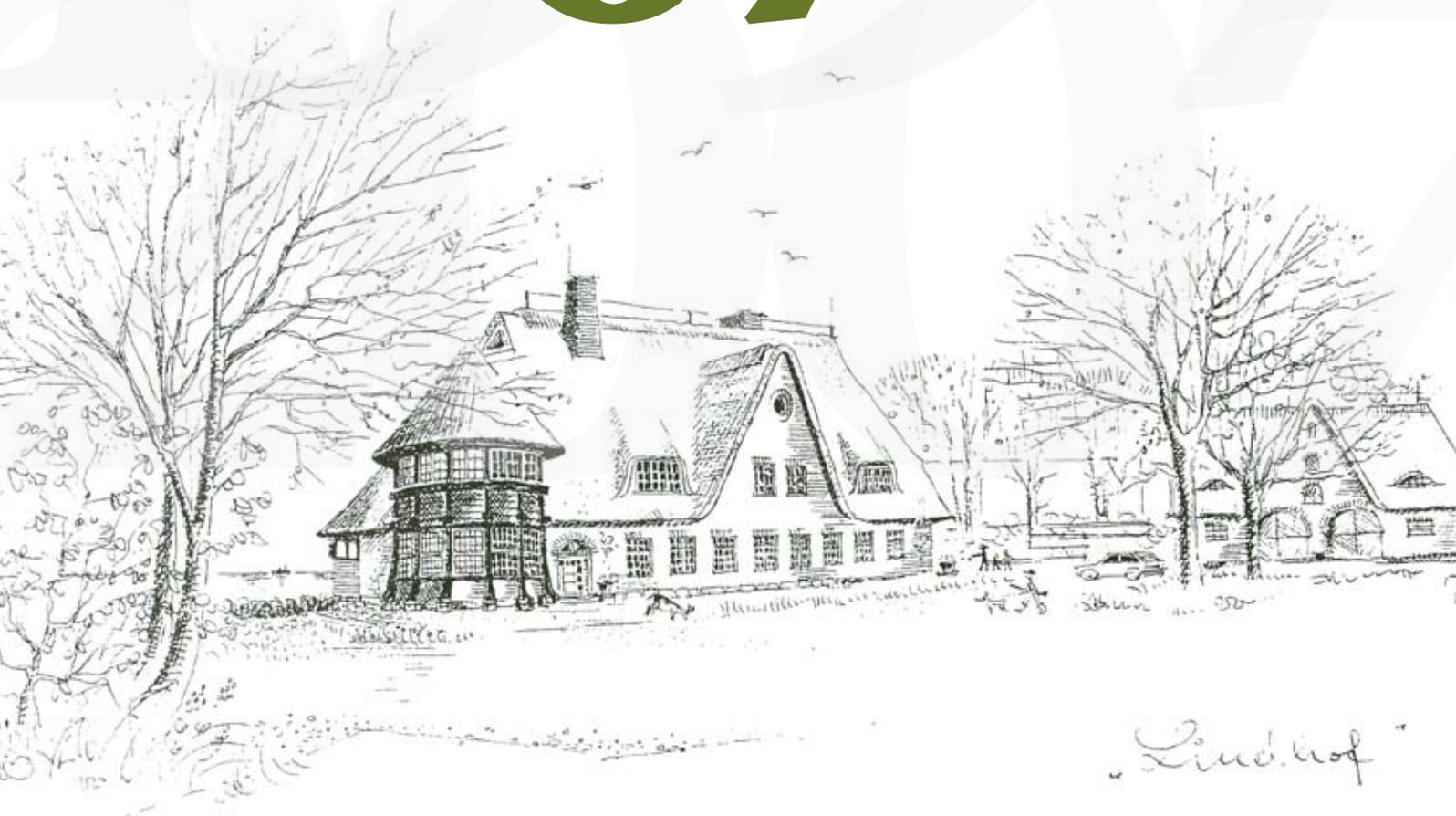


97 07



Inhalt



1
Einführung

Seite 08



2
Forschungsprojekte:
Überblick

28



3
Klee, Klee gras,
Futterqualität

34



4
Weizenanbau

40



5
Körnerleguminosen

52



6
Kartoffeln

56



7
Heil- und
Gewürzpflanzen

60



8
weitere pflanzen-
bauliche Versuche

62



9
Bewertung von
Landnutzungs-
systemen

66



10
weitere
Forschungsprojekte

82



11
Literaturverzeichnis

92



12
Impressum

99

10 Jahre Forschungsschwerpunkt „Ökologischer Landbau und extensive Landnutzungssysteme“ -

Tagung der Arbeitsgemeinschaft Agrarökologie in der Gesellschaft
für Pflanzenbauwissenschaften

Kiel, 13.-14. Juni 2007

Tagungsprogramm (Auszug)

Grußworte

- Ernst-Wilhelm Rabius** Staatssekretär des Ministeriums für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein
- Prof. Dr. Siegfried Wolfram** Prorektor der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
- Prof. Dr. Joachim Krieter** Dekan der Agrar- und Ernährungswissenschaftlichen Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Vorträge

- | | | |
|---|--|--|
| Prof. Dr. Friedhelm Taube | Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
- Grünland und Futterbau/Ökologischer Landbau - | Zehn Jahre Forschungsschwerpunkt „Ökologischer Landbau und extensive Landnutzungssysteme“ - Rückblick und Perspektiven für die Zukunft |
| Prof. Dr. Nicola Fohrer | Ökologiezentrum der CAU Kiel | Leistungen des ökologischen Landbaus für den Bodenwasserhaushalt |
| Prof. Dr. Rainer Horn | Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde | Einfluss der Landnutzung auf bodenphysikalische Parameter |
| Prof. Dr. Hartmut Roweck | Ökologiezentrum der CAU Kiel | Einfluss der Umstellung zum ökologischen Landbau auf agrarökologische Parameter - Ergebnisse aus dem Projekt „Hof Ritzerau“ |
| Prof. Dr. Henning Kage | Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
- Acker- und Pflanzenbau - | Optimierte Produktionstechnik im integrierten Ackerbau als Baustein nachhaltiger Produktionssysteme |
| Prof. Dr. Rainer Duttmann | Geographisches Institut | Zum Potenzial digitaler Geodaten für nachhaltige Bodennutzungen |
| Dr. Ulf Böttcher | Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
- Acker- und Pflanzenbau - | Dynamische Simulationsmodelle und Sensortechnik als Grundlage teilflächenspezifischer Düngung in Winterraps und Winterweizen |
| Prof. Dr. Joseph-Alexander Verreet | Institut für Phytopathologie | Winterweizen im ökologischen und konventionellen Praxisanbau: Schwachstellenanalyse in den Produktionssystemen |

Exkursionen

Versuchsgüter Lindhof und Hohenschulen



**Grußwort des Prorektors der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Prof. Dr. Siegfried Wolfram**



Zehn Jahre Forschungsschwerpunkt Ökologischer Landbau und extensive Landnutzungs-systeme – als Vertreter der Universitätsleitung nehme ich dies aus mehreren Gründen sehr gerne zum Anlass für ein Grußwort. Die Gründe möchte ich im Folgenden gerne benennen:

Fakultätsübergreifende Interdisziplinarität

Der Forschungsschwerpunkt, der vor 10 Jahren zunächst unter erheblichen Vorbehalten des Wissenschaftsministeriums, aber mit voller Unterstützung der damaligen Universitätsleitung, insbesondere des damaligen Kanzlers Neumann, eingerichtet wurde, war von Anfang an auf Interdisziplinarität ausgerichtet. Unter der Koordination des Sprechers des Forschungsschwerpunktes, Prof. Taube, der diesen auch initiiert hatte, sollten Kollegen aus den verschiedensten Wissenschaftsdisziplinen das Forschungsgebiet Ökologischer Landbau in all seinen Facetten auf wissenschaftlich anspruchsvollem Niveau bearbeiten, um so einen entsprechenden Beitrag in der internationalen „scientific community“ sicher zu stellen. Dieses Konzept hat sich mehr als bewährt - es ist vollständig aufgegangen. Wer heute den Lindhof besucht und die Vielfältigkeit der Forschungsansätze in Augenschein nimmt oder die Publikationsleistungen des Forschungsschwerpunktes betrachtet, kann feststellen, dass die Saat des Jahres 1997 reiche Früchte getragen hat.

Nicht nur innerhalb der Fakultät ist eine Beteiligung aller Institute am Forschungsschwerpunkt zu konstatieren, sondern auch über die Fakultät hinaus. Mehrere interdisziplinäre Drittmittelprojekte werden in diesem Kontext bearbeitet.

Diese fakultätsübergreifende Interdisziplinarität war 1997 wegweisend, denn heute geht die Universität in vielen Bereichen diesen Weg, einerseits, um kritische Massen in relevanten Forschungsfeldern zu bündeln, andererseits um die knappen Ressourcen des Landes optimal zu nutzen. Die Vorträge der heutigen Veranstaltung spiegeln die

Internationalität

Gute wissenschaftliche Forschung ist durch internationale Netzwerke von entsprechenden Experten auf verschiedensten Fachgebieten geprägt. Dies lebt der Forschungsschwerpunkt beispielhaft vor. Insbesondere die Vernetzung mit Forschungsinstitutionen im Nachbarland Dänemark passen hervorragend ins Profil der Kieler Universität, die die Kooperation mit Universitäten im Ostseeraum zu einem Markenzeichen der CAU erklärt hat und mit diesen Ansätzen den Intentionen der Landesregierung, die bilaterale Projekte mit Dänemark an oberster Priorität sieht, vorausleitet. Eine solche Vernetzung ist in der nationalen und internationalen Forschungslandschaft Voraussetzung für eine Konkurrenzfähigkeit um Drittmittel.

Öffentlichkeitsarbeit

Es gibt wohl kaum einen vergleichbaren Schwerpunkt an unserer Universität, der die Öffentlichkeitsarbeit im Sinne der Universitas so intensiv und nachhaltig vorlebt wie der Forschungsschwerpunkt.

Kernstück dieser Aktivitäten ist der seit dem Jahr 1998 alljährlich stattfindende Tag der offenen Tür mit dem Hoffest am ersten Julisonntag auf dem Lindhof.

Zwischen 1.500 und 2.500 Besucher bevölkern an diesem Tag unser Versuchsgut und informieren sich gleichermaßen über die Grundlagen des ökologischen Landbaus wie über den aktuellen Stand der Forschungsarbeiten nicht nur im ökologischen Landbau sondern weit darüber hinaus.

Daneben stehen die universitätsweite Vermarktung der Produkte des Lindhofs in einem Online-Shop sowie die Organisation vieler weiterer Veranstaltungen auf dem Lindhof, die von einer großen Öffentlichkeit im Lande wahrgenommen werden.

Kurzum: Der Lindhof ist mit diesen umfangreichen Aktivitäten im Lande zum Kristallisationspunkt sowohl der Forschung als auch des Wissenstransfers zum Ökolandbau in SH geworden.

Die Universitätsleitung nutzt die traumhafte Lage und das professionelle Management auf dem Betrieb daher gerne als Kulisse für internationale Gäste zum Beispiel im Rahmen der Kieler Woche, mit anderen Worten, nicht nur die ganze Universität, sondern das Land hat mit diesem Forschungsschwerpunkt gewonnen.

Ich nutze diese Gelegenheit gern, um mich beim Sprecher, stellvertretend für alle Beteiligten, ganz herzlich für die vorbildliche Arbeit der vergangenen zehn Jahre zu bedanken und wünsche für das nächste Jahrzehnt alles Gute.

Prof. Dr. Siegfried Wolfram
Prorektor der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel



**Grußwort des Dekans der Agrar- und Ernährungswissenschaftlichen Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Prof. Dr. Joachim Krieter**

„Aller Anfang ist schwer“

- lautet ein altes Sprichwort, welches durchaus auch auf den Beginn des Fachgebiets Ökologischer Landbau an der Fakultät Anwendung finden kann.

Vor ziemlich genau zwanzig Jahren wurde seitens der Studierenden ein „Arbeitskreis ökologischer Landbau“ gegründet, mit dem Ziel, Lehre und Forschung zum ökologischen Landbau an der Fakultät zu etablieren. Nach intensiven Diskussionen, der Besetzung einer Vertretungsprofessur für fünf Jahre mit Herrn Dr. Dewes, der Umstellung eines Drittels der Fläche des Versuchsgutes Lindhof auf ökologischen Landbau sowie einer Anhörung zur Zukunft des ökologischen Landbaus an der CAU im Landtag konnte die Landesregierung schließlich von der Sinnhaftigkeit und dem Potential des integralen Konzeptes eines Forschungsschwerpunktes überzeugt werden. Zum 1. Juli 1997 wurde daraufhin Herr Kollege Taube zum wissenschaftlichen Leiter des Versuchsgutes Lindhof berufen, und seine Professur in „Grünland und Futterbau/Ökologischer Landbau“ umbenannt.

Um bei den Sprichwörtern zu bleiben:

„Ende gut - alles gut“

kann man nach 10 Jahren Forschungsschwerpunkt nun voller Überzeugung vermelden. Die Gruppe von Kollegen Taube hat mit Überzeugungsarbeit, langem Atem, sehr großem Einsatz und vor allem sehr guter wissenschaftlicher Arbeit erreicht, was viele damals in Frage stellten, nämlich den Forschungsschwerpunkt mit dem Lindhof zum allseits anerkannten Kristallisationspunkt der Ökolandbauforschung im Lande zu entwickeln.

Ganz besonders freut es mich als Dekan der Fakultät, dass es gelang, die Arbeiten innerhalb der Fakultät intensiv in vertrauensvoller Zusammenarbeit zu vernetzen. Es ist ein Netzwerk entstanden, welches alle Institute der Fakultät einbezieht, Forschung zum ökologischen Landbau völlig unabhängig von Verbandsstrukturen betreibt, und allein der Suche nach Wahrheit verpflichtet ist.

Als Resümee der vielen Forschungsarbeiten im Rahmen des Forschungsschwerpunktes aus den vergangenen zehn Jahren ist festzuhalten, dass Agrarforschung unabhängig vom Bewirtschaftungssystem nach einer Optimierung der Leistungen für den einzelnen Betrieb wie für die Gesellschaft streben sollte, ohne dabei die Umwelteffekte zu vernachlässigen.

Dieser Ansatz ist mit dem Forschungsschwerpunkt exzellent umgesetzt. Die Dokumentation der Leistungen der einzelnen Gruppen der Fakultät in den Bereichen Lehre, Drittmittel und Publikationen mittels der so genannten „Indikator gestützten Mittelvergabe“ weisen die Gruppe von Kollegen Taube im Speziellen und die am Forschungsschwerpunkt beteiligten Gruppen im Allgemeinen als überdurchschnittlich aus. Die sehr hohe Drittmitteleinwerbung von etwa 2 Mio. Euro durch die Gruppe Grünland und Futterbau/Ökologischer Landbau in den letzten fünf Jahren nur für den Bereich des Ökolandbaus ist in diesem Zusammenhang ganz besonders zu würdigen.

Viel wichtiger ist es mir als Dekan aber, dass es gelungen ist, den Forschungsschwerpunkt innerhalb der Fakultät zu einer von allen getragenen Erfolgsgeschichte zu entwickeln, in der Wissenschaftlichkeit und Kollegialität die höchsten Güter darstellen. Nur so ist Forschung auf internationalem Niveau für eine kleine Fakultät wie der unsrigen zu erreichen. Auch möchte ich meine besondere Wertschätzung für das weit überdurchschnittliche Engagement und die große Begeisterung der Gruppe Grünland und Futterbau/Ökologischer Landbau zum Ausdruck bringen. Auch die heutige Veranstaltung anlässlich des zehnjährigen Jubiläums bezieht wiederum die Breite der Fakultät ein.

Ich danke Ihnen und Herrn Prof. Kage ganz außerordentlich für die Ausrichtung dieser Tagung und wünsche der Veranstaltung viel Erfolg!

Prof. Dr. Joachim Krieter
Dekan der Agrar- und Ernährungswissenschaftlichen Fakultät
der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel





Einführung



1997 – 2007: Zehn Jahre Forschungsschwerpunkt Ökologischer Landbau und extensive Landnutzungssysteme

- Rückblick und Perspektiven -



Prof. Dr. Friedhelm Taube

Institut für Pflanzenbau und
Pflanzenzüchtung
- Lehrstuhl Grünland und Futterbau /
Ökologischer Landbau -
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Sprecher des Forschungs-
schwerpunktes
„Ökologischer Landbau und extensive
Landnutzungssysteme“

Die Vorgeschichte

Der ökologische Landbau hielt an der Agrar- und Ernährungswissenschaftlichen Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel seit dem Wintersemester 1992/93 zunächst in Form des „Fachgebietes ökologischer Landbau“ als Teil des Instituts für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung Einzug. Von 1992 bis 1997 bekleidete Dr. Dewes die Leitungsposition des Fachgebiets. Initiiert wurde seinerzeit die Etablierung des ökologischen Landbaus in Lehre und Forschung durch die Studierenden, die ähnlich wie an anderen Universitäten erfolgreich für eine Lehr- und Forschungseinheit in diesem Bereich stritten. Mit der Etablierung des Fachgebiets wurde ein Teil des Versuchsgutes Lindhof im Umfang von 50 ha auf ökologischen Landbau umgestellt und eine Limousin-Mutterkuhherde angeschafft. Dr. Dewes und seine Gruppe konzentrierten ihre Forschungsarbeiten auf den Bereich der organischen Düngung sowie auf Fragen des Kartoffel- und Weizenanbaus.

Mit Ablauf des fünfjährigen Kontrakts von Dr. Dewes diskutierte die Fakultät intensiv die weitere Organisation des Lehr- und Forschungsbereichs ökologischer Landbau an der Fakultät. Dies geschah nicht ohne erheblichen Druck von außen. So wurden seitens einiger Teile der damaligen Landesregierung Bestrebungen dahingehend formuliert, ein eigenständiges Institut für ökologischen Landbau zu gründen, was aus den Ressourcen der Fakultät bereit gestellt werden sollte.

Aus der Mitte der Fakultät heraus wurde dem gegenüber ein alternatives Konzept vorgetragen und im Sommersemester 1997 einmütig durch den Konvent verabschiedet.

Dieses Konzept sah die Gründung eines Forschungsschwerpunktes „Ökologischer Landbau und extensive Landnutzungssysteme“ vor, ohne die Einrichtung einer neuen eigenständigen Professur ausschließlich für den ökologischen Landbau. Vielmehr sollte eine bestehende Professur die Koordination der Lehr- und Forschungstätigkeiten für den Bereich ökologischer Landbau und extensive Landnutzungssysteme übernehmen und die Expertise möglichst vieler Kollegen der Fakultät in diesen Forschungsschwerpunkt in Lehre und Forschung integrieren. Zum 1. Juli 1997 nahm dieser Forschungsschwerpunkt unter Leitung von Prof. Taube, Lehrstuhl Grünland und Futterbau, offiziell die Arbeit auf, nachdem die damalige Ministerin für Wissenschaft, Bildung und Kultur, Gisela Böhrck, auf Vorschlag des Dekans der Fakultät Prof. Taube zum wissenschaftlichen Leiter des Versuchsgutes Lindhof bestellt und die Landesregierung dem Gesamtkonzept nach durchaus kontroversen Diskussionen zugestimmt hatte. Ganz wesentlich wurde die Etablierung des Forschungsschwerpunktes durch das Rektorat der Universität unterstützt. Gemeinsam mit der Landesregierung wurden knapp 1 Mio. DM bereitgestellt, um insbesondere die Sanierung des bis dahin in der Substanz vernachlässigten Lindhofs den Anforderungen des ökologischen Landbaus entsprechend voranzutreiben.

Lehre zum ökologischen Landbau

Die Intention des Forschungsschwerpunktes war es, den Studierenden aller Fachrichtungen die Möglichkeit zu geben, sowohl grundlegende Kenntnisse zum ökologischen Landbau zu erwerben als auch integrierende weiterführende Lehrangebote wahrzunehmen.

So stellen seit dem Wintersemester 1997/98 bis heute drei Module den Kern der Ausbildung zum ökologischen Landbau:

Modul 95 **Ökologischer Pflanzenbau** (Prof. Taube durch Dr. Loges)

Modul 94 **Ökologische Tierhaltung** (Prof. Schallenberger und Prof. Taube durch Dr. Gierus)

als Angebot im Bachelorstudium, sowie das

Blick über die Große Hofkoppel des
Lindhofs in Richtung B503 (Juni 2007)



Modul 96 Systemanalyse und Management (Prof. Taube durch Dr. Loges, Prof. Schallenberg, Prof. Latacz-Lohmann und Prof. Susenbeth)

im Masterprogramm.

Alle drei Module sind als Wahlmodule konzipiert und erlauben es so den Studierenden aller Fachrichtungen, den ökologischen Landbau als profilbildenden Teil ihrer Ausbildung zu dokumentieren.

Neben diesem Kernbereich werden in einer Vielzahl von Modulen relevante Aspekte des ökologischen Landbaus integriert und vergleichend zu konventionellen Systemen behandelt. Dies betrifft nahezu alle Fachgebiete der Fakultät und ist auch an den Aktivitäten dieser Kolleginnen und Kollegen in entsprechenden Forschungsarbeiten abzulesen. Seit dem Wintersemester 1997/98 nutzen zwischen 15 und 30 Studierende pro Jahr dieses Kernangebot in der Lehre.

Forschung zum ökologischen Landbau

Die Forschungsarbeiten der Gruppe Grünland und Futterbau / Ökologischer Landbau - im Folgenden: GFO (**G**rassland and **F**orage / **O**rganic farming) - konzentrieren sich für den ökologischen Landbau auf folgende zentrale Bereiche:

- a. **Stoff- und Energieflüsse verschiedener Landnutzungssysteme**
- b. **Produktqualität Futterpflanzen und Getreide**
- c. **Stickstoff- und Fruchtfolge-Management**
- d. **Biodiversität.**

Alle Ansätze folgen der Philosophie, dass Forschungsarbeiten zur Weiterentwicklung des ökologischen Landbaus immer im Kontext zu konventionellen Systemen gesehen werden. Die Kieler Gruppe zeichnet sich dadurch aus, dass der ökologische Landbau nicht als fix, starres System gesehen wird, sondern dass aus der vergleichenden Bewertung mit konventionellen Systemen Schwachstellen dokumentiert und Handlungsfelder formuliert werden, um den ökologischen Landbau auf die Notwendigkeit von Weiterentwicklungen im Sinne des Nachhaltigkeitsgedankens hinzuweisen. Dies erfolgt nicht immer im Einklang mit den Verbänden des ökologischen Landbaus oder anderen Instituten für ökologischen Landbau an Universitäten, die sich von einer vergleichenden Analyse abgewandt haben und bereits seit langer Zeit gängige Konventionen des Ökolandbaus bewahren bzw. nicht in Frage stellen. Man darf dabei nicht verkennen, dass diese bestehenden Konventionen im ökologischen Landbau auch ein nicht zu unterschätzendes Marketing-Instrument darstellen, mit dem man sich von den konventionellen Produktionsverfahren abhebt, obwohl in vielen Bereichen die Übergänge zwischen konventionellem und ökologischem Landbau auf der Produktionsebene unkenntlicher werden, insbesondere wenn lediglich nach den EU-Standards für ökologischen Landbau agiert wird.

Entsprechend werden seitens der Kieler Gruppe ausschließlich wissenschaftlich anerkannte Methoden zur Analyse relevanter Fragestellungen angewandt und weiterentwickelt. Der Anspruch der Kieler Gruppe ist die Anerkennung der wissenschaftlichen Arbeiten von der gesamten „Scientific community“ und nicht nur von dem ökologischen Landbau nahestehenden Organisationen. Diese Philosophie weist als „bench marking“ die Publikation von Forschungsarbeiten in internationalen wissenschaftlichen Journalen aus und unterscheidet sich damit grundsätzlich von Gruppen, die dieses Qualitätssicherungssystem der Forschung nicht so konsequent in den Mittelpunkt der Erfolgskontrolle stellen.

Darüber hinaus ist es das Selbstverständnis der Kieler Gruppe, die Ergebnisse der Forschungsarbeiten nicht nur im wissenschaftlichen Bereich zu publizieren, sondern den Wissenstransfer zur Politik, Beratung und Praxis intensiv zu pflegen.

Die Forschungsarbeiten haben nach der Aufbauphase der ersten Jahre des Forschungsschwerpunkts allein in den vergangenen fünf Jahren zu Drittmittelprojekten

im Umfang von knapp 2 Mio. Euro geführt. Dies dokumentiert neben der Publikationsleistung den Stellenwert der Gruppe bei den klassischen Drittmittelgebern der Agrarwissenschaften. So beruht ein großer Teil dieser Forschungsgelder auf interdisziplinären Projekten, die unter anderem durch die EU gefördert werden.

Öffentlichkeitsarbeit

Wissenstransfer und Öffentlichkeitsarbeit sind ganz wesentlich auf das Versuchsgut Lindhof projiziert. Neben der zentralen Veranstaltung des Tages der offenen Tür (Hoffest) jeweils am ersten Sonntag im Juli mit durchschnittlich 1.500 Besuchern finden in der Vegetationsperiode jährlich etwa fünfzig Veranstaltungen mit Fachpublikum auf dem Lindhof statt. Dies dokumentiert auch die gute Vernetzung zu Organisationen wie der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, dem Landesamt für Natur und Umwelt oder der Fachhochschule Kiel, die mit eigenen Messprogrammen auf dem Lindhof vertreten sind und so einen erheblichen Multiplikatoreffekt auslösen. Besonders hingewiesen sei in diesem Zusammenhang auf die intensive Kooperation mit dänischen Forschungs- und Beratungsorganisationen sowie mit einem Netzwerk von ökologischen wie konventionellen Praxisbetrieben in ganz Schleswig-Holstein.

Aber auch die Universitätsleitung nutzt den Lindhof als „ihr“ Versuchsgut beispielsweise im Rahmen der Kieler Woche, wenn Gäste aus aller Welt das Ambiente des Lindhofs als profilbildenden Eindruck ihres Aufenthaltes in Kiel empfinden. Wir haben erreicht, dass der Lindhof als der Kristallisationspunkt der Forschung zum ökologischen Landbau in Schleswig-Holstein wahrgenommen wird. Dies ist gut für die Fakultät, die Universität und das Land Schleswig-Holstein.

Danksagung

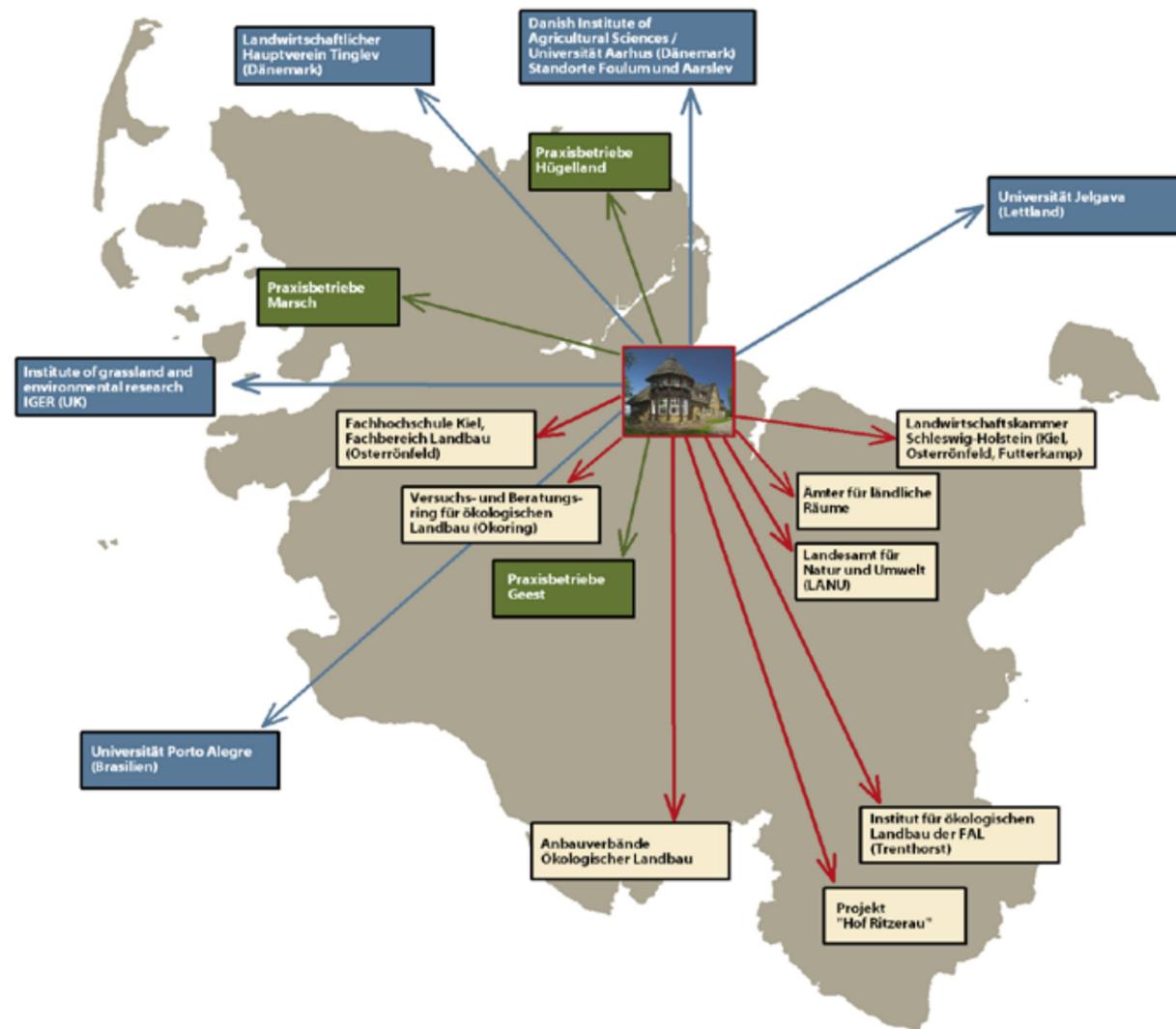
Die Erfolgsgeschichte des Forschungsschwerpunkts „Ökologischer Landbau und extensive Landnutzungssysteme“ in den vergangenen zehn Jahren beruht auf der Mitwirkung vieler Köpfe und Hände. So ist es mir ein außerordentliches Anliegen, an dieser Stelle Dank zu sagen für von großem Vertrauen und Begeisterung für die Sache getragene Aktivitäten im Rahmen des Forschungsschwerpunktes. Zunächst gilt dieser Dank meiner Gruppe, den Assistenten, Doktoranden und allen nichtwissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern im Institut sowie der Betriebsleiterin und den Mitarbeitern auf dem Lindhof, die all die Jahre mit weit überdurchschnittlichem Engagement zum Gelingen beigetragen haben. Gleiches gilt für die Kolleginnen und Kollegen in der Fakultät und Universität, die durch gemeinsame Forschungsprojekte den Forschungsschwerpunkt mit Leben erfüllt haben. Besonderer Dank gilt der Unterstützung durch die Fakultät und die Universitätsleitung, welche insbesondere zu Beginn des Forschungsschwerpunktes einen großen Vertrauensvorschuss gewährten. Weiterhin danke ich der Landesregierung, namentlich dem Ministerium für Wissenschaft, Wirtschaft und Verkehr für die Bereitstellung von Forschungs- und Investitionsmitteln sowie dem Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume für eine äußerst konstruktive Begleitung der Arbeiten. Schließlich gilt mein ungeteilter Dank den vielen Kooperationspartnern im Lande und darüber hinaus.

Diesen Dank verbinde ich mit dem Wunsch, dass dieses konstruktive Miteinander in Forschung, Lehre und Wissenstransfer im Sinne der Weiterentwicklung umweltschonender Landnutzungsformen seine Fortsetzung finden möge.



Prof. Dr. Friedhelm Taube

Vernetzung des Forschungsschwerpunktes „Ökologischer Landbau und extensive Landnutzungssysteme“ und des CAU-Versuchsgutes Lindhof mit Institutionen im In- und Ausland.



Versuchsgut Lindhof: Betriebsspiegel (Stand: 1. März 2007)

1. Flächenausstattung		3. Maschinen-ausstattung																					
Betriebsfläche	155,5 ha	Schlepper	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 3 Fendt Allrad (100, 115, 125 PS) ➤ 1 Schlüter (85 PS) als Hofschlepper ➤ 1 Manitou Hoftrac 																				
Landwirtschaftliche Nutzfläche	130,7 ha	Bodenbearbeitung	4-Schar Vollandpflug mit Packer, 3m Tiefengrubber, 3m Fräse, 3m Kreiselegge, 3m Scheibenegge																				
davon: Acker	113,8 ha	Aussaat und Pflege	3m pneumat. Drillmaschine, 12m Schleuderstreuer, 12m Federzahnegge, zweireihige Kartoffelbeetlegemaschine, Kartoffelrollhacke																				
Grünland	16,9 ha	Viehwirtschaft	6m³ Güllewagen, 2,4m Mähwerk, 5m Kehrer, Schwader																				
2. Standort und Bewirtschaftung		Transport	14t Dreiseitenkipper, diverse Anhänger																				
Bodentypen	kleinräumig stark variierend: Braunerden, Parabraunerden und Kolluvisole (dominierend), z.T. Gleye und Pseudogleye	Ernte	Kartoffelbunkerroder <ul style="list-style-type: none"> ➤ Der überwiegende Teil der Getreide-, Kartoffel- und Futterernte erfolgt durch Lohnunternehmer. Im Gegenzug werden Bodenbearbeitung, Aussaat und Pflegearbeiten für andere Betriebe im Rahmen der Maschinenringmitgliedschaft durchgeführt. 																				
Bodenarten	sandiger Lehm - lehmiger Sand	4. Gebäude-ausstattung	Dächersatztrocknung und Getreidelager (600 t) im ehem. Vormaststall Klimatisiertes Kistenlager für 400t Kartoffeln, komplette Kartoffelaufbereitung (Neubau 1999) Laufstall mit Gruppenhaltung für 20 Mutterkühe + Nachzucht sowie 50 Mastrinder, befahrbarer Futtertisch, befestigter Laufhof; tiergerechte Halteungsweise nach den Rahmenrichtlinien des ökologischen Landbaus (Umbau des ehemaligen Bullenmaststalles) Schweine-Vormast in eingestreuter Auslaufhaltung (ehem. Fahrsilo), Endmast im Tiefstreustall mit Auslauf (in Holtsee) Hühnerstall mit Auslauf für 100 Legehennen																				
Ackerzahlen	ø 43	5. Vermarktung	<ul style="list-style-type: none"> ➤ über Großhandel, Markt- und Erzeugergemeinschaften ➤ Direktvermarktung über Bestellservice und Hofladen (mit Imkerei, Fleischverarbeitungs- und Wirtschaftsräumen, im ehem. Speicher) 																				
Bewirtschaftungsform	Ökologischer Landbau nach Naturland- und Bioland-Richtlinien (Naturland-Zertifizierung seit 1997, zusätzlich Bioland-Zertifizierung seit 2004)																						
Betriebszweige	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ackerbau ➤ Mutterkuhhaltung ➤ Freiland-Sauenhaltung und Schweinemast ➤ Legehennenhaltung ➤ Direktvermarktung 																						
Bodennutzung	generelle Fruchtfolge: <ol style="list-style-type: none"> 1. Klee gras 2. Hafer 3. Kartoffeln/Winterdinkel 4. Körnerleguminosen 5. Winterweizen/Sommerweizen/Grassamenvermehrung 																						
Anbaustruktur 2006/07	<table border="1"> <tr><td>Klee gras</td><td>29 ha</td></tr> <tr><td>Hafer</td><td>29 ha</td></tr> <tr><td>Kartoffeln</td><td>14 ha</td></tr> <tr><td>Winterweizen</td><td>11 ha</td></tr> <tr><td>Winterdinkel</td><td>11 ha</td></tr> <tr><td>Erbsen/Sommergerste</td><td>7 ha</td></tr> <tr><td>Grassamenvermehrung</td><td>4 ha</td></tr> <tr><td>Klee gras-Dauerstilllegung</td><td>4 ha</td></tr> <tr><td>Feldversuche</td><td>3 ha</td></tr> <tr><td>Blühstreifen</td><td>1 ha</td></tr> </table>	Klee gras	29 ha	Hafer	29 ha	Kartoffeln	14 ha	Winterweizen	11 ha	Winterdinkel	11 ha	Erbsen/Sommergerste	7 ha	Grassamenvermehrung	4 ha	Klee gras-Dauerstilllegung	4 ha	Feldversuche	3 ha	Blühstreifen	1 ha		
Klee gras	29 ha																						
Hafer	29 ha																						
Kartoffeln	14 ha																						
Winterweizen	11 ha																						
Winterdinkel	11 ha																						
Erbsen/Sommergerste	7 ha																						
Grassamenvermehrung	4 ha																						
Klee gras-Dauerstilllegung	4 ha																						
Feldversuche	3 ha																						
Blühstreifen	1 ha																						
Viehwirtschaft	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mutterkuhhaltung: 20 Mutterkühe (Limousin-Herdbuchtiere), Mast der eigenen Nachzucht sowie jährlich 20 zugekauften Fressern ➤ Schweinehaltung: Freilandhaltung von 52 Sauen, Schweinemast (geschlossenes System) ➤ 60 Legehennen ➤ Imkerei 																						

Der Lindhof: Natur, Geschichte und Gegenwart

Geologie und Böden

Entstehungsgeschichte

Der Lindhof befindet sich im nordöstlichen Teil der Schleswig-Holsteinischen Jungmoränenlandschaft, die während der Weichseleiszeit (ca. 30.000 bis 12.500 v. Chr.) durch den Vorstoß des skandinavischen Inlandeises bis etwa an eine Linie der heutigen Städte Flensburg - Rendsburg - Ahrensburg entstand. Die Betriebsfläche des Lindhofs wurde vermutlich von aus unterschiedlichen Richtungen kommenden Eisvorstößen überformt. Das unruhige Relief der Betriebsfläche mit seinen vielen Hügeln, Senken und z.T. steilen Hängen ist eine kuppige Grundmoränenlandschaft als Ergebnis der Ablagerungen von Schutt, der unter dem Eiskörper mitgeschleppt wurde. Beim Abschmelzen des Gletschers wurde das feinere Material von den darauf gelagerten Moränen abgespült, wodurch der obere Geschiebemergel der Böden des Lindhofs grober ist als der untere. Die nach dem Abschmelzen der Gletscher hinterlassene Landschaft wurde unter anderem durch postglaziale Erosion, Toteisvorgänge und Niedermoorbildung weiter verändert, so dass die heute vorgefundenen Landschaftsformen das Ergebnis einer relativ komplexen Entstehungsgeschichte sind. Die kuppigen Grundmoränen auf den Betriebsflächen des Lindhofs bestehen aus weichseleiszeitlichem Geschiebemergel, Geschiebelehm, Geschiebesand und Schmelzwassersand. Nur die in den Senken auftretenden Torfe und Abschlämmmassen sind holozäne Bildungen.

Bodenarten und Bodentypen

Die Grundmoränenlandschaft mit ihren kleinräumig variierenden geomorphologischen Formen ist ein typisches Erscheinungsbild im östlichen Hügelland Schleswig-Holsteins. Im Zuge der Bodengenese seit dem Ausklingen der letzten Eiszeit sind auf den Flächen des Lindhofs in der Regel auf den Kuppen Braunerden, Parabraunerden, pseudovergleyte (Para)Braunerden, und Gley-(Para)Braunerden entstanden (Abbildung 1.1). Ackerbauliche Nutzung hat teilweise zu Bodenerosion geführt, womit erodierte Parabraunerden an Oberhängen und Kolluvisol-(Para)Braunerden an den Unterhängen entstanden. Daneben sind alle denkbaren Übergangsformen dieser Bodentypen anzutreffen, vor allem an den Kuppen der Plateaus, an langgestreckten Hängen und in ebenen Senken. Kolluvisole (Böden aus erodiertem Material, dem „Kolluvium“) mit einer Mächtigkeit des Kolluviums von mehr als 50 cm haben sich ausschließlich auf tiefer gelegenen Teilflächen gebildet. In diesen Senken treten auch Gleyböden (durch Grundwasser beeinflusst) und Niedermoore auf. Letztere wurden z.T. vom

Menschen mit Mineralböden überdeckt, um diese moorigen Senken ackerbaulich nutzen zu können.

Die kleinräumig stark variierenden Bodenverhältnisse des Lindhofs erschweren die landwirtschaftliche Nutzung. Insbesondere wird auch die Auswahl von Flächen für Feldversuche erschwert, denn innerhalb eines Versuches sollten die Bodenverhältnisse möglichst einheitlich sein, um eine Verzerrung der Versuchsergebnisse zu vermeiden. Auch der auf einigen Flächen hohe Steinanteil erschwert die Nutzung, insbesondere den Kartoffelanbau. Kartoffeln werden daher ausschließlich auf den weniger steinigten Schlägen angebaut. Mit einer Ackerzahl von durchschnittlich 43 Bodenpunkten gehört der Lindhof zu den eher „schlechteren“ Standorten des östlichen Hügellandes in Schleswig-Holstein.

Klima

Das gemäßigt-maritime Klima Schleswig-Holsteins ist, in Verbindung mit tiefgründigen und fruchtbaren Böden, ein Grund für das hohe Ertragsniveau der Schleswig-Holsteinischen Landwirtschaft. Die Winterweizenerträge sind weltweit die höchsten, lediglich in Süd- und Mittelengland werden vergleichbar hohe Erträge erreicht. Die Niederschläge in Höhe von 550-850 mm (am höchsten im Südwesten Schleswig-Holsteins, am niedrigsten auf der Insel Fehmarn) sind in der Regel recht gleichmäßig über das Jahr verteilt. Nur im Frühsommer stellen sich in etlichen Jahren längere trockene Perioden ein.

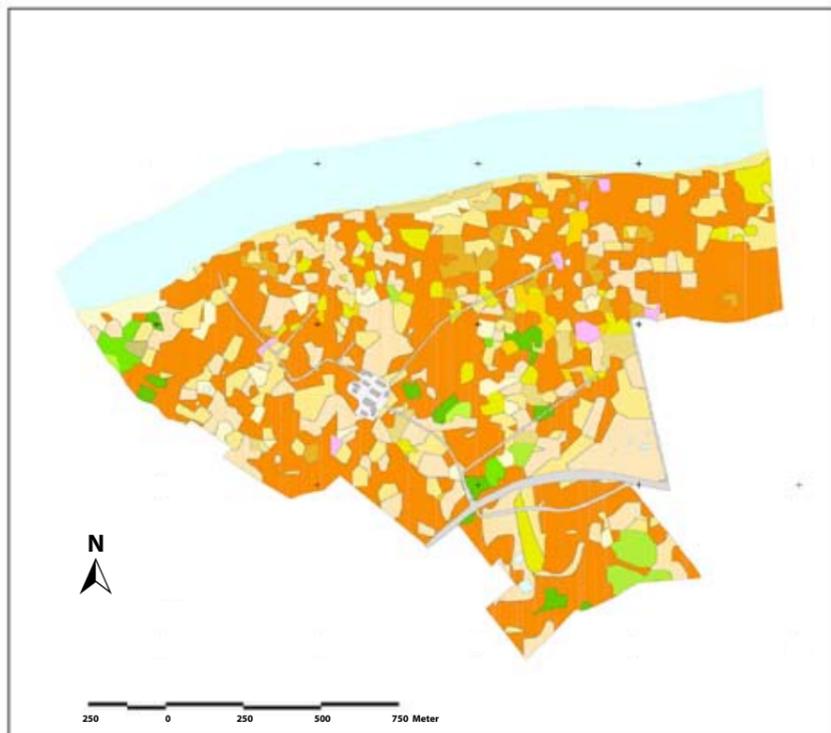
Auf dem Lindhof fallen im langjährigen Mittel 670 mm Niederschlag, die Jahresmitteltemperatur beträgt 8,5°C. Die Lage des Lindhofs direkt an der Ostsee bietet aus pflanzenbaulicher Sicht Vorteile („Gesundlage“). Das Auftreten von Schaderregern ist im Vergleich zum Binnenland deutlich geringer. Dies ist im Kartoffelanbau von besonderer Bedeutung, da die Kraut- und Knollenfäule (*Phytophthora infestans*) - eine der wichtigsten Pilzkrankheiten der Kartoffel - an den Küsten weniger stark auftritt.

Landschaftsstrukturen

Die Präsenz von Landschaftselementen wie z.B. Gehölzen oder Gewässern bestimmt nicht nur die Möglichkeiten der landwirtschaftlichen Produktion, sondern hat auch einen bedeutsamen Einfluss auf das Vorkommen von wild lebenden Tier- und Pflanzenarten (siehe Kapitel 9). Auf dem Lindhof werden 19,9 % der Betriebsflächen nicht landwirtschaftlich genutzt (Stand 2002, Bezugsfläche: 153 ha Gesamt-Betriebsfläche inklusive Außengrenzen). Wesentliche Landschaftselemente sind Gehölze, unbefestigte Wege, Gewässer sowie nicht

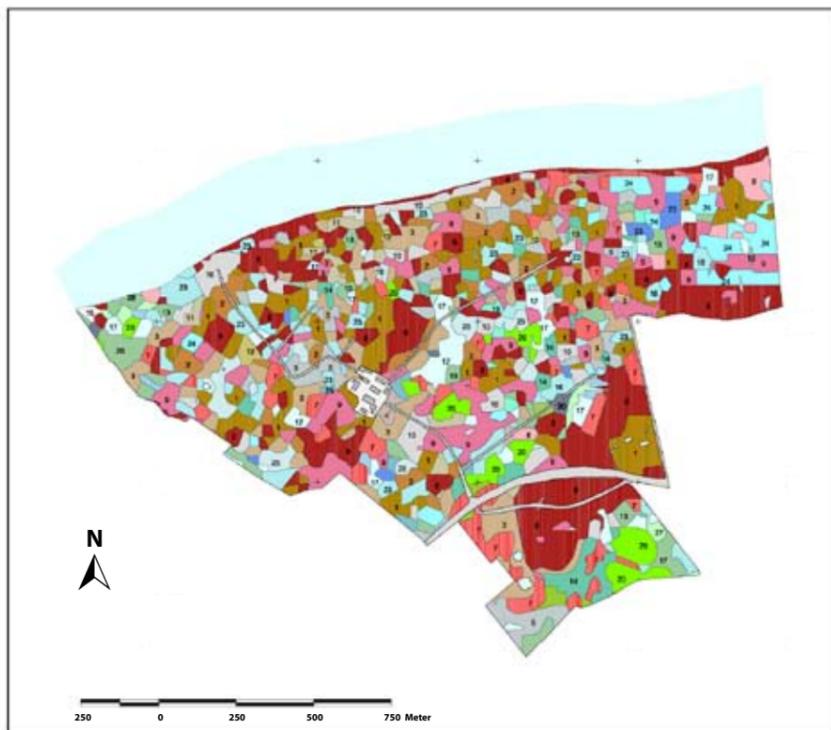
Blick über die Große Hofkoppel des Lindhofs in Richtung Osten: im Hintergrund der Hege Wohl (Juni 2007)





Bodenarten

- Sand
- Sand über Lehm
- sandiger Lehm
- Schluff
- Lehm
- Lehm über Schluff
- Lehm über Ton
- Lehm über Sand
- Moorboden
- Torf über Lehm
- Torf über Ton
- Torf über Sand
- mächtiger Torf
- Ton
- Wasser
- Hofland
- Gebäude
- versiegelt
- sonstige Flächen



Bodentypen

- Wasser
- Hofland
- Gebäude
- versiegelt
- sonstige Flächen
- 1 Braunerde
- 2 Parabraunerde - Braunerde
- 3 Kolluvisol-Braunerde
- 4 Gley-Braunerde
- 5 Pseudogley-Braunerde
- 6 Parabraunerde
- 7 Kolluvisol-Parabraunerde
- 8 Gley-Parabraunerde
- 9 Pseudogley-Parabraunerde
- 10 Kolluvisol
- 11 Braunerde-Kolluvisol
- 12 Parabraunerde-Kolluvisol
- 13 Gley-Kolluvisol
- 14 Pseudogley-Kolluvisol
- 15 Lockersyrosem
- 16 Gley
- 17 Kolluvisol-Gley
- 18 Anmoorgley
- 19 Kolluvisol-Anmoorgley
- 20 Niedermoor
- 21 Parabraunerde-Niedermoor
- 22 Kolluvisol-Niedermoor
- 23 Braunerde-Pseudogley
- 24 Parabraunerde-Pseudogley
- 25 Kolluvisol-Pseudogley
- 26 Gley-Pseudogley
- 27 Quellengley
- 28 Anmoorgley
- 29 Kolluvisol-Auenboden
- 30 anthropogen aufgetragen

Abbildung 1.1 (links):

Bodenarten (oben) und Bodentypen (unten) des Lindhofs (vgl. Abbildung 1.2).

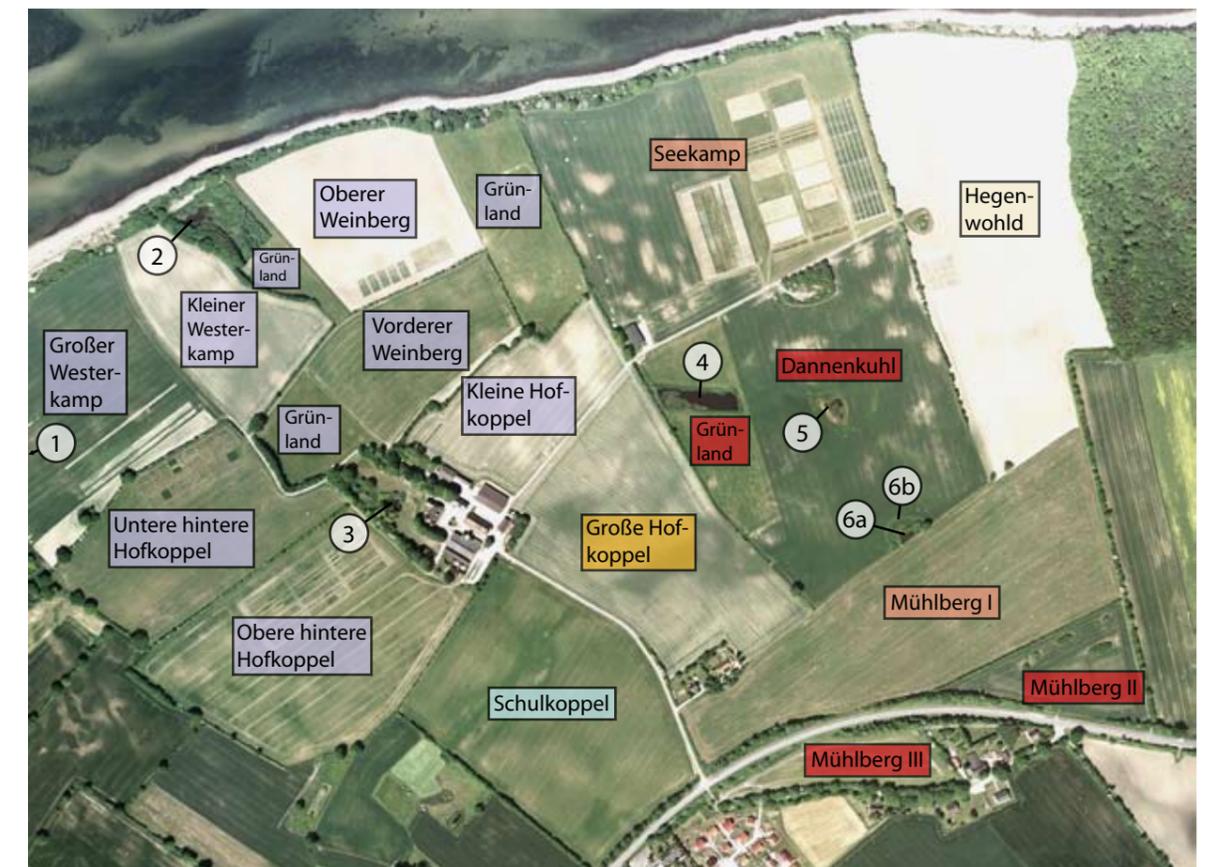
Datengrundlage: Kartierungen durch Ziogas (1995),

GIS und Kartografie: DigSyLand - Institut für digitale Systemanalyse und Landschaftsdiagnose, Husby.

Abbildung 1.2 (unten):

Luftbild von den Betriebsflächen des Lindhofs aus dem Jahr 2004 (Orthophoto © Landesvermessungsamt Schleswig-Holstein).

Die unterschiedlichen Farbtöne der Schlagnamen kennzeichnen den Beginn der Umstellung auf ökologischen Landbau. Die Nummern markieren die Gewässer der Amphibienkartierung (siehe Kapitel 9; die Gewässer Nr. 1a und 1b liegen an der Westgrenze des Schlags „Großer Westerkamp“, die wie der direkt angrenzende Schlag „Strandwisch“ nicht abgebildet ist).



Beginn der Umstellung auf ökologischen Landbau im Herbst 1994 1997 1998 1999 2000 2001

bewirtschaftete Säume. Zum Eigentum des Lindhofs gehört des Weiteren der im Norden an die Wirtschaftsflächen angrenzende Strandabschnitt der Eckernförder Bucht, der 9 ha bzw. 5,9 % Gesamt-Betriebsfläche ausmacht. Unter den Gehölzen dominieren lineare Strukturelemente. Nahezu alle Betriebsschläge sind von Gehölzreihen umgeben, die zum Grossteil ein- bis zweireihig auf Wällen angepflanzt wurden (historische Wallhecken bzw. „Knicks“, Abbildung 1.2 und 1.3). Einige Gehölzreihen liegen an Geländestufen und weisen daher keinen Knickwall auf. An der Nordgrenze des Betriebes, der Steilküste der Eckernförder Bucht, findet sich ein breiterer Gehölzstreifen mit alten Baumbeständen.

Die Dichte an linearen Gehölzelementen ist auf dem Lindhof heute deutlich niedriger als in historischen Zeiten. So wies der Betrieb im Jahr 1879 (königlich preußische Landesaufnahme) noch 13.450 m lineare Gehölzstrukturen auf, während Kartierungen aus dem Jahr 2002 nur noch eine Länge von 7.560 m ergaben. Einige der aktuell vorhandenen Knicks wurden mit dem Beginn der ersten Umstellungsphase auf ökologischen Landbau im Jahr 1994 neu angelegt. Die Pflanzungen erfolgten an bereits bestehenden Flurstücksgrenzen (großer Westerkamp/hintere Hofkoppel, hintere Hofkoppel/Schulkoppel) oder führten zu Schlagteilungen (hintere Hofkoppel, Weinberg; siehe Abbildung 1.2). Alle Wallhecken des Lindhofs werden nach dem historischen Vorbild bewirtschaftet. Die Gehölze werden mit Ausnahme von Einzelbäumen („Überhälter“) etwa alle 10 Jahre zurückgeschnitten bzw. „auf den Stock gesetzt“, um den typischen Knickcharakter zu erhalten und ein Durchwachsen zu einer Baumreihe zu verhindern. Seit dem Jahr 2004 wird das Knickgut zu Holzschnitzeln verarbeitet und in einer betriebseigenen Heisanlage verfeuert. Um das Hauptwohngebäude des Lindhofs zu beheizen, werden je Jahr ca. 1.000 m Knicklänge benötigt. Dieser Bedarf kann nicht vollständig auf dem Betriebsgelände gedeckt werden, so dass zusätzliches Holz von Flächen aus dem Umland benötigt wird. Im Zeitraum vor der Errichtung der Heizanlage konnte das Knickholz nicht auf dem Betrieb verwendet werden. Es wurde nach dem „Knicken“ auf der angrenzenden Wirtschaftsfläche

Abbildung 1.3:
Blühstreifen (Modulationsmaßnahme) entlang einer Wallhecke auf dem Lindhof (rechts der Wallhecke: Winterroggen, links des Blühstreifens: Körnererbsen, daneben Lupinen; Juni 2005).



zusammengeschoben und an Ort und Stelle verbrannt.

Auf den Betriebsflächen des Lindhofs befinden sich sechs (Klein-) Gewässer, von denen eines im Zeitraum der Betriebsumstellung neu angelegt wurde (Dränteich im Zentrum des Schlags „Dannenkuhl“, Anlage im Winter 1999/2000, siehe Abbildung 1.2; Charakteristik der Gewässer des Lindhofs siehe Kapitel 9).

Nicht oder nur unregelmäßig und extensiv genutzte Säume sind auf dem Lindhof entlang von Wegen und Gehölzen vorhanden. Die Mehrzahl der Säume weist eine Breite von weniger als 1 m auf. In den Jahren 2004 bis 2006 wurden jedoch auf ausgewählten Ackerflächen 3 bis 6 m breite Randstreifen angelegt, die im Rahmen der so genannten Modulation finanziell gefördert wurden (Maßnahme „Blühstreifen“). Die Randstreifen wurden alljährlich im Frühjahr mit einer Saatmischung angesät, deren Zusammensetzung durch die Förderrichtlinie vorgegeben war und deren Blühaspekt von Phacelia dominiert wurde (Abbildung 1.3).

Aufgrund des Wege- und Heckennetzes ergibt sich für den Lindhof eine durchschnittliche Ackerschlaggröße von 7,4 ha (Minimum 1,8 ha, Maximum 13,4 ha). Die Flächengrößen unterliegen gewissen jährlichen Schwankungen, da in Einzelfällen Schläge aus fruchtfolge- und versuchstechnischen Gründen geteilt und mit unterschiedlichen Kulturarten bewirtschaftet werden müssen. Die Dauergrünlandflächen des Lindhofes weisen eine Größe von 0,9 ha bis 3,0 ha auf. Drei Grünlandflächen wurden im Zeitraum der Betriebsumstellung neu angelegt (West- und Ostteil Weinberg 1995, Westteil Dannenkuhl 2004, siehe Abbildung 1.2). Die Neuansaat erfolgte jeweils in Ackerbereichen, die nur schwer zu bewirtschaften waren (steinige, sehr heterogene und/oder hängige Böden).

Auf den Betriebsflächen des Lindhofs finden sich einige kulturhistorische Besonderheiten. Auf dem Schlag „Mühlberg III“ liegen fünf vorgeschichtliche Langgräber (Abbildung 1.2). Eine weitere historische Grabstätte befindet sich am Fuße einer alten Eiche direkt nördlich des Knicks zwischen den Schlägen „Untere Hintere Hofkoppel“ und „Großer Westerkamp“. In dem Gehölzsaum, der den Schlag „Großer Westerkamp“ zur Küste hin begrenzt, sind Reste eines mittelalterlichen Turmhügels, einer so genannten „Motte“ (vom französischen Château à la motte: Erdklumpenburg), erhalten.

Geschichte des Lindhofs

Zwischen 1729 und 1850 befand sich an der Stelle des Lindhofes die Schule der Gemeinde Lindhöft. Im Jahr 1851 wurde der Lindhof als Meierhof des Gutes Noer mit einer landwirtschaftlichen Fläche von 140 ha, verteilt auf neun Schläge, angelegt. Aus der ehemaligen Lehrerwohnung wurde das Wohngebäude des Lindhofes; die übrigen Wirtschaftsgebäude wurden zwischen 1851 und 1896 neu gebaut.

Meierhöfe waren Nebenhöfe großer Güter. Aufgrund immer größer werdender Flächen der adligen Güter bei gleichzeitigem Mangel an Arbeitskräften wurden die Güter immer schwerer zu bewirtschaften, vor allem durch die langen Wegstrecken zu den Feldern. Ab etwa 1700 begannen die Großgrundbesitzer damit, aus frei werdenden oder weit vom Haupthof entfernten Flächen Nebenhöfe anzulegen. Da sich etwa zeitgleich ein Übergang von der Ackerwirtschaft zur weniger arbeitsintensiven Weidewirtschaft vollzog, entstanden die Nebenhöfe häufig als sogenannte „Meierhöfe“, auf denen nicht selten mehrere hundert Kühe nebst Meierei anzutreffen waren. Die „Meierhöfe“ wurden in der Regel verpachtet. So auch der Lindhof, der fast 80 Jahre lang von wechselnden Pächtern bewirtschaftet wurde.



Abbildung 1.4:
Der Lindhof um 1943/44.



Abbildung 1.5:
Luftaufnahme des Lindhofs
(ca. 1943/44).

1939-1945: „Dienstvilla“ des Gauleiters

1938 wurden sämtliche Ländereien und Betriebe des Gutes Noer im Rahmen des Entschuldungsverfahrens an die damalige Schleswig-Holsteinische Landgesellschaft verkauft. Diese unterstand unmittelbar der Provinz Schleswig-Holstein und somit dem damaligen Gauleiter Hinrich Lohse. Lohse erwarb den Lindhof nebst einer Hofstelle im Dorf Lindhöft über die Landgesellschaft. Mit großer Wahrscheinlichkeit erfolgte der Kauf mit Hilfe einer „Spende“ des mit Lohse befreundeten Gauleiters von Ostpreußen, Erich Koch, und/oder durch Gelder des Eher-Verlages, des Zentralverlages der NSDAP. 1939 besuchte Lohse den Lindhof und bestand darauf, den Betrieb selbst in Besitz zu nehmen. Er ließ den Ortsbauernführer absetzen, und den Pächter des Lindhofes für „nicht bauernfähig“ erklären. Dem Pächter der Hofstelle in Lindhöft wurde die Ausstellung des „Neubauernscheines“, welcher eine Voraussetzung für die Pacht von Höfen war, verweigert.

Nach dem Abbruch der alten Wirtschaftsgebäude ließ Lohse zwischen 1939 und 1941 einen neuen Hof nach seinen persönlichen Vorstellungen in „idealnordischem Stil“ errichten. Aus dieser Zeit stammen sämtliche heute noch vorhandenen Altgebäude des Lindhofes. Bemerkenswert ist insbesondere das Gutshaus, ein breitgelagerter Backsteinbau mit breitem Steilgiebel und einem blockhausartig gebauten Erker an der linken Seite des Gebäudes. Bei den Arbeiten auf dem Lindhof kamen auch polnische Kriegsgefangene zum Einsatz.

Hinrich Lohse ließ den Lindhof durch einen Verwalter bewirtschaften und nutzte das Gutsgebäude als repräsentative „Dienstvilla“. Lohse wurde im November 1941 Reichskommissar Ostland mit Sitz in Riga, also Chef der deutschen Zivilverwaltung in den baltischen Staaten und Weißrußland. Er behielt jedoch seine Funktionen in Schleswig-Holstein und pendelte zwischen Riga und Kiel. Im Herbst 1944 verließ er vor dem Einmarsch der Roten Armee fluchtartig das Reichskommissariat Ostland. In Schleswig-Holstein übte er gegen Ende des Krieges als Reichsverteidigungskommissar eine fast unumschränkte Herrschaft aus. Am 6. Mai 1945 wurde Lohse auf Grund britischer Forderungen durch den Reichspräsidenten Karl Dönitz als Oberpräsident von Schleswig-Holstein abgesetzt. Wenig später wurde er vom britischen Militär festgenommen. Lohse wurde 1948 in Bielefeld zu zehn Jahren Haft verurteilt, kam jedoch im Jahre 1951 wegen einer Erkrankung wieder auf freien Fuß. Zwei staatsanwaltschaftliche Ermittlungsverfahren gegen ihn wurden in der Folge eingestellt. Da er nur eine nominelle Mitgliedschaft der NSDAP besaß, konnte er nach dem Krieg nicht politisch belangt werden.

Auch bestritt er jede Unrechtmäßigkeit im Zusammenhang mit dem Erwerb des Lindhofs. Die Gewährung einer Oberpräsidenten-Pension, die sich Lohse erstritt, wurde auf Druck des schleswig-holsteinischen Landtages widerrufen. Lohse starb 1964 in seinem Geburtsort Mühlenbarbek (Kreis Itzehoe).

Die Nachkriegszeit

Im Januar 1946 wurde Gerd von Rosenstiel Verwalter auf dem der britischen Militärregierung in Eckernförde unterstellten Lindhof, auf dem 200-300 englische Soldaten untergebracht waren, die jedoch bald darauf abzogen. Zwischen 1947 und 1949 beherbergte der Lindhof ein Altenheim aus Eckernförde. In dieser Zeit wurden auch eine Wohnbaracke und eine Landarbeiterkate auf dem Lindhof errichtet, da die Wohnungsnot durch die vielen Flüchtlingsfamilien sehr groß war. Ende 1949 zog der stellvertretende Gouverneur des Landes Schleswig-Holstein, de Havilland, auf dem Lindhof ein. Er wurde durch den amerikanischen Gouverneur abgelöst, der 1952 auszog. Im Dezember 1952 verstarb der Verwalter Gerd von Rosenstiel. Nachfolger wurde sein Schwager Heinrich von Bismarck. In den 1950er Jahren wurde auf dem Lindhof die Produktion von Vorzugsmilch mit 40 Kühen aufgenommen. Täglich wurde die „Lindhofmilch“ in ihren charakteristischen Wachspapiertüten (später in Flaschen) nach Kiel geliefert. 1966 übernahm Peter Rhades die Verwaltung. Nach seinem Tod 1991 wurde seine Tochter Sabine Mues Verwalterin des Lindhofes.

1948 bis heute: Versuchsgut der Universität Kiel

Bereits 1948 war der Lindhof an die Agrarwissenschaftliche Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel übergeben worden. Mit der Übergabe begann eine rege Forschungsarbeit mit wechselnden Schwerpunkten. Dabei spiegelt sich in der Bedeutung vieler wissenschaftlicher Arbeiten der Wandel innerhalb der Landwirtschaft in den letzten Jahrzehnten wieder.

Wandel der agrarwissenschaftlichen Forschung

Zu Beginn standen zunächst Forschungen hinsichtlich einer Steigerung der Produktivität mit Hilfe des mechanisch-technischen Fortschrittes im Vordergrund. So führte bis zum Jahre 1952 das heutige Institut für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik landtechnische Versuche auf dem Lindhof durch. Mit der Berufung von Herrn Prof. Georg Blohm auf den Lehrstuhl für

Landwirtschaftliche Betriebs- und Arbeitslehre übernahm 1952 erstmalig ein Ökonom die wissenschaftliche Verantwortung für den Lindhof. Er gilt als „Altmeister“ der angewandten Betriebslehre, welche die Anpassung landwirtschaftlicher Betriebe an sich ändernde Rahmenbedingungen behandelt. Für diese Anpassung wurden Organisationsprinzipien erarbeitet, die noch heute ihre Gültigkeit besitzen.

In den fünfziger und sechziger Jahren fand daher eine Spezialisierung der Produktion entsprechend der Faktorausstattung – Boden, Klima, Arbeitskräftebesatz und Gebäudebestand – statt. Während der Lindhof zu Zeiten des Gauleiters Lohse ein vielseitiger Gemischtbetrieb mit Ackerbau, Milchvieh- und Schweinehaltung sowie Gemüseanbau war, wurden unter der Leitung von Prof. Blohm nach und nach Betriebszweige eingestellt.

Der Lindhof als Mekka der Bullenmast

Es folgte der Aufbau einer Rindermast auf der Basis zugekaufter Kälber aus norddeutschen Milchviehbetrieben. Durch die Berufung des damaligen Professors Hugo Steinhauser aus Weihenstephan (Technische Universität München) im Jahre 1965 wurde der Silomaisanbau als Futtergrundlage für die Mast in Schleswig Holstein eingeführt. In langjährigen Silomaisortenversuchen wurden auf dem Lindhof die für den Standort „Östliches Hügelland“ ertragreichsten Sorten getestet. Ein wissenschaftlicher Schwerpunkt der Arbeiten von Prof. Steinhauser war die Übertragung linearer Optimierungsmodelle auf den landwirtschaftlichen Betrieb, einschließlich der dafür erforderlichen detaillierten Analyse der Betriebsabläufe.

In Eigenleistung des Lindhofes wurde in den siebziger Jahren der Großteil der Wirtschaftsgebäude zur Kälberaufzucht und Mast umgebaut. Dabei wurden die jeweiligen Fortschritte in der Fütterungs- und der Entmistungstechnik zeitnah umgesetzt und für die Praxis getestet. In der Verantwortung von Professor Cay Langbehn, der den Lehrstuhl für Angewandte Landwirtschaftliche Betriebs- und Arbeitslehre 1973 übernahm, entwickelte sich der Lindhof zu einem Mekka für Rindermäster weit über die Grenzen Schleswig Holsteins hinaus. Insbesondere die hoch spezialisierte Kälberaufzucht mit unterschiedlichen Tränketekniken wurde von vielen Praxisbetrieben übernommen. Den Schwerpunkt seiner wissenschaftlichen Arbeiten legte Prof. Langbehn in den Bereich der Produktionswirtschaft und die Entwicklung landwirtschaftlicher Betriebe. Neben den Mitarbeitern vor Ort unter der Leitung von Peter Rhades hatte Dr. Fabian Raue maßgeblichen Anteil an den wissenschaftlichen und auch wirtschaftlichen Erfolgen im Zusammenhang mit der Rindermast auf dem Lindhof in den 1970er und 1980er Jahren. Als Assistent am Institut von Prof. Langbehn verwendete er die in Versuchen gewonnenen Erkenntnisse für zahlreiche Publikationen zu Themen der Wirtschaftlichkeit der Rindermast.

Neben den Mitarbeitern vor Ort unter der Leitung von Peter Rhades hatte Dr. Fabian Raue maßgeblichen Anteil an den wissenschaftlichen und auch wirtschaftlichen Erfolgen im Zusammenhang mit der Rindermast auf dem Lindhof in den 1970er und 1980er Jahren. Als Assistent am Institut von Prof. Langbehn verwendete er die in Versuchen gewonnenen Erkenntnisse für zahlreiche Publikationen zu Themen der Wirtschaftlichkeit der Rindermast.

Umstellung des Lindhofs auf ökologischen Landbau

Unter zunehmend schwierigeren ökonomischen Bedingungen für spezialisierte Rindermastbetriebe im Zuge der EU-Agrarreform sowie einer Überproduktion von Rindfleisch in der Europäischen Union nahm der Umfang an wissenschaftlichen Arbeiten im

Abbildung 1.6:
Lindhof-Vorzugsmilch
(1950er Jahre).



Abbildung 1.7:
Kälberaufzucht im Jahr
1976 (Peter Rhades).

Bereich der Rindfleischproduktion Anfang der 1990er Jahre ab. Zeitgleich entwickelte sich in Bevölkerung und Politik ein zunehmendes Interesse am Ökologischen Landbau. Als Ergebnis dieser Entwicklung beschloss der Schleswig-Holsteinische Landtag die Bereitstellung von Forschungskapazitäten für den Ökologischen Landbau. Die Christian-Albrechts-Universität wurde mit der „kostenneutralen“ Schaffung eines Versuchsbetriebes für Ökologischen Landbau beauftragt. Daraufhin wurde der Lindhof im Oktober 1994 geteilt. Ein Drittel der landwirtschaftlichen Nutzfläche sowie Teile der Gebäude wurden dem neu gegründeten Fachgebiet für Ökologischen Landbau unter der Leitung von Dr. Thomas Dewes am Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung zur Verfügung gestellt. In den Jahren 1994-1997 wurde auf diesem Betriebsteil mit der Bewirtschaftung nach den Richtlinien der ökologischen Anbauverbände Bioland und Naturland begonnen.

Die Teilung des Betriebes erwies sich allerdings nicht als optimale Lösung. Im Juli 1997 übernahm mit Prof. Friedhelm Taube das Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung - Lehrstuhl Grünland und Futterbau/Ökologischer Landbau - die wissenschaftliche Leitung des Lindhofs. Das von Prof. Taube erarbeitete Konzept für das Versuchsgut sah eine schrittweise Umstellung des gesamten Betriebes auf Ökologischen Landbau und die Einrichtung des Forschungsschwerpunktes für Ökologischen Landbau und extensive Landnutzungssysteme vor. Die schrittweise Umstellung wurde wissenschaftlich von mehreren Instituten der Agrar- und Ernährungswissenschaftlichen Fakultät, aber auch von Instituten anderer Fakultäten der Universität Kiel begleitet. Seit der Ernte 2001 wird der Lindhof vollständig nach den Richtlinien der Anbauverbände Bioland und Naturland bewirtschaftet. Der Schwerpunkt der wissenschaftlichen Arbeiten liegt in pflanzenbaulichen Fragen zum Ökologischen Landbau. Durch das interdisziplinäre Konzept des Forschungsschwerpunktes werden allerdings auch weiterhin Fragen zur Ökonomie und Tierhaltung anhand der Daten des Lindhofes bearbeitet. Besonderes Interesse besteht auch an Untersuchungen zur Artenvielfalt von Flora und Fauna, sowie zur Qualität der Ressourcen Luft, Wasser und Boden in Abhängigkeit von der Bewirtschaftungsform der Flächen.

Betriebswirtschaftliche Entwicklung des Lindhofs

Der Lindhof muss als Versuchsbetrieb bereits seit 1948 nach §26 der Landeshaushaltsordnung des Landes Schleswig-Holstein wirtschaften, was bedeutet, dass der Betrieb sich finanziell selbst zu tragen hat. Daher werden alle Entscheidungen hinsichtlich der Produktion einer betriebswirtschaftlichen Prüfung unterzogen. Aufgrund guter ökonomischer Rahmenbedingungen in den 1970er und 1980er Jahren konnte der Lindhof Wissenschaft „zum Nulltarif“ bieten. Dies ist seit Anfang der 1990er Jahre nicht mehr möglich. Inzwischen werden die Forschungsarbeiten ganz überwiegend durch vom Institut eingeworbene Drittmittel ermöglicht.

Die heutige Betriebsorganisation des Lindhofs umfasst neben dem Anbau von Marktfrüchten eine Mutterkuhhaltung mit 20 Kühen der Rasse Limousin zur Zuchtvieh- und Rindfleischproduktion. Dazu kommen die Betriebszweige Sauenhaltung (Freilandhaltung), Schweinemast (im Stall), sowie ein kleines Legehennenvolk. 1999 wurde ein Hofladen eröffnet, in dem neben einem vollständigen Naturkostsortiment auch eigene Produkte wie Kartoffeln, Fleisch, Eier und Honig vermarktet werden.

War der Lindhof in den 1970er und 1980er Jahren ein Anlaufpunkt für jährlich bis zu 2.000 Fachbesucher, die sich für Kälberaufzucht und Bullenmast interessierten, so sind es nun ebenso viele Landwirte, Fachberater, Schüler- und Studentengruppen, die sich auf dem Lindhof über den Ökologischen Landbau informieren. Neben individuellen Führungen, Seminaren und Workshops findet seit 1998 an jedem ersten Sonntag im Juli ein Hoffest statt, auf dem sich Öffentlichkeit und Fachbesucher einen Überblick über den Betrieb und aktuelle Forschungsprojekte verschaffen können. Dieser „Tag der offenen Tür“ hat sich mit einer in den vergangenen Jahren jeweils vierstelligen Zahl an Besuchern zu einem in ganz Schleswig-Holstein bekannten Event etabliert.

Literatur zu Kapitel 1

Holst und Rühls (1993)
Mues und Schoß (2006)
Schütz (2003)
Ziogas (1995)



Philosophie der Bewirtschaftung des Versuchsgutes Lindhof: Ökologischer Landbau auf höchstem Niveau

Prof. Dr. Friedhelm Taube

Als eines von drei Versuchsgütern der Universität Kiel ist der Lindhof dem ökologischen Landbau gewidmet, während das Versuchsgut Hohenschulen Ackerbau und Schweinehaltung betreibt, und der Versuchsbetrieb Karkendamm der Milchviehhaltung und dem Futterbau gewidmet ist.

Ziel des Betriebes Lindhof ist es nicht nur, nach den Richtlinien des ökologischen Landbaus zu wirtschaften, sondern zu zeigen, dass es möglich ist, durch geschickte Verknüpfung von Tierhaltung, Fruchtfolgegestaltung und Kulturartenauswahl Leistungen zu erzielen, die möglichst nah an das Ertragsniveau konventioneller Systeme heranreichen. Während in konventionellen Anbausystemen die Spezialisierung auf Ackerbau einerseits und Tierhaltung andererseits die effiziente Nutzung organischer Dünger aus der Tierhaltung einschränkt sowie den Pflanzenschutzmittel- und Energieeinsatz erhöht, wirtschaftet der Lindhof nach einem integrierten Ansatz, der die organischen Dünger aus der Tierhaltung möglichst effizient nutzt und Nährstoffverluste minimiert. Mit der Etablierung der Ferkelerzeugung und Schweinemast auf dem Lindhof im Jahr 2006 ist der Tierbesatz auf die Zielgröße von fast einer Großvieheinheit je Hektar angestiegen. Die anfallenden organischen Dünger sollen zur weiteren Ertrags- und Qualitätssteigerung insbesondere im Getreide- und Kartoffelanbau dienen und so im Durchschnitt aller Produktionszweige die Ertragsreduktion gegenüber konventionellen Anbauverfahren auf ca. 25% begrenzen. In Verbindung mit den wesentlich höheren Erzeugerlösen für ökologisch erzeugte Produkte ist dies eine Strategie zur nachhaltigen Wirtschaftlichkeit der Produktionsverfahren bei größtmöglicher Schonung der Umwelt und



Blick auf die Zufahrt zum Lindhof, im Vordergrund das Haldrup-Trägerfahrzeug zur Versuchsanlage und -pflege.

Ertrags- und Leistungskenngrößen des Lindhofs heute und Zielgrößen in fünf Jahren – jeweils im Vergleich zu konventionell angebauten Kulturen (rel. = 100).

Pflanzenbau (Ertrag), Tierhaltung (Leistungsparameter)	Lindhof		Relation zur konventionellen Landwirtschaft	
	Ist (2006)	Ziel (2011)	Ist (2006)	Ziel (2011)
Kleegrass [dt TM/ha netto]	75	80	90	90
Hafer [dt/ha]	60	60	90	90
Kartoffeln [dt/ha]	220	280	50	55
Körnererbsen [dt/ha]	38	40	90	90
Winterweizen [dt/ha]	38	50	40	55
Ferkel je Sau und Jahr	20	22	90	90
tägl. Zunahme Schweineendmast [g/Tag]	700	750	95	95
tägl. Zunahme Rindermast [g/Tag]	1400	1450	90	90

unter Einhaltung tiergerechter Haltungsverfahren auf dem Lindhof.

Auf dem Lindhof soll gezeigt werden, dass es sehr wohl Alternativen zur weiteren Spezialisierung und zum steigenden Energieverbrauch in konventionellen Systemen gibt:

„Integrated farming systems“ ist die Bezeichnung in der englischsprachigen Literatur, die diesen Weg weist. Dies bedeutet nicht zurück zum „romantischen Bauernhof der Vergangenheit“ mit einer Diversifizierung der Produktionspalette, sondern es bedeutet die intelligente Verknüpfung von Pflanzenbau, Tierhaltung und Direktvermarktung bei geringem Energieverbrauch und geringer Nährstoffzufuhr von außen. Soll der ökologische Landbau auch in Zukunft als ressourceneffizient und umweltschonend wahrgenommen werden, gibt es zum integrierten Ansatz keine Alternative. Eine Betriebspezialisierung in Richtung ökologischer Ackerbau ist mit geringen N₂-Fixierungsleistungen der Leguminosen und hohen Energiekosten je Produkteinheit verbunden und gefährdet langfristig auf vielen Betrieben die Bodenfruchtbarkeit, wie Ergebnisse aus dem COMPASS-Projekt zeigen (siehe Kapitel 9). Eine Spezialisierung auf ökologische Tierhaltung, wie z.B. im Bereich der Milchproduktion, ist zunehmend zu beobachten, führt allerdings zu ähnlichen Problemen in Bezug auf Nährstoffverluste, wie sie in der spezialisierten Tierhaltung auf konventionell wirtschaftenden Betrieben belegt sind. Der ökologisch wirtschaftende Betrieb wird langfristig nur als Gemischtbetrieb mit einem angemessenen Verhältnis der Erzeugung tierischer und pflanzlicher Produkte seinem Anspruch gerecht.

Für den Lindhof bedeutet dies, dass die Fruchtfolge durchschnittlich 40% Leguminosen mit entsprechender Stickstofflieferung enthält. Futterleguminosen werden durch die Rinder- und Sauenfütterung, Körnerleguminosen durch die Schweinemast veredelt. So werden maximale Stickstofffixierungsleistungen durch die Pflanzenbestände ebenso sichergestellt wie eine ausgewogene weitgehend hofeigene Fütterung der Tierbestände. Die organischen Dünger dienen der Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit (Mist) bzw. der gezielten Bestandesführung im Getreide (Gülle, Jauche). Die obige Tabelle gibt einen Überblick über das Leistungsniveau der verschiedenen Betriebszweige des Lindhofs im Ist-Zustand sowie die Zielgrößen der nächsten 5 Jahre im Vergleich zu konventionellen Verfahren. Der Lindhof nimmt damit den Anspruch eines Versuchs- und Modellbetriebs im ökologischen Landbau wahr, der den wirtschaftenden Betrieben im Lande zukünftige ökonomisch konkurrenzfähige Anbauverfahren aufzeigt, ohne die Ansprüche an den biotischen und abiotischen Ressourcenschutz zu verletzen.

Forschungsprojekte 1997 - 2007

2 >

Projektverzeichnis

Die in den Kapiteln 3-10 dargestellten Forschungsergebnisse des Forschungsschwerpunktes „Ökologischer Landbau und extensive Landnutzungssysteme“ wurden unter anderem in den im Folgenden aufgeführten Drittmittelprojekten des Instituts für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung - Abt. Grünland und Futterbau/Ökologischer Landbau (GFO) - erzielt. Forschungsarbeiten, die aus dem eigenen Institutsetat finanziert wurden, sowie Eigen- und Drittmittelprojekte anderer Institute sind in der Auflistung nicht genannt.

Ausführlichere Ergebnisdarstellungen sowie Details zur Versuchsanlage und Versuchsdurchführung sind der entsprechenden wissenschaftlichen Literatur zu entnehmen, auf die am Ende eines jeden Kapitels verwiesen wird.

Für die Koordinierung sämtlicher Feldversuche auf dem Versuchsgut Lindhof sowie für die wissenschaftliche Auswertung eines erheblichen Teils der durchgeführten Forschungsprojekte ist seit 1998 Dr. Ralf Loges, wissenschaftlicher Assistent am GFO, verantwortlich (siehe auch Literaturverzeichnis). Als weitere wissenschaftliche Assistenten in Forschung und Lehre zum ökologischen Landbau waren bzw. sind am GFO tätig:

- Dr. Herwart Böhm (bis 2001, Forschungsschwerpunkt: ökologischer Kartoffelanbau)
- Dr. Martin Gierus (seit 2002, Forschungsschwerpunkt: Futterqualität von Leguminosen).

Drittmittelprojekte

● EU-Projekt COST 814 (1997-2000):

„Crop development for the cool and wet regions of Europe“ (Kooperationsprojekt mit wissenschaftlichen Instituten aus 10 weiteren EU-Staaten).

Untersuchte Parameter: Überwinterung und Frühjahrsentwicklung von Weißklee (Arbeitsgruppe innerhalb des Projektes)

Projektleiter am GFO: Prof. Dr. Michael Wachendorf, Prof. Dr. Friedhelm Taube

Projektbearbeiter am GFO: Dr. Stefanie Puzio, Prof. Dr. Michael Wachendorf

Projektpartner: Institute aus 10 EU-Staaten

Finanzierung: EU

● EU-Projekt FAIR 5 (1998-2001):

„European farms for effective clover technology“ (Kooperationsprojekt mit wissenschaftlichen Instituten aus 4 weiteren EU-Staaten).

Untersuchte Parameter: Etablierungsmethoden von Weißklee auf Dauergrünland.

Projektleiter am GFO: Prof. Dr. Michael Wachendorf, Prof. Dr. Friedhelm Taube

Projektbearbeiter am GFO: Dr. Julia Baade

Projektpartner: Institute aus 4 EU-Staaten

Finanzierung: EU

● Projekt CONBALE (1998-2002):

Vergleich konventioneller und ökologischer Ackerbau-Fruchtfolgesysteme auf dem Versuchsgut Lindhof.

Untersuchte Parameter: Erträge, Nitratauswaschung

Projektleiter: Dr. Ralf Loges, Prof. Dr. Friedhelm Taube

Projektbearbeiter: Dr. Iris Ruhe

Finanzierung: ABM-Stelle, Sachmittel: Ministerium für Umwelt des Landes Schleswig-Holstein

● Projekt „Grünroden“ (1999-2001):

Optimierung der Pflanzguterzeugung von Kartoffeln im ökologischen Landbau durch den Einsatz eines dreigeteilten Ernteverfahrens („Grünroden“).

Untersuchte Parameter: Erträge, Qualitäten, Blattlausbefall, Virusbefall der Knollen

Projektleiter: Dr. Herwart Böhm, Prof. Dr. Friedhelm Taube

Projektbearbeiter: Susanne Fittje

Projektpartner: KTBL-Station Dethlingen, Maschinengenossenschaft Wesselburener Koog, Ökoring Schleswig-Holstein, Fa. Samka Vejle A/S

Finanzierung: Bundesanstalt für Ernährung und Landwirtschaft (BLE)

● Projekt Hof Ritzerau (seit 2001):

Auswirkungen der Umstellung von konventionellem auf ökologischen Landbau (Kooperationsprojekt unter Koordination des Ökologiezentrums Kiel ÖZK).

Untersuchte Parameter am GFO: Anbausystem „Bi-Cropping“, Wirtschaftsdüngung zu Winterweizen, Winterweide von Rindern, Klee-grasmanagement, N-Auswaschung

Projektleiter am GFO: Dr. Ralf Loges, Prof. Dr. Friedhelm Taube

Projektbearbeiter am GFO: Dr. Helge Neumann („Bi-Cropping“), Derk Westphal

Projektpartner: Ökologiezentrum Kiel (ÖZK, Koordination des Gesamtprojektes)

Finanzierung: Prof. Dr. h.c. Günther Fielmann

URL: www.ecology.uni-kiel.de/ritzerau

● EU-Projekt COST 852 (seit 2002):

Identifizierung von Leguminosenarten zur Beweidung im ökologischen Landbau (Kooperationsprojekt mit wissenschaftlichen Instituten aus 10 weiteren EU-Staaten).

Untersuchte Parameter: Ertrag und Futterqualität unterschiedlicher Leguminosenarten in Reinsaat und Gemenge unter variiertem Nutzungsintensität.

Projektleiter am GFO: Dr. Martin Gierus, Prof. Dr. Friedhelm Taube

Projektbearbeiter am GFO: Birgit Eickler, Jana Kleen

Projektpartner: Institute aus 10 EU-Staaten

Finanzierung: EU, Marie-Curie-Stiftung*, H. Wilhelm Schaumann Stiftung*

(*: Doktorandenstipendien)

URL: www.iger.bbsrc.ac.uk/COST_852/participants_information.htm

● Projekt ØKO-QUALITÄT (2002-2006):

Entwicklung stickstoffeffizienter ökologischer Anbausysteme zur Produktion von Qualitätsweizen und Raps durch gemeinsamen Anbau mit Zwischenfrüchten.

Untersuchte Parameter: Erträge, Qualitäten, N-Auswaschung

Projektleiter am GFO: Dr. Ralf Loges, Prof. Dr. Friedhelm Taube

Projektbearbeiter am GFO: Inken Mauscherling

Projektpartner: Danmarks Jordbrugsforskning (DJF), Versuchsstation Årslev

Finanzierung: EU-INTERREG III A-Programm (Kooperationsprojekt der Regionen K.E.R.N. und Fyns Amt (Fünen/Dänemark))

● Projekt COMPASS (2004-2007):

Vergleich konventioneller und ökologischer Praxisbetriebe in Schleswig-Holstein.

Untersuchte Parameter am GFO: Erträge, N-Bilanzen, N-Auswaschung, Artenvielfalt auf dem Dauergrünland (Teilprojekt A)

Projektleiter: Prof. Dr. Friedhelm Taube, Prof. Dr. Joseph-Alexander Verreet

Projektbearbeiter am GFO: Dr. Michael Kelm

Projektpartner: Institut für Phytopathologie der CAU Kiel (pilzliche Krankheitserreger, Unkrautbesatz, Mykotoxine und Pflanzenschutzmittelrückstände im Winterweizenanbau; Pflanzenschutzmittelrückstände im Sickerwasser), Institut für Tierzucht und Tierhaltung der

CAU Kiel (Tiergesundheit, Antibiotikarückstände in der Gülle und im Sickerwasser)
Finanzierung: Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, Landwirtschaftliche Rentenbank Frankfurt/Main, Stiftung Schleswig-Holsteinische Landschaft, H. Wilhelm Schaumann-Stiftung (nur Teilprojekt Tiergesundheit)
URL: www.uni-kiel.de/compass

● **Projekt AVI-LAND (2005-2008):**
Analyse der Auswirkungen unterschiedlicher landwirtschaftlicher Flächennutzungen und Naturschutzmaßnahmen auf die Vogelfauna.

Untersuchte Parameter: Artenvielfalt von Feldvögeln und Wildkräutern, Bruterfolg von Feldvögeln

Projektleiter am GFO: Dr. Ralf Loges, Prof. Dr. Friedhelm Taube

Projektbearbeiter am GFO: Dr. Helge Neumann

Projektpartner: Leif Bisschop-Larsen (Fyns Amt)

Finanzierung: EU-INTERREG III A-Programm (Kooperationsprojekt der Regionen K.E.R.N. und Fyns Amt (Fünen/Dänemark))

URL: www.grassland-organicfarming.uni-kiel.de/aviland.html

● **Projekt „Plants for Health“ (2005-2008):**
Produktion und Weiterverarbeitung von Pflanzen mit bioaktiven Inhaltsstoffen zur Vorbeugung und Behandlung von Diabetes II.

Untersuchte Parameter: Identifikation, Anbau, Ernte, Verarbeitung und Wirkungsweise von Pflanzen mit Inhaltsstoffen zur Diabetesvorbeugung und -behandlung.

Projektleiter am GFO: Dr. Ralf Loges, Prof. Dr. Friedhelm Taube

Projektbearbeiter am GFO: Viola Jung, Mareike Goeritz

Projektpartner: Institut für Humanernährung und Lebensmittelkunde der CAU Kiel; Danmarks Jordbrugsforskning (DJF, Versuchsstation Årsløv; seit 1. Januar 2007 zur Universität Århus); Universität von Süddänemark, Odense

Finanzierung: EU-INTERREG III A-Programm (Kooperationsprojekt der Regionen K.E.R.N. und Fyns Amt (Fünen/Dänemark))

● **DBU-Projekt zur Nachhaltigkeitsbewertung (2004-2007):**
Indikatorgestützte Bewertung der Nachhaltigkeit in spezialisierten Grünland-Futterbaubetrieben (Stipendienschwerpunkt).

Untersuchte Parameter: Entwicklung eines Systems zur Nachhaltigkeitsbewertung spezialisierter Grünland-Futterbaubetriebe, Auswirkungen des Umbruchs von Dauergrünland.

Projektleiter am GFO: Prof. Dr. Friedhelm Taube

Projektbearbeiter am GFO: Katharina Treyse

Projektpartner: ATB Potsdam-Bornim, wissenschaftliche Institute mehrerer Universitäten innerhalb Deutschlands

Finanzierung: Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU)



Feldversuche: Versuchstechnik und aktuelle Versuche (2007)

Versuchstechnik

- Groblabor (Umbau des ehemaligen Kälberstalles) mit Kühl-, Gefrier- und Warmlufttrocknungsmöglichkeiten zur Aufbereitung und Lagerung von Boden- und Pflanzenproben, Wurzelwaschanlage, Werkstatt
- Niederschlags-Simulationsanlage (Umbau eines alten Gärsiloturms, Nutzung durch die Fachabteilung Hydrologie und Wasserwirtschaft des Ökologiezentrums (ÖZK) der CAU)
- mehrere automatische Wetterstationen
- Maschinen (z.T. in Gemeinschaft mit dem CAU-Versuchsgut Hohenschulen):
 - Haldrup-Trägerfahrzeug (80 PS)
 - Fendt-Geräteträger (35 PS)
 - Parzellen-Sämaschine (Wintersteiger)
 - Parzellenmähdrescher und Parzellen-Futtermolter (Haldrup)
 - Parzellen-Gülleausbringungstechnik
 - Bodenprobenbohrer und -entnahmeggerät
 - 3m Federzahnegge und Hackmaschinen

Aktuelle Feldversuche (2007)

- Klee gras: Effekte der Bewirtschaftung (1. Vergleich von Ansaatmischungen, 2. Vergleich von Pflege- und Erntemaßnahmen, 3. Rotklee-Sortenvergleich)
- Wiesenkräuter: Einfluss von Kräuterart und Bewirtschaftung auf Ertrag und Qualität
- Heilpflanzen-Anbauversuche (EU-INTERREG III A-Projekt)
- Optimierung des ökologischen Weizenanbaus (1. Gemeinsamer Anbau mit Zwischenfrüchten, 2. Variation der Bodenbearbeitung, 3. Variation des Reihenabstandes)
- Wirkung von Kainit auf Beikräuter: Versuch im Winterweizen mit gezielter Ansaat von Beikräutern
- Versuch zum Umbruch bzw. zur Erneuerung von Dauergrünland
- Silomais-Sortenversuch der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein

- Boden-Dauerbeobachtungsflächen des Landesamtes für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein
- Anbauversuch mit Buchweizen
- Monitoring-Versuch zum Einfluss der Freilandhaltung von Sauen auf den Stickstoffhaushalt der beweideten Flächen

Methodik

Zu Beginn der Forschungstätigkeiten im Rahmen des Forschungsschwerpunktes ökologischer Landbau und extensive Landnutzungssysteme stand auf dem Versuchsgut Lindhof nur eine vergleichsweise bescheidene Infrastruktur zur Durchführung von Feldversuchen zur Verfügung. Dies änderte sich mit dem Umbau des ehemaligen Kälberstalles zum Groblabor, in dem Pflanzen- und Bodenproben vor Ort aufbereitet und gelagert werden können. Aus Eigen- und Drittmitteln wurden sukzessiv die nötigen Maschinen und Geräte zur Anlage, Pflege und Beprobung/Berentung von Feldversuchen beschafft (siehe Liste).

Saugkerzen

Der Einsatz von Saugkerzen ist unter Feldbedingungen die praktikabelste und genaueste Methode, um Stoffflüsse in Böden zu erfassen. Die Saugkerze, die aus porösem Silikatglas oder Keramik besteht, wird unterhalb des Wurzelhorizonts in ca. 80 cm Tiefe installiert. Über ein Vakuum tritt Bodenwasser in die Saugkerze ein, und wird durch eine Schlauchleitung zur Sammelflasche geführt. Dort wird das Wasser in regelmäßigen Abständen entnommen, und im Labor auf die Konzentrationen an gelösten Stoffen untersucht. Aus den Stoffkonzentrationen und der Menge an Sickerwasser, welche sich aus der täglichen Differenz zwischen Niederschlag und Verdunstung - modifiziert um boden- und bestandesspezifische Parameter - errechnet, ergeben sich die Gesamtfrachten (Mengen) an ausgewaschenen Stoffen während einer Sickerwasserperiode, die unter Schleswig-Holsteinischen Bedingungen je nach Witterung etwa von Oktober/November bis März/April dauert. Die Technik des Saugkerzeneinsatzes wurde am GFO seit Ende der 1990er Jahre stetig weiterentwickelt. Inzwischen werden auch komplexe Saugkerzenanlagen - beispielsweise im unterirdischen Einbau zur ganzjährigen, elektronisch gesteuerten Sickerwasserentnahme - von den Versuchstechnikern des Lindhofs weitgehend in Eigenleistung hergestellt.



Haldrup-Trägerfahrzeug (im Bild mit Bestelltechnik; Beteiligung von Mitarbeitern des Forschungsschwerpunktes an der Konstruktion bei der Firma J. Haldrup A/S, Løgstør, Dänemark)



INTERREG III A-Projekt „Öko-Qualität“ im Versuchsjahr 2005: ganz links: Winterrraps, links: schmalblättrige Lupine, mitte: Sommerweizen, rechts: Sommerrraps.



Saugkerze (im Bild mit Vakuumschlauch und Sammelflasche)



Grünlanderneuerungs-Versuch am 23. Mai 2007: 1. Schnitt der 2006 etablierten Varianten



Kleegras

3 >

Einleitung

Der Anbau von Kleegras hat im ökologischen Landbau eine zentrale Bedeutung. Ökologische Fruchtfolgen weisen in Norddeutschland je nach Betriebstyp i.d.R. einen Kleegrasanteil von 25-33 % auf. Die Nutzung des Kleegrases erfolgt durch Mahd (Gewinnung von Ackerfutter), durch Mulchen (Gründüngung) oder auch durch Beweidung. Rotkleegras stellt ein hochwertiges Raufutter für Wiederkäuer dar. Mais, der in der konventionellen Landwirtschaft die bedeutsamste Ackerfutterpflanze darstellt, ist aufgrund seiner potenziell hohen Energiegehalte und Energieerträge prinzipiell auch für den ökologischen Anbau interessant, in Schleswig-Holstein wird Silomais jedoch noch relativ selten ökologisch angebaut, da insbesondere das Management von Unkräutern Probleme bereitet (vgl. Kapitel 8). Der Kleegrasanbau trägt hingegen je nach Nutzungshäufigkeit dazu bei, die Ausbreitung von Unkräutern in der Fruchtfolge zu reduzieren. Da Kleearten als Leguminosen dazu befähigt sind, Luftstickstoff zu binden, liefern Kleegrasbestände des Weiteren einen wichtigen N-Input für die Fruchtfolge.

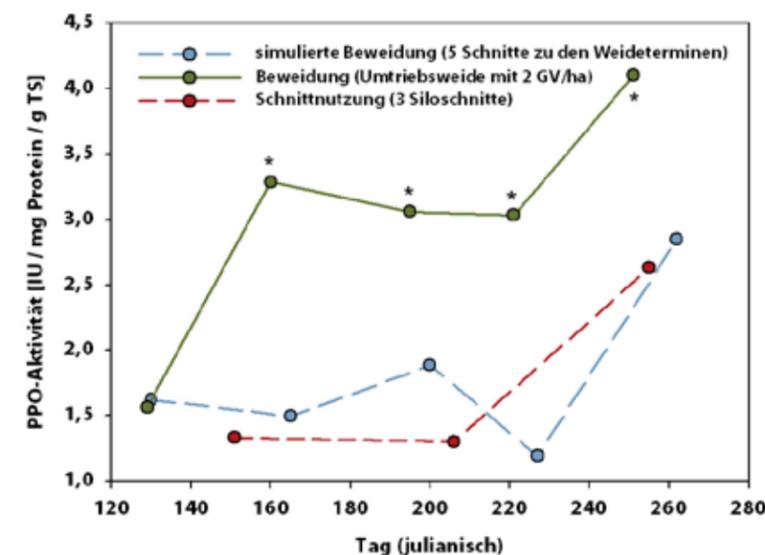
In Experimenten auf dem Versuchsbetrieb Hohenschulen der Universität Kiel wurde gezeigt, dass die Ertragsleistung und der N-Haushalt von Kleegras-Beständen unter den kühl-humiden Klimabedingungen Schleswig-Holsteins durch die Variation der Anbaufaktoren Leguminosenart, Begleitgrasart, Art der Nutzung, Dauer der Nutzung und Kleeanteil in der Saatmischung in weiten Bereichen beeinflusst werden können. Auf dem Lindhof wurden ausgehend von diesen Untersuchungen verschiedene Experimente zum ökologischen Anbau von Rotklee-Weidelgras-Gemengen durchgeführt. Ein Hauptfaktor der Versuche war die Art der Kleegrasnutzung. Neben den klassischen Nutzungssystemen der Schnitt- oder Mulchnutzung wurde ein Mischsystem geprüft, bei dem die ersten beiden Schnitte abgefahren wurden, die folgenden Aufwüchse jedoch auf der Fläche verblieben. Parallel zu der Art der Nutzung wurde als weiterer Faktor der Kleeanteil in der Saatmischung variiert.

In Fortsetzung der Versuche vom Lindhof wurde in dem Projekt „Hof Ritzerau“ ein Feldversuch durchgeführt, in dem die Auswirkungen der Nutzungssysteme „Mulchen“, „Schnitt“ und „Winterweide“ auf unterschiedliche Leguminosen-Gras-Bestände analysiert wurden. Vergleichsuntersuchungen zur Schnitt- und Sommerweidenutzung von Kleegrasbeständen waren Bestandteil von Experimenten, die auf dem Lindhof im Rahmen des EU-Projektes „COST 852“ („Quality Legume-Based Forage Systems for Contrasting Environments“) durchgeführt wurden, und in denen ebenfalls verschiedene Futterleguminosen-Grasgemenge geprüft wurden. In einem Teilerperiment des COST-Projektes wurde getestet, wie sich die unterschiedlichen Nutzungen auf die Aktivität des Enzyms Polyphenoloxidase (PPO) im Rotklee auswirken. Die PPO wirkt auf Diphenole und bildet Quinone, die mit Proteinen komplexieren und dadurch den raschen Proteinabbau im (Vor-)Magen von Wiederkäuern hemmen können. Eine hohe PPO-Aktivität könnte somit dazu beitragen, die Stickstoffnutzungseffizienz zu erhöhen bzw. den Anteil an Stickstoff, der durch die Tiere über den Harn ausgeschieden wird, zu reduzieren. In einem weiteren Projekt zur Futterqualität von Kleegrasbeständen wurde die Silagequalität und Siliereignung unterschiedlicher Rotklee- bzw. Luzerne-Grasmischungen getestet. Die Silierversuche wurden in Zusammenarbeit mit der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein durchgeführt.

Einfluss des Nutzungssystems

In den Rotkleegrasversuchen erzielten die Bestände mit Schnittgutabfuhr höhere Jahres-Sprossmassen und Jahres-Spross-N-Mengen als das zu Gründüngungszwecken angebaute reine Mulchsystem (Tabelle 3.1). Das Mischsystem wies für beide Parameter ähnliche Werte auf wie die reine Schnittnutzung. Die Gründüngung hinterließ im Herbst, kurz vor dem Umbruch

Abbildung 3.1: Einfluss der Art der Kleegrasbewirtschaftung auf die PPO-Aktivität im Rotklee (Versuchsjahr 2005; *, signifikante Unterschiede).



zur Folgefrucht, etwas höhere Rest-N-Mengen (Sprossmasse, Wurzeln und ggf. Mulch) als die Schnittnutzung. Das Mischsystem nahm eine Mittelstellung ein. Der Boden-N_{min}-Gehalt, der an demselben Tag wie die Rest-N-Menge bestimmt wurde, zeigte sich nicht durch die Art der Kleegrasnutzung beeinflusst. Die ausschließlich gemulchten Bestände waren durch geringere Kleeanteile sowie eine deutlich geringere Jahres-N₂-Fixierungsleistung gekennzeichnet. Die Bestände des Mischsystems fixierten etwas weniger Stickstoff als die reine Schnittnutzung, wiesen aber absolut gesehen dennoch hohe Werte auf (296 kg N/ha gegenüber 370 kg N/ha). Der vereinfachte N-Flächenbilanzsaldo (N₂-Fixierungsleistung abzüglich Sprossmasse-N-Abfuhr) ergab für die Kleegrasbestände, die ausschließlich gemulcht wurden, einen Überschuss von 65 kg N/ha, während für die Bestände mit Schnittgutabfuhr ein Saldo von +18 kg N/ha (Mischsystem) bzw. -22 kg N/ha (Schnittsystem) ermittelt wurde.

In den Untersuchungen zum Einfluss der Kleegrasnutzung auf die PPO-Aktivität im Rotklee zeichneten sich die beweideten Bestände im Vergleich zu der Schnittnutzung durch höhere Aktivitäten aus (Abbildung 3.1). Zudem war bei allen Nutzungssystemen ein Anstieg in der PPO-Aktivität zum Ende der Vegetationsperiode zu beobachten. Die Nutzung von Herbstaufwüchsen, die i.d.R. hohe Rohproteingehalte aufweisen, lässt somit eine hohe Stickstoffnutzungseffizienz erwarten.

Tabelle 3.1: Einfluss unterschiedlicher Rotkleegrasnutzungssysteme auf ausgewählte Untersuchungsparameter

(Mittel der Versuchsjahre 1998 und 1999 sowie von vier unterschiedlichen Ansaatmischungen, signifikante Unterschiede sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet, keine Buchstabenverteilung: keine signifikanten Unterschiede).

Nutzungssystem (S: Schnitt, M: Mulchen)	Jahres-Sprossmasse-Ertrag ¹ g TM/m ²	Jahres-N-Ertrag ¹ g/m ²	N ₂ -Fixierung g/m ²	N in Residuen ² g/m ²	Boden-N _{min} -Wert ² kg/ha
Schnittsystem (3 x S, 1 x M)	1260,0 ^a	32,90 ^a	37,03 ^a	13,07 ^b	33,42
Mischsystem (2 x S, 2 x M)	1244,1 ^a	32,19 ^a	29,59 ^b	14,33 ^{ab}	38,42
Mulchsystem (4 x M)	1054,0 ^b	27,36 ^b	6,50 ^c	15,75 ^a	37,57

¹ potenziell erntbar

² zum Zeitpunkt der Ansaat von Folgefrüchten im Herbst

Einfluss der Saatmischung

Die Variation des Rotkleeanteils in der Ansaatmischung bestätigte die Ergebnisse, die in den Versuchen auf Hohenschulen ermittelt wurden. So wurden mit zunehmendem Kleeanteil steigende Jahres-N-Erträge und steigende N_2 -Fixierungsleistungen erzielt. Der Boden- N_{min} -Gehalt war hingegen umso höher, je mehr Rotklee in der Ansaatmischung enthalten war. In den Silierversuchen wurden mit zunehmendem Kleeanteil in der Siliermischung deutlich steigende Rohproteingehalte erzielt. Die Energiedichte und die Silierfähigkeit nahmen im Gegenzug mit steigendem Kleeanteil deutlich ab.

Einfluss der Leguminosenart

Ausgehend von den Experimenten auf dem Versuchsbetrieb Hohenschulen wurden auch auf dem Lindhof verschiedene Leguminosenarten (Rotklee, Weißklee, Luzerne, Hornschotenklee) auf ihre Eignung für den Kleeergrasanbau überprüft. In einem zweijährigen Feldversuch wurde getestet, wie sich eine Schnittnutzung im Vergleich zu einer Weidenutzung auf verschiedene Leistungsparameter auswirkt. Hauptziel der Untersuchungen war die Analyse der Effekte auf futterqualitätsbestimmende Parameter, speziell auf sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe (Tannine und PPO, siehe oben).

Die vier geprüften Leguminosen/Weidelgras-Gemenge erzielten bei einer 3-Schnittnutzung vergleichbare Trockenmasse- und N-Jahreserträge. Bei der ebenfalls geprüften 5-Schnittnutzung blieb der Hornklee jedoch hinter den Leistungen der anderen Arten zurück. Unter Weidenutzung wies das Weißklee/Gras-Gemenge die höchste Leistungsfähigkeit auf. Ergebnisse zu Einflüssen auf den Gehalt bzw. die Aktivität an sekundären Pflanzeninhaltsstoffen liegen bisher nicht vor (zum Rotklee siehe oben, Abbildung 3.1).

In einem weiteren Experiment wurde die Veränderung der Rohproteinfraktionen A (nicht-Protein-Stickstoff, NPN), B (potenziell im Pansen abbaubares Protein) und C (unabbaubares Protein) im Primäraufwuchs von Weißklee, Rotklee, Hornklee, Luzerne und Kaukasusklee bestimmt, wobei die Leguminosen jeweils im Gemenge mit Deutschem Weidelgras angebaut wurden. Rotklee und Hornklee wiesen im Vergleich zum Weißklee einen geringeren Anteil der Fraktion A und einen höheren Anteil der Fraktion C auf, was für beide Arten einen positiven Einfluss auf die N-Verwertungseffizienz von Wiederkäuern erwarten lässt. Eine mögliche Erklärung für die Unterschiede zum Weißklee könnte in der PPO-Aktivität (Rotklee) bzw. in dem Gehalt an kondensierten Tanninen (Hornklee) liegen.

In den Winterweideversuchen auf dem Hof Ritzerau wurden die Leguminosenarten Weißklee, Rotklee und Luzerne im Gemenge mit Deutschem Weidelgras oder Rohrschwengel geprüft. Die Kleeergrasmischungen mit Weißklee oder Rotklee erwiesen sich im Vergleich zur Luzerne als besser geeignet für eine späte Beweidung im Winter, da die Energiegehalte der Luzerne zu niedrig waren, als dass der Erhaltungsbedarf von Wiederkäuern hätte gedeckt werden könnte. Die Begleitgrasart hatte unter den gegebenen Bedingungen nur einen geringen Einfluss auf die erhobenen Parameter. Rohrschwengel, der aufgrund seiner Winterhärte unter kontinentalen Klimabedingungen als besonders geeignet für eine Winterweidung gilt, zeigte im Spätherbst und Winter in Bezug auf den Ertrag und die Futterqualität keine Vorteile gegenüber dem Deutschen Weidelgras.

In den Silierversuchen erwies sich die Luzerne gegenüber dem Rotklee als deutlich proteinreicher, die Luzernesilagen waren jedoch energieärmer, was v.a. auf eine schlechtere Silierfähigkeit zurückzuführen war.

Entwicklung wissenschaftlicher Methoden

Methodische Aspekte der Bestimmung der symbiotischen Stickstofffixierungsleistung von Leguminosen

Die Luftstickstoffbindung der Leguminosen (Schmetterlingsblütler) stellt die wichtigste Stickstoffquelle des ökologischen Landbaus dar. Bei gegebenen Standortverhältnissen wird die Stickstofffixierungsleistung vor allen Dingen durch die Wahl der Leguminosenart sowie durch Bewirtschaftungsmaßnahmen wie z.B. die N-Düngung, die Nutzungsform und die Zusammensetzung der Ansaatmischung bestimmt (siehe oben).

Während die Höhe der mineralischen N-Düngung, die auf konventionellen Betrieben die Hauptstickstoffquelle darstellt, stets genau bekannt ist, gilt die Erfassung der symbiotischen N_2 -Fixierung der Leguminosen als extrem schwierig und ungenau. Derzeit steht kein direktes Verfahren für die Erfassung der N_2 -Fixierung zur Verfügung, so dass auf indirekte Verfahren zurückgegriffen werden muss (Differenzmethoden bzw. $15N$ -Techniken). Da diese Methoden extrem arbeits- und kostenaufwändig sind, ist ihre Anwendung in der landwirtschaftlichen Praxis nicht möglich.

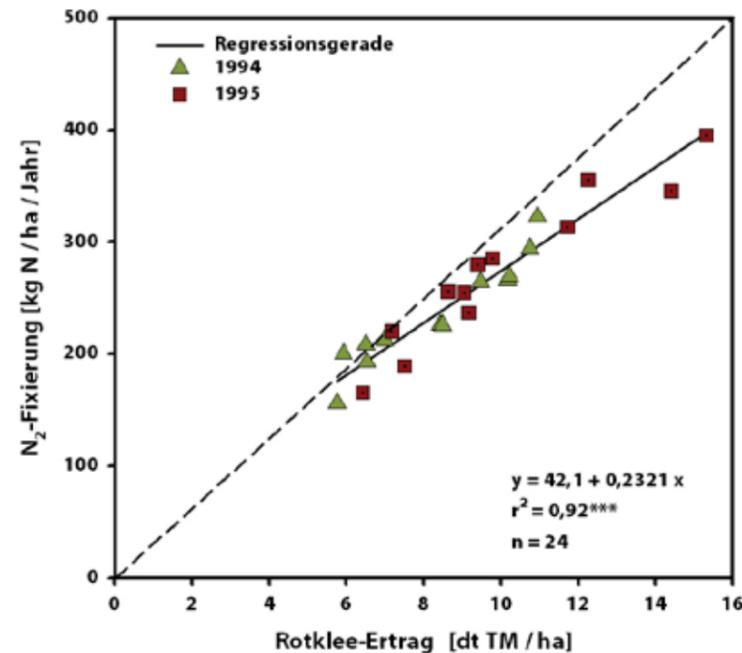
Ein Ziel der Untersuchungen auf dem Lindhof war es daher, statistisch gesicherte Beziehungen zwischen leicht zu erhebenden Pflanzenbestandsparametern (z.B. dem Ertrag) und der jeweils im Bestand gemessenen Stickstofffixierungsleistung zu ermitteln. Es sollten Schätzverfahren entwickelt werden, mit denen landwirtschaftliche Berater und Praktiker eine deutlich genauere Abschätzung der Luftstickstoffbindeleistung vornehmen können, als es derzeit mit ertrags- und standortunabhängigen Tabellenwerten möglich ist.

Basis der Modellentwicklung waren ökologisch bewirtschaftete Feldversuche auf den Versuchsbetrieben Lindhof, Hohenschulen und Ritzerau, in denen die Faktoren Leguminosenart, Nutzungsart und Bestandesalter variiert wurden (siehe Kapitel 3 und 5). Als Beispiel für die ermittelten Beziehungen ist in Abbildung 3.2 der gesicherte Zusammenhang zwischen dem Kleeertrag verschiedener einjähriger schnittgenutzter Kleeergrasbestände und der tatsächlichen gemessenen N_2 -Fixierungsleistung dargestellt. Aufbauend auf den in der Gruppe GFO ermittelten Zusammenhängen wurde in enger Kooperation mit dänischen Wissenschaftlern ein Berechnungsmodell zur Vorhersage der Stickstofffixierungsleistung entwickelt. Das Modell wurde international veröffentlicht und gilt in Dänemark mittlerweile als Standardverfahren. In Schleswig-Holstein wird das Modell derzeit in die Richtwerte für die Düngung integriert.

Methodische Aspekte zur Bestimmung der Futterqualität von Leguminosengrasbeständen

Kleeergrasbestände stellen im ökologischen Landbau nicht nur die bedeutsamste Stickstoffquelle dar, sondern liefern gleichzeitig auch die wichtigste Futtergrundlage für Wiederkäuer. Der Erfolg in der Wiederkäuerhaltung wird durch eine optimale Zusammenstellung der Futtermittel bestimmt, welche wiederum eine möglichst genaue Kenntnis der Futterqualität des jeweiligen Grundfutters voraussetzt. Qualitätsparameter wie z.B. der Proteingehalt, der Energiegehalt, die Verdaulichkeit und der Gehalt an Rohfaser, können im Labor nasschemisch bestimmt werden, die Analysen sind jedoch sehr zeit- und kostenintensiv. In der Gruppe GFO wurden deshalb Methoden entwickelt, die möglichst schnell, zuverlässig und kostengünstig die erforderlichen Informationen zur Futterqualität liefern. Durch die verschiedenen Forschungsarbeiten des Instituts fallen alljährlich über 10.000 Futterproben an, die auf ihre Inhaltsstoffe im eigenen Labor analysiert werden müssen. Die Modellentwicklung diente somit auch dazu, die eigenen

Abbildung 3.2: Beziehung zwischen dem Klee-Ertrag von Rotkleeertragbeständen im ersten Hauptnutzungsjahr und deren symbiontischer Stickstofffixierungsleistung (ermittelt mit der 15N-Verdünnungsmethode).



Forschungsarbeiten zu optimieren.

Die Schnellbestimmungsmethoden wurden für die folgenden Parameter kalibriert: Rohproteingehalt, Gehalt an verdaulichem Protein und nutzbarer Energie (NEL), Fasergehalte (ADF, NDF, Lignin), sowie der Kleeanteil am Trockenmasseertrag. Die Kalibration erfolgte mit dem physikalischen Verfahren der Nahinfrarotspektroskopie (NIRS), bei dem die Inhaltsstoffe einer Probe anhand der Auswertung der Absorption kurzwelliger Infrarotstrahlung bestimmt werden. Die Daten, die in den umfangreichen Feldversuchen zum Kleeergrasanbau erhoben wurden (siehe Kapitel 3), dienten weiterhin der Kalibration von dynamischen Wachstumsmodellen, mit denen es gelingt, in Abhängigkeit von Bestandestyp, Standort und Witterung Vorhersagen zur vorherrschenden Futterqualität definierter Pflanzenbestände zu treffen.

Die entwickelten Wachstumsmodelle dienen nicht nur der Wissenschaft, sondern auch der praktischen Landwirtschaft. Durch die sogenannte „Reifeprüfung Grünland“ erhalten schleswig-holsteinische Landwirte über die Fachpresse Informationen zur aktuell vorherrschenden Futterqualität sowie zum optimalen Schnittzeitpunkt von Grünland- und Kleeergrasbeständen. Die erforderlichen Daten werden mit institutseigenen Modellen simuliert und basieren auf Bestandesparametern, dem bisherigen Witterungsverlauf sowie der Wettervorhersage.

Schlussfolgerungen

Die Kombination aus Schnitt- und anschließender Mulchnutzung, das Mischsystem, erzielte einen positiven N-Flächenbilanzsaldo bei gleichzeitig hoher N₂-Fixierungsleistung. Marktfruchtbetriebe, die bisher keine Verwendung für die Aufwüchse ihrer Kleeergrasflächen haben, können ihren N-Haushalt somit optimieren, wenn es gelingt, einen benachbarten Betrieb zu finden, der Kleeergrasaufwüchse im Austausch gegen nährstoffäquivalente Düngermengen abnimmt. Der

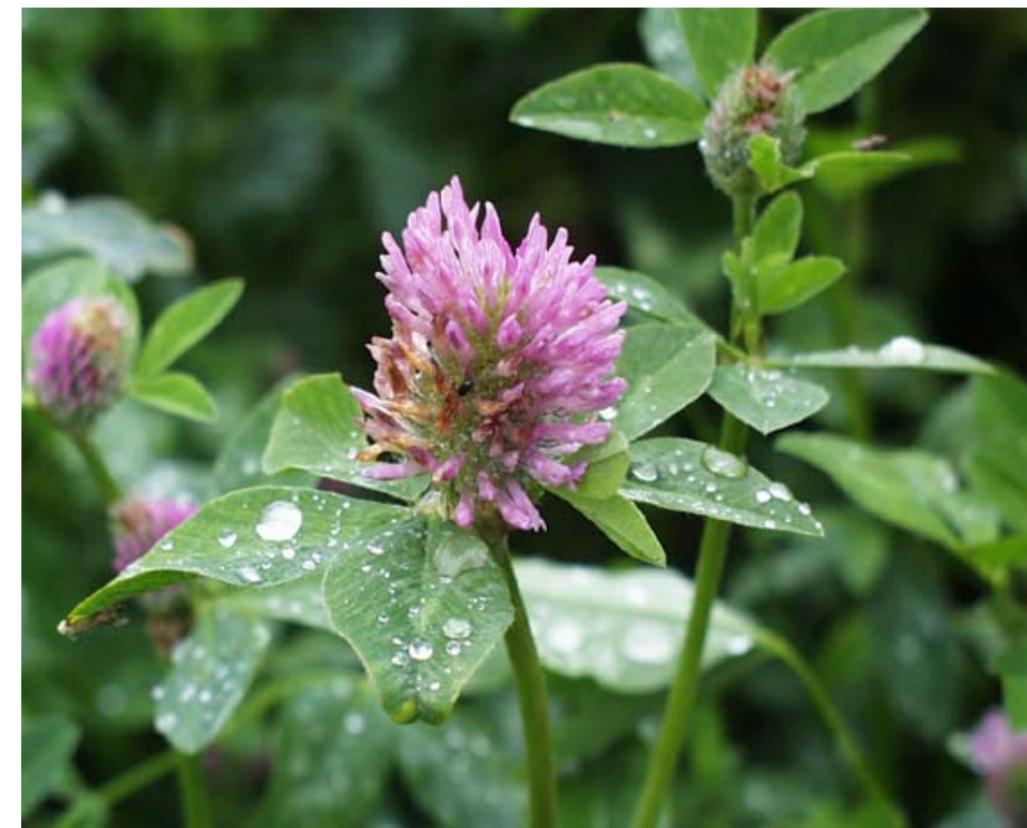
Anbau im Gemenge mit einem Gras ist insbesondere bei einer Mulchnutzung zu empfehlen, da durch das Gras im Boden freiwerdender Stickstoff abgeschöpft werden kann und so im Vergleich zur Leguminosenreinsaat N-Verluste reduziert werden können.

Schnittgenutzte Kleeergrasbestände bieten nach den bisher vorliegenden Ergebnissen eine gewisse Freiheit bei der Wahl der Leguminosenart. Wie die Ergebnisse zur Silierfähigkeit zeigen, ist insbesondere bei Beständen, die einen hohen Leguminosenanteil aufweisen, auf gute Witterungsbedingungen bei der Futterbergung zu achten. Für Kleeergrasbestände, die als Sommerweide genutzt werden, konnten in den bisherigen Versuchen keine Alternativen zum Weißklee ermittelt werden. Die Ergebnisse der Experimente zur Winterbeweidung deuten hingegen darauf hin, dass auch durch Gemenge mit Rotklee ausreichende Futterqualitäten erzielt werden können.

Ein Schwerpunkt der zukünftigen Untersuchungen zum Kleeergrasanbau wird darin liegen, Verfahren zu entwickeln, durch die der Gehalt bzw. die Aktivität von sekundären Pflanzeninhaltsstoffen (Tannine, PPO, siehe oben) optimiert werden können. Um zu überprüfen, inwieweit die Stickstoffnutzungseffizienz durch die genannten Inhaltsstoffe beeinflusst wird, werden die Ertragsleistung der Kleeergras-Folgefrucht sowie die Nitratauswaschung in der Sickerwasserperiode vor der Ansaat der Nachfrucht bestimmt. In laufenden Experimenten zur Futterqualität von Ackerfutterbaubeständen werden bisher nicht geprüfte Leguminosenarten (z.B. Esparsette und Schwedenklee) sowie Wiesenkräuter (z.B. Zichorie und Spitzwegerich) geprüft, von denen jeweils hohe Gehalte an sekundären Pflanzeninhaltsstoffen erwartet werden.

Literatur zu Kapitel 3

- Dreyman (2005)
- Gierus et al. (2005)
- Høgh-Jensen et al. (2004)
- Kaske (2000)
- Kleen et al. (2006, 2007)
- Loges (1998)
- Loges et al. (2000a, 2000b)
- Loges und Thaysen (2003)
- Westphal et al. (2007)
- Wichmann (2004)



Weizenanbau

4 >

Einleitung

Weizen nimmt auf ökologisch bewirtschafteten Betrieben unter den Getreidearten häufig die größte Anbaufläche ein. Aus ökonomischer Sicht ist insbesondere die Produktion von Backweizen interessant, da sich dieser im Vergleich zu Futterweizen mit Preisauflagen vermarkten lässt. Um Weizenpartien als Backweizen absetzen zu können, muss das Erntegut bestimmte Qualitätskriterien erfüllen (z.B. einen Mindestgehalt an Kornrohprotein). Die geforderten Qualitätsstandards lassen sich im ökologischen Anbau vielfach nicht erreichen, da leicht lösliche mineralische Stickstoffdüngemittel, welche eine gezielte Beeinflussung der Ertrags- und Qualitätsbildung ermöglichen, nicht eingesetzt werden dürfen. Die Stickstoffzufuhr durch die im ökologischen Anbau verfügbaren Nährstoffquellen (Boden, Ernterückstände der Vorfrucht, Wirtschaftsdünger) ist schwer zu kalkulieren, da die Witterungs- und Bodenbedingungen einen großen Einfluss auf die Stickstofffreisetzung haben. Auf Ökobetrieben, die keine Tiere halten, ist es besonders schwierig, die Getreidebestände bedarfsgerecht mit Stickstoff zu versorgen, da keine eigenen Wirtschaftsdüngemittel zur Verfügung stehen, die zur Bestandesführung eingesetzt werden könnten. Auf ökologisch bewirtschafteten Ackerbaubetrieben beschränken sich die Möglichkeiten der N-Zufuhr somit i.d.R. auf den Anbau von Leguminosen (siehe Kapitel 3 und 5) sowie den Zukauf von zugelassenen Handels- bzw. Wirtschaftsdüngemitteln.

Auf dem Lindhof wurden innerhalb der letzten zehn Jahre mehrere Projekte durchgeführt, die zum Ziel hatten, pflanzenbauliche Strategien zur Optimierung des ökologischen Weizenanbaus zu entwickeln. In verschiedenen mehrjährigen und mehrfaktoriellen Feldexperimenten wurden die folgenden Faktoren, die z.T. in Wechselwirkung zum Einsatz kamen, getestet:

- Fruchtfolgestellung und Vorfruchtmanagement
- Ansaatzeitpunkt
- Ansaatverfahren
- Beikrautregulierung
- Sortenwahl
- Wirtschaftsdüngung.

Ergebnisse: Fruchtfolgestellung und Vorfruchtmanagement

Die Fruchtfolgestellung hat sich in den Versuchen auf dem Lindhof als eine sehr bedeutsame Einflussgröße für den Erfolg im ökologischen Weizenanbau erwiesen. Die höchsten Weizenenerträge und Kornqualitäten wurden nach Leguminosenvorfrüchten, speziell nach über- bis mehrjährigen Klee grasbeständen erzielt. Weizenbestände, die nach Nicht-Leguminosen

Tabelle 4.1: Einfluss unterschiedlicher Rotklee grasnutzungssysteme auf ausgewählte Untersuchungsparameter der Nachfrucht Winterweizen
(Mittel der Versuchsjahre 1998/99 und 1999/2000 sowie von vier unterschiedlichen Ansaatmischungen und vier Gülledüngungsvarianten, signifikante Unterschiede sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet, keine Buchstabenverteilung: keine signifikanten Unterschiede)

Nutzungssystem Rotklee gras (S: Schnitt, M: Mulchen)	Untersuchungsparameter Nachfrucht Weizen				
	Kornertrag dt/ha	Kornrohprotein- gehalt %	Tausenkorn- gewicht (TKG) g	Ähren / m ²	Körner / Ähre
Schnittsystem (3 x S, 1 x M)	34,02	9,86 ^b	46,0	325	22,7
Mischsystem (2 x S, 2 x M)	36,45	10,04 ^a	45,8	330	24,0
Mulchsystem (4 x M)	34,30	10,15 ^a	45,5	321	23,2

Tabelle 4.2: Einfluss unterschiedlicher Rotklee grasnutzungssysteme auf ausgewählte Untersuchungsparameter der Nachfrucht Weizen
(Mittel der Versuchsjahre 2001/02 und 2002/03 sowie von zwei Ansaatterminen, signifikante Unterschiede sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet, keine Buchstabenverteilung: keine signifikanten Unterschiede)

Nutzungssystem Rotklee gras (S: Schnitt, M: Mulchen)	Untersuchungsparameter Nachfrucht Weizen				
	Kornertrag dt/ha	Kornrohprotein- gehalt %	Tausenkorn- gewicht (TKG) g	Ähren / m ²	Körner / Ähre
Schnittsystem (3 x S)	35,48	11,78 ^b	46,0	304 ^b	26,9 ^a
Mischsystem (2 x S, 1 x M)	34,56	11,92 ^b	45,5	331 ^{ab}	23,6 ^{ab}
Mulchsystem (3 x M)	36,81	12,47 ^a	45,9	369 ^a	21,8 ^b
Mulchsystem (1 x M)	36,37	12,69 ^a	45,8	360 ^a	22,6 ^b



angebaut wurden, erzielten deutlich geringere Erträge und Kornqualitäten. Der Vorfruchtwert des Kleeegrases war höher als der von Körnerleguminosen (Ackerbohnen, Erbsen, Lupinen) bzw. deren Gemengen mit Getreide, da die Stickstoffmengen, die für Folgefrüchte auf der Fläche hinterlassen wurden, beim Klee gras deutlich höher waren als bei den anderen genannten Kulturen (siehe Kapitel 3 und 5).

In vorangegangenen Feldexperimenten zum Winterweizenanbau auf dem Versuchsbetrieb Hohenschulen der Universität Kiel konnte gezeigt werden, dass sowohl der Kornertrag als auch der Kornrohproteingehalt unter extensiven Anbaubedingungen (keine mineralische N-Düngung, jedoch Grunddüngung und chemischer Pflanzenschutz) durch die Art und Nutzung der Klee grasvorfrucht variiert werden können. Auf dem Lindhof wurde aufbauend auf diesen Ergebnissen ein umfangreiches Forschungsprojekt zur Vorfruchtwirkung unterschiedlich genutzter Klee grasbestände durchgeführt (siehe auch Kapitel 3). Überjährige gemulchte Klee grasbestände hinterließen in den Experimenten zum Zeitpunkt der Bestellung von Folgefrüchten im Herbst i.d.R. größere N-Mengen durch die Ernterückstände als Klee grasbestände, deren Aufwüchse nach der Mahd abgefahren wurden. Die unterschiedlichen Klee gras-Nutzungsregime hatten trotz unterschiedlicher Rest-N-Mengen keinen signifikanten Einfluss auf die Ertragshöhe des nachfolgenden Weizens (Tabelle 4.1 und 4.2). Der Kornrohproteingehalt war jedoch nach den Systemen, die Mulchschnitte aufwiesen, signifikant höher als nach den reinen Schnittnutzungen. Hohe Mulchintensitäten mit drei bis vier Pflegeschnitten, wie sie auf Ökobetrieben vielfach vorzufinden sind, erzielten in den Versuchen auf dem Lindhof vergleichbare Weizenerträge und Kornqualitäten wie eine einmalige Mulchnutzung im Monat Juli (Tabelle 4.2). Als interessante Nutzungsvariante erwies sich ein Mischsystem, bei dem die ersten beiden Klee grasaufwüchse abgefahren und die folgenden Aufwüchse gemulcht wurden. Dieses System erzielte gleich hohe Winterweizenerträge wie eine reine Mulch- oder Schnittnutzung. Der Kornrohproteingehalt war im Vergleich zu den anderen Nutzungen nicht oder nur geringfügig geringer. Die Nitrat-N-Auswaschung, die jeweils mit Saugkerzen in der Sickerwasserperiode im Anschluss an die Winterweizenansaat bestimmt wurde (zur Methode siehe Kapitel 9), war nach dem Mischsystem signifikant geringer als nach der extensiven Mulchnutzung und lag auf einem Niveau mit der Auswaschung intensiv gemulchter Bestände.

Ansaatzeitpunkt

Der Zeitpunkt der Getreideansaat ist eine weitere wichtige Steuergröße im ökologischen Weizenanbau. Für die Bestellung von Winterweizen wird eine spätere Ansaat als im konventionellen Anbau empfohlen, da so die Verunkrautung sowie der Krankheitsbefall des Getreides reduziert werden können. Experimente zum Winterweizenanbau nach Klee gras auf dem Versuchsbetrieb Hohenschulen der Universität Kiel (siehe oben) haben des Weiteren gezeigt, dass eine verspätete Weizenansaat unter extensiven Anbaubedingungen positive Auswirkungen auf den Kornrohproteingehalt hat. In Jahren mit einer feuchtmilden Winterwitterung erzielten die Spätsaaten zusätzlich auch höhere Kornerträge. An auswaschungsgefährdeten Standorten und bei bevorzugter Fruchtfolgestellung des Winterweizens stellt ein später Ansaatzeitpunkt zudem eine Strategie dar, um die winterlichen Nitratverluste mit dem Sickerwasser zu reduzieren. In den Versuchen auf dem Lindhof ließ sich die Nitrat auswaschung jedoch am stärksten mindern, wenn der Umbruchzeitpunkt des Klee grasses in das Frühjahr verlegt wurde und Sommer- statt Winterweizen zum Anbau kam. Sommerweizen erzielte je nach Ansaatverfahren vergleichbare Kornerträge wie Winterweizen, wies jedoch deutlich höhere Kornrohproteingehalte auf (Tabelle 4.3).

Ansaatverfahren

Die Stickstoffversorgung der Kulturpflanzen wird im ökologischen Ackerbau maßgeblich von der Nährstofffreisetzung aus dem Boden bzw. aus den Ernterückständen der Vorfrüchte bestimmt. In einem Feldexperiment zu dem Fruchtfolgeglied Klee gras-Winterweizen bzw. Klee gras-Sommerweizen auf dem Lindhof wurde überprüft, ob eine zusätzliche Bodenbearbeitung vor der Pflugsaat des Getreides zu einer beschleunigten N-Freisetzung aus den Pflanzenrückständen der Vorfrüchte und damit zu positiven Effekten auf die Ertragsleistung bzw. die Kornqualität der Folgefrüchte führt. Im Vergleich zur Pflugsaat ohne Stoppelbearbeitung („heiler“ Umbruch) wurden die Ernterückstände des Klee grasses unmittelbar vor dem Umbruch mit einer Fräse mechanisch zerkleinert und oberflächlich eingearbeitet. Beim Winterweizen erzielte die zusätzliche Bodenbearbeitung im Vergleich zum „heilen“ Umbruch keine Ertrags- oder Qualitätsvorteile, führte jedoch zu einer erhöhten Nitrat-Auswaschung in der Sickerwasserperiode nach der Getreideansaat. Für auswaschungsgefährdete Standorte wie den Lindhof ist bei der Bestellung von Winterweizen somit ein „heiler Umbruch“ zu empfehlen. Für den Anbau von Sommerweizen erwies es sich in den Feldexperimenten hingegen als vorteilhafter, vor dem Umbruch eine Stoppelbearbeitung durchzuführen. Der Kornrohproteingehalt des Sommerweizens ließ sich in den Versuchen zwar nicht durch die Bodenbearbeitung beeinflussen, der Kornertrag war im Vergleich zum „heilen“ Frühjahrs umbruch jedoch um rund 4 dt/ha höher. Sommerweizen erzielte unabhängig von der Art der Bodenbearbeitung deutlich höhere Kornrohproteingehalte als Winterweizen.

Obwohl pfluglose Ansaatverfahren als besonders bodenschonend gelten, wird im ökologischen Anbau in der Regel per Pflugsaat bestellt, um einer übermäßigen Ausbreitung von Wildpflanzen, insbesondere von Wurzelunkräutern, vorzubeugen. Auf dem Lindhof wurden im Rahmen des interdisziplinären Forschungsprojektes „Hof Ritzerau“ verschiedene Verfahren zur Direktsaat von Winterweizen in bereits etablierte Weißklee bestände überprüft (Anbausystem „Bi-cropping“). Die Experimente hatten zum Ziel, ein pflugloses Getreideanbausystem für den ökologischen Landbau zu entwickeln. Der „Bi-cropping“-Anbau war in den Versuchen am erfolgreichsten, wenn der Weißklee unmittelbar vor der Direktsaat des Getreides ganzflächig flach gefräst wurde. Zum Zeitpunkt der Ernte von Ganzpflanzensilage ließen sich mit diesem Verfahren Qualitäten und

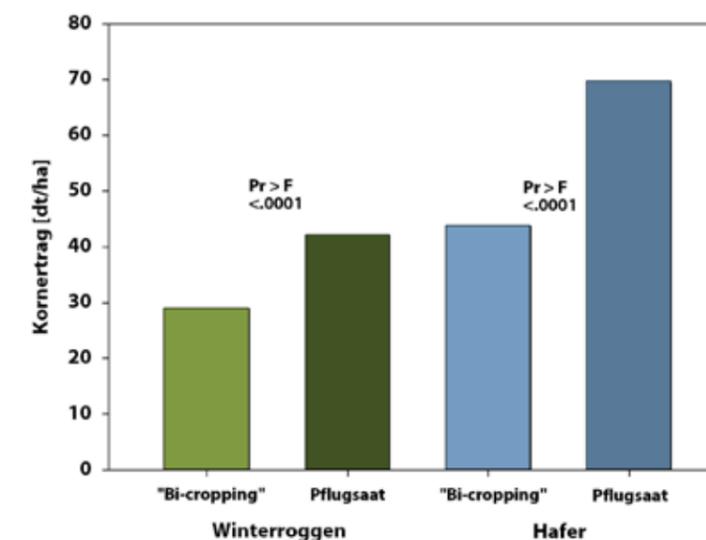


Abbildung 4.1: Einfluss der Ansaattechnik auf den Kornertrag (dt/ha) von Winterroggen und Hafer nach der Vorfrucht Winterweizen/Weißklee-„Bi-cropping“ (Mittel der Versuchsjahre 2002/03 und 2003/04; signifikante Unterschiede zwischen Ansaattechniken innerhalb einer Getreideart sind durch die Angabe des Signifikanzniveaus ($Pr > F$) gekennzeichnet; „Bi-cropping“: Reihenfrässaat von Getreide in Weißklee).

Erträge erzielen, die auf einem Niveau mit den Werten der Pflugsaat lagen. Die im „Bi-cropping“-Anbau erzielten Kornserträge lagen allerdings deutlich unter denen, die nach dem Umbruch der Kleebestände erzielt wurden. Für die Mindererträge wurden Konkurrenzeffekte des Klees, eine geringere Freisetzung von Boden-Stickstoff sowie eine ungenügende Saatbettbereitung ermittelt. Das „Bi-cropping“-Verfahren zeichnete sich durch einen sehr hohen Vorfruchtwert aus. Die „Bi-cropping“-Bestände hinterließen nach der Ernte des Weizens N-Mengen von rund 200 kg N/ha. Nach dem Frühjahrsumbruch dieser Ernterückstände wurden in Folgeversuchen Hafererträge von rund 70 dt/ha ermittelt (Abbildung 4.1). Vergleichbare Erträge wurden auf dem Lindhof bisher nur in bevorzugter Fruchtfolgestellung nach überjährigen Rotkleebeständen erzielt.

Beikrautregulierung

Mechanische Maßnahmen

Da im ökologischen Landbau keine Herbizide eingesetzt werden, finden Wildpflanzen auf ökologisch bewirtschafteten Äckern vergleichsweise günstige Lebensbedingungen vor (siehe Kapitel 9). Für den ökologischen Winterweizenanbau stehen sowohl indirekte



„Bi-cropping“:
gemeinsamer Anbau von
Weißklee und Getreide (hier:
Winterweizen)

als auch direkte Maßnahmen zur Verfügung, um einer übermäßigen Ausbreitung von Ackerwildpflanzen entgegenzuwirken. Indirekte Maßnahmen sind ein vergleichsweise später Getreidesaatzeitpunkt (siehe oben) sowie die Wahl einer konkurrenzstarken Weizensorte. Die direkte Unkrautregulierung erfolgt i.d.R. mechanisch mit dem Striegel oder der Maschinenhacke, selten auch mit der Handhacke (z.B. Bekämpfung von Distelnestern). Striegelgeräte lassen sich unabhängig von dem Abstand und der Saattrichtung der Getreidereihen einsetzen. Unkrautpflanzen werden durch den Striegel ausgerissen und/oder verschüttet, sofern die Wildpflanzen sich noch nicht zu stark etabliert haben. An Standorten, die einen hohen Besatz an Wurzelunkräutern aufweisen oder die im Frühjahr nur schlecht befahrbar sind, ist der Einsatz des Striegels jedoch vielfach nicht ausreichend, so dass zusätzlich mit der Maschinenhacke gearbeitet werden muss, deren Einsatz mindestens doppelte Saatreihenabstände voraussetzt. Der Anbau in „weiter Reihe“ erfordert eine sorgfältige und termingerechte Durchführung der Hackarbeit, da die Reihenzwischenräume zwar eine intensivere mechanische Pflege ermöglichen, den Wildpflanzen im Vergleich zur Normal Saat jedoch auch mehr Licht und Raum für ihre Entwicklung zur Verfügung stehen. Ein Vorteil des „weite Reihe-Hacksystems“ ist, dass noch während der Vegetationszeit Bodenverschlammungen in den Reihenzwischenräumen aufgebrochen werden können. Die erweiterten Reihenabstände bieten des Weiteren günstige Voraussetzungen, um nach dem Abschluss der Hackarbeit Untersaaten im Getreide zu etablieren. Weite Saatreihenabstände gelten zudem als besonders geeignet, um im ökologischen Anbau Weizen zu erzeugen, der Backqualität aufweist. Mitte der 1990er Jahre wurde aus der landwirtschaftlichen Praxis berichtet, dass sich durch den Anbau in Reihenabständen von 30 cm bis 50 cm höhere Kornrohproteingehalte bei nicht zwingend oder nur leicht geringeren Kornserträgen als im Normalanbau erzielen lassen. Auf dem Lindhof wurde in einem mehrjährigen Forschungsprojekt überprüft, ob sich der ökologische Winterweizenanbau durch die Ansaat in erweiterten Reihenabständen

Tabelle 4.3: Einfluss alternativer Ansaatverfahren auf ausgewählte Untersuchungsparameter im Winter- und Sommerweizen

(Mittel der Versuchsjahre 1998/99 und 2000/01, Vorfrucht Klee gras; signifikante Unterschiede innerhalb einer Getreideart sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet, keine Buchstabenverteilung; keine signifikanten Unterschiede).

Ansaatverfahren	Kornsertrag		Kornrohprotein	
	Winterweizen dt/ha	Sommerweizen dt/ha	Winterweizen %	Sommerweizen %
Pflugsaat mit Stoppelbearbeitung	47,72	48,50 ^a	9,83	11,43
Pflugsaat ohne Stoppelbearbeitung ¹	49,12	44,61 ^b	9,81	11,54

¹ „heiliger Umbruch“

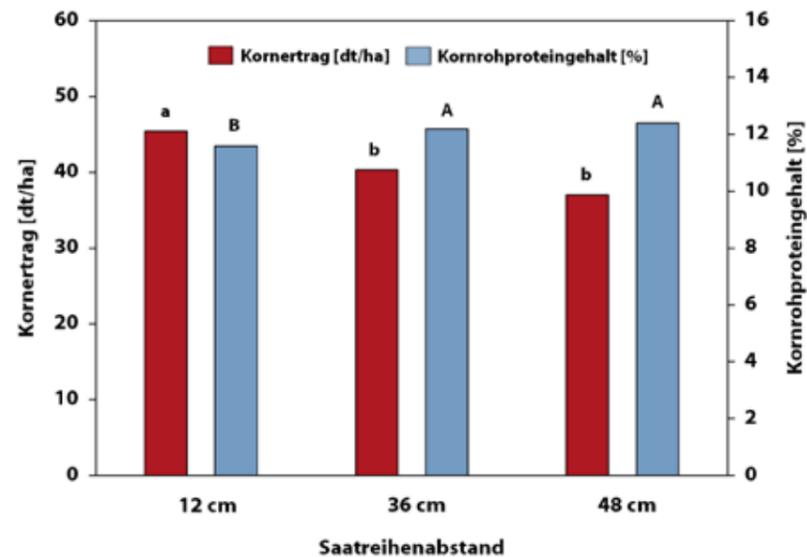
Tabelle 4.4: Einfluss unterschiedlicher Winterweizen-Beisaaten auf ausgewählte Untersuchungsparameter

(Mittel der Versuchsjahre 2003/04 und 2004/05, Vorfrucht Klee gras; signifikante Unterschiede sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet, keine Buchstabenverteilung; keine signifikanten Unterschiede).

Beisaat im Winterweizen	Kornsertrag dt/ha	Kornrohprotein %	Nitratauswaschung kg NO ₃ -N/ha
Kontrolle (keine Beisaat)	34,37 ^a	14,89	140,1 ^a
Sommerwicke	16,11 ^b	14,95	85,5 ^b
Futterraps	19,09 ^b	14,46	71,9 ^b
Hafer	18,05 ^b	15,32	59,1 ^b

sowie gesteigerte Intensitäten der mechanischen Pflege optimieren lässt. Der Einsatz der Maschinenhacke ergab im Vergleich zu den Varianten, die ausschließlich gestriegelt wurden, einen leicht positiven Effekt auf den Kornertrag, die absolute Ertragssteigerung durch die zusätzliche Hackarbeit war jedoch in Übereinstimmung mit Voruntersuchungen auf dem Gut Marutendorff (ebenfalls östliches Hügelland Schleswig-Holstein) gering. Der

Abbildung 4.2:
Einfluss des Saatreihenabstandes
auf den Kornertrag (dt/ha) und
den Kornrohproteingehalt (%) von
Winterweizen (Mittel der Versuchsjahre
2000/01 und 2002/03 sowie von drei
Weizensorten, signifikante Unterschiede
sind durch unterschiedliche Buchstaben
gekennzeichnet).



Kornrohproteingehalt wurde nicht durch den Faktor „Pflegeintensität“ beeinflusst. Die Erweiterung des Reihenabstandes führte nur in einem von fünf Experimenten zu signifikant höheren Kornrohproteingehalten (Abbildung 4.2). Der Kornertrag der geprüften „weite Reihe“-Varianten war im Vergleich zum Normalanbau in allen Versuchsjahren mit Mindererträgen verbunden. Das „weite Reihe“-Hacksystem stellte für den Standort Lindhof somit keine Alternative zu herkömmlichen Anbauverfahren der Backweizenproduktion dar. Bei der betriebswirtschaftlichen Analyse des Verfahrens ist zudem zu bedenken, dass sich durch den „weite Reihe“-Anbau zwar Saatgutkosten einsparen lassen (Reduktion der Saatstärke), durch die Hackarbeit jedoch zusätzliche Kosten entstehen. Für stark erosionsgefährdete Standorte ist das Anbausystem generell ungeeignet, da es aufgrund der weiten Reihenabstände bei einer vergleichsweise späten Aussaat des Winterweizens (siehe oben) nur eine sehr geringe Vegetationsbedeckung über Winter aufweist. Bei der Ausbringung von Untersaaten ist zu bedenken, dass die weiten Reihenzwischenräume zwar die Etablierung der Untersaat begünstigen, diese jedoch in Konkurrenz zu der Deckfrucht heranwächst und somit negative Auswirkungen auf den Kornertrag oder auch den Kornrohproteingehalt haben kann.

Herbizide Nebenwirkungen einer Kainitdüngung

Klee grasbestände tragen im ökologischen Anbau in Abhängigkeit von der Dauer und der Häufigkeit der Nutzung (Mahd, Mulchen) entscheidend dazu bei, eine übermäßige Ausbreitung von Wildpflanzen in Folgekulturen zu verhindern. In Fruchtfolgen, die nur einen geringen Anteil an Klee gras aufweisen, kann es insbesondere im Getreide jedoch zu einem starken Auftreten von einjährigen Samenunkräutern kommen, die eine intensive mechanische Pflege erfordern (Striegeln, Hacken; siehe oben). Das Kalirohsalz Kainit, das im ökologischen Landbau als mineralisches Ergänzungsdüngemittel zugelassen ist und zur Kaligrunddüngung eingesetzt werden kann, könnte eine alternative Möglichkeit darstellen, um Wildpflanzen im

Getreide gezielt zu bekämpfen. Bereits zu Beginn des letzten Jahrhunderts war bekannt, dass Kainit eine ätzende Nebenwirkung auf zweikeimblättrige Pflanzen besitzt. Kainit stellte früher auf vielen Betrieben ein wichtiges Werkzeug der Unkrautkontrolle dar, wurde jedoch durch die Einführung chemisch-synthetischer Herbizide verdrängt.

Auf dem Lindhof wurden verschiedene Feldversuche durchgeführt, in denen die Effekte einer Kainitdüngung zu Winterweizen analysiert wurden. In den Experimenten wurden die Faktoren Ausbringungstermin (früh/EC 29, spät/EC 30), Ausbringungsform (fest/staubförmig, flüssig/gelöst) und Ausbringungsmenge (0 dt/ha, 4 dt/ha, 8 dt/ha) variiert. Die Kainitdüngung bewirkte eine signifikante Reduktion der Gesamttrockenmasse an Unkräutern. (Saat-) Mohn und Kornblume zeigten keine statistisch absicherbare Reaktion auf die Düngergabe. Deutliche Effekte wurden jedoch bei den Arten Ackerstiefmütterchen, Zottige Wicke und Echte Kamille erzielt, deren Deckungsgrade im Mittel der Anwendungstermine zu 99%, 71% bzw. 66% reduziert wurden. Der Besatz mit Vogelmiere ließ sich nur durch die frühe Ausbringung des Kainits deutlich reduzieren. Der Wirkungsgrad der Unkrautunterdrückung hing generell weniger von dem Datum der Ausbringung bzw. dem Entwicklungszustand der Wildpflanzen ab, sondern vielmehr von den Witterungsbedingungen am Tage der Kainitbehandlung. Wie aus der historischen Anwendung bekannt, wurden die besten Wirkungen erzielt, wenn die Ausbringung an einem sonnigen Tag frühmorgens in den noch taufeuchten Getreidebestand erfolgte.

Die flüssige Formulierung des Kainits, die durch Auflösen des Salzes in Wasser hergestellt wurde, erzielte eine tendenziell bessere Unkrautunterdrückung als die feste Form, was sich jedoch nicht statistisch absichern ließ. Auch die Steigerung der ausgebrachten Kainitmenge hatte lediglich in der Tendenz einen (reduzierenden) Effekt auf die Gesamt-Trockenmasse der Unkräuter. Der Kornertrag und der Kornrohproteingehalt des Winterweizens zeigten in allen Versuchen keine signifikante Reaktion auf die Düngergaben.



Effekt einer Kainitdüngung im
Winterweizen:

starke Verunkrautung mit
Wicke in unbehandelter
Parzelle (Rahmen);
behandelte Parzellen
weitgehend unkrautfrei
(Aufnahme vom 4. Juli 2005).

Sortenwahl

Die Sortenwahl stellt auch im ökologischen Winterweizenanbau eine wichtige Anbauentscheidung dar. Die Sortentypen, die am Markt verfügbar sind, bieten je nach Standort und Produktionsziel die Wahl zwischen qualitätsbetonten Sorten für die Backweizenerzeugung und so genannten Massenweizensorten, die eine hohe Ertragsleistung aufweisen. Auf dem Lindhof wurde in Feldversuchen mit unterschiedlichen Reihenweiten und Aussaatstärken überprüft, ob es unter den genannten Sortentypen so genannte „Wenigraum-“ oder „Weitraumvorformen“ gibt, die das begrenzte Bodenstickstoffangebot in Abhängigkeit von der Standweite der Getreidepflanzen besonders effizient ausnutzen können. Die Experimente bestätigten die Ertragsüberlegenheit der Massenweizen. Die geprüfte Sorte „Batis“ erzielte gegenüber der qualitätsbetonten Sorte „Renan“ Mehrerträge in einem Bereich von 6,1 bis 10,8 dt/ha. Die Kornrohproteingehalte des Massenweizens waren hingegen um 0,8 bis 2,9 Prozentpunkte geringer. Eine Wechselwirkung des Sortentyps mit der Standweite konnte nicht sicher nachgewiesen werden.

Wirtschaftsdüngung

Auf Gemischtbetrieben fallen Wirtschaftsdüngemittel aus der Tierhaltung an (z.B. Gülle, Jauche), die im Ackerbau flexibel zur Nährstoffversorgung der Kulturpflanzen eingesetzt werden können. Auf dem Lindhof wurden verschiedene Feldversuche zum Einsatz von Rindergülle im ökologischen Winterweizenanbau durchgeführt. Frühe Düngegaben (EC 25 bis EC 31) wirkten sich in Übereinstimmung mit Vorversuchen auf dem Gut Marutendorff (siehe oben) positiv auf den Kornertrag aus, während späte Ausbringungstermine (EC 39 bis EC 40) i.d.R. zu leicht erhöhten Kornrohproteingehalten führten. Die absoluten Effekte der eingesetzten Güllestickstoffmengen (50 bis 75 kg Gesamt-N/ha) waren jedoch vergleichsweise gering. Die erzielten Mehrerträge betragen maximal 3,3 dt/ha bis 5,9 dt/ha, die Kornrohproteingehalte wurden durch die Spätdüngung maximal um 0,2 bis 0,4 Prozentpunkte angehoben. Die begrenzte Effektivität der Gülledüngung war auf die niedrigen Applikationsmengen sowie die geringen Ausnutzungsraten des Gülle-N durch die Weizenpflanzen zurückzuführen. Im Sommerweizen hatte eine spät ausgebrachte Gülle-Gabe keinen statistisch absicherbaren Einfluss auf den Ertrag oder die Kornqualität.

In dem Projekt „Hof Ritzerau“ wurden vor diesem Hintergrund Feldversuche durchgeführt, in denen deutlich höhere N-Mengen zum Einsatz kamen (135 kg Gesamt-N/ha, verteilt auf je eine Gabe zu EC 29 und zu EC 39). Als Dünger wurde Rinderjauche gewählt, da diese im Vergleich zu Gülle einen höheren Anteil an mineralischem Stickstoff aufweist und dadurch schneller pflanzenverfügbar ist. Um die Nährstoffverluste bei der Ausbringung möglichst gering zu halten, wurde die Jauche bodennah mit Schleppschläuchen appliziert. Die Menge an Wirtschaftsdüngemitteln, die im ökologischen Landbau für die Nährstoffversorgung von Ackerfrüchten zur Verfügung steht, ist je nach Umfang der Tierhaltung begrenzt. Solch hohe Düngegaben, wie sie in den Versuchen auf dem Hof Ritzerau zum Einsatz kamen, lassen sich auf Ökobetrieben, die nur wenige (oder überhaupt keine) Nutztiere halten, durch eine Kooperation mit viehstarken Betrieben realisieren, indem Kleegrasauflüchse gegen Wirtschaftsdünger getauscht werden (siehe oben). Eine weitere Möglichkeit, um die verfügbaren organischen Dünger möglichst effektiv einzusetzen, könnte darin bestehen, die Düngemittel nur dort auf einem Ackerschlag einzusetzen, wo die Bodeneigenschaften eine besonders effiziente Umsetzung des Düngers erwarten lassen. In den Feldversuchen auf dem Hof Ritzerau wurde geprüft, ob unterschiedliche Bodenarten im Oberboden einen Einfluss auf die Effektivität der Jauchedüngung haben. Die Experimente ergaben nur in einem von zwei Versuchsjahren eine signifikante Wechselwirkung zwischen der Bodenart und der Jauchedüngung.

In dem entsprechenden Versuchsjahr, welches durch eine extrem niederschlagsarme Vegetationsperiode gekennzeichnet war, erzielte die Düngung auf Teilarealen, die der Bodenart Lehm zuzuordnen waren, höhere Kornerträge als auf den geprüften sandigeren Parzellen. Als Mehrertrag der Jauchedüngung wurden im Mittel der Bodenarten je nach Versuchsjahr 10 dt/ha bis 20 dt/ha ermittelt. Der Kornrohproteingehalt der gedüngten Varianten war jeweils um 2,4 bis 4,3 Prozentpunkte erhöht. Der N-Ausnutzungsgrad der Jauchedüngung betrug in Abhängigkeit von der Bodenart bis zu 45 % und war damit deutlich höher als in den Versuchen

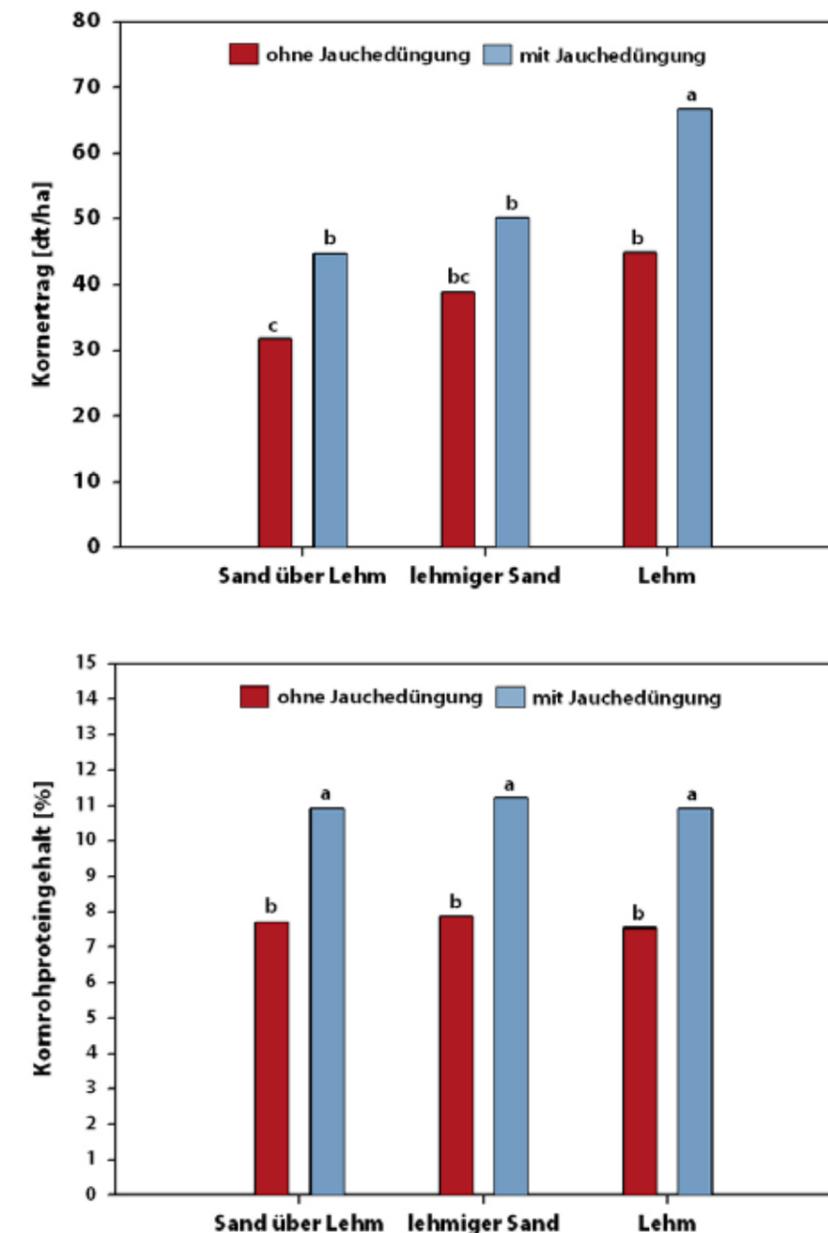


Abbildung 4.3: Einfluss einer Jauchedüngung (EC 29 und EC 39, 135 kg Gesamt-N/ha) auf den Kornertrag (Abbildung oben) und den Kornrohproteingehalt (Abbildung unten) von Winterweizen in Abhängigkeit von unterschiedlichen Bodenarten im Oberboden (Mittel der Versuchsjahre 2004/05 und 2005/06, Vorfrucht Körnerbsen). Signifikante Unterschiede sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet.

mit Rindergülle auf dem Lindhof (hier je nach Untersuchung maximal 10,9 % bis 16,0 %). Die Ertragseffekte der organischen Düngung waren nach einer „schwächeren“ Vorfrucht (Körnerbsen) stärker ausgeprägt sind als nach einer „starken“ Vorfrucht (Klee gras), was sich auch in den Ergebnissen der verschiedenen Düngungsversuche auf dem Lindhof andeutet.

Schlussfolgerungen

Die Feldversuche, die bisher im Rahmen des Forschungsschwerpunktes ökologischer Landbau und extensive Landnutzungssysteme durchgeführt wurden, zeigen, dass für den ökologischen Weizenanbau verschiedene indirekte und direkte pflanzenbauliche Maßnahmen zur Verfügung stehen, um den Ertrag und die Qualität der Ernteprodukte zu beeinflussen. Optimale Ergebnisse lassen sich jedoch nur im Zusammenspiel mehrerer Steuergrößen und nur unter Berücksichtigung der lokalen Standort- bzw. Produktionsbedingungen erzielen. Viehhaltende Betriebe verfügen über den Vorteil, Wirtschaftsdüngemittel variabel zur Bestandesführung einsetzen zu können. Gemischtbetrieben fällt es im Vergleich zu Ackerbaubetrieben bei vergleichbaren Standortbedingungen entsprechend leichter, Weizen mit ansprechenden Erträgen bzw. Qualitäten zu erzeugen. Betriebe, die über keine eigene Tierhaltung verfügen, haben jedoch je nach Lage die Möglichkeit, mit einem viehhaltenden Nachbarbetrieb zu kooperieren, indem sie Klee gras aufwüchse gegen nährstoffäquivalente Güllemengen tauschen, die dann zur Düngung der eigenen Getreidebestände eingesetzt werden können (siehe Kapitel 3). Betrieben, die ausschließlich nach den Richtlinien der EU-Öko-Verordnung produzieren, ist es gestattet, Gülle aus konventioneller Tierhaltung zu importieren.

Wenn im ökologischen Winterweizenanbau Backqualitäten erzeugt werden sollen, ist eine „gute“ Vorfrucht unerlässlich. Am Standort Lindhof führte der Winterweizenanbau nach Klee grasbeständen, die gemulcht wurden, zu kritischen Nitratauswaschungen mit dem Sickerwasser. Für Betriebe, die ihr Klee gras nicht alternativ nutzen können, bietet sich als Alternative der Anbau von Sommerweizen an, dessen Leistungen in den Versuchen auf dem Lindhof nicht oder nur unwesentlich unter denen des Winterweizens lagen. Der Anbau von Sommerweizen ist insbesondere für Standorte interessant, an denen im Winterweizenanbau keine ausreichenden Backqualitäten erzielt werden bzw. an denen Spätsaaten von Winterweizen aufgrund der Witterungsbedingungen mit dem Risiko von Mindererträgen behaftet sind.

Im Vergleich der verschiedenen Anbaufaktoren konnten durch die Sortenwahl und die Jauchedüngung vergleichsweise große Effekte auf den Ertrag und die Kornqualität erzielt werden. Die Intensität der Beikrautregulierung hat nach den Versuchen auf dem Lindhof hingegen eine geringere Bedeutung für den Anbauerfolg. Als alternative Möglichkeit, um Wildpflanzen direkt zurückzudrängen, sollten die herbiziden Nebenwirkungen einer Kainit-Grunddüngung in Betracht gezogen werden.

Die Versuche zur Ansaattechnik haben gezeigt, dass pfluglose Bestellverfahren i.d.R. zu deutlichen Mindererträgen führen. Das entwickelte „Bi-cropping“-Verfahren könnte jedoch aufgrund des hohen Vorfruchtwertes auf viehlos wirtschaftenden Ökobetrieben an Stelle der verbreiteten Gründüngung mit Klee gras eingesetzt werden. Während der Klee grasanbau im spezialisierten Marktfruchtanbau in der Regel keinen Verkaufserlös erwirtschaftet, ist es mit dem „Bi-cropping“-Verfahren nach den Versuchen auf dem Lindhof möglich, Backweizen zu ernten, ohne auf die Fixierung vergleichbar hoher Stickstoffmengen verzichten zu müssen.

Die Ergebnisse der bisherigen Experimente lassen darauf schließen, dass die Möglichkeiten zur Optimierung der Erträge und Qualitäten im ökologischen Landbau begrenzt sind. Die in den verschiedenen Versuchen auf dem Lindhof ermittelten maximalen Korn-N-Entzüge liegen in einer jeweils ähnlichen Größenordnung von 72,4 bis 88,3 kg N/ha. Unter den Bedingungen des

konventionellen Anbaus lassen sich bei vergleichbaren Standortverhältnissen mehr als doppelt so hohe N-Entzüge erzielen. Die auf dem Lindhof erzielten Weizenerträge liegen mit maximal 38,1 bis 52,2 dt/ha in einer Größenordnung, wie sie im konventionellen Winterweizenanbau in Schleswig-Holstein durchschnittlich etwa Anfang der 1970er Jahre erzielt wurde. In den Versuchen zur Jauchedüngung auf dem Hof Ritze rau konnten zwar höhere (Mehr-) Erträge als auf dem Lindhof erzielt werden, eine dem konventionellen Anbau äquivalente gezielte und optimal auf die Anlage- und Reduktionsphasen der Ertrags bildenden Organe abgestimmte Stickstoffversorgung war jedoch auch hier nicht möglich.

Literatur zu Kapitel 4

- Drey mann (2005)
- Drey mann et al. (2003a, 2003b)
- Häussler (2006)
- Kaske (2000)
- Loges (1998)
- Loges et al. (2005)
- Mauschering et al. (2005, 2006)
- Neumann (2005)
- Neumann et al. (2003, 2006)
- Ruhe (2000)
- Westphal et al. (2007a, 2007b)
- Wichmann (2004)
- Wichmann et al. (2003a, 2003b, 2005)





Körnerleguminosen

5 >

Einleitung

Körnerleguminosen besitzen einen hohen Vorfruchtwert, da sie dazu befähigt sind, Luftstickstoff zu binden, und nach der Ernte stickstoffreiche Ernterückstände hinterlassen (siehe Kapitel 4). Die getrockneten Samen von Körnerleguminosen werden v.a. als eiweißreiches Futtermittel in der Tierhaltung eingesetzt. Körnerleguminosen können des Weiteren ähnlich wie Getreide nicht nur als Druschfrucht, sondern auch als ganze Pflanzen geerntet und siliert werden. Die Möglichkeit der Ganzpflanzenernte bietet den Vorteil, im Falle ungünstiger Witterungsbedingungen noch in der laufenden Vegetationsperiode die Futterbaufläche für Wiederkäuer zu erweitern.

In Schleswig-Holstein werden v.a. Erbsen und Ackerbohnen als Körnerleguminosen angebaut. Durch die Entwicklung moderner Sortentypen sowie durch die erhöhte Nachfrage nach betriebseigenen Proteinträgern hat die Anbaubedeutung der beiden Arten in den letzten Jahren zugenommen. Lupinen wurden in der Vergangenheit hingegen v.a. zur Gründüngung angebaut. Durch die vermehrte Nachfrage haben sich jedoch auch für diese Körnerleguminose zusätzliche Anbaupotentiale ergeben. In Norddeutschland wird überwiegend die blaue Süßlupine angebaut, die im Vergleich zu der weißen und der gelben Lupine geringere Wärmeansprüche aufweist und zudem weniger anfällig gegenüber der lupinenspezifischen Pilzkrankheit Anthracnose ist, durch die im ökologischen Anbau beträchtliche Ertragseinbußen entstehen können.

Da aus dem norddeutschen Raum bisher keine wissenschaftlichen Ergebnisse zur Optimierung des Körnerleguminosenanbaus im ökologischen Landbau vorlagen, wurden auf dem Lindhof verschiedene mehrjährige Feldversuche durchgeführt, in denen die Faktoren Körnerleguminosenart (Erbsen, Bohnen, Lupinen) und Saatmischung (Reinsaat, Gemenge mit Sommergetreide) geprüft wurden. In einem gesonderten Experiment zum Erbsenanbau wurde in Zusammenarbeit mit der Abteilung Pflanzenschutz des schleswig-holsteinischen Amtes für ländliche Räume die Wirksamkeit des Einsatzes von Pflanzenstärkungsmitteln getestet.

Körnerleguminosenart

In den Versuchen zur Anbaueignung unterschiedlicher Leguminosenarten wurden Erbsen, Bohnen und Blaue Lupinen geprüft. Bei der geprüften Erbsensorte handelte es sich um einen so genannten „halb-blattlosen“-Typ, bei dem die Blattpaare der Fiederblätter zu Ranken reduziert sind, welche die Standfestigkeit des Bestandes erhöhen. Als Ackerbohnenart kam ein „topless“-Typ zum Einsatz, bei dem der Haupttrieb über dem obersten Blütenstand abstirbt, wodurch die Abreife der Schoten synchronisiert wird. Die Blaue Lupine wurde mit zwei unterschiedlichen Sorten- bzw. Wuchstypen getestet. Neben einem „Verzweigungstyp“ wurde ein „endständiger“ Typ geprüft, der fast keine Seitentriebe aufweist und die Hülsen deshalb i.d.R. nur an einem Trieb bildet, was eine gleichmäßigere Abreife zur Folge hat.

Körnererbsen erzielten in den Versuchen die höchsten Kornerträge (Tabelle 5.1). Die geprüften Lupinensorten wiesen hingegen die geringsten Erträge auf. Ackerbohnen nahmen in Bezug auf den Kornertrag eine Mittelstellung ein. Die Kornerträge unterlagen bei allen drei Leguminosenarten erheblichen jährlichen Schwankungen, die v.a. durch unterschiedliche Witterungsverhältnisse sowie ein unterschiedlich starkes Auftreten verschiedener Blattlausarten hervorgerufen wurden. Für den Kornrohproteingehalt wurden in der Reihenfolge Erbsen, Ackerbohnen und Blaue Lupinen steigende Werte ermittelt. Lupinen hinterließen nach der

Ernte die tendenziell höchsten Rest-N-Mengen und erzielten im Vergleich zu den beiden anderen geprüften Leguminosenarten die höchsten Folgefruchtserträge.

Die Sorten- bzw. Wuchstypen der Blauen Lupinen erzielten unterschiedliche Ertragsleistungen. Während der geprüfte „endständige“ bzw. „determinierte“ Wuchstyp (Sorte „Prima“) im Mittel der Versuchsjahre einen Kornertrag von durchschnittlich 34 dt/ha erzielte, erreichte der „Verzweigungstyp“ (Sorte „Boltensia“) lediglich 23 dt/ha. Da „Verzweigungstypen“ im Allgemeinen deutlich mehr Blattmasse bilden als „endständige“ Typen, wird ihnen vielfach ein höheres Ertragspotenzial beigemessen. In den Versuchen auf dem Lindhof verlief die Abreife des „Verzweigungstyps“ jedoch ungleichmäßiger und langsamer, was zu Ernteproblemen führte. Die „endständige“ Lupinensorte erzielte aufgrund der hohen Kornrohproteingehalte nahezu gleich hohe Proteinerträge wie die anderen beiden Körnerleguminosenarten.

Um zu überprüfen, wie sich die verschiedenen Körnerleguminosenarten als Futter für Wiederkäuer eignen, wurden die Bestände im Zuwachsverlauf alle zwei Wochen beprobt. Die Sprossmasseerträge der drei unterschiedlichen Körnerleguminosenreinsaaten erreichten ähnliche Maximalwerte, wobei die Erbsenreinsaat aufgrund der schnelleren phänologischen Entwicklung ihre maximale Ertragsleistung eher erreichte als die Ackerbohnen- und die Lupinenreinsaat. Im fortschreitenden Zuwachsverlauf wiesen die Ackerbohnen- und Lupinenbestände höhere Rohproteingehalte in der Sprossmasse auf als die Erbsenbestände, die sich umgekehrt durch höhere Trockensubstanz- und Energiegehalte auszeichneten.

Tabelle 5.1: Einfluss unterschiedlicher Bestandestypen von Körnerleguminosen auf ausgewählte Untersuchungsparameter (Mittel der Versuchsjahre 2001 und 2002)

Bestandestyp	Kornertrag dt/ha	Korn-N-Entzug kg N/ha	Kornrohprotein %	Rest-N-Menge ¹ g N/m ²
Erbsen	47,7	147,4	22,1	7,6
Erbsen-Gerste	48,5	124,2	18,5	4,6
Ackerbohnen	36,8	140,7	27,6	11,5
Ackerbohnen-Hafer	45,7	112,4	17,4	5,9
Lupinen²	11,9	72,2	37,2	12,3
Lupinen-Gerste	22,8	81,9	24,8	14,8
Paarweiser Vergleich (t-Test)³				
Erbsen vs. Ackerbohnen	*	***	***	n.s.
Erbsen vs. Lupinen	***	***	***	n.s.
Ackerbohnen vs. Lupinen	***	**	***	n.s.
Erbsen vs. Erbsen-Gerste	n.s.	n.s.	***	n.s.
Ackerbohnen vs. Ackerbohnen-Hafer	n.s.	n.s.	***	*
Lupinen vs. Lupinen-Gerste	*	***	***	n.s.

¹ in den Ernterückständen (Stroh, Stoppeln, Wurzeln)

² Verzweigungstyp

³ n.s.: nicht signifikant, *: signifikant (P < 0,05), **: hoch signifikant (P < 0,01), ***: sehr hoch signifikant (P < 0,001)

Saatmischung

Dem Anbau von (Arten-) Gemengen werden im Vergleich zu Reinsaaten verschiedene pflanzenbauliche Vorteile beigemessen. Zum einen wird davon ausgegangen, dass die durch den Standort und die Witterung vorgegebenen Wachstumsfaktoren, wie Licht, Wasser und Nährstoffangebot, durch Gemenge besser ausgenutzt werden können als durch Reinsaaten. Zum anderen wird dem Gemengeanbau eine stärkere Unkrautunterdrückung beigemessen. Ein weiterer Vorteil des Misanbaus wird in einer geringeren Anfälligkeit gegenüber Schädlingen und Pflanzenkrankheiten gesehen. Von Gemengen werden im Vergleich zu Reinsaaten entsprechend sowohl höhere Gesamtkornerträge als auch eine größere Ertragsstabilität erwartet. Bei der Fruchtfolgegestaltung ist allerdings zu bedenken, dass Gemenge weniger zur Unterdrückung von Fruchtfolgekrankheiten beitragen können als ein zeitlicher aufeinander folgender Wechsel der jeweiligen Reinsaaten.

In den Feldversuchen auf dem Lindhof wurde der Misanbau von Körnerleguminosen mit Sommergetreidearten geprüft. Für die Experimente wurden die folgenden Gemenge ausgewählt: Erbsen-Gerste, Ackerbohnen-Hafer, Blaue Lupinen-Gerste. Als Referenz dienten die Reinsaaten der jeweiligen Körnerleguminosen- bzw. Getreidearten.

Die Leguminosenreinsaaten wiesen jeweils signifikant höhere Kornrohproteingehalte als die Gemenge auf. Ein Ertragsvorteil des Misanbaus gegenüber der Leguminosenreinsaat konnte im Mittel der Versuchsjahre nur für das Lupinen-Gerste-Gemenge nachgewiesen werden, welches jedoch im Vergleich der drei Gemenge die niedrigsten Gesamterträge erzielte.

Die Experimente ergaben ein für die Schweine- bzw. Geflügelmast interessantes Nebenergebnis. Während die Getreidereinsaaten lediglich Kornrohproteingehalte von 9,3 % bis 9,6 % erzielten, ließen sich in der Getreidekomponente des gedroschenen Menggetreides Kornrohproteingehalte von 11,2 % bis 13,1 % nachweisen. Dieses Ergebnis war Anlass für ein Folgeprojekt, in dem Sommerweizen im Gemenge mit Körnerleguminosen angebaut wurde, um hohe Backfähigkeiten ohne zusätzliche Stickstoffdüngung zu erzielen.

Die Vorfruchtwirkung, die über die Stickstoffmenge in den Ernterückständen bestimmt wurde (Wurzel, Stoppeln, Stroh), war bei den Gemengen erwartungsgemäß geringer als bei den Leguminosenreinbeständen. Den geringsten Vorfruchtwert wiesen die reinen Getreidebestände auf, die durch die Ernterückstände lediglich 2,0 (Hafer) bzw. 2,2 (Gerste) g N/m² hinterließen (vgl. Tabelle 5.1, siehe Kapitel 4).

Inwieweit sich Gemengepartner ergänzen oder im Wachstum gegenseitig behindern, hängt neben den Standortvoraussetzungen stark von der Fruchtartenkombination und der Saatstärke der Gemengepartner ab. Auf dem Lindhof wurden gute Erfahrungen mit der Kombination Erbsen-Sommergerste gemacht, die in den Versuchen mit durchschnittlich 61 % zur Ernte die höchsten Leguminosenanteile erreichte. Bei den geprüften Ackerbohnen-Hafer-Gemengen erwies der Hafer als sehr konkurrenzstark, so dass nur geringe Leguminosenanteile von 37 % erreicht wurden. Der Misanbau von Lupine und Gerste nahm mit einem Leguminosenanteil von 50 % eine Mittelstellung zwischen den anderen beiden Gemengen ein.

In einem der beiden Versuchsjahre trat ein starker Blattlausbefall auf, der im Mittel über alle Leguminosenbestände einen Ertragsrückgang von durchschnittlich 30 % zur Folge hatte und bei den Gemengevarianten nicht so stark ausgeprägt war, wie bei den Körnerleguminosenreinsaaten.

In den Untersuchungen zur futterbaulichen Ganzpflanzennutzung der Bestände erzielten die Gemengevarianten Erbsen-Sommergerste und Ackerbohnen-Hafer im Zuwachsverlauf ähnliche Sprossmasse- und Energieerträge wie die jeweiligen Leguminosenreinsaaten. Das Lupinen-Sommergerste-Gemenge wies hingegen für beide Parameter höhere Werte

als die Lupinenreinsaat auf. Die Gemenge erreichten im Zuwachsverlauf generell höhere Trockensubstanz- und niedrigere Rohproteingehalte bzw. Rohproteinerträge als die Körnerleguminosenreinsaaten. Die höchsten Leguminosenanteile wurden mit 70-80 % für das Erbsen-Sommergerste-Gemenge bestimmt. In den Gemengen aus Ackerbohnen und Hafer sowie Lupinen und Gerste betrug der Leguminosenanteil lediglich 20-40 % bzw. 20-50 %. Die Reinsaat- und Gemengebestände mit Erbsen erwiesen sich im Vergleich zu den anderen Varianten als nutzungselastischer, da die Energiegehalte im Zuwachsverlauf vergleichsweise konstante Werte aufwiesen.

Einsatz von Pflanzenstärkungsmitteln im Körnererbsenanbau

Schaderreger können im ökologischen Körnerleguminosenanbau starke Ertragsschwankungen verursachen. Insbesondere Blattläuse können aufgrund ihres beträchtlichen Vermehrungspotenzials starke Ertragseinbußen hervorrufen. Schädigungen werden dadurch hervorgerufen, dass die Läuse Viren übertragen, Pflanzensaft saugen sowie schädliche Stoffe in die Saftbahnen abgeben. An Erbsen hat ein starker Befall mit Blattläusen z.B. eine Stauchung der Triebe oder ein verminderten Blüten- und Hülsenansatz zur Folge. In einem Versuch auf dem Lindhof wurde überprüft, ob der Einsatz verschiedener so genannter „Pflanzenstärkungsmittel“ die Widerstandsfähigkeit von Erbsenpflanzen gegenüber Schadorganismen erhöhen kann. In dem Versuch wurden fünf Mittel geprüft, die während der Vegetationszeit vorbeugend an drei bis vier Terminen in den Erbsenbeständen ausgebracht wurden. Nur eines der Mittel bewirkte im Vergleich zu der unbehandelten Kontrolle einen verminderten Blattlausbefall und einen erhöhten Kornertrag. Der Mehrertrag war in Relation zu den Kosten für die Mittelanwendung jedoch so gering, dass der Einsatz des „Pflanzenstärkungsmittels“ aus ökonomischer Sicht nicht zu rechtfertigen ist.

Schlussfolgerungen

In den Untersuchungen auf dem Lindhof wurde gezeigt, dass sich die Ertragsleistung, die Futterqualitätsentwicklung und die Vorfruchtwirkung von Körnerleguminosen im ökologischen Anbau durch die Variation der Faktoren Körnerleguminosenart, Saatmischung und Art der Nutzung erheblich beeinflussen lassen.

Der Gemengeanbau zeichnete sich im Vergleich zur Reinsaat durch eine größere Ertragsstabilität aus. Im Hinblick auf den Rohproteinertrag waren die Saatmischungen den Körnerleguminosenreinsaaten jedoch in der Regel unterlegen. Die Ergebnisse der Reinsaaten deuten insbesondere für die Blaue Lupine, die im Vergleich zu Ackerbohnen und Erbsen noch relativ selten in Schleswig-Holstein angebaut wird, auf weitere Anbaupotenziale hin. Lupinen wiesen in den Versuchen die höchsten Kornrohproteingehalte auf und erzielten dadurch trotz der vergleichsweise niedrigen Kornerträge hohe Rohproteinerträge, wodurch sich je nach Vergütung des Rohproteingehaltes eine rentable Anbaualternative zu Körnererbsen ergeben könnte. Weitere Aspekte, die die Lupine für den ökologischen Anbau interessant machen, sind die im Vergleich zu Erbsen und Bohnen geringeren Bodenansprüche, der höhere Vorfruchtwert sowie das etwas abweichende Krankheits- und Schädlingsspektrum. Unter den Klimabedingungen Schleswig-Holsteins ist eine endständige Lupinensorte zu bevorzugen, die in den Versuchen gleichmäßiger abreift und höhere Erträge erzielte.

Dies für die Körnerleguminosen-Ganzpflanzen-Bestände ermittelten Jahres-Trockenmasseerträge und Energiekonzentrationen sind den am selben Standort ermittelten futterbaulichen Leistungen von Rotkleegrassbeständen unterlegen (siehe Kapitel 3). Für eine Ganzpflanzennutzung



von Körnerleguminosen spricht jedoch die relativ kurze Zeitspanne, in der insbesondere die Erbsen hohe Ertragsleistungen realisierten. Erbsen-Ganzpflanzen-Bestände eignen sich aufgrund der relativ frühen Nutzung des Weiteren sehr gut als Deckfrucht für die Etablierung von Untersaaten, durch die Wechselgrünland oder Ackerfutterbaubestände angelegt werden können, die dann in der Folgenutzung zum Gesamtertrag des Fruchtfolgegliedens beitragen. Im Gegensatz zu der Anbaualternative Silomais sind Körnerleguminosen-Getreide-Gemenge selbstversorgend mit Stickstoff. Körnerleguminosenbestände bieten des Weiteren den Vorteil, alternativ zur Silageernte als Druschfrucht genutzt werden zu können, wenn sich während der Vegetationsperiode herausstellt, dass der Grundfutterbedarf bereits durch andere Flächen gedeckt werden kann (siehe Einleitung).

Literatur zu Kapitel 5

Schleuß et al. (2005)
Wichmann (2004)
Wichmann et al. (2005, 2006)



Körnererbsen

6 >

Kartoffeln

In den ersten Jahren nach der (Teil)umstellung des Lindhofs auf ökologischen Landbau nahmen Forschungsarbeiten zum ökologischen Kartoffelanbau eine zentrale Stellung ein. Aufgrund der guten Vermarktungsmöglichkeiten für ökologisch erzeugte Kartoffeln werden jedes Jahr 10-15 ha Kartoffeln auf dem Lindhof angebaut. Im Jahr 1999 wurde für diesen Zweck ein klimatisiertes Kistenlager für 400t Kartoffeln einschließlich der kompletten Kartoffelaufbereitung (Sortier- und Abpackanlagen) errichtet.

Die hohen Deckungsbeiträge, die im ökologischen Kartoffelanbau erzielt werden können, rechtfertigen den Anbau auch auf Standorten, die dafür eigentlich weniger gut geeignet sind. Auf dem Lindhof bereitet der z.T. schwere, klutige Boden mit hohem Steinanteil einige Schwierigkeiten. Das Verfahren der Beetentsteinung wurde daher von Anfang an erprobt und hat sich auf dem Lindhof zum Standardverfahren entwickelt. Hierbei werden zuerst die Dämme mit einem speziellen Beetformer angelegt. Ein Bodenseparator trennt anschließend die Feinerde von den Steinen, und legt die Steine in den Furchen zwischen zwei Beeten ab. Dieses Verfahrens rechnet sich trotz der Mehrkosten, da diese durch Mehrerträge, einen geringeren Anteil beschädigter Ware sowie Kosteneinsparungen beim Roden, Verlesen und Sortieren mehr als kompensiert werden.

Forschungsarbeiten der ersten Jahre seit Bestehen des Forschungsschwerpunktes (1997 bis 2001) befassten sich in erster Linie mit Aspekten der organischen Düngung, des Pflanzenschutzes, der Pflanzgutvorbereitung, sowie Erträgen und Qualitätseigenschaften ökologisch erzeugter Kartoffeln. Auch die Erprobung des Verfahrens der Beetentsteinung wurde wissenschaftlich begleitet.

Pflanzenschutz im ökologischen Kartoffelanbau

Eine zentrale Herausforderung im ökologischen Kartoffelanbau stellt der Befall mit *Phytophthora infestans* (Kraut- und Knollenfäule) dar. Chemisch-synthetische Fungizide sind im ökologischen Landbau nicht zugelassen. Der Einsatz von kupferhaltigen Pflanzenschutzmitteln, die eine fungizide Wirkung aufweisen, ist nach der EU-Verordnung zum ökologischen Landbau allerdings zulässig und hat sich als Standardverfahren zur Behandlung gegen Kraut- und Knollenfäule im ökologischen Landbau durchgesetzt. Einige nationale Anbauverbände untersagen den Einsatz dieser Wirkstoffe dennoch, da eine Anreicherung von Kupfer in den Böden negative ökologische Effekte nach sich ziehen könnte. Im Rahmen des Forschungsschwerpunktes wurden daher Feldversuche mit Kupferpräparaten sowie verschiedenen anderen Wirkstoffen biologischen Ursprungs zur Behandlung gegen *Phytophthora infestans* durchgeführt. Die Versuche zeigten, dass bei weitem der stärkste Behandlungseffekt sowie höchste Mehrerträge gegenüber der unbehandelten Kontrolle mit kupferhaltigen Pflanzenschutzmitteln erzielt wurden. Allen anderen geprüften Wirkstoffen konnte keine oder nur eine äußerst geringe



Wirkung nachgewiesen werden. Daher werden Kupferpräparate auch weiterhin unverzichtbar im ökologischen Landbau sein.

Pflanzguterzeugung: Das „Grünroden“

In der ökologischen Erzeugung von Kartoffel-Pflanzgut sind Viruserkrankungen der häufigste Grund für die Aberkennung von Pflanzgutpartien. Gegen Blattläuse als Virusüberträger stehen im ökologischen Landbau keine chemischen Bekämpfungsmaßnahmen zur Verfügung. Eine Möglichkeit, die Verlagerung der Virusinfektion vom

infierten Kraut in die Knollen zu verhindern, besteht in der frühzeitigen Abtrennung des Krautes. Im Ernteverfahren „Grünroden“ wird das Kraut - nach Indikation des Blattlausbefalls oberhalb eines kritischen Schwellenwertes - noch vor der eigentlichen Reife der Knollen abgeschleget, die Knollen werden in Dämmen abgelegt und mit Erde bedeckt. So können die Knollen in der Erde weiter reifen, und ein Wiederaustrieb, der eine Neuinfektion durch Blattläuse ermöglichen würde, wird verhindert. Zur Schalenreife der Knollen wird mit praxisüblichen Rodemaschinen geerntet.

Dieses zweigeteilte Ernteverfahren wurde in den Jahren 1999-2001 an vier Küstenstandorten Schleswig-Holsteins (Erwartung: geringer Blattlausbefall) und drei Binnenlandstandorten Niedersachsens (Erwartung: hoher Blattlausbefall) in randomisierten Feldversuchen mit vorgekeimtem und nicht vorgekeimtem Pflanzkartoffeln untersucht.

Zusätzlich wurde die Variante des Krautabschlagens ohne Grünroden in die Versuche aufgenommen.

Der Blattlausbefall - mit Gelbschalen ermittelt - war an den niedersächsischen Standorten erwartungsgemäß um ein mehrfaches stärker als an den Küstenstandorten. Die Erträge sanken im Grünrodeverfahren gegenüber der Kontrolle (praxisübliches Ernteverfahren ohne Krautschlagen) deutlich ab, da das Grünroden das sofortige Ende der Wachstumsprozesse bedeutet. Die Ertragsreduktion war in der Variante des Krautschlagens bei praxisüblicher Ernte nicht so stark ausgeprägt, da ein Wiederaustrieb erfolgen konnte.

Das Grünroden, insbesondere zu einem frühen Zeitpunkt, konnte den Virusbefall der Knollen um 20%-40% reduzieren. Die Befallswerte mit *Rhizoctonia solani* („Wurzeltöterkrankheit“, durch den Bodenpilz *Rhizoctonia* ausgelöst) war beim Grünroden allerdings erhöht, wenn das abgeschlegete Kraut in die Dämme eingearbeitet wurde, in denen die Knollen reifen. Auch lag ein höherer Anteil beschädigter Knollen vor.

Das Grünroden kann demnach in Jahren mit starkem Blattlausbefall bzw. nach entsprechender Indikation ein wirksames Verfahren zur Minderung des Risikos von Viruserkrankungen in ökologisch erzeugtem Pflanzgut sein. Dem gegenüber stehen Mindererträge, ggf. ein höherer *Rhizoctonia*-Befall sowie höhere Kosten des Ernteverfahrens.

Ertrag und Qualität von Verarbeitungskartoffeln

Convenience-Produkte wie Kartoffelchips und Pommes frites spielen auch im Bio-Lebensmittelsektor eine zunehmende Rolle. An die Rohware werden von Seiten der Verarbeiter Kriterien gestellt, die von den Landwirten einzuhalten sind. Neben der Sortierung (i.d.R. 40-65 mm Durchmesser) sind hierbei innere und äußere Qualitätskriterien von Bedeutung, so z.B. ein hoher Stärkegehalt bei gleichzeitig niedrigen Gehalten an reduzierenden Zuckern.

In den Jahren 2000 und 2001 sowie 2004 und 2005 wurden Feldversuche zur Beurteilung von Möglichkeiten zur Beeinflussung von Ertrag und Qualitätseigenschaften ökologisch erzeugter Kartoffeln zur Chips- und Pommesherstellung durchgeführt. 2000 und 2001 wurden 21 Kartoffelsorten an den Standorten Lindhof, Wulksfelde (bei Hamburg) und Frankenhausen (Hessen) geprüft. In diesen Sortenversuchen konnten Sorten identifiziert werden, die eine besonders gute Eignung als Verarbeitungskartoffeln unter den Bedingungen des ökologischen Landbaus aufweisen. Im Jahr 2003 erfolgte ein weiterer Sortenversuch mit acht Sorten an den selben drei Standorten.

Darauf aufbauend wurden 2003 und 2004 detailliertere Feldversuche mit zwei ausgewählten Sorten durchgeführt. Hierbei wurde geprüft, inwieweit die Nutzungsart der Klee gras-Vorfrucht (Schnittnutzung, Mulchen, Mischsystem mit zwei Schnitten und einem Mulchgang) die N-Versorgung und somit Ertrag und Qualität der Kartoffeln beeinflusst.

Nur im Jahr 2003 war ein Effekt der Klee grasnutzung nachweisbar. Nach gemulchtem Klee gras, welches die höchsten N-Restmengen hinterließ, lagen die Kartoffelerträge etwas über den Varianten, denen eine Schnitt- oder Mischnutzung des Klee grasses voranging. Im Jahr 2004 konnte kein Effekt der Klee grasnutzung beobachtet werden. Beide Sorten („Agria“ zur Pommesherstellung, „Marlen“ für die Kartoffelchipsproduktion) erzielten gute Qualitäten zur Weiterverarbeitung.

Literatur zu Kapitel 6

Böhm (1998, 1999, 2000, 2001a, 2001b, 2001c)

Böhm und Dewes (1997a, 1997b)

Böhm et al. (1997, 2003)

Fittje und Böhm (2001a, 2001b)

Fittje et al. (2003, 2005)

Krause et al. (2004, 2005a, 2005b)



Kartoffelanbau auf dem Lindhof

Heil- und Gewürzpflanzen

„Plants for Health“

Diabetes II ist vor allem in den Industrieländern einer der Hauptkrankheitsbildner und eine der häufigsten Todesursachen. Die Entwicklung neuer Medikamente zur Vorbeugung und Behandlung von Diabetes II ist daher von großem gesellschaftlichen Interesse. Ein Großteil der heute eingesetzten medikamentösen Wirkstoffe stammt aus Pflanzen, Pilzen oder Mikroorganismen. Der anti-diabetogene Effekt, der für mehrere pflanzliche Extrakte nachgewiesen werden konnte, beruht auf einer Regulation des Blutzuckergehaltes, an der verschiedene Substanzen wie Oligo- und Polysaccharide sowie Flavone beteiligt sind. Der Anbau von Heilpflanzen im ökologischen Landbau weist mehrere Vorteile im Vergleich zur konventionellen Erzeugung auf:

- **Rückstandsfreiheit (keine Verunreinigung durch Pflanzenschutzmittelrückstände)**
- **Erfahrung ökologisch wirtschaftender Landwirte mit Zertifizierungssystemen.**

Vor diesem Hintergrund wurde 2005 das deutsch-dänische Gemeinschaftsprojekt „Plants for health“ initiiert. Dieses Projekt (Laufzeit 2005-2008) wird vom EU-Programm INTERREG III A, der Technologieregion K.E.R.N. sowie dem Verwaltungsbezirk Fyns Amt (Fünen/Dänemark) gefördert. Als Projektpartner auf deutscher Seite ist die CAU Kiel durch drei Institute vertreten: das Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung - Grünland und Futterbau/Ökologischer Landbau - mit dem Versuchsgut Lindhof, das Institut für Tierernährung und Stoffwechselfysiologie, sowie das Institut für Humanernährung und Lebensmitteltechnologie.

Ziele des Projektes:

1. **Identifikation von Pflanzenarten, die sowohl bioaktive Substanzen mit potenziell positiven Effekten in der Behandlung von Diabetes II enthalten, als auch interessante Nischenkulturen für den ökologischen Landbau darstellen;**
2. **Analyse der Wirkungsweise verschiedener bioaktiver Inhaltsstoffe;**
3. **Durchführung von Testreihen, um die Bioverfügbarkeit der Substanzen und deren Toxikologie zu analysieren;**
4. **Durchführung von Versuchen zu Produktion, Ernte und Verarbeitung ausgewählter Pflanzenarten, darauf aufbauend: Entwicklung praxistauglicher Produktionssysteme;**
5. **Wissenstransfer an Produzenten (Landwirte) und Verarbeiter.**

Das Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung - Grünland und Futterbau/Ökologischer Landbau - der CAU Kiel ist für die Durchführung der Anbauversuche auf deutscher Seite verantwortlich, die auf dem Lindhof stattfinden. Die Anlage der Feldversuche erfolgte im Frühjahr 2006 mit 14 ein- und mehrjährigen Arten, so z.B. Geißraute (*Galega officinalis*), Bockshornklee (*Trigonella foenum-graecum*), Buchweizen (*Fagopyrum esculentum*) und Johanniskraut (*Hypericum perforatum*). Variiert wurden unter anderem die Faktoren Sorte/Herkunft, Ernteverfahren (Drusch oder Handernte), N-Düngungsniveau, Ansaatverfahren (Aussat oder Pflanzung)*, Pflanzabstand*, Pflanzverfahren (mit und ohne Vlies)* und Erntezeitpunkt (1. oder 2. Nutzungsjahr, vor oder während der Blüte)* (*: nur bei mehrjährigen Arten). Anbaubegleitend werden Erträge, Qualitätseigenschaften und Gehalte an wertgebenden Inhaltsstoffen untersucht.

Erste Ergebnisse werden 2008 vorliegen.

Gewinnung von Biowirkstoffen

Durch das Institut für Humanernährung und Lebensmittelkunde der CAU Kiel wurden auf dem Lindhof sowie an mehreren anderen Standorten in Schleswig-Holstein Anbauversuche mit Rotklee, Artischocke, Salbei und Tausendgüldenkraut durchgeführt. Hierbei lagen folgende Fragestellungen vor:

- Monitoring des Biowirkstoffgehalts dieser Kräuter und Heilpflanzen im Feldversuch
- Einfluss von Düngung, Kalkung, Bestandesdichte und Standort
- Einfluss von Erntezeitpunkt und Trocknung auf den Biowirkstoffgehalt
- Gewinnung von Extrakten für Lebensmittel sowie für pharmazeutische und kosmetische Produkte
- Weiterverwertung bzw. Entsorgung der Extraktionsrückstände.

Rotklee (*Trifolium pratense*) weist einen hohen Gehalt an Isoflavonen auf. Diese Substanzen werden als Phytoöstrogene im Zusammenhang mit der Prävention hormonabhängiger Krebserkrankungen diskutiert. Die Wirkung der Phytoöstrogene beruht auf der Ähnlichkeit mit körpereigenen Östrogenen.

Blätterextrakte der Artischocke (*Cynara scolymus*) sind seit langem als Mittel für die Fettverdauung bekannt und werden bei Verdauungsbeschwerden eingesetzt. Diese Wirkung beruht auf einer Steigerung des Gallenflusses. Das gesamte Spektrum der Inhaltsstoffe der Blätter ist für die Wirkung verantwortlich (Mono- und Dicafeoylchinasäuren, Flavonoide). Daher ist bei der Gewinnung von Extrakten das ganze originäre Spektrum zu erhalten.

Unter den Gewürzpflanzen weist Salbei (*Salvia officinalis*) aufgrund seiner phenolischen Diterpene das höchste antioxidative Potenzial auf. Der schützende Effekt dieser Verbindungen konnte nicht nur bei der Lipidperoxidation in Lebensmitteln, sondern auch in Bezug auf die Cancerogenese und HIV-1-Protease nachgewiesen werden.

Tausendgüldenkraut ist ähnlich wie Enzian aufgrund seiner Bitterstoffglycoside schon lange als Arzneipflanze bekannt. Diese führen zu einer gesteigerten Magen- und Gallensaftsekretion und wirken so verdauungsfördernd.

Literatur zu Kapitel 7

Jung et al. (2007)

Loges et al. (2006a)

Echter Thymian (*Thymus vulgaris*)
unter Folie gepflanzt



Buchweizen (*Fagopyrum esculentum*)





Weitere pflanzenbauliche Versuche



Landessortenversuche der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein: Silomais im ökologischen Landbau

Dr. Edgar Techow
Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein

Seit 2005 werden die Landessortenversuche der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein für Silomais im ökologischen Landbau auf dem Lindhof durchgeführt.

Silomais ist aufgrund seines hohen Ertragspotenzials, der Anbausicherheit auch auf leichten Standorten, und vor allem aufgrund des günstigen Energie:Protein-Verhältnisses der Maissilage die neben Gras wichtigste Futtergrundlage in der Rindviehhaltung. Aus diesem Grund gewinnt der Anbau von Mais auch in Biobetrieben an Attraktivität. Mais ist vergleichsweise N-effizient, und kann auch im Spätsommer noch Nährstoffe aufnehmen und in Ertrag umsetzen. Dies kommt dem ökologischen Landbau entgegen, da die N-Versorgung der Bestände im Wesentlichen durch die Mineralisation organischer Substanz sichergestellt werden kann. Durch den Verzicht auf chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel birgt der Anbau von Mais in der Praxis des ökologischen Landbaus jedoch noch gewisse Risiken, die es durch angepasste Sortenwahl und Produktionstechnik auszugleichen gilt.

Im ökologischen Landbau ist der Einsatz ökologisch produzierten Saatguts vorgeschrieben. Nur im Ausnahmefall darf auf konventionell produziertes ungebeiztes Saatgut zurückgegriffen werden. In den Landessortenversuchen der Landwirtschaftskammern werden deshalb Sorten aus beiden Bereichen getestet (ökologisch und konventionell erzeugt).

Bei der Sortenprüfung im ökologischen Landbau ist neben den üblichen Leistungsparametern wie Ertrag und Futterqualität die Jugendentwicklung von entscheidender Bedeutung. Eine zügige Jugendentwicklung kann den Befall mit Auflaufkrankheiten (und damit verbundene Pflanzenausfälle) insbesondere bei ungünstiger Witterung deutlich reduzieren. Zudem führt sie zu einem schnelleren Reihenschluss und damit höherer Konkurrenzkraft gegen Beikräuter. Eine langsame Entwicklung im Jugendstadium wird in der Regel im ökologischen Anbau bis zur Siloreife nicht mehr ausgeglichen, so dass diese Sorten für den Praxisanbau nicht in Frage kommen. Sortenversuche sind damit in der Lage, wirtschaftliche Einbußen für die Praxis im Vorfeld zu vermeiden. Die Ergebnisse der Landessortenversuche werden von den Landwirtschaftskammern regelmäßig im Internet und in der Fachpresse veröffentlicht.

Unterfußdüngung von Gülle im Maisanbau

Mais besitzt in der Jugendentwicklung ein vergleichsweise schlechtes Aufnahmevermögen für Phosphat. Phosphatmangelerscheinungen verzögern somit die Entwicklung der Pflanzen. Im konventionellen Maisanbau wird dem durch eine Unterfußdüngung mit mineralischen NP-Düngern begegnet.

Versuche zur Unterfußdüngung von Gülle fanden in der konventionellen Landwirtschaft vor dem Hintergrund überschüssiger Gülle auf viehstarken Betrieben statt. So kann die N- und P-Versorgung des Maises ausschließlich durch Gülle sichergestellt werden. Im ökologischen Landbau ist diese Technik interessant, da mineralische NP-Dünger nicht zugelassen sind.

Aus diesen Überlegungen heraus wurde im Jahr 2002 ein randomisierter Parzellenversuch zur Unterfußdüngung im ökologischen Silomaisanbau auf dem Lindhof durchgeführt. In Zusammenarbeit mit dem Institut für landwirtschaftliche Verfahrenstechnik (ILV) der CAU Kiel sowie einem Lohnunternehmer wurde ein entsprechendes Gerät für den Frontanbau am Schlepper entwickelt. Durch einen Horsch-Düngeschar erfolgte die Gülleablage in den Boden. Es kam ein praxisübliches Maissägerät zum Einsatz.

Mit 12 repräsentativen Maissorten wurden folgende Varianten geprüft:

- 10 m³/ha Gülle (ca. 33 kg N ges./ha) als Unterfußdüngung
- Kontrolle 1: keine Düngung
- Kontrolle 2: 10 m³/ha Gülle breitverteilt (vor der Saatbettbereitung mit der Kreiselegge)
- Kontrolle 3: 20 m³/ha Gülle breitverteilt (vor der Saatbettbereitung mit der Kreiselegge)

Es zeigte sich, dass die Unterfußdüngung mit 10 m³/ha Gülle keinen signifikanten Ertragseffekt bewirkte. Lediglich in der Kontrolle 3 (20 m³/ha Gülle breitverteilt) konnte ein statistisch abgesicherter Ertragszuwachs gegenüber der Kontrolle 1 (ohne Düngung) erzielt werden. Da höhere Gaben als 10 m³/ha Gülle im Unterfußverfahren technisch nicht realisierbar sind, stellt dieses Verfahren unter den gegebenen Standortverhältnissen keine sinnvolle Möglichkeit zur Sicherstellung der P-Versorgung im ökologischen Maisanbau dar.

Ökologischer Rapsanbau

Neben dem Mais stellt Raps eine Kulturart dar, die aus betriebswirtschaftlicher Sicht sehr interessant ist, im ökologischen Landbau allerdings nur unter erheblichen Schwierigkeiten angebaut werden kann. Während im ökologischen Maisanbau vor allem die Unkrautbekämpfung und die P-Versorgung problematisch sein können, hängt der Erfolg des ökologischen Rapsanbaus von der Stärke des Befalls mit Schadinsekten und pilzlichen Krankheitserregern ab. Auch können sich Probleme im Stickstoffmanagement von Rapsfruchtfolgen ergeben. Der hohe N-Bedarf zum Raps muss sichergestellt sein, was in ökologischen Anbausystemen schwierig sein kann. Nach der Rapsernte verbleiben hohe N-Mengen auf der Fläche, die ein hohes N-Auswaschungsrisiko induzieren.

Vorversuche (2000-2002)

In den drei Erntejahren 2000-2002 fanden Vorversuche zum ökologischen Rapsanbau auf dem Lindhof statt. Ziel war es, die Möglichkeiten und Grenzen des ökologischen Rapsanbaus unter Schleswig-Holsteinischen Bedingungen, die durch einen hohen Befallsdruck von Krankheiten und tierischen Schädlingen gekennzeichnet sind, auszuloten. Auch zum Stickstoffmanagement in ökologischen Rapsfruchtfolgen sollten erste Erkenntnisse gewonnen werden.

Die Vorversuche wurden mit Sommer- und Winterraps durchgeführt, wobei jeweils 4 repräsentative Sorten ausgewählt wurden (je 2 Liniensorten und 2 Hybridsorten). Auch wurden die Effekte einer Düngung mit Rindergülle untersucht. In Stufen von 0, 80 und 160 kg N ges./ha wurde Rindergülle in zwei zeitlich versetzten Gaben im Frühjahr appliziert.

Ergebnisse

Mit gesteigerter N-Düngung über Rindergülle stiegen die Trockenmasseerträge signifikant an. Der Ölgehalt war jedoch unbeeinflusst von der Höhe der Gülledüngung. Die typischen Sorteneigenschaften - wie in der beschreibenden Sortenliste des Bundessortenamtes dargestellt - waren sowohl in den ökologischen Versuchsvarianten als auch in der konventionell bewirtschafteten Referenzvariante deutlich ausgeprägt.

Die Ertragsleistungen der ökologischen Varianten wurden durch den Befall mit dem Rapsglanzkäfer, dem Kohlschotenrüssler und der Kohlschotenmücke stark beeinträchtigt. Dazu kamen ein mehr oder weniger starker Herbstbefall mit dem Rapserrdfloh, sowie eine sehr ungleichmäßige Abreife der Bestände. Die Erträge lagen im Mittel der drei Jahre nur bei 18 dt/ha, wobei die Variation zwischen den Jahren - abhängig von der Stärke des Befalls mit Schadinsekten - extrem hoch war (Erträge von 5 dt/ha bis 30 dt/ha).



Der Befall mit *Sclerotinia sclerotiorum* (Sclerotinia-Fäule, Weißstängeligkeit) - einer der wichtigsten pilzlichen Krankheiten im Rapsanbau - bewegte sich dagegen auf sehr niedrigem Niveau. Der Einsatz des im ökologischen Landbau zugelassenen biologischen Fungizides Contans WG® zeigte aufgrund des kaum vorhandenen *Sclerotinia*-Befalls der Bestände keinen Effekt.

Im Erntejahr 2002 wurden Proben des Ernteguts aller 8 Sorten in den Labors der Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel (BfEL) in Detmold (ehemals Bundesanstalt für Getreide-, Kartoffel- und Fettforschung) in Bezug auf Qualitätseigenschaften des gewonnenen Öls untersucht. Die sortentypischen Eigenschaften konnten bestätigt werden, wobei es keine Unterschiede zwischen konventionell und ökologisch erzeugtem Rapsöl gab. Lediglich der Chlorophyllgehalt war in den ökologisch erzeugten Rapsproben höher, was auf einen höheren Anteil noch grüner Körner aufgrund vorangegangenen Rapsglanzkäferbefalls zurückzuführen war.

Projekt „Öko-Qualität“ (2003-2005)

Im Rahmen des gemeinsam mit dänischen Projektpartnern durchgeführten Projektes „Öko-Qualität“ (finanziert durch das EU-INTERREG III A-Programm) wurden in den Jahren 2003-2005 Optimierungsstrategien für ökologische Rapsfruchtfolgen auf dem Lindhof untersucht. Hierbei standen Möglichkeiten zur Optimierung des N-Haushaltes sowie zur Minimierung von N-Auswaschungsverlusten im Vordergrund. Um die N-Versorgung zum Raps sicherzustellen, wird Raps im ökologischen Landbau in der Regel nach Vorfrüchten angebaut, die hohe organische N-Mengen auf der Fläche hinterlassen (z.B. Futtererbsen). Das Risiko für hohe N-Auswaschungsverluste ist somit nicht nur nach der Rapsernte gegeben, sondern auch bereits im Winter davor.

Zwischenfrüchte können zur Reduzierung der N-Auswaschung beitragen. Im Projekt „Öko-Qualität“ wurden daher sowohl der Anbau von Winterzwischenfrüchten vor Sommerraps als auch der gemeinsame Anbau von Winterraps und abfrierenden Zwischenfrüchten untersucht.

Ergebnisse

Im Gegensatz zu Winterweizen war Winterraps in der Lage, signifikante N-Mengen vor dem Winter aufzunehmen und somit die N-Auswaschung zu reduzieren. Der gemeinsame Anbau von Winterraps und Grünroggen führte zu einer weiteren Reduzierung der N-Auswaschungsverluste. Mit anderen Zwischenfrüchten (u.a. Saatwicke, Ölrettich) konnte kein so deutlicher Effekt zur Reduzierung der N-Frachten erzielt werden.

Vor dem Anbau von Sommerraps konnte Grünroggen als Winterzwischenfrucht ebenfalls eine signifikante Reduzierung der N-Auswaschungsverluste bewirken. Andere Zwischenfrüchte hatten auch in diesem Fall keinen so deutlichen Effekt. Generell sind die N-Frachten im Winterrapsanbau trotz der zeitgleich ausgesäten Zwischenfrüchte höher gewesen als unter den entsprechenden Zwischenfruchtvarianten vor dem Sommerrapsanbau. Dies ist auf die höhere Intensität der Bodenbearbeitung zur Herbstbestellung der Hauptfrucht Winterraps zurückzuführen.

Literatur zu Kapitel 8

Loges et al. (2005c)
Mauschering et al. (2005, 2006a, 2006b)



Bewertung von Landnutzungssystemen

9 >

Die Bewertung von Landnutzungssystemen hinsichtlich ihrer Leistungen für die belebte und unbelobte Umwelt sowie für die Qualität der erzeugten Produkte nimmt seit Anfang der 1990er Jahre einen immer größeren Stellenwert ein. Mit dem „Umstellungsboom“ in den 1990er Jahren trat der ökologische Landbau aus seinem Nischendasein heraus, wodurch sich ein größeres Interesse an der vergleichenden Bewertung konventioneller und ökologischer Landwirtschaft zu entwickeln begann. Landwirtschaft, Verbraucher und Politik haben ein vitales Interesse an belastbaren Aussagen zur ökonomischen wie ökologischen Leistungsfähigkeit konventioneller und ökologischer Landwirtschaft. Im Rahmen des Forschungsschwerpunktes fand eine vergleichende Bewertung konventioneller und ökologischer Landwirtschaft im Rahmen der Projekte CONBALE (1998-2002), COMPASS (2004-2007) und AVI-LAND (2005-2008) statt.

Projekt CONBALE

Hintergrund

Die zum Zeitpunkt der Projektkonzeption vorliegende Literatur weist dem ökologischen Landbau im Vergleich zur konventionellen Landwirtschaft überwiegend positivere Leistungen für den abiotischen Ressourcenschutz zu. Dies betrifft vor allem die Höhe der Stickstoffverluste, womit sich die meisten Arbeiten beschäftigten, aber z.B. auch die Energiebilanz. Die allermeisten Arbeiten leiteten ihre Schlußfolgerungen allerdings aus Parzellenversuchen ab, in denen weder praxistypische und repräsentative Anbausysteme noch exakte Messungen der N-Auswaschung - idealerweise mit Saugkerzen - etabliert wurden. Auch wurden die meisten dieser Versuche im mittel- und süddeutschen sowie im alpinen Raum durchgeführt. Somit gab die Literatur zum damaligen Zeitpunkt überhaupt keine belastbaren Aussagen zum Vergleich praxistypischer konventioneller und ökologischer Anbausysteme auf Hochertragsstandorten Nordwestdeutschlands her.

Ziel des Projekts CONBALE (Converting to organic farming: consequences for N-balances and N leaching) war die Bestimmung der wesentlichen Stickstoffflüsse wie N₂-Fixierung, N-Düngung, N-Erträge und N-Auswaschung auf Einzelschlag- als auch auf Fruchtfolgeebene, um daraus möglichst N-effiziente Anbausysteme abzuleiten und einen belastbaren Vergleich konventioneller und ökologischer Anbausysteme auf einem typischen Standort der spezialisierten Marktfruchtproduktion zu ermöglichen. Als ein weiterer Aspekt der Nutzung bzw. Belastung abiotischer Ressourcen wurde eine Bilanzierung der Effizienz der eingesetzten fossilen Energie in den untersuchten Fruchtfolgesystemen vorgenommen.

Material und Methoden

Einer für die Region typischen Fruchtfolge spezialisierter konventioneller Marktfruchtbetriebe wurden während des Umstellungszeitraums des Lindhofs verschiedene Fruchtfolgesysteme des ökologischen Landbaus gegenübergestellt (siehe Tabelle 9.1). Diese unterschieden sich in Bezug auf den Leguminosenanteil (33% und 50%) und den zugrunde liegenden Betriebstyp (ökologischer Marktfruchtbetrieb: gemulchtes Klee gras; ökologischer Gemischtbetrieb: Schnittnutzung des Klee gras). Im Fruchtfolgesystem des ökologischen Gemischtbetriebes wurde der mit dem Klee gras aufwuchs von der Fläche abgefahrene Stickstoff in entsprechender Menge über Wirtschaftsdünger wieder auf die Fläche zurückgeführt. In den Erntejahren 1999-2002 waren diese Fruchtfolgen auf Schlag- bzw. Teilschlagebene auf der gesamten Betriebsfläche des Lindhofs etabliert. Rund 300 keramische Saugkerzen verteilten sich über alle Schläge, wobei die Saugkerzen nur auf Teilflächen des vorherrschenden Bodentyps Braunerde-Parabraunerde installiert wurden, um die Messung der N-Auswaschung nicht durch variierende Bodenverhältnisse zu maskieren.

Ergebnisse

Erträge

Die Naturalerträge der untersuchten Fruchtfolgen wichen nur wenig von den durchschnittlichen Erträgen in Schleswig-Holstein ab (leicht unterdurchschnittlich in der konventionellen Fruchtfolge, leicht überdurchschnittlich in den ökologischen Fruchtfolgen). In den ökologischen Fruchtfolgen wurden insbesondere im Jahr nach dem Rotklee(gras)anbau mit 58 dt Hafer je ha vergleichsweise hohe Erträge erzielt, was durch die vom Rotklee fixierte und auf den Flächen verbliebene Menge von mehr als 170 kg Luftstickstoff je Hektar zu erklären ist. Dagegen lagen die Erträge der Körnererbsen-Folgefrüchte Winterweizen bzw. Kartoffeln mit 34 dt/ha bzw. 175 dt/ha auf recht niedrigem Niveau, da nach der Ernte der Erbsen (39 dt/ha) nur geringe N-Mengen für die Folgefrüchte auf der Fläche verblieben. Eine ähnlich geringe N-Versorgung führte beim Winterroggen zu einem Ertrag von nur 32 dt/ha, da der größte Anteil des fixierten Stickstoffs bereits vom Hafers als Rotkleeerfolgefrucht abgeschöpft wurde. Die Erträge der gesamten Fruchtfolge sind in Tabelle 9.1 als „Getreideeinheiten“ aggregiert dargestellt. Gegenüber der konventionellen Fruchtfolge fielen die Ertragsleistungen der ökologischen Anbausysteme deutlich ab, insbesondere in den Fruchtfolgen reiner Ackerbaubetriebe, auf denen der Rotklee zur Gründüngung gemulcht und keiner Verwertung zugeführt wurde. Auch konnte das schnittgenutzte Klee gras eine um ca. 50 kg N/ha höhere Fixierungsleistung erzielen, was durch den auf Gemischtbetrieben vorhandenen variabel einsetzbaren Wirtschaftsdünger sämtlichen nicht stickstofffixierenden Nachfrüchten zugute kam. Zum Vergleich: in eher kontinental geprägten Regionen Süd- und Ostdeutschlands (z. B. Rheinland, Schwarzerdegebiete) klafft die Schere zwischen konventionellen und ökologischen Erträgen i.d.R. bei weitem nicht so stark auseinander.

Tabelle 9.1: Vergleich von Fruchtfolgen des konventionellen und ökologischen Landbaus im Hinblick auf Ertrag, N-Haushalt und Energieeffizienz.

Anbausystem	Fruchtfolge ²	Ertrag*	N-Input	N-Effizienz	N-Saldo	Nitrat-ausw.*	Energie-input*	Energie-effizienz*
		GE ¹ /ha	kg N/ha	GE/kg N	kg N/ha	kg NO ₃ -N/ha	GJ/ha	GE/GJ
Ackerbaubetrieb konventionell	R - WW - ZR - WW	107,5 ^a (100%)	186,0 (100%)	0,58 (100%)	47,5 (100%)	23,6 ^a (100%)	15,6 ^a (100%)	6,7 ^a (100%)
Ackerbaubetrieb ökolog. N-intensiv (50% Legum.)	RKG M/SV - H - E - WW/K	31,8 ^c (30%)	88,5 (48%)	0,36 (62%)	12,1 (25%)	21,2 ^a (90%)	6,1 ^c (39%)	5,3 ^b (79%)
Ackerbaubetrieb ökolog. N-extensiv (33% Legum.)	RKG M/SV - H - WR	29,8 ^c (28%)	67,0 (36%)	0,44 (76%)	17,5 (37%)	20,1 ^a (85%)	4,5 ^d (29%)	6,6 ^a (99%)
Gemischtbetrieb ökolog. N-intensiv (50% Legum.)	RKG S - H - E - WW/K	55,4 ^b (52%)	137,2 (74%)	0,40 (69%)	11,1 (23%)	14,5 ^b (61%)	7,0 ^b (45%)	6,5 ^{ab} (97%)

* Mittelwerte einer Spalte mit gleichem Buchstaben sind nicht signifikant unterschiedlich (P < 0,05)

¹ GE: Getreideeinheit

² E: Körnererbsen, H: Hafer, K: Kartoffeln, R: Wintererbsen, RKG M/SV: Rotklee gras gemulcht/Rotklee-Saatvermehrung, RKG S: Rotklee gras Schnittnutzung, WR: Winterroggen, WW: Winterweizen, ZR: Zuckerrüben

N-Haushalt

Da die Mineralisation der organischen Substanz von Leguminosenvorfrüchten zeitlich nicht simultan mit dem N-Bedarf der Marktfrüchte verläuft, lag die N-Effizienz im konventionellen Anbau deutlich über der N-Effizienz ökologischer Fruchtfolgesysteme (Tabelle 9.1).

Die mittlere Nitratauswaschung unterschied sich mit 20,1-23,6 kg NO₃-N/ha nicht signifikant zwischen konventionellen und ökologischen Ackerbau-Fruchtfolgesystemen. Unter gemulchtem, überwinterten Rotklee(gras) wurden z.T. sehr hohe Nitratfrachten gemessen. Dies war unter schnittgenutztem Rotklee-gras in der Fruchtfolge für ökologische Gemischtbetriebe nicht der Fall.

Energiebilanz

Neben den Stickstoffverlusten in die Umwelt wird der Energiebilanz ein hoher Stellenwert bei der Bewertung der Umweltverträglichkeit landwirtschaftlicher Produktionssysteme eingeräumt. Die Energiebilanz oder Energieeffizienz beschreibt den Beitrag eines Anbausystems zum anthropogenen Treibhauseffekt und zum energetischen Ressourcenverbrauch.

Im konventionellen Anbau war der Energie-Input - der Einsatz fossiler Primärenergie: direkt (auf dem Betrieb, v.a. Diesel) und indirekt (Vorleistungen, v.a. mineralischer N-Dünger) - zwar um den Faktor 3-4 höher als in den ökologischen Anbausystemen, die Energieeffizienz (GE/GJ fossil) war jedoch vergleichbar mit den ökologischen Fruchtfolgesystemen. Nur die N-intensive ökologische Fruchtfolge reiner Ackerbaubetriebe wies eine signifikant niedrigere Energieeffizienz auf.

Fazit

Auf dem Hohertragsstandort Lindhof konnte, abweichend von vielen anderen Arbeiten, gezeigt werden, dass eine Überlegenheit des ökologischen Landbaus in Bezug auf den abiotischen Ressourcenschutz nicht in jedem Fall gegeben ist. Insbesondere viehlose ökologische Ackerbausysteme, auf denen das Klee-gras keiner Verwertung zugeführt wird, wiesen bei stark reduziertem Ertragsniveau der Gesamtfruchtfolge vergleichbare N-Auswaschungsverluste und Energieeffizienzen wie das konventionelle Referenzsystem auf.

Diese Feststellung für Ackerbausysteme an einem Hohertragsstandort unterscheidet sich grundsätzlich von den Beobachtungen, die im Rahmen des „N-Projektes Karkendamm“ des Instituts für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung - Grünland und Futterbau/Ökologischer Landbau - am Futterbaustandort Karkendamm auf humos-sandigen Böden gemacht wurden. Hier wiesen stickstoffintensive konventionelle Systeme im Futterbau (Dauergrünland, Silomais) signifikant höhere N-Überschüsse, N-Auswaschungsverluste und niedrigere Energieeffizienzen im Vergleich zu N-extensiven Systemen auf.

Diese gegensätzlichen Beobachtungen in Ackerbau- und Futterbausystemen wurden zu dem Konzept der Vorrangflächen für ökologischen Landbau weiterentwickelt. Dieses Konzept weist dem ökologischen Landbau dort eine positive Bewertung zu, wo die Belastung natürlicher Ressourcen - v.a. des Grundwassers - durch intensive konventionelle Landwirtschaft hoch und die Ertragsverluste durch ökologischen Landbau vergleichsweise niedrig sind - also auf den leichten Futterbaustandorten der Geest. Dieses Vorrangflächenkonzept ist im Jahr 2007 in die Förderungsrichtlinien für ökologischen Landbau des Landes Schleswig-Holstein eingegangen.

Projekt COMPASS

Hintergrund und Projektkonzeption

Die Schlussfolgerungen aus den Projekten „CONBALE“ (Ackerbau) und „N-Projekt Karkendamm“ (Milchvieh-Futterbau) weisen auf die Notwendigkeit einer standort- und betriebstypbezogenen Bewertung konventioneller und ökologischer/extensiver Landnutzungssysteme hin. Allerdings wurden diese Ergebnisse an nur jeweils einem Standort gewonnen - die Validierung in der Breite praxistypischer Produktionssysteme fehlte.

Aus diesem Grund wurde das Projekt COMPASS (comparative assessment of land use systems) unter Federführung des Instituts für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung - Grünland und Futterbau/Ökologischer Landbau - gemeinsam mit den Instituten für Phytopathologie und Tierzucht/Tierhaltung der CAU konzipiert und in den Jahren 2004-2007 auf 32 konventionellen und ökologischen Praxisbetrieben in allen Naturräumen Schleswig-Holsteins durchgeführt (siehe Abbildung 9.1). Die Auswahl der Betriebe in „Betriebspaaren“ an jeweils einem Standort ermöglichte den direkten Vergleich konventioneller und ökologischer Betriebe unter identischen Standortverhältnissen.

Im Teilprojekt des Instituts für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung - Grünland und Futterbau/Ökologischer Landbau - lag der Schwerpunkt der Untersuchungen in den Leistungen der Produktionssysteme für den Wasserschutz. Neben einer exakten Bilanzierung der Stickstoffflüsse auf allen 32 Betrieben wurden auf 8 ausgewählten Betrieben die N-Auswaschungsverluste in

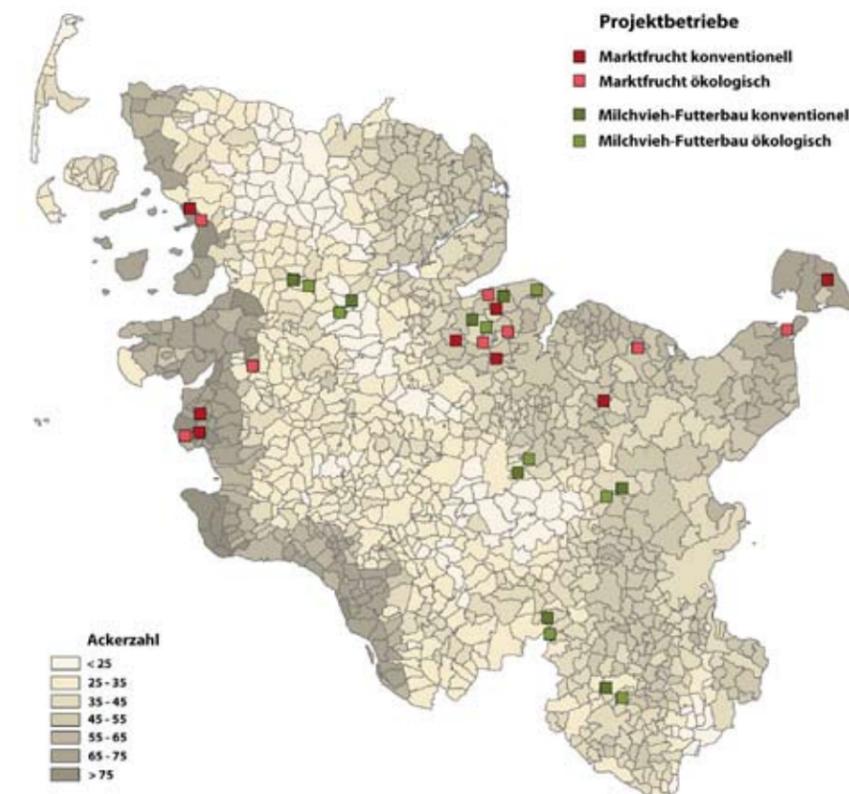
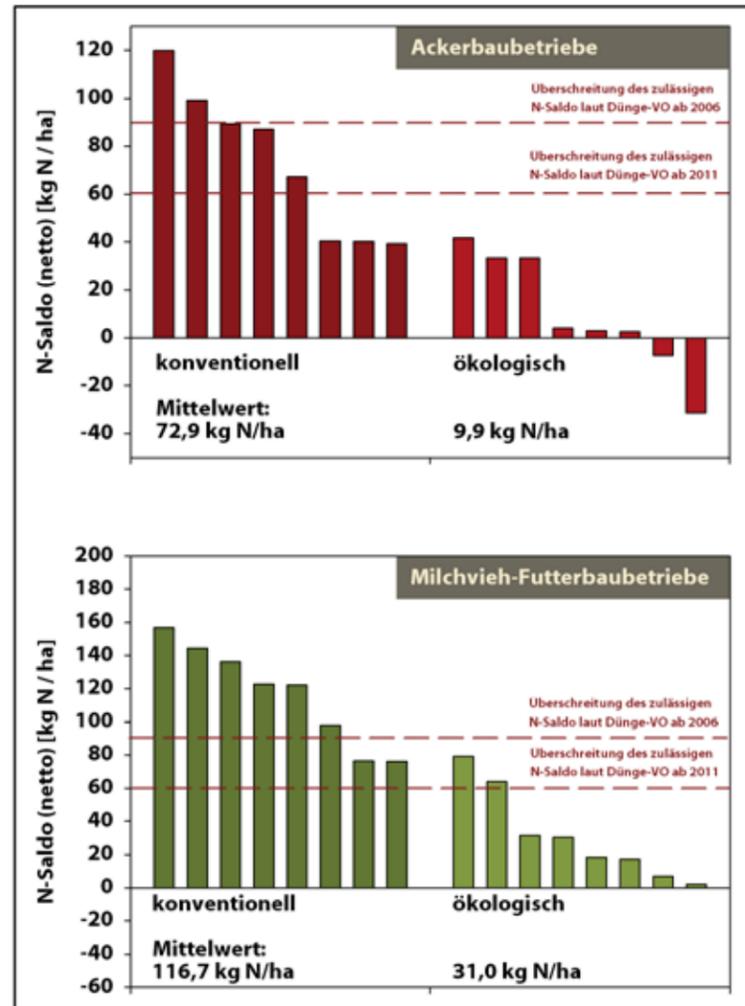


Abbildung 9.1: Lage der COMPASS-Projektbetriebe und Bodengüte (Ackerzahlen) der Projektstandorte

Abbildung 9.2:
N-Bilanzsalden konventionell und ökologisch wirtschaftender Ackerbaubetriebe (oben) und Milchvieh-Futterbaubetriebe (unten). Mittel der Wirtschaftsjahre 2003/04 und 2005/06, Berechnung auf Hoftorbasis („Hoftorbilanz“), netto nach Abzug der NH₃-Verluste laut Düngeverordnung.



repräsentativen Kulturen mit Saugkerzen gemessen.

Ergebnisse

N-Bilanzsalden

Die N-Bilanzsalden auf Hoftorebene (als Maß für die Gesamtmenge potenzieller N-Verluste auf Betriebsebene) waren auf den konventionellen Betrieben signifikant höher als auf den ökologischen Betrieben. Milchvieh-Futterbaubetriebe wiesen signifikant höhere N-Salden auf als spezialisierte Ackerbaubetriebe (Abbildung 9.2). Die Mehrzahl der konventionellen Betriebe konnte den Grenzwert von 60 kg N/ha, der nach der Düngeverordnung ab 2011 verbindlich ist, nicht einhalten.

Die große Variation zwischen den Betrieben einer Gruppe zeigte jedoch, welche Potenziale zur Reduzierung der N-Überschüsse in der Praxis vorhanden sind. Diese Optimierungspotenziale waren vor allem in der Düngung (Bemessung des N-Düngebedarfs, Anrechnung von Wirt-

schaftsdüngern) sowie im Bereich der Tierhaltung gegeben (Fütterung und Remontierung auf den Milchvieh-Futterbaubetrieben). Ökologische Betriebe tendierten zu sehr niedrigen N-Salden, was auf eine in vielen Fällen unzureichende N-Versorgung der Fruchtfolge hinwies.

N-Auswaschung

Hohe N-Auswaschungsverluste, die einer Nitratkonzentration von über 50 ppm im Sickerwasser (EU-Trinkwassergrenzwert) entsprechen, wurden in folgenden Fällen festgestellt:

- Winterweizenanbau nach Raps- (konventionell) bzw. Klee-grasvorfrucht (ökologisch)
 - abtragendes Fruchtfolgeglied im konventionellen Ackerbau
 - Dauergrünland: konventionell (deutlich über dem Nitratgrenzwert), ökologisch (knapp über bzw. unter dem Nitratgrenzwert, abhängig von der Beweidungsintensität)
 - Silomais auf Geeststandorten (konventionell und ökologisch)
 - nach dem Umbruch von Dauergrünland (Frühjahrs- oder Herbstumbruch gleichermaßen).
- Ursachen für überhöhte N-Auswaschungsverluste waren auf konventionellen Betrieben dem Bereich der mineralischen wie organischen N-Düngung zuzuordnen. Auf ökologischen Betrieben verursachten der Herbstumbruch von Klee-gras (vor der Winterweizenbestellung) sowie hohe Wirtschaftsdüngergaben zu Silomais (nach einem Frühjahrs-umbruch von Klee-gras) hohe N-Frachten.

Erträge und Qualitäten im Winterweizenanbau

Das Teilprojekt des Instituts für Phytopathologie zeigte, dass im ökologischen Winterweizenanbau neben signifikant niedrigeren Erträgen auch verminderte Backqualitäten im Vergleich zu konventionell erzeugtem Weizen erzielt wurden. Die mechanische Unkrautbekämpfung blieb weitgehend wirkungslos. Im konventionellen Anbau lagen in einigen wenigen Fällen geringe Rückstände von Pflanzenschutzmitteln im Korn (Cycocel, CCC) und auch im Sickerwasser (mehrere herbizide Wirkstoffe) vor. In der Praxis des chemischen Pflanzenschutzes gab es auf den konventionellen Betrieben z.T. deutlichen Optimierungsbedarf.

Fazit

Der ökologische Landbau weist zwar niedrigere N-Überschüsse auf, ist aber nicht pauschal grundwasserschonender als konventionelle Anbausysteme. Auch die Backqualitäten des erzeugten Weizens sind im ökologischen Landbau nicht immer zufriedenstellend. Jedoch konnte eine völlige Rückstandsfreiheit in Bezug auf chemische Pflanzenschutzmittel dokumentiert werden.

Erhebliche Optimierungspotenziale sind sowohl in der konventionellen als auch in der ökologischen Praxis vorhanden, und zwar im Nährstoff- wie auch im Pflanzenschutzmanagement. Das Projekt COMPASS liefert eine belastbare Daten- und Entscheidungsgrundlage für Praxis, Beratung, Forschung und Politik.

Projekt AVI-LAND

Einleitung

Im Vergleich zum konventionellen Anbau wird der ökologischen Wirtschaftsweise im Allgemeinen eine höhere Bedeutung für den Naturschutz beigemessen. In Schleswig-Holstein wird die Einführung und Beibehaltung des ökologischen Landbaus entsprechend „als Anbauverfahren zur nachhaltigen Verbesserung der natürlichen und wirtschaftlichen Produktionsbedingungen, die mit den Belangen des Schutzes der Umwelt und der Erhaltung des natürlichen Lebensraumes vereinbar sind“ finanziell gefördert. Ergebnisse wissenschaftlicher Untersuchungen, die Vorteile des Ökolandbaus speziell für wild lebende Tier- und Pflanzenarten belegen, liegen aus Schleswig-Holstein jedoch bisher kaum vor. Erweiterte Fruchtfolgen, eine geringere Düngeintensität und der Verzicht auf chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel lassen positive Effekte der ökologischen Wirtschaftsweise erwarten. Mechanische Pflegemaßnahmen (Striegeln, Hacken; siehe Kapitel 4), auf die zur Beikrautregulation vielfach nicht verzichtet werden kann, könnten jedoch negative Auswirkungen auf wild lebende Arten haben. So ist beispielsweise davon auszugehen, dass Bodenbearbeitungsmaßnahmen negative Auswirkungen auf den Bruterfolg von Bodenbrütern haben, wenn die Bearbeitungen während der Brutperiode stattfinden.

Auf dem Lindhof wurde mit einem ähnlichen Untersuchungsansatz wie in dem Projekt „CONBALE“ (siehe oben) eine Monitoringstudie zum Effekt der schrittweisen Betriebsumstellung auf die Ackervegetation durchgeführt. Nach dem Abschluss der Einführung des Ökolandbaus (siehe Abbildung 1.2) wurden zusätzlich Untersuchungen zur Brutvogel- und Amphibienfauna der Betriebsflächen begonnen. Die Erhebungen dienten in erster Linie der Erfassung des Status Quo und bilden die Grundlage für ein längerfristiges Monitoring. Die bisher auf dem Lindhof für Ackerwildpflanzen und Brutvögel ermittelten Monitoringergebnisse wurden in den Jahren 2005 und 2006 in einer umfangreichen Vergleichsstudie auf konventionell und

ökologisch bewirtschafteten Praxisbetrieben überprüft. Die Untersuchungen erfolgten in dem Deutsch-Dänischen Projekt „AVI-LAND“, welches im Rahmen des INTERREG III A-Programms der Europäischen Union durchgeführt wurde.

Ackerwildpflanzen

Monitoring Lindhof

Die Begleituntersuchungen zur Entwicklung der Ackerwildkrautflora wurden im Jahr 1999 begonnen, als noch auf einigen Schlägen des Lindhofes konventionell gewirtschaftet wurde (siehe Abbildung 1.2). In den Jahren 2002 und 2004, in denen der Anbau bereits auf

Tabelle 9.2: Artenzahl an Ackerwildpflanzen auf Aufnahmeflächen unterschiedlicher Größe (1 m², 5 m², Acker) auf dem Lindhof in den Jahren 1999 (konventioneller Anbau), 2002 und 2004 (jeweils ökologischer Anbau) mit Angaben zur Bewirtschaftung.

Schlag Jahr Bewirtschaftung Kulturart*	Dannenkuhl			Hegenwohld			Mühlberg 1		
	1999 kon	2002 öko	2004 öko	1999 kon	2002 öko	2004 öko	1999 kon	2002 öko	2004 öko
	WW	WW+US	HA	ZR	WW	KA	WR	ER+HA	RK
Artenzahl									
Acker	14	21	27	12	18	24	10	22	20
5 m² (Median)	8	11,5	9,5	8	8,5	9,5	4	12	4,5
1 m² (Median)	3	4,5	5	4	3	4	1	4	1

* ER: Erbsen, HA: Hafer, KA: Kartoffeln, RK: Rotklee (Vermehrungsanbau), US: Untersaat (Rotklee gras), WR: Wintererbsen, WW: Winterweizen, ZR: Zuckerrüben;
kon: konventionelle Bewirtschaftung, öko: ökologische Bewirtschaftung



Saat-Kuhnelke (*Vaccaria hispanica*)



Schwarzkolbiger Braundickkopffalter (*Thymelicus lineola*)

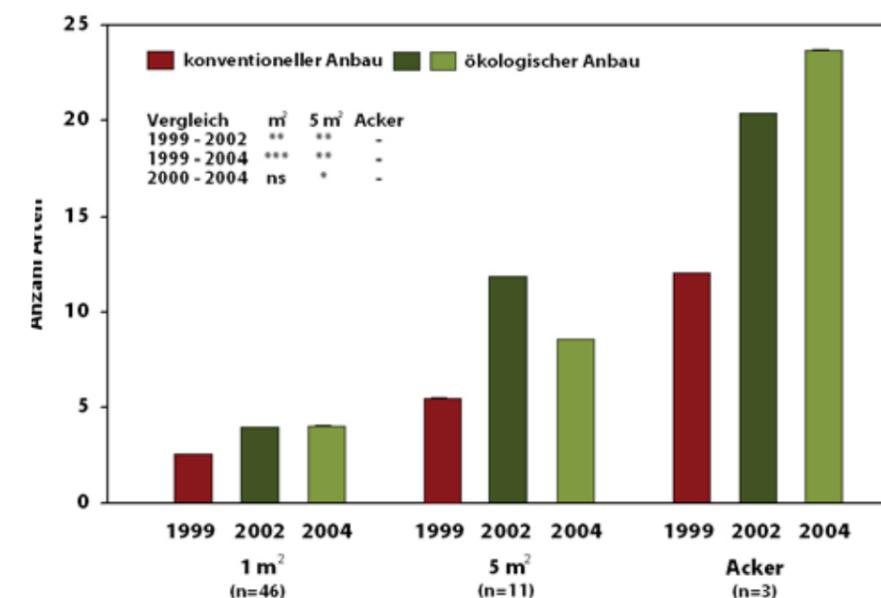


Abbildung 9.3: Artenzahl (Mediane) an Ackerwildpflanzen auf Aufnahmeflächen unterschiedlicher Größe (1 m², 5 m², Acker) auf dem Lindhof in den Jahren 1999 (konventioneller Anbau), 2002 und 2004 (jeweils ökologischer Anbau) (vgl. Tabelle 9.2).
ns: nicht signifikant; *: signifikant (P < 0,05); **: hoch signifikant (P < 0,01); ***: sehr hoch signifikant (P < 0,001); -: kein Test, da Stichprobe zu klein.

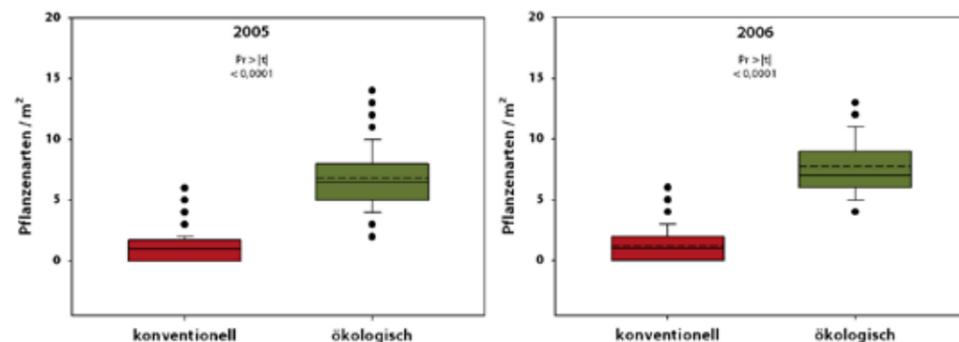
allen Flächen des Betriebes ökologisch erfolgte, wurden die Untersuchungen wiederholt. Die Vegetationsaufnahmen (nach Braun-Blanquet, 1964) orientierten sich an den Monitoringpunkten, die bereits in dem Projekt „CONBALE“ auf allen Ackerschlägen eingerichtet worden waren (siehe oben). Für die Vegetationskartierung wurden nur Ackerschläge ausgewählt, auf denen in den Untersuchungsjahren keine Feldversuche durchgeführt wurden (Schläge Dannenkuhl, Hegenwohld, Mühlberg I, siehe Abbildung 1.2). In einem Umkreis von 50 m um jeden Monitoringpunkt (2-5 je Schlag) wurden 3-6 Vegetationsaufnahmen durchgeführt. Die Aufnahmeflächen (1 m²) lagen jeweils mindestens 3 m von den Ackerrändern entfernt. Die Auswertung der Vegetationsaufnahmen erfolgte auf den Skalenebenen „1 m²“, „5 m²“ (= Summe der Aufnahmeflächen um einen Monitoringpunkt) und „Acker“ bzw. „Schlag“ (= Summe der „5 m²“-Aufnahmeflächen und weitere bei den Kartierungen auf dem jeweiligen Acker gefundene Arten).

In den Untersuchungsjahren nach der Umstellung auf Ökolandbau wurden unabhängig von der Größe der Aufnahmeflächen doppelt so hohe Artenzahlen wie in dem letzten Jahr mit konventioneller Bewirtschaftung ermittelt (Abbildung 9.3, Tabelle 9.2). Pflanzensoziologisch ergaben die Untersuchungen Fragmentgesellschaften der Ackerfrauenmantel-Kamille-Gesellschaft. Gefährdete (Rote Liste-) Pflanzen wurden nicht gefunden. Eine zukünftige Entwicklung anspruchsvollerer Ackerwildkrautgesellschaften erscheint auf dem Lindhof ohne weitere Maßnahmen als unwahrscheinlich, da auch in der Diasporenbank der Äcker keine der heute selteneren Arten gefunden wurden.

Projekt „AVI-LAND“

Für die großflächigen Untersuchungen zur Ackervegetation stand eine Stichprobe an konventionell und ökologisch bewirtschafteten Praxisbetrieben zur Verfügung, deren pflanzliche Produktion parallel in dem Projekt „COMPASS“ untersucht wurde (siehe oben). Um Kulturarteneffekte auszuschließen, wurden die Vegetationskartierungen ausschließlich auf Wintergetreidefeldern durchgeführt, da dies die einzige Kulturartengruppe war, die innerhalb beider Wirtschaftsweisen in einer größeren Anzahl angebaut wurde. Die Getreideäcker lagen auf denselben Betrieben, auf denen die vogelkundlichen Erfassungen durchgeführt wurden (siehe unten). Im Jahr 2005 standen 12 und im Jahr 2006 8 Schlagpaare (konventionell/ökologisch) für die Pflanzenkartierungen zur Verfügung. Die Vegetationsaufnahmen wurden wie auf dem Lindhof kurz vor der Ernte des Getreides durchgeführt. Auf jedem Schlag wurde an zehn Stellen auf einer Fläche von 1 m² die Anzahl an Wildpflanzenarten sowie die Bestandesdichte des Getreides (Anzahl Ähren) bestimmt.

Abbildung 9.4: Anzahl an Wildpflanzenarten auf den in dem Projekt „AVI-LAND“ untersuchten konventionell und ökologisch bewirtschafteten Wintergetreideäckern in den Jahren 2005 (Abbildung links) und 2006 (Abbildung rechts).



In beiden Untersuchungsjahren wurden auf den ökologisch bewirtschafteten Äckern deutlich mehr Wildpflanzenarten als auf den konventionell genutzten Schlägen gefunden (Abbildung 9.4). Die Bestandesdichte des Wintergetreides war hingegen auf den ökologisch bewirtschafteten Äckern signifikant geringer (ohne Abbildung). Ackerwildpflanzen, die in Schleswig-Holstein aus Naturschutzsicht als besonders selten gelten („Rote Liste-Arten“), wurden in Übereinstimmung mit den Untersuchungen auf dem Lindhof weder auf den konventionell, noch auf den ökologisch genutzten Äckern gefunden. Die höhere Vielfalt an Wildpflanzenarten auf den ökologisch bewirtschafteten Wintergetreideäckern dürfte v.a. darauf zurückzuführen sein, dass im ökologischen Anbau keine chemisch-synthetisch hergestellten Herbizide angewendet wurden. Auch wenn stattdessen vielfach mechanische Unkrautbekämpfungsmaßnahmen zum Einsatz kamen, so war deren Effektivität doch geringer als die Wirksamkeit der Herbizide im konventionellen Anbau. Des Weiteren ist davon auszugehen, dass die Wildpflanzen auf den ökologisch bewirtschafteten Feldern weniger stark mit den Kulturpflanzen um Licht konkurrierten, da die Bestandesdichten bzw. Erträge der Kulturfrüchte im Vergleich zum konventionellen Anbau deutlich geringer waren.

Feldvögel

Monitoring Lindhof

Die Brutvögel der Ackerflächen des Lindhofes wurden in den Jahren 2001 bis 2006 alljährlich mit der Methode der Revierkartierung erfasst. Am Beispiel der Feldlerche wurde zusätzlich untersucht, inwieweit die Bewirtschaftungsmaßnahmen der verschiedenen Äcker negative Auswirkungen auf den Bruterfolg erwarten lassen. In den Jahren 2002 bis 2004 wurden die Kartierungsgänge im Abstand von nur wenigen Tagen wiederholt, um möglichst genau bestimmen zu können, wie lange die Feldlerchenreviere auf den unterschiedlich bewirtschafteten Ackerschlägen besetzt waren. Die so ermittelten Anwesenheitsdauern im Brutrevier wurden den Phänologien der landwirtschaftlichen Bewirtschaftungsmaßnahmen gegenübergestellt, um zu ermitteln, ob die Zeitfenster der Maßnahmen (= ungestörte bzw. „effektive“ Brutzeit) für Feldlerchen theoretisch einen erfolgreichen Brutabschluss zulassen.

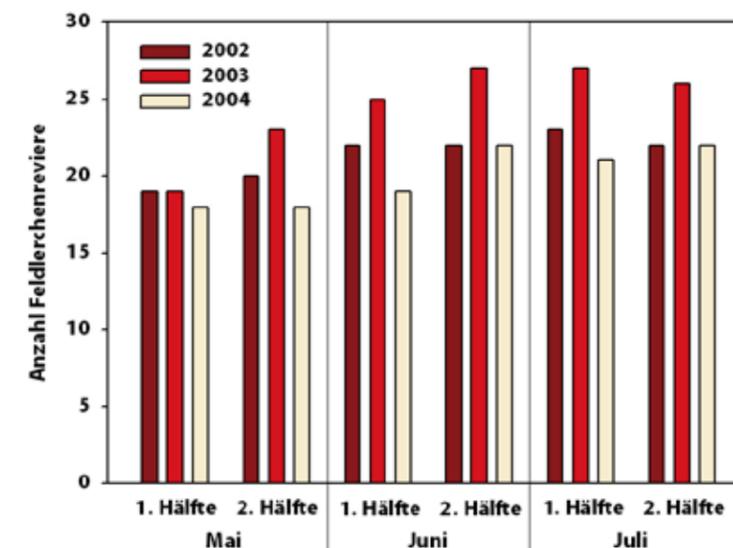


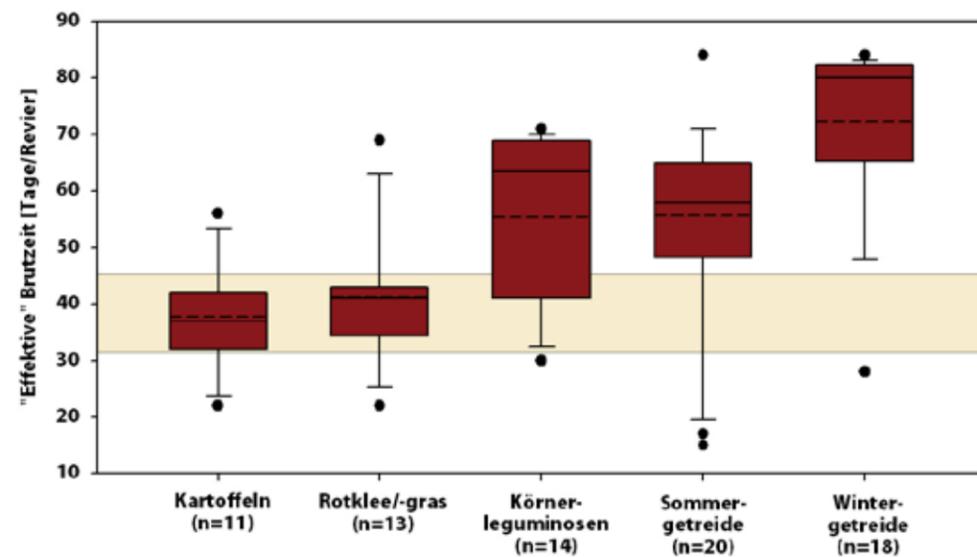
Abbildung 9.5: Entwicklung der Anzahl an Revieren der Feldlerche im Untersuchungsgebiet auf dem ökologisch bewirtschafteten Lindhof in den Brutzeiten 2002 bis 2004 (vgl. Tabelle 9.3).

Von einem möglichen Bruterfolg wurde ausgegangen, wenn die Zeitfenster mindestens der Anzahl an Tagen entsprachen, die Feldlerchen der Literatur nach vom Beginn des Nestbaus bis zum Erreichen der Flugfähigkeit der Jungvögel benötigen.

Die Feldlerche erreichte auf dem Lindhof in allen Untersuchungsjahren die höchste Dominanz und die höchste Siedlungsdichte der auf den Ackerflächen nachgewiesenen Vogelarten (Tabelle 9.3). Im Vergleich zu Feldlerchendichten, die aus Schleswig-Holstein für konventionell bewirtschaftete Äcker bekannt sind, wiesen die ökologisch genutzten Felder des Lindhofes sehr hohe Siedlungsdichten auf. Die intensive Revierkartierung ergab in Übereinstimmung mit Untersuchungen aus dem Projekt „Hof Ritzerau“ und im Gegensatz zu Ergebnissen aus konventionell genutzten Ackerregionen nur einen sehr geringen Anteil an Revieraufgaben

(je nach Jahr 3,7% bis 8,0%, siehe Abbildung 9.5). Auch, wenn durch die Untersuchungen auf dem Lindhof nicht nachgewiesen werden kann, ob die Äcker durchgehend von denselben Individuen besetzt waren, so blieben doch zumindest die im Frühjahr ermittelten Feldlerchenreviere nahezu ohne Ausnahme auch nach Störungen durch Bearbeitungen bestehen. In Abbildung 9.6 ist aufgeführt, welche „effektiven“ Brutzeiten den Feldlerchen auf den verschiedenen Äckern des Lindhofes im ökologischen Anbau zur Verfügung standen. Klee-gras- und Kartoffelschläge erwiesen sich als potenziell ungeeignete Feldlerchenhabitate, da die Bearbeitungsintervalle (Mahd bzw. mechanische Unkrautbekämpfung) auf diesen Flächen zu kurz waren, als dass eine Brut hätte abgeschlossen werden können. Kulturen, die lediglich gestriegelt wurden (Körnerleguminosen, Getreide), könnten hingegen zumindest eine ungestörte Feldlerchenbrut zugelassen haben. Wintergetreidefelder wiesen tendenziell längere „effektive“ Brutzeiten auf als Äcker mit Sommergetreide oder Körnerleguminosen, da die Striegelmaßnahmen im Wintergetreide vielfach früher abgeschlossen wurden. Unter den Annahmen, dass die dauerhaft besetzten Reviere noch bis Ende Juli bestehen blieben und dass die Äcker von Feldlerchenpaaren besetzt waren, dürfte in den Jahren 2002 bis 2004 in der Gesamtbilanz trotz der mechanischen Bearbeitungen für 84% bis 92% der Feldlerchenreviere zumindest eine Jahresbrut möglich gewesen sein. In Anbaugebieten, die eine höhere Bearbeitungsintensität bzw. einen höheren Fruchtfolgeanteil an Hackfrüchten aufweisen (z. B. Regionen mit Gemüseanbau), dürfte die Aussicht auf einen erfolgreichen Brutabschluss jedoch ungünstiger sein als auf dem Lindhof. Des Weiteren ist für Vogelarten, die eine längere Brutzeit als die Feldlerche aufweisen (z.B. Kiebitz), von potenziell größeren Konflikten als hier dargestellt auszugehen.

Abbildung 9.6:
Durch landwirtschaftliche Bewirtschaftungsmaßnahmen ungestörter potenzieller Brutzeitraum der Feldlerche („effektive“ Brutzeit, Tage/Revier) in unterschiedlichen Ackerkulturen auf dem Lindhof im Vergleich zum Mindestzeitbedarf für einen erfolgreichen Brutabschluss (beige Markierung, nach Literaturangaben; n: Anzahl Feldlerchenreviere in den Jahren 2002 bis 2004; gestrichelte Linie: arithmetisches Mittel, durchgezogene Linie: Median).



Projekt „AVI-LAND“

Die Vogeluntersuchungen des Projektes „AVI-LAND“ wurden auf einem Teil der Betriebspaare durchgeführt, die zuvor bereits für das Projekt „COMPASS“ (siehe oben) ausgewählt worden waren. Da das Vorkommen von Feldvogelarten stark von der Landschaftsstruktur beeinflusst wird und die Richtlinien zum ökologischen Landbau bis auf wenige Ausnahmen keine zwingenden Vorgaben zur Landschaftsgestaltung enthalten, wurde für die Vogeluntersuchungen ein Untersuchungsdesign gewählt, welches verzerrende Einflüsse von lokal vorgegeben Landschaftselementen ausschließt. Die Vogelerfassungen wurden auf der Ebene von Ackerschlagpaaren (ökologisch/konventionell) durchgeführt, die im Hinblick auf die Ausstattung mit vertikalen Randstrukturen (Hecken, Gehölze) sowie die Schlaggrößen nahezu identisch waren. Bei der Paarbildung wurde zusätzlich darauf geachtet, dass die Anbaufrüchte der Äcker repräsentativ für die jeweilige Wirtschaftsweise waren.

Die Brutvogelerfassungen erfolgten in Anlehnung an die Standardmethode der Revierkartierung. Wie auf dem Lindhof wurden ausschließlich Vogelarten erfasst, die direkt auf Äckern brüten. Vogelarten, die Landwirtschaftsflächen zur Nahrungssuche nutzen, jedoch in oder an benachbarten Gebäuden oder Landschaftselemente wie z.B. Gehölzen brüten, wurden im Hinblick auf die Fragestellung der Arbeit nicht kartiert.

Die untersuchten Ackerschlagpaare erwiesen sich im Mittel der Jahre und Schläge mit 1,1 (konventionell) bzw. 1,3 (ökologisch) Arten/Schlag als sehr artenarm (Abbildung 9.7). Die Brutvogelgemeinschaften wurden unabhängig von der Wirtschaftsweise in beiden Untersuchungsjahren von der Feldlerche dominiert. Die übrigen Feldvogelarten traten mit der Ausnahme von Schafstelze, Kiebitz und Fasan nur auf sehr wenigen Schlägen auf (Präsenz <10%) und waren vielfach nur in einem der beiden Untersuchungsjahre vertreten. Die Artenvielfalt (Artenzahl, Shannon-Index) wurde nicht von der Anbauform beeinflusst. Die Feldlerche und – weniger stark ausgeprägt – der Fasan erreichten auf den ökologisch bewirtschafteten Äckern signifikant höhere Siedlungsdichten als auf den konventionellen Flächen. Die Schafstelze wurde hingegen häufiger auf den konventionell bewirtschafteten Feldern nachgewiesen (Abbildung 9.8). Die Anbauform hatte keinen Einfluss auf die Anzahl an gefährdeten (Rote Liste-) Arten.

Tabelle 9.3: Abundanz (A) (Reviere/10 ha) und Dominanz (D) (%) von Feldvögeln auf den ökologisch bewirtschafteten Ackerschlägen des Lindhofes in den Jahren 2001 bis 2006 (Dominanz: Relativer Anteil an Revieren einer einzelnen Art am Gesamtbestand aller Arten).

Vogelart	2001 (90,2 ha)		2002 (110,1 ha)		2003 (105,9 ha)		2004 (99,4 ha)		2005 (110,5 ha)		2006 (110,5 ha)	
	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D
Feldlerche	2,88	72,2	2,72	76,9	2,55	79,4	2,52	83,3	2,53	78,7	2,35	83,5
Schafstelze	0,33	8,3	0,18	5,1	0,38	11,8	0,30	10,0	0,18	5,6	0,09	3,2
Kiebitz	0,55	13,9	0,27	7,7	0,09	2,9	0,10	3,3				
Rebhuhn	0,11	2,8	0,09	2,6								
Rohrhammer	0,11	2,8	0,09	2,6								
Wachtel			0,18	5,1	0,19	5,9			0,09	2,8	0,09	3,2
Austernfischer							0,10	3,3				
Sumpfrohrsänger									0,09	2,8		

Abbildung 9.7: Anzahl an Brutvogelarten auf den im Projekt „AVI-LAND“ untersuchten konventionell und ökologisch bewirtschafteten Ackerflächen in den Jahren 2005 (Abbildung links) und 2006 (Abbildung rechts) (n=40 Schlagpaare; gestrichelte Linie: arithmetisches Mittel, durchgezogene Linie: Median).

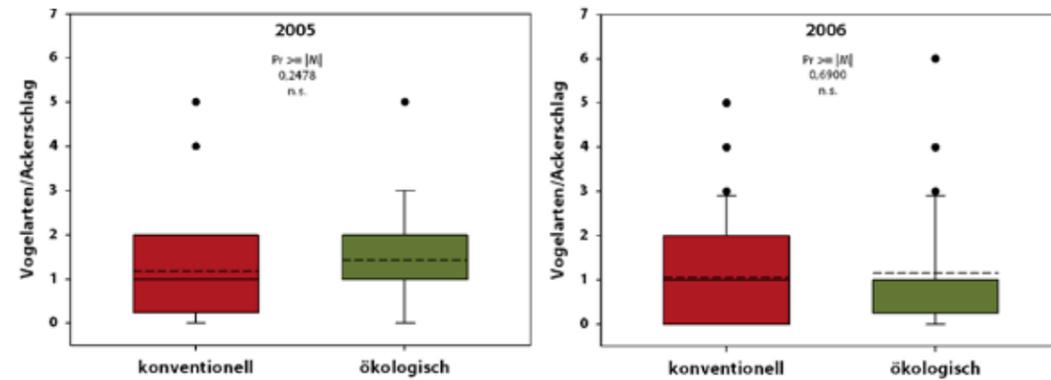
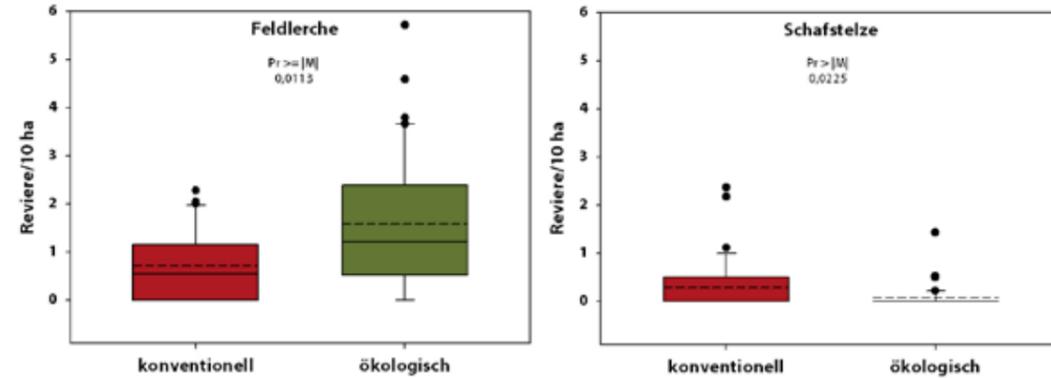


Abbildung 9.8: Siedlungsdichte (Reviere/10 ha) der Feldlerche (Abbildung links) und der Schafstelze (Abbildung rechts) auf den untersuchten konventionell und ökologisch bewirtschafteten Ackerflächen (Mittel der Jahre 2005 und 2006, n=40 Schlagpaare, gestrichelte Linie: arithmetisches Mittel, durchgezogene Linie: Median).



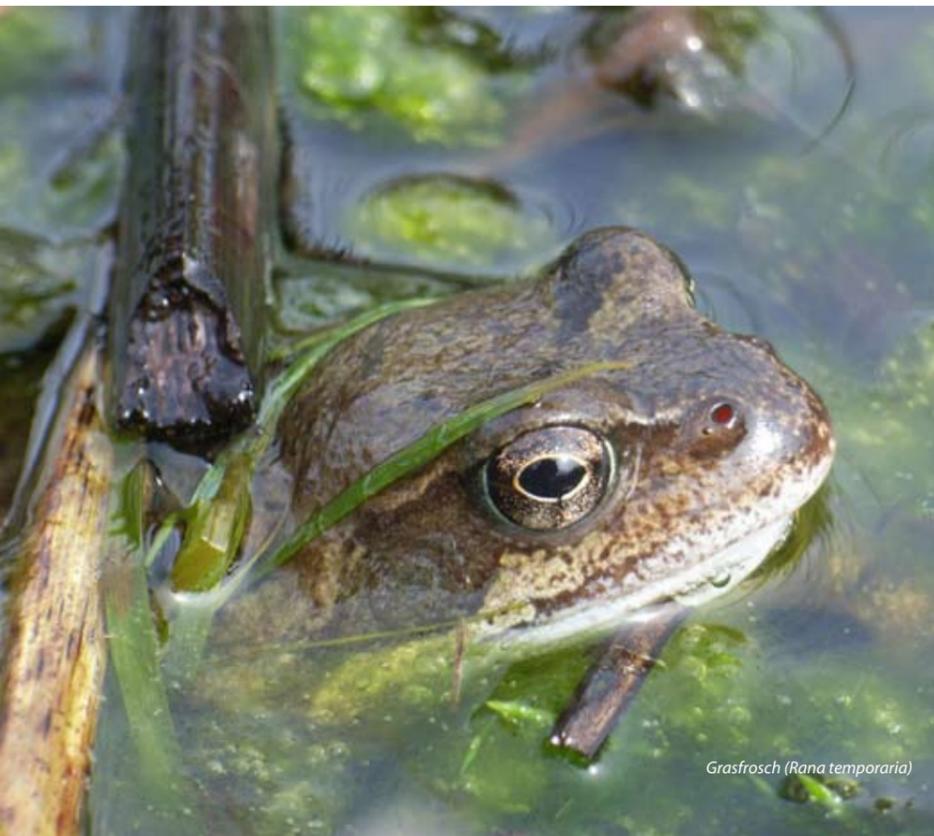
Auf dem Lindhof wurden nach dem Abschluss der Umstellung auf ökologischen Landbau Monitoringuntersuchungen zu den Amphibienbeständen begonnen. Alle Gewässer des Betriebes (Abbildung 1.2) wurden in den Jahren 2002 und 2004 jeweils dreimal auf Amphibien kontrolliert. Die Amphibienerfassung (Adulte, Laich, Larven) erfolgte halbquantitativ durch Absuchen, nächtliches Ableuchten, Verhören und Keschern. Im Rahmen der Kartierungen wurden zusätzlich Angaben zur Struktur der Gewässer aufgenommen (siehe Tabelle 9.4). Da die Kartierungen nur sehr geringe Amphibienbestände ergaben (siehe unten), war keine ausreichende Stichprobengröße für tiefer gehenden Untersuchungen zu Auswirkungen der mechanischen Unkrautregulation auf Amphibien gegeben.

In beiden Untersuchungsjahren wurden jeweils drei Amphibienarten nachgewiesen (Tabelle 9.5). Arten, die in Schleswig-Holstein als besonders selten bzw. gefährdet gelten, waren nicht darunter. Die Amphibienbestände waren überwiegend klein. In drei der acht untersuchten Gewässer konnte in beiden Jahren keine Amphibienfortpflanzung nachgewiesen werden. Ein Großteil der Untersuchungsgewässer wies Eigenschaften auf, die für die Fortpflanzung von Amphibien als ungeeignet gelten (z.B. steile Ufer, Fischbesatz) (Tabelle 9.4).

Tabelle 9.5: Bestandesgrößen der in den Jahren 2002 und 2004 auf dem Versuchsgut Lindhof nachgewiesenen Amphibienarten (zur Nummerierung der Gewässer siehe Abbildung 1.2).

Gewässer Nr.	Jahr	Teichmolch	Grasfrosch	Erdkröte
1a	2002	-	*	*
	2004	*	***	*
1b	2002	*	-	-
	2004	*	*	-
2	2002	-	-	*
	2004	*	*	*
3	2002	**	**	-
	2004	*	**	*
4	2002	-	-	*
	2004	-	-	-
5	2002	-	-	-
	2004	-	-	-
6a	2002	-	-	-
	2004	-	-	-
6b	2002	-	(*)	-
	2004	(*)	-	-

* kleiner Bestand (<20 Adulte), ** mittelgroßer Bestand (20-50 Adulte), *** großer Bestand (>50 Adulte)
 (*) Art nachgewiesen, jedoch wahrscheinliche keine Reproduktion
 - nicht nachgewiesen



Grasfrosch (Rana temporaria)

Amphibien

Die Kenntnisse zu Effekten der ökologischen Bewirtschaftung auf Amphibien sind bisher noch sehr gering. Potenziellen Vorteilen, wie z.B. einer höheren Verfügbarkeit an Beutetieren in den Landlebensräumen, stehen mögliche Gefahren durch mechanische Unkrautbekämpfungsmaßnahmen gegenüber. Ob sich Striegel- oder Hackgänge negativ auf Amphibienbestände auswirken, ist bislang nicht bekannt. Die Arbeitsweise der Maschinen lässt je nach Gerätetyp jedoch Verletzungen und auch Tötungen erwarten, sofern die Tiere sich zum Zeitpunkt der Bearbeitungen auf der Ackerfläche aufhalten.

Tabelle 9.4: Charakteristika der Gewässer auf dem Betriebsgelände des Versuchsgutes Lindhof im Jahr 2002 (zur Nummerierung der Gewässer siehe Abbildung 1.2).

Nr.	Beschreibung	Vegetationstyp (nach Mierwald, 1993)	Größen- klasse [m ²]	Fisch- besatz	Steil- ufer	Zufluss*	Rand- streifen > 10 m	Lage/ Umland
1a	eutropher ehem. Fischteich	Röhricht-Typ	> 1000	●	—	●	●	Brache
1b	eutropher Tümpel	Röhricht-Typ	1-50	?	—	—	●	Knick/Gehölz
2	eutropher ehem. Fischteich	Laichkraut-Typ	> 1000	●	●	●	●	Brache
3	eutropher Weiher	Röhricht-Typ	500-1000	?	●	?	●	Knick/Gehölz
4	eutropher Dränteich	(Pionier-Typ)	> 1000	●	●	●	—	Brache
5	eutropher Teich	Pionier-Typ	500-1000	?	●	●	—	Knick/Gehölz
6a	eutropher Teich	Röhricht-Typ	500-1000	—	●	●	●	Grünland
6b	eutropher Entwässerungs- graben	Laichkraut-Typ	51-100	●	●	●	—	Brache

● zutreffend, ? ggf. zutreffend, — nicht zutreffend

* Drainage etc.

Schlussfolgerungen

Die Untersuchungen zur Ackervegetation weisen darauf hin, dass ökologisch bewirtschaftete Felder in Schleswig-Holstein im Vergleich zu konventionell genutzten Flächen durch eine bedeutend höhere Vielfalt an Wildpflanzenarten gekennzeichnet sind. Eine Etablierung von Pflanzengesellschaften, die aus Naturschutzsicht als besonders wertvoll gelten, scheint unter den gegebenen Standort- und Produktionsbedingungen jedoch auch im Ökolandbau nur schwer möglich, wenn die Flächen vor der Umstellung intensiv genutzt wurden und im Zuge der Betriebsumstellung keine speziellen Artenschutzmaßnahmen, wie z.B. die Ansaat seltener Arten, durchgeführt werden.

Die dargestellten Ergebnisse der Amphibienuntersuchungen auf dem Lindhof deuten in Übereinstimmung mit Monitoringuntersuchungen aus dem Projekt „Hof Ritzerau“ darauf hin, dass eine Umstellung auf ökologische Bewirtschaftung ohne weitere Maßnahmen kein Garant für hohe Amphibienbestände bzw. das Vorkommen seltener Amphibienarten ist. Eine Extensivierung der Nutzung im Umland der Gewässer bedingt keine wesentliche Verbesserung der Habitatqualität des Laichgewässers selbst, wenn dieses (z.B. aufgrund der Vornutzung) für Amphibien ungeeignete Eigenschaften aufweist. Die Sanierung, Neuanlage oder Pflege von Kleingewässern ist in den Richtlinien zum ökologischen Landbau nicht vorgeschrieben und stellt für ökologisch wirtschaftende Landwirte somit eine naturschutzfachliche Zusatzleistung dar, deren Umsetzung durch eine entsprechende Beratung sowie finanzielle Anreize (Förderprogramme) begünstigt werden könnte.

Die auf dem Lindhof und in dem Projekt „AVI-LAND“ ermittelten Ergebnisse der Brutvogelkartierungen deuten darauf hin, dass Feldlerchen an vergleichbaren Standorten von einer ökologischen Ackerbewirtschaftung profitieren. Im Hinblick auf den Bruterfolg ist aus Vogelschutzsicht zu empfehlen, Striegel- und/oder Hackmaßnahmen möglichst früh im Jahr abzuschließen, damit bis zur Ernte noch ein möglichst großes Zeitfenster verbleibt, in dem keine Bearbeitungen durchgeführt werden. Von einer extensiveren Bodenbearbeitung

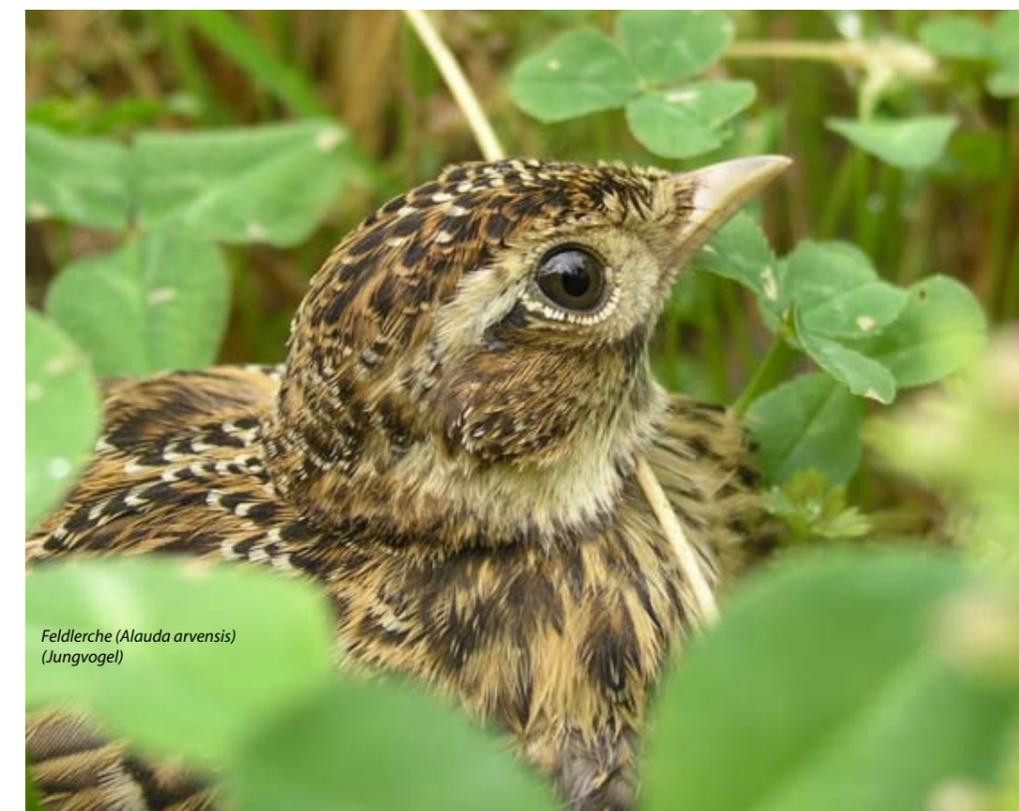
dürften auch Ackerwildpflanzen und Amphibien profitieren.

Für Klee grasbestände, die zur Gründüngung angebaut werden, ist für den Schutz von Brutvögeln zu empfehlen, während der Hauptbrutzeit (Anfang April bis Ende Juni) auf Pflege- bzw. Mulchschnitte zu verzichten. In den Untersuchungen auf dem Lindhof hatte eine Reduktion der Mulchintensität keine negativen Effekte auf den Ertrag und die Qualität der Folgefrüchte, das extensivere Mulchen war jedoch mit einer erhöhten Stickstoff-Auswaschung im folgenden Winter verbunden (siehe Kapitel 3 und 4). Für auswaschungsgefährdete Standorte kommt als alternative Nutzung ein möglichst früher erster Pflegeschnitt in Frage, auf den in einem Abstand von mindestens 7 Wochen dann lediglich ein weiteres Mal gemulcht wird. Auch wenn der erste Nutzungstermin in den Zeitraum von Erstbruten fallen sollte, so gewährleistet der Abstand bis zu dem folgenden Mulchschnitt, dass Feldlerchen (und ggf. weiteren Vogelarten), die nach einem Verlust der Erstbrut auf der Fläche verbleiben, ausreichend ungestörte Zeit für den Abschluss einer Ersatzbrut verbleibt. Die futterbauliche Klee grasnutzung lässt sich im Gegensatz zur Mulchwirtschaft hingegen nur auf die Anforderungen des Vogelschutzes abstimmen, wenn wirtschaftliche Einbußen ausgeglichen werden. Alternative Nutzungskonzepte, die von der derzeitigen Praxis (Schnitttermine, Mähetechnik) abweichen, sind i.d.R. mit deutlichen Einbußen der Futterqualität und/oder -quantität verbunden. Da der Klee grasanteil in ökologischen Fruchtfolgen jedoch begrenzt ist, dürften alljährlich nur einige ausgewählte Betriebsflächen von den genannten Konflikten betroffen sein.

In dem Projekt „AVI-LAND“ wurden nur für die Ackervegetation, jedoch nicht für die Brutvögel Unterschiede in der Artenvielfalt auf konventionell und ökologisch bewirtschafteten Flächen gefunden. Da Ökobetriebe zumeist isoliert in mitten der konventionell genutzten Agrarlandschaft liegen, profitieren Vögel, die vergleichsweise große Raumannsprüche aufweisen, u.U. weniger stark von der ökologischen Wirtschaftsweise als Ackerwildpflanzen, die direkt von der Art der Flächennutzung beeinflusst werden. Für eine große Vielfalt an gefährdeten Vogelarten dürften des Weiteren Maßnahmen erforderlich sein, die über die Praxis der herkömmlichen Landbewirtschaftung hinausgehen. Hierauf deuten erste Ergebnisse des dänischen Projekts des Forschungsvorhabens „AVI-LAND“ hin, in dem spezielle Managementstrategien zur Optimierung des Schutzes von Wiesenvögeln in Vogelschutzgebieten erprobt werden.

Literatur zu Kapitel 9

- Kelm (2003)
 Kelm et al. (2003a, 2003b, 2007a, 2007b)
 Koop und Neumann (2007)
 Loges et al. (2005a, 2005b, 2006b, 2006c)
 Neumann (2005a)
 Neumann und Koop (2004)
 Neumann und Berndt (2006)
 Neumann et al. (2003c, 2005a, 2006a, 2006b, 2007)
 Ruhe (2000)
 Ruhe et al. (2001a, 2001b, 2002, 2003)
 Schütz (2003)



Feldlerche (*Alauda arvensis*)
(Jungvogel)

Weitere Projekte

In den vergangenen zehn Jahren diente der Lindhof nicht nur pflanzenbaulichen Versuchen, sondern auch einer Reihe von weiteren Forschungsprojekten aus anderen Fachbereichen. Hierunter fallen Untersuchungen aus den Bereichen Bodenkunde, Landschaftsökologie, Wasserwirtschaft, Landtechnik, Tierhaltung und Agrarökonomie. Diese sollten die Umstellung des Lindhofs auf ökologischen Landbau im Hinblick auf mögliche Effekte für Böden, Hydrologie, Flora und Fauna wissenschaftlich begleiten, ein dauerhaftes Monitoring sicherstellen, oder gezielt spezielle Fragestellungen untersuchen. Die im Folgenden aufgeführten Forschungsvorhaben dokumentieren auch die enge interdisziplinäre Vernetzung des GFO mit den jeweiligen Institutionen, die diese Projekte auf dem Lindhof durchgeführt haben.

Boden-Dauerbeobachtung auf dem Lindhof - Aktivitäten des Landesamtes für Natur und Umwelt Schleswig- Holstein

Achim Hildebrandt
Abteilung Geologie und Boden, Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein, Flintbek

In den Jahren 1989 bis 2007 sind in Schleswig-Holstein durch das Landesamt für Natur und Umwelt (LANU) 39 Boden-Dauerbeobachtungsflächen eingerichtet und in Betrieb genommen worden. In ihrer Gesamtheit spiegeln sie die Vielfalt der Böden, der Ausgangsmaterialien, der Nutzungen und der Eintragungssituation aus der Luft wider. Die Boden-Dauerbeobachtung ist ein Instrument des vorsorgenden Bodenschutzes und Bestandteil der Umweltüberwachung. Im Rahmen der Boden-Dauerbeobachtung werden Daten zur Entwicklung und Veränderung der Böden erfasst.

Im Jahr 2000 wurden auf dem Versuchsbetrieb Lindhof der CAU Kiel zwei Boden-Dauerbeobachtungsflächen (BDF) eingerichtet und in Betrieb genommen. Dabei handelt es sich um eine Boden-Dauerbeobachtungsfläche unter Ackernutzung und eine Boden-Dauerbeobachtungsfläche unter Grünlandnutzung (Abbildung 10.1).

Grundlage der Einrichtung der Boden-Dauerbeobachtungsflächen waren der Abschluss eines Vertrages über die Nutzung einer ausgewählten Fläche als Boden-Dauerbeobachtungsfläche, die bodenkundliche Kartierung der vorgesehenen Fläche, die exakte Vermarkung der Eckpunkte der ca. 1.000 m² großen Boden-Dauerbeobachtungsfläche sowie ihre katasteramtliche Einmessung.

Die zentrale Kennzeichnung der Boden-Dauerbeobachtungsflächen erfolgte durch eine umfassende bodenkundliche Inventur. Hierzu zählen die Anlage einer Profilgrube mit nachfolgender Probenentnahme sowie über die Fläche verteilte Probenentnahmebohrungen und auch gesonderte Oberboden-Probenentnahmen. Bodenphysikalische Untersuchungen (Korngrößenverteilung, Porenvolumen, Porengrößenverteilung, gesättigte Wasserleitfähigkeit) und bodenchemische Analysen auf anorganische Parameter (austauschbare und nachlieferbare Nährstoffe, mobile und gesamte Schwermetalle) sowie organische Inhaltsstoffe wurden an Bodenmaterialproben in gestörter und ungestörter Lagerung durchgeführt. Darüber hinaus wurden im Bereich der Boden-Dauerbeobachtungsflächen bodenmikrobiologische, bodenzoologische, vegetationskundliche und flechtenkundliche Untersuchungen durchgeführt.

Für die Auswertung der Daten und für die Erfassung der Entwicklung des Bodens ist eine detaillierte Dokumentation der Bodennutzung erforderlich. Im Herbst 2003 wurde auf den

Boden-Dauerbeobachtungsflächen auf dem Lindhof ein Intensiv-Messprogramm zur näheren Untersuchung des Wasser- und Stoffhaushaltes der Böden gestartet.

Das Intensiv-Messprogramm dient der Erfassung der Stoffflüsse und umfasst u. a. die Entnahme von Sickerwasser mittels keramischer Saugkerzen (Abbildung 10.2) und dessen Analyse auf die Hauptnährstoffe Stickstoff, Phosphat und Kalium sowie die Analyse der mineralischen Stickstoffgehalte im Boden. Der feste, bewirtschaftungsunabhängige Einbau der Saugkerzen ermöglicht eine ganzjährige Sickerwasserentnahme und somit die Ermittlung von Jahresfrachten. An diesen Intensiv-Boden-Dauerbeobachtungsflächen erfolgt zudem eine bodenkundliche Standortcharakterisierung. Das Messprogramm wird in Zusammenarbeit mit dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung - Grünland und Futterbau/Ökologischer Landbau - der CAU Kiel durchgeführt, wodurch sich wichtige Synergieeffekte ergeben. Zur Erfassung der Einträge aus der Luft wurde zudem eine Messstelle des Depositionsmessnetzes des Landesamtes für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein auf dem Versuchsbetrieb Lindhof installiert.

Abbildung 10.1 (rechts):
Bodenprofil unter Grünland
(Boden-Dauerbeobachtung des
Landesamtes für Natur und Umwelt
(LANU) des Landes Schleswig-Holstein)

Abbildung 10.2 (unten):
Sammelflaschen der stationären
Saugkerzenanlage des LANU auf
dem Lindhof.
Die unterirdisch verlegten
Vakuumleitungen zu den Saugkerzen
der Beobachtungsfläche enden
in dieser Kiste, wo die Bodenlösung
zentral aus den Sammelflaschen
entnommen wird.
Die Analyse auf gelöste
Substanzen erfolgt im Labor.

Fotos (2): Dr. M. Filipinski



Projekte des Ökologiezentrums Kiel (ÖZK)

Untersuchungen zur klima- und landnutzungsbedingten Bodenerosion

Durch das Ökologiezentrum Kiel (ÖZK, Fachabteilung Ökotechnik und Ökosystementwicklung) werden seit dem Jahr 2002 Untersuchungen zum Ausmaß und zu den Ursachen der klima- und landnutzungsbedingten Bodenerosion durchgeführt (Russok, 2004). Folgende Fragestellungen standen hierbei im Vordergrund:

- Rekonstruktion der Reliefveränderung im Holozän und der Wirkungen historischer extremer Witterungsereignisse mit landschaftsanalytischen Methoden
- Aufdecken des langfristigen Einflusses der Landnutzung auf den Wasser- und Stoffhaushalt ausgewählter Landschaftsausschnitte
- Einordnung urgeschichtlicher Funde (z.B. Feuergruben) in die Rekonstruktion der landnutzungsbedingten Bodenerosion.

Das Landschaftsbild des Lindhofs wird in weiten Teilen durch Kuppen- und Hanglagen, kolluvierte und vermoorte Niederungen, Strandwälle, sowie die Flach- und Steilküste geprägt. Im Projekt konnte dokumentiert werden, dass das heute vorgefundene Landschaftsbild des Lindhofs Ergebnis einer Vielzahl von Prozessen ist, die während der Weichseiszeit und während des Holozäns (jüngste geologische Epoche der Erdgeschichte, seit ca. 11.800 Jahren) nacheinander und auch räumlich differenziert - z.T. nur in kleinen Landschaftsausschnitten - stattgefunden haben. Durch Radiokohlenstoffdatierungen konnte die (prä)historische Kulturlandschaftsgeschichte der Flächen des Lindhofs rekonstruiert werden. Auch wurde eine ausgeprägte linienhafte Bodenerosion nachgewiesen. Der untersuchte eiszeitlich vorgeprägte Geländeausschnitt (Hangfußbereich in Strandnähe mit angrenzenden Hangbereichen) stellt langfristig eine bevorzugte „Schneise“ für den Sedimenttransport dar. Sowohl Abtragungs- als auch Akkumulationsprozesse traten in der Vergangenheit zeitlich und räumlich versetzt auf.

Beregnungslabor

Im Jahr 2003 wurde ein alter Gärsiloturm des Lindhofs zu einem Beregnungslabor umgebaut. In einer Höhe von 9 m über dem Boden ist ein Niederschlagssimulator installiert, der auf einer Fläche von 1 m² 2.500 Kapillaren besitzt. Niederschlagsintensitäten zwischen 5 mm/h und 100 mm/h können so simuliert werden. Die kinetische Energie der Tropfen beträgt rund 95% der kinetischen Energie natürlicher Regentropfen.

Austauschbare Boxen mit Erdboden (80 x 90 cm, 40 cm tief) können unter dem Niederschlagssimulator platziert und in ihrer Neigung verstellt werden. Die Feuchteverhältnisse innerhalb des Kastens werden über Tensiometer (Saugspannung) und TDR-Sonden (Wassergehalt des Bodens) während der Experimente überwacht.

Im Beregnungslabor finden durch die Fachabteilung Hydrologie und Wasserwirtschaft des ÖZK Versuche zum Abfluss- und Erosionsverhalten von Böden statt. Oberflächenabfluss und Bodenabtrag werden kontinuierlich gemessen. Eine Verschlammung des Oberbodens führt beispielsweise zu Veränderungen der Infiltrationsrate, des Bodenwassergehaltes, der Wasserspannung, der Lagerungsdichte und der Rauigkeit der Bodenoberfläche.



Abbildung 10.3 (rechts):
Beregnungslabor (innen):
Aufsicht auf die Box mit Erdboden,
die in Versuchsserien simulierten
Niederschlägen ausgesetzt wird.

Abbildung 10.4 (unten):
Beregnungslabor (Außenansicht):
In der 2003 auf den alten Gärsiloturm
aufgesetzten Kuppel befindet sich der
Regensimulator in 9 Meter Höhe über
dem Boden des Turms.



Monitoring der Wasserqualität

Um die Nährstoffverluste mit dem Dränwasser landwirtschaftlich genutzter Flächen zu erfassen, untersucht das ÖZK Kiel (Fachabteilung Hydrologie und Wasserwirtschaft) seit 1998 die Wasserqualität an zwei Dränstellen des Lindhofs. Die Durchflussmessung sowie die Probenahme erfolgen automatisch. Im Labor erfolgt die Analyse u.a. auf den pH-Wert des Dränwassers, die elektrische Leitfähigkeit, sowie Konzentrationen von Nitrat, Sulfat, Chlorid, Calcium, Kalium, Magnesium und Natrium.

Es konnten Zusammenhänge zwischen der Flächenbewirtschaftung und dem Nitrataustrag bestätigt werden, die auch in Feldversuchen auf dem Lindhof beobachtet wurden. So ließen sich auch im Dränwasser hohe Nitratkonzentrationen unter gemulchtem Klee gras, nach dem Umbruch der Klee grasnarbe, sowie bei Fehlen einer Winterzwischenfrucht nachweisen.

Digitale Landschaftsanalyse

Von Seiten des Ökologiezentrums Kiel wurde für die gesamte Betriebsfläche des Lindhofs eine digitale Landschaftsanalyse vorgenommen. Diese dient zur Abschätzung möglicher ökologischer Belastungen, aber auch als Grundlage für eine teilflächenspezifische Bewirtschaftung. Unter anderem wurden folgende Parameter digital kartiert:

- Bodennutzung
- Bodenart, Bodentyp (siehe S. 16)
- Feldkapazität

- Grundwasserflurabstand
- potenzielle Erosionsgefährdung, Relief
- Wasseraufnahme- und Haltevermögen des Bodens
- potenzielle Nitratauswaschungsgefährdung.

Landtechnik

Von Seiten des Instituts für landwirtschaftliche Verfahrenstechnik (ILV) der CAU Kiel wurden im Rahmen des Forschungsschwerpunktes ökologischer Landbau und extensive Landnutzungssysteme zum einen eine Serie GPS-gestützter Ertragskartierungen auf dem Lindhof, zum anderen die Entwicklung eines automatischen Striegelsystems vorgenommen. Letzteres geschah mit der Zielsetzung, auf heterogenen Bodenverhältnissen - wie auf dem Lindhof gegeben - den Zinkendruck und die Arbeitsgeschwindigkeit beim Striegeln sensorgesteuert anzupassen, um einen maximalen Wirkungsgrad der mechanischen Unkrautbekämpfung im ökologischen Getreideanbau zu erzielen. In dem von Engelke (2001) entwickelten System lieferten ein Bodensensor und optische Sensoren Informationen zum Eindringwiderstand des Bodens und zum Entwicklungsstadium des Getreides. Über ein Steuersystem erfolgte anhand dieser Informationen eine automatische Zinkendruckverstellung der Striegelfelder. In Winter- wie in Sommergetreidebeständen wurden mit diesem System gute Striegelergebnisse erzielt.

Bodenkunde

Durch das Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde der CAU - Abt. Bodenkunde - wurden auf dem Lindhof folgende Untersuchungen vorgenommen:

● Bodenkartierung:

Bereits im Jahr 1995 fand eine umfangreiche bodenkundliche Kartierung sämtlicher Flächen des Lindhofs statt (Ziogas, 1995). Weitere Detailkartierungen sowie physikalische/chemische Bodenanalysen folgten, um eine Datengrundlage für spezielle Fragestellungen wie z.B. teilflächenspezifische Bewirtschaftung („Precision Farming“) vorzubereiten. Die ermittelten bodenkundlichen Kenngrößen wurden auch im Hinblick auf die Effekte der Umstellung auf ökologischen Landbau ausgewertet.

● Bodenverdichtung:

Durch den Einsatz immer leistungsfähigerer und schwererer landwirtschaftlicher Maschinen erhöht sich die Gefahr von Bodenverdichtungen sowohl im Oberboden als auch in tieferen Bodenschichten. Bodenverdichtungen erschweren die Bearbeitung des Bodens, und können zu Mindererträgen führen, da die Wasser- und Lufttransportfähigkeit eingeschränkt ist. In einer Kooperation des Instituts für Pflanzenernährung und Bodenkunde mit dem Institut für Geophysik der CAU Kiel wurden auf einer ausgewählten Fläche des Lindhofs mehrere geophysikalische Methoden zur flächendeckenden Kartierung des Verdichtungszustandes geprüft:

- elektromagnetische Kartierung
- Kartierung mit einem Georadarsystem
- Kartierung mit hochauflösenden seismischen Methoden.

Mit allen drei Verfahren liessen sich die Bodenarten im Untergrund nachweisen, ebenso konnten Stauwasserhorizonte über verdichteten Bodenschichten identifiziert werden. In Verbindung mit traditionellen bodenkundlichen Messungen wie z.B. der Lagerungsdichte, des Eindringwiderstandes sowie bodenchemischer Parameter können die untersuchten geophysikalischen Methoden zur Entwicklung eines Kartierverfahrens beitragen.





Bodenerosion auf dem Lindhof (Großer Westerkamp, April 2002)

● Bodenabtrag durch Wasser:

Im Jahr 2001 wurde in Bewässerungsversuchen eine Messreihe zur Ermittlung der Bodenerosion durch Wasser durchgeführt. Dies geschah auf Bodenoberflächen unterschiedlicher Bewirtschaftung, Neigung und Rauigkeit.

Pflanzenernährung

Die Abteilung Pflanzenernährung des Instituts für Pflanzenernährung und Bodenkunde der CAU Kiel führte zwischen 1999 und 2001 Feldversuche zur landwirtschaftlichen Verwertung von Holzaschen aus Knickholz durch. Hierbei wurden u.a. Anbauversuche mit Holzasche-Düngung zu Kartoffeln vorgenommen.

Des Weiteren fanden Anbauversuche mit Saflor (Färberdistel) mit dem Ziel eines Sorten-Screenings in Bezug auf Ertragspotenzial und Ölausbeute statt.

Geographisches Institut

Dr. Alexander Herzig, Karsten Krüger
Geographisches Institut der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Entwicklung des GIS-basierten Systems LUMASS als Werkzeug zur nachhaltigen Landnutzungsplanung

Das System dient der GIS-gestützten Berechnung und Abschätzung möglicher

nutzungsbedingter Belastungen des Landschaftshaushaltes. Es orientiert sich inhaltlich am Bundes-Bodenschutzgesetz und an der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie. Im Einzelnen implementiert LUMASS Modelle und Methoden zur Abschätzung der folgenden Größen bzw. Funktionen:

- Berechnung einfacher und komplexer Reliefparameter (z.B. Hangneigung, Hangneigungsrichtung, Wetness-Index, Einzugsgebiet von Hangpunkten)
- Modellierung oberirdischer Abflusspfade inklusive Berücksichtigung abflusswirksamer linearer Strukturelemente (z.B. Straßen, Gräben, Grünstreifen)
- Abschätzung des wasserbedingten Bodenabtrags
- Lokalisierung und Abschätzung oberirdischer Stoffausträge in angrenzende Parzellen bzw. Gewässern
- Abschätzung der Grundwasserneubildung, der jährlichen Austauschhäufigkeit des Bodenwassers und der Nitratkonzentration im Sickerwasser
- Abschätzung der mechanischen Belastbarkeit von Böden, Berechnung des schlagbezogenen Flächenanteils von Böden mit definierter mechanischer Belastbarkeit.

Die Anwendung des Systems zur Verifizierung einzelner Systemkomponenten erfolgte u.a. auf den Flächen des Lindhofs. Die für die terrestrische Überprüfung benötigten Grundlagendaten wurden durch umfangreiche Felderhebungen und Kartierungen auf den Flächen des Lindhofs gesammelt.

Regionalisierung von Bodeneigenschaften unter Verwendung multispektraler und -temporaler Fernerkundungsdaten sowie digitaler Geländemodelle

Für die Bewertung und Quantifizierung von Landschaftsprozessen und bodenschutzfachlichen Fragestellungen steht heute eine große Anzahl an Modellen zur Verfügung. Mit dem steigenden Einsatz raumbezogener Modelle in Wissenschaft und Praxis gewinnt die Frage nach der Verfügbarkeit, Güte und Bereitstellung der auf den unterschiedlichen Raumskalen als Modelleingangsgrößen zu verwendenden Bodendaten zunehmend an Bedeutung.

Das zu entwickelnde Regionalisierungsmodell soll auf Grundlage geostatistischer Verfahren die räumliche Vorhersage physikochemischer Bodeneigenschaften, abgeleitet aus Punktdaten, über einzelne Parzellen hinaus auf die Landschaftsebene ermöglichen. Zur Verbesserung der Vorhersagegüte gegenüber konventionellen Regionalisierungsverfahren werden Sekundärinformationen aus digitalen Geländemodellen und Fernerkundungsdaten in das Modell integriert.

Grundlegende Arbeiten:

- Quantifizierung der Biomasseverteilung zu unterschiedlichen phänologischen Stadien durch GPS-gestützte Probenahmen an ausgesuchten Positionen, Berechnung der schlaginternen Verteilung auf Grundlage der aus Fernerkundungsdaten extrahierten Reflexionswerte
- Flächenhafte Erfassung von Bodenqualitäten, Analytik der zentralen Eigenschaften
- Berechnung verschiedener komplex-analytischer topographischer Indices
- Erfassung des Wasser- und Nährstoffhaushaltes
- Messung klimatischer Parameter mittels automatisch registrierender Wetterstationen.

Die umfangreiche Erhebung von Grundlagendaten zur Ableitung der in das Modell einzuarbeitenden Algorithmen erfolgte unter anderem auf den Flächen des Lindhofs.



Agrarökonomie

Prof. Dr. Uwe Latacz-Lohmann
 Institut für Agrarökonomie der Christian-
 Albrechts-Universität zu Kiel

Analyse der erfolgs- und effizienzbestimmenden Faktoren im ökologischen Landbau

Analysen zur Wirtschaftlichkeit des ökologischen Landbaus haben gezeigt, dass es zwischen ökologisch wirtschaftenden Betrieben große Erfolgsunterschiede gibt. Dieses im Jahr 2006 abgeschlossene Forschungsprojekt beschäftigte sich mit der Aufdeckung und Erklärung solcher Erfolgsunterschiede. Es wurde der Frage nachgegangen werden, welche Faktoren über Erfolg und Misserfolg im ökologischen Landbau bestimmen. Da finanzieller Misserfolg oft eng mit produktionstechnischen Defiziten verknüpft ist, wurde in weiterführenden Analysen die technische Effizienz bzw. Ineffizienz der Betriebe untersucht. Dies geschah mit Hilfe der Data Envelope Analysis. Für die empirische Analyse stand ein Datensatz der Landdata GmbH mit betriebswirtschaftlichen Jahresabschlüssen von insgesamt 2.145 Marktfrucht-, Milchvieh-, Futterbau und Verbundbetrieben über acht Wirtschaftsjahre zur Verfügung.

Die Ergebnisse zeigen, dass technisch effiziente Betriebe i.d.R. gleichzeitig auch erfolgreicher wirtschaften. So erzielen effiziente Betriebe im Durchschnitt beispielsweise deutlich höhere Betriebseinkommen als ineffiziente Betriebe. Weiterhin weist ein großer Teil der Betriebe ein z.T. erhebliches Einsparungspotenzial an Betriebsmitteln auf. So müssten die ineffizienten Betriebe durchschnittlich etwa 25% aller in die Effizienzanalyse einfließenden Produktionsfaktoren einsparen, um effizient zu wirtschaften.

Als weiteres Ergebnis der Analyse lässt sich festhalten, dass eine Reihe unterschiedlicher exogener Variablen einen Einfluss auf die Effizienz der Untersuchungsbetriebe ausüben. So gehören u.a. große diversifizierte Milchviehbetriebe mit einem hohen Anteil Familienarbeitskräften tendenziell zu den effizienteren Betrieben. Auch diversifizierte Marktfruchtbetriebe mit einem geringen Familienarbeitskräfteanteil und jungen, hoch qualifizierten Betriebsleitern gehören eher der Gruppe der effizient wirtschaftenden Betriebe an. Während ein Hofladen auf die Effizienz von Marktfruchtbetrieben einen negativen Einfluss ausübt, erweist sich der Einfluss auf die Effizienz von sonstigen Futterbaubetrieben als positiv. Weiterhin wirkt sich u.a. ein hoher Eigenkapital- und Pachtlandanteil ebenso wie ein hoher Anteil an Familienarbeitskräften positiv auf die technische Effizienz aller sonstigen Futterbaubetriebe ohne Milchviehbetriebe aus.

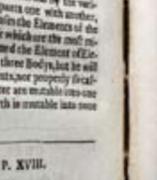
Empirische Untersuchungen zum optimalen Spezialisierungsgrad ökologisch wirtschaftender Marktfruchtbetriebe

In diesem Forschungsprojekt wird der optimale Spezialisierungsgrad ökologisch wirtschaftender Marktfruchtbetriebe mit Hilfe der auf der Data Envelopment Analyse basierenden Technologieeffizienzanalyse untersucht. Einerseits herrscht die Auffassung, dass den auf eine vielseitige Betriebsorganisation hinwirkenden Kräften im ökologischen Landbau eine besondere Rolle zukommt. Andererseits ermöglicht die Spezialisierung auf wenige Betriebszweige die Ausnutzung von Skaleneffekten in der landwirtschaftlichen Produktion. Die Ergebnisse zeigen, dass ein nicht unerheblicher Teil der Betriebe nicht optimal spezialisiert ist. Insbesondere Betriebe der mittleren Spezialisierungsklasse können durch Spezialisierung oder Diversifizierung ein deutliches Produktivitätssteigerungspotenzial realisieren. Die Analyse zeigt, dass bezüglich der Inputeinsatzmengen optimal und nicht optimal spezialisierter Betriebe deutliche Unterschiede bestehen. Weiterhin zeigt sich, dass unterschiedliche Faktoren einen Einfluss darauf ausüben, ob ein Betrieb stärker spezialisieren oder eher diversifizieren sollte. Insgesamt deuten die Ergebnisse darauf hin, dass eine stärkere Spezialisierung ökologisch wirtschaftender Marktfruchtbetriebe sinnvoll sein kann. Damit scheint auch im ökologischen Landbau die Bedeutung der integrierenden, d.h. auf eine vielseitige Betriebsorganisation hinwirkenden Kräfte abzunehmen. Eine stärkere Spezialisierung führt in vielen Betrieben durch Nutzung von Größeneffekten zur Mobilisierung von erheblichen Rationalisierungsreserven. Somit kündigt sich im ökologischen Landbau eine ähnliche Entwicklung an, wie sie die Betriebe des konventionellen Landbaus in den letzten 50 Jahren durchlaufen haben: der Trend zu größeren, stärker spezialisierten Einheiten.

Beide Arbeiten entstanden im Rahmen des Forschungsprojekts „Hof Ritzerau“. Die Daten wurden von der Land-Data GmbH zur Verfügung gestellt.

Literatur zu Kapitel 10

Francksen et al. (2007)
 Herzig (2006)
 Russok (2004)



11 >

Literatur

Dissertationen im Rahmen des Forschungsschwerpunktes „Ökologischer Landbau und extensive Landnutzungssysteme“ in der Arbeitsgruppe Grünland und Futterbau / Ökologischer Landbau

Baade, J. (2005) Untersuchungen zur Futtermittelaufnahme, Futterqualität und -selektion auf Umtriebsweiden mittels einer pflanzenbaulichen Methode. Dissertation, Agrar- und Ernährungswissenschaftliche Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.

Dreyermann, S. (2005) N-Haushalt unterschiedlich bewirtschafteter Rotklee-Bestände und deren Bedeutung für die Folgefrucht Weizen im Ökologischen Landbau. Dissertation, Agrar- und Ernährungswissenschaftliche Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.

Kaske, A. (2000) Leistungen unterschiedlich bewirtschafteter Futterleguminosenbestände und deren Auswirkungen auf Ertrag und ausgewählte Kenngrößen des Stickstoffhaushaltes der Folgefrucht Winterweizen. Dissertation, Agrar- und Ernährungswissenschaftliche Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.

Kelm, M. (2003) Strategies for sustainable agriculture with particular regard to productivity and fossil energy use in forage production and organic arable farming. Dissertation, Agrar- und Ernährungswissenschaftliche Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.

Loges, R. (1998) Ertrag, Futterqualität, N₂-Fixierungsleistung und Vorfruchtwert von Rotklee- und Rotkleeergrasbeständen. Dissertation, Agrar- und Ernährungswissenschaftliche Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.

Neumann, H. (2005a) Optimierungsstrategien für den Getreideanbau im ökologischen Landbau: System „weite Reihe“ und Direktsaat in ausdauernden Weißklee („Bi-cropping“). Dissertation, Agrar- und Ernährungswissenschaftliche Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.

Puzio, S. (1998) Untersuchungen zur Überwinterung und zum jahreszeitlichen Verlauf der Ertragsbildung von Weißklee in Abhängigkeit von der Witterung und der Sorteneigenschaft. Dissertation, Agrar- und Ernährungswissenschaftliche Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.

Ruhe, I. (2000) Winterweizenanbau in stickstofflimitierten Produktionssystemen unter besonderer Berücksichtigung der Ertragsbildung, der organischen Düngung und der mechanischen Beikrautregulierung. Dissertation, Agrar- und Ernährungswissenschaftliche Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.

Wichmann, S. (2004) Ertragsleistung, Futterqualitätsentwicklung, N₂-Fixierungsleistung und Vorfruchtwirkung von verschiedenen Körnerleguminosenarten in Reinsaat und im Gemenge mit Getreide. Dissertation, Agrar- und Ernährungswissenschaftliche Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.

Veröffentlichungen, Tagungsbeiträge und sonstige Publikationen (Auswahl)

Böhm, H. (1998) Stickstoffversorgung von Kartoffeln im Ökologischen Landbau auf ausgewählten Standorten Schleswig-Holsteins. Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 11, S. 227-228.

Böhm, H. (1999) Qualität und Ertrag von Speisekartoffeln im Ökologischen Landbau: Einfluss von Sortenwahl und Düngung. Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 12, S. 113-114.

Böhm, H. (2000) Perspektiven der Kartoffelproduktion im ökologischen Landbau aus pflanzenbaulicher Sicht. Schriftenreihe der Agrar- und Ernährungswissenschaftlichen Fakultät 90, S. 55-63.

Böhm, H. (2001a) Bodenseparierung mit integriertem Zwischenfruchtbau und variiertes organischer Düngung im ökologischen Kartoffelbau. In: Von Leit-Bildern zu Leit-Linien. Beiträge zur 6. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, Freising-Weihenstephan, 6.-8. März 2001, S. 269-272.

Böhm, H. (2001b) Einfluss der Beetensteinung mit integriertem Zwischenfruchtbau und variiertes organischer Düngung auf Ertrag und Qualität von Kartoffeln. Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 13, S. 88-89.

Böhm, H. (2001c) Möglichkeiten der Regulierung von *Phytophthora infestans* an Kartoffeln im Ökologischen Landbau. In: Von Leit-Bildern zu Leit-Linien. Beiträge zur 6. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, Freising-Weihenstephan, 6.-8. März 2001, S. 377-380.

Böhm, H., Dewes, T. (1997a) Auswirkungen gesteigerter Stallmistdüngung auf Ertrag, Qualität und Nachernteverhalten bei ausgewählten Kartoffelsorten. In: Beiträge zur 4. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Bonn, 3.-4. März 1997, S. 368-374.

Böhm, H., Dewes, T. (1997b) Nitratgehalte in den Knollen ausgewählter Kartoffelsorten aus ökologischem Landbau in Abhängigkeit verschiedener Anbaumaßnahmen. Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 10, S. 259-260.

Böhm, H., Fittje, S., Dewes, T. (1997) Vergleichende Untersuchungen zur Kartoffel-Pflanzguterzeugung bei ökologischer und konventioneller Bewirtschaftung im Hinblick auf den Virusbefall. In: Beiträge zur 4. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, Bonn, 3.-4. März 1997, S. 591-597.

Böhm, H., Haase, T., Putz, B. (2003) Qualitätsbeurteilung von Kartoffeln aus ökologischem Landbau für die Weiterverarbeitung zu Chips und Pommes frites. In: Ökologischer Landbau der Zukunft. Beiträge zur 7. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Wien, 24.-26. Februar 2003, S. 459-460.

Dalgaard, T., Kelm, M., Wachendorf, M., Taube, F., Dalgaard, R. (2002) Energy balance comparison of organic and conventional farming. OECD Workshop on Organic Agriculture, 23-26 September 2002, Washington D.C. (USA), Session 2.2.: Environment aspects.

Dreyermann, S., Loges, R., Taube, F. (2002a) Ertrag und N₂-Fixierungsleistung unterschiedlicher Leguminosen-Bestände und deren Wirkung auf die Ertragsleistung der Folgefrucht Winterweizen bei variiertes organischer Düngung. Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 14, S. 125-126.

Dreyermann, S., Loges, R., Taube, F. (2002b) Einfluss unterschiedlicher Kleeergras-Nutzungsregime und Umbrucharten auf die N-Verwertung ausgewählter Folgefrüchte bei variiertes organischer Düngung. Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 14, S. 199-200.

Dreyermann, S., Loges, R., Taube, F. (2003a) Einfluss der Kleeergrasnutzung auf die N-Versorgung und Ertragsleistung marktfähiger Folgefrüchte unter Berücksichtigung einer variiertes organischen Düngung. In: Ökologischer Landbau der Zukunft. Beiträge zur 7. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Wien, 24.-26. Februar 2003, S. 89-92.

Dreyermann, S., Loges, R., Taube, F. (2003b) Einfluss der Kleeergras-Nutzung auf die N-Versorgung und Ertragsleistung marktfähiger Folgefrüchte. Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 15, S. 83-86.

Dreyermann, S., Loges, R., Taube, F. (2005a) Schnittgutabfuhr oder Gründüngung? Auswirkung der Kleeergras-Nutzung auf Nitrat im Sickerwasser und Folgefrüchte. In: Ende der Nische. Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Kassel, 1.- 4. März 2005, S. 181-184.

Dreyermann, S., Loges, R., Taube, F. (2005b) Bedeutung der Rotkleeergras-Bewirtschaftung für den ökologischen Weizenanbau in Norddeutschland. Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 17, S. 181-184.

Eickler, B., Gierus, M., Taube, F. (2007) Einfluss der Grünlandnutzung auf die PPO-Aktivität in Rotklee. In: Zwischen Tradition und Globalisierung. Beiträge zur 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Band 2, Hohenheim, 20.-23. März 2007, S. 541-544.

Engelke, B. (2001) Entwicklung eines Steuersystems in der ganzflächigen mechanischen Unkrautbekämpfung. Dissertation, Agrar- und Ernährungswissenschaftliche Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.

Fittje, S., Böhm, H. (2001a) Perspektiven des Grünrodens in der ökologischen Pflanzkartoffelvermehrung. In: Von Leit-Bildern zu Leit-Linien. Beiträge zur 6. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, Freising-Weihenstephan, 6.-8. März 2001, S. 265-268.

Fittje, S., Böhm, H. (2001b) Grünroden zur Optimierung der Pflanzguterzeugung von Kartoffeln im ökologischen Landbau. Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 13, S. 90-91.

Fittje, S., Wehmeier, J., Böhm, H. (2003) Massenwechsel geflügelter Blattläuse in Abhängigkeit von der Jahreswitterung und den standörtlichen Faktoren ökologisch bewirtschafteter Pflanzkartoffelbestände. In: Ökologischer Landbau der Zukunft. Beiträge zur 7. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Wien, 24.-26. Februar 2003, S. 549-550.

Fittje, S., Döring, T., Böhm, H., Saucke, H. (2005) Aspekte des Pflanzenschutzes bei der Pflanzgutvorbereitung von ökologisch produzierten Kartoffeln. In: Ende der Nische. Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Kassel, 1.- 4. März 2005, S. 145-148.

Francksen, T., Gubi, G., Latacz-Lohmann, U. (2007) Empirische Untersuchungen zum optimalen Spezialisierungsgrad ökologisch wirtschaftender Marktfruchtbetriebe. Agrarwirtschaft 56 Heft 4, S. 187-200.

Gierus, M., Herrmann, A., and Taube, F. (2005a) In vitro Rohproteinabbaubarkeit von Futterleguminosen und Silomais. Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 17, S. 307-308.

Gierus, M., Kleen, J., Taube, F. (2005b) Variation in protein quality of forage legumes during spring growth. In: XX. International Grassland Congress: Offered papers, S. 240. Wageningen Academic Publishers.

Gierus, M., Kleen, J., Taube, F. (2005c) Veränderung der Proteinqualität von Futterleguminosen im Primäraufwuchs. Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 17, S. 309-310.

Gierus, M., Kleen, J., Taube, F. (2005d) Nitrogen content and crude protein fractions of grass/legume swards at different stages of maturity. In: N management in agrosystems in relation to the Water Framework Directive. Proceedings of the 14th N Workshop, October 24-26, 2005, Maastricht (The Netherlands). Report 116, S. 81. Plant Research International, Wageningen.

Gierus, M., Kleen, J., Taube, F. (2005e) Protein quality of grass/legume swards at different growth stages. COST Action 852: Quality Legume-Based forage Systems for Contrasting Environments. November 10-12, 2005, Grado (Italy), S. 53.

Gierus, M., Eickler, B., Taube, F. (2006a) Veränderung der Polyphenoloxidase-Aktivität in Rotklee in Abhängigkeit der Bewirtschaftung. Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 18, S. 34-35.

Gierus, M., Herrmann, A., Kruse, S., Kleen, J., Taube, F. (2006b) Variation in the non-protein nitrogen content (fraction A) of several forages during the growing period. Grassland Science In Europe 11, S. 595-597.

Gierus, M., Kleen, J., Taube, F. (2006c) Protein quality of grass/legume swards at different growth stages. In: Sward dynamics, N-flows and forage utilisation in legume-based systems: Proceedings of the 2nd COST 852 workshop held in Grado, Italy 10-12 November 2005, S. 227-230.

Haase, T., Krause, T., Heß, J., Böhm, H., Loges, R., Haase, N. (2005) Zum Einfluss von Standort und Sorte auf Ertrag, Sortierung und Qualität von ökologisch erzeugten Kartoffeln für die Verarbeitung zu Chips. In: Ende der Nische. Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Kassel, 1.-4. März 2005, S. 49-54.

Herzig, A. (2006) Entwicklung eines GIS-basierten Entscheidungsunterstützungssystems als Werkzeug nachhaltiger Landnutzungsplanung - Konzeption und Aufbau des räumlichen Landnutzungsmanagementsystems LUMASS für die ökologische Optimierung von Landnutzungsprozessen und -mustern. Dissertation, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.

Holst, H., Rühs, M. (1993) Neustrukturierung eines landwirtschaftlichen Betriebes nach Anforderungen des Natur- und Landschaftsschutzes I und II. Diplomarbeit, Institut für Wasserwirtschaft und Landschaftsökologie, Agrar- und Ernährungswissenschaftliche Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.

Høgh-Jensen, H., Loges, R., Jørgensen, F., Vinther, F., Jensen, E. (2004) An empirical model for quantification of symbiotic nitrogen fixation in grass-clover mixtures. *Agricultural Systems* 82, S. 181-194.

Jung, V., Loges, R., Henriksen, J., Grevsen, K., Christensen, L. P., Kristiansen, K., Rimbach, G., Schwarz, K., Kawiani, R., Taube, F., Wolfram, S. (2007) Pflanzen für die Gesundheit – Vorstellung eines neuen interdisziplinären Forschungsprojektes zum ökologischen Anbau von Arzneipflanzen. In: Zwischen Tradition und Globalisierung. Beiträge zur 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Band 1, Hohenheim, 20.-23. März 2007, S. 217-220.

Kaske, A., Loges, R., Taube, F. (1999) N₂-Fixierungsleistung und Vorfruchtwert verschiedener Leguminosen des Ackerfutterbaus. *Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften* 12, S. 125-126.

Kelm, M., Loges, R., Taube, F. (2003a) Ressourceneffizienz ökologischer Fruchtfolgesysteme. *Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften* 15, S. 56-58.

Kelm, M., Loges, R., Taube, F. (2003b) Erträge im konventionellen und ökologischen Getreideanbau in Abhängigkeit von der Standortgüte. *Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften* 15, S. 244-245.

Kelm, M., Loges, R., Taube, F. (2007a) N-Bilanzen ökologischer und konventioneller Praxisbetriebe in Norddeutschland – Ergebnisse aus dem Projekt COMPASS. In: Zwischen Tradition und Globalisierung. Beiträge zur 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Band 1, Hohenheim, 20.-23. März 2007, S. 25-28.

Kelm, M., Loges, R., Taube, F. (2007b) N-Auswaschung unter ökologisch und konventionell bewirtschafteten Praxisflächen in Norddeutschland – Ergebnisse aus dem Projekt COMPASS. In: Zwischen Tradition und Globalisierung. Beiträge zur 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Band 1, Hohenheim, 20.-23. März 2007, S. 29-32.

Kleen, J., Gierus, M., Taube, F. (2005a) Einfluss von Schnitt und Beweidung auf die Ertragsbildung von Futterleguminosen im Gemenge mit Deutschem Weidelgras. *Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau* 7, S. 85-88.

Kleen, J., Gierus, M., Taube, F. (2005b) Ertragsbildung von Futterleguminosen im Gemenge mit Deutschem Weidelgras in Abhängigkeit von der Bewirtschaftung. *Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften* 17, S. 295-296.

Kleen, J., Gierus, M., Taube, F. (2006a) Ertragsbildung verschiedener Futterleguminosen unter Schnitt- und Weidenutzung. *Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften* 18, S. 270-271.

Kleen, J., Gierus, M., Taube, F. (2006b) Performance of several forage legumes submitted to different management systems. *Grassland Science In Europe* 11, S. 381-383.

Kleen, J., Gierus, M., Taube, F. (2007) Auswirkungen von Schnitt- und Weidenutzung auf die Ertragsbildung und den Stickstoffgehalt verschiedener Futterleguminosen. In: Zwischen Tradition und Globalisierung. Beiträge zur 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Band 1, Hohenheim, 20.-23. März 2007, S. 157-160.

Koop, B., Neumann, H. (2007) Entwicklung der Brutvogelbestände des Hofes Ritzerau während der schrittweisen Betriebsumstellung auf ökologischen Landbau. In: Zwischen Tradition und Globalisierung. Beiträge zur 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Band 2, Hohenheim, 20.-23. März 2007, S. 915-918.

Krause, T., Haase, T., Böhm, H., Heß, J., Loges, R., Haase, N. (2004) Einfluss von Standort und Sorte auf Ertrag, Sortierung und Qualität von ökologisch erzeugten Kartoffeln für die Verarbeitung zu Pommes frites. *Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften* 16, S. 141-142.

Krause, T., Böhm, H., Loges, R., Taube, F., Haase, N. (2005a) Einfluss unterschiedlicher Kleeergrasnutzungssysteme auf Ertrag, Sortierung und Qualität ökologisch erzeugter Verarbeitungskartoffeln. In: Ende der Nische. Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Kassel, 1.-4. März 2005, S. 43-46.

Krause, T., Böhm, H., Loges, R., Taube, F., Haase, N. (2005b) Auswirkungen der Beregnung von Kartoffeln in Abhängigkeit der Stallmistdüngung auf den Ertrag, die Qualität sowie die Verarbeitungseignung zu Pommes frites und Chips. *Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften* 17, S. 118-119.

Loges, R., Eberle, M. (2007) Vergleichende Analyse der Mykotoxinproblematik im konventionellen und ökologischen Getreideanbau. In: Zwischen Tradition und Globalisierung. Beiträge zur 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Band 1, Hohenheim, 20.-23. März 2007, S. 397-400.

Loges, R., Taube, F. (1997) Versorgung des Bodens mit organischer Substanz und Stickstoff in ökologisch orientierten Landnutzungssystemen. *Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft* 84, S. 243-246.

Loges, R., Taube, F. (1999a) Ertrag und N₂-Fixierungsleistung unterschiedlich bewirtschafteter Futterleguminosenbestände. In: Vom Rand zur Mitte. Beiträge zur 5. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, Berlin, 23.-25. Februar 1999, S. 101-104.

Loges, R., Taube, F. (1999b) Ertrag und Futterqualität von Rotklee und Luzerne als Reinsaat sowie im Gemenge mit Gräsern. In: Vom Rand zur Mitte. Beiträge zur 5. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, Berlin, 23.-25. Februar 1999, S. 501-504.

Loges, R., Taube, F. (1999c) Einfluss des Saatmischungsverhältnisses und der Begleitgrasart auf Ertrag und Futterqualität von Rotklee- und Luzernegras. 43. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, Bremen, 26.-28. August 1999, S. 104-107.

Loges, R., Thaysen, J. (2003) Siliereignung und Silagequalität von Luzerne- bzw. Rotkleeergras in Abhängigkeit vom Begleitgrasanteil. In: Ökologischer Landbau der Zukunft. Beiträge zur 7. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Wien, 24.-26. Februar 2003, S. 181-184.

Loges, R., Kornher, A., Taube, F. (1997a) Methodische Aspekte zur N₂-Fixierung von Acker-Kleeergras-Systemen. 41. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, Aulendorf, 28.-30. August 1997, S. 180-183.

Loges, R., Taube, F., Kornher, A. (1997b) Ertrag, N-Fixierungsleistung sowie Ernterückstände verschiedener Rotklee- und Rotkleeergrasbestände. In: Beiträge zur 4. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, Bonn, 3.-4. März 1997, S. 265-271.

Loges, R., Kornher, A., Taube, F. (1998a) Ertrag, Futterqualität und N₂-Fixierungsleistung von Rotklee und Rotklee/Gras. 42. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, Giessen, 27.-29. August 1998, S. 139-142.

Loges, R., Kornher, A., Taube, F. (1998b) Ertrag, Futterqualität und N₂-Fixierungsleistung von Rotklee und Rotklee/Gras. *Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften* 11, S. 201-202.

Loges, R., Ingwersen, K., Kaske, A., Taube, F. (2000a) Methodische Aspekte zur Bestimmung der N₂-Fixierung von Futterleguminosen. 112. VDLUFA-Kongress vom 18.-22. September 2000 in Stuttgart-Hohenheim, S. 76.

Loges, R., Ingwersen, K., Kaske, A., Taube, F. (2000b) Methodische Aspekte zur Bestimmung der N₂-Fixierungsleistung von Leguminosen im Ackerfutterbau. 44. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, Kiel, 24.-26. August 2000, S. 67-70.

Loges, R., Ingwersen, K., Taube, F. (2001a) Methodische Aspekte zur Bestimmung der symbiotischen N₂-Fixierungsleistung von Leguminosen. In: 45. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, Gumpenstein, 23.-25. August 2001, S. 29-32.

Loges, R., Ingwersen, K., Taube, F. (2001b) Methodische Aspekte zur Bestimmung der symbiotischen N₂-Fixierung von Klee/Gras-Gemengen. *Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften* 13, S. 42-43.

Loges, R., Wichmann, S., Taube, F. (2001c) Ertrag und Futterqualität von Luzerne, Rotklee und Weißklee als Reinsaat sowie im Gemenge mit Deutschem Weidelgras. In: 45. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, Gumpenstein, 23.-25. August 2001, S. 93-94.

Loges, R., Wichmann, S., Taube, F. (2001d) Futterqualität und Ertrag von Rotklee, Luzerne und Weißklee als Reinsaat bzw. im Gemenge mit Dt. Weidelgras. *Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften* 13, S. 200-201.

Loges, R., Thaysen, J., Taube, F. (2002) Siliereignung und Silagequalität von Rotklee und Luzerne in Reinsaat sowie im Gemenge mit Deutschem Weidelgras. *Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften* 14, S. 229-230.

Loges, R., Kelm, M., Taube, F. (2005a) Vergleichende Analyse der Ertragsleistung und Nitrat-Auswaschung im ökologischen und konventionellen Ackerbau. *Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften* 17, S. 130-131.

Loges, R., Kelm, M., Taube, F. (2005b) Nitrogen balances and nitrate leaching of conventional and organic crop rotations under northern German conditions. In: N management in agrosystems in relation to the Water Framework Directive. Proceedings of the 14th N Workshop, October 24-26, 2005, Maastricht (The Netherlands). Report 116, S. 55. Plant Research International, Wageningen.

Loges, R., Mauscherling, I., Taube, F. (2005c) Beisat von Zwischenfrüchten als Möglichkeit zur Reduzierung der N-Auswaschung in Wintergetreide? In: Ende der Nische. Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Kassel, 1.-4. März 2005, S. 593-594.

Loges, R., Henriksen, J., Callesen, O., Grevsen, K., Christensen, L., Kristiansen, K., Rimbach, G., Schwarz, K., Taube, F., Wolfram, S. (2006a) Plants for health - primary production of plants containing bioactive compounds that hold a preventive effect towards diabetes II. In: Organic Farming and European Rural Development: Proceedings of the European Joint Organic Congress, 30-31 May 2006, Odense (Denmark), S. 630-631.

Loges, R., Kelm, M., Taube, F. (2006b) Nitrogen balances, nitrate leaching and energy efficiency of conventional and organic farming systems on fertile soils in Northern Germany. *Advances in GeoEcology* 38, S. 407-414.

Loges, R., Kelm, M., Taube, F. (2006c) Nitrogen balances and nitrate leaching of conventional and organic crop rotations under Northern German conditions. In: N management in agrosystems in relation to the Water Framework Directive. Proceedings of the 14th N Workshop, October 2005, Maastricht (The Netherlands). Report 116, S. 86-88. Plant Research International, Wageningen.

Mauscherling, I., Loges, R., Taube, F. (2005) Beisat von Zwischenfrüchten als Möglichkeit zur Reduzierung der N-Auswaschung in Wintergetreide. *Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften* 17, S. 140-141.

Mauschering, I., Loges, R., Pedersen, L., Taube, F. (2006a) Growing systems for quality baking wheat: effects of catch crops on yield and nitrate leaching. In: Organic Farming and European Rural Development: Proceedings of the European Joint Organic Congress, 30-31 May 2006, Odense (Denmark), S. 282-283.

Mauschering, I., Loges, R., Taube, F. (2006b) Beisat von Zwischenfrüchten zur Reduzierung der N-Auswaschung und zur Steigerung der Ertragsleistung von Winterweizen. Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 18, S. 274-275.

Mues, S., Schoß, P. (2006) Der Lindhof - Geschichte und Gegenwart. In: Jahrbuch 2006 der Heimatgemeinschaft Eckernförde.

Neumann, H. (2005b) „Bi-cropping“ von Getreide und Weißklee im ökologischen Landbau - Vorfruchtleistung und Management im zweiten Getreidejahr. Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 17, S. 197-200.

Neumann, H., Koop, B. (2004) Einfluss der Ackerbewirtschaftung auf die Feldlerche (*Alauda arvensis*) im ökologischen Landbau. Untersuchungen in zwei Gebieten Schleswig-Holsteins. Naturschutz und Landschaftsplanung - Zeitschrift für angewandte Ökologie 36, S. 145-154.

Neumann, H., Berndt, R. (2006) Erstes Verzeichnis der Siedlungsdichteuntersuchungen von Sommervogelbeständen für Schleswig-Holstein. CO-RAX - Veröffentlichungen der Ornithologischen Arbeitsgemeinschaft für Schleswig-Holstein und Hamburg e.V., 20, S. 138-150.

Neumann, H., Loges, R., Taube, F. (2002a) Bicropping - eine Alternative zum „Weite Reihe“-System im ökologischen Winterweizenanbau? Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 14, S. 175-176.

Neumann, H., Loges, R., Taube, F. (2002b) Bicropping im Ökologischen Landbau. Erste Ergebnisse eines Forschungsprojektes zur Direktsaat von Winterweizen. Landwirtschaft ohne Pflug 6, S. 18-21.

Neumann, H., Loges, R., Taube, F. (2003a) Bicropping im ökologischen Winterweizenanbau - eine Alternative zum Anbausystem der „Weiten Reihe“? In: Ökologischer Landbau der Zukunft. Beiträge zur 7. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Wien, 24.-26. Februar 2003, S. 81-84.

Neumann, H., Loges, R., Taube, F. (2003b) Optimierungsstrategien des „Weite Reihe“-Verfahrens im ökologischen Winterweizenanbau: Variation von Reihenweite, Weizensorte, Aussaatstärke und Untersaat. Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 15, S. 52-55.

Neumann, H., Koop, B., Roweck, H., Taube, F. (2003c) Werden Vogelschutzbelange im ökologischen Landbau hinreichend berücksichtigt? Fallbeispiel Feldlerche (*Alauda arvensis*). In: Ökologischer Landbau der Zukunft. Beiträge zur 7. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Wien, 24.-26. Februar 2003, S. 575-576.

Neumann, H., Loges, R., Taube, F. (2004a) „Bicropping“ in die Fruchtfolge eingeordnet. Neue Ergebnisse zum „Bicropping“ von Getreide mit Weißklee. Landwirtschaft ohne Pflug 5, S. 20-23.

Neumann, H., Loges, R., Taube, F. (2004b) „Bicropping“ von Getreide und Weißklee - ein alternatives Produktionsverfahren im Ökologischen Landbau. Schriftenreihe der Agrar- und Ernährungswissenschaftlichen Fakultät 102, S. 101-108.

Neumann, H., Loges, R., Taube, F. (2004c) „Bicropping“ von Getreide und Weißklee - ein alternatives Produktionsverfahren im ökologischen Landbau. Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 16, S. 143-144.

Neumann, H., Loges, R., Taube, F. (2004d) Neue Ergebnisse zum Bicropping von Getreide mit Weißklee: Bicropping in die Fruchtfolge eingeordnet. Landwirtschaft ohne Pflug 5, S. 20-23.

Neumann, H., Geweke, O., Mauschering, I., Schütz, W., Loges, R., Roweck, H., Taube, F. (2005a) Effekte der Umstellung auf ökologischen Landbau auf die Segetalflora zweier Ackerbaubetriebe in Schleswig-Holstein. In: Ende der Nische. Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Kassel, 1.-4. März 2005, S. 623-626.

Neumann, H., Loges, R., Taube, F. (2005b) Entwicklung eines pfluglosen Getreideanbausystems für den ökologischen Landbau: „Bicropping“ von Winterweizen und Weißklee. In: Ende der Nische. Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Kassel, 1.-4. März 2005, S. 29-32.

Neumann, H., Loges, R., Taube, F. (2005c) „Bi-cropping“ von Getreide und Weißklee im ökologischen Landbau - Vorfruchtleistung und Management im zweiten Getreidejahr. Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 17, S. 197-200.

Neumann, H., Bisschop-Larsen, L., Loges, R., Taube, F. (2006a) Impact of organic agriculture on diversity and abundance of farmland birds in an arable landscape with hedges. In: Organic Farming and European Rural Development: Proceedings of the European Joint Organic Congress, 30-31 May 2006, Odense (Denmark), S. 42-43.

Neumann, H., Bisschop-Larsen, L., Loges, R., Taube, F. (2006b) Zum Einfluss des ökologischen Landbaus auf Feldvögel in der Acker-Knick-Landschaft. Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 18, S. 218-219.

Neumann, H., Loges, R., Taube, F. (2006c) Das System „weite Reihe“ - Innovation für den ökologischen Winterweizenanbau? Berichte über Landwirtschaft 84, S. 404-424.

Neumann, H., Loges, R., Taube, F. (2006d) Weißklee bindet sehr viel Stickstoff: „Bi-cropping“ von Getreide und Weißklee im Ökologischen Landbau. Landwirtschaft ohne Pflug. Das Fachmagazin für rationelle Landwirtschaft, März 2006, S. 36-39.

Neumann, H., Loges, R., Taube, F. (2007) Brutvögel auf ökologisch und konventionell bewirtschafteten Äckern in Norddeutschland. In: Zwischen Tradition und Globalisierung. Beiträge zur 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Band 2, Hohenheim, 20.-23. März 2007, S. 835-838.

Pedersen, L., Thorup-Kristensen, K., Loges, R. (2006) Wheat baking quality: The effect of catch crop strategies and species. In: Organic Farming and European Rural Development: Proceedings of the European Joint Organic Congress, 30-31 May 2006, Odense (Denmark), S. 288-289.

Ruhe, I., Taube, F. (2001a) Analyse der N-Gehalte ökologisch erzeugten Winterweizens mit Hilfe des Konzeptes „critical N-concentration“. In: Von Leit-Bildern zu Leit-Linien. Beiträge zur 6. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, Freising-Weißenstephan, 6.-8. März 2001, S. 421-424.

Ruhe, I., Taube, F. (2001b) Analyse der N-Gehalte ökologisch erzeugten Winterweizens mit Hilfe des Konzeptes „critical N-concentration“. Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 13, S. 61-62.

Ruhe, I., Loges, R., Taube, F. (2001a) Vergleichende Analyse der N-Flüsse in Fruchtfolgen N-intensiver und N-extensiver ökologischer Produktionssysteme unter besonderer Berücksichtigung der Nitratverluste. In: Von Leit-Bildern zu Leit-Linien. Beiträge zur 6. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, Freising-Weißenstephan, 6.-8. März 2001, S. 237-240.

Ruhe, I., Loges, R., Taube, F. (2001b) Vergleichende Analyse der N-Flüsse in Fruchtfolgen ökologischer und konventioneller Produktionssysteme unter besonderer Berücksichtigung der Nitratverluste. Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 13, S. 100-101.

Ruhe, I., Loges, R., Taube, F. (2002) Stickstoffflüsse in Fruchtfolgen des ökologischen und konventionellen Landbaus - Ergebnisse aus dem CONBALE-Projekt Lindhof. Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 14, S. 28-29.

Ruhe, I., Loges, R., Taube, F. (2003) Stickstoffflüsse in verschiedenen Fruchtfolgen des ökologischen Landbaus - Ergebnisse aus dem CONBALE-Projekt Lindhof. In: Ökologischer Landbau der Zukunft. Beiträge zur 7. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Wien, 24.-26. Februar 2003, S. 97-100.

Russok, C. (2004) Untersuchungen zur klima- und landnutzungsbedingten Bodenerosion am Versuchsgut Lindhof. In: Winkler, G., Dahlke, C., Bork, H.-R. (Hrsg.) Streifzug durch 6000 Jahre Landnutzungs- und Landschaftswandel in Schleswig-Holstein - Ein Exkursionsführer. EcoSys Suppl. Bd. 41, Kiel, S. 161-175.

Schleuß, U., Böhm, H., Loges, R. (2005) Untersuchungen zum Einsatz von Pflanzenstärkungsmitteln im ökologischen Futtererbsenanbau. In: Ende der Nische. Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Kassel, 1.-4. März 2005, S. 63-66.

Schütz, W. (2003) Vegetation, Flora und Biotop-Strukturen des Lindhofes (Schleswig-Holstein). Kieler Notizen zur Landeskunde Schleswig-Holsteins und Hamburgs 30, S. 131-164.

Taube, F., Pötsch, E. M. (2001) On-farm nutrient balance assessment to improve nutrient management on organic dairy farms. Grassland Science in Europe 6, S. 225-34.

Taube, F., Loges, R., Lactacz-Lohmann, U. (2004) Vergleich des ökologischen und konventionellen Ackerbaus im Hinblick auf Leistung und ökologische Effekte am Beispiel des Versuchsgutes Lindhof. Schriftenreihe der Agrar- und Ernährungswissenschaftlichen Fakultät 102, S. 89-108.

Taube, F., Loges, R., Kelm, M., Lactacz-Lohmann, U. (2005) Vergleich des ökologischen und konventionellen Ackerbaus im Hinblick auf Leistungen und ökologische Effekte auf Hohertragsstandorten Norddeutschlands. Berichte über Landwirtschaft 83, S. 165-176.

Taube, F., Kelm, M., Loges, R., Wachendorf, M. (2006a) Ressourceneffizienz als Steuergröße für die Förderung nachhaltiger Produktionssysteme: Gibt es Vorrang-/Eignungsflächen für den ökologischen Landbau? Berichte über Landwirtschaft 84, S. 73-105.

Taube, F., Kelm, M., Verreet, J., Hüwing, H. (2006b) COMPASS - Vergleichende Analyse der pflanzlichen Produktion in ökologischen und konventionellen Betrieben Schleswig-Holsteins. Schriftenreihe der Agrar- und Ernährungswissenschaftlichen Fakultät 108, S. 121-129.

Taube, F., Kelm, M., Verreet, J.-A. (Hrsg.) (2007) Ergebnisse des Projektes „COMPASS“. Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung – Grünland und Futterbau/Ökologischer Landbau, Institut für Phytopathologie der Universität Kiel. ISBN 3-9811625-0-9.

Westphal, D., Loges, R., Taube, F. (2006a) Optimierung des Kleegrassmanagements unter besonderer Berücksichtigung der Möglichkeit einer ganzjährigen Außenhaltung von Wiederkäuern auf Ackerschlägen (Winterweide). Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 18, S. 42-43.

Westphal, D., Loges, R., Taube, F. (2006b) Optimierung der Wirtschaftsdüngung zu Öko-Winterweizen unter besonderer Berücksichtigung teilflächenspezifischer Gegebenheiten. Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 18, S. 296-297.

Westphal, D., Loges, R., Taube, F. (2007a) Möglichkeiten der Optimierung der Wirtschaftsdüngung zu Winterweizen durch Berücksichtigung bodentypischer Gegebenheiten. In: Zwischen Tradition und Globalisierung. Beiträge zur 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Band 1, Hohenheim, 20.-23. März 2007, S. 61-64.

Westphal, D., Loges, R., Taube, F. (2007b) Winterbeweidung als Alternative zur Mulch- bzw. Schnittnutzung von Kleegrasschlägen. In: Zwischen Tradition und Globalisierung. Beiträge zur 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Band 1, Hohenheim, 20.-23. März 2007, S. 169-172.

Wichmann, S., Dreyman, S., Loges, R., Taube, F. (2001a) Ertrag, N₂-Fixierungsleistung und Vorfruchtwert von Erbse/Gersten-GPS im Vergleich zu Rotklee. In: 45. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, Gumpenstein, 23.-25. August 2001, S. 91-92.

Wichmann, S., Dreyman, S., Loges, R., Taube, F. (2001b) Ertrag, N₂-Fixierungsleistung und Vorfruchtwirkung von Körnererbsen bzw. Erbse/Gersten-Gemengen im Vergleich zu Klee. Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 13, S. 242-243.



Impressum

<12

Wichmann, S., Loges, R., Taube, F. (2003a) Futterqualitätsentwicklung, Ertragsleistung und N₂-Fixierungsleistung von Erbsen in Reinsaat und im Gemenge mit Sommergerste. *Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften* 15, S. 194-197.

Wichmann, S., Loges, R., Taube, F. (2003b) Vergleich von Körnererbsen in Reinsaat und im Gemenge mit Sommergerste in Hinblick auf Ertrag und Ertragsentwicklung sowie N-Fixierungsleistung, Ernterückstandsmengen und Vorfruchtwirkung. In: *Ökologischer Landbau der Zukunft. Beiträge zur 7. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Wien, 24.-26. Februar 2003*, S. 185-188.

Wichmann, S., Loges, R., Taube, F. (2005a) Ertragsbildung und Qualitätsentwicklung von Körnerleguminosen zur Ganzpflanzennutzung in Reinsaat und im Gemenge mit Getreide. *Pflanzenbauwissenschaften* 9, S. 61-74.

Wichmann, S., Loges, R., Taube, F. (2005b) Einfluss von sommerannuellen Leguminosenvorfrüchten und unterschiedlich terminierten Gülle-N-Gaben auf Ertrag und Kornrohproteingehalt von Winterweizen. *Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften* 17, S. 225-226.

Wichmann, S., Loges, R., Taube, F. (2006) Kornerträge, N₂-Fixierungsleistung und N-Flächenbilanz von Erbsen, Ackerbohnen und Schmalblättrigen Lupinen in Reinsaat und im Gemenge mit Getreide. *Pflanzenbauwissenschaften* 10, S. 2-15.

Winkler, C., Neumann, H. (2007) Bestandsentwicklung des Laubfrosches (*Hyla arborea*) auf dem Hof Ritzerau während der Betriebsumstellung auf ökologischen Landbau. In: *Zwischen Tradition und Globalisierung. Beiträge zur 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Band 2, Hohenheim, 20.-23. März 2007*, S. 907-910.

Ziogas, G. (1995) Geologie und Böden der Versuchsbetriebe Lindhof und Hohenschulen der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. Quartärgeologische und bodenkundliche Kartierung, Genese, Vergesellschaftung, Ökologie, Funktionen. Dissertation, Agrar- und Ernährungswissenschaftliche Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.

Herausgeber

Prof. Dr. Friedhelm Taube, Dr. Ralf Loges,
Dr. Michael Kelm, Dr. Helge Neumann
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
Grünland und Futterbau / Ökologischer Landbau
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Herrmann-Rodewald-Straße 9
24118 Kiel
Fon 0431. 880 2133
Fax 0431. 880 4568
www.grassland-organicfarming.uni-kiel.de

Autoren

Dr. Michael Kelm, Dr. Helge Neumann
(außer namentlich gekennzeichnete Beiträge)

Satz, Layout + grafische Gestaltung

Dr. Michael Kelm,
Sascha Szkaradkiewicz
werbung+design, Molfsee
Fon 0431. 69 13 834
GSM 0151.11 359 426
Fax 0431.260 28 58
sascha.szk@gmx.de

Herstellung

Druckerei Breitschuh & Kock GmbH, Kiel

Datum des Erscheinens

1. Juli 2007

ISBN

3 - 9811625 - 1 - 6

Schutzgebühr

11,80 €

Fotografien:

birgit eickler
h. dietrich habbe
viola jung
michael kelm
ralf loges
helge neumann
frank steinmann
fotolia
valtra vertriebs gmbh

S. 5 (ob.li., u.re., u.li.)
S. 25 (5), S. 30/31, S. 39, S. 40, S. 64, S. 86, S. 90
S. 32 (li.), S. 61
S. 85 (u.)
S. 32 (re.), S. 33 (re.), S. 47
S. 5 (ob. re.), S. 18, S. 25 (3), S. 26, S. 33 (li.), S. 45, S. 57, S. 59,
S. 72, S. 78, S. 81, S. 88
S. 8/9, S. 14/15, S. 85 (ob.)
S. 6/7
S. 51



**Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
– Grünland und Futterbau / Ökologischer Landbau –
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Herrmann-Rodewald-Straße 9**

24118 Kiel

Fon 0431 . 880 2133

Fax 0431 . 880 4568

www.grassland-organicfarming.uni-kiel.de

ISBN 3-9811625-1-6

Schutzgebühr: 11,80 Euro

C | A | U

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel