langsamer, reine Grasbestände mit Sorten vergleichbarer Abreife zumindest ab Ende Schossen auch schneller. So gab es in 2002 den stärksten Rückgang beim Energiegehalt etwa 1 Woche vor Erscheinen der 1. Ähren von Weidelgräsern in Aufwüchsen mit hohen Anteilen an Welschem Weidelgras, mittelfrühen Deutschen Weidelgrassorten oder Knaulgras.

Frühe Silierreife in der 1. oder 2. Woche vor Sichtbarwerden der 1. Ähren bei Weidelgräsern

- In der Woche vor Erscheinen der 1. Ähren bei Weidelgräsern lagen die Energiegehalte im Aufwuchs meist noch zwischen 6,6 und 7,0 MJ NEL/kg T (2002: auf 16 von 23 Flächen). Zu diesem Zeitpunkt sind in der Silage Energiegehalte von 6,3 bis 6,7 MJ NEL/kg T zu erwarten. Dieses Entwicklungsstadium wurde häufig in der 1. oder 2. Maiwoche, bei späten Weidelgrassorten auch erst gegen Ende Mai erreicht.
- Die höheren Energiegehalte gab es vor allem bei kleereichen Beständen.
- Bestände mit frühreifenden Pflanzenarten (höhere Anteile an Knaulgras, Welschem Weidelgras, Wiesen- und Ackerfuchsschwanz, Wolligem Honiggras) enthielten nur 6,3–6,5 MJ NEL/pro kg T.
- Wurden bei Weidelgräsern nur Sorten der gleichen Reifegruppe gewählt, zeigten sich bei dieser Art alle Ähren etwa zur gleichen Zeit. Diese Bestände alterten schneller als dort, wo neben frühen Sorten oder frühen Ökotypen (Grünland) auch mittelfrühe und späte Sorten/Ökotypen standen, die erst später die Ähren schieben.
- Die **T-Erträge** lagen zu diesem Zeitpunkt auf Grünland meist zwischen 20 und 30 dt/ha, 2002 auf kühlen Standorten (Moor, Tallagen) niedriger.

Bei grasreichen Klee grasbeständen mit Welschem Weidelgras oder Deutschen Weidelgrassorten einer Reifegruppe sollte das Erscheinen der 1. Ähren schon früher abgeschätzt werden. Denn bei Schnitt in der Woche vor Ährenschieben lassen sich 6,3 MJ NEL pro kg T kaum noch realisieren.

Besonders hier können Zeigerpflanzen, die etwas früher als der Hauptbestand ihre Ähren schieben, helfen den richtigen Zeitpunkt besser einzuschätzen. Hierzu können gezielt frühe Deutsche Weidelgrassorten in die Ansaatmischung eingemischt werden. Bei Kleegrassmischungen mit Welschem Weidelgras werden die Zeigerpflanzen allerdings unter wüchsigen Bedingungen unterdrückt. Hier ist ein getrennter Streifen mit Zeigerpflanzen sinnvoll.

Entscheidungshilfen für optimalen Schnittzeitpunkt

Werden mindestens 6,3 MJ NEL/kg T in der Silage angestrebt, sollten bestandesabhängige Schnitttermine gewählt werden:

- Grasreiches Klee gras mit **Welschem Weidelgras** oder Sorten gleicher Reifegruppe bei Deutschem Weidelgras etwa 10 Tage vor Erscheinen der 1. Ähren schneiden. Zu diesem Zeitpunkt ist die Ähre im Halm noch relativ kurz. In der Woche vor Ährenschieben können die Energiegehalte sehr stark absinken, in 2002 beispielsweise um 0,6 bis 0,8 MJ NEL pro kg T.
- Grünland aus **Neuansaat mit Sorten gleicher Reifegruppe** bei Deutschem Weidelgras:
 - neu angelegt (hoher Anteil an Weißklee): Nutzung in Woche vor Erscheinen der 1. Ähren. Zu diesem Zeitpunkt zeigt oft auch die Gemeine Risppe die ersten Blütenstände.
 - länger etabliert (Weißkleeanteile von unter 5 %): sofern der Aufwuchs ausreicht, Nutzung etwa 10 Tage vor Erscheinen der 1. Ähren.
- **Grünlandaltnarben ohne früh reifende Pflanzenarten:** Nutzung in der Woche vor Erscheinen der 1. Ähren. Zu diesem Zeitpunkt zeigt oft auch die Gemeine Risppe die ersten Blütenstände.
- Bestände mit **Knautgras oder früh reifenden Pflanzenarten:** sofern der Aufwuchs ausreicht, Nutzung etwa 10 Tage vor Erscheinen der 1. Ähren.
- **Kleereiche Bestände:** Nutzung in der Woche vor Erscheinen der 1. Ähren. Ist sicher, dass eine günstige Wetterlage anhält, kann etwas später geschnitten werden. Bei wüchsigen Beständen sollte aber auch nicht zu spät genutzt werden, da untere Pflanzenteile absterben und faulen können. Die Schmackhaftigkeit des Futters wird dadurch beeinträchtigt. Blütenknospen sind bei Ackerrotklee zu diesem Zeitpunkt noch nicht sichtbar, bei Wiesenrotklee blüht der Bestand dagegen unter Umständen schon.

Praxis setzt Beratung um

Die Praxis hat häufig ebenfalls in der Woche vor oder bei Erscheinen der 1. Ähren bei Deutschem Weidelgras geschnitten und damit die Empfehlungen der letzten Jahre umgesetzt. Das belegen sowohl die von den Landwirten angegebenen Schnitttermine als auch Energiegehalte in der Silage von im Mittel meist 6,1 bis 6,2 MJ NEL/kg T (Tabelle 4).

Im Jahr 2000 wurden schon Ende April bei der Reifeprüfung auf vielen Flächen Rohfasergehalte von 21 % gemessen und damit 2 Wochen früher als im Mittel der bisherigen 9 Jahre mit Reifeprüfung (3–4 Flächen). Die 1. Ähren waren im Halm schon fühlbar, so dass mit einem Ährenschieben innerhalb einer Woche gerechnet wurde. Anschließend herrschte aber ca. eine Woche lang kühl-feuchte Witterung, in der die Ähren im Halm zum Beispiel bei Welschem Weidelgras nur 1–2 cm Zuwachs hatten. Die 1. Ähren zeigten sich deshalb erst in der 2. Maiwoche. Nach Abtrocknen der Böden erfolgte in der Praxis der Schnitt auf Grünland noch rechtzeitig. Die in dem Frühjahr häufig grasbetonten Klee grasbestände (Proteingehalt im Mittel nur 12,8 % in T) waren in der Alterung schon weiter fortgeschritten. Hier war es in der Woche vorm Ährenschieben zu einem starken Rückgang der Energiegehalte um etwa 0,5 MJ NEL/kg T gekommen.

Tab. 4: Frühe Silierreife und phänologische Entwicklung im Vergleich zu tatsächlichem Schnitttermin und Energiegehalt in Silagen

Ernte jahr	frühe Silierreife ¹⁾	Probenahme in Woche vor 1. Ä ²⁾ von W.	Häufiger Schnitttermin ³⁾	Energiegehalt in Silage (MJ NEL/kg T)	
				Grünland	Klee gras
2000	(28.04.–05.05.) ⁴⁾	(05.–14.05.) ⁴⁾	bis 15.05.: 67 %	6,2 (n=30)	5,9 (n=12)
2001	08.– nach 21.05.	05.–19.05.	bis 15.05.: 50% 21.-25.05.: 22 %	6,1 (n=44)	6,2 (n=15)
2002	05.– nach 20.05.	05.–15.05.	12. - 17.05.: 55 % 25. - 30.05.: 40 %	6,2 (n=18)	6,2 (n=22)

¹⁾ frühe Silierreife definiert mit 21 % Rohfaser in T; nicht berücksichtigt Bestände mit 80 % und mehr Klee oder frühreifenden Pflanzenarten (z. B. Wiesenfuchsschwanz)

²⁾ Woche vor 1. Ä von W = Woche vor Sichtbarwerden der 1. Ähren bei Weidelgräsern

³⁾ %-Angabe: Anteil Betriebe, die in diesem Zeitraum geschnitten haben

⁴⁾ Termine in Klammern: in 2000 wurden zu diesem Zeitpunkt nur 6 Flächen beprobt

Zusammenfassung

- **Mineralstoffgehalte:** Zur kritischen Zeit “Beginn der Weidereife“ können die Mineralstoffgehalte sehr unterschiedlich ausfallen. Veränderungen gegenüber dem Vorjahr lassen sich nur begrenzt auf andere Standorte übertragen. Extremwerte auf Beobachtungsflächen geben aber einen Hinweis auf mögliche Probleme auf anderen Flächen.
- **Frühe Silierreife:** Anhand der phänologischen Entwicklung von Weidelgräsern und Rispen sowie der Arten- und Sortenzusammensetzung kann der Zeitpunkt der frühen Silierreife (Rohfasergehalt von 21 %) abgeschätzt werden.
- **Zeigerpflanzen** können zur Einschätzung der frühen Silierreife genutzt werden.
- **Entscheidungshilfen** für die Einschätzung der frühen Silierreife wurden erstellt.

4 Ertrags- und Qualitätsentwicklung beim 2. Aufwuchs

Die Energiegehalte von Silagen des 2. Aufwuchses liegen meist unter 6 MJ NEL/kg T. Als Ursache wurde bisher vor allem ein zu später Schnitttermin vermutet. Zur Ursachenklärung wurden zwischen 2000 und 2002 Silageanalysen und Schnittermine miteinander verglichen. In 2002 wurde darüber hinaus auf 10 Flächen ab etwa 3 Wochen nach dem 1. Schnitt die Reifeentwicklung festgehalten.

Geringer Rückgang der Energiegehalte

- 3 Wochen nach dem ersten Schnitt: die Energiegehalte lagen nur noch bei 6,2 MJ NEL/kg T. Bei Schnitt zu diesem frühen Zeitpunkt sind in der Silage Energiegehalte von nicht mehr als 6 MJ NEL/kg T zu erwarten. In Mischungen mit hohen Anteilen von Welschem Weidelgras lagen die Energiegehalte auch schon frühzeitig deutlich niedriger.
- In den anfangs sehr lockeren Beständen bildete sich in den nachfolgenden Wochen meist ein **Unterwuchs** aus neuen Bestockungstrieben bzw. aus anderen Pflanzenarten. In den weiteren Probeschnitten wurden deshalb nicht nur Pflanzen mit Ähren, sondern zunehmend auch Pflanzen im Schosstadium gefunden. Deutlich wurde dies vor allem in Beständen mit frühen, mittelfrühen und späten Deutschen Weidelgrassorten. Vier Wochen nach dem ersten Schnitt hatten etwa ein Drittel der Weidelgräser die Ähren geschoben, ein Drittel befand sich im Stadium Mitte Schossen und ein Drittel sogar erst im Stadium Beginn Schossen. Bei Mischungen mit Welschem Weidelgras und Deutschem Weidelgras

hatten nach vier Wochen alle Welsch Weidelgräser die Ähren vollständig geschoben, Deutsches Weidelgras (mittelfrühe Sorten) war erst bei Mitte Ährenschieben. Bei ausschließlich späten Deutsch-Weidelgras-Sorten waren auch 5,5 Wochen nach dem ersten Schnitt nur bei wenigen Pflanzen Ähren zu sehen.

- Der Energiegehalt ging im Laufe der Entwicklung kaum zurück, innerhalb von zwei Wochen um nur 0,1 bis 0,2 MJ NEL/kg T. Damit bestätigen sich Untersuchungen beim 3. und 5. Aufwuchs 2001 der Landwirtschaftskammer Rheinland in Riswick, wo ebenfalls ein nur geringer Rückgang im Energiegehalt festgestellt wurde.
- In der Praxis traten in der Vergangenheit ebenfalls nur geringe Unterschiede auf. 2000 und 2001 wurden bei frühem Schnitt im Mittel nur um 0,1 MJ NEL/kg T höhere Energiegehalte erzielt als bei ein bis zwei Wochen späterer Nutzung, was den Ergebnissen der Reifeprüfung 2002 in etwa entspricht (siehe Tabelle 5).

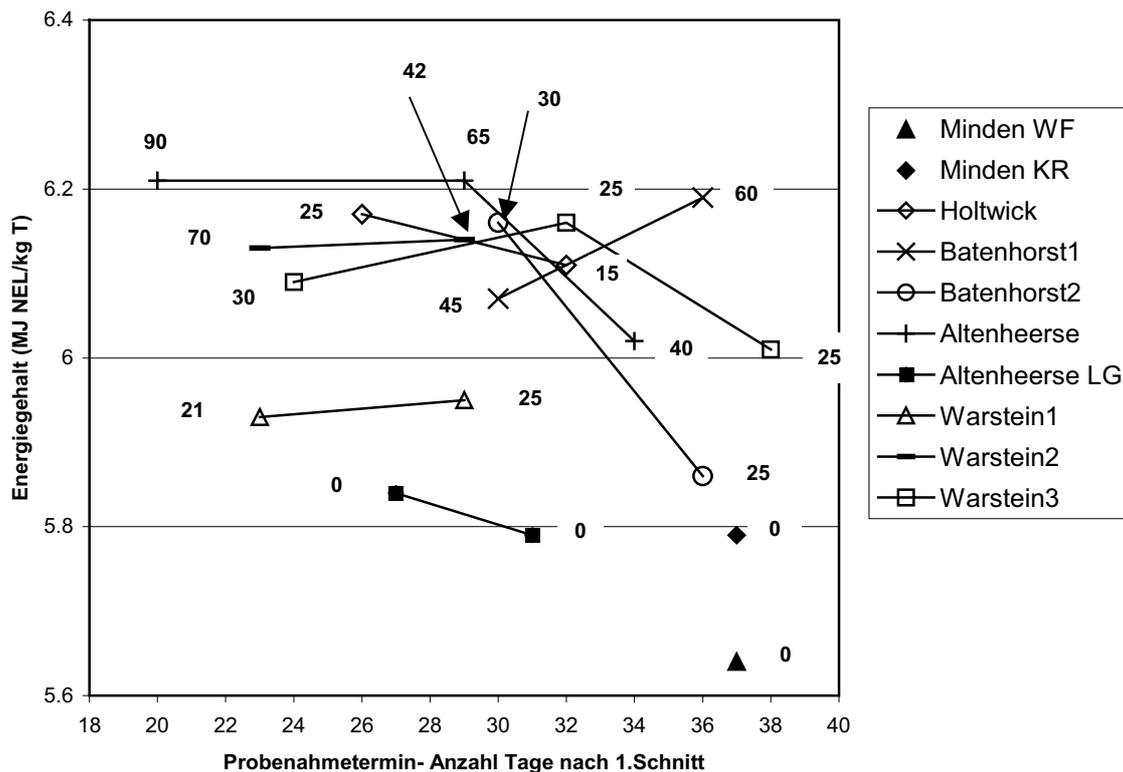


Abb. 1: Energiegehalt im Grünland- und Kleegrasaufwuchs des 2. Schnitts 2002
Anmerkung: Die Zahlen geben den Ertragsanteil des Klees (in % des Aufwuchses) wieder

Tab. 5: Energiegehalte in Silagen und Grünfutter bei unterschiedlichem Alter des 2. Aufwuchses bei Grünland und Klee gras

Erntejahr		Alter des 2. Aufwuchses (Anzahl Tage nach 1. Schnitt)		Energiegehalt (MJ NEL/kgT)	
		Praxis	Reifeprüfung	in Silagen	im Grünfutter
2000	Mittel	41	keine	5,9 (n = 23) ¹⁾	keine
	Max	53	Messung	6,3	Messung
	Min	35		5,6	
	frühe Termine ²⁾	40 (35 - 45)		5,9 (n = 11) ¹⁾	
	spätere Termine ²⁾	48 (45 - 53)		5,8 (n = 12) ¹⁾	
2001	Mittel	47	keine	5,8 (n = 23) ¹⁾	keine
	Max	62	Messung	6,0	Messung
	Min	31		5,6	
	frühe Termine ²⁾	39 (31 - 47)		5,8 (n = 11) ¹⁾	
	spätere Termine ²⁾	54 (47 - 62)		5,7 (n = 12) ¹⁾	
2002	Mittel	42			5,8 (n = 20) ³⁾
	Max	63			6,1
	Min	32			5,6
	sehr frühe Termine ²⁾		26 (20 - 30)		5,8 (n = 11) ³⁾
	frühe Termine ²⁾	36 (32 - 41)	35 (31 - 38)	5,8 (n = 13) ¹⁾	5,7 (n = 9) ³⁾
	spätere Termine ²⁾	48 (42 - 63)		5,8 (n = 14) ¹⁾	

1) in Klammern: Anzahl Proben

2) sehr frühe, frühe und spätere Termine: angegeben sind mittlere sowie in Klammern minimale und maximale Anzahl Tage nach 1. Schnitt

3) Energiegehalt im Grünfutter abzüglich 0,3 MJ NEL für Verluste bei Ernte und Lagerung

Optimaler Schnitttermin bei Folgeaufwüchsen

Beim **zweiten und möglicherweise auch bei den weiteren Schnitten** können ohne Druck gute Erntebedingungen abgewartet werden. Gut gewonnenes Futter ist schmackhafter und enthält infolge geringerer Verschmutzungen (trockenere Böden) auch weniger Clostridien.

Allerdings:

Die Erfahrungen in der Praxis zeigen, dass sehr wüchsige und vor allem auch kleereiche Bestände nicht zu spät geschnitten werden sollten. Sonst erhöht sich die Belastung mit Pilzen und proteinreiche Kleeblätter sterben im Unterwuchs ab.

Der **Herbstaufwuchs** kann bei Silierung allerdings Probleme bereiten und sollte möglichst mit Rindern abgeweidet werden (Vorsicht: hoher Proteingehalt, wenig Struktur, unter

Umständen Gefahr von Blähungen und Tetanie). Bei Silierung ist das Futter schwer vergärbbar, kann in der Regel nur noch wenig angetrocknet werden und enthält viel Protein. Häufig ist auch der Schmutzanteil erhöht. In 2001 enthielten die sieben eingegangenen Proben des letzten Schnittes beispielsweise im Mittel 17,6 % Asche. Vorteile bringen Ballensilagen, bei denen kein zusätzlicher Schmutz über die Reifen ins Futter gelangt. Fehlgärungen können auch durch Säurezusatz vermieden werden, sind allerdings nicht bei allen Verbänden zugelassen.

5 Ertrag und Futterqualität sowie Fruchtfolge Wirkung von Mais und Getreide/Getreide-Leguminosengemengen in Öko-Betrieben

Zur Gewinnung von Ganzpflanzensilagen steht auf vielen ökologisch wirtschaftenden Betrieben Getreide in Reinsaat oder im Gemenge mit Körnerleguminosen. Aber auch Mais wird angebaut. Viele Betriebe verzichten allerdings auf Mais, weil sie aufgrund der hohen Nährstoffentzüge negative Auswirkungen auf die Folgefrüchte befürchten oder Probleme bei der Unkrautregulierung und mit Vogelfraß haben. Um die Vor- und Nachteile besser beurteilen zu können, wurden auf mehreren Standorten Ertrag und Fruchtfolge Wirkung beider Kulturen verglichen.

Untersuchungen: Fruchtfolge- und Mischungsvergleiche

Zwischen 1996 und 1999 wurden in Westfalen-Lippe auf 8 Flächen Mais und Getreide (Sommergerste oder Sommerweizen, in Reinsaat oder in Gemenge mit Erbsen) hinsichtlich Ertragsleistung und Futterqualität miteinander verglichen. Die Versuche waren jeweils mit 2 Wiederholungen als Streifenversuch (12 m Streifen) angelegt. Auf 7 Flächen wurde zusätzlich die Fruchtfolge Wirkung festgehalten, je nach Fläche mittlerweile bis zur 5. Folgefrucht.

Vergleich von Ertrag und Futterqualität

Als Ganzpflanzensilage gewonnen lieferte Mais mit 67.000 bis 119.000 MJ NEL/ha teilweise doppelt so hohe Erträge wie Getreide (Abb. 2). Dabei wurden die Erträge von Zwischenfrüchten auf den Betrieben A und B schon mit berücksichtigt: Landsberger Gemenge vor Mais, Zwischenfrucht nach Getreide. Maissilage war darüber hinaus deutlich energiereicher als Getreideganzpflanzensilage (im Mittel 6,5 MJ NEL bzw. 5,4 MJ NEL/kg T bei Ernte in Teigreife) und enthielt relativ viel pansenbeständige Stärke, was in der Milchviehfütterung von besonderer Bedeutung ist. Die Rohproteingehalte waren bei beiden Kulturen relativ niedrig (im Mittel 7,5 % RP bei Silomais und 7,9 % RP bei Ganzpflanzen-

silage aus Getreidereinsaat). Bei hohem Erbsenanteil von 50 % Erbsen im Aufwuchs lag der Rohproteingehalt zwischen 11 und 12 %.

Mais mit hohen Nährstoffentzügen

Mit Mais werden hohe Nährstoffmengen abgefahren. Die Unterschiede in der N-Bilanz sind noch deutlicher. Zwar kann in der Fruchtfolge mit Mais über Landsberger Gemenge auch etwas Stickstoff gebunden werden. Ein Großteil des Stickstoffs im Landsberger Gemenge entstammt jedoch dem Bodenstickstoff, da die Leguminosen im Frühjahr noch wenig N binden. In Fruchtfolgen mit Getreide-Leguminosengemengen kann die N-Bindung dagegen sowohl über Erbsen im Gemenge als auch über eine Klee-graszwischenfrucht erfolgen. Folge: Nach Mais müssen der Folgekultur verstärkt Nährstoffe zugeführt werden oder es müssen Klee-gras oder Körnerleguminosen folgen.

Ertragsbildung und Unkrautdruck in Folgefrüchten

Bei ausreichender Nährstoffnachlieferung über Boden und wirtschaftseigene Dünger traten nach Mais im Vergleich zu Getreide keine Mindererträge auf (in 4 von 7 Versuchen; Abb. 3 und 4). In getreidereichen Fruchtfolgen auf flachgründigen Böden wurden 1999 im Kreis Coesfeld sogar Mehrererträge erzielt (Mais als Gesundungsfrucht).

Nach ungünstigen Erntebedingungen traten allerdings nach Mais auch Mindererträge auf. Bodenverdichtungen oder zu späte Aussaat der Folgekultur führten 1999 und vor allem 1998 (späte Aussaat von Dinkel) am Standort in Gütersloh zu empfindlichen Mindererträgen (Abb. 3). Auffallend ist allerdings, dass Klee-gras als 3. Folgefrucht auf der ehemaligen Maisfläche mit Bodenverdichtung höhere Kleeanteile hat und auch höhere Erträge bringt (Fläche 3 in Abb. 3), auch bei den ersten Schnitten in 2002. Mindererträge gab es auch dort, wo die Nährstoffnachlieferung nach Mais witterungs- und standortbedingt (kühl-feuchte Witterung, schwerer Boden) in der 2. Folgefrucht 1999 begrenzt war (Abb. 4, Fläche 1).

Bei der Einschätzung der Fruchtfolgewirkung muss die Entwicklung des Unkrautbesatzes berücksichtigt werden. Auf den meisten Versuchsflächen bereiteten die Unkräuter in den Versuchsjahren keine großen Probleme. Auf dem Lehmboden standen 1997 allerdings viele Ackerkratzdisteln. Im Mais konnte in diesem Jahr keine wirksame Gegenmaßnahme durchgeführt werden. In Lücken (Vogelfraß) breiteten sich vielmehr die Disteln aus. Auf den Getreideflächen konnte dagegen nach der Ernte bei trockenen Bodenverhältnissen eine Stoppelbearbeitung durchgeführt werden. Wie erfolgreich diese Maßnahme war, zeigte sich in der Folgekultur Triticale. Die Streifen unterschieden sich optisch schon von weitem: In den Parzellen nach Getreide standen praktisch keine Disteln, nach Mais gab es dagegen verbreitet Distelnester.

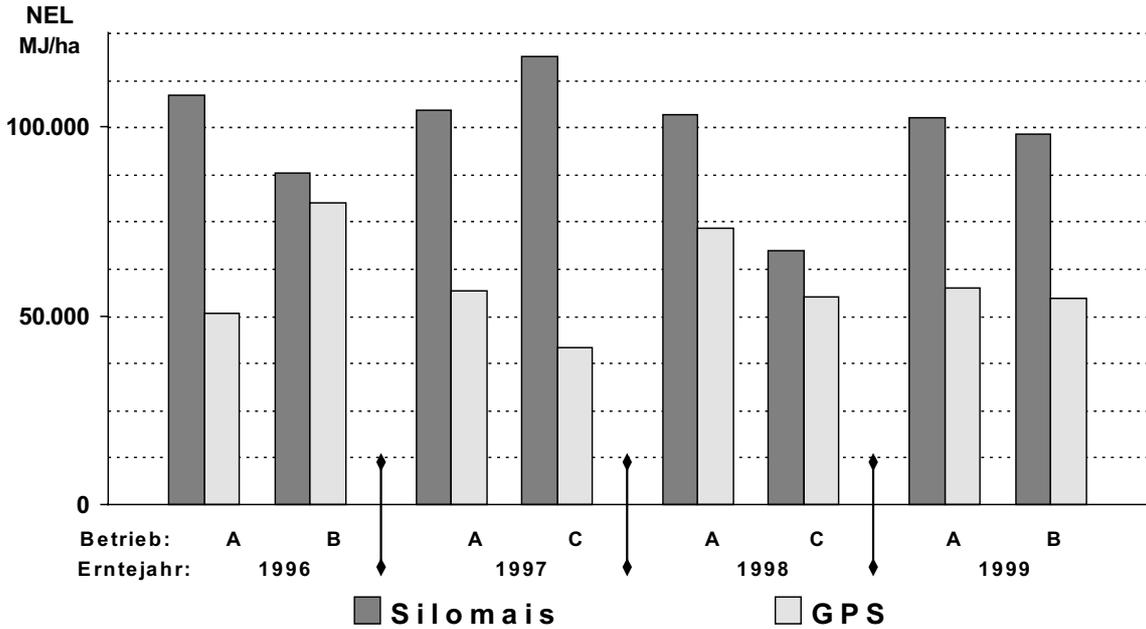


Abb. 2: Energieertrag von Silomais und Getreide/Getreide-Lleguminosengemenge inklusive der Zwischenfrüchte auf viehhaltenden Betrieben (1 GV/ha)
(Standorte: A und B: S bis IS, AZ: 22–50, C, AZ: 40–60).

Relativerträge der Mais-Fruchtfolgen

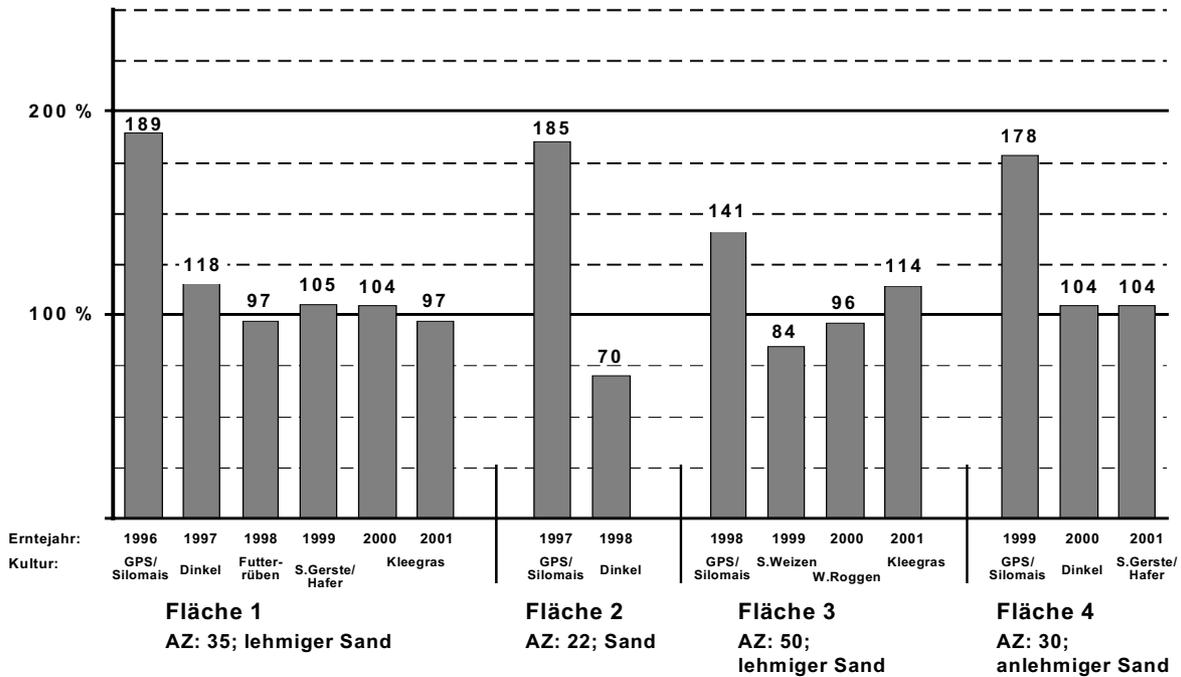


Abb. 3: Fruchtfolgen mit Getreide und Mais im Vergleich
100 = Relativerträge der GPS-Fruchtfolgen
(Standort: Kreis Gütersloh).

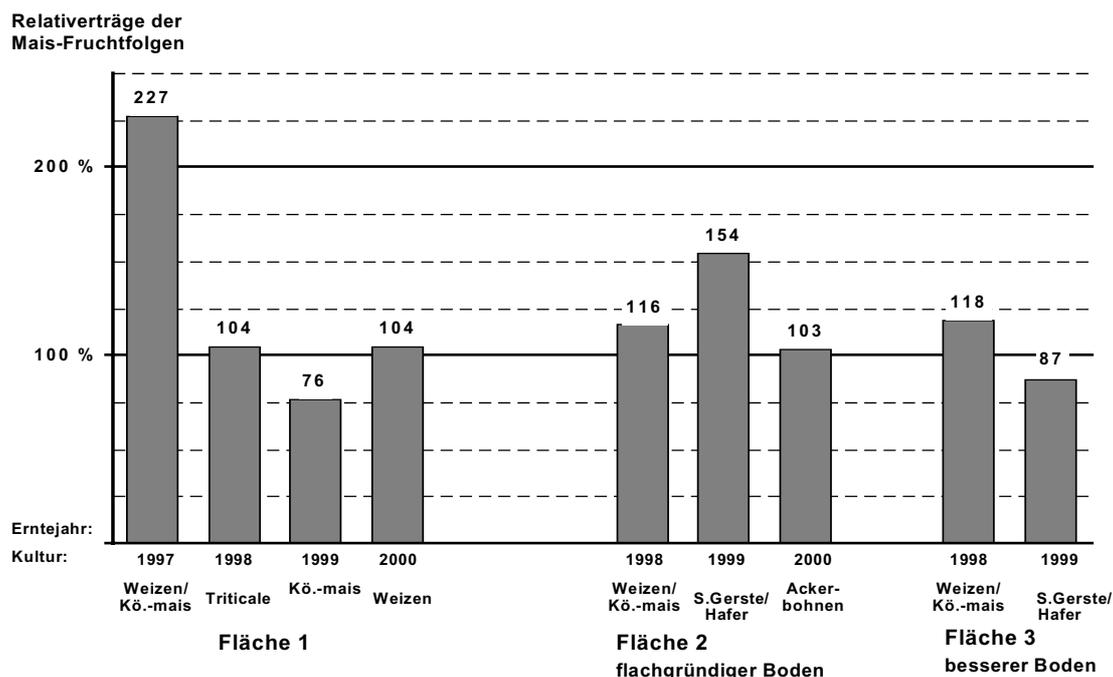


Abb. 4: Fruchtfolgen mit Getreide und Mais im Vergleich, 100 = Relativerträge der GPS-Fruchtfolgen
 (Standort: Kreis Oesfeld; alle Flächen: Lehm; Ackerzahl 40 – 60).

Vergleich unterschiedlicher Getreide/Getreide-Leguminosenansaat

Neben dem Fruchtfolgevergleich wurden über 3 Jahre lang auf insgesamt 4 Flächen 3 x lehmiger Sand, 1 x Lösslehm) Sommergerste und Sommerweizen im Reinanbau und in Mischungen mit Erbsen verglichen.

Der Gemengeanbau mit Erbsen zeigte bei guter Entwicklung beider Mischungspartner Vorteile: Im zweijährigen Mittel von 1997 und 1999 13 bis 16 % höhere Erträge, 2,5 bis 3 % höhere Rohproteingehalte sowie etwa 50 kg/ha mehr Stickstoff im Aufwuchs (zusätzliche Stickstoffbindung). Bei hohem Erbsenanteil kam es allerdings auch zu Lager: 1997 bei der zwar kurzen, aber lageranfälligen Sommerweizensorte Naxos mit 38 % Erbsen im Aufwuchs und 1999 bei der zwar kurzen, aber nicht ganz so standfesten Sommergerstensorte Scarlett mit 60 % Erbsenanteil im Aufwuchs.

1998 hatte der Mischbau kaum Vorteile. In diesem Jahr zeigten die Erbsen witterungsbedingt nur eine geringe Konkurrenzkraft. Bei Sommerweizen-Erbsengemenge lag zur Erntezeit der Ertragsanteil von Erbsen mit 15 % besonders niedrig, 1997 und 1999 waren es 38 bzw. 50 %. Der Bestand war relativ dünn, Mindererträge beim Gemenge im Vergleich zur Reinsaat von 15 % waren die Folge. Bei Sommergerste gab es 1998 keine Ertragsunterschiede zwischen Reinsaat und Mischbau.

Bei Reinsaat brachte Sommerweizen im Vergleich zur Sommergerste im Mittel aller Versuche Mehrerträge von etwa 15 %, im Energie- und Proteingehalt gab es nur geringe Unterschiede.

Qualitätsbewertung bei Getreide/Getreide-Leguminosengemischungen neu überdenken?

In den eigenen Untersuchungen wurden zur Zeit der Ernte im Stadium Teigreife bei Getreide und Getreideleguminosengemengen Energiegehalte im Mittel von nur 5,4 MJ NEL/kg T gemessen. Vergleichbare Energiegehalte werden auf Öko-Betrieben in Silagen gefunden (166 Proben durchschnittlich: 5,4 MJ NEL/kg T). Höhere Energiegehalte in konventionell erzeugten Silagen werden auf einen höheren Kornanteil zurückgeführt.

Eigene Untersuchungen mit getrennter Ernte von Korn und Stroh bei den einzelnen Gemengepartnern zeigten aber, dass auch bei Kornanteilen von 50–63 % die Energiegehalte nur bei 5,4–5,6 MJ NEL/kg T lagen. Bei derart hohen Kornanteilen waren Energiegehalte von über 6 MJ NEL/kg T erwartet worden.

Neuere Untersuchungen aus Dänemark geben allerdings Anlass dazu anzunehmen, dass die Energiegehalte in den Silagen aus Getreide/Getreide-Leguminosengemengen bisher zu niedrig eingeschätzt werden (nach Auskunft von Herrn Loges, Uni Kiel). Danach sind Energiegehalte von über 6 MJ NEL/kg T durchaus auch bei diesen Silagen möglich.

Bei der Gesamtbewertung dürfen aber nicht nur die analytischen Werte berücksichtigt werden. Die Praxis berichtet immer wieder von einer guten Futteraufnahme und guter Milchleistung nach Wechsel zu Silagen aus Getreide/Getreide-Leguminosengemengen.

Empfehlungen zum Anbau von Mais und Getreide/Getreide-Leguminosengemenge

In Milchviehbetrieben sollte Mais angebaut werden, es sei denn Unkräuter, Vogelfraß, Erosion und Tragfähigkeit des Bodens zur Erntezeit oder zur Bestellung der Folgefrucht bereiten Probleme. Gegebenenfalls empfiehlt sich auf einer kleineren Fläche der Anbau von CCM- oder Körnermais, um dieses Futter gezielt zuzufüttern.

Getreide/Getreide-Leguminosengemenge zur Silagenutzung sollte unter Verwendung kurzstrohiger Sorten angebaut werden (höherer Energiegehalt). Mischungen mit Erbsen sind vielfach ertragreicher und auch etwas proteinreicher. Wird bei der Ernte möglichst hoch geschnitten, können die Energiegehalte deutlich gesteigert werden. Dabei geht Trockenmasseertrag verloren, der Energieertrag wird aber weniger reduziert: Beispiel: Wird bei einem Korn-Stroh-Verhältnis von 1 : 1 der Strohertrag um 40 % reduziert, so sinkt der Gesamttrockenmasseertrag um 20 %, der Energieertrag aber nur um 13 %. Der Energiegehalt steigt durch diese Maßnahme um etwa 0,5 MJ/NEL pro kg Trockenmasse.

Die nachfolgende Tabelle 6 zeigt die Vorteile von Getreide/Getreide-Leguminosengemenge und Mais im Vergleich:

Tab. 6: Vorteile von Getreide und Mais im Vergleich

	Getreide/ Getreide-Leguminosengemenge	Silomais/ Körnermais
Ertrag/Qualität		ertragreich energiereich pansenbeständige Stärke
Nährstoffbilanz	zusätzliche N-Bindung (Gemenge, Zwischenfrucht)	
Fruchtfolgehygiene	geringerer Unkrautdruck Stoppelbearbeitung möglich weniger Probleme mit Vogelfraß	Gesundungsfrucht in getreidereichen Frucht- folgen
Folgefruchtertrag	Unterschiede sind geringer als erwartet gefördert durch: <ul style="list-style-type: none">• zusätzlichen Kleegrasschnitt bei Untersaat• keine Bodenverdichtung bei Ernte• sichere Folgefruchtbestellung• zusätzliche N-Verfügbarkeit	

6 Rückschau und Ausblick

Fazit der bisherigen Untersuchungen zu Futterbau und Grünland

- Bei **Kleegrasmischungen** bringen Ansaaten **ohne** Welsches Weidelgras auf vielen Betrieben Vorteile, sowohl beim Proteingehalt als auch bei der Fruchtfolgewirkung. Die Wahl der Grasart muss sich nach den Standortbedingungen richten.
- **Futteruntersuchungen im Aufwuchs vor Weideauftrieb** sind hilfreich bei der Rationsgestaltung im Frühjahr und geben auch Hinweise auf notwendige Ergänzungen bei der Mineralstoffversorgung.
- Anhand der phänologischen Entwicklung von Weidelgräsern und Rispen sowie der Arten- und Sortenzusammensetzung kann beim 1. Aufwuchs der **Zeitpunkt der frühen Silierreife** vor Ort abgeschätzt werden.

- Beim **2. und möglicherweise auch bei den weiteren Schnitten** können ohne Zeitdruck gute Erntebedingungen abgewartet werden. Die Energiegehalte liegen zwar nur auf mittlerem Niveau, gehen aber mit zunehmendem Wachstum auch nur langsam zurück.
- Sowohl Mais als auch Getreide-/Getreideleguminosengemenge können bei Gewinnung von **Ganzpflanzensilage** Vorteile bringen. Hier müssen die einzelbetrieblichen Besonderheiten berücksichtigt werden.

Akzeptanz und Resonanz in der Praxis

Gute Zusammenarbeit

Die Untersuchungen wurden auf den Leitbetrieben, Untersuchungen zur Einschätzung der Silierreife zusätzlich auf weiteren Milchviehbetrieben (insgesamt 11 Betriebe) durchgeführt. Vor Ort wurden die Arbeiten in Zusammenarbeit mit den Betriebsleitern durchgeführt, die Schnitte zur Reifeprüfung erfolgten durch Techniker und durch die Betriebsleiter, der Probentransport durch die Molkerei Söbbeke.

Kleegrasmischung

Die Frage nach der optimalen Kleegrasmischung stellt sich auf vielen Betrieben immer wieder. Entsprechend häufig wird Beratung nachgefragt. Gerade vor dem Hintergrund „100 % Bio“ und knappen Proteingehalten in vielen Grundfutterpartien muss die Bewertung häufig überdacht werden. Bei der Bestandsaufnahme auf 113 Kleegrasflächen im Herbst 2002 zeigte sich, dass Mischungen mit Welschem Weidelgras nur noch in 35 % der Fälle gewählt wurden.

Reifeprüfung

Die Energiegehalte in den Silagen konnten in den letzten Jahren deutlich angehoben werden und liegen vielfach im gewünschten Bereich. Dazu beigetragen hat sicherlich auch die Reifeprüfung, über deren Ergebnisse die Landwirte seit Anfang der 90er Jahre informiert werden. Auf Öko-Betrieben laufen die Untersuchungen seit 1997. Durch die intensive Zusammenarbeit mit der Molkerei Söbbeke werden deren Milchlieferanten spätestens 2 Tage nach Vorliegen der Ergebnisse informiert. Per Internet stehen die Daten aber auch der Beratung und allen angeschlossenen Landwirten gleichzeitig zur Verfügung. Gerade das Jahr 2001 hat auch gezeigt, wie entscheidend eine frühzeitige Information zur Sicherstellung einer ausgewogenen Ration gerade beim Weideauftrieb sein kann.

Mais und Getreide/Getreide-Leguminosengemenge im Vergleich

Die Untersuchungsergebnisse haben dazu geführt, dass die beiden Kulturen heute differenzierter betrachtet werden. Je nach Standortgegebenheit haben sich in den letzten Jahren die Landwirte für die eine oder die andere Kultur entschieden oder nutzen die Vorteile beider Kulturen in der Fruchtfolge.

Ausblick

Das Thema Kleegrasmischung wird aufgrund der aktuellen Diskussion um eine ausreichende Energie- und Proteinversorgung auch in den kommenden Jahren ein Schwerpunkt bleiben. Entsprechende umfangreiche Mischungs-/Nutzungsvergleiche sind an mehreren Standorten angelegt. Zusätzlich werden über 3 Jahre etwa 100 Flächen landesweit jährlich 2 x bonitiert. Die Reifeprüfung zur Einschätzung von Ertrag und Futterqualität im Frühjahr wird fortgesetzt, nach Vorliegen ausreichender Daten ab 2004 aber nur noch in eingeschränktem Umfang. Bei Mais ist vorgesehen, die Wirkung von Zwischenfrüchten zur Verbesserung der Nährstoffversorgung und Unkrautregulierung zu überprüfen.

In Zusammenarbeit mit anderen Versuchsanstellern soll die Qualitätsbewertung von Getreide-/Getreideleguminosengemenge überprüft werden.

Praktikerkommentar:

„Der immer als Negativkultur in der Fruchtfolge geschmähte Mais zeigte im Vergleich zur Ganzpflanzensilage (GPS) wenig negative Auswirkungen auf die Nachfrüchte. Das bestärkte mich darin den Silomaisanbau fortzuführen.“

Bibliographische Angaben zu diesem Dokument:

Leisen, Edmund (2003) Grünland und Futterbau [Grassland and forage cropping], in *Dokumentation 10 Jahre Leitbetriebe Ökologischer Landbau in Nordrhein-Westfalen*. Schriftenreihe des Lehr- und Forschungsschwerpunktes „Umweltverträgliche und Standortgerechte Landwirtschaft“ Nr. 105, Seite(n) 127-148. Landwirtschaftskammer Rheinland, Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe, Institut für Organischen Landbau der Universität Bonn.

Das Dokument ist in der Datenbank „Organic Eprints“ archiviert und kann im Internet unter <http://orgprints.org/00002304/> abgerufen werden.

Rotklee gras: Arten- und Sortenwahl der Gräser

Guido Haas

Neben den **Anbauzielen** eines maximierten Futterertrages bei hoher Futterqualität und guter Siliereignung ist die Leistungsfähigkeit des Rotklees im Gemenge für die symbiotisch fixierte Stickstoffmenge entscheidend. Für die bestmögliche Realisierung der Anbauziele (Abb. 1) sollten die Bewirtschaftungsmaßnahmen aufeinander abgestimmt und optimiert sein. Eine wesentliche Stellgröße dafür ist der Kleeanteil. Dieser kann neben der Variation von Ansaattermin bzw. -verfahren, Ansaatmischung und Nutzungssystem mit der gezielten Auswahl von Grasart und Grassorte beeinflusst werden.

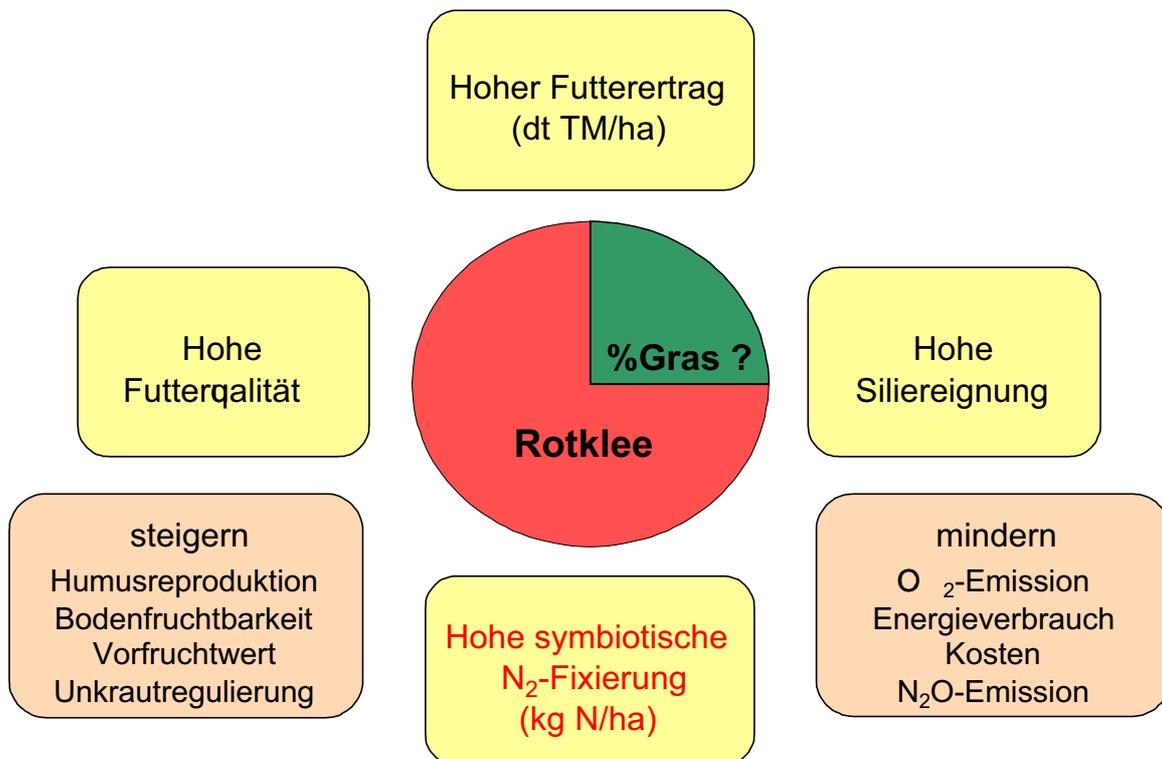


Abb. 1: Rotklee gras im Organischen Landbau: Anbauziele

In Feldversuchen und Feldbonituren wurde der Einfluss der Arten- und Sortenwahl auf Entwicklung und Ertrag von Rotklee grasgemengen in den Jahren 1993 bis 1999 auf dem Versuchsbetrieb Wiesengut/Hennef und auf ausgewählten Leitbetrieben untersucht. Nachfolgend werden Ergebnisse der in den Jahren 1997 und 1998 auf dem Versuchsbetrieb Wiesengut/Hennef durchgeführten faktoriellen Feldversuchen auszugsweise vorgestellt. Es wurden Gemenge mit je einer Grasart bzw. Grassorte und einer Rotkleesorte kombiniert, als Blanksaaten im Sommer ausgesät und vier Aufwüchse im folgenden Hauptnutzungsjahr untersucht.

Rotkleegras

Der mittlere **Ertrag** an Sproßmasse und Stickstoff betrug in beiden Versuchsjahren im als Blanksaat angelegten 'Grasarten- & -sortenversuch' in 4 Aufwüchsen **120 dt TM/ha** mit **380 kg N/ha** bei einem hohen **Rotkleeanteil von 75 bzw. 84 %** (Abb. 2).

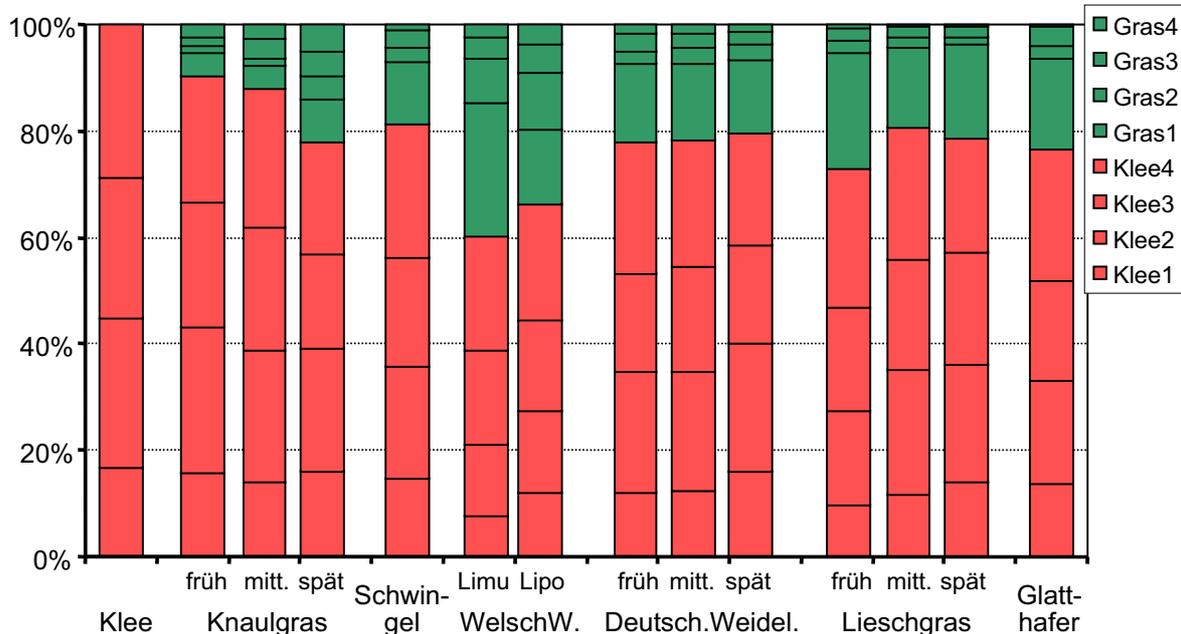


Abb. 2: Anteil am Jahresertrag [TM] von Klee und Gras im Jahr 1997 (Legende: Arten und Reifegruppe bzw. Sortenname; Nummerierung beziffert Aufwuchsnummer)

Trotz hoher Graserträge und Grasanteile im 1. Aufwuchs erreichten die Gräser bis auf das Welsche Weidelgras im 2. Aufwuchs in den Folgeaufwüchsen nur noch ein Ertragsniveau von etwa 5 dt TM/ha. Die Unterschiede im Masse- und Stickstoffertrag sowie in den Anteilen am Gemenge waren zwischen den Grasarten deutlich, reifegruppenspezifische Sorteneffekte aber vernachlässigbar.

Demgegenüber kann durch Auswahl von Grasart und Grassorten auf das **Entwicklungsstadium** der Grasfraktion zur Ernte Einfluss genommen werden. Mit der Sortenwahl kann innerhalb einer Art gezielt auf die gewünschte Entwicklungsgeschwindigkeit und damit Futterqualität Einfluß genommen werden, ohne gravierende Ertragseinbußen in Kauf nehmen zu müssen.

Dabei gibt es Unterschiede zwischen Arten und Sorten. Die erste Differenzierung bei unterschiedlichen Reifetypen der Deutschen Weidelgräser erfolgte zeitversetzt etwa im Abstand von 5 Tagen analog der Reifegruppenzuordnung ab **EC 22 ('Blattscheidenstreckung')** (Abb. 3). Am 9.5 war aber bei allen Sorten gleichzeitig das Stadium **EC 32 ('Schossen')** erreicht. Bis zur Ernte am 21.5 waren die Reifegruppen früh, mittel und spät wieder entsprechend mit EC 37, 43 und 54 differenziert.

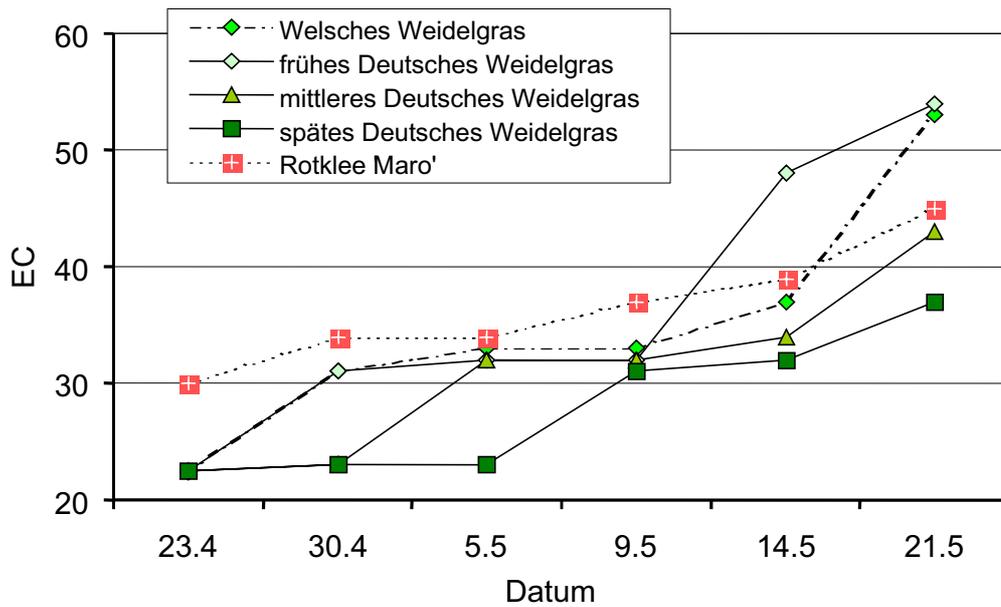


Abb. 3: Entwicklung der Weidelgräser im 1. Aufwuchs im Jahr 1997

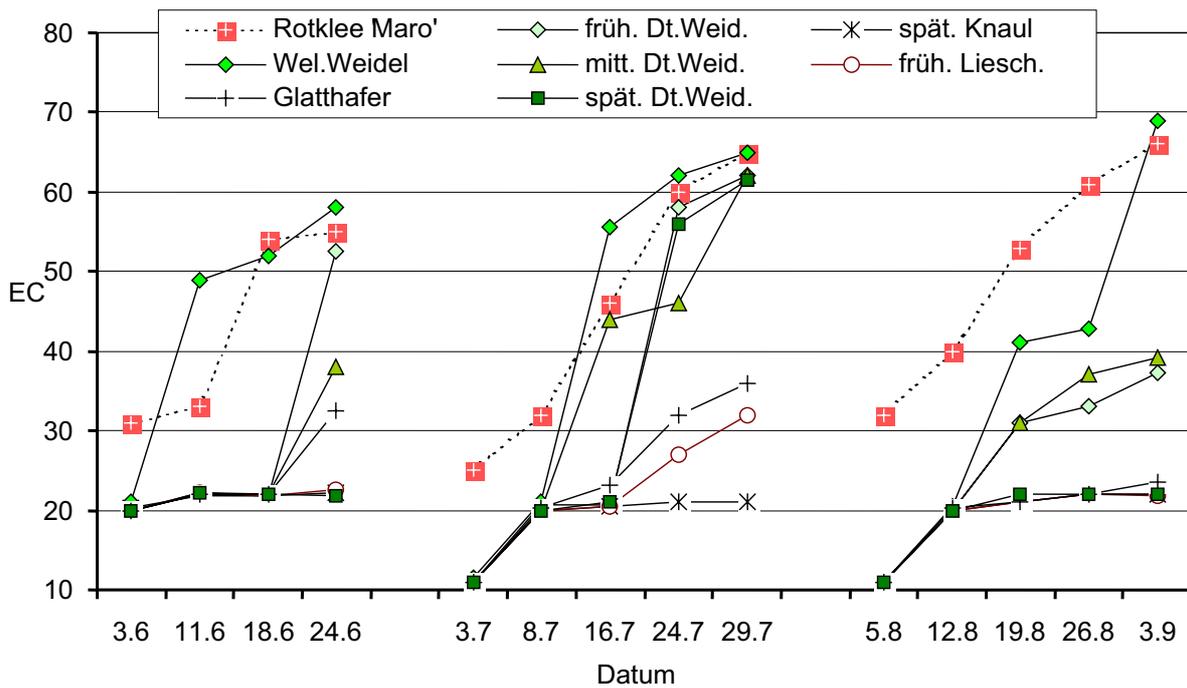


Abb. 4: Entwicklung im 2. bis 4. Aufwuchs 'Grasarten- & -sortenversuch' im Jahr 1997

In den **Folgeaufwüchsen** des exemplarisch dargestellten Versuchsjahres 1997 durchliefen die Welschen Weidelgräser weitgehend ohne Sortendifferenzierung eine dem Rotklee ähnliche sehr schnelle Entwicklung, die im 3. und 4. Aufwuchs bereits das **Stadium Blüte (ab EC 60)** mit entsprechend geminderter Futterqualität erreichten (Abb. 4).

Die Deutschen Weidelgräser differenzierten sortenspezifisch zum 2. Aufwuchs deutlich, im 3. und 4. Aufwuchs nur noch geringfügig. Die Knaulgräser und der Wiesenschwingel, abgebildet ist stellvertretend nur die späte Knaulgrassorte, wiesen in den Folgeaufwüchsen keine, die Glatthafersorte im 2. und 3. und das frühe Lieschgras nur noch im 3. Aufwuchs eine geringfügige Entwicklung auf (Abb. 4). Hinsichtlich einer potentiellen Minderung der Futterqualität war deshalb nur die Entwicklung der Weidelgräser, vor allem die der Welschen Weidelgräser, relevant.

Wann schneiden?

Gras allgemein: Der aus Gründen der Futterqualität günstige Erntetermin der Gräser liegt **zwischen 'Beginn und 'Ende Blütenstandschieben'** ("Schiebender" Ähre bzw. Rispe, EC 43 bis 59, hängt von der Grasart ab). Mit dem Entwicklungsstadium 'Beginn Blütenstandschieben' (EC 43) ist das Maximum der Energiedichte erreicht. Im weiteren Verlauf ist eine stetige arten- und sortenspezifische Abnahme der Futterqualität zu verzeichnen



Viel zu spät - beide Gemengefraktionen im Stadium Ende Blüte (EC 67 - 69)
Rechts Rotkleereinsaat – früh blühende Sorte (Foto G. Haas, 30. Juni 1999)

Rotklee: Beim Rotklee kann eine spätere Entwicklungsspanne für die Ernte gewählt werden, die ab '**Blütenknospenentwicklung**' bis '**Beginn Blüte**' (EC 45 bis EC 63) liegt. In der Phase 'Blütenknospenentwicklung' ist ein intensives Längenwachstum der Stengel festzu-

stellen. In den obersten Nebenblättern entwickelt sich die Blütenknospe. Sie ist zwar noch von Nebenblättern verhüllt, von außen aber mit zunehmendem Wachstum gut fühlbar. In der nächsten Entwicklungsphase 'Blütenköpfchenentwicklung' treten die grünen Blütenköpfchen hervor, um dann im weiteren Verlauf mit einzelnen rosa Blütchen beginnend den Blühbeginn einzuleiten.

Klee oder Gras – Ertrag oder Qualität?

Ertrag und Futterqualität prägen sich gegenläufig aus. Ist der maximale Ertragszuwachs erreicht, ist der Entwicklungsabschnitt, in dem von einer hohen Futterqualität (hohe Energiedichte) ausgegangen werden kann, bereits überschritten. Es muss deshalb eine Abwägung zwischen fixierter Stickstoffmenge (Kleertrag), Futtermenge sowie vor allem Futterqualität und Siliereignung vorgenommen werden. Die Funktion der Gräser liegt in der aufwertenden Wirkung auf die Futterqualität und Siliereignung des Gemenges (Minderung von Rohproteingehalt und Pufferkapazität (Silierhemmnis) des Rotkleees sowie Erhöhung des Gehaltes löslicher Kohlenhydrate/Zucker. Grasarten bzw. Grassorten, die dieses Ziel auch bei geringen Grasanteilen erreichen lassen, sind zu bevorzugen. Dies ist aufgrund günstiger inhaltsstofflicher Zusammensetzung vor allem von den Weidelgräsern zu erwarten.

Solange der Minderertrag an Masse und Stickstoff durch konkurrenzstarke Gräser mit einer Verbesserung der Futterqualität der Gemenge einhergeht, kann dieser Umstand bspw. für Milchviehbetriebe akzeptabel sein. Werden aber zu schnell ungünstige Entwicklungsstadien erreicht, schlägt durch die Beimengung von Gras der damit beabsichtigte **Aufwertungseffekt** auf die Futterqualität des Gemenges ins Gegenteil um. Andererseits wird bei einem an der Entwicklung des Grases orientierten Schnitttermin das Ertragspotential des Rotkleees nicht ausgeschöpft.

Beispielhaft ist dieses Problem in Abbildung 5 dargestellt. Zu drei Terminen am 16., 24. und 29. Juli wurden die Gemenge mit Weidelgras beerntet. Ab dem 2. bzw. dem 3. Termin blühten alle Gräser (ab EC 60) und wiesen kaum noch Zuwachs auf. Im Mittel der Varianten sank zu den drei Terminen der Grasanteil an der Gemegetrockenmasse von 21, 16 auf 14 % ab. Aber der Klee verzeichnete im Mittel aller Varianten einen Ertragszuwachs von 17 auf 24 und auf 36 dt TM/ha, entsprechend 67, 88 bzw. 107 kg N/ha in der Sprossmasse. Im letzten Zeitabschnitt betrug der TM-Zuwachs des Rotkleees etwa 2,4 dt TM/ha und Tag.

Mit einer Beerntung des 3. Aufwuchses vor Blühbeginn mit dem Ziel der Sicherung einer hohen Energiedichte, die für die Welschen Weidelgräser nur zum 1. Termin vorauszusetzen war, wäre auf einen Ertrag von 21 dt TM/ha, entsprechend 50 % des Endertrages, zu verzichten gewesen.

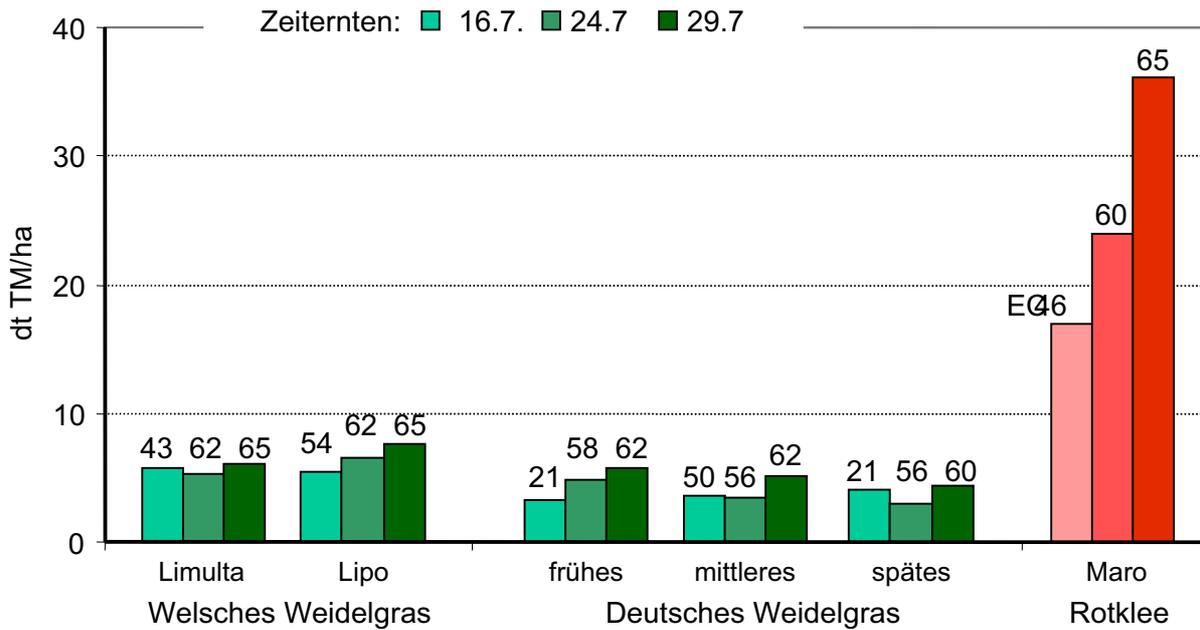


Abb. 5: Klee-gras-Trockenmasseertrag und EC-Stadium (Ziffern auf den Säulen) von Weidelgras und Rotklee im 3. Aufwuchs und drei Ernteterminen 'Grasarten- und -sortenversuch' 1997

Welche Grasart?

Weidelgräser bevorzugen luftfeuchte und niederschlagsreiche Standorte und gelten als frostempfindlich. **Welsches Weidelgras** ist ein Obergras, halbaufrecht, mit lockeren Horsten und war in den eigenen Versuchen sehr wüchsig und wies in den Gemengen ein starkes Verdrängungsvermögen im 1. und 2. Aufwuchs auf. Die Entwicklungsgeschwindigkeit war in den Folgeaufwüchsen sehr schnell. In fast allen vier Aufwüchsen des Hauptnutzungsjahres erreichte Welsches Weidelgras das hinsichtlich der Futterqualität kritische Stadium 'Ende Blütenstandschieben'. Frühere Schnittermine würden auf dem Versuchsbetrieb Wiesengut eine fünfmalige Schnittnutzung mit geringerem Jahresertrag und höheren Kosten zur Konsequenz haben. Auch die Gattungsbastarde **Bastardweidelgras** und **Wiesenschweidel** waren in den eigenen Feldversuchen keine günstigeren Alternativen.

Demgegenüber war **Deutsches Weidelgras** in den Feldversuchen ein konkurrenzschwächeres Untergras mit im Vergleich zum Welschen Weidelgras deutlich geringeren Graserträgen, aber ausgeprägter reifegruppenspezifischer Sortenvariabilität. Auch in der Schweiz sowie nach Untersuchungen in Kiel gilt Deutsches Weidelgras als "ausgesprochen rasenbildendes und bei höher wachsenden Gemengearten konkurrenzschwaches Untergras", das **nicht in Rotkleegrasgemengen eingesetzt werden sollte**.

Knaulgras ist ein horstbildendes Obergras und zeichnet sich durch ein hohes Ertragspotential bei großer Anpassungsfähigkeit aus. Als eine Grasart mit generell früh einsetzender generativer Entwicklung sollte Knaulgras bis zum Entwicklungsstadium 'Beginn Blütenstand-schieben' beerntet werden. Nach Überschreiten dieser Entwicklungsphasen vermindert sich die Futterqualität sehr schnell. Allerdings wurde die generative Phase nur im 1. Aufwuchs bei geringen Grasanteilen erreicht. Eine Beeinträchtigung der Futterqualität der Gemenge ist deshalb auf das ganze Nutzungsjahr gesehen eher wenig wahrscheinlich. Aufgrund des nach Literaturangaben insgesamt geringeren Futterwertes dürfte andererseits bei geringen Grasanteilen der erforderliche Effekt einer signifikanten Anhebung der Futterqualität des Gemenges kaum erreichbar sein. Im Ansaatjahr wies Knaulgras die charakteristische, sehr langsame Jugendentwicklung bei geringem Verdrängungsvermögen auf. Nach Untersaat statt Blanksaat kann es bis zum Hauptnutzungsjahr dichte Horste ausbilden und ein hohes Verdrängungsvermögen entwickeln. Eine günstige Eigenschaft ist die Verträglichkeit gegenüber Trockenphasen, die am Versuchsstandort Wiesengut im Frühsommer auftreten können. Der 3. Aufwuchs wies in solchen Jahren dann nur noch in den Gemengen mit Knaulgras einen nennenswerten Grasertrag auf. Außer bei regelmäßig zu Trockenheit neigenden Standorten ist **Knaulgras** für Rotklee grasgemenge eher **ungeeignet**.

Tab. 1: Charakterisierung der im Gemenge mit Rotklee geprüften Grasarten

Art	Konkurrenzvermögen			Futterqualität	Sortenvariabilität	Sonstiges
	Ertragspotential	Jugendentwicklung	nach Bestandes-etablierung			
Welsches Weidelgras	++++	++	++	+++	-	frostempfindlich
Deutsches Weidelgras	++	+	+	+++	+++	frostempfindlich Auswinterung
Knaulgras	++	-	+++	+	+	winterhart, trockenheitsresistent
Wiesenschwingel	++	-	+	+++	-	winterhart
Wiesenslieschgras	+	-	-	++	+	winterhart
Glatthafer	++	+	+	+	-	trockenheitsresistent

Legende: - = nicht bzw. sehr schwach ausgeprägt, + bis ++++ = schwach bis sehr ausgeprägt

Wiesenschwingel und **Wiesenlieschgras** sind lockere Horste bildende winterharte Obergräser mit sehr guter Futterqualität. Während Wiesenschwingel einen hohen Futterwert wie bei den Weidelgräsern bis 'Ende Blütenstandschieben' aufweist, ist dies bei Wiesenlieschgras wie beim Knaulgras nur bis 'Beginn Blütenstandschieben' der Fall. Wie bei Knaulgras wurde die generative Entwicklung bei beiden Grasarten aber zumeist nur im 1. Aufwuchs erreicht. Nach Literaturangaben stellen beide Grasarten wertvolle Gemengepartner in Rotkleegrasmischungen dar. Nach den eigenen Untersuchungen sind **beide Arten**, sei es als Blank- oder Untersaat, vor allem ab dem 2. Aufwuchs **zu konkurrenzschwach**. Eventuell ist die Eignung dieser beiden Grasarten an kühleren und niederschlagsreicheren Standorten mit geringerer Nutzungsintensität und ungünstigeren Wachstumsbedingungen für Rotklee eher gegeben.



Links vergleichsweise hoher Grasanteil (Untersaat Wel. Weidelgras), mit vielen Grasarten kaum zu erreichen – rechts zu hoher Grasanteil (Blanksaat W. Weidelgras)
(Foto G. Haas 7. Mai 1999)

Glatthafer ist ein Obergras mit aufrechten, lockeren Horsten und soll aufgrund seiner tiefreichenden Wurzeln Trockenheit gut vertragen. Bei geringer Nutzungshäufigkeit (3 statt 4 Nutzungen) sollen höhere Erträge zu erzielen sein. Nur im 1. Aufwuchs war eindeutig eine generative Entwicklung feststellbar. In den Folgeaufwüchsen wurden neben sehr langen Trieben mit Blütenständen auch 'sterile Halme' (ohne Blütenstand) ermittelt. Aufgrund der langen Triebe konnte der Glatthafer auch in den Aufwüchsen 2 bis 4 den Rotklee in der Wuchslänge zumeist überragen. Bei eher geringen Graserträgen und nach Literaturangaben nur mittlerer Futterqualität werden aber die erforderlichen **Aufwertungseffekte** der Futterqualität im **zu gering** sein, um im Gemenge mit Rotklee im Organischen Landbau anbauwürdig zu sein.

Zwischenfazit

Das anhand mehrerer Parameter günstige Welsche Weidelgras erreichte zu schnell die Blühphase. Alle anderen untersuchten Grasarten waren zu konkurrenzschwach, um bei wüchsigen Standortbedingungen und gut etabliertem Rotklee Ertrag und Futterqualität des Gemenges wesentlich steigern zu können (Tab.1). Hier ist die Futterpflanzenzüchtung gefordert.

Welche Saatmischungsstrategie?

Grünlandorientiertes Denken: Artenmischungen für Grünlandansaaten sind in der Regel vielfältig. Wird dabei zusätzlich die Faustregel von mindestens drei Sorten je Art berücksichtigt, resultieren arten- und sortenreiche Saatgutmischungen. Damit wird dem Standort ein breites genetisches Spektrum "angeboten". Langfristig werden sich auf Dauergrünland die am besten angepassten Genotypen durchsetzen.

Das Ziel einer langfristigen Ertragssicherung rechtfertigt höhere Saatgutkosten, obwohl von Beginn an zu erwarten ist, dass nur wenige Arten bzw. Sorten sich zu Hauptbestandbildnern entwickeln werden. Je genauer dabei die Kenntnis von Standort, Artencharakteristika und Auswirkung des Nutzungssystems ist, desto gezielter und damit kostenreduzierter kann die Saatgutmischung zusammengestellt werden. Diese Strategie auf den Ackerbau übertragen resultiert in vielfältig zusammengestellten Rotklee grassmischungen.

Pflanzenbauliches Denken: In gut etablierten und geführten überjährigen Rotklee grassbeständen werden unter günstigen Standortbedingungen wenige Arten dominieren. Bestände mit konkurrenzstarkem Rotklee und Welschem Weidelgras werden kaum weiteren Arten hinreichende Entwicklungsmöglichkeiten lassen.

Ob Weißklee, Gelbklee, Schwedenklee, selbst Luzerne als weitere Leguminosen im Rotklee grassgemenge oder Wiesenlieschgras, Wiesenschwingel und Wiesenrispe sowie Wiesenkräuter überhaupt die Ansaat rechtfertigen, ist zumindest für wüchsige Standorte bei nur einem Hauptnutzungsjahr zu verneinen. Einjähriger Feldfutterbau ist aus Gründen hoher Stickstoffzufuhr und größtmöglicher Nutzung von Vorfruchteffekten bei der Fruchtfolgegestaltung zu bevorzugen. Wird das Rotklee grassgemenge als Untersaat etabliert, ist bei Umbruch erst zu einer Sommerung eine lange Bodenruhe von bis zu 30 Monaten gewährleistet. Weißklee und konkurrenzschwächere Grasarten können vor allem bei mehrjährigem Futterbau Lücken im Bestand füllen, sofern sie sich hinreichend etablieren konnten. Lückige Rotklee grassbestände weisen auf Bewirtschaftungsfehler, Standortungunst oder Schädlingskalamitäten hin. Diese Einflussfaktoren sollten soweit möglich ausgeschaltet werden, bevor über die Saatgutmischung derartige Störgrößen ausgeglichen werden sollen.

Fazit

Ackerfutterbau mit anspruchsvoller Zielsetzung und kosteneffizientem Anbauverfahren führt zu Zwei-Artenmischungen einer Rotkleesorte und einer Grasart, wenn nicht Grassorte. Dabei ist die gewünschte und standortbedingt mögliche Bestandeszusammensetzung zu definieren und eine entsprechende Arten- und Sortenwahl vorzunehmen.



Die Entscheidung über den optimalen Erntetermin wird dann gezielt am Hauptbestandbildner Rotklee modifiziert durch das Entwicklungsstadium des Grases ausgerichtet, entsprechend dem beabsichtigten 'Aufwertungseffekt' des Grases hinsichtlich Ertrag, Futterqualität und Siliereignung. Bei Bedarf sind mehrere Mischungen auf verschiedenen Schlägen vorstellbar, wie dies bspw. analog für den Abreifezeitpunkt oder in Bezug auf den Verwertungszweck mit mehreren Winterweizensorten auf verschiedenen Ackerschlägen statt einer Sortenmischung auf allen Flächen Praxis im Getreidebau ist.

Praktikerkommentar:

„Für mich als Milchbauer ist Rotkleegrassilage die wesentliche Futtergrundlage. Mit den Unterschieden von Arten und Sorten hatte ich mich noch gar nicht näher befasst. Ich habe jetzt auf meinem Betrieb das Welsche Weidelgras rausgeworfen, es kam fast immer in die Blüte und möchte nicht mehr als viermal schneiden.“

Weitere Informationen, Literaturverweise und Praxisempfehlungen in

HAAS, G., A. SCHLONSKI, U. KÖPKE 2003: Rotkleegras im Organischen Landbau: Einfluss von Arten- und Sortenwahl auf Ertrag und Futterqualität. Schriftenreihe Lehr- und Forschungsschwerpunkt Umweltverträgliche und Standortgerechte Landwirtschaft, Landwirtschaftliche Fakultät der Universität Bonn.

Forschungsvorhaben im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen.

Milchviehhaltung

Edmund Leisen & Peter Heimberg

1 Einleitung

Die Milchviehhaltung ist die im Ökologischen Landbau mit Abstand bedeutendste Form der Tierhaltung. 31 % der Öko-Betriebe in NRW halten Milchvieh, von den Leitbetrieben sind es 5 von 13 Betrieben (etwa 38 %). Dies erklärt sich alleine schon durch die Flächenausstattung. Mehr als die Hälfte der Öko-Fläche in NRW besteht aus Grünland und wird überwiegend durch Milchviehhalter bewirtschaftet. Zusätzliches Grundfutter wird auf Ackerflächen erzeugt.

In den vergangenen Jahren gab es vielfältige Impulse für Untersuchungen sowohl von Seiten der Landwirte und Berater als auch von Milchverarbeitern. Folgende Themen wurden dabei zwischenzeitlich aufgegriffen:

- **Wieviel Milch darf eine Öko-Kuh geben, ohne dass dabei Tiergesundheit und Fruchtbarkeit zurückgehen?** Die Diskussion über die im Ökologischen Landbau anzustrebende Milchleistung wird sowohl von den einzelnen Landwirten als auch Beratern sehr unterschiedlich bewertet.
- **Wie lässt sich die Käsetauglichkeit der Milch sichern?** Diese Frage stellte sich in Zusammenhang mit der Einrichtung einer Käserei bei der Molkerei Söbbeke und damit der Öffnung einer neuen Vermarktungsschiene. Zwischenzeitlich wurden weitere Hofkäser in die Untersuchungen miteinbezogen. Die Ansätze zur Verbesserung der Qualität liegen schwerpunktmäßig im landwirtschaftlichen Betrieb.
- **Welchen Einfluss hat das Hygieneniveau im Betrieb auf Clostridienbelastung, Zellgehalt und Keimzahl?** Gibt es einen Zusammenhang zwischen den drei genannten Merkmalen?
- **Welche Qualität hat Öko-Futter?** Die Grundfutterqualität hat im Ökologischen Landbau eine herausragende Bedeutung, da Leistungsfutter/Kraftfutter knapp und teuer ist. Eigene Futteranalysen zur Aufdeckung von Schwachstellen in Futterproduktion und Fütterung aber auch bei der Milchqualität (beispielsweise Käsetauglichkeit) sind deshalb im Ökologischen Landbau unerlässlich.

- **Wie ist die Mineralstoffversorgung im Öko-Futter?** Eine ausgewogene Mineralstoffversorgung ist Voraussetzung für eine gesunde Fütterung. Die Mineralstoffgehalte können sich nach Umstellung auf Ökologischen Landbau ändern. Grund sind eine veränderte Düngung und vor allem auch eine veränderte Pflanzenzusammensetzung auf Grünland und beim Kleegrasanbau. Daten speziell aus Ökologischem Landbau sind deshalb unerlässlich.

2 Milchleistung im Vergleich zu Tiergesundheit und Fruchtbarkeit

Die Beurteilung der Leistung muss neben der Jahresmilchmenge auch die Lebensleistung, Milchinhaltsstoffe, Nutzungsdauer sowie Fruchtbarkeitsdaten berücksichtigen. Wichtig sind aber auch die einzelbetrieblichen Rahmenbedingungen. In die Untersuchungen mit einbezogen wurden neben den Leitbetrieben weitere 150 Betriebe aus Westfalen-Lippe, dem Rheinland und Niedersachsen.

Milchleistung im Vergleich zu Nutzungsdauer und Fruchtbarkeitsdaten

Die Jahresmilchleistung lag auf den 91 ausgewerteten Öko-Betrieben zwischen 3 000 und 9 500 l/Kuh (Tabelle 1). Bei den Milchinhaltsstoffen gab es mit zunehmender Leistung (Ausnahme: <5 000 l/Kuh) etwas niedrigere Fettgehalte (nicht dargestellt).

Beim durchschnittlichen **Alter** und **Nutzungsdauer** der Tiere gab es bei Leistungen oberhalb 5 000 l/Kuh im Mittel der Leistungsgruppen keine Unterschiede. Unabhängig von der Leistung hatten die Herden auf mehreren Betrieben ein durchschnittliches Alter von sechs und mehr Jahren.

Bei den **Fruchtbarkeitsdaten** zeigten Betriebe mit höherer Leistung eine etwas niedrigere **Zwischenkalbezeit**. Diese Betriebe lassen häufig schon früher besamen, müssen dann aber auch öfter ein 2. Mal besamen lassen, weil frühe Besamungen weniger erfolgreich sind.

Der **Vergleich mit konventionellen Betrieben** zeigt: Die Jahresmilchleistung liegt im Mittel etwa 1300 l niedriger, bei der Lebensleistung gibt es nur noch einen geringen Unterschied. Die Kühe werden im Ökologischen Landbau 0,6 Jahre (ca. 7 Monate) älter und liefern 0,4 Jahre (etwa 5 Monate) länger Milch. Bei der Zwischenkalbezeit gibt es keine Unterschiede.

Tab. 1: Milchleistung im Vergleich zu Alter und Nutzungsjahren 2001/2002

Jahresmilchleistung (l/Kuh)		Lebensleistung	Anzahl Betriebe	Anzahl Kühe/ Betrieb	Alter (in Jahren)	Nutzungsdauer	ZKZ ¹⁾ (in Tagen)
Bereich	Mittel	(l/Kuh)					
<5 000	4 078	12 939	7	32	6,0	3,2	419
5 000–6 000	5 502	14 697	27	40	5,3	2,7	411
6 000–7 000	6 428	17 207	25	39	5,2	2,7	398
7 000–8 000	7 437	20 235	23	47	5,4	2,7	397
>8 000	8 709	23 155	9	63	5,2	2,7	391
Mittelwert	6 453	17 423	91	43	5,4	2,7	403
Zum Vergleich: Konventionelle Betriebe in Westfalen-Lippe							
	7 742	17 807	4 426	39	4,8	2,3	405

1) ZKZ: Zwischenkalbezeit

Milchleistung im Vergleich zu Zellgehalten

Eine hohe Milchleistung kann für das Tier mit einem höheren metabolischen Stress verbunden sein. In der Folge könnten die körpereigenen Abwehrkräfte geschwächt sein. Bei Euterinfektionen mit Umweltkeimen sind dann erhöhte Zellgehalte in der Milch denkbar. Niedrige Zellgehalte können allerdings auch mit einer Immunschwächung einhergehen.

Die Auswertung zeigt:

Auf Betrieben mit höheren Leistungen werden eher niedrigere Zellgehalte gefunden. Allgemein stellen erhöhte Zellzahlen zumindest temporär immer wieder ein Problem dar. Zu prüfen bleibt, wie auf den einzelnen Betrieben höheren Zellgehalten vorgebeugt wird und welche Bedeutung beispielsweise homöopathische Mittel sowie die Technik des Trockenstellens haben.

Einflüsse von Protein- und Energieversorgung auf Harnstoff- und Zellgehalte in der Milch

Im Untersuchungszeitraum von August 2001 bis August 2002 sind hohe Harnstoffgehalte vor allem zwischen Juli und Oktober, niedrige Gehalte zwischen Januar und April aufgetreten. Niedrige Proteingehalte in der Milch gab es vor allem zwischen Februar und Juli,

Milchviehhaltung

hohe Gehalte zwischen September und Dezember. Hohe Zellgehalte traten vor allem im August, niedrige zwischen November und März auf.

Die häufig geäußerte Vermutung, dass hohe Zellgehalte auf hohe Harnstoffgehalte zurückzuführen sind, konnte nicht bestätigt werden. Innerhalb des Untersuchungszeitraumes von 10 Monaten traten die maximalen Zellgehalte nur bei 5 % der Betriebe im Anschluss an hohe Harnstoffgehalte auf, in 13 % der Betriebe gleichzeitig. Dagegen gab es die maximalen Zellgehalte in 38 % der Betrieb schon vor Auftreten hoher Harnstoffgehalte, und in 45 % der Betriebe lagen maximale Zellgehalte und Harnstoffgehalte zeitlich mindestens 1 Monat auseinander (Tabelle 2).

Tab. 2: Auftreten von hohen Harnstoff- und Zellgehalten in der Milch August 2001 bis Mai 2002.

Ausgewertet: 56 Betriebe mit zumindest zeitweise hohen Harnstoffwerten

Harnstoffgehalt	Zellgehalt
Hohe Harnstoffgehalte (>30 mg/100ml)	<ul style="list-style-type: none">➤ 37 % der Betriebe hatten <i>im vorherigen Monat</i> den maximalen Zellgehalt➤ 13 % der Betriebe hatten <i>im gleichen Monat</i> den maximalen Zellgehalt➤ 5 % der Betriebe hatten <i>im nachfolgenden Monat</i> den maximalen Zellgehalt➤ bei 45 % der Betriebe bestand <i>mindestens 1 Monat Abstand</i> zwischen hohen Harnstoffgehalten und maximalem Zellgehalt

Anmerkung:

Auch bei 11 Betrieben mit Harnstoffwerten >40 mg/100ml im Herbst (zu anderen Zeiten gab es diese Werte nicht) gab es keinen Zusammenhang zwischen Harnstoffgehalten und Zellgehalten.

Fazit:

Anders als vielfach vermutet geht eine höhere Leistung im gezeigten Rahmen nicht unbedingt auf Kosten der Lebens- und Nutzungsdauer oder der Fruchtbarkeit und Tiergesundheit. Die große Bandbreite der Daten dürfte maßgeblich auf die einzelbetrieblichen Rahmenbedingungen zurückzuführen sein: Futterqualität, Haltungsbedingungen, Arbeitsbelastung, Betriebsleiter (z.B. bei Tier- und Brunstbeobachtung sowie Melkarbeit). Werden höhere Leistungen angestrebt, müssen deshalb in den oben genannten Bereichen Verbesserungen vorgenommen werden.

3 Clostridien beeinträchtigen die Käsetauglichkeit der Milch

Problematik:

Clostridien sind Bakterien, die die Käseherstellung erheblich beeinträchtigen können: Für empfindliche Käsesorten dürfen in der Milch für Hofkäsereien ohne Zentrifuge maximal 10 und bei Verarbeitung in der Molkerei maximal 600 Sporen pro 100 ml Milch enthalten sein. Die höhere zulässige Belastung für die Molkerei ergibt sich daraus, dass hier eine Baktofuge zum Einsatz kommt. Zu beachten ist, dass wenige Betriebe mit sehr hohen Werten die gesamte Sammelmilch einer Molkerei stark belasten.

Weg der Clostridien in die Milch

Die Ursachen für hohe Gehalte liegen im landwirtschaftlichen Betrieb. In die Milch gelangen die Clostridien ausschließlich von außen (über Futter, Kot, Schmutzanteile), nicht dagegen über den Blutkreislauf (Kalzendorf, 1997; siehe auch nachfolgende Darstellung). Besonderen Wert muss auf Stall-, Tier- und Melkhygiene gelegt werden. Darüber hinaus darf kein schlechtes, verschmutztes oder gar verdorbenes Futter eingesetzt werden.

Für gezielte Gegenmaßnahmen muss als erstes abgeschätzt werden, wo die Problembereiche liegen. Die Clostridiengehalte in Kot und Milch zeigen, welche Belastung einerseits vom Futter (Maßstab: Clostridiengehalt im Kot) und andererseits von Tier-, Stall- und Melkhygiene (Vergleich von Clostridiengehalt in Kot und Milch) ausgeht.

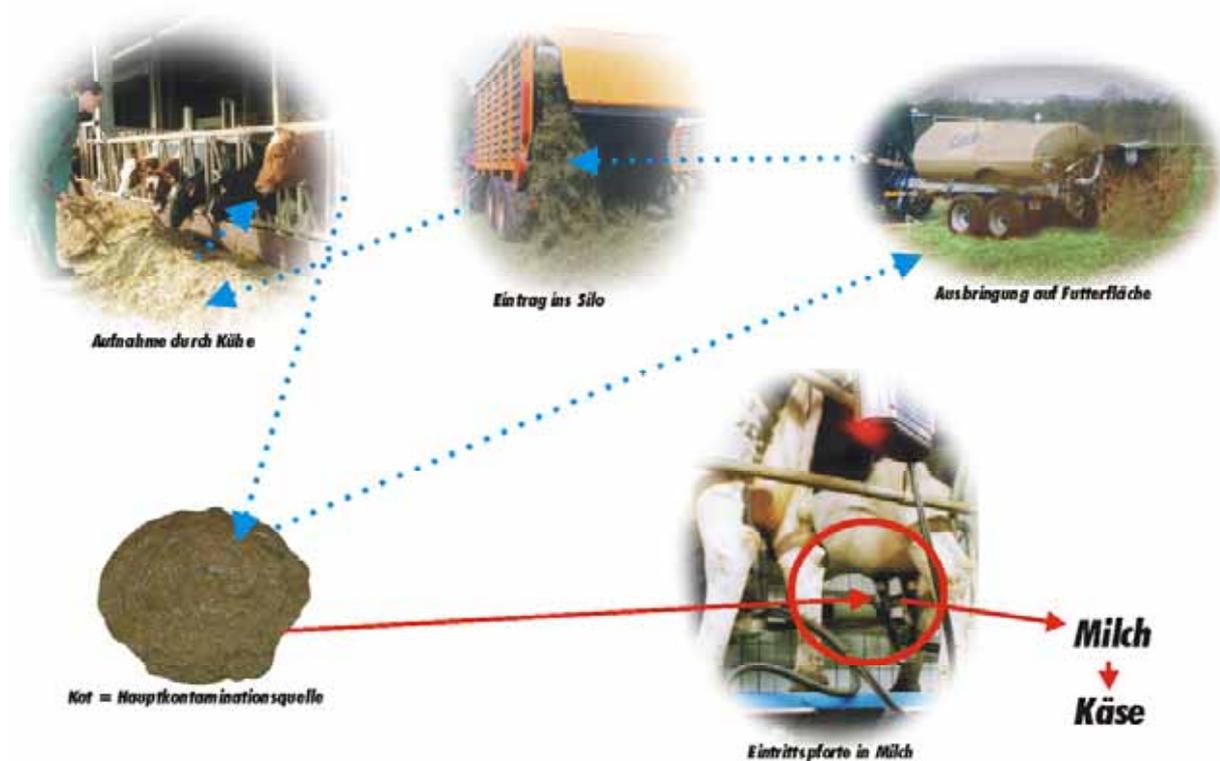
Durchgeführte Untersuchungen

Seit 1997 wurden umfangreiche Clostridienuntersuchungen durchgeführt. Maßgeblich beteiligt daran waren die Molkerei Söbbeke und ihre Milchlieferanten sowie mehrere Hofkäsereien.

Zur Ursachenklärung gaben die Betriebe Auskunft über die einzelbetrieblichen Rahmenbedingungen. Zur Einschätzung der Futterqualität standen Futteranalysen (bei etwa der Hälfte der Betriebe) sowie eine Beschreibung der Silagequalität zur Verfügung.

Die Hygienebedingungen ließen sich aus dem Vergleich von Clostridienbelastung in Kot und Milch abschätzen (siehe Abbildung zu Absatz: Einfluss der Hygienebedingungen).

Clostridien im Milchviehbetrieb - Kreislauf und Kontaminationsweg



Clostridienbelastung bei Weidegang oder Heufütterung

Bei **Weidenutzung** oder Heufütterung liegen die Gehalte unter 40, bei Betrieben mit innerbetrieblich bedingt höherer Clostridienbelastung unter 100 Sporen pro 100 ml Milch.

Clostridienbelastung bei Verfütterung von Grünland- und Klegrassilagen

Die Clostridienbelastung im Kot fiel sehr unterschiedlich aus: So wurden im Winter 2001/2002 zwischen 20 und über 11.000.000 Sporen pro g Kot gemessen. Einen entscheidenden Einfluss scheint dabei das innerbetriebliche Belastungsniveau zu haben, zumindest in Grünlandbetrieben. Grünlandbetriebe, die in den vergangenen Wintern eine geringe Belastung zeigten, hatten in diesem Winter zu 55 % niedrigere Clostridiengehalte im Kot, maximal 24 000 Sporen. Derart niedrige Gehalte gab es bei keinem Betrieb mit hoher bis sehr hoher Clostridienbelastung in der Vergangenheit. Diese Betriebe hatten auch in diesem Winter häufig hohe Gehalte im Kot. Grund für die höhere Belastung könnte ein innerbetrieblicher

Clostridienkreislauf sein: hohe Clostridiengehalte im Kot führen bei der Dungausringung zu einer höheren Belastung auf den Futterpflanzen und letztendlich im Ernteprodukt.

Die Ursachen für hohe Clostridiengehalte bei Verfütterung von Kleeegrassilagen waren im Wesentlichen durch Probleme der aktuellen Qualität des Futters begründet: Nasssilagen, stärker verschmutzte Silagen und Regenwassereinwirkung im Silostock. Anders als in Grünlandbetrieben muss sich dies aber nicht nachteilig auf die kommende Ernte auswirken. Werden die hoch belasteten organischen Dünger oder auch Silagereste auf Ackerland eingearbeitet, so wird der innerbetriebliche Kreislauf weitestgehend unterbrochen.

Häckseln, Siliermitteleinsatz und Ballensilagen

Beim Einsatz von Häckslern und Siliermitteln war die Clostridienbelastung geringer. Bei Silagen ohne Siliermitteleinsatz traten Clostridiengehalte im Kot (Spiegelbild der Belastung im Futter) von über 150 000 Sporen pro g in 77 % der Betriebe auf, nach Häckslereinsatz immer noch in 53 % der Betriebe. Eine derart hohe Belastung gab es bei Siliermitteleinsatz nur selten. Bei Ballensilagen trat eine höhere Belastung ausschließlich bei nassen Silagen, stärkerer Verschmutzung oder späterer Regenwassereinwirkung auf.

Einfluss der Hygienebedingungen

Unterschiede in der Hygiene führten dazu, dass die Clostridienbelastung in der Milch bei vergleichbaren Gehalten im Kot sehr unterschiedlich ausfiel. Werte oberhalb der Geraden (siehe Abbildung) stehen für Betriebe, bei denen Schwachstellen in der Hygiene die Clostridienbelastung in der Milch maßgeblich mit beeinflussen. Werte unterhalb der Geraden stehen für Betriebe mit insgesamt besseren Hygienebedingungen. Entscheidend sind sowohl die Hygienebedingungen im Stall als auch am Tier und beim Melken. Vorteile bringen geschorene Euter, vor allem bei der Anbindehaltung.

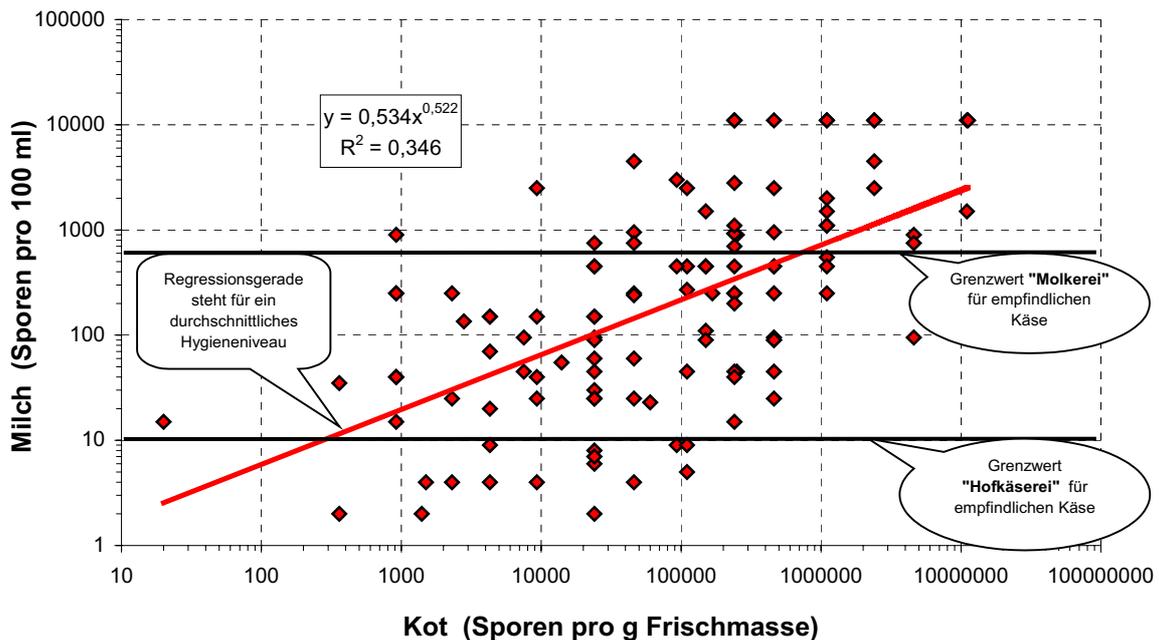


Abb. 1: Clostridiengehalt in Kot und Milch im Vergleich

Empfehlungen und Checklisten

Aufbauend auf den Erfahrungen wurden Checklisten zur Ursachenklärung erstellt (können beim Autor bestellt werden) und Empfehlungen für Landwirte, Molkereien und Hofkäsereien herausgegeben:

Empfehlungen für Landwirte

- Betriebe mit häufig hohen Clostridienggehalten** (über 600 Sporen/100 ml Milch) sollten prüfen, ob die Probleme vor allem beim Futter oder bei den Hygienebedingungen zu suchen sind. Ein Vergleich von Clostridiengehalt in Kot und Milch zeigt, wo die Probleme hauptsächlich liegen. Nach Vorliegen der Werte können entsprechende Gegenmaßnahmen eingeleitet werden, bei Bedarf ist Spezialberatung in Anspruch zu nehmen.
- Betriebe mit mittleren Clostridienggehalten** (100 bis 600 Sporen/100 ml Milch) haben bei guten Silagen selten Clostridienprobleme. Bei schwierigen Silagen (siehe Punkt 5) können aber auch hier hohe Gehalte auftreten. Sicherheitshalber sollten diese Betriebe Schwachstellen aufdecken.

3. In **Betrieben mit niedrigen Clostridienggehalten** in der Milch tritt eine hohe Clostridienbelastung nur bei schwierigen Silagen auf (siehe Punkt 5).
4. In **Zeiten feuchter Witterung** muss speziell im Winter aufgrund stärkerer Verschmutzung am Tier mit einer erhöhten bis extrem hohen Clostridienbelastung gerechnet werden.
5. Für alle Betriebe ist zu empfehlen:
 - Eintragsweg über **organische Dünger** begrenzen: Dünger auf Ackerland einarbeiten und nicht auf Klee gras ausbringen; Reste von alten Silagen nicht auf zukünftige Schnittflächen ausbringen; Gülle verdünnen oder eindringen, damit weniger an Pflanzen haftet.
 - **Schmutzgehalt** in der Silage niedrig halten (Grünlandpflege, Ernte- und Lagerbedingungen). Über die Bereifung der Erntemaschinen können auch Ganzpflanzensilagen und Maissilagen verschmutzt werden.
 - möglichst keine **Nasssilagen** erzeugen; hierbei, sofern vom Verband zugelassen, Säuren einsetzen. Probleme gibt es auch, wenn schlecht angetrocknete Silage über guter Silage einsiliert wird oder wenn beispielsweise Kartoffeln in zu großem Umfang mit einsiliert werden und dabei in Teilbereichen feuchte Stellen entstehen.
 - **Regenwassereinwirkung, Schimmelbildung und Nacherwärmung** bis zum Futtertisch vermeiden. Feuchtes Stroh kann als Einstreu ebenfalls Probleme bereiten.
 - **Schwierige Stellen** (am Beginn und Ende des Silos, an Rand und Oberfläche, größere Bereiche bei Regenwassereinwirkung) großzügig entfernen.
 - zumindest bei feuchten Silagen **Milchsäurebakterien** einsetzen. Diese säuern die Silagen schnell an und verhindern danach die Vermehrung von Clostridien. Gleichzeitig wird gerade bei diesen Silagen durch den Einsatz der Siliermittel eine gewisse Silagequalität gesichert, Probleme treten seltener auf.
Wichtig: **Siliermittel rechtzeitig vor Ernte beschaffen.**
 - **Häckseln** verbessert durch intensivere Verdichtungsmöglichkeit die Gärbedingungen.
 - Kleinere Futtermengen am besten in **Ballen** silieren.
 - **Kühe, zumindest Euter**, zu Beginn der Aufstallung **scheren**. Dann lassen sich bei Bedarf (bei schlechteren Futterpartien und höherer Clostridienbelastung) die Euter auch ohne zu große Aufwendungen sauber halten.
 - **Bei Problemfutter** besonders auf Stall-, Tier- und Melkhygiene achten.

Empfehlungen für Molkereien

1. Eine sehr niedrige Clostridienbelastung hat Milch in der Regel bei reiner **Heufütterung**. Wird Heufütterung vorgeschrieben, sind erhöhte einzelbetriebliche Aufwendungen und entsprechende Auszahlungspreise erforderlich.
2. Milch, die bei überwiegendem **Weidegang** oder bei **Grünfütterung** erzeugt wird, enthält in der Regel nur wenig Clostridien.
3. Bei reiner **Silagefütterung** fällt die Clostridienbelastung meist höher aus, vor allem in Grünlandregionen, unter ungünstigen Bedingungen aber auch in Ackerbauregionen.
4. Wird Milch aus **Grünlandregionen** zu Käse verarbeitet, müssen bei Silagefütterung die Hygienebedingungen in den einzelnen landwirtschaftlichen Betrieben verbessert werden. Dies erfordert teilweise erhöhte Aufwendungen. An einem finanziellen Anreiz wird man nicht vorbei kommen. Erforderlich ist gerade in Grünlandregionen auch eine intensive Beratung, insbesondere in Jahren mit ungünstigen Erntebedingungen.
5. Milch, die zu Zeiten von **Arbeitsspitzen** gewonnen wird (z.B. zur Zeit der Frühjahrsbestellung, aber auch bei Übergangsfütterung im Herbst), kann höher belastet sein. Falls möglich, sollte Milch aus diesen Zeiten nicht zu empfindlichen Käsearten verarbeitet werden.
6. In **Zeiten feuchter Witterung** muss speziell im Winter aufgrund stärkerer Verschmutzung am Tier mit einer erhöhten bis extrem hohen Clostridienbelastung gerechnet werden.
7. **Neu hinzugekommene Betriebe** sind direkt in die Clostridienberatung einzubinden. Gleichzeitig muss die Clostridienbelastung in Kot und Milch untersucht werden, um bei Bedarf frühzeitig Maßnahmen zur Senkung der Clostridienbelastung einzuleiten.
8. Sinnvoll erscheint auch eine **finanzielle Förderung von einzelbetrieblichen Maßnahmen** zur Qualitätssicherung (Förderung von Futteranalysen und der Bestimmung der Clostridienbelastung im Kot und Milch, einzelbetriebliche Beratung).
9. Rundschreiben zur Information, Motivation und als Service für die Milchlieferanten sollten herausgegeben werden (Themen: neben Aktuellem aus der Molkerei auch Fütterungshinweise, Gesundheitshinweise, Maßnahmen zur Regulierung der Clostridienbelastung einschließlich aktueller Werte im Einzelbetrieb als auch in der Sammelmilch).
10. Im **Herbst** sollten alle Betriebe vor Beginn der Winterfütterung angefahren und im Winter bei Bedarf begleitet werden. Ziele sind die **Mobilisierung der Landwirte** und die frühzeitige Aufdeckung von Schwachpunkten:

- Die Problematik der Clostridienbelastung wird wieder angesprochen, nachdem das Thema im Sommer nicht aktuell war. Bei der Erfolgskontrolle der Beratung der letzten Jahre hat sich gezeigt, dass das persönliche Gespräch vor Ort eine bleibende Wirkung hat, telefonische Beratung dagegen nur kurzfristig wirkt.
- Die Futtersituation für den kommenden Winter wird beim Betriebsbesuch festgehalten. Eventuelle Problembereiche ergeben sich aus den Erntebedingungen und der Einschätzung der Futterqualität, möglichst nach Vorlage von Analysen. Gleichzeitig können Schwachpunkte im Betriebsablauf anhand von bisherigen Kot- und Milchwerten zur Clostridienbelastung aufgedeckt werden. Die Erfahrung zeigt, dass beim Beratungsgespräch vor Ort fast überall die gravierendsten Schwachpunkte aufgedeckt werden können.
- Im Anschluss an das Gespräch wird der Landwirt vor Beginn der Fütterung eines problematischen Siloblocks (geplanter Fütterungstermin wird beim Betriebsbesuch festgehalten) nochmals von Seiten der Landwirtschaftskammer telefonisch auf mögliche Probleme hingewiesen und über Gegenmaßnahmen informiert.

Empfehlungen für Hofkäsereien

In Hofkäsereien kann nur Milch mit sehr niedrigen Clostridienggehalten erfolgreich zu Käse verarbeitet werden. Sicherheitshalber sollten die Werte nach Auskunft der Milchwirtschaftlichen Lehr- und Untersuchungsanstalt in Oldenburg unter 10 Sporen pro 100 ml Milch liegen, zumindest bei empfindlichen Käsesorten.

Vor der Einrichtung einer Hofkäserei sind nicht nur die entsprechenden Voraussetzungen innerhalb der Käserei zu schaffen. Der Betrieb sollte als erstes prüfen, wie hoch die Clostridienbelastung im Futter (Kotproben) und in der Milch ist. Die laufende Überprüfung von Kot und Milch, vor allem bei Futterumstellung, sollte Standard sein.

Ohne Beachtung von besonderen Maßnahmen liegen die Clostridienghalte in der Milch auf praktisch allen Betrieben, höher als sie für eine Hofkäserei erforderlich sind. Zusammen mit der Beratung müssen die Ursachen abgestellt werden. Bei hoher Clostridienbelastung im Kot ist dies, wenn überhaupt, nur langfristig, z.B. über entsprechende Pflegemaßnahmen auf Grünland oder Verbesserungen bei Ernte-, Lager- und Hygienebedingungen möglich.

Günstige Voraussetzungen für eine Hofkäserei liegen vor:

- im Sommer bei reiner Weidehaltung oder Grünfütterung. Die Erfahrungen in Hofkäsereien zeigen allerdings, dass auch im Sommer Probleme auftreten können, zum Beispiel wenn der Grünschnitt auf dem Futtertisch warm wird.
- im Winter bei Verfütterung von Heu oder trockenen Ballensilagen. Dringt Regenwasser ein oder kommt es zu Schimmelbildung, kann aber auch hier eine sehr hohe Belastung auftreten.
- bei Verfütterung guter Kleegrassilagen (gute Gärqualität, geringe Verschmutzung, niedriger pH-Wert); Unsicherheiten bleiben aber.
- bei guter Stall-, Tier- und Melkhygiene. Förderlich ist dabei auch trockene Witterung.

Zusammenfassung

Die Gründe für eine höhere Clostridienbelastung sind sowohl witterungsbedingt auf eine höhere Belastung im Futter zurückzuführen als auch auf Hygienebedingungen im Stall, am Tier und beim Melken. Positiv wirken Häckseln und der Einsatz von Siliermitteln. Bei Weidenutzung und guten Silagen ist die Clostridienbelastung im Futter meist geringer (niedrige Kotwerte). Silagen in Grünlandregionen waren in den Untersuchungen oft stärker belastet.



Silagefütterung im Landwirtschaftszentrum Haus Riswick

4 Einfluss des Hygieneniveaus im Betrieb auf Clostridienbelastung, Zellgehalt und Keimzahl

Anmerkungen

Zu bedenken ist, dass die direkten Ursachen bei den 3 Qualitätsparametern Clostridien-, Zell- und Keimgehalt vorwiegend in sehr unterschiedlichen Bereichen liegen:

- **Clostridiengehalt in der Milch:** Clostridien gelangen ausschließlich von außen in die Milch, insbesondere über Verschmutzungen am Euter. Die Belastung in der Milch ist vor allem abhängig vom Clostridiengehalt im Kot sowie von Hygienebedingungen im Stall, am Tier und beim Melken.
- **Zellgehalt:** Hohe Milchzellgehalte sind die Folge subklinischer und klinischer Euterentzündungen.
- **Keimzahl:** Keime gelangen von außen in die Milch, über Verschmutzungen am Euter, insbesondere aber durch ungenügende Reinigung der Melkanlage und mangelhafte Kühlung.

Indirekt könnte allerdings trotzdem ein Zusammenhang entstehen. Denkbar sind Auswirkungen von Stress bei problematischem Futter oder auch schwierige Hygienebedingungen. Die körpereigenen Abwehrkräfte könnten geschwächt sein.

Kein Zusammenhang zwischen den 3 Qualitätsmerkmalen

Ein Zusammenhang zwischen den 3 Qualitätsmerkmalen konnte nicht nachgewiesen werden. Auch eine getrennte Auswertung nach Haltungssystem kam zu keinem anderen Ergebnis.

Daraus lässt sich schließen: Im Untersuchungszeitraum hatten Probleme mit der Futterqualität kaum Einfluss auf Zellgehalt und Keimzahl.

Hygieneniveau bei Anbindehaltung entscheidend

In der Anbindehaltung gab es zwischen Hygieneniveau und Zellgehalt einen Zusammenhang. Je besser das Hygieneniveau, desto geringer fielen die Zellgehalte aus. Bei Anbindehaltung ist dies auch am ehesten zu erwarten. Hier können sich die Tiere sofort nach dem Melken mit noch nicht ganz geschlossenem Strichkanal auf kontaminierte Liegeflächen legen. Das ermöglicht das Eindringen von Mastitiserregern.

Bei den Keimzahlen traten höhere Werte bei Anbindehaltung ebenfalls nur bei unterdurchschnittlichem Hygieneniveau auf.

Bei den übrigen Haltungsformen war ein Einfluss des Hygieneniveaus auf Zellgehalt und Keimzahl nicht erkennbar. Im Boxenlaufstall, aber auch im Tretmist- und Tieflaufstall vergeht mehr Zeit, bis sich die Kühe nach dem Melken hinlegen. Aber schon nach wenigen Minuten ist die Gefahr deutlich geringer, dass Keime in den Strichkanal eindringen können.

Durch **Scheren** der Euter war das Hygieneniveau positiv beeinflusst worden. Ein Einfluss auf Zellgehalt und Keimzahl zeigte sich aber auch hier nur bei der Anbindehaltung. Bei Anbindehaltung enthielt die Milch bei den 6 Betrieben, die ihre Euter scheren, im Mittel einen Zellgehalt von 140.000. Bei den Betrieben, die nicht scheren, lagen 11 von 13 Betrieben über diesem Wert. Der Mittelwert lag hier mit 276.000 etwa doppelt so hoch. Keimzahlen von über 20.000 hatte nur 1 von 6 Betrieben mit geschorenen Eutern, aber 6 von 13 Betrieben, in denen die Euter nicht geschoren waren.

5 Futterqualität und Gärqualität von Öko-Futter

Aufbauend auf den Analysen aus NRW und den aus den übrigen Bundesländern vorliegenden Ergebnissen aus den Jahren 1996–2002 von 1441 Grünland- und Grassilagen (davon alleine 630 aus NRW), 100 Heuproben, 147 Maissilagen und 166 Getreideganzpflanzensilagen, etwa 2000 Getreide- und Körnerleguminosenpartien sowie den Ergebnissen der Reifeprüfung in NRW der letzten 6 Jahre ergibt sich folgende Einschätzung:

Futterwert auf der Weide

Die Weide liefert im jungen Zustand vor allem im Frühjahr ein energiereiches und häufig auch proteinreiches Futter. Mit fortschreitender Alterung fällt der Futterwert, wobei klee-reiche Bestände nutzungselastischer sind. In grasreichen Beständen können die Rohproteingehalte deutlich zurückgehen. Zum Zeitpunkt der frühen Silierreife (Rohfasergehalt von 21 %) wurden beispielsweise im Frühjahr 2001 in NRW Rohproteingehalte zwischen etwa 12 und 16 % gemessen, 2000 und 2002 waren es meist deutlich mehr, 2000 +2 bis 8 Prozentpunkte. Bei verspätetem Weideauftrieb sinkt nicht nur der Futterwert, es steigen auch die Futterverluste: Langes Gras wird niedergetreten und verschmutzt und die Kühe fressen höher ab.

Futterwert von Heu

Heu kann besonders in der Übergangsfütterung im Frühjahr, aber auch zu den übrigen Zeiten eine wertvolle Ergänzung liefern. Die Energiegehalte können deutlich niedriger ausfallen als bei Silagen. In einzelnen Regionen lagen sie in den letzten Jahren häufig sogar unter 5 MJ NEL/kg T. Die Rohproteingehalte lagen im Mittel des 1. Aufwuchses unter 11 %. Bei guter Heuqualität können die niedrigeren Gehalte zumindest teilweise durch bessere Futteraufnahme ausgeglichen werden.

Futterwert von Silagen

Die Gewinnung von Silagen ist weniger witterungsabhängig, die Ernteverluste fallen meist ebenfalls geringer aus. Treten allerdings Fehlgärungen oder Nacherwärmung auf, können die Verluste hoch und die Futteraufnahme beeinträchtigt sein. Auch die Käsetauglichkeit der Milch kann verloren gehen.

Die Mehrzahl der Silagen hatte in den letzten Jahren einen befriedigenden bis sehr guten Futterwert. Neben der notwendigen Sorgfalt bei der Futterwerbung sollte vor allem auf saubere Ernte und Einlagerung geachtet werden. Häckseln und Siliermittel können den Gärverlauf und die Stabilität nach Öffnen des Futterstocks positiv beeinflussen.

Die Rohproteingehalte lagen im Mittel der Jahre bei etwa 15 %. Damit enthielten ökologisch erzeugte Silagen weniger Protein als in der Praxis vielfach noch vermutet. Die Schwankungsbreite war mit 8,2 bis 24,2 % allerdings groß. Besonders niedrig waren die Rohproteingehalte in kleearmen, von Welschem Weidelgras dominierten Beständen. Die Energiegehalte waren meist zufriedenstellend bei Einzelwerten zwischen 4,9 und 7,1 MJ NEL/kg T.

Silomais war energiereich, enthielt aber wenig Protein. Silomais eignet sich auch im Ökologischen Landbau zur energetischen Ergänzung. Von Vorteil ist vor allem der hohe Gehalt an pansenbeständiger Stärke.

Ganzpflanzensilagen aus Getreide und Getreide-Leguminosengemenge enthielten meist wenig Energie und vor allem wenig Protein; Proteingehalte von über 13 % sind auch bei höherem Erbsenanteil nur selten. Die Praxis berichtet bei Ganzpflanzensilagen allerdings von einer guten Futteraufnahme.

Gärqualität

Die Gärqualität gibt einen Hinweis auf die Stabilität der Silage, aber auch, inwieweit bei Verfütterung mit einer höheren Clostridienbelastung in der Milch zu rechnen ist. Die Gärqualität fiel in NRW in den letzten Jahren meist gut bis sehr gut aus. 1997 waren allerdings 20 % der Grünland- und Kleegrassilagen als schlecht bis sehr schlecht bewertet worden, und zwar vor allem aufgrund höherer Buttersäuregehalte. Die Essigsäuregehalte sind häufig relativ niedrig. Hier besteht bei Luftzutritt die Gefahr der Nacherwärmung. Bei höheren Rohpro-

Milchviehhaltung

teingehalten von mehr als 20 Prozent (11 Proben) wurden gute Gärqualitäten festgestellt (mittlere DLG-Note 1,8). Geringere Milchsäure-, Essigsäuregehalte und Ammoniakwerte sowie etwas höhere pH-Werte im Mittel der Proben aus Ökologischem Landbau sind ursächlich zumindest zum Teil wohl auf die höheren Trockensubstanzgehalte zurückzuführen.

Bei Ganzpflanzensilagen aus Getreide und Getreide-Leguminosengemenge sowie Mais-silage wurde die Gärqualität fast durchweg als gut bis sehr gut bewertet. Die Gefahr von Nacherwärmung besteht vor allem bei Silagen mit mehr als 40 % T, weil das Futter nicht mehr ausreichend verdichtet.

Tab. 3: Energetischer Futterwert von Silagen aus ökologischem Landbau der Erntejahre 1996 bis 2002¹⁾

	Trocken- substanz (%)	Roh- asche (% in T)	Roh- protein (% in T)	nXP ²⁾ (g/kg T)	RNB ³⁾ (g/kg T)	Zucker ⁴⁾ (% in T)	Stärke ⁴⁾ (% in T)	Rohfaser (% in T)	Energie (MJ NEL /kg T)
Grünland- und Kleegrassilagen (1.441 Proben)									
Mittelwert	41,2	11,4	15,2	135	2,7	5,0	-	25,5	5,9
Minimum	17,5	5,5	7,3	91	- 8,2	0,2	-	16,3	4,2
Maximum	75,5	31,6	24,2	155	12,3	18,2	-	35,5	7,1
Ziel- und Orientie- rungs- werte ⁵⁾	35 - 40	< 10	-	> 135	< + 6	3 - 8	-	-	> 6,1
Silomais (147 Proben)									
Mittelwert	32,3	4,0	7,9	130	- 8,5	-	29,6	20,3	6,5
Minimum	25,6	2,4	6,0	120	- 10,9	-	18,5	16,1	6,0
Maximum	44,8	8,4	10,0	136	- 5,5	-	42,6	23,6	7,0
Ziel- und Orientie- rungs- werte ⁵⁾	30 - 35	< 5	-	> 130	- 7 bis - 9	-	> 30	-	> 6,4
Ganzpflanzensilagen aus Getreide oder Getreide-Leguminosengemenge (166 Proben)									
Mittelwert	39,2	7,0	9,9	119	- 4,8	-	-	25,8	5,4
Minimum	25,2	4,4	6,2	107	- 8,0	-	-	22,3	4,9
Maximum	49,0	20,0	15,2	130	4,0	-	-	29,3	6,0

1. Quellen: Bay. Landesanstalt für Tierzucht Grub, Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe, Ökoring Schleswig-Holstein, staatl. Fachschule f. Agrarwirtschaft, Fachrichtung Ökologischer Landbau, Landhut-Schönbrunn
2. nXP = nutzbares Protein im Darm
3. RNB: Stickstoffbilanz im Pansen
4. Zucker und Stärke: nur bei der Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe bestimmt
5. Ziel- und Orientierungswerte der LUFA Münster für Milchkühe

Futterwert von ökologisch erzeugtem Leistungsfutter

Aus ökologischem Landbau stehen als Leistungsfutter vor allem Getreide und Körnerleguminosen zur Verfügung. Futterwerttabellen geben einen groben Hinweis auf die Inhaltsstoffe. Deutliche Abweichungen von diesen Werten gibt es bei unzureichender Kornausbildung und schwacher Nährstoffversorgung. Häufig enthält Getreide im ökologischen Landbau weniger Protein, ertragreiche A-Sorten bei Winterweizen im Mittel von etwa 900 Untersuchungen beispielsweise nur 10 %, bei einer Bandbreite zwischen 8 und 17 %.

Bei Körnerleguminosen können die Proteingehalte ebenfalls je nach Sorte und Wachstumsbedingungen sehr stark schwanken. Unter Berücksichtigung aller dem Autor vorliegenden Daten aus dem norddeutschen Raum lagen die Rohproteingehalte bei Körnererbsen zwischen 14 und 27 %, bei Ackerbohnen zwischen 25 und 34 % und bei gelben Lupinen zwischen 36 und 49 %. Die aufgrund besserer Gesundheit in letzter Zeit verstärkt angebauten blauen Lupinen enthalten etwas weniger Protein als die gelben. Auf 3 Versuchsstandorten in Norddeutschland lagen sie je nach Sorte und Standort zwischen 28 und 38 %.

Empfehlungen für die Praxis

Die Bandbreite der Untersuchungsergebnisse zeigt, dass Mittelwerte für den Einzelbetrieb nicht als Basis der Rationsberechnung dienen können. Hier sind Einzelanalysen notwendig. Schon frühzeitig vor Beginn der Fütterung sollten die Ergebnisse vorliegen, damit rechtzeitig entsprechendes Ergänzungsfutter zugekauft wird. Ohne eine entsprechende Ergänzung ist eine ausgewogene Fütterung in vielen Fällen nicht möglich, tierische Leistung und Tiergesundheit können dann beeinträchtigt sein. Die Gärqualität gibt Hinweise, wie stabil die Silage ist, ob mit Nacherwärmung oder erhöhter Clostridienbelastung in der Milch zu rechnen ist und wann sie am besten verfüttert werden soll (Winter oder Sommer).

Praktikerkommentar:

„Meine Grassilagen hatten in den letzten Jahren zwischen 20 und 40 % pansenstabiles Eiweiß. Woran liegt das? Besonders jetzt, da die 100 % Biofütterung naht, wird es immer wichtiger, das betriebseigene Futter besser zu nutzen.“

6 Mineralstoffversorgung von Öko-Futter

Mineralstoffanalysen unerlässlich

Umfangreiche Untersuchungen der letzten Jahre zeigten, dass die Mineralstoffgehalte der einzelnen Futterarten im Ökologischen Landbau sehr unterschiedlich ausfallen können. Als Beispiel hierzu die Mineralstoffgehalte von Grünland-, Klee gras-, Getreideganzpflanzen- und Maissilagen der Jahre 1996–2002 (Tabelle 4). Im nachfolgenden Text werden zusätzlich die Gehalte im Grünland- und Klee grasaufwuchs vor Weidereife der Jahre 2000 bis 2002 in NRW berücksichtigt (insgesamt 37 Proben).

Tab. 4: Mineralstoffgehalte von Silagen aus Ökologischem Landbau der Erntejahre 1996 bis 2002^{1) 2)}

	Ca	P	K	Mg	Na	Cu	Fe	Zn	Mn	Se ³⁾
	(g/100 g T)					(mg/kg T)				
Grünland- und Klee grassilagen (752 Proben)										
Mittelwert	0,85	0,34	2,76	0,23	0,08	9	641	33	93	0,13
Minimum	0,37	0,21	1,16	0,09	0,00	3	45	16	35	0,02
Maximum	1,77	0,49	4,74	0,49	0,57	13	5425	51	370	0,40
Silomais (74 Proben)										
Mittelwert	0,26	0,25	1,19	0,16	0,02	5	170	30	35	-
Minimum	0,16	0,17	0,77	0,09	0,00	4	76	6	16	-
Maximum	0,63	0,36	1,96	0,20	0,05	9	864	47	54	-
Ganzpflanzensilagen aus Getreide oder Getreideleguminosengemenge (51 Proben)										
Mittelwert	0,50	0,30	1,62	0,13	0,04	7	345	27	47	-
Minimum	0,13	0,22	0,52	0,07	0,00	5	54	11	18	-
Maximum	0,86	0,39	3,35	0,26	0,10	13	2096	54	127	-
Ziel- und Orientierungswerte ⁴⁾	0,50 - 0,70	0,35 - 0,45	unter 3,0	über 0,16	über 0,14	10	50	50	50	0,15 - 0,20

1) Quellen: Bayerische Landesanstalt für Tierzucht Grub, Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe, Ökoring Schleswig-Holstein, Staatliche Fachschule f. Agrarwirtschaft, Fachrichtung ökologischer Landbau, Landshut-Schönbrunn

2) bei Spurenelementen: 53 Proben bei Grünland und Klee gras sowie je 5 Proben bei Silomais und GPS analysiert

3) bei Selen: 1999 16 Proben in Nordrhein-Westfalen

4) Ziel- und Orientierungswerte für Milchkühe in Anlehnung an die LUFA Münster

Mineralstoffversorgung der Pflanzen aus Sicht der Tierernährung

Für den Wiederkäuer und damit auch für die Milchkuh sind Kalzium, Phosphor, Magnesium und Natrium, aber auch Spurenelemente von lebenswichtiger Bedeutung.

Kalium:

Kaliummangel ist beim Rind praktisch unbekannt. Ein zu viel an Kalium ist dagegen unerwünscht, weil es die Magnesium- und Natriumabsorption vermindert. Junges Futter, zum Beispiel nach Weideaustrieb im Frühjahr, kann besonders problematisch sein. Es enthält nicht nur relativ viel Kalium, sondern teilweise auch viel Protein und ist strukturarm, was die Absorption im Darm zusätzlich beeinträchtigt. Bei ausreichenden Kaliumgehalten in der Pflanze, wie sie auf vielen Öko-Milchviehbetrieben auch aus Sicht der Pflanzenernährung vorherrschen (siehe Kapitel Grünland und Futterbau), ist eine zusätzliche Kaliumzufuhr über Dünger deshalb nicht notwendig, sondern eher unerwünscht.

Kalzium:

Die Kalziumversorgung ist aufgrund der Bestandeszusammensetzung von Grünland und Klee gras oft mehr als ausreichend. Eine Kalziumunterversorgung kann in Einzelfällen, bei entsprechender Bestandesentwicklung aber auch verstärkt, auftreten: wenn Grünland und Klee gras weniger klee- und kräuterreich sind oder kalziumarme Futtermittel wie Silomais oder Getreideganzpflanzensilage stärker zugefüttert werden. So enthielt vor allem das Grünland im Frühjahr 2001 in Nordrhein-Westfalen eher wenig Kalzium. Wünschenswert ist eine etwas knappere Kalziumversorgung der Trockensteher, zum Beispiel über grasreiches Heu, und eine bessere Versorgung nach der Kalbung. Eine Ergänzung über Futterkalk ist dann notwendig.

Phosphor:

Die Phosphorversorgung fällt je nach Witterung und Nutzungszeitpunkt sehr unterschiedlich aus. Maßgeblich ist wahrscheinlich die Bodenaktivität und damit die Nährstoffnachlieferung aus dem Boden. In trockenen Jahren ist sie schwächer, bei ausreichender Feuchtigkeit besser. Älteres Futter enthält deutlich weniger Phosphor. Eine Ergänzung über Mineralfutter kann je nach Rationsgestaltung erforderlich sein.

Natrium:

Die Natriumversorgung fällt auf vielen Standorten sehr niedrig aus, in einzelnen Jahren, so 1997, mit 20–30 % Bedarfsdeckung im Mittel von 18 Proben sogar extrem niedrig. Eine Ergänzung über Viehsalz und Lecksteine ist deshalb auf fast allen Betrieben erforderlich. Bei gleichzeitigem Kaliumbedarf kann Natrium auch über Kainit ausgebracht werden. Auf vielen Futterflächen ist eine zusätzliche Kaliumdüngung aber nicht erforderlich. Hier wird in Norddeutschland stellenweise streufähiges Weidesalz eingesetzt, 1 bis 2 dt/ha werden empfohlen. Allerdings kann dabei Weißklee etwas zurückgedrängt werden. Bei Weidegang von Jungvieh hat Weidesalz aber trotzdem Vorteile, wenn Lecksteine nicht ausreichend angenommen werden und Salz über den Trog nicht gegeben werden kann. Viele küstennahe Standorte (nicht alle) sowie einige Standorte im Binnenland sind ausreichend mit Natrium versorgt.

Magnesium:

Die Magnesiumversorgung kann je nach Standort und Jahr sehr unterschiedlich ausfallen. Es gibt Standorte, auf denen die Magnesiumversorgung meist ausreichend ist. Hierzu zählen beispielsweise die kräuterreichen voralpinen Mähweiden. Auf anderen Standorten gibt es aber regelmäßig und vor allem im Frühjahr eine schwache Versorgung. Aber auch Standorte mit ansonsten guter Versorgung können in einzelnen Jahren Mängel zeigen. Bei jungem und proteinreichem Futter ist zusätzlich die Magnesiumaufnahme im Darm herabgesetzt. Eine schwache Versorgung tritt deshalb vor allem im Frühjahr auf, zeigte sich in Norddeutschland aber auch beispielsweise im Herbst 1993 und 2001. Eine entsprechende Mineralstoffergänzung, bei jungem Futter zusätzlich Strukturfutter in Form von gutem Heu, ermöglicht den Ausgleich. Zu beachten ist, dass Getreideganzpflanzensilage und Silomais ebenfalls magnesiumarm sind.

Spurenelemente:

Bei den Spurenelementen ist in jedem Fall eine Ergänzung erforderlich. Fast alle Grünland- und Kleegrassilagen enthalten zu wenig Kupfer und Zink, Getreideganzpflanzensilage und Silomais auch zu wenig Mangan. Selen ist ebenfalls häufig knapp. Aber auch Kobalt kann knapp sein (Kirchgeßner, 1997).

Fazit für die Praxis:

Aufgrund der großen Unterschiede in der Mineralstoffzusammensetzung sind zur Rationsberechnung Mineralstoffanalysen des Futters unerlässlich. So lassen sich Schwachstellen in der Mineralstoffversorgung gezielt ausgleichen. Leistungseinbußen aber auch Mangelercheinungen, welche sich in Gesundheitsproblemen und Fruchtbarkeitsstörungen zeigen, können so vermieden werden.

7 Rückschau und Ausblick

Fazit der bisherigen Untersuchungen zur Milchviehhaltung

- Höhere Milchleistungen bei gleichzeitig guter Tiergesundheit und Fruchtbarkeit können auch im Ökologischen Landbau erzielt werden. Voraussetzung sind gute einzelbetriebliche Rahmenbedingungen.
- Die Käsetauglichkeit der Milch wird maßgeblich beeinflusst durch die Clostridienbelastung im Futter und durch die Hygienebedingungen im Stall, am Tier und beim Melken.
- Bei Anbindehaltung beeinflussen die Hygienebedingungen im Stall in der Milch nicht nur die Clostridiengehalte, sondern auch Zell- und Keimgehalte.
- Die Mehrzahl der Öko-Silagen hatte in den letzten Jahren einen befriedigenden bis sehr guten Futterwert. Die Bandbreite der Untersuchungsergebnisse zeigt, dass Einzelanalysen für die Rationsgestaltung und eine ausgeglichene Fütterung sowie zur Einschätzung der Silagestabilität unerlässlich sind.

Akzeptanz und Resonanz in der Praxis

Intensive Zusammenarbeit

Die intensive Zusammenarbeit von Versuchsanstellern, Praxis, Beratung und Verarbeitern gerade im Schwerpunkt „Milch“ und die zügige Weitergabe von Ergebnissen über Einzelberatung, Rundschreiben und Artikel waren sowohl förderlich für die Teilnahme an den Untersuchungen als auch für die Umsetzung der Ergebnisse in die Praxis. Dadurch konnte ein wesentlicher Beitrag zur Weiterentwicklung der ökologischen Milchviehhaltung erbracht werden.

Herausragende Akzeptanz

Welche Akzeptanz die Untersuchungen in der Praxis haben, zeigt sich darin, dass die erforderlichen Futter-, Milch- und Kotuntersuchungen zum überwiegenden Teil von den Landwirten, Hofkäsereien und der Molkerei Söbbeke finanziert wurden (Ausnahme: Spezialuntersuchungen wie Spurenelementanalysen). Der Umfang der Futteranalysen auf Öko-Betrieben in NRW und damit die Basis für eine ausgewogene Fütterung übersteigt, anders als in anderen Bundesländern, bei weitem das Aufkommen aus konventionellem Landbau (3-fache Aufkommen bezogen auf die gleiche Anzahl Betriebe, speziell bei Gärqualitätsbestimmung sogar das 10-fache).

Milchleistung und Tiergesundheit gefördert

Aufbauend auf Futter- und Milchanalysen konnten in den vergangenen Jahren ausgewogenere Futterrationen erstellt werden. Dies dürfte nicht nur die Milchleistung angehoben haben (derzeit in NRW etwa 6500 kg auf ökologisch wirtschaftenden MLP-Betrieben), sondern war sicherlich auch positiv für die Tiergesundheit.

Käsetauglichkeit gesichert und verbessert

Aufbauend auf den (im Rahmen der vorgestellten Arbeiten) erstellten Empfehlungen konnte die Käsetauglichkeit der Milch verbessert und auch in Problemwintern gesichert werden. So konnten im Winter 2002/2003 mit häufig witterungs- und futterbedingt hoher Clostridienbelastung durch einzelbetriebliche Maßnahmen, verbunden mit logistischen Anpassungen in der Molkerei, Fehlchargen bei der Käseherstellung vermieden werden.

Ausblick

Die Bandbreite der Ergebnisse bei Futterqualität, Milchleistung, Tiergesundheit, Fruchtbarkeit und Milchqualität zeigt, dass es einzelbetrieblich noch große Reserven gibt. Durch einzelbetriebliche Erhebungen können in Zukunft sowohl Schwachpunkte aufgedeckt als auch Ansätze für Verbesserungen herausgearbeitet werden.

Ausblick

Ulrich Köpke & Karl Kempkens

Die jüngst erschienene Denkschrift zur "Forschung für eine naturgerechte Landwirtschaft" (www.bfn.de) fordert eine gänzlich neue Forschungsausrichtung. Sie hält die Ausweitung inter- und transdisziplinärer Ansätze in der Agrarforschung – insbesondere für den Ökologischen Landbau – für unverzichtbar. Entsprechende Überlegungen und Ziele verbinden sich mit dem neu aufzulegenden Bundesprogramm Ökologischer Landbau.

Partizipation verbessern

Das Projekt "Leitbetriebe Ökologischer Landbau in NRW" wird diesen Anforderungen gerecht. Partizipation, d.h. Integration der beteiligten Akteure und die damit verbundenen Rückkopplungseffekte werden ermöglicht. Es sollen nicht nur geeignete Problemlösungen für die relevanten Akteure bereitgestellt werden, sondern deren Integration in die Problemlösungsfindung steht im Vordergrund. Im Ideal ist die Zusammenarbeit der Akteure, Wissenschaftler, Praktiker und Berater gleichberechtigt und während des gesamten Problemlösungsprozesses unentbehrlich.

In der Praxis bereits vorhandenes, oft nicht hinreichend vermitteltes oder gar aufgezeichnetes Wissen kann, muss aber nicht Anlass für Forschung sein. Die Überprüfung, welche Anregungen und Fragestellungen - entlehnt aus der landwirtschaftlichen Praxis - in wissenschaftlichen Vorhaben verfolgenswert sind, muss gemeinsam erörtert und entschieden werden. Die Beteiligung der Praxis in allen Stadien der Forschung und nicht erst bei der Umsetzung fertiger Ergebnisse ist ein hohes, wenngleich nicht immer realisierbares Ideal. Letztlich werden die so erarbeiteten Forschungsergebnisse und Lösungsansätze daran beurteilt, ob sie in der landwirtschaftlichen Praxis umfänglich eingesetzt werden. Dieses Ziel wird durch Beteiligung der Zielgruppen gewiss treffgenauer erreicht. Verbesserte Beteiligung aller Akteure könnte im Projekt künftig durch neu einzurichtende 2-tägige Wintertagungen mit mehr Raum für Dialog und Diskussion zwischen den beteiligten Akteuren erreicht werden. Ziel dieser Zusammenkunft wäre neben der Präsentation der Ergebnisse laufender Arbeiten, die Sammlung neuer Fragen und Anregungen seitens der Akteure, Diskussion dieser Vorschläge, Filterung und Entscheidung über Aufnahme in das nachfolgende Untersuchungsprogramm.

Organisation optimieren – Wissenstransfer verbessern

Die wissenschaftliche Koordination des Projekts wird weiterhin beim Institut für Organischen Landbau (IOL) liegen. Hier laufen die Informationen aus den Bereichen Versuchsanstellung, Beratung und Praxis zusammen. Da das Projekt im Rahmen des

Schwerpunkts Umweltverträgliche und Standortgerechte Landwirtschaft (USL) beantragt und verwaltet wird, soll künftig der Schwerpunkt mit seinen Strukturen stärker für den Wissenstransfer genutzt werden. Die vorliegende Dokumentationsschrift ist ein erstes Ergebnis dieser Zusammenarbeit. Dem im Rahmen der Projektweiterführung neu erstellten **Organigramm** lässt sich die Zusammenarbeit aller Beteiligten, IOL, Landwirtschaftskammern, USL und deren spezifische Aufgabenzuordnung entnehmen. Das Organigramm soll kurzfristig Orientierung und Zugriff auf organisatorisch-inhaltliche, zeitliche und personelle Aspekte ermöglichen und die Transparenz generell erhöhen.

Die **Berichterstattung** in der bisherigen Form wird als nicht mehr adäquat angesehen. Zwar ist die Dokumentation und Erfassung der Daten eines Berichtsjahres auch in Zukunft für die spätere Recherche als Quelle unverzichtbar, doch muss den Anforderungen von Beratung und Praxis besser genügt werden. Sie erwartet von der agrarwissenschaftlichen Forschung Hilfen und Handlungsanweisungen zum praktischen Handeln. Künftig werden mit dem Ziel verbesserten Wissenstransfers geeignete **Fachinformationen** und **Beratermitteilungen** in Anlehnung an die bisher im Forschungsschwerpunkt USL erstellten Broschüren bereitgestellt. Autoren, Inhalte, Layout und Herausgeber werden im Einvernehmen mit allen Beteiligten festgelegt. Hinweise auf dieses Informationsmaterial werden kontinuierlich über die geeigneten Medien und in Pressegesprächen weitergegeben. Die Bedeutung des **Internet** wird für das Projekt weiter zunehmen. Pflege und Aktualisierung der Internetseiten www.leitbetriebe.uni-bonn.de werden intensiviert, Verweise auf die jeweilige Homepage interessierter Leitbetriebe gegeben. Eine Verknüpfung von Originaldaten, insbesondere betriebswirtschaftlichen Daten, mit den Namen der Betriebe soll auch in Zukunft unterbleiben.

Inhalte zeitnah anpassen

Angewandte agrarwissenschaftliche Forschung soll Probleme der Praxis zeitnah lösen. Aus wissenschaftlicher Sicht notwendige mehrjährige Versuchsanstellungen fordern der landwirtschaftlichen Praxis Geduld ab, sind gleichwohl notwendig. Partizipation kann aufkommende Probleme und Fragen allerdings frühzeitig erkennbar machen, die Neuausrichtung der USL-Forschung auf Fragestellungen der Leitbetriebe kann in diesem Sinne förderlich sein. Künftig werden ökonomische Aspekte in die einzelnen Versuchsvorhaben stärker einbezogen werden. Weitere aktuelle Bereiche sind:

- Qualitätsproduktion, -management und -sicherung,
- Nährstoffbilanzierung aller Leitbetriebe,
- Optimierungsstrategien für Feldgemüsebau, Fruchtfolgegestaltung, Unkrautkontrolle und Nährstoffmanagement,
- Tierernährung: 100 % Bio-Fütterung, Entwicklung einer bedarfsgerechten Fütterung,

- Hygiene- und Gesundheitsmanagement in der ökologischen Schweine- und Geflügelhaltung,
- Qualitätserzeugung in der Ochsen- und Färsenmast,
- Optimierung des landwirtschaftlichen Betriebsorganismus – betriebsübergreifend: Verbundbewirtschaftung mehrerer Betriebe,
- Optimierung des Verbunds landwirtschaftliche Produktion – Verarbeitung – Distribution.

Langfristige Forschung – erweitern

Die Forderung, dass Agrarforschung langfristig ausgerichtet werden muss, lässt sich mit Blick auf die vergangenen 10 Jahre und auf den Willen der Beteiligten, das Projekt komplettiert fortzuführen, dankbar kommentieren. Das Land Nordrhein-Westfalen ist in der glücklichen Lage, mit den Leitbetrieben Ökologischer Landbau zahlreiche definierte Standorte für längerfristig angelegte Forschungsvorhaben auch anderer Forschergruppen zur Verfügung zu haben. Interdisziplinäre Forschung kann auf diesen Betrieben künftig noch viel umfangreicher, im Sinne der oben genannten Denkschrift neben der Realisierung des **monitoring-Konzepts** auf **Indikatorensysteme** und **Sensoren** zur **Beschreibung der langfristigen Auswirkungen ökologischer Bewirtschaftung**, z.B. auf bestimmte Parameter der Nachhaltigkeit, ausgedehnt werden.

Aus den beschränkten Mitteln des Projektes ist eine solche Zielstellung nicht realisierbar. Denkbar ist aber die weiter gehende **stärkere Vernetzung mit anderen Forschergruppen** unterschiedlichster Fachdisziplinen. So könnte der bislang im Wesentlichen produktionsökologisch ausgerichtete Forschungsrahmen um **weitere Forschungsfelder** in den Bereichen **Biodiversität, Landschaftsästhetik, Entwicklung der Agrarlandschaft**, aber auch **sozio-ökonomische Aspekte** ausgedehnt werden. Eine aktuelle Initiative an der Landwirtschaftlichen Fakultät der Universität Bonn berücksichtigt die Tatsache, dass die Prozesse in unserer Kulturlandschaft wesentlich von den politischen Rahmenbedingungen beeinflusst werden. Der Beitrag unseres Projektes könnte dabei sein, die Auswirkungen agrar- und umweltpolitischer Maßnahmen, bspw. der Förderung des Ökologischen Landbaus, noch viel umfassender zu untersuchen. Ein solches größerdimensioniertes Forschungsprojekt, in das Drittmittel aus anderen Quellen einfließen, könnte gut auf den Leitbetrieben als Trittschienen fußen. Sollte dieses Ziel zu ehrgeizig sein, könnte ein bescheidenerer Ansatz die primäre Ausrichtung der USL-Einzelanträge auf aktuelle Fragestellungen der Leitbetriebe sein, um die Expertise der Bonner Forscher, finanziert aus Mitteln des USL, exklusiv dem Ökologischen Landbau zuzuführen.

Danksagung

Nach zehn gemeinsamen Jahren im Projekt „Leitbetriebe Ökologischer Landbau in Nordrhein-Westfalen“ gilt unser Dank den Betriebsleitern und Familien der Leitbetriebe sowie allen interessierten Landwirten, die an Felderhebungen, Umfragen und Demonstrationen engagiert mitgearbeitet haben, den Mitarbeitern der Kammern und der Universität Bonn sowie den Verbänden und dem Ministerium, die zusammen mit viel Zeit, Enthusiasmus und Geduld zum Gelingen des Projektes beigetragen haben.

Leitbetriebe

Paul Altfeld (Nordkirchen), Franz-Josef Barenbrügge (Rosendahl), Hans Peter Bochröder (Düren), Hartmut Böhner (Lichtenau), Willi Bolten (Niederkrüchten), Johannes Büsch (Weeze), Hermann Egging (Emmerich), Heinrich Hannen (Büttgen), Matthias Hoffmeier (Versmold), Friedrich Kinkelbur (Minden-Haddenhausen), Christoph Leiders (Anrath), Arne Mehrens (Velbert), Joachim von Reden/Klaus Rauhaus (Dörentrup), Johannes Schott (Kleve), Andreas Veller (Hennef), Herrmann Vollmer (Rheda-Wiedenbrück), Werner Weißenbach (Bad Salzuflen)

Landwirtschaftskammern Rheinland und Westfalen-Lippe

Birgit Apel, Dr. Clara Berendonk, Prof. Dr. Werner Buchner, Wilhelm Busch, Klaus Dorenberg, Christoph Drerup, Dr. Pierre Ernst, Dr. Johann Frahm, Sonja Güntner, Ralf Grigoleit, Ralf Große Dankbar, Ernst Hammes, Dr. Peter Heimberg, Werner Herbers, Andreas Horstmann, Hermann Kühn, Gabi Leick, Peter Lövenich, Wilfried Mehl, Annette Menke, Reinhard Miltner, Alfons Peine, Markus Puffert, Theo Pütz, Dr. Waltraud Ruland, Ute Schepl, Harald Schmid, Petra Schöngens, Dr. Hubert Spiekers, Claudia Thünenkötter, Oliver van der Valk, Bernd Vollmer, Christine Vorländer, Dr. Maria Vormann, Christian Wucherpennig

Landwirtschaftliche Fakultät der Universität Bonn

Prof. Dr. Ernst Berg, Dr. Sven Brenner, Prof. Dr. Heinz-Wilhelm Dehne, Dr. Birgit Hoegen, Dr. Felix Lippert

Institut für Organischen Landbau der Universität Bonn

Christian Dahn, Sylvia Drews, Dr. Christoph Dornbusch, Dr. Jons Eisele, Franz Engelke, Dr. Bettina Friebe, Thomas Gerhard, Dr. Peter Juroszek, Tomaz Kotnik, Monika Kräling, Harriet Leese, Pavel Lukashyk, Dr. Daniel Neuhoff, Ina Rubelowski, Henning Riebeling, Axel Schauder, Dr. Holger Schenke, Johannes Siebigtheroth, Prof. Dr. Albert Sundrum, Frank Täufer, Abraham Trangolao, Stefan Türk, Monica Tucholla-Haas, Karin Woitol, Dieter Zedow

Verbände

Annette Alpers (Naturland Nord-West), Katja Besselmann (Bioland NRW), Ute Buschhaus (Bioland NRW), Christina Henatsch (Demeter NRW), Gregor Pöpsel (ehem. Naturland Nord-West)

Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz in Nordrhein-Westfalen

Wolfgang Neuerburg, Dr. Ludger Schulze-Pals, Dr. Ludger Wilstacke

Besonders würdigen wir die, die wir versehentlich nicht benannt haben.

Die Autoren

ISSN 0943-9684