

Ressortforschung für den Ökologischen Landbau  
2007

Schwerpunkt: Pflanze

Gerold Rahmann (Hrsg.)  
Sprecher der SAG „Ökologischer Landbau“



## Inhaltsverzeichnis

ELKE SAGGAU UND BIRGIT DITGENS Ziele und Projekte des Bundesprogramms Ökologischer Landbau und CORE organic für den Zeitraum 2007 bis 2010 .....	5
RAINER OPPERMANN UND GEROLD RAHMANN Die deutschen Märkte für ökologische Nahrungsmittel im Jahr 2007 - Perspektiven und Probleme - .....	13
STEFAN KÜHNE, TORBEN REELFS, FRANK ELLMER, ECKARD MOLL UND BENNO KLEINHENZ Neue Strategie zur Regulierung des Kartoffelkäfers ( <i>Leptinotarsa decemlineata</i> Say) im Ökologischen Landbau .....	23
CORNEL ADLER, CORNELIA FRIELITZ UND JANINE GÜNTHER Kieselgur gegen vorratsschädliche Insekten im Getreidelager .....	31
GISELA JANSEN UND SYLVIA SEDDIG Ökologisch und konventionell erzeugte Leguminosen – Erträge und ausgewählte Qualitätsparameter im Vergleich .....	41
RITA GROSCH, JANA LOTTMANN UND GABRIELE BERG Einfluss von antagonistisch wirkenden <i>Trichoderma</i> -Isolaten auf den bodenbürtigen Erreger <i>Rhizoctonia solani</i> .....	53
MATTHIAS HERRMANN Virulenz verschiedener Rassen von <i>Ustilago avenae</i> gegenüber Hafer ( <i>Avena sativa</i> ) .....	63
KAREN AULRICH UND HERWART BÖHM Bewertung ökologisch erzeugter Futtermittel mittels Nahinfrarotspektroskopie .....	69
UTA SCHNOCK Ergebnis von methodischen Untersuchungen zu Wertprüfungen im Ökolandbau .....	75
KLAUS MÜNZING Qualität und Verarbeitungswert von heimischem Öko-Dinkelweizen .....	79
GÜNTER BRACK Sensorische Fehler an Öko-Handelsprodukten aus dem Getreidenährmittel-Bereich .....	99
GEORG LANGENKÄMPER, ANDREAS BRUDER, THOMAS BETSCHE UND CHRISTIAN ZÖRB Biochemische Charakterisierung von ökologisch und konventionell erzeugtem Weizen aus dem DOK-Versuch: Profiling Techniken und Analytik von Einzelverbindungen.....	107

## **Jahresberichte 2006 aus den Anstalten**

### FAL

Jahresbericht des Instituts für Ökologischen Landbau der FAL 2006 ..... 115

### BBA

Publikationen der BBA 2006 zum Themengebiet Ökologischer Landbau ..... 143

### BAZ

Bericht zum Stand der Ressortforschung für den Ökolandbau in der  
„Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen“ 2006 ..... 155

### FBN

Publikationen aus dem FBN 2006 ..... 157

### BFEL

Forschungsaktivitäten im Bereich des Ökolandbaus 2006: Bundesforschungsanstalt  
für Ernährung und Lebensmittel (BfEL): Karlsruhe, Detmold, Hamburg ..... 159

### IGZ

Forschung für den Ökologischen Landbau am Institut für Gemüse- und  
Zierpflanzenbau e.V. 2006 ..... 165

### ATB

Veröffentlichungen des Leibniz-Instituts für Agrartechnik  
Potsdam-Bornim e.V. zum „Ökologischen Landbau“ 2006 ..... 167



## **Ziele und Projekte des Bundesprogramms Ökologischer Landbau und CORE organic für den Zeitraum 2007 bis 2010**

### **Aims and projects of the Federal Organic Farming Scheme and CORE Organic in the time of 2007 till 2010**

ELKE SAGGAU<sup>1</sup> & BIRGIT DITGENS<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Geschäftsstelle Bundesprogramm Ökologischer Landbau in der Bundesanstalt für  
Landwirtschaft und Ernährung (BLE), Deichmannsaue 29, 53179 Bonn

E-Mail: elke.saggau@ble.de

#### **Abstract**

The aim of the Federal Organic Farming Scheme (BÖL) is to strengthen and to enhance the area of organic food and farming. An important part of this is the support of research and development and the dissemination of the results. Since the beginning of the Federal Organic Farming Scheme in 2001 more than 400 praxis oriented research and development projects has been funded. In the third phase of the Federal Organic Farming Scheme from 2007 ca. 100 new research and development projects will be realised. Besides the thematic foci interdisciplinary research topics were included into the current call. The interdisciplinary research topics refer to the subject areas "Health and performance of organic husbandry of dairy cattle", "Health and performance of organic husbandry of sows and piglets" and "Soil fertility and plant nutrition".

In the area of transnational research in organic food and farming Germany participates in the ERA-Net CORE Organic. The first transnational call was published in September 2006. The topics of the call were "Quality of organic Food – health and safety", "Animal disease and parasite management" and "Innovative marketing strategies". Overall eight transnational research projects could be realised. German scientists participate in five projects. Two of these projects run under German coordination.

*Key words: German Federal Organic Farming Scheme, research and development projects (R&D), Core organic*

#### **Zusammenfassung**

Das Ziel des Bundesprogramms Ökologischer Landbau (BÖL) besteht in der Stärkung und Ausdehnung des ökologischen Landbaus und der ökologischen Lebensmittelwirtschaft. Einen wichtigen Baustein zur Stärkung und Ausdehnung des ökologischen Landbaus bilden die Forschungsförderung und die Verbreitung der Ergebnisse in der Praxis. Seit Beginn des BÖL im Jahre 2001 wurden über 400 praxisorientierte Forschungs- und Entwicklungsvorhaben gefördert. In der dritten Förderphase des BÖL ab 2007 werden ca. 100 neue Forschungs- und Entwicklungsvorhaben realisiert. Neben den thematischen Förderschwerpunkten finden erstmals interdisziplinäre Förderschwerpunkte Berücksichtigung. Die interdisziplinären Förderschwerpunkte beziehen sich auf die Themenbereiche „Gesundheit und Leistung in der ökologischen Milchviehhaltung“, „Gesundheit und Leistung in der ökologischen Haltung von Sauen und Ferkeln“ und „Bodenfruchtbarkeit und Pflanzenernährung“.

Im Bereich transnationaler Ökolandbau-Forschung beteiligt sich Deutschland am ERA-NET CORE Organic. Die erste länderübergreifende Ausschreibung wurde im September 2006 veröffentlicht. Die Forschungsschwerpunkte beziehen sich auf die Bereiche „Qualität ökologischer Lebensmittel“, „Vorbeugendes Krankheits- und Parasitenmanagement“ und „Innovative Marketingstrategien“. Insgesamt wurden acht transnationale Forschungsprojekte realisiert, wobei deutsche Wissenschaftler an fünf Vorhaben beteiligt sind. Zwei dieser Vorhaben laufen unter deutscher Koordination.

*Schlüsselworte: Bundesprogramm Ökologischer Landbau, Forschungs- und Entwicklungsvorhaben (FuE), Core organic*

## **1 Einleitung**

Das Gesamtziel des Bundesprogramms Ökologischer Landbau (BÖL) ist ausgerichtet auf die Stärkung und Ausdehnung des ökologischen Landbaus und der ökologischen Lebensmittelwirtschaft. Das bedeutet quantitatives Wachstum bei gleichzeitiger Wahrung und Weiterentwicklung hoher Qualitätsstandards. Die Umsetzung dieser Ziele entlang der Wertschöpfungskette stellt auch künftig große Herausforderungen an Wissenschaft und Praxis.

Um diese Herausforderungen des ökologischen Landbaus aufzugreifen und die Verbreitung praxisorientierter Lösungen zu fördern, werden im Rahmen des BÖL u.a. Maßnahmen zur Fortbildung und Information von Erzeugern und Verbrauchern als auch die Realisierung von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben (FuE-Vorhaben) und Aktivitäten zum Wissenstransfer finanziell unterstützt.

Einen wichtigen Baustein zur Stärkung und Ausdehnung des ökologischen Landbaus bilden die Forschungsförderung und die Verbreitung der Ergebnisse in der Praxis. Seit Beginn des BÖL im Jahre 2001 wurden über 400 praxisorientierte FuE-Vorhaben realisiert, wobei der Wissenstransfer immer eine zentrale Rolle gespielt hat.

Im August 2006 wurde basierend auf den bisher erzielten Ergebnissen und in bezug auf das „Programm des BMELV zur Förderung von FuE-Projekten“ eine Bekanntmachung für die Durchführung von FuE-Projekten im Bereich des BÖL veröffentlicht (Bekanntmachung Nr. 04/06/51 vom 17. August 2006, Einreichungsfrist 29.09.2006). Im Fokus der Bekanntmachung stand die Aufforderung zur Einreichung von Projektskizzen für die Durchführung von thematischen und interdisziplinären Forschungsprojekten sowie FuE-Projekten zur Forcierung des Wissenstransfers zwischen Forschung, Beratung und Praxis.

Im Bereich transnationaler Ökolandbau-Forschung beteiligt sich Deutschland an dem ERA-NET CORE Organic (Coordination of European Transnational Research in Organic Food and Farming). Gemeinsam mit weiteren 10 europäischen Ländern (8 Mitgliedsstaaten und 2 assoziierte Staaten) wurden Forschungsdefizite europaweit identifiziert und Forschungsschwerpunkte formuliert. Im September 2006 wurde die erste länderübergreifende Ausschreibung (Pilot Call) ([www.coreorganic.org/corenews/sep06/page1.html](http://www.coreorganic.org/corenews/sep06/page1.html)) veröffentlicht. Die Forschungsschwerpunkte bezogen sich auf die Bereiche „Qualität ökologischer Lebensmittel“, „Vorbeugendes Krankheits- und Parasitenmanagement“ und „Innovative Marketingstrategien“.

## **2 Ziele und Projekte des BÖL von 2001 bis 2006**

Nach dem Start des BÖL Ende 2001 wurden rund 700 Projektvorschläge eingeworben, woraus knapp 180 Projekte resultierten. Durch die anfangs begrenzte Laufzeit des Bundesprogramms bis Ende 2003 war es zunächst nur möglich, Projekte mit einer ein- bis zweijährigen Laufzeit zu konzipieren. Der Schwerpunkt lag deshalb auf Status-Quo-Analysen und Voruntersuchungen, um daraus weiteren Forschungs- und Handlungsbedarf ableiten zu können.

In der zweiten Phase des BÖL ab Anfang 2004 wurden gemeinsam mit maßgeblichen Akteuren aus Forschung, Praxis und Beratung neue Forschungsschwerpunkte erarbeitet und weitere rund 670 Projektvorschläge eingeworben. Daraus resultierten nach eingehender Bewertung durch externe Gutachter und der Bewertung durch die BLE in Abstimmung mit dem BMELV rund 130 neue Projekte in allen Bereichen entlang der ökologischen Wertschöpfungskette. Die meist stark praxisorientierten Projekte hatten in der Regel eine Laufzeit von drei Jahren, um statistisch belastbare Ergebnisse erzielen zu können. Bei der Projektauswahl wurde neben der notwendigen Priorisierung nach thematischer Relevanz ein besonderer Wert auf eine ausgewogene Einbindung von Wissenschaftlern, Beratern, und Praktikern gelegt. Eine Vielzahl von Verbundvorhaben unter Beteiligung mehrerer Forschungseinrichtungen sowie themenbezogene Netzwerkprojekte, in denen viele Akteure des Ökolandbaus aktiv mitarbeiteten, wurden realisiert.

Die Forschungsförderung und die Vernetzung von Akteuren genügen jedoch nicht allein, um die Ausdehnung des ökologischen Landbaus voran zu treiben und nachhaltig zu stärken. Ein weiterer wichtiger Bestandteil der Aktivitäten im BÖL liegt in der Verbreitung der Forschungsergebnisse in Wissenschaft und Beratung und des Transfers der Ergebnisse an Landwirte, Verarbeiter und den Handel. Für die Arbeit im BÖL bedeutete dieses, den Wissenstransfer in die Forschungsprojekte u.a. durch projektbegleitende Workshops oder Erarbeitung von Broschüren und Leitfäden zu integrieren. Nach Abschluss der Forschungsprojekte werden die Abschlussberichte über die Wissenschaftsplattform [www.forschung.oekolandbau.de](http://www.forschung.oekolandbau.de) veröffentlicht und ins Internetportal [www.oekolandbau.de](http://www.oekolandbau.de) eingestellt. Neben einer kompletten Projektübersicht aller im BÖL bisher realisierten Projekte sind Links zu den jeweiligen Kurzportraits und Ansprechpartnern bzw. Kontaktadressen geschaltet. Eine weitere Veröffentlichung der Projektergebnisse erfolgt über die internationale Wissenschaftsplattform OrganicEprints ([www.orgprint.org](http://www.orgprint.org)). Zudem werden von der Geschäftsstelle BÖL auf Basis der Projektergebnisse eigene Artikel und Pressemitteilungen erarbeitet und in der landwirtschaftlichen Fachpresse veröffentlicht.

## **3 Ziele und Projekte des BÖL ab 2007**

Die in den ersten beiden Förderphasen erarbeiteten Forschungsergebnisse und die Fortsetzung des BÖL von 2007 bis einschließlich 2010 (3. Phase) schufen die Möglichkeit, weitere Fragestellungen zu formulieren, um den Wissensbedarf der landwirtschaftlichen Praxis im Ökolandbau zielgerichteter abdecken zu können.

Basierend auf den bisher erzielten Ergebnissen und einer breit angelegten Themenfindung zu künftigen Erfordernissen für FuE wurden im August 2006 Interessenten aufgerufen, Projektskizzen zur Durchführung von thematischen und interdisziplinären

Forschungsprojekten sowie FuE-Projekten zur Forcierung des Wissenstransfers zwischen Forschung, Beratung und Praxis im Ökolandbau einzureichen.

Bereits in den Bekanntmachungen der ersten beiden Phasen hat sich die Bildung von Themenkomplexen bewährt. In der Bekanntmachung vom August 2006 wurden thematische Schwerpunkte zu den Themenkomplexen „Ökologische Lebensmittel, Ernährung“, „Tierische Erzeugnisse“, „Pflanzliche Erzeugnisse“, „Ökonomie, Sozialwissenschaften“ und „Wissenstransfer und Kommunikation“ gebildet.

Insgesamt wurden zu den verschiedenen Forschungsschwerpunkten rund 340 Projektskizzen eingereicht, wobei abermals ein deutlicher Schwerpunkt bei der „Pflanzlichen Erzeugung“ mit 139 Projektskizzen zu verzeichnen war, gefolgt von „Ökonomie, Sozialwissenschaften“ und „Tierischer Erzeugung“ mit jeweils 65 bzw. 60 Projektskizzen. Für „Wissenstransfer und Kommunikation“ und zu „Ökologischen Lebensmitteln, Ernährung“ gingen 35 bzw. 28 Projektskizzen ein. 13 Projektskizzen waren keinem der genannten Bereiche zuzuordnen. Nach erfolgter Begutachtung der Skizzen durch externe Experten und Bewertung durch die BLE wurden die Ergebnisse mit dem BMELV beraten und in Verbindung mit der Budgetplanung für die Haushaltsjahre 2007 bis 2010 eine Prioritätenliste erarbeitet.

In der dritten Phase des BÖL werden ca. 90 neue Forschungs- und Entwicklungsvorhaben realisiert. Der am stärksten vertretene Bereich wird die Pflanzenproduktion mit 37 Projekten sein, gefolgt von den Bereichen Ökonomie, Lebensmittel und Tierproduktion mit 15, 14 bzw. 13 Projekten. Zum Wissenstransfer und zur Zertifizierung wird es 9 bzw. 3 Projekte geben. Einen großen Part zum Wissenstransfer wird wieder der BÖLW (Bund Ökologischer Lebensmittelwirtschaft) abdecken, der bereits in den Phasen 1 und 2 ca. 240 Veranstaltungen zum Wissenstransfer durchgeführt hat. Der Wissenstransfer ist zudem Bestandteil in allen Einzelprojekten. Bis September 2007 wurden bereits 60 der insgesamt 90 geplanten thematischer Projekte realisiert.

Im Rahmen der Bekanntmachung zur Einwerbung von FuE-Projekten im August 2006 wurden neben thematischen Förderschwerpunkten auch drei interdisziplinäre Förderschwerpunkte bekanntgegeben. Der Ausgangspunkt für die Wahl interdisziplinärer Forschungsansätze war, dass die Landwirtschaft mit ihren meist mehr als monokausalen Ursache-Folge-Beziehungen darauf angewiesen ist, nicht nur aus disziplinärer Sichtweise betrachtet zu werden. Dieses gilt insbesondere für den Ökologischen Landbau, da hier häufig offene Fragen durch systemische Lösungen beantwortet werden. Interdisziplinarität wird hier als eine integrationsorientierte Zusammenarbeit von Personen aus verschiedenen Disziplinen verstanden. Dieses setzt bereits eine Zusammenarbeit bei der Projektplanung, d.h. bei der Formulierung von Zielen und Fragestellungen voraus. Während der Kooperation ist die Bearbeitung der Themenkomplexe permanent neu abzustimmen, so dass die Forschungsarbeiten eines Fachgebietes auf den Resultaten eines anderen beteiligten Fachbereiches aufbauen können. Die drei interdisziplinären Förderschwerpunkte umfassten die Themenbereiche „Gesundheit und Leistung in der ökologischen Milchviehhaltung“, „Gesundheit und Leistung in der ökologischen Haltung von Sauen und Ferkeln“ und „Bodenfruchtbarkeit und Pflanzenernährung“. Im Hinblick auf die angemessene Ausstattung eines interdisziplinären Vorhabens wurden für die beiden Projekte aus dem Themenbereich „Tierproduktion“ jeweils maximal 1.2 Mio. für eine Projektlaufzeit von drei Jahren aus dem FuE des BÖL zur Verfügung gestellt. Für den Themenbereich „Bodenfruchtbarkeit und Pflanzenernährung“ wurden maximal 1.6 Mio. Euro veranschlagt. Insgesamt wurden für den interdisziplinären Bereich neun Projektskizzen eingereicht und zwar jeweils zwei im

Tierbereich und fünf zur Bodenfruchtbarkeit. Nach einer Vorauswahl wurden jeweils zwei bzw. für die Bodenfruchtbarkeit drei Projektkonsortien aufgefordert, innerhalb von drei Monaten einen Antrag einzureichen. Für die Erarbeitung der komplexen Anträge erhielt jedes Konsortium eine finanzielle Unterstützung in Höhe von 5.000,- Euro. Die Projektkonsortien hatten die Gelegenheit, die Inhalte ihres Projektverbundes sowie die Zusammenarbeit ihrer Gruppe der Geschäftsstelle BÖL, dem BMELV und externen Experten zu präsentieren. Die interdisziplinären Projekte im Tierbereich wurden im Sommer 2007 bewilligt. Die Koordination des Forschungsverbundes zum Themenbereich „Gesundheit und Leistung in der ökologischen Milchviehhaltung“ hat das Institut für Ökologischen Landbau der FAL inne und die Koordination zum Thema „Gesundheit und Leistung in der ökologischen Haltung von Sauen“ die Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen. Das Verbundprojekt zur Bodenfruchtbarkeit soll bis Ende 2007 ebenfalls realisiert werden.

Nach derzeitigem Stand (September 2007) läuft das BÖL Bundesprogramms Ende 2010 aus. Das Gesamtbudget für das BÖL wird sukzessiv zurückgefahren von 16 Mio. Euro in 2007 auf jeweils 10 Mio. € in den Jahren 2008 bis 2010. Es laufen jedoch Bemühungen, den Forschungsbereich des BÖL über das Jahr 2010 hinaus fortzusetzen.

#### **4 Ziele und Projekte im ERA-Net CORE Organic**

Im Bereich transnationaler Ökolandbau-Forschung beteiligt sich Deutschland an dem ERA-NET CORE Organic (Coordination of European Transnational Research in Organic Food and Farming), welches innerhalb des 6. Forschungsrahmenprogramms der EU realisiert wurde. ERA-NET steht für European Research Area Network, einer Initiative der EU mit dem Ziel, Forschungsfördereinrichtungen (Projektträger) der einzelnen EU-Staaten miteinander zu vernetzen. Dabei sollen die Ressourcen der Nationalstaaten besser genutzt und somit die Wettbewerbsfähigkeit der EU als Ganzes gesteigert werden. Die Projektträger sollen sich dauerhaft zusammenschließen, um in klar definierten Themenbereichen auf EU-Ebene gemeinsam Ausschreibungen zu realisieren und Forschungsprojekte zu initiieren. Insgesamt gibt es ca. 70 ERA-NETS, die von der EU gefördert werden.

Im EU-Projekt CORE Organic arbeitet Deutschland mit weiteren 10 europäischen Ländern zusammen, um Forschungsdefizite im Ökolandbau europaweit zu identifizieren und Forschungsschwerpunkte zu formulieren. Beteiligt sind neben Deutschland Dänemark, Finnland, die Niederlande, Österreich, Norwegen, Schweden, Italien, das Vereinigte Königreich, Frankreich und die Schweiz, wobei Dänemark die Koordination inne hat. In den genannten EU-Staaten gibt es nationale Forschungsförderprogramme zum Ökolandbau. Die BLE trägt zusammen mit dem BMELV die Verantwortung für den deutschen Part. Die Hauptziele des laufenden ERA-NET-Projektes CORE Organic beziehen sich auf die Verbesserung der grenzüberschreitenden Kommunikation zur Ökolandbauforschung, die Transnationalisierung der europäischen Forschungsaktivitäten zum Ökolandbau, die Identifizierung von Hindernissen zur fachlichen und administrativen Zusammenarbeit mit ausländischen Partnern und die Etablierung eines gemeinsamen Förderpools für transnationale Forschung. Um diese Ziele zu erreichen, wurden zunächst Gemeinsamkeiten in der Forschungspolitik, der Forschungslandschaft und Forschungsschwerpunkte identifiziert und in einem Länderbericht zusammengefasst (eingestellt unter [www.coreorganic.org](http://www.coreorganic.org)). Zur Verbesserung des Wissenstransfers auf europäischer Ebene wurde das Literaturarchiv Organic Eprints ([www.orgprints.org](http://www.orgprints.org)) zur internationalen Forschungsdatenbank für den ökologischen Landbau aufgebaut.

Zur Realisierung transnationaler Forschung ist es im Rahmen von CORE organic gelungen, einen Förderpool in Höhe von 9 Mio. Euro für drei Jahre zu schaffen. Der deutsche Anteil beträgt rund 300.000,- Euro jährlich und wird aus dem FuE-Budget des BÖL finanziert. Auf Basis der gesicherten Finanzierung war es möglich, im September 2006 die erste länderübergreifende Ausschreibung (Pilot Call) zu transnationalen Forschungsprojekten im Ökolandbau zu veröffentlichen. In intensiven Diskussionen wurden im Vorfeld drei Themen identifiziert, die in allen teilnehmenden Ländern gleichermaßen aktuell und von Bedeutung sind. Die Ausschreibung umfasste drei Forschungsschwerpunkte „Qualität ökologischer Lebensmittel - Gesundheit und Sicherheit“, „Vorbeugendes Krankheits- und Parasitenmanagement und verbesserte Therapien zur Vermeidung des Einsatzes von Antibiotika“ und „Innovative Marketingstrategien - Identifikation erfolgreicher Marketingmethoden, lokale Märkte“. Aus der Ausschreibung resultierten insgesamt 38 Projektskizzen, wobei alleine 20 Projektskizzen auf den Bereich „Qualität ökologischer Lebensmittel - Gesundheit und Sicherheit“ entfielen. Die anderen beiden Bereiche waren nahezu gleichwertig bestückt. Alle Projektvorschläge wurden in den EU-Partnerstaaten nach einem einheitlichen Evaluations-Schema bewertet (Call Guidelines for Application) und zudem von einer internationalen Gruppe unabhängiger Experten begutachtet. Die genannten Bewertungen bildeten die Grundlage für die Entscheidungsfindung im CORE Organic Governing Board, das Anfang März 2007 in Wageningen (Niederlande) tagte. Es wurde entschieden, insgesamt acht Verbundprojekte (Beteiligung von mindestens 3 Partnerstaaten) zu fördern. Vier dieser Projekte beziehen sich auf den Bereich „Ökologischer Lebensmittel“, zwei auf den Bereich „Vorbeugendes Krankheits- und Parasitenmanagement“ und zwei auf den Bereich „Innovative Marketingstrategien“. Insgesamt ist Deutschland an fünf transnationalen Forschungsprojekten beteiligt. Zwei laufen unter deutscher Koordination.

Das Projekt „Farmer Consumer Partnerships“ steht unter Leitung von Herrn Prof. Dr. Ulrich Hamm (Fachgebiet Agrar- und Lebensmittelmarketing der Universität Kassel-Witzenhausen) und hat zum Ziel, in verschiedenen Ländern Kommunikationsargumente zu identifizieren, die geeignet sind, bei den Konsumenten eine höhere Zahlungsbereitschaft für unter besonderen Standards erzeugte Lebensmittel zu erreichen. Wenn Landwirte die Einhaltung sozialer, ökologischer oder ethischer Standards honoriert bekommen, so die Theorie, sind sie nicht mehr gezwungen, ihre Produktionsstandards zu senken, um im weltweiten Wettbewerb bestehen zu können. Insgesamt sind sechs Universitäten bzw. Forschungsinstitutionen in fünf europäischen Ländern am Projekt beteiligt.

Ein weiteres Projekt unter deutscher Leitung mit dem Titel „Quality analysis of critical control points within the whole food chain and their impact on food quality, safety and health“ wird von Herrn PD Dr. Johannes Kahl (Fachgebiet Ökologische Lebensmittelqualität und Ernährungskultur der Universität Kassel-Witzenhausen) koordiniert. Insgesamt entwickeln 22 Partner aus Wissenschaft, Verbänden und Unternehmen in acht Ländern Optimierungsstrategien, um die Qualität von Öko-Lebensmitteln zu sichern und weiter zu verbessern. Am Beispiel der Möhren wird über die gesamte Produktions-Kette hinweg nach Ansatzpunkten gesucht, Öko-Lebensmittel noch schmackhafter und gesünder zu machen. Im Mittelpunkt steht dabei die Verarbeitung. Die Untersuchungen werden sowohl an wissenschaftlichen Modellprojekten als auch in praktizierenden Unternehmen durchgeführt. Die am Beispiel der Möhre gewonnenen Erkenntnisse sollen am Ende des Projektes auf ihre Übertragbarkeit geprüft werden.

Weitere Projekte befassen sich mit der Verbesserung der Backqualität von ökologischem Weizen, der Einführung von ökologischen Produkten bei der Schulverpflegung, der Verbesserung des Hygienestatus pflanzlicher Produkte, der Verbesserung der Tiergesundheit in der ökologischen Schweine und Rinderhaltung sowie dem Einfluss der Fütterung auf die Milchqualität. Alle transnationalen Projekte wurden zum 15. Juni 2007 bewilligt und haben jeweils eine Projektlaufzeit von 2,5 bis 3 Jahren.

Die Netzwerkarbeit zum EU-Core organic Projekt wird zum 30.09.2007 auslaufen. Um die bisherige Arbeit auf EU-Ebene über September 2007 hinaus zu sichern, laufen derzeit Verhandlungen in den beteiligten EU-Staaten, mit dem Ziel, ein Procedere für die weitere Zusammenarbeit mit oder ohne EU-Beteiligung zu entwickeln.





## **Die Deutschen Märkte für ökologische Nahrungsmittel im Jahr 2007 - Perspektiven und Probleme -**

### **The German Market for Organic Products in the year 2007 – perspectives and problems -**

RAINER OPPERMANN<sup>1</sup> & GEROLD RAHMANN<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut für Ökologischen Landbau (OEL) der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Trenthorst 32, 23847 Westerau

E-Mail: rainer.oppermann@fal.de

#### **Abstract**

The German market for organic products is one of the most dynamic markets in the world. Prospects for the near future are promising. There are many signs for continuing growth in 2007 as well as in the following years. On the other hand there are still only a small number of consumers (less than 10%) which are buying organic products on a larger scale. Given this, the high quality of products and stronger efforts to win confidence are key elements for further market growth. Reasonable strategies to cope with some existing deficits (i.e. in the field of animal health) have to be build-up and must communicate in a trustworthy manner.

*Keywords: Market development, consumer behaviour, communication*

#### **Zusammenfassung**

Der Biomarkt in Deutschland ist einer der dynamischsten Biomärkte in der Welt. Die Aussichten für die nahe Zukunft sind gut. Andererseits gehören immer noch erst rund 10% der Verbraucher zur Gruppe der Intensivkäufer. Dies sind Menschen, für die der Einkauf von Bio-Lebensmitteln zum wichtigen Kennzeichen ihres persönlichen Lebensstils geworden ist. Die ökologische Lebensmittelwirtschaft hat die Aufgabe noch nicht gelöst, sich als Alternative für breite Konsumentengruppen zu profilieren. Um diese Aufgabe anzugehen, muss der Qualitätskommunikation und der Vertrauensbildung in Zukunft größere Aufmerksamkeit widmen. Dazu gehört auch die offensive Arbeit an Schwächen und Defiziten, wie sie sich z.B. im Bereich Tiergesundheit, aber auch an anderen Stellen zeigen.

*Schlüsselwörter: Marktentwicklung, Verbraucherverhalten, Kommunikation*

#### **1 Einleitung**

Die ökologische Lebensmittelwirtschaft muss am Markt erfolgreich sein – nur dann hat sie eine Zukunft. Dies ist sicher eine triviale Feststellung. Doch wenn man sie ernst nimmt, dann folgt daraus, dass sich nicht nur Agrarökonomen und agrarische Marketingspezialisten, sondern auch alle anderen agrarwissenschaftliche Disziplin ein genaueres Bild von den Entwicklungsperspektiven und Entwicklungsproblemen des Bio-Marktes machen müssen. Nur dann kann auch ein hinreichendes Verständnis dafür entwickelt werden, was

Verbraucher, Landwirte, Weiterverarbeiter und Händler – also die wichtigsten Gruppen von Akteuren, die am Markt aufeinandertreffen – aktuell wirklich bewegt und welche Probleme sie haben. Für die Lösung dieser Probleme wird nicht zuletzt von der Forschung Unterstützung erwartet.

Doch was spielt sich derzeit am Markt ab? Was für Probleme wirft die Entwicklung des Marktes auf? Ist das Wachstum der Bio-Märkte seit einigen Jahren nicht so stark, dass man sich kaum traut, im Zusammenhang mit Marktanalysen den Begriff Probleme in den Munde zu nehmen.

## **2 Der Markt für Biolebensmittel 2007**

Die ökologische Lebensmittelwirtschaft ist in den letzten Jahren beim Gesamtumsatz (Außer-Haus-Verzehr nicht eingerechnet) zweifellos von Erfolg zu Erfolg geeilt – von einem Bio-Boom ist zuweilen sogar die Rede (ZMP 2007, ZMP 2005, ZMP 2003). Ende 2006 lag das Umsatzvolumen des Gesamtmarktes für ökologische Nahrungsmittel bereits bei 4,6 Mrd. Euro, gegenüber 3,9 Mrd. Ende 2005 und etwa 2 Mrd. Euro im Jahr 2000 (vgl. LZ 29/2007, S. 18, ZMP 2005, S. 15).

Mit einem Zuwachs von absolut gesehen 700 Mio. Euro im Jahr 2006 (ein Plus von 18 % gegenüber dem Jahr 2005) übertraf das Jahr 2006 sogar alle Erwartungen. Auch am Ende von 2007 wird wieder ein hoher Zuwachs zu verzeichnen sein. Mit Sicherheit wird beim Gesamtumsatz eine Fünf vor dem Komma stehen, d.h. das Umsatzvolumen wird Ende 2007 die 5 Mrd. Euro Marke überschritten haben. Was hinter dem Komma steht, ist allerdings noch offen.<sup>1</sup> Es ist aber durchaus möglich, dass ein ähnlich hohes Wachstum wie 2006 zu verzeichnen sein wird.

Dafür gibt es durchaus einige Anzeichen. So ist der Markt für Bio-Trinkmilch im ersten Halbjahr 2007 um 38 % gewachsen und übertraf damit das Wachstum von 2006 deutlich (vgl. Rippin 2007). Bei Joghurt wuchs der Umsatz sogar um 106 %, während die Zuwächse bei anderen Molkereiprodukt-Linien unter den Zuwächsen von 2006 lagen (vgl. ebenda). Letzteres verweist darauf, dass Schubsituationen wie 2005/2006, als die Discounter in den Markt gingen, der LEH den Ausbau seiner ökologischen Handelsmarken forcierte und als die Bio-Supermärkte sehr stark expandierten, sich in den folgenden Jahren in einer Abschwächung des Wachstumstempos niederschlagen. Dies dürfte für das Jahr 2007 jedoch noch nicht zutreffen, steht aber für die Folgejahre an.

Wie gut sich der Markt im Jahr 2007 vermutlich entwickelt hat, zeigen auch die Zahlen, die zur Verbreitung des Bio-Siegels von der BLE publiziert werden. Ende August 2007 war hier die Schwelle von 40.000 Produkten überschritten (BLE 2007). Bis Mitte 2007 hatten bereits so viele Produkte das Siegel bekommen wie in den Jahren zuvor während eines ganzen Jahres (vgl. ebenda).

---

<sup>1</sup> Das letzte Quartal 2007 kann theoretisch noch eine stärkere Abschwächung bringen. Der Rückgang des Konsumklima Index der GfK (vgl. Die Welt, 29.9.2007) und ein Nachlassen der Konjunkturndynamik (vgl. ZEW 2007) lassen es zumindest geraten erscheinen, an diesem Punkt eher etwas vorsichtig zu bleiben. Dennoch wird man am Ende des Jahres 2007 auf das vierte starke Wachstumsjahr in Folge zurückblicken können.

Hinter diesen Zahlen verbergen sich vor allem zwei Prozesse. Auf der einen Seite belegen sie, wie differenziert die Sortimente geworden sind. Es gibt heute praktisch nur noch wenige Marktsegmente, wo wir im konventionellen Bereich eine Sortimentspalette vorfinden, die sehr viel umfangreicher und differenzierter ist als die Palette im Bio-Bereich. Auf der anderen Seite drückt sich in den Zahlen zum Bio-Siegel jedoch auch aus, dass nach wie vor sehr viele Anbieter neu in den Markt kommen. Wenn man sich dazu die Berichterstattung in der Fachpresse anschaut (Lebensmittelzeitung, Ökomarkt Forum, BIOHANDEL etc.), dann waren die ersten drei Viertel des Jahre 2007 mit Nachrichten über Neueinsteiger in die Bio-Vermarktung gespickt.

Dabei spielt der Nachahmungseffekt ebenfalls eine zentrale Rolle. Erfolgreiche Produkte werden von der Konkurrenz schnell kopiert. Im Jahr 2007 waren solche Effekte sehr gut am Beispiel des Getränkemarkts zu beobachten. Nachdem sich die Marke „Bionade“ erfolgreich etabliert hatte, zogen mehrere Getränkehersteller mit nachgeahmten Produkten nach (vgl. LZ 39/2007, S. 22).

Was hingegen die Stimmung im Handel anbetrifft, gibt es seit kurzem einen Hang zur Euphorie, der zuweilen sogar etwas unheimlich wirkt. Ende 2006 konnte man in der LZ Stimmen von Einzelhändlern lesen, die dies gut ausdrücken. Es hieß dort:

*„Im kommenden Jahr werden wir unser Bio-Sortiment erheblich ausbauen. Schon jetzt laufen vor allem die Molkereiprodukte ganz toll. Die Kunde suchen regelrecht nach Bio-Joghurt oder -Milch. Aber auch andere Warengruppen profitieren.“* [Uwe Arndt, Inhaber eines Rewe Markts (800 qm) in Wegberg (LZ 42/2006, S. 9)]

*„Der Preis vieler Bio-Produkte hält manche Kunde noch davon ab zuzugreifen. Aber die Nachfrage ist da, vor allem bei Obst und Gemüse sowie Molkereiprodukten.“* [Jürgen Besenbeck, Inhaber eines Edeka-Marktes (4200 qm) in Neuendettelsau (ebenda)]

*„Seit ein, zwei Jahren wächst das Bio-Segment ganz extrem. Das hat uns sehr überrascht, weil wir nicht mit dieser großen Nachfrage der Kunden gerechnet haben. Vor allem junge Familien kaufen quer durch das Sortiment Bio-Ware ein.“* [Karl-Heinz Hasenöhr, Inhaber von zwei Rewe-Märkten (400, 900 qm) in Böblingen (ebenda)].

Ist die „Marktfrage“ also im Prinzip geklärt? Kann man für die Zukunft damit rechnen, dass es weiterhin Zuwächse von 10 Prozent und mehr pro Jahr geben wird, so dass wir in Deutschland im Jahr 2010 bei einem Gesamtumsatz irgendwo zwischen sechs und acht Mrd. Euro liegen werden?

### **3 Ein Blick auf die Verbraucher und ihr Einkaufsverhalten**

Leider liegen die Dinge nicht so einfach und die Antworten sind ebenfalls nicht bequem. Die Verbraucherforschung hat sich in den letzten Jahren intensiv darum bemüht, mehr über den Verbraucher zu erfahren, der Bio-Produkte kauft und insbesondere mehr über die Motive der Verbraucher und sein Kaufverhalten zu erfahren.

Dabei zeigen sich zwei Dinge. Zum einen gibt es ein Bündel von Kaufmotiven (Pleon Kothes Klewes 2007). Dieses Bündel zerfällt in zwei Gruppen. Die eine Gruppe bilden Motive ethisch-moralischer Art bzw. sind politisch besetzt. Der zentrale Oberbegriff dafür ist

„sustainability“. Verbraucher, die sich für Bio-Produkte entscheiden, optieren für Umweltschutz, für ökologische Nachhaltigkeit und für artgerechte Tierhaltung. Sie wollen diese „Werte“ bzw. Ziele praktisch voranbringen. Dazu benutzten sie ihre Einkaufswagen.

Eine zweite Gruppe von Motiven lässt sich – ohne jede moralische Abwertung dieser Motive – als eigennützig beschreiben. Es geht im Wesentlichen um die eigene Gesundheit, um den eigenen Genuss, da Streben nach Besonderem sowie um die Suche nach an einem Lifestyle, der sich von der Massenkultur absetzt.

Beide Motivgruppen kommen wiederum in unterschiedlichen Mischungen und Gemengelagen vor. Die Konsumforschung in den USA spricht in diesem Zusammenhang von LOHAS (Lifestyle of Health and Sustainability). Für sie ist es wichtig, die unterschiedlichen genannten Motivlagen zusammenzudenken und nicht nach dem einen archimedischen Punkt zu suchen, der über alle anderen Punkt dominiert.

Aufschlussreich ist auch der Blick auf das Kaufverhalten. Die Paneldaten der Gesellschaft für Konsumforschung (GfK) führen an diesem Punkt am weitesten. Danach zeigt sich, dass sich insgesamt drei Blöcke unterscheiden lassen. Der wichtigste Block sind dabei die sogenannten Intensivkäufer. Als Intensivkäufer werden von der GfK Verbraucher bezeichnet, die häufig Bio-Produkte einkaufen und sich relativ stark mit Bio-Lebensmitteln ernähren. Was dies heute heißt, können die Zahlen des GfK-Haushaltspanels 2006 gut illustrieren (vgl. BIOHANDEL Mai 2007, S. 38).

Intensivkäufer tätigen Ausgaben für Bio-Produkte in Höhe von 392 Euro pro Haushalt und Jahr. Doch zu dieser Gruppe zählen nur 9 % der befragten Haushalte (vgl. ebenda). 392 Euro pro Jahr ergeben bei 2202 Euro Gesamtausgaben für Lebensmittel einen durchschnittlichen Anteil von 18 % für Bio-Produkte (vgl. BIOHANDEL Juli 2007, S. 18). Diese Ausgaben verteilen sich auf 71 Einzeleinkäufe im Jahr. Bei jedem Einkauf werden Bio-Waren in Höhe von durchschnittlich 5,55 Euro eingekauft (vgl. BIOHANDEL, Mai 2007, ebenda). Die Zahlen zeigen, dass Bio-Produkte sich im Konsumalltag und im Lebens-Stil dieser Haushaltsgruppe einen festen Platz erobert haben. Doch kann von einer prägenden Rolle für Bio-Produkte auch bei dieser Gruppe noch nicht die Rede sein, denn im Schnitt stammen immer noch 82 % der Lebensmittel aus dem konventionellen Bereich. Bio ist zwar zur festen Größe geworden, aber noch nicht zum Merkmal eines Lebensstils, der sich von anderen Lebensstilen fundamental unterscheidet.

In diesem Kontext muss darüber hinaus beachtet werden, dass auf die Gruppe der Intensivkäufe heute mehr als 50 % des Umsatzes entfällt, der mit Bio-Lebensmittel in Deutschland getätigt wird. Sie hat für den Stand, den Bio-Produkte am Markt erreicht haben, deshalb eine zentrale Bedeutung.

Das Haushaltspanel der GfK unterscheidet darüber hinaus als weitere Käufergruppen die Nicht-Käufer/Zufallskäufer, die Wenigkäufer und die Häufigkäufer (vgl. ebenda).

Bei den Nicht-Käufern/Zufallskäufern liegt der Bio-Konsum pro Jahr und Haushalt bei 15 Euro – ist also zu vernachlässigen und kann tatsächlich zufällig erfolgt sein. In der Gruppe der Wenigkäufer liegen die Ausgaben für Bio-Produkte bei 30 Euro pro Jahr und Haushalt. Für die Gruppe der Häufigkäufer wurden 93 Euro pro Jahr und Haushalt errechnet. Das GfK-Panel fasst in der Gruppe der Häufigkäufer Haushalte zusammen, die zwischen 2,5 % und 6

% ihrer Lebensmittelausgaben im Bio-Bereich ausgeben. In diese Gruppe fallen insgesamt ebenfalls nur 11 % der Panelhaushalte (vgl. BIOHANDEL, Mai 2007, ebenda).

Doch bei dieser Gruppe ist der Abstand der absoluten Ausgaben für Bio-Produkte zu den Intensivkäufern mit ihren 392 Euro bereits sehr deutlich. Wenn man Käufergruppen sehr grob typisieren wollte und als entscheidendes Merkmal die Höhe des Bio-Konsums am Gesamtkonsum zugrunde legt, kommt man im Prinzip zu drei Gruppen. Es gibt auf der einen Seite die Intensivkäufer und auf der anderen Seite die Nicht-Käufer/Zufallskäufer. Dazwischen liegt ein breites Mittelfeld von Verbrauchern, die an Bio zwar interessiert sind und deshalb immer wieder Bio-Produkte in ihre Einkaufskörbe legen, die jedoch noch keine kulturelle Affinität zu Bio-Produkten entwickelt haben.

Die skizzierten Daten zum Kaufverhalten lassen sich im Übrigen sehr gut der realen Entwicklung der Märkte in den letzten Jahren zur Deckung bringen. Der Bio-Konsum ist danach durch zwei Entwicklungen nach vorn gebracht worden. Eine breite Schicht von Verbrauchern hat begonnen, mit Bio zu experimentieren. Für diese Gruppe ist die Frage, ob sie einmal zu treuen Bio-Kunde werden wollen, noch längst nicht entschieden. Es gibt Potenzial zur Ausweitung des Bio-Konsums bei diesen Gruppen, aber keine Sicherheit, dass sich das Potential in der erhofften Weise in Verkaufszahlen umsetzen lässt.

Die strategische Frage lautet mit Blick auf diese Gruppe: Wie kann man diese Gruppe dazu bringen, über das Experimentieren mit Bio-Produkten hinauszugehen? Darauf gibt es sicher viele Antworten (günstige Preise, moderner Vertrieb, bequemer Zugang, differenzierte Sortimente, Convenience, professionelle Werbung etc.) aber nur einen strategischen Hebel: die besondere Qualität der Produkte. Daraus folgt, dass die Hauptaufgabe, die sich für das Ansprechen dieser Gruppe stellt, die Garantie von Qualität und eine intensive Qualitätskommunikation ist.

Die zweite zentrale Entwicklung ist die Ebene der Intensivkäufer. Hier steht nicht die Frage im Mittelpunkt, wie eine Vertrauensbeziehung aufgebaut werden kann, sondern es geht um den Ausbau und die Festigung von Vertrauensbeziehungen. Was dies im Einzelnen praktisch heißt, sei dahingestellt. Eins heißt es mit Sicherheit: Vertrauen darf nicht enttäuscht werden.

#### **4 Probleme mit der Qualität und neue Fragen an die Qualitätsgestaltung**

So gesehen steht die Bio-Branche ganz grundsätzlich und auch in Permanenz vor der Herausforderung, an ihrem Qualitätsprofil zu arbeiten. Vertrauen aufbauen, Vertrauen stabilisieren und Vertrauensverlusten entgegen wirken muss das Mantra der Branche sein.

Weil das Vertrauen bei einer kleinen Gruppe von Verbraucher bereits groß ist, während es bei einer sehr großen Verbrauchergruppen noch darum gehen muss, dass Vertrauen sich herausbildet und festigt, stellen sich die Aufgaben jedoch in unterschiedlicher Weise.

Ganz allgemein gesehen ist Vertrauensbildung immer ein Prozess, wo zwei Dinge zusammengeführt werden: eine materielle Ebene, auf der sich die Qualität widerspiegelt, die der Verbraucher will und eine kommunikative Ebene, auf der Leistungserbringer und Leistungsnehmer (Produzent und Verbraucher) sich gegenüber treten. Letzteres vor allem, um über Probleme, Zweifel, Ungereimtheiten in der Austauschbeziehung zu reden und sich auf

der anderen Seite die Sicherheit zu geben, dass man sich wechselseitig als Partner wahrnimmt, die sich offen begegnen.

Doch genau auf diesen beiden Ebenen steht die Bio-Branche heute vor Problemen, an die vor einigen Jahren niemand gedacht hat oder die ganz neu in die Diskussion gekommen sind.

In letzter Zeit sind in der Branchen Defizite deutlich geworden, die das Qualitätsversprechen, dass die Bio-Anbieter den Verbrauchern geben, zweifelhaft werden lassen. Darüber hinaus gibt es neue Entwicklungen im Lebensmittelsektor, auf welche die Bio-Branche reagieren muss, auch und gerade weil sie an ihrem Qualitätsversprechen festhält (Klimaschutz, Grüne Gentechnik).

Das grundlegende Problem lässt sich an einer Reihe von Sachverhalten verdeutlichen. Aus Zeitgründen werden im Folgenden werden nur zwei Problembereiche ausgeführt.

Artgerechte Tierhaltung ist ein zentrales Merkmal des positiven Profils, das die ökologische Landwirtschaft bei den Verbrauchern hat, das sich aber auf die ökologische Lebensmittelwirtschaft insgesamt positiv auswirkt (Kuhnert et al., 2004). Alle Verbraucherbefragungen der letzten Jahre kommen zu dem Ergebnis, dass die Käufer von Bio-Produkten dem „Wert“ artgerechte Tierhaltung sogar die größte Bedeutung zuweisen, wenn sie nach den Vorzügen der Biolandwirtschaft gefragt werden.

Dies ist für die Vermarktung tierischer Erzeugnisse natürlich besonders relevant. Als Imagefaktor spielt die artgerechte Tierhaltung jedoch über die Nutztierhaltung hinaus für die gesamte Biolandwirtschaft eine wichtige Rolle. Auch Ackerbauern und Müsliproduzenten profitieren davon, wenn auch eher mittelbar.

Neuere Untersuchungen haben jedoch festgestellt, dass der Anspruch der Bio-Produzenten, dass ihre Tiere artgerecht gehalten werden, nicht ausreichend umgesetzt wird, denn in punkto Tiergesundheit sind die Ergebnisse, welche die Halter von Nutztieren im Ökolandbau vorweisen können im großen und ganzen nicht besser als die Ergebnisse in der konventionellen Nutztierhaltung.

Dieser Sachverhalt ist in der Öffentlichkeit bislang nicht bekannt und deshalb auch kaum begegnet worden. In jüngeren Verbraucherbefragungen taucht er noch nicht auf. Dies kann sich jedoch bald ändern, denn in den Medien häufen sich Berichte, die dieses Problem ansprechen. So hat sich der SPIEGEL jüngst mit den Problemen der ökologischen Landwirtschaft ausführlich beschäftigt hat (vgl. SPIEGEL 36/2007). Die genannten Defizite in der Tiergesundheit waren dabei ein wesentlicher Kritikpunkt (vgl. ebenda, S. 38-39).

Es liegt auf der Hand, dass Probleme mit der Tiergesundheit an der Glaubwürdigkeit der Biolandwirtschaft an einem zentralen Punkt rütteln. Und man muss kein Prophet sein, um die These zu formulieren, dass der Biolandwirtschaft ein deutlicher Vertrauensverlust droht, wenn sie diese Probleme nicht abstellt. Wer sich Gedanken über die Wachstumschancen der Biomärkte in den nächsten Jahren macht, braucht deshalb nicht nur ein überzeugendes Konzept bei den Preisen, Vertriebsformen und Sortimenten. Er muss vor allem klären, ob und wie die ökologische Landwirtschaft und die ökologische Lebensmittelwirtschaft die Mängel in der Tiergesundheit in den Griff bekommen können.

An einem zweiten Punkt lässt sich dieser Gedanke weiter vertiefen. Er betrifft Primärproduktion, Weiterverarbeitung und Vertrieb stärker als Kette, die gemeinsam agiert und kommuniziert. Es geht um die negativen ökologischen Konsequenzen, die aus großräumigen Austauschbeziehungen erwachsen. Dies gilt insbesondere für den Transport von Gütern über weite Strecken und die damit verbundenen negativen Auswirkungen auf die Ökobilanz der Produkte. Bio-Landwirtschaft und ökologische Lebensmittelwirtschaft erheben traditionell den Anspruch, dass sie in dieser Hinsicht entscheidend besser sind als die konventionelle Landwirtschaft.

Die Verhältnisse, die sich in der Branche in den letzten Jahren entwickelt haben, haben mit diesem Anspruch jedoch erkennbar immer weniger zu tun. Auf der Produktionsebene lassen großräumige Austauschbeziehungen bei Vorleistungen sowie bei Futter und Vieh identifizieren. So bildet sich im Bereich der Schweinehaltung zur Zeit ein Schwerpunkt der Ferkelerzeugung im Norden Deutschland heraus, während die Mast- und Verarbeitungskapazitäten in ganz anderen Teilen Deutschland liegen. Bei der Bio-Milch findet sich nach wie vor eine Konzentration von Bio-Molkereien im Süden Deutschland während man die Produkte natürlich in ganz Deutschland kaufen kann. Die Vermarktung von Bio-Produkten durch den LEH und durch die Discounter weist ohnehin sehr viel stärker großräumige Handels- und Transportbeziehungen auf als sie etwa im klassischen Naturkosthandel anzutreffen sind. Doch wenn Bio-Supermärkte aus dem Boden schießen, dann darf man nicht vergessen, dass sie als Ketten organisiert sind, und Ketten kaufen nun mal zentral ein und suchen sich ihre Lieferanten nicht nach dem Kriterium der Regionalität aus.

Auch hier stellt sich die Frage, wie der Verbraucher langfristig auf diese Entwicklungen reagiert, und für die Branche stellt sich die Frage, wie weit sie gehen kann, wenn sie die Distributionskonzepte der konventionelle Lebensmittelwirtschaft kopiert.

Doch weitere Problembereiche stehen zur Diskussion an. Angefangen beim Thema Klimaschädlichkeit/Klimarelevanz von Produktionskonzepten über die Auswertung von neueren Daten zur Qualität von Ökonahrungsmitteln<sup>2</sup> durch die Stiftung Warentest, Befürchtungen über eine laxe Handhabung von Qualitätsstandards bei Importprodukten bis hin zu Verpackungs- und Präsentationsformen der Waren, die als zu umweltbelastend eingestuft werden, gibt es derzeit eine relativ umfangreiche Liste von vermuteten, unterstellten sowie tatsächlich vorhandenen Mängeln. Auch wenn sich manche der Kritiken im Endeffekt als ungerechtfertigt herausstellen dürften und auch wenn sich zeigen sollte, dass viele Kritiken durch die Interessen der Konkurrenz angestoßen worden sind, gehört es zum kommunikativen ABC einer Branche, die sich der Klasse statt der Masse verschreiben hat, dass sie diese Fragen aufgreift und offensiv kommuniziert.

## **5 Weder schrankenlose Anpassung an industrielle Produktions- und Verteilungskonzepte noch Träumereien von einer heilen Biowelt helfen weiter**

Probleme der genannten Art werden in der Branche heute oft unter Prämissen diskutiert, die bei nüchterner Betrachtung keine Lösung bieten. Die erste Prämisse lautet: Die

---

<sup>2</sup> Der Bericht stand beim Verfassen des Beitrags noch nicht zur Verfügung. Aus der Tagespresse geht als entscheidende Aussage des Berichts der folgende Satz hervor: „In der Summe unterscheidet sich die Qualität von Öko- und konventionellen Lebensmitteln kaum“ (Süddeutsche Zeitung vom 28.9.2007, S. 11).

Biolandwirtschaft muss sich Vorgaben anpassen, die der Logik industrieller Produktions- und Verteilungskonzepte folgen, denn so ist das Geschäft nun einmal strukturiert.

Das Argument ist stichhaltig, insofern es eine reale Druckkonstellation beschreibt, die nicht aus der Welt zu schaffen ist. Es ist jedoch fragwürdig, wenn es als Freibrief für Anpassungsstrategien verstanden wird, welche die Unterschiede zwischen konventionellen und ökologisch erzeugten Lebensmitteln immer mehr in den Hintergrund treten lassen.

Bio-Produkte sind teuer. Der hohe Preis ist nur durch eine entsprechend hohe Qualität gerechtfertigt. Sie müssen sich darüber hinaus unter Rahmenbedingungen durchsetzen, die durch Trends gekennzeichnet sind, welche die Qualitätsproblematik zusätzlich akzentuieren. Auf der einen Seite stagnieren die Haushaltseinkommen großer Teile der Bevölkerung und wenn man diese Restriktionen umgehen will, indem man auf die rund 10 bis 20 % der Bevölkerung setzt, denen es wirtschaftlich sehr gut geht, dann ist man bei einer Minderheitenstrategie, die schon bald an immanente Wachstumsgrenzen stoßen wird.

Darüber hinaus steht die Lebensmittelbranche in ihrer Gesamtheit vor dem Problem, dass heute eine größere Zahl von „Essern“ (Wirtschaftsbereichen) vom Einkommenskuchen der privaten Haushalte profitieren will, als dies früher der Fall war. Einige dieser Esser sind bei bestimmten Verbrauchergruppen überdies sehr populär und können starke Argumente ins Feld führen, was die Relevanz ihrer Produkte und Dienstleistungen für die Lebensgestaltung der Menschen anbetrifft (wie z.B. die Energieerzeuger, die Informationsindustrie, die Medienwirtschaft und die Tourismusanbieter).

Die Bio-Landwirtschaft kann sich in einem solchen Umfeld nur halten und entwickeln, wenn sie jede Art von Qualitätsdefiziten sehr ernst nimmt und für die Verbraucher erkennbar für Qualität kämpft.

Es gibt in der Branche aber auch die Tendenz, sich in die heile Welt der Pioniere der Bio-Bewegung zurückzuträumen und die neuen Zwänge und Probleme zu ignorieren. Auch dies ist keine Lösung, zumal dadurch der Weg zu aktiven Lösungsstrategien verbaut wird.

Was heute gefragt ist, sind vor allem zwei Dinge. Die Bio-Branche muss bereit sein, ihre Qualitätsprobleme sorgfältig zu eruieren, um sich sowohl vor haltlosen Defätismus wie vor Ignoranz zu schützen. Sie muss darüber hinaus Formen finden, um ihren Verbrauchern zu erklären, wo die Probleme liegen, wie sie zustand kommen und wo man mit welchen Konzepten aktiv werden will. Dabei ist auch der Verbraucher in die Pflicht zu nehmen, denn er trägt in einigen Bereichen durch sein Kaufverhalten zur Fehlentwicklungen bei.

Kommunikationskonstellationen dieser Art sind kein Selbstlauf. Sie brauchen bei vielen Punkten ein gerütteltes Maß an fachlicher Aufklärung. An dieser Stelle muss dann wieder über den Beitrag der Wissenschaft diskutiert werden, wie der Dialog mit den Verbrauchern in Zukunft gestaltet werden sollte.

## **6 Literatur**

BLE (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung) (2007): Marktimplementierung des Bio-Siegels, Monatsbericht August 2007, Bonn



- BMELV (Hrsg.): Agrarpolitischer Bericht der Bundesregierung, Berlin lfd. (früher Agrarbericht oder Ernährungs- und agrarpolitischer Bericht)
- Kuhnert, H., P. H. Feindt und V. Beusmann (2005): Ausweitung des ökologischen Landbaus in Deutschland – Voraussetzungen, Strategien, Implikationen, politische Optionen. Schriftenreihe des BMELF, Reihe A: Angewandte Wissenschaft, Heft 509, Münster-Hiltrup
- Pleon Kothes Klewes (2007): Ökobarometer 2007 – Repräsentative Bevölkerungsbefragung im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Bonn
- Rippin, M. (2007): Bio-Milch fließt weiter in Strömen. LZ 39/2007, S. 58
- ZEW (Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung) (2007): Wachstums- und Konjunkturanalysen, 10. Jg. Heft 3/2007, S. 1-2
- ZMP (Hrsg.) (2007): Verkaufspreise im ökologischen Landbau 2005/2006 (ÖKOMARKT Jahrbuch 2007), Bonn
- ZMP (Hrsg.) (2005): Verkaufspreise im ökologischen Landbau 2003/2004 (ÖKOMARKT Jahrbuch 2005), Bonn
- ZMP (Hrsg.) (2003): Verkaufspreise im ökologischen Landbau (ÖKOMARKT Jahrbuch 2003), Bonn



## Neue Strategie zur Regulierung des Kartoffelkäfers (*Leptinotarsa decemlineata* Say) im Ökologischen Landbau

### New strategy for control of Colorado Potato Beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say) in organic farming

STEFAN KÜHNE<sup>1</sup>, TORBEN REELFS<sup>2</sup>, FRANK ELLMER<sup>2</sup>, ECKARD MOLL<sup>1</sup> & BENNO KLEINHENZ<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA), Stahnsdorfer Damm 81, D-14532 Kleinmachnow

<sup>2</sup> Humboldt Universität zu Berlin, A.-Thaer-Weg 5, D-14195 Berlin

<sup>3</sup> ZEPP, Rüdesheimerstraße 60-68, D-55545 Bad Kreuznach, Germany

E-Mail: s.kuehne@bba.de

#### Abstract

The Colorado Potato Beetle is one of the most important pests of potatoes. The effect of various plant protection products based on neem (NeemAzal-T/S), pyrethrum/rape oil (Spruzit Neu) and *Bacillus thuringiensis* - *B.t.t.* (Novodor FC) against this pest has been compared in a field experiment from 2004 until 2006. The combined application of neem and *B.t.t.*-product have reduced the number of Colorado Potato Beetle larvae as well as the losses of plant material by feed of the beetle larvae significantly. In three years of field experiments the application of pyrethrum/rape oil has shown no significant effect to reduce the number of Colorado Potato Beetles.

*Key words: plant protection, Colorado Potato Beetle, plant protection products, forecast model*

#### Zusammenfassung

Der Kartoffelkäfer gehört zu den wichtigsten Schädlingen im Kartoffelbau. In vielen Gebieten reichen die vorbeugenden Maßnahmen nicht aus, um Schäden durch den Kartoffelkäfer zu verhindern. In solchen Fällen können und sollten aus wirtschaftlichen Gründen auch im Ökolandbau Pflanzenschutzmittel zum Einsatz kommen. Gute Regulierungserfolge gegen das 1. und 2. Larvenstadium erzielte die kombinierte Anwendung des *Bacillus thuringiensis*-Präparates Novodor FC mit dem Pflanzenschutzmittel NeemAzal-T/S (Neem). Eine optimale Anwendung besteht in der zeitlich versetzten Ausbringung des *B.t.t.*-Präparates nach einer Neembehandlung. Gleichzeitig wird mit dieser Doppelstrategie das Risiko der Ausbildung von Resistenzen gegen eines der Mittel auf ein Minimum reduziert. Die Anwendung des Pyrethrum-Rapsöl-Präparates Spruzit Neu hat auch im dritten Versuchsjahr sogar bei zweimaliger Behandlung gegen den Kartoffelkäfer keine ausreichende Wirkung erzielt. Die eingeschränkte Wirkung des Mittels lässt sich aus einer verminderten Sensitivität der Kartoffelkäferpopulation gegen Pyrethroide erklären, da Meldungen über Resistenzentwicklungen gegenüber dieser Wirkstoffgruppe vorliegen.

*Schlüsselwörter: Pflanzenschutz, Kartoffelkäfer, Pflanzenschutzmittel, Prognosemodell*

## 1 Einleitung

Die steigende Nachfrage nach Bio-Kartoffeln konnte auch 2006 trotz ausgeweiteter Anbaufläche nicht durch das heimische Angebot abgedeckt werden. Schuld daran sind vor allem Ertrageinbußen, verursacht durch die Frühsommertrockenheit und den starken Kartoffelkäferbefall. Gründe für das vermehrte Auftreten des aus Nordamerika stammenden Schädling sind zunehmende Flächengrößen, regionale Konzentrierung des Anbaus und die steigende Resistenz der Kartoffelkäfer gegen Pyrethroide. Diese synthetischen Insektizide wurden dem natürlichen, aus Chrysanthemenblüten gewonnenen Wirkstoff Pyrethrum nachgebaut und besitzen eine schnell einsetzende Kontaktwirkung gegen viele Schädlinge. Durch die Entwicklung intensiver Produktionssysteme in der konventionellen Landwirtschaft mit engen Fruchtfolgen und steigendem Befallsdruck wurden in den letzten Jahrzehnten über lange Zeiträume bevorzugt Pyrethroide gegen den Kartoffelkäfer eingesetzt. Der dadurch auftretende hohe Selektionsdruck führt seit einigen Jahren zu abnehmender Sensibilität der Schädlinge gegen diesen Wirkstoff. Da im konventionellen Landbau die Resistenzen den Regulierungserfolg beim Kartoffelkäfer eingrenzen, unterliegen auch die ökologischen Anbauflächen einem höheren Schädlingsdruck.

In dreijährigen Feldversuchen (jeweils neu randomisierte, einfaktorielle Blockanlage mit vier Wiederholungen) von 2004 bis 2006 wurden von der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA) praxistaugliche, aktuelle Strategien zur Regulierung des Kartoffelkäfers im Ökologischen Landbau entwickelt. Die Versuche wurden auf Versuchsflächen der BBA in Dahnsdorf durchgeführt (Land Brandenburg, Öko-Kontrollnr.: D-BB-043-4143 A; Sandlöß sL, 48 Bodenpunkte, 526 mm mittlerer Jahresniederschlag), die nach EU-Ökorichtlinien zertifiziert sind. Neben dem auf Neem basierenden NeemAzal-T/S und dem *Bacillus thuringiensis* var. *tenebrionis* (B.t.t.)-Präparat Novodor FC, für die Erfahrungen bereits vorliegen (z. B. SCHROD et al. 1996, BASEDOW et al. 1997, KÜHNE et al. 2005), wurde erstmals ein auf Pyrethrum und Rapsöl basierendes Pflanzenschutzmittel (Spruzit Neu) im ökologischen Kartoffelanbau einem Wirkungsvergleich unterzogen (Tabelle 1). Die Ergebnisse aus dem Jahr 2006 werden bevorzugt dargestellt, da in 8 Varianten auch die Kombination der Mittel untereinander unter Berücksichtigung von Tankmischungen und reduzierten Aufwandmengen geprüft worden ist.

## 2 Material und Methoden

Die Versuche wurden entsprechend der EPPO-Richtlinie PP 1/12 (3) durchgeführt (siehe auch [www.bba.de/eppo/i\\_12.pdf](http://www.bba.de/eppo/i_12.pdf)). In einer Blockanlage mit vier Wiederholungen wurden sieben Spritzvarianten und eine unbehandelte Kontrolle angelegt (Tab. 1).

Die Parzellengröße jeder Variante betrug 6 m x 17 m. Die Anzahl der Kartoffelkäfer, der prozentuale Fraßschaden an den Kartoffelpflanzen sowie die Anzahl der Nützlinge wurden im Bestand wöchentlich an den selben 10 einmal zufällig ausgewählten und markierten Pflanzen pro Variante erhoben. Das ermöglichte, die Varianz der Ergebnisse durch das lokale Auftreten der Kartoffelkäfer einzuschätzen und die Befallsentwicklung für jede einzelne Pflanze nachzuvollziehen. In der Praxis gelten Kartoffelflächen als bekämpfungswürdig, wenn bei der Bonitur von 25 über den Schlag verteilten Pflanzen im Durchschnitt ein Eigelege oder zehn Larven (L1, L2) je Pflanze zu finden sind. Während am 20. Juni 2006 nur vereinzelt Kartoffelkäferlarven an den Pflanzen zu beobachten waren, konnten bereits am 27. Juni 2006 an insgesamt 320 Pflanzen durchschnittlich 17 Kartoffelkäferlarven (L1, L2) pro Pflanze

gezählt werden. Damit war die Bekämpfungsschwelle deutlich überschritten und der Massenschlupf der Junglarven zu erwarten.

*Tabelle 1: Varianten der Pflanzenschutzmittelanwendungen zur Kartoffelkäferregulierung*

Variante						Behandlungskosten (€ ha <sup>-1</sup> )
1.	Unbehandelte Kontrolle					0
2.	Spruzit Neu	8l/ha	+ Spruzit Neu	8l/ha	(+12 Tage)	173
3.	NeemAzal-T/S	2,5l/ha				147
4.	Novodor FC	5l/ha				92
5.	NeemAzal-T/S	2,5l/ha	+ Spruzit Neu	8l/ha	(+ 2 Tage)	233
6.	Novodor FC	5l/ha	+ Spruzit Neu	8l/ha	(+ 2 Tage)	178
7.	NeemAzal-T/S	2,5l/ha	+ Novodor FC	1,7l/ha*	Tankmischung	174
8.	NeemAzal-T/S	1,5l/ha*	+ Novodor FC	5l/ha	(+ 2 Tage)	184

\*reduzierte Aufwandmenge

Zur Festlegung des Behandlungstermins wurde zusätzlich das von der Zentralstelle der Länder für EDV-gestützte Entscheidungshilfen und Programme im Pflanzenschutz (ZEPP) entwickelte Prognosemodell SIMLEP3 (**S**imulation **L**eptinotarsa **d**ecemlineata) herangezogen, um die Populationsdynamik (maximales Auftreten der Entwicklungsstadien) des Kartoffelkäfers und somit den optimalen Bekämpfungstermin abzubilden. Das Modell SIMLEP3 berechnet mit Hilfe einer Temperatursummenmethode die Populationsdynamik des Kartoffelkäfers ab dem Erstauftreten von Eigelegen bis zum Auftreten von Junglarven. Als Eingabeparameter für die Modellrechnungen des Massenschlupfes sowie des Zeitraumes für die maximale Anzahl Junglarven und Altlarven wurde das Datum für den Erstfund von Eigelegen im Feld bestimmt. Für die Prognose sind die Wetterdaten des Versuchsstandortes Dahnsdorf verrechnet worden. Die Anwendungen der Pflanzenschutzmittel (Tab. 1) erfolgte entsprechend der Herstellerangaben zu optimalen Zeitpunkten am 28.06. (Variante 2 bis 8), am 30.06. (Variante 5, 6 und 8) und am 10.07.2006 (Variante 2) bei optimalen Witterungsbedingungen (keine direkte Sonneneinstrahlung, Windgeschwindigkeit < 1 m/s, Temperatur < 20 °C. Die Applikation von Spruzit Neu ist aufgrund der hohen Wasseraufwandmenge von 1000 l/ha mit zwei Überfahrten jeweils in entgegengesetzter Fahrtrichtung und geeigneten Düsen (bessere Verteilung der Mittel im Bestand) realisiert worden. NeemAzal-T/S und Novodor FC wurden mit 400 l/ha bzw. 500 l/ha Wasser und jeweils nur einer Überfahrt mit senkrecht gestellten Düsen ausgebracht.

### 3 Ergebnisse

Die Abbildung 1 zeigt das Ergebnis des Prognosemodells SIMLEP3 für das Erstauftreten der Kartoffelkäferlarven, den Zeitraum für die Entscheidungsbonitur sowie die Prognose für den optimalen Regulierungszeitraum (25.06.-02.07.2006). Die Ergebnisse der Boniturtermine am 20. und 27.06.2006 auf der Versuchsfläche stimmten mit dem Prognosemodell überein, so dass die Insektizidbehandlungen am 28. und 30.06.2006 erfolgten. Abbildung 2 veranschaulicht den geschätzten, durchschnittlichen Blattflächenverlust durch den Larvenfraß der Kartoffelkäfer. Der obere Kurvenverlauf zeigt die durchschnittliche Anzahl der Kartoffelkäferlarven in der unbehandelten Kontrollvariante.

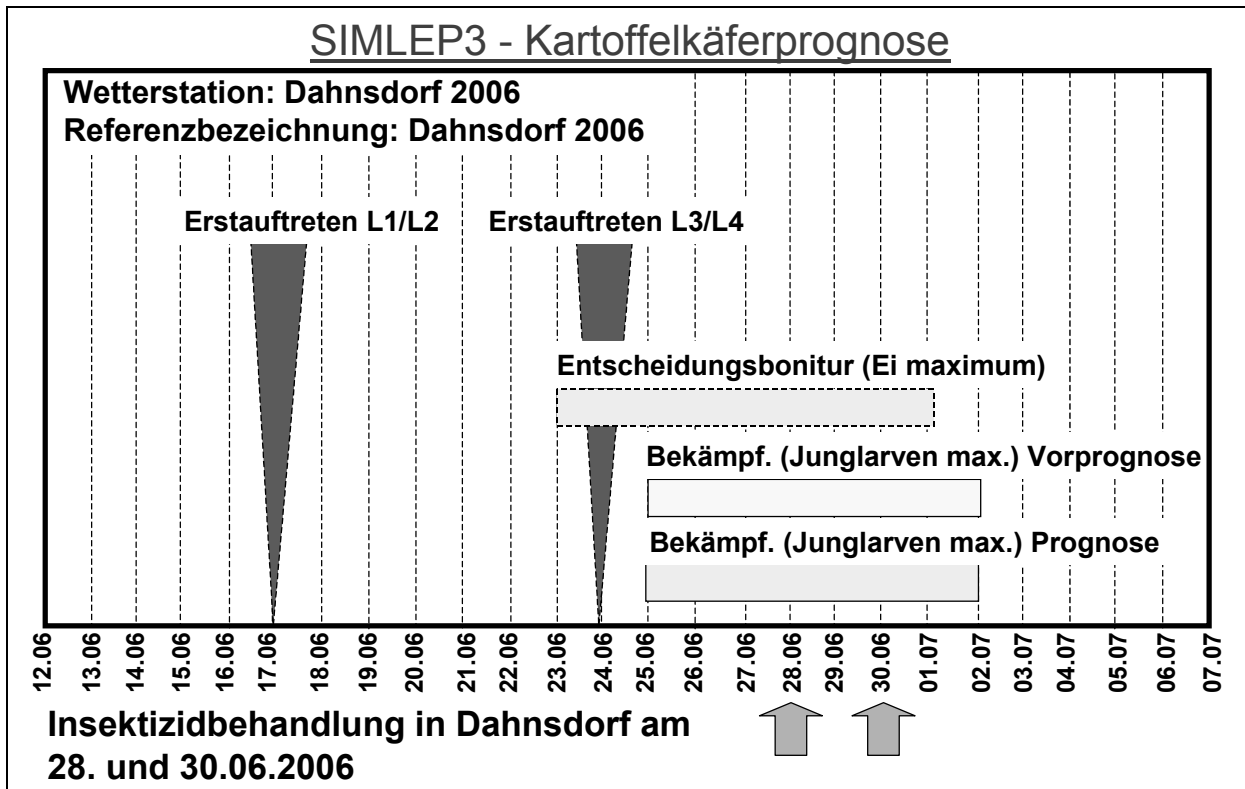


Abbildung 1: Ergebnis des Prognosemodells SIMLEP3 für die zeitlich optimierte Regulierung des Kartoffelkäfers am Standort Dahnsdorf 2006

Von Anfang bis Mitte Juli (Abb. 2) sind durchschnittlich 20 Larven pro Pflanze zu finden, die im weiteren zeitlichen Verlauf abnehmen, da sie sich im Boden verpuppen. Der Blattfraß steigt innerhalb des Monats Juli in der Kontrollvariante kontinuierlich bis auf durchschnittlich 45 % an. Anhand der Ergebnisse vom 19.07.2006 lassen sich die Varianten in Bezug zum Blattfraß in drei Gruppen einteilen. Die erste Gruppe bilden Variante 1 und 2, in der das Blattwerk bis zu 45 % reduziert wurde. Im Mittelfeld liegen Variante 6 und 4 mit *B.t.t.* als Wirkstoff und etwa 25 % Blattfraß. Die dritte Gruppe mit den Varianten 3, 5, 7 und 8 schneidet mit einem Blattfraß unter 20 % am besten ab. In jeder dieser Varianten wurde auch NeemAzal-T/S angewendet. Die besten Regulierungserfolge sind durch die Kombination der NeemAzal-T/S- und Novodor FC-Behandlung erzielt worden. Dabei ist die Tankmischung (Variante 7) der Variante 8 (zeitversetzte Spritzung) unterlegen. Die Unterschiede zwischen den Varianten, die statistisch nicht abgesichert werden konnten, lassen sich aus dem Wirkmechanismus der beiden Insektizide erklären. Die Aufnahme von Novodor FC führt zu einem relativ schnellen Fraßstopp und verhindert die ausreichende Aufnahme von NeemAzal-T/S.

Die Kontrollvariante wies am 19. Juli etwa einen um 35 Prozentpunkte höheren Blattfraß als Variante 7 und 8 auf, der sich mit Hilfe des Tukey-Tests zum Signifikanzniveau  $\alpha = 5 \%$  statistisch sichern ließ. Die Behandlung mit NeemAzal-T/S und Novodor FC in der Variante 8 (Abb. 3) führte zu 42 dt/ha Mehrertrag im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle. Dadurch würde bei dem vorhandenen hohen Schaderregerauftreten der Erlös für den Landwirt um 826 €/ha ansteigen. Folgende Berechnung wurde zu Grunde gelegt: Knollenertrag in dt x 0,8 (Sortierabgang) x 30 €/dt (Marktpreis). Die Kosten für die Pflanzenschutzmaßnahme sind bereits abgezogen worden.

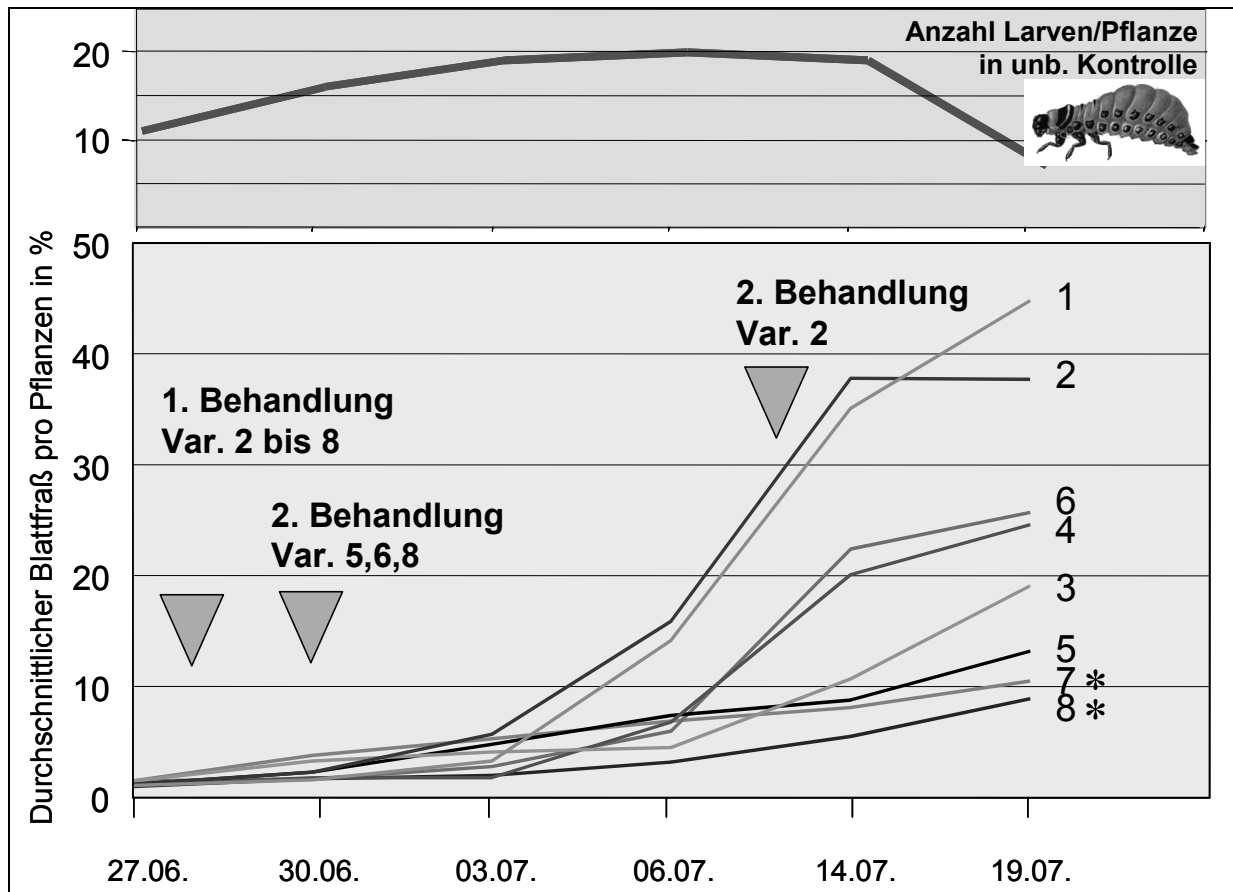


Abbildung 2: Durchschnittlicher Blattfraß pro Pflanze (%), Dahnsdorf 2006. Der Tukey-Test zeigt am 19.07. signifikante Unterschiede bei den Varianten 7 und 8 zur unbehandelten Kontrolle (Variante 1) sowie Variante 2 ( $\alpha = 5\%$ )

Der Vergleich des Larvenbesatzes in den verschiedenen Varianten zeigte nicht immer eindeutige Ergebnisse. Das liegt daran, dass insbesondere bei der NeemAzal-T/S-Behandlung die Larven noch lange Zeit auf der Blattoberfläche verbleiben und nicht abfallen. Deshalb wurde zur Berechnung des Wirkungsgrades nach Abbott (1925) nicht die bonitierten Schädlingzahlen sondern der geschätzte Blattfraß zu Grunde gelegt. Für den 19.07. ergab sich für die Varianten mit dem kombinierten Einsatz von NeemAzal-T/S und Novodor FC (Variante 7 und 8) ein Wirkungsgrad von 77 und 80 %.

In allen Versuchsjahren war die Anwendung von Spruzit Neu unbefriedigend. Die Fraßschäden lagen auch im Jahr 2006 auf hohem Niveau und stagnierten erst nach einer zweiten Anwendung des Mittels. Der allgemeine Anstieg der Fraßschäden in den Behandlungsvarianten ab 06.07. lässt sich mit einer nachlassenden Wirkung der Mittel und einer zunehmenden Zahl von Kartoffelkäferlarven begründen, die zu einem späteren Zeitpunkt geschlüpft sind.

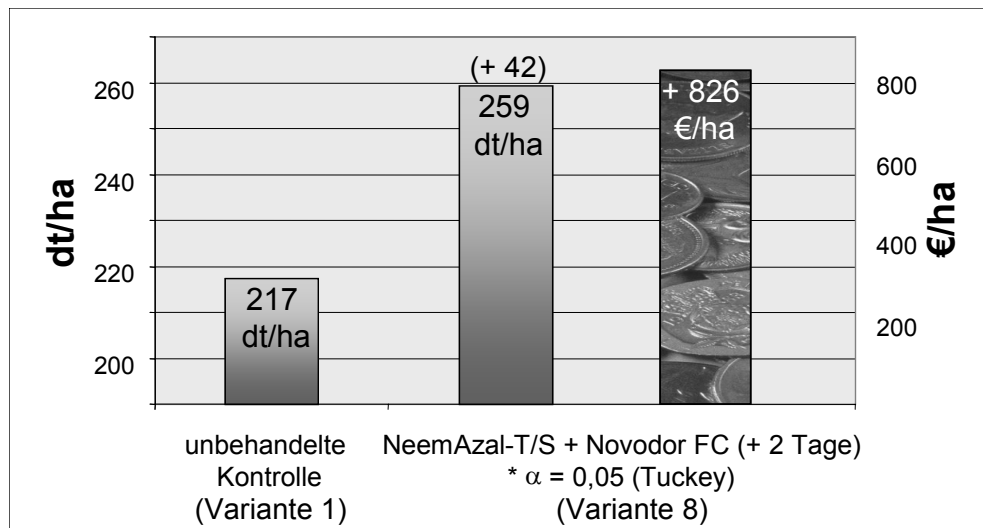


Abbildung 3: Knollenertrag (helle Säulen) und behandlungskostenfreier Erlös, erzielter Mehrerlös (dunkle Säule), Dahnsdorf 2006

#### 4 Diskussion

Die Beachtung vorbeugender Maßnahmen ist die Grundlage für eine erfolgreiche Kartoffelkäferabwehr. Dazu gehören die Auswahl früh reifender Sorten und die Förderung eines schnellen Auflaufens. Damit wird sichergestellt, dass die Hauptertragsentwicklung dem Befall durch den wärmebedürftigen Kartoffelkäfer zuvorkommt. Weitere vorbeugende Maßnahmen sind die Vermeidung sowohl von Durchwuchskartoffeln als auch von Flächen, in deren Nachbarschaft im Vorjahr Kartoffeln standen, denn der Schädling wandert stets aus den Vorjahresflächen ein (Kühne et al. 2006). Im Hinblick auf die Fruchtfolgegestaltung ist der Anbau auf direkt benachbarten Flächen für den Kartoffelkäfer somit wie eine Monokultur zu bewerten.

In vielen Gebieten reichen die vorbeugenden Maßnahmen nicht aus, um Schäden durch den Kartoffelkäfer zu verhindern. In solchen Fällen können und sollten aus wirtschaftlichen Gründen auch im Ökolandbau Pflanzenschutzmittel zum Einsatz kommen. Gute Regulierungserfolge gegen das 1. und 2. Larvenstadium erzielte die kombinierte Anwendung des *Bacillus thuringiensis*-Präparates Novodor FC mit dem Pflanzenschutzmittel NeemAzal-T/S (Neem). Dabei ließen sich die Aufwandmengen der Mittel sogar reduzieren. Eine optimale Anwendung besteht in der zeitlich versetzten Ausbringung des *B.t.t.*-Präparates nach einer Neembehandlung. Gleichzeitig wird mit dieser Doppelstrategie das Risiko der Ausbildung von Resistenzen gegen eines der Mittel auf ein Minimum reduziert.

Je älter die Larven sind, desto höher sind die erforderlichen Aufwandmengen und die Notwendigkeit von Wiederholungsspritzungen. Da die Mittel nur wenige Tage nach der Ausbringung wirksam bleiben, kommt der Festlegung des optimalen Spritzzeitpunktes zentrale Bedeutung zu. Dabei kann die Anwendung des Prognosemodells SIMLEP3 herangezogen werden, da die erhobenen Boniturdaten mit den Prognosen des Simulationsmodells sehr gut übereinstimmten. Die Anwendung des Pyrethrum-Rapsöl-Präparates Spruzit Neu hat auch im dritten Versuchsjahr sogar bei zweimaliger Behandlung gegen den Kartoffelkäfer keine ausreichende Wirkung erzielt. Die eingeschränkte Wirkung



des Mittels lässt sich aus einer verminderten Sensitivität der Kartoffelkäferpopulation gegen Pyrethroide erklären, da Meldungen über Resistenzentwicklungen gegenüber dieser Wirkstoffgruppe vorliegen (Nauen 2005).

## 5 Literatur

- Abbott W.S. (1925): A method of computing the effectiveness of an insecticide. In E. Mühle, T. Wetzel, K. Frauenstein & E. Fuchs (Hrsg.), *Praktikum zur Biologie und Diagnostik der Krankheitserreger und Schädlinge unserer Kulturpflanzen*, 1983 Leipzig: Hirzel Verlag
- Basedow T., Peters A. (1997): Control of Colorado Potato Beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say) by an azadirachtin-formulation (Neem-Azal T/S), by *Bacillus thuringiensis tenebrionis* (Novodor) , and in combinations of both: short-term and long-term effects. In: *Neem Ingredients and Pheromones: Proc. of the 5<sup>th</sup> workshop vom 22. bis 25. Januar 1990 in Wetzlar, Germany*, S. 59-66.
- Kühne S., Pallutt B., Jahn M., Moll E. (2005): Regulierung des Kartoffelkäfers. *Bioland* 1:10-11.
- Kühne S., Burth U., Marx P. (Hrsg.) (2006): *Biologischer Pflanzenschutz im Freiland – Pflanzengesundheit im Ökologischen Landbau*. Eugen Ulmer, Stuttgart, 288 S.
- Nauen, R. (2005): Insecticide resistance in European agriculture: Research instead of rumours. In: *Congress Proceedings: The BCPC Congress - Crop Science & Technology 2005 from 31<sup>st</sup> Oct - 2<sup>nd</sup> Nov. 2005, Glasgow*, S. 123-130.
- Schrod J., Basedow Th., Langenbruch G. A. (1996): Untersuchungen zur Bionomie und zur biologischen Bekämpfung des Kartoffelkäfers (*Leptinotarsa decemlineata* Say, Col., Chrysomelidae) an zwei Standorten in Südhessen (BRD). *J. Appl. Ent.* 120:619-626.



## Kieselgur gegen vorratsschädliche Insekten im Getreidelager

### Diatomaceous earths against stored product insects in grain storages

CORNEL ADLER<sup>1</sup>, CORNELIA FRIELITZ<sup>1,2</sup> & JANINE GÜNTHER<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Vorratsschutz,  
Königin-Luise-Str. 19, 14195 Berlin

<sup>2</sup> Freie Universität Berlin, Fachbereich Biologie, Chemie, Pharmazie,  
Königin-Luise-Str. 1-3, 14195 Berlin

E-Mail: c.adler@bba.de

#### Abstract

Diatomaceous earths (DE) are authorized for stored product protection in Germany and can be used in both food and feed grain, as well as in empty storages. The present paper gives an overview on the potential of DE and describes a test carried out to determine the efficacy of surface treatments in empty storages with two types of DE applied with an electrostatic applicator that can be used to achieve an even coating on conductive surfaces. A comparison between the products Fossil Shield (FS) 90.0 and the more hydrophobic formulation FS 90.0 S in laboratory tests against adults of the red flour beetle *Tribolium castaneum* showed that the latter was slightly more efficacious controlling all beetles within 98 hours. A choice experiment with an only half coated experimental arena showed that the beetles actively entered the treated surface and remained there for more than half the experimental time. This seems to indicate that the red flour beetle is not repelled by the DE-treated surface and obviously prefer the dusty surface compared to a clean and smooth surface.

*Key words: Diatomaceous earth, efficacy, behaviour, insects, Tribolium, Fossil Shield*

#### Zusammenfassung

Kieselgur oder Diatomeenerden (DE) sind für den Vorratsschutz in Deutschland zugelassen und können in Brot- und Futtergetreide, aber auch in leeren Räumen vor der Einlagerung eingesetzt werden. Der vorliegende Artikel verschafft einen Überblick über die Möglichkeiten der Anwendung von DE und beschreibt Versuche zur Bestimmung der Wirksamkeit von Oberflächenbehandlungen mit verschiedenen DE des Typs Fossil Shield, die mit Hilfe einer elektrostatischen Applikationstechnik gleichmäßig auf leitende Oberflächen aufgebracht worden waren. Ein Vergleich des Produkts Fossil Shield (FS) 90.0 mit der hydrophobisierten Formulierung FS 90.0 S in Laborversuchen mit dem Rotbraunen Reismehlkäfer *Tribolium castaneum* zeigte das letztere etwas wirksamer war und alle adulten Käfer innerhalb von 98 Stunden abtötete. Ein Wahlversuch mit einer nur zur Hälfte beschichteten Versuchsarena zeigte, dass die Käfer nicht von dem Kieselgurstaub abgestoßen werden sondern offensichtlich die staubbeschichtete Oberfläche gegenüber einer sauberen und glatten Oberfläche bevorzugen.

*Schlüsselwörter: Kieselgur, Diatomeenerde, Wirksamkeit, Ökolandbau, Insekten*

## 1 Einleitung

Pflanzliche Erzeugnisse, die der Mensch als Saatgut, Lebens- oder Futtermittel lagert, sind seit jeher das Ziel vorratsschädlicher Insekten. Rund 80 auf Vorräte spezialisierte Arten von Käfern, Motten und Staubläusen können sich geruchlich hervorragend orientieren und auch die recht trockenen Bedingungen in einem Vorratslager überleben. Bei ungeeigneten Lagerungsbedingungen, also zu großen Öffnungen nach außen oder bei Anwesenheit einer Wasserquelle, können auch Nager oder Vögel eindringen. Steigt die Feuchtigkeit im Vorratsgut durch Atmungsprozesse, Ausscheidungen von Wirbeltieren, Kondenswasser oder eindringende Feuchtigkeit, so gelingt die Massenentwicklung von Milben und Schimmelpilzen, was zu schnellem Verderb der Produkte und der Bildung hochgiftiger Mykotoxine führt. Die rund 60 Käfer- und rund 10 Mottenarten sind mehr oder weniger auf Substrate spezialisiert, was oft durch Trivialnamen, wie Bohnenkäfer (Fam. Bruchidae), Getreideplattkäfer (*Oryzaephilus surinamensis*), Kornkäfer (*Sitophilus granarius*) und Tabak- oder Kakaomotte (*Ephestia elutella*) verdeutlicht wird. Im Einzelfall hindert dies jedoch z.B. die Reismotte (*Corcyra cephalonica*) nicht daran, heute in deutschen Kakaolägern ein bedeutenderer Schädling geworden zu sein als die Kakaomotte.

Nach den EU-Verordnungen zur Lebensmittelsicherheit 178/2007 und Hygiene 852/2004 gelten alle Erzeugnisse, von denen angenommen werden kann, dass sie möglicherweise zukünftig der Ernährung dienen könnten, als Lebensmittel. Weil lagernde Vorräte oft ohne weitere Verarbeitungsschritte zum Konsumenten gelangen können, gibt es relativ wenig Wirkstoffe, die zur Schädlingsbekämpfung in Ernteprodukten eingesetzt werden dürfen. Dies sind für den konventionellen Landbau die Gase Phosphorwasserstoff, Kohlendioxid und Sulfurylfluorid für einzelne Produktgruppen, der nur auf Getreide als Spritzmittel zu applizierende Wirkstoff Pirimiphos-methyl und Kieselgur (siehe Pflanzenschutzmittelverzeichnis, Teil 5, Vorratsschutz, Anonym 2007). Nicht zulassungspflichtig sind rein physikalische Maßnahmen wie die Anwendung von Hitze und Kälte oder der Einsatz einheimischer Nützlinge wie parasitoider Wespen oder räuberischer Milben (Schöller 1998, Adler 2005). Da der ökologische Landbau auf synthetische Pflanzenschutzmittel verzichtet, stehen theoretisch zur Schädlingsbekämpfung Kohlendioxid und Kieselgur zur Verfügung. Nun bedürfen Wirkstoffe, die im Ökolandbau eingesetzt werden sollen, nicht nur der nationalen Zulassung, sondern müssen auch im Anhang II, Teil B der europäischen Ökolandbauverordnung-Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 gelistet und vom jeweiligen Anbauverband empfohlen sein. Im Geflecht dieser Vorgaben und rechtlichen Regelungen hat es der Ökolandwirt nicht immer leicht.

Kieselgur besteht aus den vermahlenden Skeletten fossiler Kieselalgen (Diatomeen), die als aquatisches Plankton, sowohl in Süß- als auch Salzwasser sehr arten- und individuenreich auftreten. In zahlreichen Regionen der Erde kann Kieselgur aus Bodenschichten abgebaut werden, wobei neben den Kieselalgen auch Rädertierchen (Rotatorien) ihren Anteil an der Zusammensetzung des Kieselgurs haben dürften. Die Skelette dieser Plankton-Organismen bestehen aus Siliziumoxid, das im Gegensatz zu Sand nicht kristallin sondern amorph vorliegt. Dieser Umstand verringert das Risiko der Entwicklung einer Silikose oder Staublunge bei Menschen, die den Staub mit ihrer Atemluft aufnehmen, weil in amorphem Siliziumoxid lange, stäbchenförmige Strukturen, die zu Entzündungen im Lungengewebe führen können, nicht vorkommen. Gesundheitliche Risiken für die Lunge beim technischen Abbau von Kieselgur werden beleuchtet in der medizinischen Studie von Park et al. (2002). Der erste Institutsleiter des Instituts für Vorratsschutz in Berlin, Friedrich Zacher, befasste

sich schon seit den Zeiten der Weimarer Republik mit der Wirkungsweise des Kieselgurs auf vorratsschädliche Insekten (Zacher und Kunicke 1931, Zacher 1937)

Dass auch untergemischter Feinsand einen Schutz gegen Insekten in Getreide bewirken kann, war offensichtlich schon viel früher bekannt und wird beispielsweise aus dem Museumsdorf Düppel, einer Siedlung im Süden Berlins, berichtet (W. Plarre, mündl. Mitteilung), die etwa im Jahr 1200 bewohnt war.

Auf der Körperoberfläche der Insekten reagiert Kieselgurstaub mit den Fetten in der Wachsschicht der Epicuticula, saugt diese auf und führt damit zu einem unkontrollierten Wasserverlust, den die Tiere nicht ausgleichen können (Mewis und Reichmuth 1999, Mewis und Ulrichs 1999, 2001, Subramaniam und Roesli 2000, Prasantha und Reichmuth 2002, Prasantha et al 2003a, 2003b). Außerdem setzt sich der Staub in die Gelenke der Mundwerkzeuge, Beine, Fühler und Geschlechtsteile, behindert so die Beweglichkeit und führt zu fortgesetzter Putztätigkeit, die jedoch oft nur in umso schnellerem Energieverlust und Tod endet (Prasantha und Reichmuth 2002, Prasantha et al 2003a).

Je nach Artzusammensetzung variiert die mittlere Porengröße der Siliziumoxide und damit ihre Wirksamkeit bei unterschiedlicher Luftfeuchte. Durch Behandlung oder die Untermischung von Kieselgel kann die Diatomeenerde wasserabstoßend gemacht, also hydrophobisiert, werden. Dadurch behält sie auch bei erhöhter Luftfeuchte ihre Fähigkeit, die Körperfette der Insekten aufzusaugen (Völk et al. 2004). Einen zusammenfassenden Überblick über den derzeitigen Kenntnisstand der Wirkung von Kieselgur verschafft die Arbeit von Subramanyam und Roesli (2000).

Die Kombination der Anwendung von Diatomeenerden mit hohen Temperaturen ist vielversprechend, da durch Wärme die Bewegungsaktivität von Arthropoden angeregt und damit die Wahrscheinlichkeit eines Kontakts mit Kieselgur erhöht wird. Versuche in einer Mühle ergaben eine additive Wirkung beider Verfahren (Dowdy et al. 1997). Wenig erfolgreich war hingegen der Versuch einer Oberflächenbehandlung von Getreide nach Ausbringung des Parasitoiden *Lariophagus distinguendus* zur biologischen Bekämpfung des Kornkäfers *Sitophilus granarius* (Schöller und Prozell 2006)

Kieselgur ist für den deutschen Vorratsschutz mit der Zulassung von Silico-Sec 1996 erst seit etwa 10 Jahren wiederentdeckt, kommt aber darüber hinaus in verschiedenen Bereichen des menschlichen Lebens zum Einsatz. So ist es in Apotheken erhältlich als Ballaststoff zur Steigerung der Darmtätigkeit, findet Verwendung als Trägerstoff für Arzneimittel oder auch für staubförmige Pflanzenschutzmittel, bei der Herstellung von Fruchtsäften und Bier wird es technisch zur Filterung von Trübstoffen eingesetzt. Man findet es als abrasives Element in der Zahnpaste und als Tintenfixierer in Overheadfolien. Als Biozid zur Bekämpfung von Hygieneschädlingen wird es genutzt zur Bekämpfung der Roten Vogelmilbe in Geflügelmastställen und als Beschichtung von Stallwänden gegen Stubenfliegen. Synthetisch hergestelltes Siliziumoxid wird als Kieselgel z.B. in kleinen Beuteln technischen, optischen und elektrischen Geräten beigelegt, um in Verpackungen die Luftfeuchtigkeit und damit die Gefahr der Korrosion zu reduzieren.

In Deutschland für den Vorratsschutz zugelassene Kieselgurprodukte können Brotgetreide mit bis zu 1 kg/t, Futtergetreide mit bis zu 2 kg/t zugemischt werden und dürfen mit bis zu 10 g/m<sup>2</sup> Oberfläche auch zur Behandlung leerer Räume vor der Einlagerung von Getreide

dienen (Anonym 2007). Hier ist nach der Leerung und Reinigung der Silos und Flächläger eine möglichst frühe Behandlung aller Oberflächen mit Ritzen und Fugen sinnvoll, damit die Abtötung vorhandener Restpopulationen noch vor der Einlagerung der neuen Ernte gelingt. Vorteilhaft bei Kieselgur ist seine nahezu unbegrenzt lange Beständigkeit, so dass es gerade in schlecht zugänglichen Fugen langfristig eine Schutzwirkung entfalten kann. In Deutschland für den Vorratsschutz vertrieben werden derzeit die Produkte Silico-Sec der Firma Agrinova und Fossil Shield der Firma Bein.

Die Leerraumbehandlung ist günstig, weil relativ wenig Kieselgur gebraucht wird und es nicht zu einer direkten Vermischung mit dem Getreide kommt. Bestimmte Abnehmer lehnen nämlich Getreide mit starker Kieselgurbeimischung ab. So möchte die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung keine erhöhten Kieselgurgehalte auf zur Intervention angebotenen Getreide vorfinden, weil sich durch anhaftendes Siliziumoxid nicht nur das Hektolitergewicht verringert, sondern auch organoleptische Eigenschaften verändern. So kann ein leichter Befall mit dem Schimmelpilz der Gattung *Penicillium* nicht mehr auf einer staubbesetzten Oberfläche des Getreidekorns erkannt werden, aufgrund der hohen, und geruchsadsorbierenden Oberfläche des Kieselgurs können Fehlgerüche entstehen, und auch die gesunde Farbe des Getreidekorns ist verändert (K. Münzing, mündl. Mitteilung, K. Müller, mündl. Mitteilung).

Der vorliegende Artikel beschreibt Versuche zur Überprüfung der Wirksamkeit von Oberflächenbehandlungen gegenüber dem Rotbraunen Reismehlkäfer *Tribolium castaneum*. Dabei ging es einerseits um die Frage ob die toxische Wirkung des Materials Fossil Shield 90.0 auf adulte Käfer durch eine Hydrophobisierung zu Fossil Shield 90.0 S erhöht werden kann. Andererseits war zu klären, ob gegenüber einer staubfreien Oberfläche eine bestäubte Oberfläche repellierend auf die Käfer wirkt.

## 2 Material und Methoden

Mit Kieselgur beschichtete Pressspanplatten wurden von Fa. Bein bereitgestellt, wobei eine gleichmäßige Beschichtung durch Anwendung eines neuen Verfahrens erzielt wurde, bei dem Kieselgurstaub elektrostatisch auf Oberflächen gezogen wird. Zu diesem Zweck waren die Platten vor der Beschichtung mit einem farblosen, leitenden Anstrich (Ableitfinish) versehen worden.

Die Versuchstiere stammten aus einer Zucht bei 25°C und 70±5 % r. Lf. und waren bei Versuchsbeginn etwa 0-3 Wochen alt. Durch Glasringe mit einem Innendurchmesser von 50 mm und einer Höhe von 40 mm wurden die Käfer daran gehindert, von der Versuchsfläche abzuwandern.

Wirksamkeitsversuche: Für die Untersuchung der Wirksamkeit wurden je Ansatz zehn Käfer über einen schmalen Trichter in die Mitte der vom Glasring eingeschlossenen Fläche überführt. Der Einsatz des Trichters hatte den Zweck, dass die Tiere den Versuch von einer annähernd gleichen Position aus begannen (Abb. 1).



*Abbildung 1: Prüfung der Wirksamkeit der beiden Kieselgurpräparate an jeweils 10 Reismehlkäfern, die durch einen Glasring auf der behandelten Fläche gehalten werden.*

Der Versuch lief über eine variable Stundenanzahl bis zu 8 Tage, da die totale Mortalität bei den einzelnen Versuchen variieren konnte. Bei der wiederholten Kontrolle der Versuche wurden Mobilität und Mortalität überprüft. Ein Käfer galt als tot, wenn nach wiederholtem Anstupsen mit einer Sonde keine erkennbaren Bewegungen mehr stattfanden.

Repellentversuche: Die mit Fossil Shield 90.0 S kieselgurbeschichteten Platten für diesen Versuch wiesen Klebestreifen auf, nach deren Entfernung diatomeenerde-freie Streifen zurückblieben.

Es wurden 2 Glasringe (siehe Abb. 2) so aufgelegt, dass die eingeschlossenen Flächen zur einen Hälfte kieselgurbeschichtet und zur anderen Hälfte unbeschichtet waren. Wie in dem Versuch davor beschrieben, wurden pro Glasring 10 Käfer mittig auf die eingeschlossene Fläche gebracht.





*Abbildung 2: Repellentversuch mit halbseitig beschichteten Versuchsflächen*

Der Versuch lief für jeden Ansatz über 60 Minuten. Die Ansätze wurden um eine Minute verzögert gestartet. Die Tiere jedes Ansatzes wurden alle 5 Minuten auf ihre zahlenmäßige Verteilung hin überprüft und es wurde notiert, wie viele Individuen sich auf der beschichteten bzw. der unbeschichteten Fläche aufhielten.

Um eine ausreichende Menge an Daten zu erhalten, die eine statistische Auswertung erlauben, wurde der Versuch fünfmal wiederholt. Für beide Versuche wurden Kontrollen angesetzt. Für den Wirksamkeitsversuch wurden lediglich 2 mal zehn Käfer in Glasringe auf einer unbeschichteten Platte überführt. Bei der Kontrolle für den Repellentversuch wurde die komplett unbehandelte Versuchsfläche durch eine Markierung mittig geteilt, indem jeweils eine Glasplatte auf die Ringe aufgelegt wurde, auf die die teilende Markierung aufgezeichnet war. Ansonsten wurde bei der Kontrolle genauso mit der Überprüfung der Aufenthaltsorte der Tiere verfahren wie bei teilbeschichteten Platten.

Wir wählten eine Zeitspanne von 60 Minuten für diesen Versuch, weil es den Käfern nach dieser Zeit möglich gewesen sein müsste, ihre Umgebung vollständig zu erkunden und, falls eine Abneigung gegen das Kieselgur bestand, dieses zu meiden.



### 3 Ergebnisse und Diskussion

Wirksamkeitsversuche: Aus den Ergebnissen in Abb. 3 wird ersichtlich, dass bei Anwendung des Kieselgurpräparates 90.0 nach durchschnittlich 80 Stunden weniger als 5% der Versuchstiere noch am Leben waren. Bei Versuchen zur Wirksamkeit des Kieselgurpräparates 90.0 S wurde die 5% - Grenze der noch lebenden Versuchstiere durchschnittlich schon nach 76 Stunden erreicht.

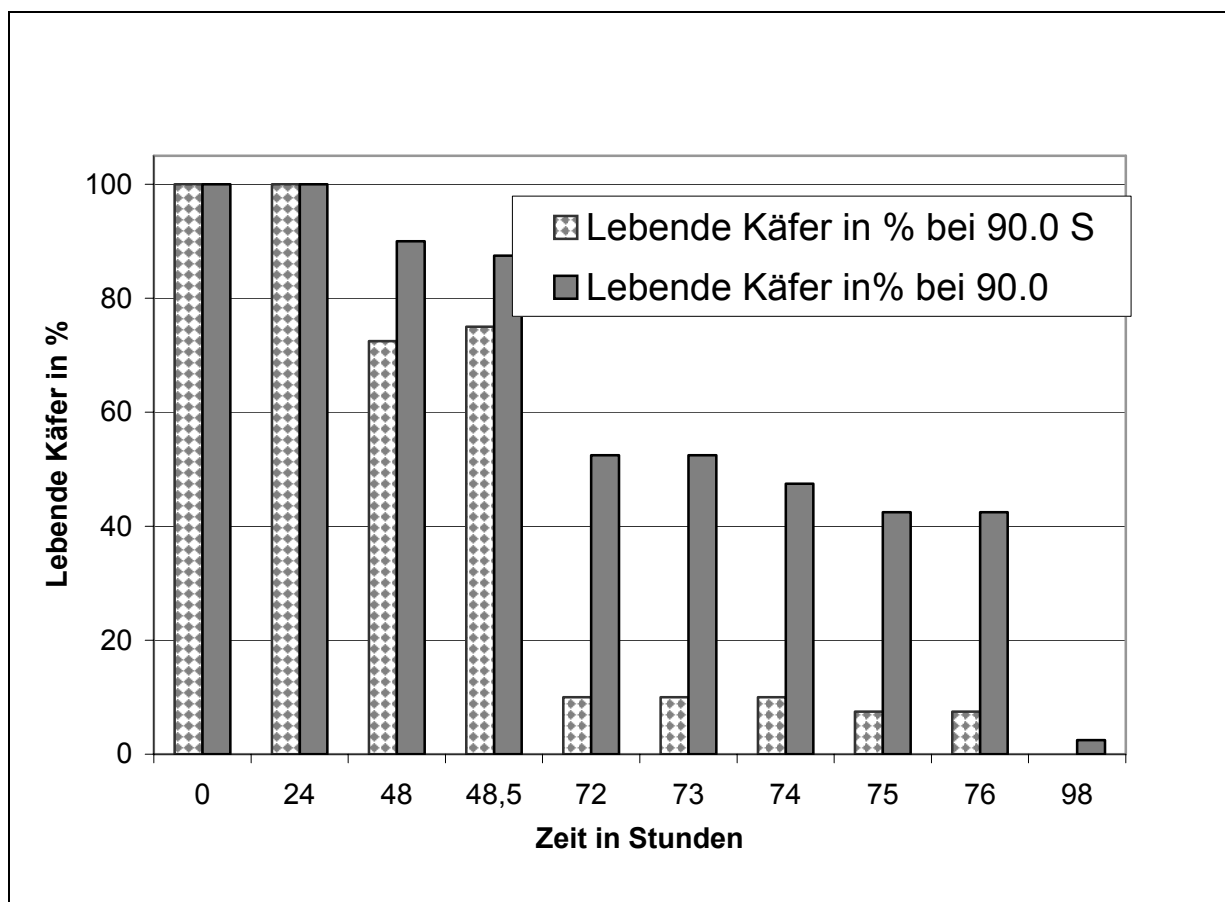


Abbildung 3: Vergleich der Wirkung von Fossil Shield 90.0 und 90.0 S (hydrophobisiert)

Somit zeigt sich, dass die Einwirkdauer des Kieselgurs auf adulte Reismehlkäfer doch relativ lang und intensiv sein muss. Allerdings ist zu bedenken, dass in diesem Versuch absichtlich eine relativ hohe Luftfeuchtigkeit von 78 % erzeugt wurde. Daraus könnte eine längere Überlebensdauer der Versuchstiere resultiert haben.

Die Vermutung liegt nahe, dass dieser Unterschied in der Wirkung durch die Hydrophobisierung des Kieselgurpräparates zustande kommt.

Da in allen Wirksamkeitsversuchen, die wir durchgeführt haben, die unbehandelten Kontrolltiere bis zur maximalen Versuchsdauer von 10 Tagen lebten, ist die Wirkung dieser Präparate klar erkennbar. Außerdem konnte bei dem Präparat 90.0 S eine etwas schnellere Wirkung festgestellt werden.

Repellentversuche: Während der gesamten Versuchsdauer (60 min) behielten die Käfer annähernd die gleiche Mobilität bei. Es konnte auch keine Schwächung der Käfer beobachtet

werden, die sich auf der kieselgurbeschichteten Fläche befanden. Dies zeigt die artbedingt höhere Widerstandsfähigkeit der Reismehlkäfer.

Die Käferverteilung am Ende der Repellentversuche geht aus Abb. 4 hervor. Danach hatte der Kieselgurstaub auf die Reismehlkäfer keinen repellierenden, sondern vielmehr einen attraktiven Effekt. Die zuvor aufgestellte These, dass die Käfer die schädigende Wirkung des Kieselgurs womöglich wahrnehmen, kann nicht aufrechterhalten werden, da die Käfer das Kieselgur nicht nur nicht meiden, sondern direkt aufsuchen. Das Kieselgur muss demnach entweder eine Attraktivität für die Käfer besitzen oder sie meiden die Glätte der unbehandelten Fläche. Die glatte Fläche könnte vielleicht schnell als futterlos erkannt sein, während sie in der staubbesetzten Oberfläche nach Futter suchen könnten. Dies wäre unter dem Bekämpfungsaspekt sogar wünschenswert, da die Tiere aktiv DE-behandelte Oberflächen in einem sonst besenreinen Betrieb aufsuchen und daher schneller sterben würden.

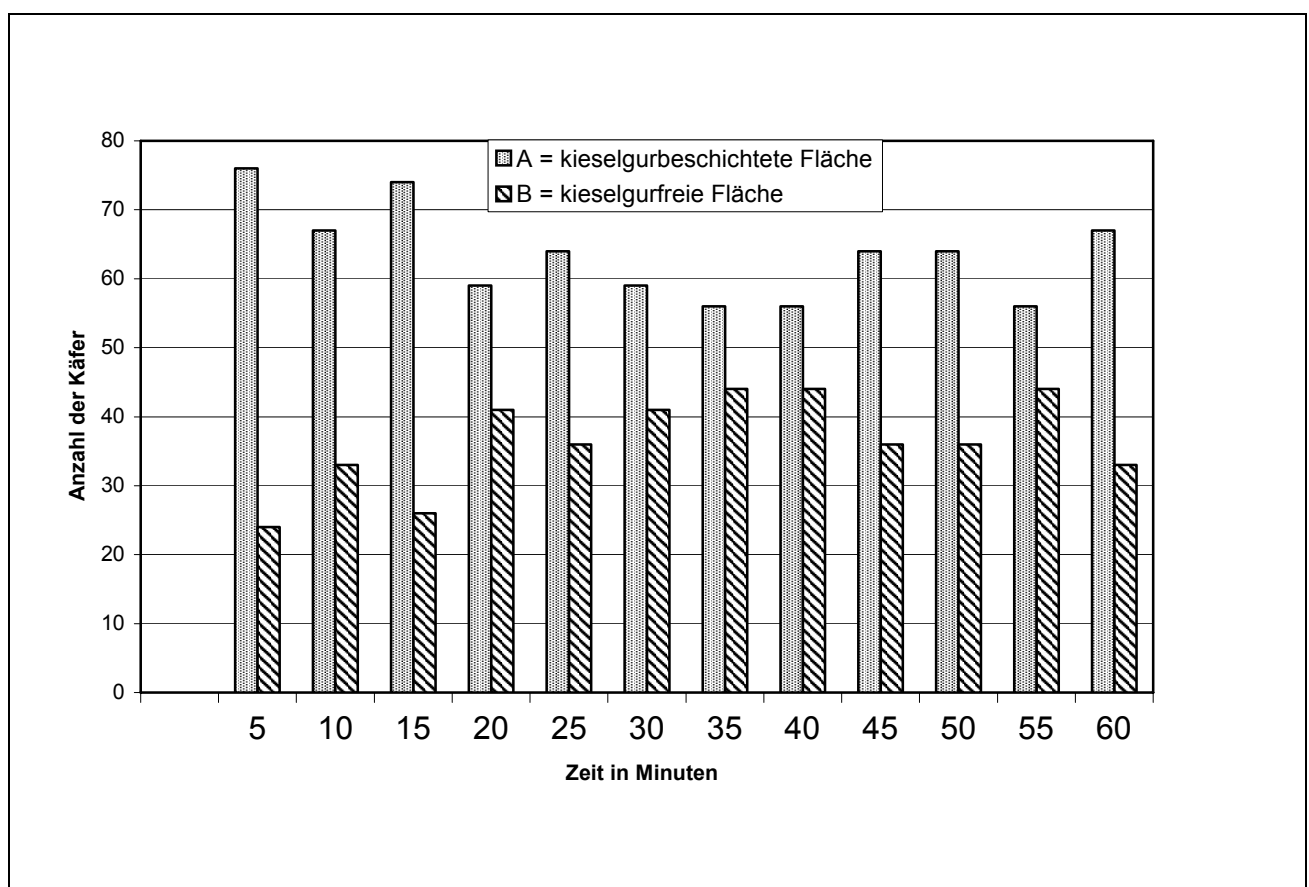


Abbildung 4: Aufenthaltshäufigkeiten der Käfer auf mit Kieselgur (FS 90.0S) beschichteten und unbeschichteten Flächen

Um zu untersuchen, ob nun eine Attraktivität von Kieselgur ausgeht, oder ob eine Meidung der glatten unbehandelten Fläche vorliegt, wäre es in weiteren Versuchen möglicherweise sinnvoll, die Kieselgur-freie Fläche mit feinem Weizenmehl oder Marmorstaub zu versetzen. Für die Anwendung des Kieselgurs im Vorratsschutz ist es von Bedeutung zu klären, ob das Kieselgur für bestimmte Arten vorratsschädlicher Insekten attraktiv ist, und wie weit ggf. diese Attraktivität geht.

In einem derzeit anlaufenden Projekt mit südosteuropäischen Partnern wird die Wirksamkeit lokaler Kieselguren im Vergleich zu zugelassenen Produkten untersucht. Das Wirkprinzip der physikochemischen Wirkung grenzt sich deutlich ab von der Wirkung herkömmlicher Kontaktinsektizide. Daher könnte Kieselgur auch in Zukunft, besonders für die Leerraumbehandlung im Vorratsschutz oder rings um verpackte Waren, ein interessanter Wirkstoff sein.

#### 4 Danksagung

Wir danken Fa. Wilhelm Bein, Eiterfeld, für die Bereitstellung der beschichteten Platten zur Untersuchung.

#### 5 Literatur

Adler, C. Stored product protection problems suitable for bio-control. In: Stengard-Hansen, L., Wakefield, M., Lukás, J., Stejskal, V. (eds.) Proc. 5<sup>th</sup> Meeting of Working Group 4 of COST Action 842, Barcelona, October 27-28, 2004, Research Institute of Crop Protection, Prague 2005: 27-30, siehe <http://cost842.csl.gov.uk/proceedings.htm>.

Anonym Pflanzenschutzmittel-Verzeichnis, Teil 5, 2007, Vorratsschutz, Hrsg.: Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, Saphir Verlag Ribbesbüttel, 2007, 48 S.

Dowdy, A.; Fields, P.; Marcotte, M.; Pentland, A.-L. Structural Pest Control: The use of an Enhanced Diatomaceous Earth Product Combined with Heat Treatment for the Control of Insect Pests in Food Processing Facilities-Leadership in the Development of Methyl Bromide Alternatives. Canadian Agriculture Library, 28 S.

Mewis, I., Reichmuth, Ch. Diatomaceous earths against the coleoptera granary weevil *Sitophilus granarius* (Curculionide). the confused flour beetle *Tribolium confusum* (Tenebrionidae). the Mealworm *Tenebrio molitor* (Tenebrionidae). Hrsg.: Zuxun, J., Quan, L., Yongsheng, L., Xianchang, T., Lianghua, G.: Proceedings of the 7<sup>th</sup> International Working Conference on Stored-product Protection. 14-19 October 1998, Beijing, P.R. China, Sichuan Publishing House of Science & Technology, Chengdu, Sichuan Province, P.R. China, Vol. 1, 1999, 765-780.

Mewis, I., Ulrichs, Ch. Wirkungsweise amorpher Diatomeenerden auf vorratsschädliche Insekten. Untersuchung der abrasiven sowie sorptiven Effekte. Anz. Schädlingskunde **72**, 1999, 113-121.

Mewis, I.; Ulrichs, Ch.. Auswirkung von Diatomeenerde auf den Wasserhaushalt des Kornkäfers: *Sitophilus granarius* (L.) ( Col., Curculionidae) und möglicher Einsatz innerhalb des Vorratsschutzes., J. Appl. Ent. **125**, 2001, 351-360.

Park R, Rice F, Stayner L, Smith R, Gilbert S, Checkoway H. Exposure to crystalline silica, silicosis, and lung disease other than cancer in diatomaceous earth industry workers: a quantitative risk assessment. *Occupational and Environmental Medicine* 2002, **59**: 36-43

- Prasantha, B.D.R., Reichmuth, Ch.. Lethal effect of the diatomaceous earths Silico-Sec® and Fossil-Shield® on the bean weevil *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Col., Bruchidae) as a stored pest of common bean *Phaseolus vulgaris* (L.). In: 53. Deutsche Pflanzenschutztagung, Bonn, 16.-19. September 2002. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtschaft. Berlin **390**, 2002, 454-455.
- Prasantha, B.D. R., Reichmuth, Ch., Hetz, S.K., Adler, C. Physiological aspects of diatomaceous earth-treated cowpea weevil *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). Proceedings of the 8<sup>th</sup> International Working Conference on Stored Product Protection. 22-26 July 2002, York, UK Eds.: Credland, P.F., Armitage, D.M., Bell, C.H., Cogan, P.M., Highley, E. (Hrsg.), 2003, 608-613.
- Prasantha, B.D. R., Reichmuth, Ch., Büttner, C. Effect of temperature and relative humidity on diatomaceous earth treated *Callosobruchus maculatus* (F.) and *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). Proceedings of the 8<sup>th</sup> International Working Conference on Stored Product Protection. 22-26 July 2002, York, UK Credland, P.F., Armitage, D.M., Bell, C.H., Cogan, P.M., Highley, E. (Hrsg.), 2003, 763-767
- Schöller, M. Biologische Bekämpfung vorratsschädlicher Arthropoden mit Räubern und Parasitoiden – Sammelbericht und Bibliographie. In: Ch. Reichmuth (Hrsg.): 100 Jahre Pflanzenschutzforschung, Wichtige Arbeitsschwerpunkte im Vorratsschutz, Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem, Heft 342, 1998, 85-189.
- Schöller, M.; Prozell, S. Können Kieselgur und die Lagererzwespe *Lariophagus distinguendus* zeitgleich gegen den Kornkäfer *Sitophilus granarius* eingesetzt werden? Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. **58**. 2006, 158-159.
- Subramanyam, B., Roesli, R. 2000 Inert Dusts. In: B. Subramanyam & D. W. Hagstrum (Hrsg.) Alternatives to pesticides in stored-product IPM, Kluwer Acad. Publishers: 321-380.
- Völk, F.; Reichmuth, Ch.; Ulrichs, Ch. Wirksamkeitsüberprüfung hydrophobisierter Diatomeenerden bei unterschiedlichen relativen Luftfeuchten gegenüber vorratsschädlichen Insekten. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtschaft. 54. Deutsche Pflanzenschutztagung, Hamburg, **396**, 2004, 441.
- Zacher, F. und Kunicke, G. Untersuchungen über die insektizide Wirkung von Oxyden und Karbamaten. Arbeiten aus der Biol. Reichsanstalt, 1931, 201-231.
- Zacher, F. Neue Untersuchungen über die Einwirkung oberflächenaktiver Pulver auf Insekten. Zool. Anzeiger 10 (Supplementband), 1937, 264-271.

# Ökologisch und konventionell erzeugte Leguminosen – Erträge und ausgewählte Qualitätsparameter im Vergleich

## Organically and conventionally cultivated legumes – comparison of yield and selected quality parameters

GISELA JANSEN<sup>1</sup> & SYLVIA SEDDIG<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen, Institut für abiotische Stresstoleranz, OT Groß Lüsewitz, Rudolf-Schick-Platz 3, 18190 Sanitz

E-Mail: g.jansen@bafz.de

### Abstract

Organically and conventionally cultivated peas, field beans and lupines were compared at the location Groß Lüsewitz concerning yield, thousand kernel weight (TKW), protein- and starch content as well as protein yield. While for peas and field beans results were available over a period of 4 years, lupines were investigated only 1 year. Altogether all legumes reacted to organic conditions with relatively low yield losses, lower TKW, lower protein content and protein yield. Significant differences in starch contents could be found only in case of field beans.

*Key words: organic farming, legumes, yield, protein, starch*

### Zusammenfassung

Die Erträge, das Tausendkorngewicht (TKG), der Rohprotein- und Stärkegehalt sowie der Rohproteinertrag von ökologisch und konventionell angebauten Erbsen und Ackerbohnen auf dem Standort Groß Lüsewitz wurden über einen Zeitraum von 4 Jahren verglichen. Bei den Lupinen liegen einjährige Versuchsergebnisse vor. Insgesamt reagierten alle Leguminosen mit relativ geringen Ertragseinbußen, etwas niedrigerem TKG und niedrigeren Rohproteingehalten sowie Rohproteinerträgen unter ökologischen Bedingungen. Im Stärkegehalt konnten nur bei den Ackerbohnen signifikante Unterschiede zwischen den Anbausystemen ermittelt werden.

*Schlüsselwörter: Ökologischer Landbau, Leguminosen, Ertrag, Protein, Stärke*

## 1 Einleitung

Leguminosen, wie Erbsen, Ackerbohnen und Lupinen, können im Tierfutter als einheimische Eiweißquelle eingesetzt werden. Sie sind außerdem hervorragend für den ökologischen Anbau geeignet, da sie einen hohen Fruchtfolgewert haben und somit dazu beitragen können, möglichst geschlossene Stoffkreisläufe im ökologischen Landwirtschaftsbetrieb zu realisieren. Mit Hilfe der Knöllchenbakterien können sie Stickstoff aus der Luft aufnehmen und diesen als Nährstoff verwenden bzw. im Boden anreichern. Dadurch kann eine Stickstoffversorgung ohne zusätzliche Düngemaßnahmen erfolgen und trotzdem der notwendige Stickstoff in den Betriebskreislauf eingebracht werden. Unter ökologischen

Bedingungen treten z. B. beim Getreide- und beim Kartoffelanbau beträchtliche Ertragseinbußen auf. Leguminosen sind davon nicht so stark betroffen. Neben dem Ertrag sind das Tausendkorngewicht (TKG), der Eiweißgehalt und der Eiweißertrag wichtige Kriterien für die Sortenwahl bei Leguminosen.

Im folgenden Beitrag soll die Ertragsstabilität von Erbsen, Ackerbohnen und Lupinen unter ökologischen und konventionellen Anbaubedingungen in mehrjährigen Versuchen verglichen werden. Eventuelle Jahres- und Sorteneffekte sollen mit berücksichtigt werden. Weiterhin werden Einflüsse auf das TKG, die Inhaltsstoffe wie Protein und Stärke sowie den Proteinertrag untersucht. Dabei wird insbesondere geprüft, ob ökologisch angebaute Leguminosen trotz ihrer Eigenversorgung mit Stickstoff aus der Luft geringere Proteingehalte aufweisen, als konventionell angebaute.

## **2 Material und Methoden**

Der Anbau von Erbsen, Ackerbohnen und Lupinen erfolgte in Versuchspartzellen von 1,5 x 6,4 m in 4-facher Wiederholung auf je einer ökologisch und einer konventionell bewirtschafteten Teilfläche. Beide Bewirtschaftungsformen befinden sich auf dem Versuchsfeld Groß Lüsewitz, dessen lehmiger Sandboden etwa 47 Bodenpunkte und einen pH-Wert zwischen 5,7 und 5,9 aufweist. Die Niederschläge betragen im Mittel 670 mm pro Jahr und die mittlere Jahrestemperatur liegt bei 8,2 °C. Da die gesamte Versuchsfläche sehr einheitlich ist, lassen sich Vergleiche zwischen ökologisch und konventionell angebauten Kulturen durchführen.

Als Saatgut wurden aktuelle Leguminosensorten ausgewählt. Die Zuchtstämme der Blauen Lupinen stellte die Saatzucht Steinach bereit. Die Saatgutchargen und Aussaatmengen waren in beiden Anbausystemen identisch. Im konventionellen Anbau wurde die mineralische Düngung und der Pflanzenschutz entsprechend den Standortbedingungen nach guter landwirtschaftlicher Praxis durchgeführt, während im ökologischen Anbau keine Pflanzenschutzmaßnahmen vorgenommen wurden und die Humusversorgung ausschließlich über die Fruchtfolge realisiert wurde. Als Fruchtfolge im konventionellen Anbau kamen folgende Kulturen zum Einsatz: Kartoffeln – Leguminosen – Getreide – Hafer – Klee gras.

Im ökologischen Landbau wurde eine gängige regionale Fruchtfolge für einen ökologisch wirtschaftenden Mischbetrieb gewählt, wobei die Stallmistdüngung durch 2-jährigen Klee grasanbau ersetzt wurde: Kartoffeln – Sommergetreide – Leguminosen – Wintergetreide – Klee gras – Klee gras. Die Klee gras Mischung bestand aus 90% Weidegräsern und 10% Weißklee.

Die Erträge und das TKG wurden in 4-facher Wiederholung ermittelt. Für die Bestimmung des TKG wurde ein Körnerzählgerät „Contador“ eingesetzt. Die weiteren Untersuchungen wurden an einer Mischprobe in 2-facher Wiederholung durchgeführt. Die Analyse des Stärkegehaltes erfolgte polarimetrisch nach EWERS (1908) und die Bestimmung des Rohproteingehaltes nach Kjeldahl (1883). Die statistische Verrechnung der Ertragsdaten (Ertrag und TKG) wurde mittels SAS, Version 9.1 für Windows, vorgenommen.

## **3 Ergebnisse**

### *Ertrag*

Die mittleren Erträge der Erbsen fielen in den untersuchten Anbaujahren 2003 – 2006 mit bis

zu 47 dt/ha im konventionellen Anbau 2004 und nur 21 dt/ha im konventionellen Anbau 2006 recht unterschiedlich aus (Abb. 1).

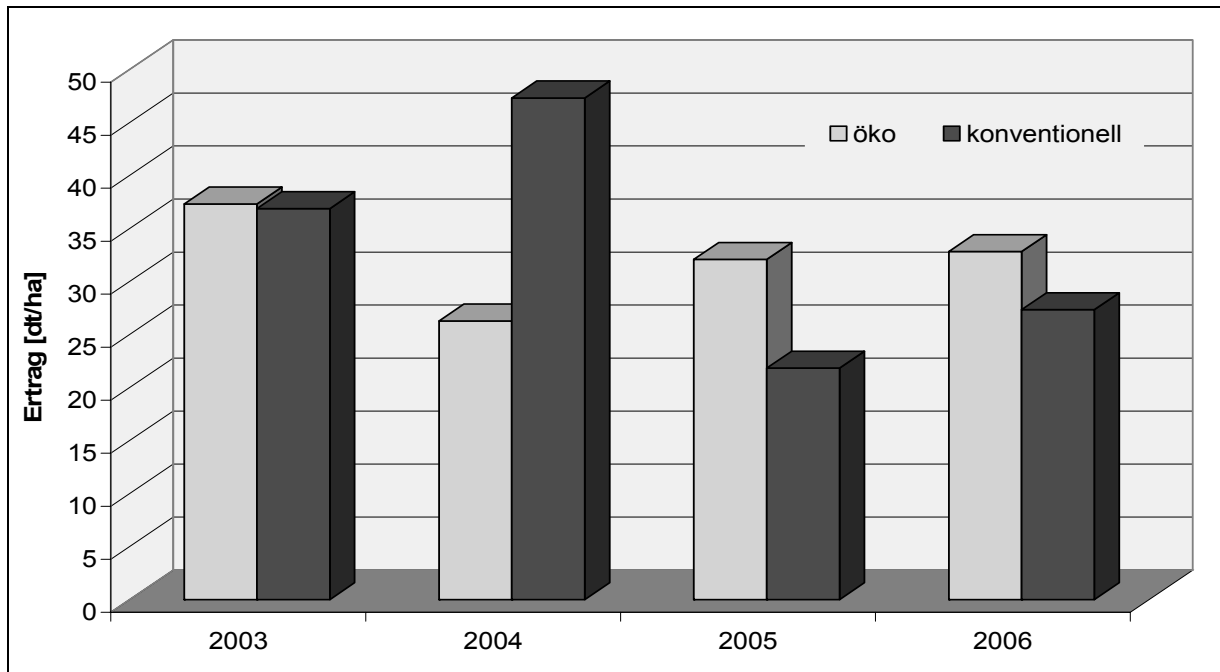


Abbildung 1: Mittlere Erträge von ökologisch und konventionell angebauten Erbsen in mehrjährigen Versuchen

Im ökologischen Anbau schwankten die Erträge von 26 dt/ha bis 37 dt/ha. Werden die Erträge aller Anbaujahre zusammengefasst, so ist der Ertrag im gesamten Sortiment relativ einheitlich (Abb. 2).

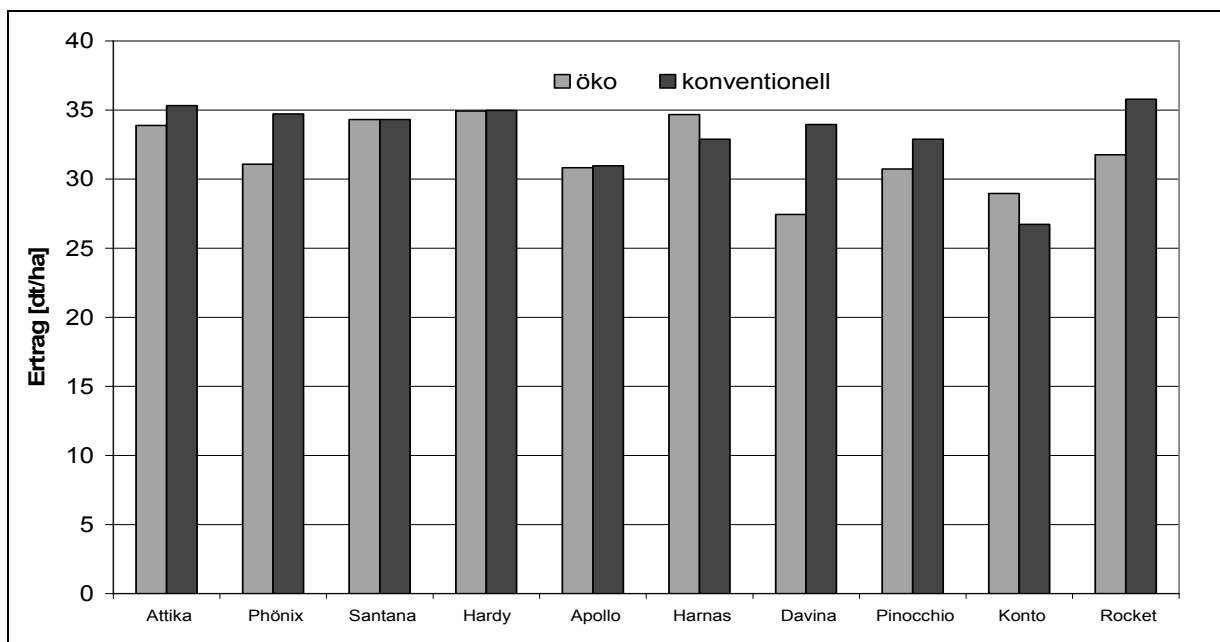


Abbildung 2: Mittlere Erträge von Erbsen aller Anbaujahre, ökologisch und konventionell

Es wurden im konventionellen Anbau im Mittel der Versuchsjahre 2003-2006 etwas höhere Erträge als im ökologischen Anbau ermittelt, was aber hauptsächlich durch den extrem großen Unterschied im Jahr 2004 zustande kommt. Insgesamt waren die Sortenunterschiede auch innerhalb der Anbausysteme jedoch gering. Attika, Santana, Hardy, aber auch Harnas und Rocket erwiesen sich als die ertragsstärksten Sorten auf dem Standort Groß Lüsewitz. Einige dieser Sorten, wie Attika, Santana und Rocket, zeigten z. B. bei den Landessortenversuchen „Öko-Körnerleguminosen“ 2006 ebenfalls gute Erträge (Meyercordt und Mücke, 2006) und konnten auch auf leichten und mittleren Standorten in Norddeutschland überzeugen (Gruber und Zenk, 2006). Hardy wies auf schweren Standorten 2006 eher unterdurchschnittliche Erträge auf, konnte aber auf dem Standort Groß Lüsewitz sowohl konventionell als auch ökologisch mit hohen Erträgen aufwarten.

Bei den 4-jährigen Vergleichen zwischen ökologisch und konventionell angebauten Ackerbohnen zeigte sich, dass es signifikante Unterschiede im Ertrag zwischen den beiden Anbausystemen gibt (Abb. 3). Im Mittel über alle 11 Sorten und 4 Jahre wurden konventionell etwa 10 dt/ha mehr geerntet als ökologisch.

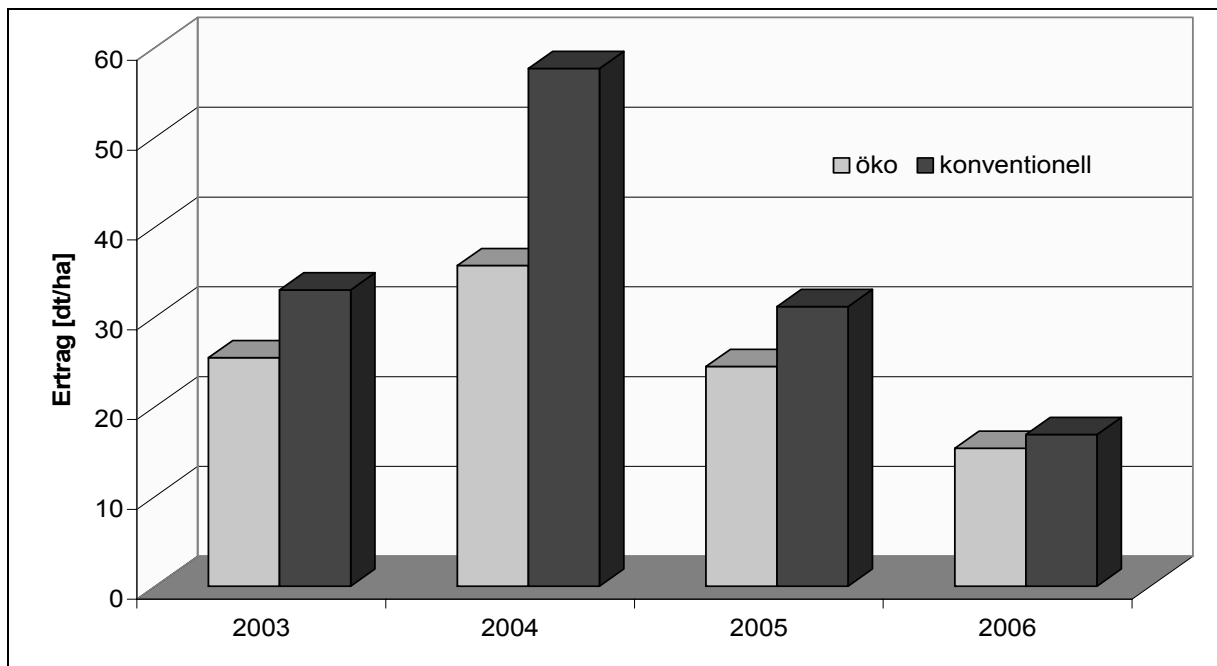


Abbildung 3: Mittlere Erträge von ökologisch und konventionell angebauten Ackerbohnen in mehrjährigen Versuchen

Signifikante Jahresunterschiede wurden in allen Jahren sowohl im konventionellen als auch im ökologischen Anbau gefunden, außer zwischen 2003 und 2005. Besonders gravierend waren die Ertragsunterschiede zwischen den Jahren 2004 und 2006. Während 2004 im ökologischen Anbau etwa 35,7 dt/ha geerntet wurden, waren es 2006 unter sehr ungünstigen Witterungsbedingungen nur etwa 15,4 dt/ha. Konventionell war der Unterschied noch deutlicher mit 57,7 dt/ha im Jahr 2004 und 17,0 dt/ha im Jahr 2006. In Abbildung 4 sind die mittleren Erträge von den einzelnen Sorten aller Anbaujahre aufgeführt. Obwohl es zwischen den ökologisch und konventionell angebauten Ackerbohnsensorten eine signifikante Korrelation ( $\alpha = 0,05$ ) gab, waren nicht in jedem Fall die konventionell leistungsstarken Sorten auch ökologisch die ertragreichsten (z. B. Bilbo). Limbo und Espresso zeichneten sich sowohl durch



hohe Erträge im konventionellen wie auch im ökologischen Anbau aus, während Valeria in beiden Anbausystemen ertragsschwach blieb.

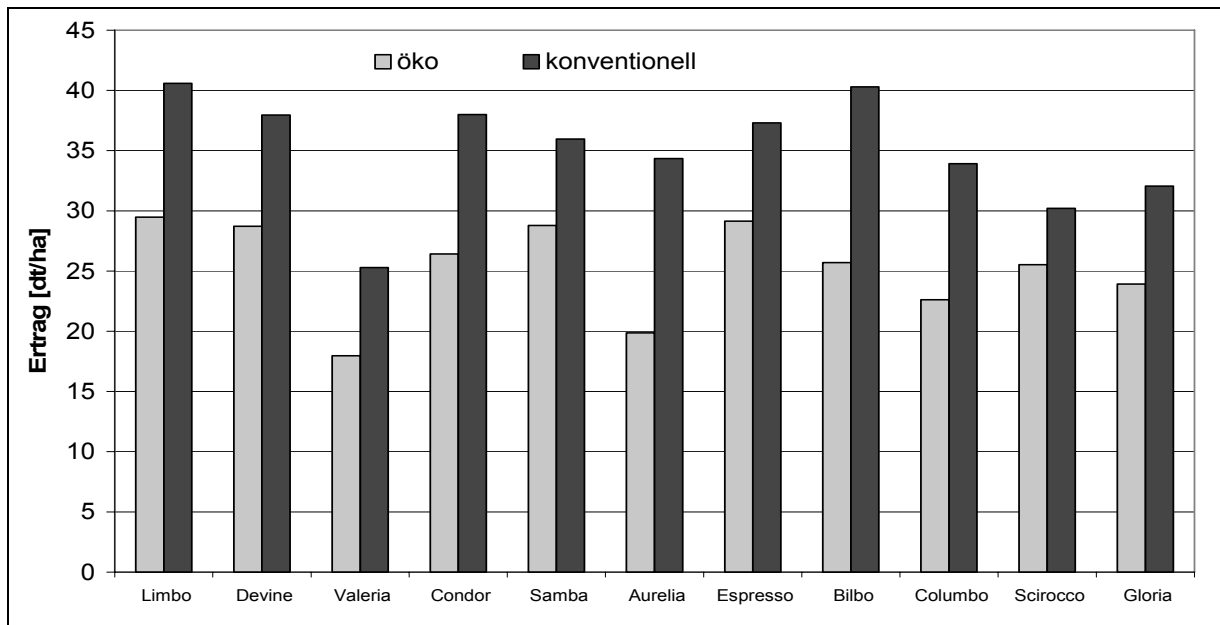


Abbildung 4: Mittlere Erträge von Ackerbohnen aller Anbaujahre, ökologisch und konventionell

Bei den Lupinen liegen 3-jährige Ergebnisse für den ökologischen Anbau auf dem Standort Groß Lüsewitz vor, aber bisher nur einjährige Daten aus 2006 zum Vergleichsanbau ökologisch – konventionell. Der mittlere Ertrag der ökologisch angebauten Sorten und Zuchtstämme betrug 25,8 dt/ha und der konventionell angebauten 29,3 dt/ha. (Abb. 5). Es lag ein hoch signifikanter Ertragsunterschied zwischen beiden Anbausystemen vor.

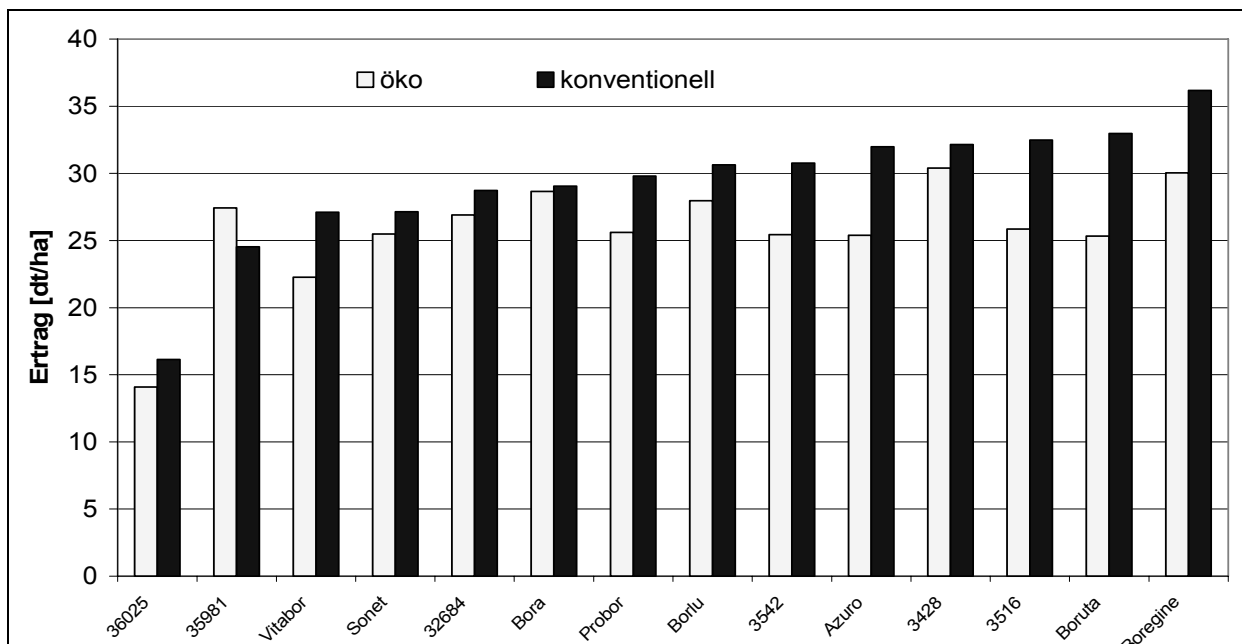


Abbildung 5: Erträge von Blauen Lupinen, Anbau 2006; Vergleich ökologisch-konventionell

### *Tausendkorngewicht*

Tendenziell wurden bei den Erbsen und Ackerbohnen im konventionellen Anbau über alle 4 Jahre höhere TKG ermittelt als im ökologischen Anbau. Diese Unterschiede waren bei den Erbsen signifikant und bei den Ackerbohnen dagegen nicht signifikant. Auch bei den Lupinen gab es im Anbaujahr 2006 keine signifikanten Unterschiede im TKG.

Ähnlich wie beim Ertrag traten auch bei den Erbsen und Ackerbohnen im TKG Jahresunterschiede auf, die nur zwischen den Anbaujahren 2003 und 2005 nicht signifikant waren.

Die Sortenunterschiede im TKG innerhalb der Erbsen und Ackerbohnen wirken sich erheblich auf die Produktionskosten aus, da das Saatgut der Leguminosen relativ teuer ist. Sorten mit niedrigem TKG, wie z. B. Gloria und Condor bei den Ackerbohnen und Attika und Harnas bei den Erbsen, haben unter diesem Gesichtspunkt Vorteile (Holz, 2004). Auch auf dem Standort Groß Lüsewitz fiel die Ackerbohne Gloria sowohl im konventionellen als auch ökologischen Anbau durch niedrige TKG auf. Bei den Erbsen war es die Sorte Rocket, die mehrjährig das niedrigste TKG aufwies.

### *Rohproteingehalt*

Innerhalb der Körnerleguminosen haben Lupinen die höchsten Proteingehalte (Abb. 6). Leider ist ein Anbau der besonders proteinreichen Gelben Lupinen durch das massive Auftreten der Antraknosekrankheit fast zum Erliegen gekommen. Blaue Lupinen sind bisher weniger anfällig für diese Krankheit und können insbesondere auf leichten Standorten zu einem wertvollen Eiweißlieferanten werden.

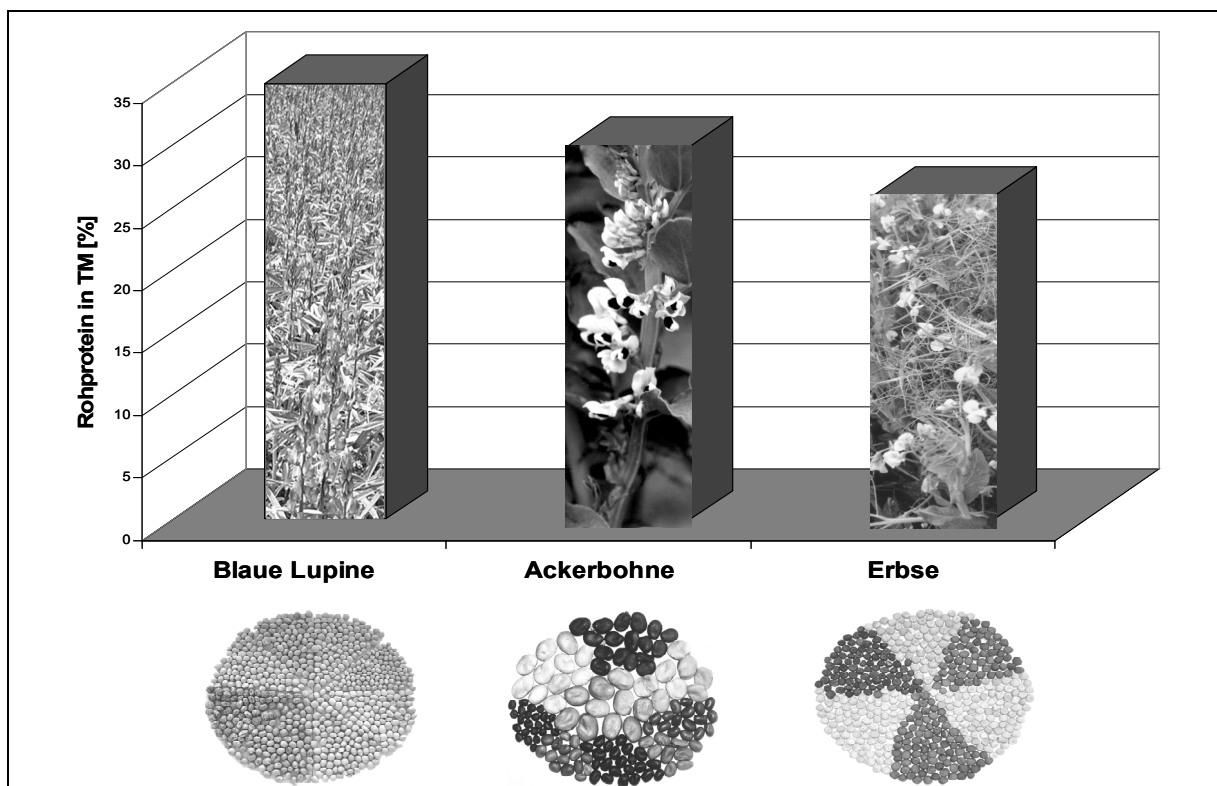


Abbildung 6: Einheimische Körnerleguminosen als Eiweißfutterpflanzen

Zum Vergleich der Rohproteingehalte der Blauen Lupinen auf ökologischen und konventionellen Standorten in Groß Lüsewitz kann ebenfalls nur auf einjährige Ergebnisse zurückgegriffen werden. Der mittlere Rohproteingehalt mit 35,7% in TM im konventionellen Anbau war jedoch 2006 signifikant höher als mit 33,6% in TM im ökologischen Anbau (Abb. 7). Die Sorte Probor hatte sowohl im ökologischen als auch im konventionellen Anbau hohe Proteingehalte.

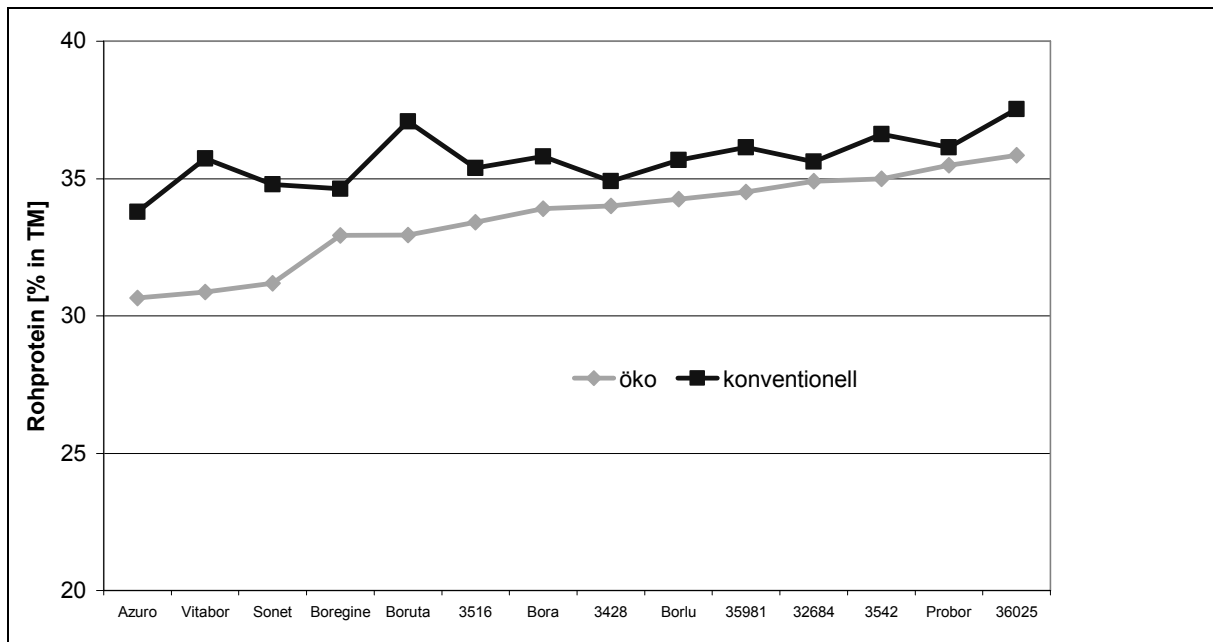


Abbildung 7: Rohproteingehalt von ökologisch und konventionell angebauten Blauen Lupinen 2006

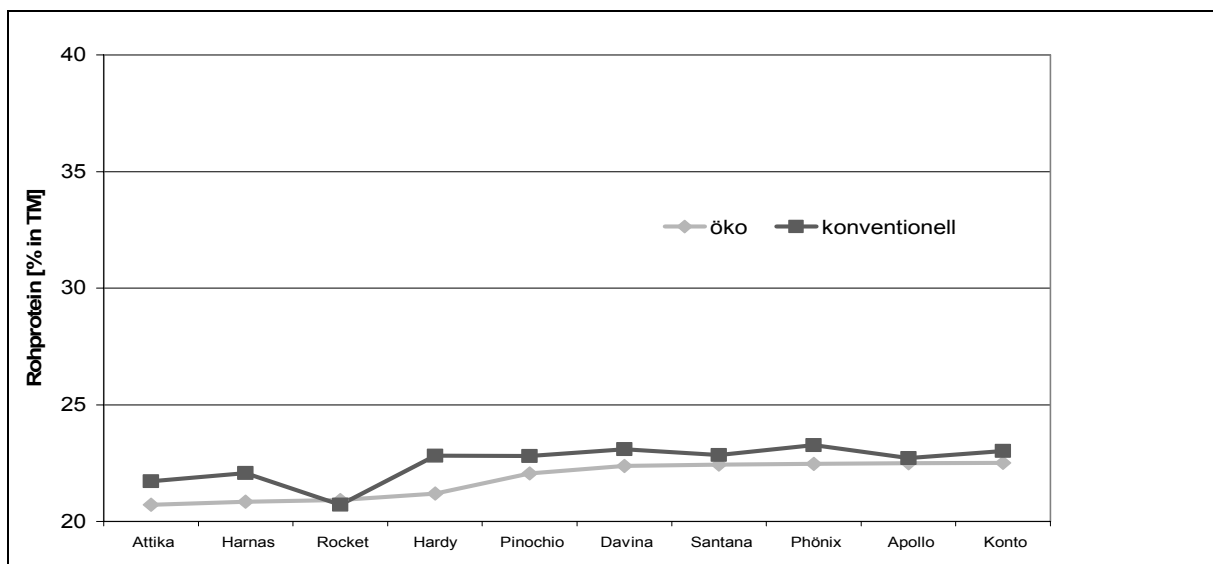


Abbildung 8: Mittlere Rohproteingehalte von Erbsen aller Anbaujahre, ökologisch und konventionell

Bei den Erbsen wurden ebenfalls signifikant höhere Proteingehalte im konventionellen Anbau ermittelt, obwohl der Unterschied noch nicht einmal 1% betrug (Abb. 8). Im ökologischen Anbau schwankten die Proteingehalte der Erbsen zwischen 20,7% in TM (Attika) und 22,5% in TM (Konto) und im konventionellen Anbau zwischen 21,7% in TM (Attika) und 23,0% in TM (Konto). Auch die Jahresschwankungen im Proteingehalt waren bei den Erbsen nicht so gravierend.

Die verschiedenen Ackerbohnsensorten zeigten auf dem Standort Groß Lüsewitz im untersuchten 4-jährigen Leguminosen-Anbau eine deutlich höhere Schwankungsbreite im Rohproteingehalt als die Erbsen (Abb. 9).

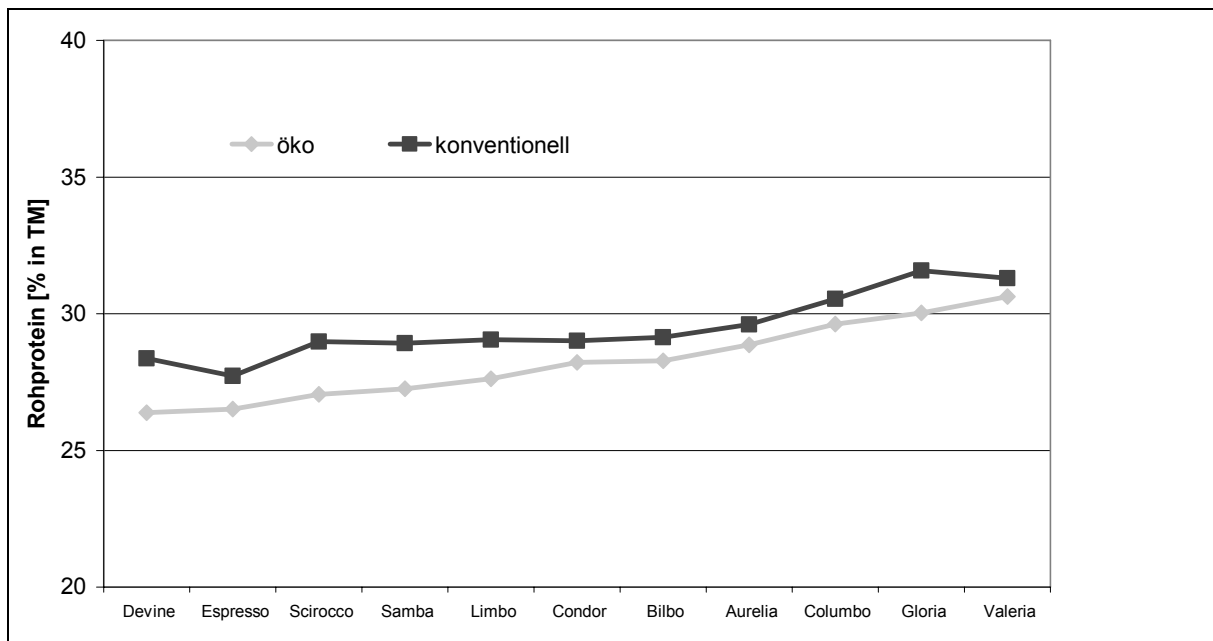


Abbildung 9: Mittlerer Rohproteingehalt von Ackerbohnen aller Jahre, ökologisch und konventionell

Valeria und Gloria hatten sowohl konventionell als auch ökologisch die höchsten und Devine und Espresso die geringsten Rohproteingehalte. Sie schwankten zwischen 26,4% und 30% im ökologischen Anbau und zwischen 27,7% und 31,3% im konventionellen Anbau. Ähnlich wie bei den Erbsen lagen die Rohproteingehalte der Ackerbohnen im konventionellen Anbau im Durchschnitt nur etwa 1% in TM höher als im ökologischen Anbau.

#### Rohproteinertrag

Werden Leguminosen als Futtermittel eingesetzt, so spielt als Bewertungskriterium nicht nur der Rohproteingehalt, sondern auch der Rohproteinertrag eine Rolle. Sowohl bei den 1-jährig angebauten Lupinen als auch bei den 4-jährig angebauten Erbsen und Ackerbohnen wurden signifikant höhere Proteinerträge im konventionellen Anbau gegenüber dem ökologischen Anbau ermittelt. Die mittleren Rohproteinerträge der 4-jährig angebauten Ackerbohnen sind in Abb. 10 dargestellt. In Nordrhein-Westfalen aber auch bundesweit konnten mit der Ackerbohnsorte Limbo gute Rohproteinerträge erzielt werden (Paffrath, 2006). Durch die schlechten Erträge schnitt die Ackerbohne Valeria auch im Proteinertrag relativ schlecht ab. Diese Ergebnisse konnten auf dem Standort Groß Lüsewitz bestätigt werden.

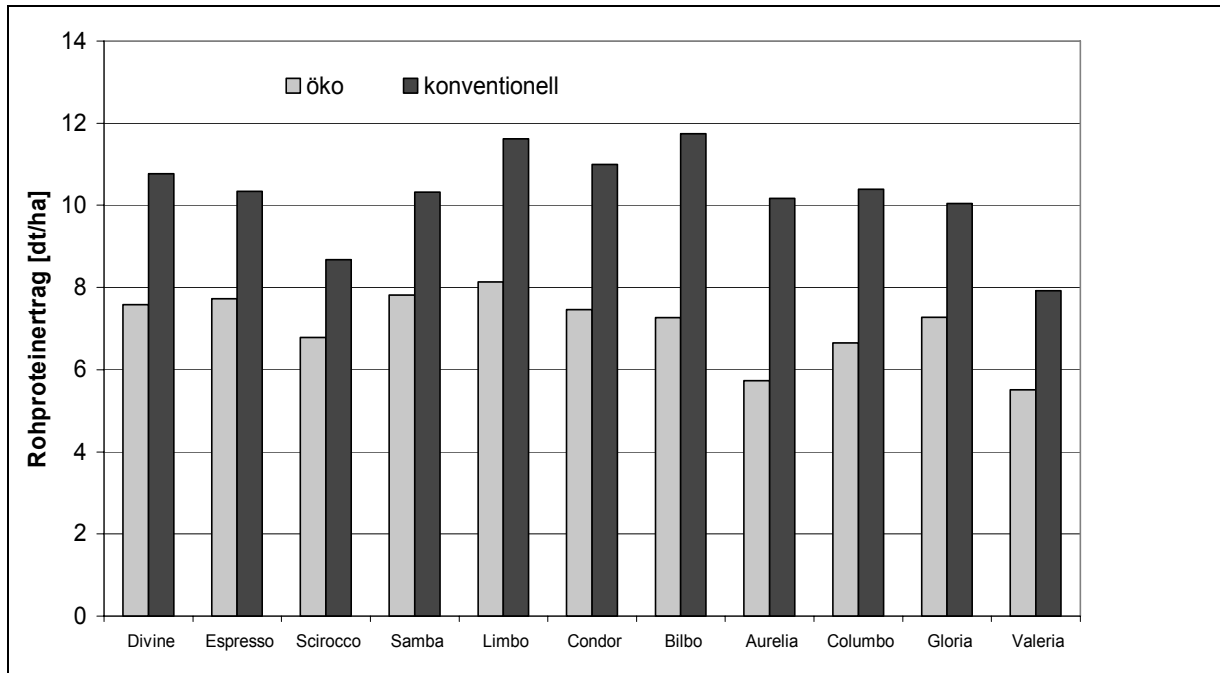


Abbildung 10: Mittlerer Rohproteinertrag von Ackerbohnen aller Jahre, ökologisch und konventionell

### Stärkegehalt

Von den untersuchten Leguminosen besitzen nur Erbsen und Ackerbohnen Stärke als einen wichtigen Hauptinhaltsstoff. Blaue Lupinen haben keine Stärke bzw. nur Spuren (Jansen u. a., 2006). Erbsen enthalten mehr Stärke als Ackerbohnen und deshalb muss diese bei den Berechnungen des Energiegehaltes mit berücksichtigt werden. Die Stärkegehalte der Erbsen schwankten im Mittel über alle 4 Anbaujahre in Groß Lüsewitz zwischen 47,6% (Rocket) und 52,0% (Attika) im ökologischen Anbau und 48,4% (Rocket) und 50,5% (Attika) im konventionellen Anbau. Damit wurden bei den Erbsen ähnliche Stärkegehalte wie bei den Landesortenversuchen der Landwirtschaftskammer Niedersachsen gefunden, bei denen auf den Standorten Ashausen (2006) und Hilligsfeld (2005) die Sorte Attika den höchsten und die Sorte Rocket den niedrigsten Stärkegehalt aufwies (Meyercordt und Mücke, 2006). Zwischen beiden Anbausystemen konnte jedoch im Stärkegehalt kein signifikanter Unterschied ermittelt werden.

Die Stärkegehalte der Ackerbohnen schwankten im ökologischen Anbau zwischen 37,2% für Scirocco und 39,2% für Aurelia und im konventionellen Anbau zwischen 36,9% für Scirocco und 39,8% für Columbo. Die Mittelwerte über alle 4 Anbaujahre im Stärkegehalt sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Bei den Ackerbohnen konnten signifikant höhere Stärkegehalte im konventionellen Anbau festgestellt werden. Die Differenzen waren jedoch mit etwa 1% Stärke sehr gering.

*Tabelle 1: Mittlerer Stärkegehalt von ökologisch und konventionell angebauten Ackerbohnen 2003 - 2006 in Groß Lüsewitz*

Sorten	Stärkegehalt [% in 86% TM] ökologisch	Stärkegehalt [% in 86% TM] konventionell
Devine	39,2	38,9
Espresso	38,0	37,9
Scirocco	37,2	36,9
Samba	38,1	37,5
Limbo	38,5	39,4
Condor	37,8	38,9
Bilbo	37,8	38,3
Aurelia	39,2	39,7
Columbo	37,4	39,8
Gloria	37,7	39,2
Valeria	38,0	39,7

#### **4 Schlussfolgerungen**

Das Problem der jährlichen Ertragsschwankungen beim Anbau von Leguminosen tritt sowohl im konventionellen als auch im ökologischen Anbausystem auf. Trotz der direkten Stickstoffversorgung aus der Luft, die die Leguminosen in Symbiose mit Knöllchenbakterien realisieren, werden im ökologischen Landbau signifikant geringere Proteingehalte gefunden. Im Mittel aller 4 Untersuchungsjahre betragen diese bei den Erbsen und Ackerbohnen etwa 1% und bei den Blauen Lupinen etwa 2% im 1-jährigen Versuch. Somit sind die Sortenunterschiede im Proteingehalt innerhalb der Erbsen, Ackerbohnen und Lupinen, die Jahresschwankungen sowie Schwankungen zwischen verschiedenen Standorten eines Anbausystems in der Regel höher als die Unterschiede von 1 - 2% zwischen ökologisch und konventionell erzeugten Leguminosen.

Da jedoch insbesondere bei den Ackerbohnen auch die Erträge im ökologischen Landbau etwas niedriger ausfallen, kommt es zu einer spürbaren Verringerung der Rohproteinträge im ökologischen System.

#### **5 Literatur**

Ewers E. (1908): Zeitschrift für öffentliche Chemie 14:150-157

Gruber, H., Zenk, A. (2006): [http://famv.de/var/plain\\_site/storage/original/application/8b28d71a25dda5d86ae053c085b6edc7.pdf](http://famv.de/var/plain_site/storage/original/application/8b28d71a25dda5d86ae053c085b6edc7.pdf)

Holz, J. (2004): <http://www.landwirtschaftskammer.de/fachangebot/ackerbau/eiweisspflanzen/koernerleguminosen-sv-2004.htm>

Jansen, G., Seddig, S.; Jürgens, H.-U. (2006): Untersuchungen zum "Stärkegehalt" in Blauen Süßlupinen. Vortr. Pflanzenzüchtg. 68, S. 73

Kjeldahl, J. (1883): Neue Methode zur Bestimmung des Stickstoffs in organischen Körpern. Z. Anal. Chem. **22**, 366–382.

Meyercordt, A.; Mücke, M. (2006): [http://www.versuchsberichte.de/  
VIPDOKVOLLPFLANZEN/DDD/4c776.pdf](http://www.versuchsberichte.de/VIPDOKVOLLPFLANZEN/DDD/4c776.pdf)

Paffrath, A. (2006): [http://www.oekolandbau.nrw.de/fachinfo/pflanzenbau/  
koernerleguminosen/ackerbohnen/absorten\\_06.pdf](http://www.oekolandbau.nrw.de/fachinfo/pflanzenbau/koernerleguminosen/ackerbohnen/absorten_06.pdf)





## **Einfluss von antagonistisch wirkenden *Trichoderma*-Isolaten auf den bodenbürtigen Erreger *Rhizoctonia solani***

### **Effect of antagonistic active *Trichoderma*-Isolates on the soil-borne pathogen *Rhizoctonia solani***

RITA GROSCH<sup>1</sup>, JANA LOTTMANN<sup>2</sup> UND GABRIELE BERG<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau Großbeeren/Erfurt e.V., Theodor Echtermeyer Weg 1, D-14979 Großbeeren

<sup>2</sup> Universität Rostock, Mikrobiologie, Albert-Einstein Str. 3, D-18051 Rostock

<sup>3</sup> Graz Technical University, Institut für Umweltbiotechnologie, Petersgasse 12, A-8010 Graz

E-Mail: grosch@igzev.de

#### **Abstract**

The antifungal activity of 390 as antagonists characterised fungal isolates were evaluated especially against the soil-borne pathogen *Rhizoctonia solani* using *in vitro* and *in vivo* assays. In a first step only antagonists with a mycoparasitic activity were selected in a dual culture assay. The *in vitro* characterisation of fungal antagonists included the ability of mycoparasitic activity of *Rhizoctonia* mycelium at different temperatures, the effect on germination of artificial produced *Rhizoctonia* sclerotia and on tuber borne sclerotia and finally the determination of cell wall degrading enzymes. Six potential fungal antagonists were selected as result of *in vitro* assays. All selected isolates were characterised as *Trichoderma reesei* and *T. viride* by partial 18S rDNA sequencing. Further the disease suppression effect of these isolates was tested on potato and on lettuce infected with *R. solani* in pot experiments. All *Trichoderma* isolates were able to suppress significantly the *Rhizoctonia* diseases on both crops under growth chamber conditions. Based on all results, three *Trichoderma* strains originally isolated from *Rhizoctonia* sclerotia were selected as promising candidates for biological control of *R. solani*.

*Keywords: Biocontrol, fungal antagonists, Rhizoctonia solani, Trichoderma spp.*

#### **Zusammenfassung**

Die antifungale Aktivität von insgesamt 390 bereits als Antagonisten charakterisierten Pilzisolaten wurde speziell gegen den bodenbürtigen Erreger *Rhizoctonia solani* *in vitro* und *in vivo* getestet. In Dualkultur wurden zunächst nur Antagonisten mit mykoparasitischer Aktivität selektiert. Von diesen pilzlichen Antagonisten wurde des weiteren die Effektivität der mykoparasitischen Aktivität von *Rhizoctonia*-Myzel bei verschiedener Temperatur, der Einfluss auf die Keimung von künstlich produzierten *Rhizoctonia*-Sklerotien und natürlich an Kartoffelknollen gebildeten Sklerotien sowie die Fähigkeit der Bildung von zellwandabbauenden Enzymen bestimmt. Im Ergebnis der *in vitro* Untersuchungen wurden sechs potentielle pilzliche Antagonisten selektiert. Basierend auf der partiellen 18S rDNA Sequenz wurden diese Isolate als *Trichoderma reesei* und *T. viride* charakterisiert. Die Untersuchung der krankheitsunterdrückenden Wirkung erfolgte sowohl an Kartoffeln als auch an Salat, infiziert mit *R. solani*, in Gefäßversuchen. Alle geprüften *Trichoderma* Isolate waren

in der Lage, die durch *Rhizoctonia* verursachte Krankheit an beiden Kulturen unter kontrollierten Bedingungen signifikant zu reduzieren. Im Ergebnis der Untersuchungen konnten drei *Trichoderma* Isolate, isoliert von *Rhizoctonia*-Sklerotien, als aussichtsreiche Kandidaten zur biologischen Bekämpfung von *R. solani* selektiert werden.

*Schlüsselwörter:* Biologische Bekämpfung, pilzliche Antagonisten, *Rhizoctonia solani*, *Trichoderma* spp.

## 1 Einleitung

Pilze der Gattung *Trichoderma* sind ubiquitär und weltweit in nahezu allen Böden zu finden, in dem sie zu den am häufigsten auftretenden und leicht kultivierbaren Pilzen zählen. Eine der bedeutendsten Eigenschaften von Pilzen der Gattung *Trichoderma* ist die Fähigkeit andere Pilze einschließlich Pflanzenpathogene wie *Rhizoctonia solani*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Pythium* spp. oder *Fusarium* spp. zu parasitieren (Baek et al. 1999, Howell 1982, Wells et al. 1972, Zhang et al. 1996). Bereits 1932 berichtete Weindling über diese Eigenschaften der *Trichoderma* spp. sowie deren mögliche Nutzung im Biologischen Pflanzenschutz zur Bekämpfung von bodenbürtigen Schaderregern. Da *Trichoderma* Isolate sich in ihren antifungalen Eigenschaften enorm unterscheiden können, sind zur Pathogenkontrolle kompetente *Trichoderma* Stämme zu selektieren. Diese Stämme sollten zudem eine hohe Rhizosphärenkompetenz aufweisen, d.h. sich in der Rhizosphäre etablieren, die Wurzeloberfläche besiedeln und auf der entwickelnden Wurzel wachsen können. Verschiedene kompetente *Trichoderma* Arten wurden bereits zu kommerziellen Produkten entwickelt, die das Wachstum von landwirtschaftlichen und gartenbaulichen Kulturen verbessern und einen Schutz vor Pathogenen gewährleisten (Yedidia et al. 1999, Chet 1987, Harman 2000). Die Mechanismen von *Trichoderma* spp. bei der Pathogenabwehr können sein: Mykoparasitismus, Antibiose, Konkurrenz um Nährstoffe oder Raum, Erhöhung der Stresstoleranz der Pflanze, Auslösen einer induzierten Resistenz oder Inaktivierung von Erregerenzymen. Hemmende Effekte von *Trichoderma* spp. gegen *R. solani* sind in der Literatur vielfach beschrieben (Elad et al. 1980, Baek et al. 1999, Howell 2003, Howell et al. 2000, Weindling 1934, Woo et al. 1999). In den letzten Jahren ist ein zunehmendes Auftreten von Krankheiten, verursacht durch *R. solani* nicht nur in Europa zu beobachten (Wolf & Verreet 1999, Rodrigues et al. 2003). Der Erreger *R. solani* ist, aufgrund seines breiten Wirtspflanzenkreis (mehr als 500 Pflanzenarten), seiner langen Überdauerungszeit im Boden, der hohen Resistenz der Überdauerungsorgane (Sklerotien) gegenüber diversen Umwelteinflüssen sowie des Mangels an resistenten Kulturen schwer zu bekämpfen (Li et al. 1995) und Fungizide sind ebenfalls nur eingeschränkt verfügbar. Ziel der Arbeit war es daher, pilzliche Antagonisten speziell zur Bekämpfung von Krankheiten, verursacht durch *R. solani*, zu selektieren. Die Antagonisten sollten zur Unterdrückung des Erregers an verschiedenen landwirtschaftlichen und gartenbaulichen Kulturen einsetzbar sein. Da Pilze im Gegensatz zu Bakterien eine geringere Wirtsspezifität aufweisen, wurde sich in dieser Arbeit auf die Selektion von pilzlichen Antagonisten konzentriert (Berg et al. 2005). Insgesamt 390 antagonistisch wirkende pilzliche Antagonisten, isoliert aus verschiedenen Habitaten, wie Boden, Rhizosphäre von *Rhizoctonia* Wirtspflanzen oder von *Rhizoctonia*-Sklerotien (Berg et al. 2005), wurden hinsichtlich ihrer antifungalen Wirkung gegen verschiedene *R. solani* Isolate *in vitro* und *in vivo* getestet. In Dualkultur wurden zunächst Isolate mit einer hohen mykoparasitischen Aktivität ausgewählt und in weiteren Untersuchungen deren Fähigkeit Exoenzyme zu bilden, die Sklerotienkeimung von *R. solani* zu hemmen sowie *R. solani* an Salat und Kartoffel zu unterdrücken, geprüft.

## 2 Material und Methoden

### *Einfluss pilzlicher Antagonisten auf die Überlebensfähigkeit von R. solani Myzel*

Dualkultur: Von insgesamt 390 pilzlichen Antagonisten wurde die Fähigkeit *R. solani*-Myzel zu parasitieren geprüft. Dazu wurden Kartoffel-Dextrose-Agar Platten (PDA, Merck 1.10130) im Abstand von 7 cm mit Antagonist und Pathogen beimpft (3 Wiederholungen je Pathogen-Antagonist Interaktion) und bei 20°C und 12°C für 7 Tage inkubiert. Nachfolgend wurden die Isolate, die keine oder eine hemmende Wirkung gegenüber dem Myzel von *R. solani* zeigten, von den weiteren Untersuchungen ausgeschlossen. Die Einschätzung der mykoparasitischen Aktivität erfolgte zunächst mikroskopisch (100x). Zur Beurteilung der Effektivität der mykoparasitischen Aktivität der zu testenden Antagonisten wurden aus der Überlappungszone nach fünftägiger Interaktion mit dem Pathogen Agarscheiben (Ø 5 mm) ausgeschnitten und auf Wasseragar ausgelegt und der Auswuchs von *R. solani*-Myzel nach 1-2 Tagen mikroskopisch beobachtet.

### *Bildung von Exoenzymen durch die pilzlichen Antagonisten*

Chitinasen: Der Nachweis chitinolytischer Aktivität erfolgte auf einem Mineralsalzagar, dem 1 % kolloidales Chitin zugesetzt war. Die zu testenden Pilzisolat wurden in der Mitte der Agarplatte aufgebracht. Ein Abbau des Chitins ist durch die Klärung des Agars im Umkreis der Kolonien infolge des Abbaus der Chitinpartikel erkennbar.

β-1,3-Gucanasen: Der Nachweis glucanolytischer Aktivität erfolgte ebenfalls auf einem Mineralsalzagar, dem 1 % Glucan (AZCL-Barley β-Glucan [Megazyme, Ireland]) zugesetzt wurde. Beim Abbau von Glucan wird der Farbstoff gelöst und diffundiert in den Agar.

Proteasen: Der Nachweis proteolytischer Aktivität erfolgte auf einem Medium, dem 0,4 % Gelatine zugesetzt waren. Nach Inkubation für 5-7 Tage bei 20°C klärt sich der sonst opake Agar infolge des Abbaus der Gelatine um die Kolonie herum auf.

### *Einfluss der pilzlichen Antagonisten auf die Keimung von R. solani Sklerotien*

Die Untersuchung des Einflusses auf die Keimung von *in vitro* auf PDA gebildeten Sklerotien von *R. solani* erfolgte nach Mukherjee et al. (1999). Dazu wurden *R. solani* Sklerotien auf 6 Tage alten mit dem zu testenden Antagonisten bewachsenen PDA Kulturen platziert, bei 20°C inkubiert und nach 14, 28 und 35 Tagen entnommen und auf Wasseragar transferiert, um mikroskopisch (100x) den Auswuchs von *R. solani* Myzel zu beobachten. Je Isolat wurden drei Wiederholungen mit je 8 *R. solani*-Sklerotien untersucht.

Zur Prüfung des Einflusses der Antagonisten auf die Keimung von auf Kartoffelknollen gebildeten Sklerotien wurden diese mit einer Konidien suspension ( $10^8$  Konidien /ml, 25 ml Suspension für 25 Knollen) behandelt und bei 20°C in Plastiktüten gelagert. In der Kontrollvariante wurden die Knollen entsprechend mit Leitungswasser benetzt. Nach einer Inkubationszeit von 42 Tagen wurden die Sklerotien von den Knollen entnommen und auf Wasseragar platziert, um ebenfalls mikroskopisch (100x) das Auskeimen von *R. solani*-Myzel zu beobachten.

### *Krankheitsunterdrückende Wirkung in vivo*

Salat: Die Anzucht der Salatjungpflanzen 'Daguan' erfolgte bis zum 2-3 Blattstadium in Pikierpaletten bei 20/15°C (Tag/Nacht). Im 3 Blattstadium wurden die Jungpflanzen in Töpfe (10x10x10 cm, eine Pflanze je Topf), gefüllt mit 'Fruhsdorfer Einheitserde' Typ P [chemische Analyse (mg/100g) N = 75; P = 75; K = 125; pH 5,9] gepflanzt. Jede Variante umfasste sechs Wiederholungen mit jeweils vier Pflanzen, die in der Klimakabine (16 h Licht 500  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , 20/15°C, 60/80 % rel. Luftfeuchtigkeit Tag/Nacht) randomisiert aufgestellt wurden.

Zum Zeitpunkt der Pflanzung erfolgte die Inokulation der Jungpflanzen mit *R. solani* (Isolat 7/3) in Form von bewachsenen Getreidekörnern (5 Körner je Pflanze). Während der Kultur wurde wöchentlich die Anzahl infizierter Pflanzen ermittelt und nach einer Kulturdauer von vier Wochen die Trockenmasse (TM) der Salatpflanzen.

Behandlung mit den pilzlichen Antagonisten: Sieben Tage vor der Pflanzung wurden die Salatkeimlinge im 2 Blattstadium mit 5 ml Konidiensuspension ( $10^3$  Konidien/ml) der entsprechenden pilzlichen Antagonisten behandelt. Das Substrat ('Fruhsdorfer Einheitserde') wurde ebenfalls mit den Antagonisten vor der Pflanzung behandelt. Dazu wurden die zuvor in einem Substratgemisch kultivierten Antagonisten jeweils im Verhältnis (1:10, Antagonist: Substrat) in die 'Fruhsdorfer Erde' eingemischt.

Herstellung der Konidiensuspensionen: Die pilzlichen Antagonisten wurden 3 Wochen bei Raumtemperatur auf PDA kultiviert. Während dieser Zeit war eine ausreichende Sporulation der Pilz-Kulturen gegeben. Zur Herstellung der Konidiensuspensionen wurden die Konidien mit 10 ml physiologischer Kochsalzlösung (0,3 %) von der Agaroberfläche abgeschwemmt. Die Bestimmung der Konidienzahl erfolgte mikroskopisch durch Auszählen mittels Thomakammer.

Anzucht der Antagonisten im Substratgemisch: Die Anzucht der pilzlichen Antagonisten erfolgte in einem Gemisch aus Maismehl und Einheitserde (MEG, 1:1). Das MEG (260 ml) wurde mit 26 ml Konidiensuspension ( $10^6$  Konidien/ml) der entsprechenden Antagonisten beimpft und 2 Wochen bei 25°C im Dunkeln inkubiert.

Kartoffel: Die Untersuchung der krankheitsunterdrückenden Wirkung der pilzlichen Antagonisten gegen *R. solani* an der Kartoffel erfolgte in Anlehnung an eine Methode von Carling und Leiner (1990). In zwei Versuchen wurde die Wirkung zum einen nach Bodenapplikation mit den pilzlichen Antagonisten und künstlicher Inokulation der Knollen mit *R. solani* (Versuch I) und zum anderen nach Boden- und Knollenapplikation mit den pilzlichen Antagonisten an natürlich mit Sklerotien befallenen Kartoffelknollen (Befallsstärke 10 %) (Versuch II) geprüft. In beiden Versuchen wurde das Bodengemisch ('Fruhsdorfer Erde' und Quarzsand, 1:1 v/v) eine Woche vor dem Pflanzen der Knollen in die Töpfe mit einer Konidiensuspension (10 ml/l Bodengemisch,  $10^7$  Konidien/ml) der entsprechenden pilzlichen Antagonisten beimpft und bei Raumtemperatur inkubiert. Die natürlich mit Sklerotien befallenen Kartoffelknollen wurden vor der Pflanzung mit einer Konidiensuspension ( $10^7$  Konidien/ml) der Antagonisten benetzt. Im Versuch I dienten mit *R. solani* bewachsene Getreidekörner als Inokulum, die über den mit Boden bedeckten Kartoffelknollen platziert wurden.

Nach einer Kulturdauer von 3 Wochen im Dunkeln wurde die Befallsstärke wie folgt bonitiert: 1 = keine Symptome, 2 = einzelne bzw. geringe Anzahl an Läsionen, < 5 mm, 3 = mittlere Schädigung, Läsionen > 5 mm und um gesamten Keimstängel, 4 = starke Schädigung, meisten Keimstängel abgestorben, 5 = alle Keimstängel abgestorben.

### Molekulare Charakterisierung der Antagonisten

Pilzliche DNA wurde aus Myzel von 7 Tage alten Kulturen, gewachsen auf PDA, extrahiert (Berg et al. 2005). Zur Amplifikation der 18S rRNA wurden in einer PCR die für Pilze spezifischen Primer NS1 (5'-GTA GTC ATA TGC TTG TCT C-3') und FR1 (5'-AIC CAT TCA ATC GGT AIT-3') genutzt (Vainio & Hantula 2000). Die mit QIAquick Gel Extraktionskit (QIAGEN, Hilden) aufgereinigten PCR-Produkte wurden durch GATC Biotech AG (Konstanz) sequenziert (Grosch et al. 2006).

### 3 Ergebnisse und Diskussion

Von den 390 pilzlichen Antagonisten zeigten letztlich 18 Isolate eine mykoparasitische Aktivität gegenüber den getesteten *R. solani* Isolaten (RS3/3 and RSW4) (Tabelle 1). Innerhalb von 5 Tagen waren lediglich acht Antagonisten in der Lage durch Parasitierung das Myzel von *R. solani* bei 20°C vollständig zu unterdrücken und nur vier Isolate zeigten diese Wirkung auch bei 12°C. Alle acht Isolate bildeten Glucanase und Protease *in vitro*, während Chitinase nur von den Isolaten P4 und P8 produziert wurde. Aufgrund der geringen Parasitierungsrate bei 12°C, als relevante Bodentemperatur, wurden die Isolate P7 und P8 nicht in die weiteren Versuche einbezogen. Die geringe Zahl von Antagonisten mit einer effektiven Wirkung gegen *R. solani* könnte Ausdruck von isolatpezifischen Mechanismen in der Pathogen-Antagonist Interaktion sein.

Tabelle 1: Überlebensfähigkeit von *Rhizoctonia solani* (R.s.)-Myzel (Isolate RS3/3 and RSW4) auf Wasseragar nach fünftägiger Interaktion mit einem pilzlichen Antagonisten sowie die Fähigkeit der Bildung lytischer Enzyme

Isolat	Spezies	Auswuchs von <i>R. s.</i> Myzel [%]				Bildung lytischer Enzyme <sup>1</sup>		
		20°C		12°C		Chitinase	Glucanase	Protease
		RS3/3	RSW4	RS3/3	RSW4			
P2	<i>Trichoderma reesei</i>	0	0	0	0	-	+	+
P3	<i>T. viride</i>	0	0	0	0	-	+	+
P4	<i>T. viride</i>	0	0	2.3	33.3	+	+	+
P7	<i>T. reesei</i>	0	0	100	88.9	-	+	+
P8	<i>T. viride</i>	0	0	88.9	88.9	+	+	+
P9	<i>T. reesei</i>	0	0	0	0	-	+	+
P10	<i>T. viride</i>	0	0	0	33.3	-	+	+
P11	<i>T. viride</i>	0	0	0	0	-	+	+

<sup>1</sup> + Bildung des Enzyms, - keine Enzymbildung

Überraschend ist, dass die selektierten pilzlichen Antagonisten mit mykoparasitischer Aktivität gegen *R. solani* zur Gattung *Trichoderma* gehören, obwohl eine Vielzahl an natürlich vorkommenden pilzlichen Antagonisten, z.B. der Gattung *Monographella*, *Paecilomyces* und *Penicillium*, in die Untersuchungen einbezogen wurden (Berg et al. 2005).

Die selektierten Isolate wurden als *Trichoderma viride* und *T. reesei* charakterisiert (Grosch et al. 2006). Die Ergebnisse der Untersuchungen unterstützen, dass *Trichoderma* spp. isolatspezifische Mechanismen in der Interaktion mit Pathogenen aufweisen, die jedoch bisher nicht vollständig verstanden sind (Harman et al. 2004).

Die Versuche zum Einfluss der Antagonisten auf die Sklerotienkeimung von *R. solani* zeigten, dass die geprüften sechs Isolate sowohl nach Interaktion mit Sklerotien auf PDA als auch auf Kartoffelknollen nach 14 Tagen bzw. 42 Tagen die Keimung signifikant reduzierten (Tabelle 2).

Tabelle 2: Wirkung pilzlicher Antagonisten auf die Keimung von *R. solani* (*R.s.*)-Sklerotien auf PDA-Medium nach 14 Tagen und auf Kartoffelknollen nach 42 Tagen bei 20°C

Isolat	Keimung von <i>R. s.</i> -Sklerotien nach Inkubation auf	
	Auf PDA nach 14 d [%]	Auf Kartoffelknollen nach 42 d [%]
Kontrolle	100	94,2
P2	8,3*	45,8*
P3	41,6*	50,0*
P4	41,7*	45,8*
P9	0*	33,3*
P10	41,7*	29,2*
P11	45,8*	29,2*

\*Signifikanter Unterschied im Vergleich zur Kontrolle nach dem LSD-Test ( $P = 0,05$ ).

Der Erreger *R. solani* überdauert als Sklerotien über viele Jahre im Boden, die aufgrund der vollständigen Melanisierung gegenüber diversen Umweltbedingungen sehr resistent sind. Eine Hemmung der Sklerotienkeimung im Boden würde der Erregerentwicklung entgegenwirken und könnte die Infektionsrate und langfristig das Erregerinokulum im Boden reduzieren.

Zu prüfen ist, ob durch die Behandlung von Kartoffelknollen mit entsprechend effektiven Antagonisten das Erregerwachstum während der Lagerhaltung deutlich eingeschränkt werden kann. Untersuchungen zeigen, dass die Anzahl der Sklerotien auf den Knollen während der Lagerung zunimmt (Chand & Logan 1984). Eine prophylaktische Behandlung der Knollen während der Lagerung mit einem Mykoparasiten als Teil einer Pflanzenschutzstrategie kann sowohl der Verbreitung des Erregers als auch die von der Knolle ausgehende Primärinfektion reduzieren oder verhindern. Dazu sind jedoch entsprechende Lagerversuche mit anschließenden Feldversuchen notwendig.

Die Inokulation von Salat mit *R. solani* führte zu einer signifikanten Wachstumshemmung innerhalb von 4 Wochen (Abb. 1). Durch die Behandlung mit den pilzlichen Antagonisten konnte der Einfluss von *R. solani* auf die Trockenmasse von Salat komplett kompensiert werden. In allen Varianten mit pilzlichen Antagonisten waren keine signifikanten Unterschiede in der Trockenmasse von Salat im Vergleich zur Kontrolle festzustellen. Eine Infektion der Salatpflanzen mit *R. solani* konnte nicht verhindert werden. Die Befallshäufigkeit war jedoch in den Varianten, behandelt mit pilzlichen Antagonisten, 2 Wochen nach Inokulation von *R. solani* deutlich reduziert, während in der Pathogenkontrolle (*R.s.*) alle Pflanzen infiziert waren (Abb. 2). Im Vergleich zur Pathogenkontrolle war die Befallshäufigkeit nach Behandlung mit den Antagonisten P4, P10 und P11 signifikant vermindert.

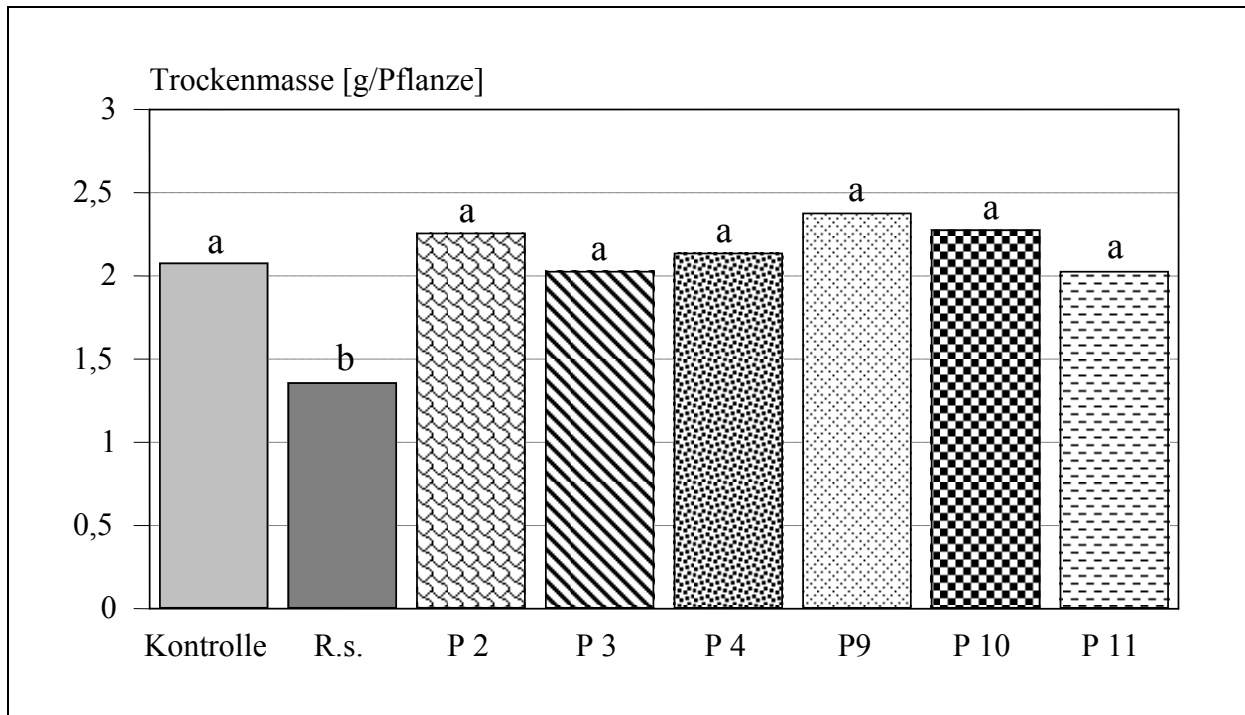


Abbildung 1: Einfluss pilzlicher Antagonisten auf die Trockenmasse von Salat 'Daguan' 4 Wochen nach Inokulation mit *R. solani* (R.s., Isolat 7/3) unter kontrollierten Bedingungen (20/15°C, Tag /Nacht). Mit gleichen Buchstaben gekennzeichnete Werte unterscheiden sich nicht signifikant nach dem Tukey-Test ( $P = 0,05$ ).

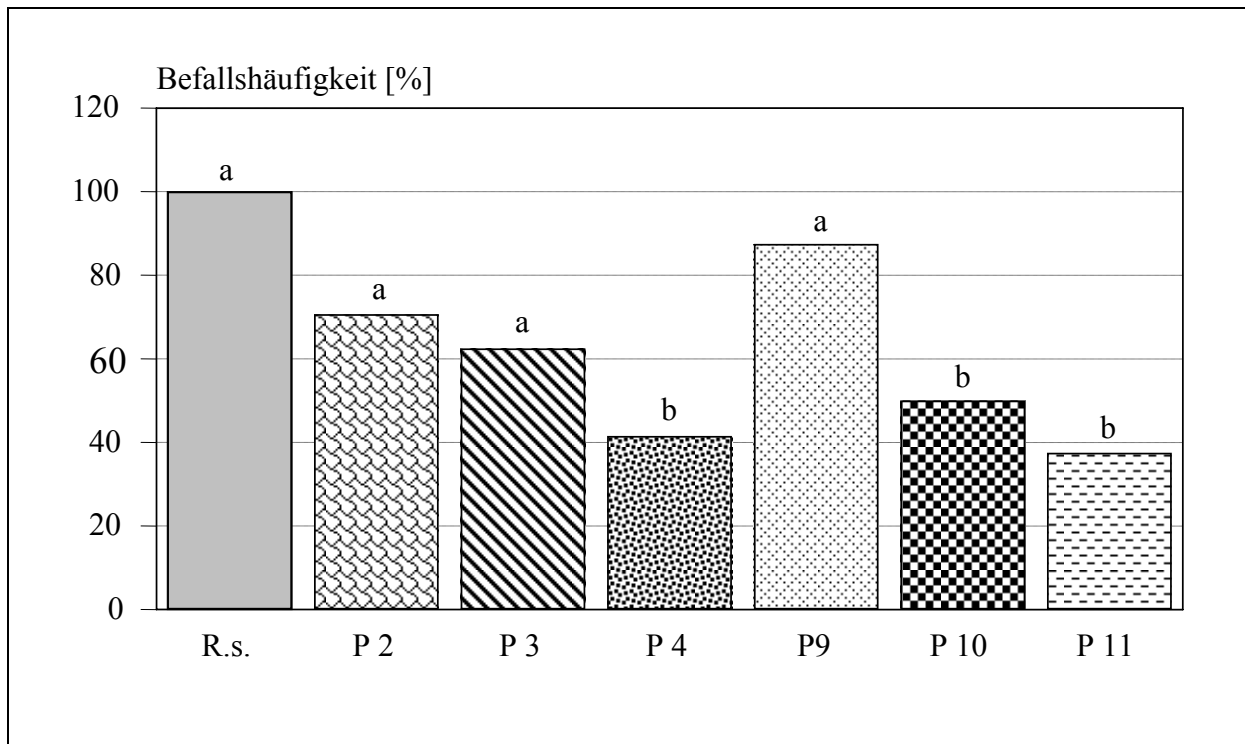


Abbildung 2: Wirkung pilzlicher Antagonisten auf die Befallshäufigkeit von Salat 'Daguan' mit *R. solani* (R.s., Isolat 7/3) 2 Wochen nach der Inokulation unter kontrollierten Bedingungen (20/15°C, Tag/Nacht). Mit gleichen Buchstaben gekennzeichnete Werte unterscheiden sich nicht signifikant nach dem Tukey-Test ( $P = 0,05$ ).

Auch an der Kartoffel war der Befall an den Keimen mit *R. solani* nach Behandlung mit pilzlichen Antagonisten signifikant reduziert (Abb. 3). Nach einer Kulturdauer von 3 Wochen war in beiden Versuchen ein mittlerer Befall zu beobachten. Im Versuch I wurde eine Befallsstärke mit *R. solani* von 2,7 und im Versuch II von 2,3 an den Keimen ermittelt. Nach künstlicher Inokulation von *R. solani* und Applikation der pilzlichen Antagonisten in den Boden (Versuch I) war eine im Durchschnitt stärkere Befallsreduktion (35,3 %) im Vergleich zum Versuch II (28,5 %) mit natürlich infizierte Kartoffelknollen zu beobachten. Im Versuch II erfolgte sowohl eine Boden- als auch Knollenapplikation mit den pilzlichen Antagonisten, während der Erreger im Versuch I als Myzel inokuliert wurde. Vermutlich wurde das Myzel durch die Antagonisten effektiver parasitiert im Gegensatz zu den Sklerotien.

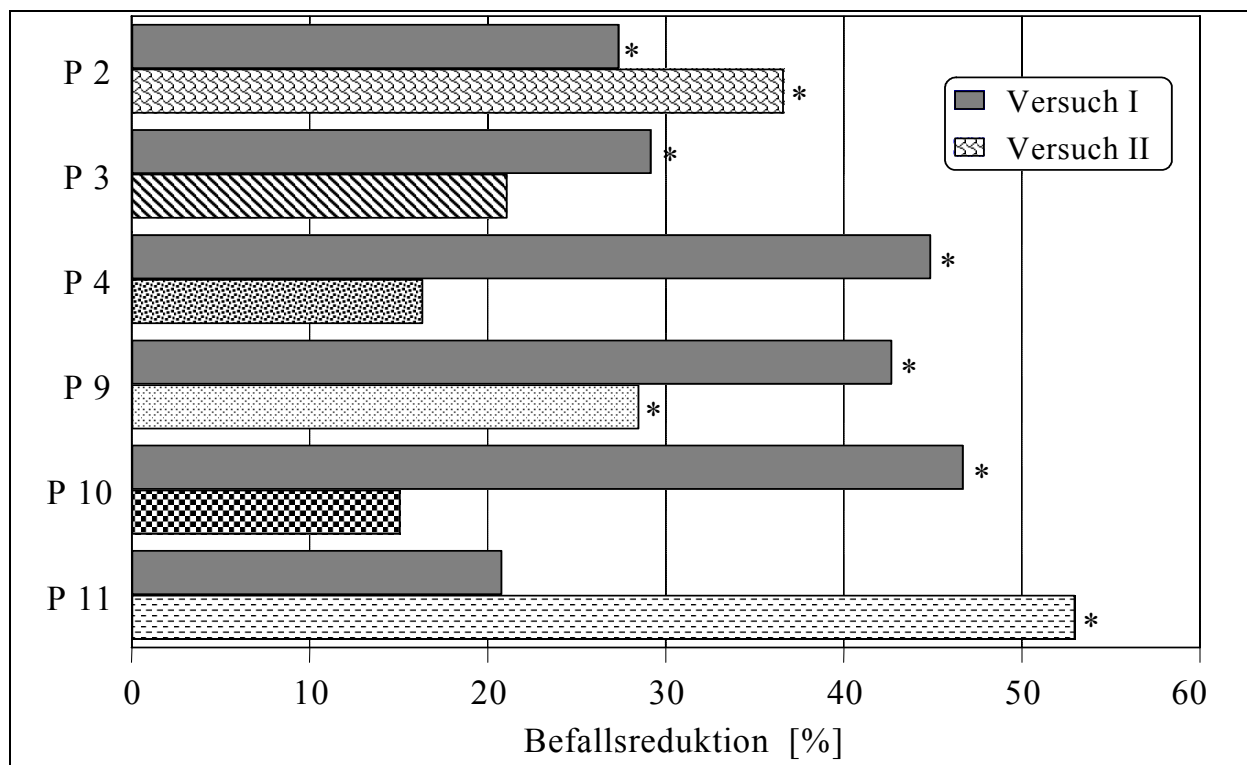


Abbildung 3. Reduktion des Befalls von Kartoffelkeimen mit *R. solani* nach Behandlung mit pilzlichen Antagonisten als Bodenapplikation und künstlicher Inokulation mit *R. solani* (Ben3) (Versuch I) und Boden- und Knollenapplikation von natürlich mit Sklerotien befallenen Knollen (Versuch II), 21 Tage nach der Inokulation. \*Signifikanz im Vergleich zur Pathogenkontrolle, Kruskal-Wallis Test ( $P < 0,05$ ).

Im Ergebnis aller *in vitro* und *in vivo* Untersuchungen zeigten die Isolate P9, P10 und P11 die besten antifungalen Effekte gegen *R. solani*. Diese Isolate wurden von *R. solani*-Sklerotien auf Kartoffelknollen isoliert. Das Potential von ökologischen Nischen als Quelle von Antagonisten wurde ausführlich von Opelt und Berg (2004) diskutiert. Insgesamt sind weitere Versuche sowohl an Salat als auch an Kartoffeln notwendig, in denen die krankheitsunterdrückende Wirkung der Antagonisten in Abhängigkeit von der applizierten Keimzahl, des Applikationszeitpunktes und der Applikationshäufigkeit untersucht wird. Durch eine geeignete Formulierung kann die Effektivität der Antagonisten entscheidend beeinflusst werden.



#### 4 Literatur

- Baek J.M., Howell C.R., Kenerley C.M. 1999. The role of extracellular chitinase from *Trichoderma virens* Gv29-8 in the biocontrol of *Rhizoctonia solani*. *Curr. Genet.* 35, 41-50.
- Berg G., Zachow C., Lottmann J., Götz M., Smalla K. 2005. Impact of soil type and plant species on rhizosphere-associated fungi antagonistic to *Verticillium dahliae* Kleb. *Appl. Environ. Microbiol.* 71, 4203-13.
- Carling D.E., Leiner R.H. 1990. Effect of temperature on virulence of *Rhizoctonia solani* and other *Rhizoctonia* on potato. *Phytopathology* 80, 930-934.
- Chand T., Logan C. 1984. Post-harvest development of *Rhizoctonia solani* its penetration of potato tubers in North Ireland. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 82, 615-619.
- Elad Y., Chet I., Katan J. 1980. *Trichoderma harzianum*: A biocontrol agent effective against *Sclerotium rolfsii* and *Rhizoctonia solani*. *Phytopathology* 70: 119-121
- Grosch R., Scherwinski K., Lottmann J., Berg G. 2006. Fungal antagonists of the plant pathogen *Rhizoctonia solani*: selection, control efficacy and influence on the indigenous microbial community. *Mycol. Res.* 110, 1464-1474.
- Harman G.E. 2000. Myths and dogmas of biocontrol: Changes in perceptions derived from research on *Trichoderma harzianum* T-22. *Plant Dis.* 84, 377-393.
- Harman G.E., Howell C.R., Viterbo A., Lorito M. 2004. *Trichoderma* species – opportunistic, avirulent plant symbionts. *Nature Reviews* 2, 43-56.
- Howell C.R. 2003. Mechanisms employed by *Trichoderma* species in the biological control of plant diseases: the history and evolution of current concepts. *Plant Dis.* 87, 4-10.
- Li Z., Pinson S.R.M., Marchetti M.A., Stansel J.W., Park W.D. 1995. Characterization of quantitative trait loci (QTLs) in cultivated rice contributing to field resistance to sheath blight (*Rhizoctonia solani*). *Theor. Appl. Genet.* 91, 382-388.
- Mukherjee P.K., Mukhopadhyay A.N., Sarmah D.K., Shrestha S.M. 1999. Comparative antagonistic properties of *Gliocladium virens* and *Trichoderma harzianum* on *Sclerotium rolfsii* and *Rhizoctonia solani* - its relevance to understanding the mechanisms of biocontrol. *J. of Phytopathol.* 143, 275-279.
- Opelt K., Berg G. 2004. Diversity and antagonistic potential of bacteria associated with bryophytes from nutrient – poor habitats of the Baltic Sea coast. *Appl. Environ. Microbiol.* 70, 6569-6579.
- Vainio E.J., Hantula J. 2000. Direct analysis of wood-inhabiting fungi using denaturing gradient gel electrophoresis of amplified ribosomal DNA. *Mycol. Res.* 104, 927-936.
- Weindling R., 1932. *Trichoderma linorum* as a parasite of other soil fungi. *Phytopathology* 22, 837-845.

- Wolf P.F.J., Verreet J.-A. 1999. Untersuchungen zur Epidemiologie und Schadrelevanz der *Rhizoctonia*-Rübenfäule (*Rhizoctonia solani* Kühn). Gesunde Pflanzen 51 (5): 133-140.
- Woo S.L., Donzelli B., Scala F., Mach R., Barman G.E., Kubicek C.P., Del Sorbo G., Lorito M. 1999. Disruption of the *ech42* (endochitinase-encoding) gene affects biocontrol activity in *Trichoderma harzianum* P1. Mol. Plant-Microbe Interact. 12, 419-429.
- Yedida I., Benhamou N., Chet I. 1999. Induction of defence responses in cucumber plants (*Cucumis sativus* L.) by the biocontrol agent *Trichoderma harzianum*. Appl. Environ. Microbiol. 65, 1061-1070.

## Virulenz verschiedener Rassen von *Ustilago avenae* gegenüber Hafer (*Avena sativa*)

### Virulence of *Ustilago avenae* pathotypes in oat (*Avena sativa*)

MATTHIAS HERRMANN<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen, Institut für landwirtschaftliche Kulturen, OT Groß Lüsewitz, Rudolf-Schick-Platz 3a, D-18190 Sanitz

E-Mail: m.herrmann@bafz.de

#### Abstract

To prevent losses due to loose smut, growing of resistant oat cultivars is the most effective and ecological way. In this paper results of virulence pattern of different races of *Ustilago avenae* are presented.

Seeds were inoculated using a vacuum-based method. Inoculation was done at -1000 mbar vacuum pressure, and with an aqueous spore suspension of 1 g/litre. Plants were cultivated under glasshouse conditions, to ensure a high infection pressure.

After two or three multiplication steps of smut collections from Germany and one from Canada on different cultivars, four smut pathotypes with different virulence pattern were found. Out of the two German collections, three distinct races were developed. The Canadian collection seemed to be more homogeneous, indicated by lower differences between the three selections. Nineteen differential lines were highly resistant to smut races out of German collections, which exhibited a lower virulence complexity than the Canadian selections.

*Key words: Avena sativa, resistance, virulence, smut*

#### Zusammenfassung

Haferflugbrand (*Ustilago avenae*), eine bedeutsame Pilzkrankheit insbesondere in der ökologischen Saatguterzeugung, kann am effektivsten durch die Züchtung und Nutzung resistenter Sorten vorbeugend bekämpft werden. In der vorliegenden Studie wird die Virulenz verschiedener Flugbrandrassen an einem erweiterten Differenzialsortiment beschrieben.

Ausgehend von zwei deutschen und einer kanadischen Flugbrandherkunft wurden über eine zwei- bzw. dreifache Vermehrung des Pilzes auf teilresistenten Hafersorten verschiedene Flugbrandrassen entwickelt. Zur Virulenzprüfung mit einem Differenzialsortiment wurde das Saatgut unter Vakuum in einer wässrigen Sporensuspension (1g/l) inokuliert und im Gewächshaus ausgelegt.

Anhand der Befallswerte des Differenzialsortimentes kann geschlussfolgert werden, dass aus den beiden deutschen Flugbrandherkünften drei Rassen isoliert wurden. Die kanadische Flugbrandherkunft erwies sich als homogener, da zwischen den drei selektierten Vermehrungen nur geringe Virulenzunterschiede festgestellt wurden. Neunzehn

Differenziallinien sind hochresistent gegenüber den Flugbrandrassen aus Deutschland, die eine geringere Virulenzkomplexität als die kanadische Rasse besitzen.

*Schlüsselwörter: Avena sativa, Resistenz, Virulenz, Flugbrand*

## **1 Einleitung**

Haferflugbrand ist eine samenbürtige Pilzkrankheit, die vor der Einführung der quecksilberhaltigen Beizmittel zu den wichtigsten Haferkrankheiten in Deutschland gehörte (Schattenberg 1934). Auch heute noch tritt Haferflugbrand dort auf, wo auf Saatgutwechsel und Beizung verzichtet wird (Menzies 2001, Wilcoxson und Stuthman 1993). Ein hohes Schadenpotenzial besitzen die Brandpilze in der ökologischen Saatguterzeugung, da selbst wenige brandige Einzelpflanzen im Bestand zur Aberkennung der Vermehrung führen. Ein erblicher Schutz in Form der Resistenz stellt nach wie vor den geeignetsten Weg zur Schadenverbeugung dar. Um genetisch verschiedene Resistenzquellen in die überwiegend anfälligen aktuellen Hafersorten (Herrmann 2004, Herrmann und Leithold 2005) einkreuzen zu können, sind Informationen über den genetischen Hintergrund der Resistenz nützlich. In der vorliegenden Arbeit werden Ergebnisse zur Entwicklung definierter Flugbrandrassen vorgestellt, die eine Voraussetzung für genetische Studien darstellen.

## **2 Material und Methoden**

Zur Gewinnung definierter Flugbrandrassen wurde die selektive Wirkung der Resistenz der Wirtspflanze auf das Flugbrandgemisch genutzt (Nicolaisen 1935). Ausgangspunkt war ein Virulenztest mit den drei vorhandenen Flugbrandherkünften (D1 = Dottenfelder Hof; D2 = Darzau; K1 = Isolation von Saatgut der Differenziallinie CI5575 aus Kanada) auf einem Differenzialsortiment (Tab. 1). Die Flugbrandernte teilbefallener Sorten wurde zur Inokulation der jeweils beernteten Sorte verwendet. Diejenigen Flugbrandvermehrungen, die eine gewisse Zunahme oder Konstanz des Befalls erkennen ließen, wurden 2005 ein drittes Mal auf ihrer Sorte vermehrt und parallel auf einem anfälligen Haferstamm, um genügend Inokulum für spätere Versuche zu gewinnen. Bei den Isolaten FB6, FB7 und FB8 war die Sporenernte der dritten Vermehrung zu gering für den anschließenden Virulenztest, weshalb für diesen die Sporen aus der parallel erfolgten Vermehrung auf dem flugbrandanfälligen Haferstamm verwendet wurden. Somit liegt hier nur die zweimalige Passage über die Ausgangssorte vor (Tab. 1).

Für den Virulenztest wurden 20 Karyopsen von jedem Prüfglied in 10 ml gelochte Cryo-Röhrchen je Flugbrandvermehrung und Wiederholung gefüllt und unter Vakuum mit einer Sporenkonzentration von 1,0 g/l H<sub>2</sub>O inokuliert. Dazu wurden in Anlehnung an die Methode von Nielsen (1977) 10l-Vakuumflaschen verwendet, die über Vakuumschläuche untereinander und mit einer Vakuumpumpe verbunden sind. Mehrere Absperrhähne ermöglichen das kontrollierte Ein- und Absaugen der Inokulumsuspension nach zehnmütiger Infiltration des Saatgutes bei -1000 mbar Vakuumdruck.

Die Versuche wurden im Gewächshaus in QuickPot-Baumschulplatten (Firma Hermann Mayer), gefüllt mit „Einheitserde“, ausgelegt. Der Virulenztest wurde als randomisierte Blockanlage mit zwei Wiederholungen angelegt und die Befallsdaten mit PLABSTAT (Utz 2001) statistisch verrechnet.

*Tabelle 1: Virulenz von 7 Flugbrandvermehrungen nach zwei bzw. drei Vermehrungszyklen von 3 Flugbrandherkünften (D1 = Dottenfelder Hof; D2 = Darzau; K1 = Isolation von Saatgut der Differenziallinie CI5575 aus Kanada) auf einem Differenzialsortiment*

Differenzialsorte	Flugbrandherkunft und Anzahl Vermehrungszyklen auf Sorte						
	D1 3x Camas	D1 3x Camas	D1 2x Clintland	D2 2x Dumont 68	K1 3x Neklan	K1 3x Nicol	K1 2x Boxer
	Befall in Prozent (LSD <sub>5%</sub> = 19 %)						
	D1-FB1	D1-FB2	D1-FB6	D2-FB7	K1-FB4	K1-FB5	K1-FB8
Anthony	0	0	2	0	85	76	70
Black Diamond	0	0	24	19	24	13	11
Victory	94	80	90	89	78	66	81
Gothland	0	0	0	0	44	20	14
Monarch	0	0	4	0	96	83	61
Camas	77	33	0	6	4	0	5
Black Mesdag	0	0	0	0	0	0	0
Atlantic	0	0	12	0	70	52	39
Fulghum	0	0	6	0	9	2	0
Clintland	0	2	27	2	26	47	32
Nicol	0	2	0	0	23	25	22
IL 79-4924	0	0	9	0	80	86	78
CI5575	77	77	87	59	79	67	56
Markton	0	0	0	0	0	0	0
AC Belmont	0	0	0	0	0	0	0
AC Preakness	0	0	0	0	0	4	2
AC Lotta	0	0	0	0	6	0	0
CDC Boyer	43	51	43	51	74	50	88
Derby	0	0	6	0	83	75	73
Robert 68	0	0	0	0	0	3	0
Dumont 68	0	0	3	0	2	7	0
OT297	0	0	0	0	0	0	0
OT296	0	0	28	0	4	2	7
Lochows Gelbh.	88	90	0	0	37	67	62
Lischower. Früh.	0	0	3	0	26	40	34
Flämingstip	4	2	50	13	59	33	55
Boxer	0	0	4	0	38	29	24
Skrzat	0	0	34	21	83	78	41
Komes	6	9	4	2	51	56	40
Hamel	0	4	0	0	26	28	23
Mittelwert	13	12	15	9	35	34	31

### 3 Ergebnisse und Diskussion

Aus der Flugbrandherkunft D1 sind nach zweifacher Passage über die Sorte 'Clintland' bzw. dreifacher Vermehrung auf 'Camas' zwei Rassen mit signifikant verschiedener Virulenz entstanden (Tab. 1). So sind die Flugbrandrassen D1-FB1 und D1-FB2 mit nahezu identischem Virulenzmuster erheblich virulenter gegenüber 'Camas' und der Sorte 'Lochows Gelbhafer' als die Rasse D1-FB6, die wiederum auf den Differenziallinien 'Black Diamond', 'Clintland', OT296, 'Flämingstip' und 'Skrzat' stärkeren Befall erreicht. Die Sorte 'Camas' verfügt als Selektion aus der Kreuzung 'Markton' x 'Victoria' über eines der beiden Resistenzgene von 'Markton' (Menzies 2001). Bemerkenswert ist die hohe Virulenz von

Rasse D1-FB1 für 'Camas', die ansonsten von keiner kanadischen Flugbrandrasse befallen wird (Menzies 2001).

Die Rasse D2-FB7 besitzt die geringste Virulenzkomplexität unter den geprüften Rassen und unterscheidet sich von D1-FB1 bzw. D1-FB6 in der Virulenz für die Sorten 'Black Diamont', 'Camas', 'Clintland', OT296, 'Lochows Gelbhafer', 'Flämingstip' und 'Skrzat'. Das Ergebnis mit D2-FB7, dass nach zweimaliger Passage in der Sorte 'Dumont 68' keine Zunahme der Virulenz gefunden wurde, kann verschiedene Ursachen haben. Neben einer unbekanntenen, wenn auch als gering anzunehmenden Inhomogenität der Hafersorte, was für die wenigen während der Vermehrung auftretenden brandigen Rispen die Ursache sein könnte, kommt auch noch die Homogenität in der Virulenz der Flugbrandrasse bei insgesamt schwacher Virulenz für 'Dumont 68' in Betracht.

Die kanadische Flugbrandherkunft K1 wurde auf Sorten vermehrt, deren Resistenzniveau zu Beginn der Arbeiten höher eingestuft wurde. Beim Vergleich der Rassen K1-FB4, K1-FB5 und K1-FB8 sind keine großen Virulenzunterschiede zu erkennen, selbst wenn signifikante Befallsunterschiede im Anfälligkeitsbereich bei einigen Sorten zu verzeichnen sind. Für eine sichere Unterscheidung der drei Vermehrungen reichen diese Unterschiede nicht aus und ein weiterer Vermehrungs- und Prüfungszyklus wäre notwendig, um hier gesicherte Aussagen ableiten zu können.

Zur Virulenzveränderung nach Vermehrung der Flugbrandherkünfte auf anfälligen oder teilresistenten Hafersorten liegen mehrere langjährige Studien vor (Nicolaisen 1934, Sampson and Western 1938, Schattenberg 1934). Als biologische Basis für die Veränderungen wird der heterogene Status der Herkünfte diskutiert, was auch durch die sexuelle Verschmelzung der Sporidien vor der Infektion des Haferkeimlings gefördert wird.

Aus Deutschland sind bisher nur zwei schwachvirulente Flugbrandherkünfte bekannt. Das als positiv zu wertende, seltene Vorkommen des Haferflugbrandes sollte nicht darüber hinwegtäuschen, dass der Pilz in der ökologischen Züchtung und Saatguterzeugung ein großes Schadenpotenzial besitzt und auch in einer extensiven Landwirtschaft schnell zur Problemkrankheit werden kann. Mit der Resistenzzüchtung kann dem auf ökologische Weise nachhaltig vorgebeugt werden.

#### **4 Zusammenfassung**

Für den ökologischen Anbau von Hafer gibt es bislang keine hochwirksamen Bekämpfungsmöglichkeiten gegen den samenbürtigen Flugbrand, weshalb im Rahmen eines dreijährigen Projektes grundlegende Fragen der Resistenzzüchtung zu beantworten waren. Eines der Ziele bestand in der Entwicklung definierter Flugbrandrassen, welche mit dem vorliegenden Beitrag beschrieben werden.

Zur Virulenzprüfung mit einem Differenzialsortiment und für die Spaltungsanalysen wurde das Saatgut unter Vakuum (-1000 mbar) in einer Sporensuspension (1 g/l) inokuliert.

Über eine zwei- bzw. dreifache Vermehrung auf rassenspezifisch resistenten Sorten wurden drei Flugbrandherkünfte (D1 = Dottenfelder Hof; D2 = Darzau; K1 = Isolat aus Kanada) der selektiven Wirkung der Resistenzen ausgesetzt. Die Prüfung der daraus entstandenen Flugbrandvermehrungen mit einem Differenzialsortiment zeigte, dass lediglich aus der D1-Herkunft zwei verschiedene Rassen generiert wurden. Insgesamt stehen somit vier

virulenzdefinierte Rassen zur Verfügung, von denen die kanadische Rasse die höchste Virulenzkomplexität besitzt.

## 5 Literatur

- Herrmann, M. (2004): Untersuchung europäischer Sorten und genetischer Ressourcen des Hafers auf Resistenz gegen den Haferflugbrand. Ressortforschung für den ökologischen Landbau 2004; Statusseminar 5. März 2004, BBA, Kleinmachnow, Sonderheft 273: 21-26
- Herrmann M. und B. Leithold (2005): Aktuelle Ergebnisse zur Flugbrandresistenz von Nackthafer. In: Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Kassel, 1.-4. März 2005, Hrsg.: J. Heß und G. Rahmann: 113-114
- Menzies, J.G. (2001): Virulence of collections of *Ustilago avenae* and *Ustilago kolleri* sampled from oat fields in Canada during 1995-1999. Can. J. Plant Pathol. 23: 42-46
- Nicolaisen, W. (1934): Die Grundlagen der Immunitätszüchtung gegen *Ustilago avenae* (Pers.) Jens.. Z. Züchtg.: A Pflanzenzüchtg. 19(1): 1-56
- Nicolaisen, W. (1935): Untersuchungen mit Herkünften des Haferflugbrandes im Rahmen der Immunitätszüchtung. Z. Züchtg.: A. Pflanzenzüchtg. 20(3): 318-345
- Nielsen, J. (1977): A collection of cultivars of oats immune or highly resistant to smut. Can. J. Plant Sci. 57: 199-212
- Sampson K. & Western, J. H. (1938): Biology of oat smuts. V. A ten years' survey of six spore collections. Propagation, screening and monospore isolation experiments, Ann. Appl. Biol. 25: 490-505
- Schattenberg, H. (1934): Untersuchungen über das Verhalten von Sorten, Kreuzungsnachkommenschaften und Kreuzungspopulationen gegenüber verschiedenen Herkünften von Haferflugbranden. Kühn-Archiv 37: 411-449
- Utz, H.F. (2001): PLABSTAT, ein Computerprogramm zur statistischen Analyse pflanzenzüchterischer Experimente. Version 2P vom 14. Juli 2001
- Wilcoxson, R.D. & Stuthman D.D. (1993): Evaluation of oats for resistance to loose smut. Plant Dis. 77: 818-821





## **Bewertung ökologisch erzeugter Futtermittel mittels Nahinfrarotspektroskopie (NIRS)**

### **Evaluation of organically produced feedstuffs with Near-Infrared-Spectroscopy (NIRS)**

KAREN AULRICH<sup>1</sup> UND HERWART BÖHM<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, Institut für ökologischen Landbau, Trenthorst  
32, 23847 Westerau

E-mail: karen.aulrich@fal.de

#### **Abstract**

In the present work we address the development of a rapid technique – near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) – for the evaluation of organically produced feedstuffs including the analysis of the crude nutrients and the estimation of energy for dairy cattle, pigs and poultry. The exclusive use of organically produced animal feedstuffs is fixed in the EU-VO 2092/91 for the year 2011. The self-evident deviations of the contents of crude nutrients between the data of conventionally and the organically analysed feedstuffs as well as the possible differences of the contents from year to year point out, that a satisfying calculation of feed rations needs an exact knowledge of the contents of the feed components used. Therefore, well defined material of the years 2002-2005 from field trials of the experimental station of the Institute of Organic Farming in Trenthorst were used for the determination of the contents of crude nutrients and energy in different grain legumes and cereals. All samples were analysed by classical chemical methods and also scanned by NIRS. A set of 286 samples were selected to calibrate the crude nutrients contents and to estimate the energy. The validation of the derived equations was scrutinized by a set of 125 samples. Predictions of crude protein, ether extract, starch and energy contents for pigs and dairy cattle showed satisfactory accuracy. The correlation coefficients for crude protein, ether extract and starch were 0.98, respectively. Standard error of prediction was below 0.1 MJ ME kg DM<sup>-1</sup> for metabolizable energy (pig) and below 0.08 MJ NEL kg DM<sup>-1</sup>. The prediction accuracy for crude fibre, crude ash, sugar and energy (poultry) was poor. During the next growing season should be worked on the improvement of prediction accuracy of the problematical ingredients.

*Key words: feedstuffs, NIRS, ingredients, energy*

#### **Zusammenfassung**

Im vorliegenden Beitrag wird über die Entwicklung einer schnellen Methode, der Nahinfrarot-Spektroskopie (NIRS), für die Bewertung ökologisch produzierter Futtermittel berichtet. Dies schließt sowohl die Analyse der Roh Nährstoffe als auch die Energieschätzung für Milchkühe, Schweine und Geflügel ein. Der alleinige Einsatz ökologisch erzeugter Futtermittel im Jahr 2011 ist in der EU-Öko-Verordnung (EWG) 2092/91 festgeschrieben. Die offenkundigen Abweichungen der Roh Nährstoffgehalte von konventionell und ökologisch erzeugten Futtermitteln als auch die möglichen Gehaltsschwankungen von Jahr zu Jahr

machen deutlich, dass eine zufriedenstellende Berechnung von Futterrationen exakte Kenntnisse der Rohnährstoffgehalte der einzusetzenden Futterkomponenten voraussetzt. Aus diesem Grund wurde gut definiertes Material der Jahre 2002-2005 aus Anbauversuchen, die auf dem Versuchsbetrieb des Instituts für ökologischen Landbau in Trenthorst durchgeführt wurden, für die Bestimmung der Rohnährstoffgehalte und die Energieschätzung in verschiedenen Körnerleguminosen und Getreiden verwendet. Alle Proben wurden sowohl mittels klassischer chemischer Methoden analysiert als auch mittels NIRS gescannt. Ein Probensatz von 286 Proben wurde für die Erstellung der Kalibrationen für die Schätzung der Rohnährstoffe und der Energie ausgewählt. Die Validierung der erzielten Kalibrationen erfolgte an weiteren 125 Proben. Die Vorhersage für Rohprotein, Rohfett, Stärke und die Energiegehalte (Umsetzbare Energie, Schwein (ME) und Nettoenergie-Laktation, Milchkuh (NEL)) zeigte sehr gute Genauigkeiten. Die Korrelationskoeffizienten für Rohprotein, Rohfett und Stärke betragen jeweils 0,98. Der Standardfehler der Vorhersage für die Energie war kleiner als  $0,1 \text{ MJ ME kg T}^{-1}$  und kleiner als  $0,08 \text{ MJ NEL kg T}^{-1}$ . Die Vorhersagegenauigkeit für Rohfaser, Rohasche, Zucker und die Umsetzbare Energie fürs Geflügel war unbefriedigend. Im nächsten Anbaujahr soll an der Verbesserung der Vorhersagegenauigkeit der problematischen Inhaltsstoffe gearbeitet werden.

*Schlüsselwörter: Futtermittel, NIRS, Inhaltsstoffe, Energie*

## **1 Einleitung**

In der EU-Öko-Verordnung (EWG) 2092/91 ist die 100%-ige Biofütterung verankert, allerdings existieren derzeit noch Ausnahmegenehmigungen, die den Einsatz konventioneller Futterkomponenten bis zum 31.12.2011 erlauben. Dennoch sollten bis zu diesem Zeitpunkt alle Möglichkeiten und Wege erschlossen werden, Futtermittel zu evaluieren, die optimierte Öko-Futterrationen für alle Tierarten in den verschiedenen Leistungsstadien garantieren. Analysendaten zeigen, dass die Schwankungen in ökologisch erzeugten Futtermitteln deutlich höher sind als in konventionellen, so dass die DLG-Futterwerttabellen nicht geeignet sind, Öko-Futterrationen zu berechnen. Zahlreiche Untersuchungen belegen deutliche durch die Sortenwahl bedingte Schwankungen der Inhaltsstoffe, die zudem im erheblichen Maße durch die Jahreswitterung und die Standortbedingungen beeinflusst werden (Böhm und Berk 2007; Bramm und Böhm 2007). Durch Anbauoptimierungen wird man die Schwankungen demnach nicht vermeiden können. Eine optimierte Futterrationsberechnung setzt daher in der ökologischen Tierhaltung exakte Kenntnisse des Futterwertes der einzelnen Futterkomponenten voraus.

Zur Bestimmung des Futterwertes bzw. der Qualität eines Futtermittels kommen verschiedene analytische Methoden zum Einsatz, die sehr zeit- und kostenaufwendig sind wie die Rohnährstoffanalytik nach den Methoden der VDLUFA (1997). Die Optimierung der Rationen in der ökologischen Tierhaltung erfordert aber eine schnelle und zeitnahe Bestimmung der wichtigsten wertgebenden Inhaltsstoffe. Hier bietet sich die Schätzung mittels Nah-Infrarot-Spektroskopie (NIRS) an. Voraussetzung für die Anwendung der NIRS sind stabile Kalibrierungen für jeden zu schätzenden Inhaltsstoff, die auf den Analysendaten aus klassischen Methoden beruhen. Der erfolgreiche Einsatz der NIRS für die Bestimmung verschiedener Inhaltsstoffe in Futtermitteln ist von mehreren Autoren beschrieben worden (Xiccato et al, 2003; Gonzalez-Martin et al, 2006; Aulrich und Böhm 2007).

Ziel der Untersuchungen war es, Eiweißfuttermittel und verschiedene Getreide aus Anbauversuchen der Jahre 2002-2005 zu bewerten und zu überprüfen, ob die NIRS geeignet ist, die schnelle Bestimmung der Gehalte an speziellen Nährstoffen und Energie in diesen ökologisch angebauten Futtermitteln vorzunehmen.

## 2 Material und Methoden

In den Jahren 2002 bis 2005 wurden auf dem Versuchsbetrieb des Instituts für ökologischen Landbau der FAL in Trenthorst Feldversuche zum Mischfruchtanbau von Körnerleguminosen mit Sommergetreide durchgeführt. Des Weiteren wurden Parzellenversuche zur Anbaueignung der schmalblättrigen Süßlupine durchgeführt. Aus diesen Versuchen wurden Proben entnommen und für die Analytik aufbereitet. Hierzu wurden die Proben nach der Ernte getrocknet, gereinigt und auf 1 mm vermahlen. Die vermahlenden Proben wurden anschließend sowohl NIR-spektroskopisch als auch mittels klassischer Analytik untersucht.

Die Aufnahme der NIR-Spektren erfolgte am FT-NIR-Spektrometer (NIRLab 100, Fa. Büchi, Essen) im Spektralbereich von 1000 – 2500 nm mit einer Schrittweite von 1nm in diffuser Reflexion. Jede Probe wurde dabei dreimal gescannt und anschließend das Mittelwertspektrum berechnet.

Die Referenzanalytik zur Bestimmung der wichtigsten Inhaltsstoffe, die für die Futterbewertung erforderlich sind, erfolgte nach den Verbandsmethoden der VDLUFA (1997). Die energetische Bewertung der Ernteproben wurde mit Hilfe der von der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE) für die Nutztierarten Schwein und Milchkuh entwickelten und von der DLG veröffentlichten Formeln auf Grundlage der Referenzanalytik vorgenommen (Schwein: Umsetzbare Energie (ME), (DLG 1991); Milchkuh: Nettoenergie-Laktation (NEL), (DLG 1997)). Die Ermittlung des Energiegehaltes für das Geflügel erfolgte nach der Schätzformel der WPSA (1984) als N-korrigierte, scheinbare, Umsetzbare Energie ( $AME_N$ ).

Die mit der Referenzanalytik ermittelten Analysenwerte dienten als Datengrundlage für die Erstellung der Kalibrierungen zur Schätzung der Gehalte an Rohprotein, -faser, -fett, -asche, Trockensubstanz, Stärke, Zucker und der Energiegehalte in den Ernteproben. Zwei Drittel der aufgenommenen Spektren und die dazugehörigen Referenzdaten wurden für den Kalibrationsdatensatz ( $n=286$ ) und ein Drittel für den Validationsdatensatz ( $n=125$ ) verwendet. Nach Export der spektralen Daten in das Softwarepaket NIRCal (Fa. Büchi, Essen) wurde für jeden zu schätzenden Inhaltsstoff das beste mathematische Modell ermittelt, wobei sich die PLS (Methode der partiellen kleinsten Fehlerquadrate) als geeignet für alle Inhaltsstoffe heraus kristallisierte. Im weiteren wurden verschiedene Ableitungen, Glättungen und Normalisierungen für jeden Inhaltsstoff einzeln geprüft und das Optimum der Vorhersage bestimmt. Zur Beurteilung der Güte der Vorhersage dienten der Standardfehler der Kalibration (SEE), der Standardfehler der Validation (SEP), die Regressionskoeffizienten von Kalibration ( $R_K$ ) und Validation ( $R_V$ ).

## 3 Ergebnisse und Diskussion

Die für die Beurteilung der Schätzgenauigkeiten ermittelten statistischen Kennzahlen der erstellten Kalibrationsgleichungen der Inhaltsstoffe und der Energie sind in Tabelle 1 aufgeführt. Für die Schätzung der Rohproteingehalte wurden die Datensätze geteilt, so dass

die Schätzungen für Proben mit Gehalten unter 20 % Rohprotein (Getreide) vorgenommen wurden und in einem zweiten Datensatz die Eiweißfuttermittel Eingang fanden. Die Schätzgenauigkeiten sind sowohl für die proteinärmeren Getreideproben als auch für die Eiweißfuttermittel als gut einzustufen. Die Schätzfehler von 0,68 bzw. 1,09 % (SEP) wurden mit Hilfe der PLS (partial least square) Regression und anschließender Datenvorbehandlung über die 1. Ableitung nach Savitzky-Golay (9 Punkte) erreicht. Die Regressionskoeffizienten von 0,98 bestätigen die gute Übereinstimmung zwischen den analysierten und den geschätzten Proteingehalten.

*Tabelle 1. Ergebnisse der NIR-Schätzung: statistische Kennzahlen zur Beurteilung der Schätzgenauigkeit der erstellten Kalibrationsgleichungen (SEE: Standardfehler der Kalibration; SEP: Standardfehler der Validation; RK: Regressionskoeffizient der Kalibration; RV: Regressionskoeffizient der Validation)*

Inhaltsstoff	Spannbreite	SEE	R <sub>K</sub>	SEP	R <sub>V</sub>
In: %					
Rohprotein Gehalte < 20%	5,6 – 19,1	0,68	0,98	0,71	0,98
Rohprotein Gehalte > 20%	19,4 – 46,7	1,09	0,98	1,08	0,98
Rohfett	1,4 – 13,7	0,32	0,99	0,34	0,99
Rohfaser	2,5 – 39,7	1,93	0,97	1,93	0,96
Rohasche	1,7 – 10,8	0,47	0,94	0,50	0,94
Stärke	29,5 – 70,3	1,18	0,99	1,33	0,98
Zucker	1,8 – 15,2	0,68	0,96	0,74	0,95
In: MJ/kg T					
ME	15,26 – 16,55	0,09	0,93	0,10	0,90
NEL	8,16 – 9,66	0,08	0,95	0,08	0,95
AME <sub>N</sub>	8,16 – 9,66	0,69	0,92	0,65	0,92

Die Schätzgenauigkeit für Rohfett mit einem Schätzfehler von 0,32 vs. 0,34 % ist als sehr gut einzuschätzen. Die Ergebnisse der Rohfaserschätzung sind bisher nicht zufriedenstellend, die Schätzfehler von 1,93 % sind als zu hoch für eine befriedigende Vorhersage einzustufen. Auch die Schätzfehler für Rohasche mit 0,47 vs. 0,50 erweisen sich als nicht zufriedenstellend, was auch von anderen Autoren beschrieben wurde (Xiccato, 2003). Die Vorhersage der Stärkegehalte, die in einem Bereich von 29,5 bis 70,3 % in die Erarbeitung der Schätzgleichungen einbezogen wurden, ist mit einem Fehler von 1,2 vs. 1,3 % als zufriedenstellend einzustufen. Die Regressionskoeffizienten von 0,99 und 0,98 belegen die Güte der Schätzung. Die Ergebnisse der Zuckerschätzung mit einem Fehler von 0,68 % in der Kalibration und 0,74 % in der Validation ist befriedigend.

Werden die Ergebnisse zur Energieschätzung betrachtet, so wird deutlich, dass die Vorhersage für die Umsetzbare Energie (Schwein) und die Nettoenergie-Laktation (Milchkuh) sehr gut ist. Die Schätzfehler von 0,1 MJ/kg T für ME bzw. 0,08 MJ/kg T für NEL sind sehr klein und erlauben eine genaue Energieschätzung. Die Vorhersage der N-korrigierten, scheinbaren, Umsetzbaren Energie fürs Geflügel kann bisher nur mit einem hohen Schätzfehler vorgenommen werden. Ähnlich schlechte Schätzergebnisse für AME<sub>N</sub> wurden von (Valdes und Leeson 1992) beschrieben. An der Ursachenklärung muss künftig gearbeitet werden. Ein weiteres wichtiges Ziel muss es sein, ausreichend robuste Kalibrierungen für alle Inhaltsstoffe und die Energieschätzung für alle Tierarten zu entwickeln. Die Schätzfehler für die noch nicht mit Zufriedenheit zu bestimmenden Inhaltsstoffe müssen durch Erhöhung der Stichprobenanzahl, Erweiterung der Spannbreite bzw. gezielte Entwicklung von Kalibrationsgleichungen für Einzelkomponenten in den kommenden Anbaujahren minimiert werden.

Nach Erarbeitung ausreichend robuster Kalibrierungen erweist sich die Nah-Infrarot-Spektroskopie als eine geeignete Methode zur schnellen, umwelt- und kostenfreundlichen Schätzung der wichtigsten Inhaltsstoffe und zur Energieschätzung. Damit kann die NIRS als ein wichtiges Hilfsmittel zur Bewertung von Futtermitteln aus ökologischem Anbau entwickelt werden.

#### 4 Literatur

- Aulrich K, Böhm H (2007): Evaluation of feed quality of organically grown feedstuffs by near infrared reflectance spectroscopy (NIRS). *Proceedings of the Society of Nutrition Physiology* 16:87
- Böhm H, Berk A (2007): Bewertung ausgewählter Leguminosen- und Leguminosen-Getreide-Gemenge im Ökologischen Landbau hinsichtlich der Ertragsleistung und des Futterwertes. In: Herrmann A, Taube F (eds) *Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften*. 18, pp 266-267
- Bramm A, Böhm H (2007): Erzeugung von proteinreichem Futter auf Basis von Körnerleguminosen in Reinsaat und im Mischanbau mit Sommergetreidearten. In: *UFOP-Schriften: Öl- und Proteinpflanzen - Oil 2005*. 28, pp 191-194
- DLG (1991): *DLG-Futterwerttabellen - Schweine*. Universität Hohenheim - Dokumentationsstelle (ed) 6., erw. und völlig neu gestaltete Auflage. Frankfurt am Main : DLG-Verlag
- DLG (1997): *DLG-Futterwerttabellen - Wiederkäuer*. Universität Hohenheim - Dokumentationsstelle (ed) 7., erw. und überarbeitete Auflage. Frankfurt am Main : DLG-Verlag
- Gonzalez-Martin I, Alvarez-Garcia N, Hernandez-Andaluz JL (2006): Instantaneous determination of crude proteins, fat and fibre in animal feeds using near infrared reflectance spectroscopy technology and a remote reflectance fibre-optic probe. *Animal Feed Science and Technology* 128(1-2):165-171
- Valdes EV, Leeson S (1992): The Use of Near-Infrared Reflectance Spectroscopy to Measure Metabolizable Energy in Poultry Feed Ingredients. *Poultry Science* 71(9):1559-1563
- VDLUFA (1997): *Methodenbuch Band III. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln*. Darmstadt : VDLUFA-Verlag
- WPSA (1984): The prediction of apparent metabolizable energy values for poultry in compound feeds. *World's Poultry Science Journal* 40:181-182
- Xiccato G, Trocino A, De Boever JL, Maertens L, Carabano R, Pascual JJ, Perez JM, Gidenne T, Falcao-E-Cunha (2003): Prediction of chemical composition, nutritive value and ingredient composition of European compound feeds for rabbits by near infrared reflectance spectroscopy (NIRS). *Animal Feed Science and Technology* 104(1-4):153-168



## **Ergebnis von methodischen Untersuchungen zu Wertprüfungen im Ökolandbau**

### **Results of methodical examinations - VCU testing under organic conditions**

UTA SCHNOCK<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Bundessortenamt, Osterfelddamm 80, 30627 Hannover

E-Mail: uta.schnock@bundessortenamt.de

#### **Abstract**

In 2005 and 2006 the Federal Office of Plant Varieties carried out a research assignment on winter wheat, spring barley and potato to find out whether it is necessary to test varieties for organic farming under organic conditions and whether it is necessary to install special technical guidelines for this purpose. With the exception of the baking quality of winter wheat the results from the VCU trial series under organic and conventional conditions show that the relation of the varieties in their characteristics for cultivation, susceptibility to diseases, yield and quality stays the same in both production systems. The baking quality of winter wheat varieties for organic production can only be assessed correctly on the basis of harvested material from organic production.

*Key Words: Organic Production, Variety testing, VCU, National List*

#### **Zusammenfassung**

Im Rahmen eines Forschungsprojektes hat das Bundessortenamt in den Jahren 2005 und 2006 an den Pflanzenarten Winterweichweizen, Sommergerste und Kartoffel die Frage untersucht, ob für den ökologischen Landbau eine gesonderte Wertprüfung sowie gesonderte Prüfungsrichtlinien erforderlich ist/sind. Mit Ausnahme der Backqualität von Winterweichweizen zeigt der Vergleich der jeweils aus dem ökologischen und aus dem konventionellen Anbau vorliegenden Ergebnisse, dass die Sortenrelationen in den Anbau-, Resistenz-, Ertrags- und Qualitätseigenschaften in beiden Nutzungsweisen gleich sind. Die Backqualität von Winterweichweizensorten für den ökologischen Landbau lässt sich nur an entsprechendem Erntematerial zutreffend ermitteln.

*Schlüsselwörter: Organischer Landbau, Sorten-/Wertprüfung, Sortenliste*

#### **1 Einleitung**

In den letzten Jahren ist die Bedeutung des ökologischen Landbaus in Deutschland leicht angestiegen. In dem Zusammenhang ist die Frage entstanden, ob die Notwendigkeit besteht, Sorten für den ökologischen Landbau im Verfahren zur Eintragung in die Sortenliste regelmäßig unter den Bedingungen des ökologischen Landbaus zu prüfen. Weiterhin war die

Frage zu klären, ob die derzeit geltenden Richtlinien für die Durchführung von Wertprüfungen auch für die Zwecke des organischen Landbaus ausreichend sind.

Bevor die Untersuchungen begonnen wurden hat das Bundessortenamt in den Jahren 2002 und 2003 zwei Workshops zu den Themen "Züchtung für den ökologischen Landbau" und "Sortenwertprüfungen für den ökologischen Landbau" durchgeführt.

Mit Unterstützung des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz beantragte das Bundessortenamt im Anschluss ein Forschungsprojekt zum Thema "Sortenwertprüfungen für den ökologischen Landbau" bei Winterweichweizen, Sommergerste und Kartoffel. Das Projekt wurde im Rahmen des "Bundesprogramms ökologischer Landbau" genehmigt und in den Jahren 2005 und 2006 durchgeführt. Für Winterweichweizen wurde eine Verlängerung bis zur Ernte 2007 beantragt und genehmigt.

## **2 Umfang und Ausgestaltung des Forschungsprojektes**

Der Umfang und die inhaltliche Ausgestaltung der Wertprüfung für den ökologischen Landbau wurden gemeinsam mit Vertretern des ökologischen Landbaus und der Sortenberatung der Länder und den Züchtern festgelegt.

Obwohl durch das Projekt die Möglichkeit gegeben war, Sorten ohne zusätzliche Gebühr auch im ökologischen Landbau prüfen zu lassen, gingen nur bei Winterweichweizen entsprechende Anträge ein.

Während in der regelmäßigen Wertprüfung bei Kartoffel 12 Standorte angelegt werden, konnten trotz intensiver Bemühungen um weitere Standorte im Rahmen dieses Projektes bei Kartoffel nur vier Standorte gefunden werden.

Bei Winterweichweizen und Sommergerste wurden jeweils neun Standorte in die Prüfung im ökologischen Landbau einbezogen.

Die Prüfsorten und die Standardsorten wurden jeweils sowohl in die Wertprüfung im konventionellen Anbau als auch im ökologischen Anbau eingestellt, um die Auswirkung der unterschiedlichen Anbauweise einschätzen zu können.

Die Prüfungsdurchführung sowie die Bonituren und Feststellungen erfolgten nach den Richtlinien des Bundessortenamtes für landwirtschaftliche Wertprüfungen und Sortenversuche. Zusätzlich erfolgten im ökologischen Landbau noch folgende Feststellungen:

### Winterweichweizen

- Massenbildung nach Vegetationsbeginn,
- Schätzung des Bodendeckungsgrades,
- Bonitur der Haltung des Fahnenblattes,
- Feuchtklebergehalt,
- Glutenindex.

### Sommergerste

- Massenbildung nach Aufgang,



- Schätzung des Bodendeckungsgrades,
- Bonitur der Haltung des Fahnenblattes.

### Kartoffel

- Keimabbruch bei vorgekeimten Knollen,
- Erfassung von Rhizoctoniapocken,
- Zeitpunkt des Knollenansatzes.

## **3 Ergebnisse**

Das Bundessortenamt ist derzeit dabei, den Abschlussbericht zum Forschungsprojekt zu erarbeiten. Der Auswertung werden die im Bundessortenamt in der Wertprüfung üblicherweise eingesetzten Auswertungsmethoden zu Grunde gelegt.

Eine erste Auswertung zeigt, dass bis auf wenige erklärbare Abweichungen die Wertprüfung im ökologischen Landbau zu identischen Sortenbeschreibungen wie die Wertprüfung im konventionellen Landbau führt. Damit werden ältere Erkenntnisse eines Vergleichsanbaus, den das Bundessortenamt zusammen mit dem Fachbereich ökologischer Landbau der Fachhochschule Witzenhausen von 1985 – 1988 durchgeführt hat, bestätigt.

Die Erfassung zusätzlicher Eigenschaften zu dem Eigenschaftskatalog der Richtlinien hatte folgendes Ergebnis:

Bei Kartoffel konnte eine geeignete Feststellungsmethode für die Feststellung des Keimabbruchs bei vorgekeimten Knollen nicht entwickelt werden. Rhizoctoniapocken und der Zeitpunkt des Knollenansatzes sind sortendifferenziert und könnten auch in der konventionellen Wertprüfung erfasst werden.

Bei Sommergerste ist die Sortendifferenzierung bei den zusätzlichen Feststellungen so gering, dass sich eine gesonderte Feststellung nicht lohnt.

Aufgrund dieser Ergebnisse ist weder bei Kartoffel noch bei Sommergerste eine eigenständige Wertprüfung für den ökologischen Landbau gerechtfertigt.

Auch die Winterweichweizensorten verhalten sich in ihren Anbau-, Resistenz- und Ertrageigenschaften im ökologischen Anbau nicht anders als im konventionellen Anbau.

Bei den zusätzlich vorgenommenen Feststellungen gibt es beim Bodendeckungsgrad und bei der Haltung des Fahnenblattes deutlich größere Unterschiede als bei Sommergerste. Diese Feststellungen könnten auch in der konventionellen Wertprüfung getroffen werden.

Anders zeigen sich die Ergebnisse aus den Qualitätsuntersuchungen. Die seit Ernte 1999 aus der Prüfung unter ökologischen Bedingungen vorliegenden Ergebnisse weisen aus, dass sich die Sortenrelationen bei den Qualitätsparametern in Abhängigkeit vom Proteinniveau deutlich verändern können. Je nach Klebereigenschaft und dem Vermögen, limitierenden Stickstoff in Ertrag oder Protein umzusetzen, ergeben sich entsprechend der unterschiedlichen Bedingungen bei Öko- und Konventionellem Anbau spezielle Eignungen von Sorten.

Die Qualitätseigenschaften bei Winterweichweizen unter ökologischen Bedingungen lassen sich nur am Erntematerial aus entsprechenden Anbauten ermitteln. Die Prüfung von Winterweichweizen unter ökologischen Bedingungen soll daher neben der regulären Wertprüfung fortgeführt werden.

Da der überwiegende Anteil der im ökologischen Anbau eingesetzten Sorten aus der konventionellen Züchtung stammt, soll auf die Prüfung von „Öko-Sorten“ im konventionellen Anbau trotzdem nicht verzichtet werden. Die Vergleichbarkeit dieser Sorten muss sowohl im ökologischen als auch im konventionellen Anbau möglich sein.

Sobald der Abschlussbericht über das Vorhaben vorliegt wird das Bundessortenamt einen Vorschlag für den Umgang mit Zulassungsanträgen zur Prüfung von Sorten im ökologischen Landbau erarbeiten und mit dem Bundesministerium und den Wirtschaftskreisen besprechen. Anschließend wird vom Bundessortenamt ein Prüfungsrahmen für diese Sorten festgesetzt.

# Qualität und Verarbeitungswert von heimischem Öko-Dinkelweizen

## Quality and processing value of home grown organically cultivated Spelt Wheat<sup>1</sup>

KLAUS MÜNZING<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut für Getreide-, Kartoffel- und Stärketechnologie der Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel, Schützenberg 12, 32683 Detmold

E-Mail: klaus.muenzing@bfel.de

### Abstract

Related to the results of harvest reports of the last years the home grown organically cultivated Spelt wheat has a high processing value. Nevertheless it is observed that food from organic Spelt wheat does not always have the sensory excellence, being expected by the German consumers of such products. The present contribution deals this problem in the way of possible utilization-deficits of organically grown Spelt wheat. Typical potentials for the optimization of different kind of Spelt products are emphasized.

Since quality development is strongly determined by the genotypes, the requirement of good end product quality is dependent on the use of particular varieties and a consequent genotype-adapted processing. On the other hand operational decisions have to be made in spite of the locally varying harvest qualities even when only suboptimal Spelt qualities (phenotype differences) are available.

The study reveals that both product quality and process quality must be closely co-ordinated with one another. High market acceptance of organic Spelt wheat products is attainable by companies which have an increased troubleshooting competence of the manufacturing problems. The most important starting points for solutions are related to increased knowledge of quality differences of genotypes (including harvest data acquisition), the choice of suitable genotypes and to the requirement-adapted process technology.

*Keywords: Spelt, Processing, Quality,*

### Zusammenfassung

Heimischer Öko-Dinkel hat nach den Ergebnissen der letztjährigen Ernteerhebungen einen hohen Verarbeitungswert. Trotzdem wird beklagt, dass Öko-Lebensmittel aus Dinkel nicht immer die sensorische Vorzüglichkeit haben, die deutsche Konsumenten von solchen Produkten erwarten. Der Beitrag behandelt diese Problematik, indem die möglichen Nutzungsdefizite für Öko-Dinkel und die natürlichen Optimierungspotentiale für unterschiedliche Dinkel-Lebensmittel aufgezeigt werden.

Da die Qualitätsausprägung des organischen Dinkels überwiegend durch die Genotypen bestimmt wird, lässt sich der Qualitätsanspruch nur durchsetzen, wenn die verwendeten Varietäten genotyp-anpassend verarbeitet werden. Andererseits müssen betriebliche Entscheidungen auch lokal schwankende Standort- und Erntejahreinflüsse und selbst suboptimale Öko-Dinkelqualitäten (phänotypische Variabilität) sicher bewältigen.

---

<sup>1</sup> Veröffentl.-Nr. 8002 der Veröffentlichungen der Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel, Standort Detmold.

Die vorliegende Studie kommt zu dem Ergebnis, dass Produktqualität und Prozessqualität eng aufeinander abgestimmt sein müssen. Eine hohe Verbraucherakzeptanz bezüglich organischer Lebensmittel aus Spelzweizen erfordert eine hohe Problemlösungskompetenz in den Betrieben. Die wichtigsten Lösungsansätze beziehen sich auf die Sortenkenntnis (Erntedatenerhebungen einbezogen), verwendungsgerechte Wahl der Dinkelsorten und bedarfsgerechte Prozesstechnologie der Verarbeitung.

*Schlüsselwörter: Dinkel, Verarbeitung, Qualität*

## **1 Einleitung**

Dinkel (*Triticum aestivum* L. subsp. *spelta* (L.)) wird im Ökosegment zunehmend nachgefragt. Gleichzeitig ist in der Dinkel-Wertschöpfungskette ein Strukturwandel mit einem Zuwachs an Marktbeteiligten, Mengenumsätzen und Professionalität festzustellen. Neben Wettbewerbsdruck und Austauschbarkeit bedeutet dies für Ökodinkel eine Differenzierung in Vielfalt und Qualität der Produkte. So sind im weit gefächerten Ökosegment heute fehlerfreie Produkte, Absatzsicherheit und günstige Preise die gefragten Ziele.

Obwohl die Unternehmen diese Herausforderungen angenommen haben, weisen Öko-Dinkelprodukte oft nur hinreichende oder suboptimale Qualitäten auf. Da das Potenzial des Verarbeitungswertes von Dinkel hoch ist, liegen die Ursachen für diese Problematik wohl in Nutzungsdefiziten beim Umgang mit diesem Rohstoff. Dies führt zu der Frage, ob durch die Bereitstellung rohstoffbezogener Daten die Problemlösungskompetenz in den Ökobetrieben weiter ausgebaut und zur Optimierung gestützt werden kann (KÖN 2006). In der Konzentrierung auf ökonomische Aspekte und auf die Absatzsicherung sind effiziente Organisationsstrukturen für die Verarbeitungsbetriebe, differenzierte Qualitätsbewertungen des Dinkels, konsistente Handlungsweisen und sichere Qualitätslenkungssysteme von Vorteil.

Dinkel besitzt ein Expansionspotenzial, wenn sich die Ziele der Züchtung, des Anbaus, der Verarbeitung von Dinkel und die Wertschätzung der Verbraucher an Dinkelprodukten entsprechen. Ökobetriebe mit Sortenkenntnissen und mit Wissen über Erntejahr- und Standorteinflüsse haben in ihrem Handeln größere Entscheidungsspielräume. Da die Qualität stets sorten- und standortabhängig variiert, um für die Dinkel-Wertschöpfungskette die verarbeitungsrelevanten Zusammenhänge und Wirkungsfaktoren für die Sicherung des hohen Qualitätsanspruchs aufzuzeigen, werden seit geraumer Zeit Qualitätserhebungen zur Ernte durchgeführt (Münzing et al. 2004, Münzing 2006). Dabei geht es vornehmlich um die in der Praxis verbreiteten Qualitätskriterien mit technologischer Relevanz. Diese können bereits die Basis stellen für eine effektive sorten- und qualitätsorientierte Bewertung, Separation, Beschaffung und Verarbeitung von Dinkel.

## **2 Dinkel-Status und Wertschätzung**

Dinkel (*Triticum aestivum* L. subsp. *spelta* (L.)), ist eine Unterart von Weizen (*Triticum aestivum* L. subsp. *aestivum*). Demzufolge wäre die korrekte wissenschaftliche Bezeichnung nicht Dinkel sondern Spelz- oder Dinkelweizen (in Analogie zum Durumweizen). Der Begriff Dinkel hat sich aber umgangssprachlich durchgesetzt, auch um nicht den Eindruck einer Weizeneinkreuzung zu vermitteln, worauf bestimmte Verbraucher bei „Weizenunverträglichkeit“ achten müssen.

Dinkelweizen hat Marktvorteile. Lebensmittelhersteller, die ihre Produkte aufwerten, setzen in Rezepturen aufgrund der Nachfrage Dinkel ein. Andere Verarbeiter begründen dies mit dem vorzüglichen Geschmacks- und Aromaprofil des Dinkels. Seine Anteile an Gelbpigmenten (Carotinoide) sind im Vergleich zu herkömmlichem Weizen höher. Indes ist Dinkel in Mahl- und Backeigenschaften dem Weizen unterlegen. Die Unterschiede im Kornaufbau, in der Kornstruktur, der Zusammensetzung und der technologischen Funktionalität seiner Inhaltsstoffe machen eine dinkelangepasste Verarbeitung notwendig. Das bedeutet, dass das Eignungspotenzial von Dinkel und die als wertbestimmend erachteten Merkmale für Dinkel sich nicht an herkömmlichen Weizen orientieren müssen oder sollten.

In der Getreideforschung und -züchtung weist Dinkelweizen einen geringeren Entwicklungsstand auf als Weizen. Da Kenntnisse über den Eignungs- und Verarbeitungswert nur unzureichend sind, wurden in den vergangenen Jahren Untersuchungen über die Verarbeitungseigenschaften durchgeführt (Reiter 2001, Wieser 2006, Seiffert 2005, Kling et al. 2006). Hinter der „dinkeltypischen Qualität“ stehen bei den Dinkelkernen spezifische Struktur- und Funktionseigenschaften, die bei einer angestrebten Qualitätsführerschaft der Erzeugnisse bei der Auswahl der Dinkelsorten für spezielle Verarbeitungszwecke zu berücksichtigen sind.

Die technisch-organisatorischen Ansätze zur Förderung der inländischen Dinkelqualität und Absatzsicherheit berühren zwei Betrachtungsebenen, die sich entsprechen müssen:

- a) Genotypische und phänotypische Ausprägungen
- b) Kaufmotivation und Wertschätzungspotenzial der Konsumenten

Obwohl Dinkel eine genetisch hohe Diversität für die Selektion von spezifischen Eigenschaften und Verwendungszwecke hat (Abdel-Aal und Wood, 2005), ist er züchterisch bisher wenig bearbeitet worden. Er gilt als ein robustes und umweltfreundliches Getreide. Das Angebot an Sorten, die den aktuellen agronomischen und technologischen Anforderungen entsprechen, ist gering. Entsprechend sind in Deutschland nur wenige Sorten in der beschreibenden Sortenliste des Bundessortenamtes eingetragen (Bundessortenamt, 2007). Dies sind Badengold, Bauländer Spelz, Ceralio, Franckenkorn, Oberkulmer Rotkorn, Schwabekorn, Schwabenspelz, Zollernspelz und Ostro. Die Lagerneigung ist bei den älteren Sorten Oberkulmer Rotkorn und Schwabekorn ausgeprägter als bei den neueren Sorten Badengold, Schwabenspelz und Zollernspelz. Die Sorten Badengold, Franckenkorn und Zollernspelz, die im Öko-Anbau weniger vertreten sind, zeichneten sich durch hohe Vesenerträge aus. Aufgrund der hohen Tausend-Korn-Masse sind die Sorten Schwabekorn und Zollernspelz als Speisedinkel oder für Hofläden gefragt. In der Schweiz sind weitere interessante Sorten im Anbau: z.B. Alkor, Serino, Tauro, Titan, Zenit. Aus Österreich hat die Dinkelsorte Ebners Rotkorn im deutschen Anbau Eingang gefunden.

Fallende Tendenzen in den Saatgutvermehrungsflächen haben derzeit die dominierende Sorte Franckenkorn, aber auch Schwabenspelz und Schwabekorn. Auf einem niedrigen Flächenniveau nehmen auch Vermehrungsflächen der Sorten Holstenkorn, Bauländer Spelz und Ceralio ab. Die Sorte Oberkulmer Rotkorn hat indes in der Vermehrung eine stabile Entwicklung. Sorten mit steigender Vermehrungsfläche sind die Sorten Badengold, Ostro und Zollernspelz (Abb. 1). Nach dem Einbruch durch den Wegfall der Saatgutbeihilfe haben die Vermehrungsflächen für Dinkelsaatgut mit ca. 700 ha im Jahre 2006 wieder eine aufsteigende

Tendenz. Im Ökolandbau sind die Sorten Bauländerspelz, Ebners Rotkorn, Oberkulmer Rotkorn, Schwabekorn stärker vertreten teilweise aber auch Ceralio und Franckenkorn.

In der heutigen Dinkelzüchtung wird versucht, Sorten mit einer hohen phänotypischen Stabilität und Stickstoffeffizienz bei einer geringen Lagerneigung zu züchten. Neben den agronomischen Eigenschaften soll Dinkel weitgehend frei von weizentypischen Eigenschaften sein. Durch gezielte Kreuzung und Selektion kann der Weizenanteil im Dinkel bis zu einem gewissen Grad minimiert werden. Das genetische Material von Dinkel wird jedoch nie 100 % frei von Weizengenen sein. Neben genetischer Reinheit sollten Dinkelsorten Eigenschaften von „typischem“ Dinkel aufweisen (Schmitz 2005, Wieser 2006, Schmitz 2006).

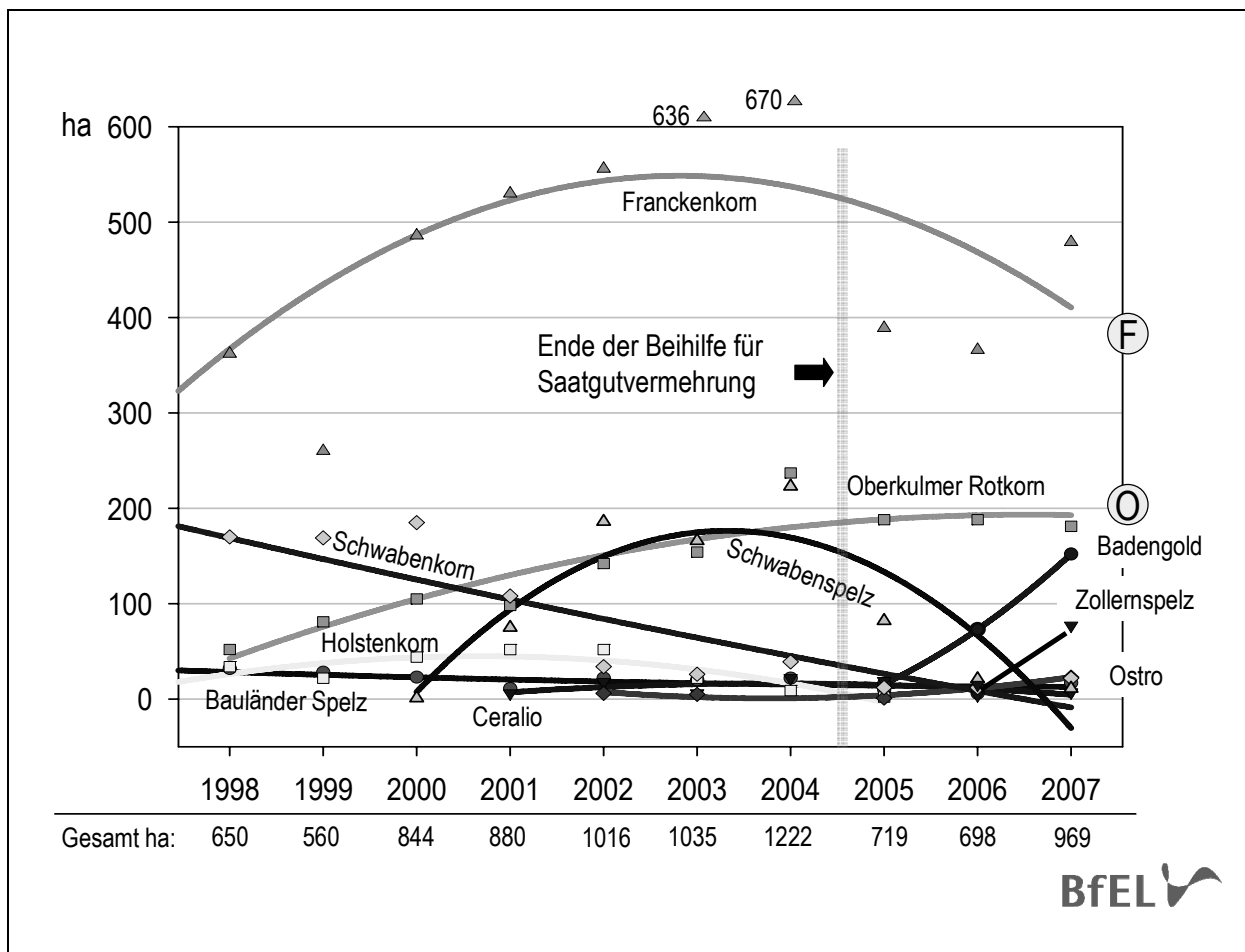


Abbildung 1. Entwicklung Saatgutvermehrungsflächen der Dinkelsorten in Deutschland

Auch die Kaufmotivation und Wertschätzung der Konsumenten haben sich gewandelt. Die neue Beliebtheit von Dinkel wird mit Bekömmlichkeit, Schmackhaftigkeit und dem Bedürfnis nach einem unverfälschten „Ur-Getreide“ erklärt (Kunz, 2006). Auch wenn eine ökologische Orientierung weiterhin bleibt, ist doch das Kaufmotiv für Bioprodukte heute eher im Gesundheits- und Genusswert als im Umweltnutzen zu sehen. Nach der Erwartungshaltung vieler Verbraucher besteht im Ökosegment heute kein Unterschied zwischen Bio- und Premiumqualitäten. Sie erwarten bei Bioprodukten authentischer schmeckende als bei konventionellen Erzeugnissen. Dies gilt ebenso für Dinkel. Authentisch schmeckend bedeutet für naturkostorientierte Menschen eine Rücknahme der Zusatzstoffe. Dieser Anspruch stellt besondere Herausforderungen an die Verarbeitung von Öko-Dinkel (Kähler, 2005).

Die Wichtigsten Forderungen an Dinkel sind für den Bauern die Pflanzengesundheit und der Vesenertrag, für den Handel die äußere Beschaffenheit und Kernaussbeute und für Nahrungsmittel-, Flockenhersteller, Müller und Bäcker der universelle Eignungswert für eine breite Produktpalette. Der Konsument erwartet neben der Bio-Prozessqualität, möglichst preiswerte Lebensmittel mit hohem Nähr- und Genusswert (Tauscher et al. 2003). Durch die unterschiedlichsten Anforderungen in den einzelnen Stufen der Wertschöpfungskette wird die Qualität des Dinkels notwendigerweise in Teil- und Unterqualitäten aufgespalten, die für den Erfolg einer Sorte jeweils Hürden darstellen. Letztlich entscheidet die Akzeptanz der Käufer über die Marktfähigkeit. Hieran müssen sich alle Akteure in der Kette orientieren.

### 3 Qualitätspotenziale bei Dinkelweizen

Dinkel gilt als ein gesundes Getreide. Teilweise wird dem Dinkel auch eine unbewiesene und unbeweisbare Gesundheitswirkung unterstellt. Es gibt bis heute keine Belege dafür, dass Dinkel gegenüber Weizen gesundheitliche Vorteile bringt oder vor Krankheiten schützt. Dinkel unterscheidet sich nur in wenigen Inhaltsstoffen von Weichweizen. So ist der Gehalt an Ölsäure auf einem deutlich höheren Niveau. Dafür liegen die Werte der mehrfach ungesättigten Linolsäure und Linolensäure unter denen des Weizens (Abdel-Aal and Wood, 2005). Auch die Gehalte an verschiedenen Mineralstoffen, Kohlenhydraten und der Vitaminen streuen im Rahmen der für Weichweizen üblichen Werte. Andererseits liegt der Gesamtballaststoffgehalt von Dinkel niedriger als der von Weizen und Weizenvollkorn, da mit der Entfernung der Spelzen unweigerlich Teile der Fruchtschale verloren gehen. Dies erklärt die abweichenden Werte, je nach Art und Intensität des Dinkel-Schälverfahrens.

Im Hinblick auf seine Nährwertzusammensetzung ist Dinkel sehr vergleichbar, jedoch nicht identisch mit Weichweizen. Insgesamt sind bei Dinkel, abhängig vom Genotyp, die Proteingehalte, löslichen Ballaststoffe und Mineralstoffe (Zink, Selen, Silicium, Phosphor, Magnesium) etwas höher (Abdel-Aal und Wood, 2005). Indes ist die Aminosäurezusammensetzung des Gesamtproteins und der Gliadine und Glutenine des Dinkels mit Weizen vergleichbar (Belitz et al., 1989). Dinkelgliadine enthalten zöliakieauslösende Aminosäuresequenzen, wie die des Weizens. Demzufolge müssen Zöliakie-Patienten auch Dinkel meiden. Um den Einfluss des Öko-Landbaus auf den Dinkel Nährwert zu untersuchen, sind noch Forschungsarbeiten nötig. Hier interessieren insbesondere die Zusammensetzung der Phenolsäuren und die antioxidativen Eigenschaften sowie die Abwesenheit von Risikosubstanzen (Abdel-Aal und Wood, 2005).

Dinkel hat einen höheren Protein- und Glutengehalt, wobei Sorte und Standortfaktoren diese Werte stark beeinflussen. Auch im ökologischen Anbau, selbst auf ungünstigen Standorten, erreicht er gute Rohproteingehalte. Das Anteilverhältnis Gliadin zu Glutenin im Dinkelkleber ist gegenüber Weizen abweichend (Wieser, H. et al., 1998). Im Gegensatz zu den Gluteninmengen sind seine Gliadinmengen mit dem Rohproteingehalt sehr hoch korreliert. Dinkelkleber hat demzufolge ein von Weizen abweichendes rheologisches Verhalten. Damit geht gleichzeitig ein höheres SDS-Sedimentationsvolumen und eine höhere Quellfähigkeit des Dinkelmehls einher. Die gegenüber Weichweizen stark abweichende technologische Funktionalität, ist damit besonders in den Gluteneigenschaften und Glutenmengen begründet.

Dinkel hat höhere Gelbpigmentgehalte als Weichweizen, sieht man von den speziellen Gelbweizentypen des Weichweizens ab. Dinkel-Gelbpigmente, die in der Kleber- und in der

Gebäckkrumefarbe zu erkennen sind, setzen sich vorwiegend aus dem Carotinoid Lutein, einem empfindlichen sekundären Pflanzenstoff, zusammen. Dieser hat antioxidative Wirkung und dient zur Absorption des blauen Lichtanteils. Der mögliche gesundheitliche Wert des Luteins kann genutzt werden, wenn dieser Stoff bei einer schonender Verarbeitung erhalten bleibt. Nach jüngeren Untersuchungen verbessert sich mit steigenden Gelbpigmentgehalten das Geschmacks- und Aromaprofil des Getreides (Münzing und Lüders, 2006).

### 3.1 Qualitätswirksame Faktoren für Dinkelschälprodukte

Die Verarbeitung von Dinkel beginnt im Gerb- oder Röllgang (Schälgang) mit der Abtrennung der Spelzen vom Kern. Dabei soll der Spelz restlos entfernt werden, ohne dass die Kerne und Keimlinge beschädigt werden. Die Ergebnisse des Keimungstests und die Erfassung des Bruchanteils charakterisieren die Güte des Schälverfahrens. Je weniger die Kerne verletzt werden, desto besser sind die Voraussetzungen für hochwertige Endprodukte. Die bereits vor dem Schälen freiliegenden (freidreschenden) Dinkelkerne sollten, da sie sonst den starken Druck- und Reibungskräften im Schälgang ausgesetzt sind, in der Vorreinigung aussortiert werden. Die Kernausbeuten schwanken zwischen 65 und 70 %.

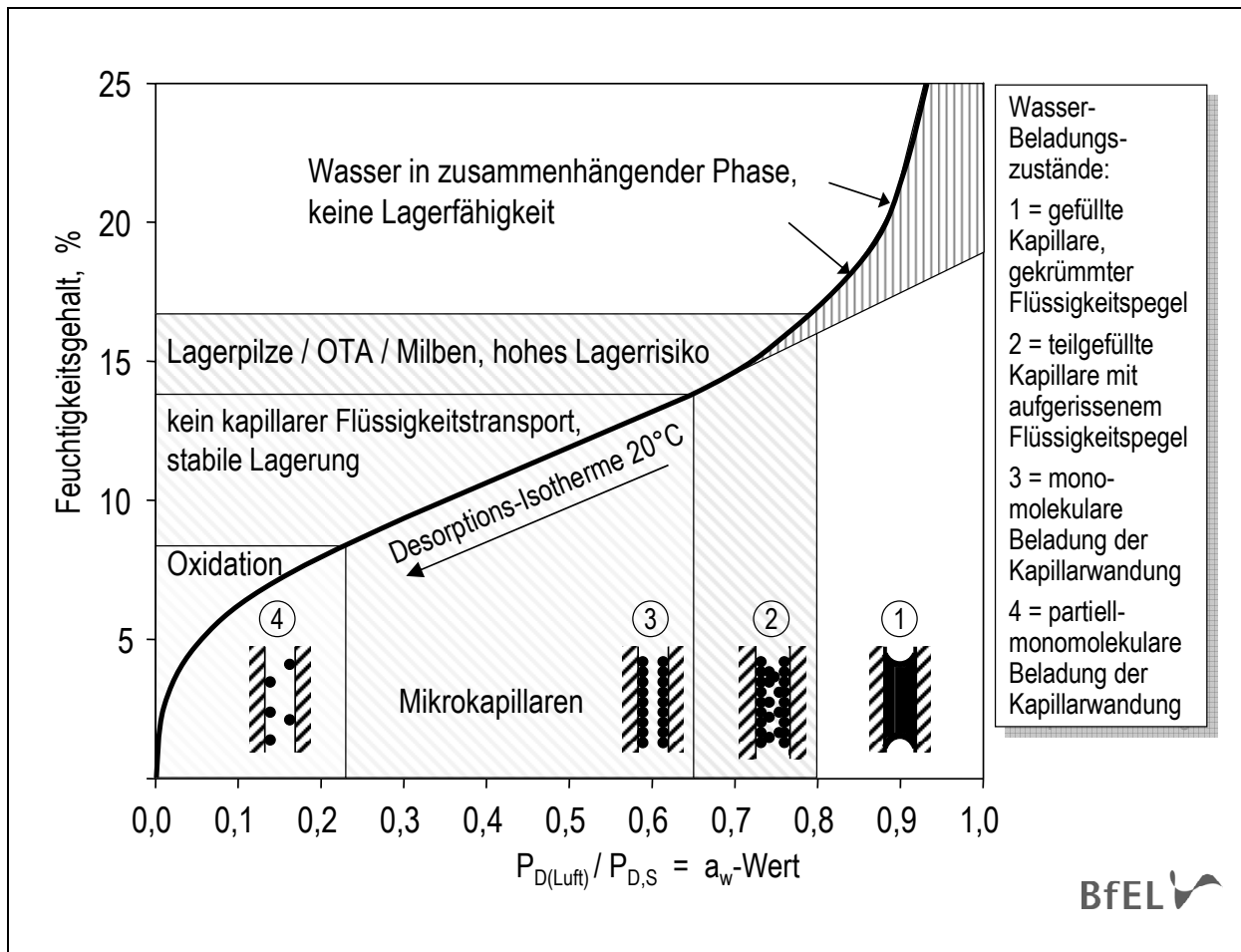


Abbildung 2. Wirkung der Wasserbeladung in den Kapillaren des Dinkelkerns

Die Annahme, dass der festsitzende Spelzenschluß bei Dinkelweizen den Kern besser vor Umweltkontaminanten schützt oder gar vor Mykotoxine, als die locker sitzende Spelze des Weizens, fehlen widerspruchsfreie und belastbare Daten in der Literatur. Auch bei Dinkel



können bei suboptimalen Witterungs- und Lagerbedingungen die Mykotoxine Desoxynivalenol (DON) und Ochratoxin A (OTA) gebildet werden. Demzufolge ist auch für Lebensmittel aus Dinkelweizen die Einhaltung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten, einschließlich der Mykotoxine (EG VO Nr. 1881/2006), eine erst zu nehmende Herausforderung.

Die anschließende Reinigung des Schälgutes entfernt mit dem Bruchkorn restliche Verunreinigungen. Nach diesem Prozess liegt speisefertiger Dinkel vor, der in sortierter Form als Speisegetreide angeboten oder zu Speisegrütze und -grieße, zu gequetschten Kernen, oder nach einer Dampf- und Darrbehandlung zu Dinkelspeiseflocken verwendet werden kann. Dinkelkerne, gequetscht oder als Flocke können zu Vollkornschrotten, Vollkornmehlen sowie zu hellen Typenmehlen mit unterschiedlichem Nähr- und Eignungswert für Brot und Gebäck, oder zu Dinkelspeisekleie und -speisekeime verarbeitet werden.

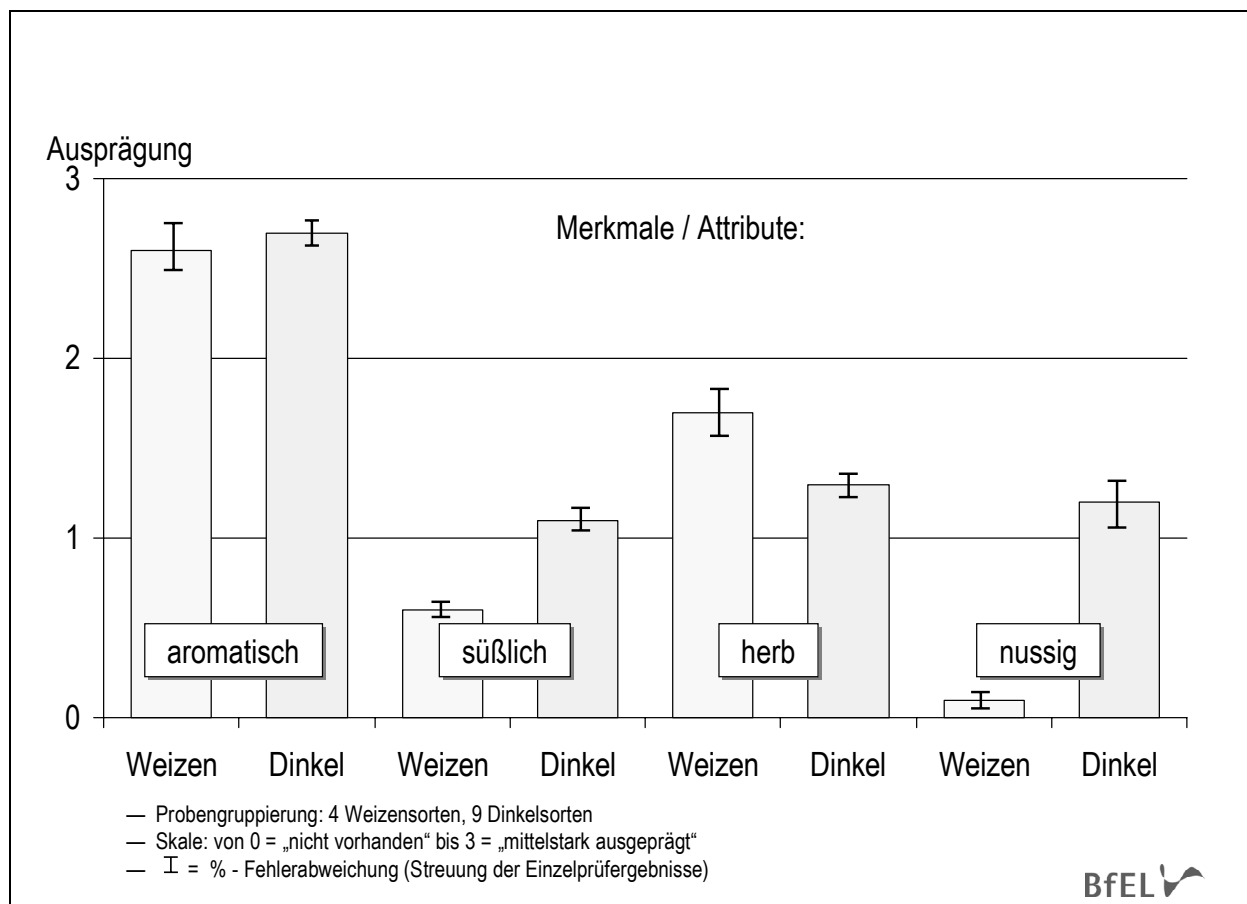


Abbildung 3. Deskriptiver bewertender sensorischer Vergleich von Weizen und Dinkel (Profilprüfung)

Für die Haltbarkeit ist neben der Temperatur die Verfügbarkeit des Wassers von Bedeutung, für die der Ausdruck Wasseraktivität ( $a_w$ -Wert) steht. Die Wasserbeladungszustände der Dinkelkerne sind durch ihren Feuchtigkeitsgehalt und  $a_w$ -Wert charakterisiert (Abb. 2). Die Stabilität der sensorischen Eigenschaften und anderer wertbestimmender Eigenschaften sowie die Unterdrückung toxinbildender Lagerpilze (*A. ochraceus* oder *P. verrucosum*) ist umso höher, je niedriger die Wasserbeladung in den Kernen ist. Unterhalb einer Wasseraktivität von 0,65 (Feuchtigkeitsgehalt <14,0 %) ist das Wasser gebunden, entweder im kolloid-dispersen

Festoffsystem oder monomolekular in den Mikrokapillaren und Mikroporen des Dinkels (Abb. 2). Dinkel ist in diesem Zustand gut lagerfähig, da dann für Mikroorganismen und für unerwünschte Abbauvorgänge kein Wasser verfügbar ist. Eine Kernlagerung unterhalb von  $a_w$ -Werten  $< 0,60$  ist indes unwirtschaftlich und wegen der Bruchkornbildung beim Umwälzen unzweckmäßig.

Wird auf Qualitätsführerschaft bei Dinkelprodukten abgezielt, dürfen diese Zusammenhänge nicht übersehen werden. Schließlich ist die sensorische Vorzüglichkeit des Dinkels bereits in den Kernen verankert ist (Münzing und Lüders, 2006). Der Verlust der dinkeltypischen Eigenschaften kann aber auch bei 14 % Kernfeuchtigkeit durch Fehler bei der Lagerung hervorgerufen werden. So führen die metastabilen Eigenschaften der Stärke und Proteine während der Dinkelnachreife dazu, dass ursprünglich gebundenes Wasser aus dem Innern in die peripheren Bereiche der Kerne wandert, als Folge eines verbesserten Ordnungszustandes. Dieser als „Schwitzen“ zu bezeichnende Reifungsvorgang ist zu überwachen, da dabei der Anteil an freiem Wasser auf  $> 0,65$   $a_w$ -Wert steigen kann, was das Hygiene- und Qualitätsrisiko der Dinkelkerne und der daraus gewonnenen Erzeugnisse erhöht.

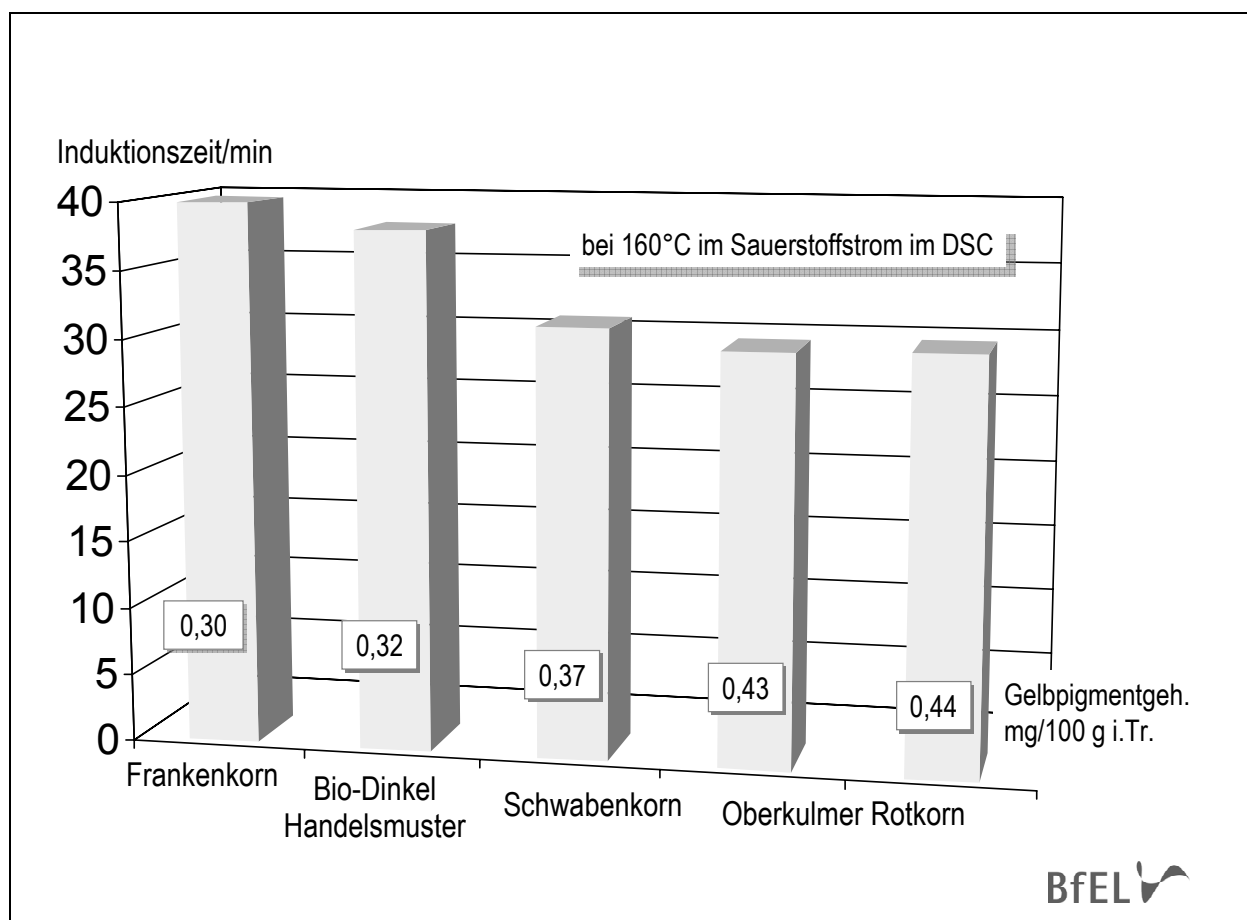


Abbildung 4. Oxidationsstabilität (OIT)/Induktionszeit (min) von Dinkelsorten

Gelbpigmente sind empfindliche sekundäre Pflanzenstoffe, die durch eine falsche Behandlung nach der Ernte oder bei der Verarbeitung verloren gehen, z.B. Fehler bei der Lagerung, beim Mahlprozess, beim Kneten der Teige oder bei der Teigwarenherstellung. Demzufolge sind spezielle Anforderungen zur Prozessoptimierung einzuhalten. Die Abb. 3 zeigt, dass

insbesondere solche Sorten empfindlich auf Sauerstoff und Wärme reagieren, die hohe Gelbpigmentgehalte aufweisen.

### **3.2 *Qualitätswirksame Faktoren für Dinkel-Brot und –Gebäck***

Dinkelgebäcke müssen nach den Leitsätzen für Brot und Kleingebäck und den Leitsätzen für Feine Backwaren einen Anteil an Dinkelmehl von mindestens 90 % in Dinkelgebäcken aufweisen. Eine höhere Akzeptanz haben Dinkelbackwaren aus 100 % Dinkelerzeugnissen, insbesondere bei Vollkornbrot und -gebäcken (Schmitz, 2005). Dinkelsorten zeigen ein breites Spektrum in den Kleber-, Teig- und Backeigenschaften.

Wie bei Weichweizen prägen Proteinmenge und Proteinqualität die Backfähigkeit von Dinkelweizen. Die Kleber der Dinkel sind im Vergleich zu Weichweizen weicher und dehnbarer, oft geschmeidig und neigen bei normaler Teigführung und Rezeptur zum Kleben. Deshalb sind Dinkelmehle und –schrote durch Zumischung von Weichweizen oder mit höheren Ascorbinsäurezugaben bis zu 0,008 % auf Mehl bezogen besser zu bearbeiten. Ascorbinsäure kann mit gleicher Wirkung durch 0,1 % Acerolakirschlorpulver ersetzt werden (Seiffert, 2005). Dinkelteige neigen leicht zum Überkneten, besonders wenn sie weich geführt werden. Sie sind dann nicht leicht aufzuarbeiten. Der Lösungsweg, mit festeren Teigen zu arbeiten, steht der Frischhaltung der Gebäcke entgegen. In diesen Fällen können aber Vorteige in Erwägung gezogen werden (Seiffert, 2005).

Für Dinkel wurde in Detmold ein spezieller Rapid-Mix-Test-Backversuch entwickelt, der vom Weichweizenbackversuch dahingehend abweicht, dass die Teigausschüttung um drei Teile reduziert und die Ascorbinsäuredosierung verdoppelt wird (Brümmer und Seibel, 1993). Bei diesem Test wird mangels Vorteile weder mit Dinkelsauerteig noch mit Vorteigen gearbeitet. Bei Einsatz dieses Backversuchs weisen auch die ökologisch angebauten Dinkel ein ansprechendes Gebäckvolumen auf, wobei die sogenannten reinen Dinkel am besten abschneiden (Wieser 2006). Gute backfähige Sorten, wie z.B. die Sorte Bauländer Spelz, haben in diesem Backversuch eine fast zarte Krumenbeschaffenheit.

Diese Methode kann zwischen den Dinkelsorten differenzieren, die einen "weizenartigen", festen elastischen und einen dinkeltypischen, relativ weichen unelastischen Kleber besitzen. Dabei ist in Erwägung zu ziehen, dass der RMT für Dinkel infolge der speziellen Wasser- und Ascorbinsäuredosierungen, die dinkeltypischen Eigenschaften stark in Richtung "weizenartig" verändert, ohne die sorten-individuellen Kleberbeschaffenheiten näher zu berücksichtigen. Diese grobe Vereinheitlichung kann bei einzelnen Dinkelsorten entweder zu schlechteren Ergebnissen, als es dem genotypischen Qualitätspotential entspricht oder bei Auswuchsdinkel sogar zu überragend positiven Werten führen.

Zweifellos müssen Standardmethoden derartige Kompromisse enthalten um den technisch-organisatorischen Aufwand zu begrenzen. Andererseits stehen sämtliche weizenbetonten Standardmethoden für die Bestimmung des Verarbeitungswertes von Dinkel solange unter Kritik, bis eine evidenzbasierende Datenbasis zur Verfügung steht, die dieses methodische Vorgehen bei Dinkel absichert. Gerade Dinkel mit seiner großen Varianz in den Klebereigenschaften stellt eine wissenschaftliche Herausforderung, die beispielsweise über eine kleberoptimierte Versuchseinstellung gelöst werden kann. In diesem Zusammenhang ist selbst im Standard-Mahlversuch für Dinkel ein Entwicklungspotential für kleberorientierte methodische Ansätze zu sehen.

Zuweilen wird kritisiert, dass die Arteigenheiten in der RMT-Teigführung und die Arteigenheiten der RMT-Gebäcke nicht mit den traditionell typischen Dinkel-Backwaren im Einklang stehen. Insbesondere dort, wo Dinkel traditionell verarbeitet wird, stößt der RMT an Akzeptanzgrenzen. Demzufolge sollten seitens der Forschung nach Verbesserungspotenziale für den RMT-Materialprüftest für Dinkel gesucht werden. Die Einflussgrößen für das RMT-Ergebnis sind so zu definieren und festzulegen, dass kein Raum für Interpretationsspielräume bleibt und eindeutige Erklärungsansätze möglich sind.

In orientierende Studien konnten die Backeigenschaften der Sorte **Franckenkorn** mit dem dinkeloptimierten RMT-Brötchenbackversuch gut charakterisiert werden. Hingegen lieferte die dinkeltypische Sorte **Schwabenkorn** nur mittels Hubknetter ein Backvolumen, dass auf dem hohen Niveau von Frankenkorn liegt, mit der RMT-Mixer-Knetung erreichte diese Sorte allerdings nur ein unbefriedigendes Backvolumen. Hier dürfte die Frage einer geringen Knettoleranz oder der überhöhten Empfindlichkeit des weichen Klebers in Erwägung gezogen werden. Hier könnten weitere Backversuche zu Absicherung sinnvoll sein. Die Orientierungs- oder Vergleichsversuche mit der dinkeltypischen Sorte **Oberkulmer Rotkorn**, zeigen indes bei unterschiedlicher Knetung gleiche Tendenzen. Allerdings fallen die Backergebnisse von auswuchsgeschädigten Proben im normalen RMT mit der Mixerknetung viel zu gut aus. Bei niedrigen Fallzahlen differenziert offenbar der Hubknetter- und Kastenbackversuch besser.

	Oberkulmer Rotkorn	Franckenkorn	Franckenkorn
Teigoberfläche:	normal	trocken	etw. feucht
Teigelastizität:	geschmeidig	kurz	normal
Backvolumen:	500 mL	490 mL	655 mL
Proteingehalt:	12,1 % i.TS	11,4 % i.TS	14,1 % i.TS
SDS-Sedi-wert:	20 ml	25 ml	49 ml
Teigoberfläche:	normal	trocken	etw. feucht
Teigelastizität:	geschmeidig	kurz	normal
Backvolumen:	500 ml	490 ml	655 ml
	öko	öko	konventionell

Abbildung 5. Typische Kleingebäckbeschaffenheiten der Sorten Oberkulmer Rotkorn und Franckenkorn

Zur Erlangung einer guten Krumenelastizität sollten die Fallzahlen des Dinkels nicht unter 180 s liegen. Die entsprechenden Mehlfallzahlen der Type 630 sind in der Regel um 20 - 40 s

höher. Bei auswuchsgeschädigten Dinkelpartien empfiehlt sich neben einer kühleren Teigführung und einer leicht erhöhten Salzzugabe um + 0,5 % auch die Verwendung von mild gesäuerten Vorteigen.

Für die Vollkornbrotherstellung aus Dinkel liegen die Anforderungen weniger in der Rohstoffbeschaffenheit als im Backverfahren. Bei Vollkornkleingebäcken aus Dinkelvollkornmehl werden die Wasserschüttungen nicht reduziert, jedoch ist die Zugabe an Ascorbinsäure bei Dinkelvollkornmehlen auf 8 bis 10 g/100 kg zu erhöhen. Dinkelvollkornmehl reagiert gut auf Fett- und Backmittelzusätze. Die Brötchen werden im Äußeren ansehnlicher und die Volumenausbeuten erhöhen sich. Für Dinkelvollkornbrote kann auch mit einem 10 %igen Dinkelvollkornmehl-Sauerteig gearbeitet werden (Brümmer und Seibel, 1993). Da Dinkel in der Praxis als „säuerempfindlich“ eingestuft wird, kann auch eine geringe Säurebildung durch Verwendung der Type 630 erreicht werden. Weitere Empfehlungen für handwerkliche Backwarenhersteller sind in einem Fachpraxisbuch für ökologische Backwaren zusammengefasst (Kähler und Müller, 2005).

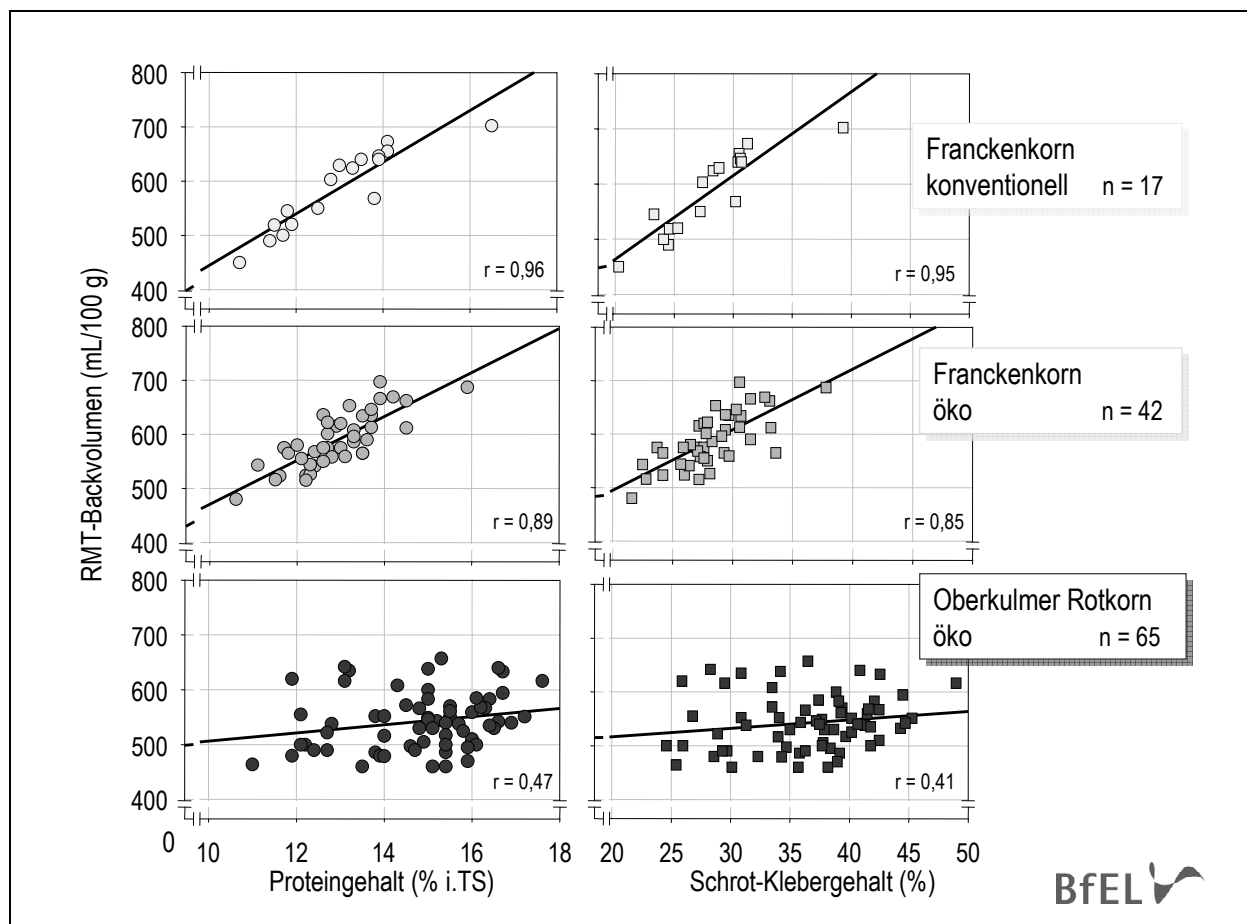


Abbildung 6. Sortenreine Handelspartien im Vergleich, Ernte 2006

Dinkel-Kleingebäcke werden besonders im süddeutschen Raum hergestellt. Dies sind sogenannte Knautzenwecken und Seelen. Die Knautzenwecke weicht in Aussehen, Beschaffenheit und Geschmack von den üblichen Weizenbroten ab (Brümmer und Seibel, 1993). Insgesamt werden die Teige für diese Spezialdinkelgebäcke weicher und kühler geführt als andere Weizenkleingebäcke. Backtechnisch ergeben Dinkelmahlerzeugnisse stets

zähe, aber sehr dehnbare Teige, weshalb sie meist sehr weich verarbeitet werden. Da Dinkelbackwaren etwas stärker austrocknen als solche aus normalem Weizen, sollten die Teige nicht zu fest sein.

Die stark verbreiteten Sorten Oberkulmer Rotkorn und Franckenkorn zeigen typische, jedoch voneinander sehr abweichende Eigenschaften. Typisch für Franckenkorn ist die trockene Oberfläche der Teige und eine mit „kurz“ bezeichnete schwache Elastizität. Allerdings tritt diese Eigenschaft nicht mehr hervor, wenn diese Sorte höhere Proteingehalte aufweist (Abb. 5). Für die Sorte Oberkulmer Rotkorn sind normale Teigoberflächen kennzeichnend, bei einer geschmeidigen weicheren Teigeigenschaft.

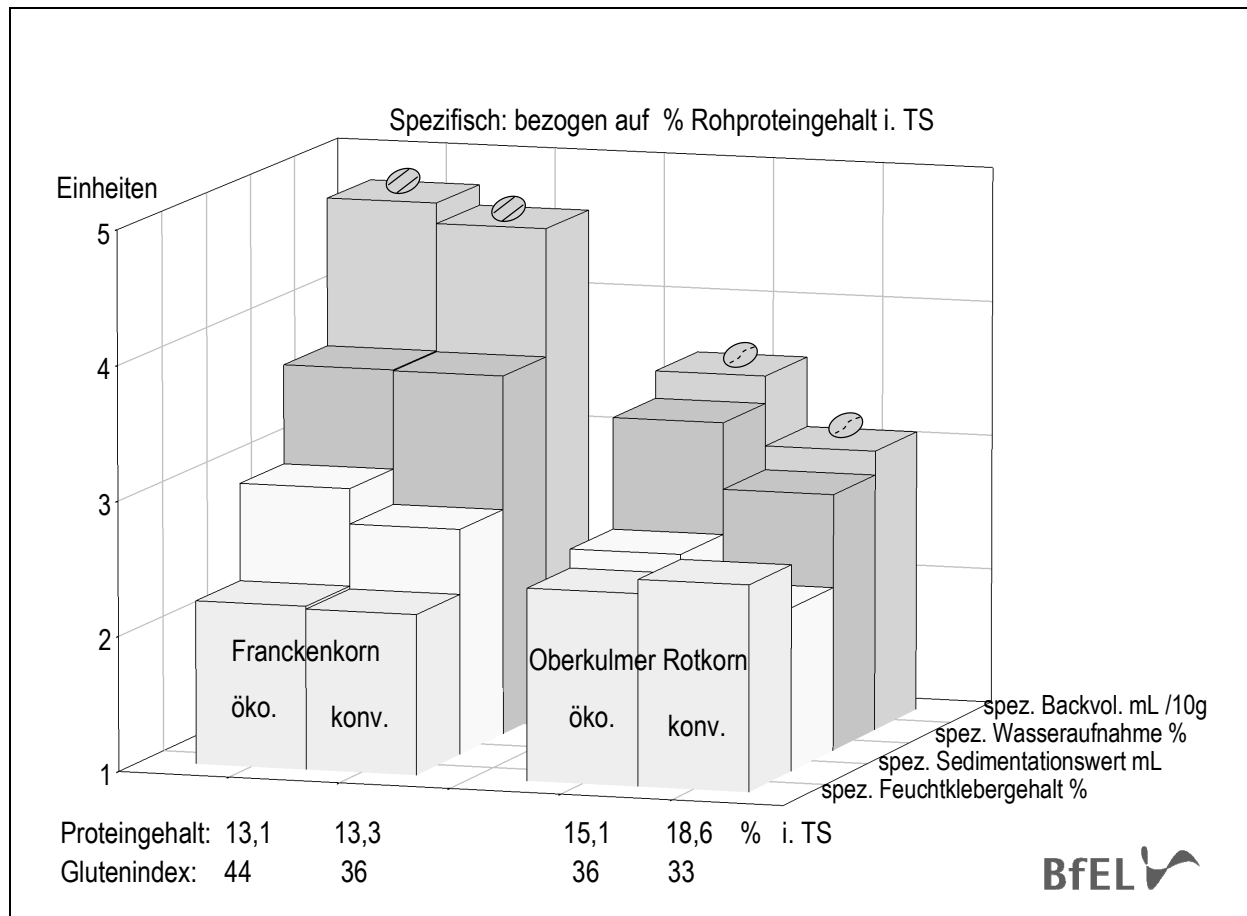


Abbildung 7. Spezifisches Qualitätspotenzial von Öko-Dinkelproben im Vergleich

Im Vergleich der beiden Dinkelsorten besteht nur bei der Sorte Franckenkorn eine Beziehung zwischen Proteingehalt und Backvolumen bzw. Schrotklebergehalt und Backvolumen (Abb. 6). Liegt allerdings das Proteinniveau dieser Sorte, wie im Ökolandbau üblich, unter 12 %, dann fällt der Korrelationskoeffizient zwischen den Parametern Protein bzw. Schrotklebergehalt und RMT-Backvolumen. Bei der Sorte Oberkulmer Rotkorn ist weder aus dem Proteingehalt noch aus dem Schrotklebergehalt eine ausreichend enge Beziehung vorhanden, um die Backvolumina zu prognostizieren. Werden zusätzlich noch die SDS-Sedimentationswerte herangezogen, wie Abb. 7 darstellt, ist bei den Öko-Dinkelproben eine bessere Relation zu den erzielten Backvolumina erkennbar. Da der mittlere Proteingehalt bei den fünf sortenreinen Dinkelherkünften sehr unterschiedlich war, wurden die ausgewählten Qualitätskriterien auf % Protein bezogen. Nunmehr wird das nicht vom Proteingehalt

abhängige Qualitätspotenzial für das Backvolumen und die Wasseraufnahme erkennbar (Abb. 7). Die höchsten Backvolumina wurden mit Sorten erzielt, die die niedrigsten Proteingehalte aufwiesen. Damit kommt offenbar der Verarbeitungswert nicht in den üblichen Indikatoren für die Backqualität zum Ausdruck.

In Abbildung 7 sind verschiedene Öko-Dinkel in den Backeigenschaften dargestellt. Indem die Kriterien Feuchtklebergehalt, Sedimentationswert, Wasseraufnahme und Backvolumen auf den jeweiligen Rohproteingehalt bezogen sind, ergibt sich die Möglichkeit des direkten Vergleichs der Werte. Die Sorten Bauländer Spelz, Schwabekorn, Oberkulmer Rotkorn und Ebners Rotkorn liefern bei gleichen Proteingehalten vergleichbare spezifische Feuchtklebergehalte und Wasseraufnahmen. Der in Abb. 7 aufgestellte spezifische Sedimentationswert als ein Kriterium für die Proteinqualität, reflektiert die ermittelten Backvolumina auf eindeutige Weise. Die Ergebnisse unterstreichen die großen Sortenunterschiede, die sich insbesondere in den Proteineigenschaften und im Backvolumen zeigen. Der Proteingehalt und die Feuchtklebergehalte indes stehen offenbar nicht mit dem Backvolumen in Zusammenhang.

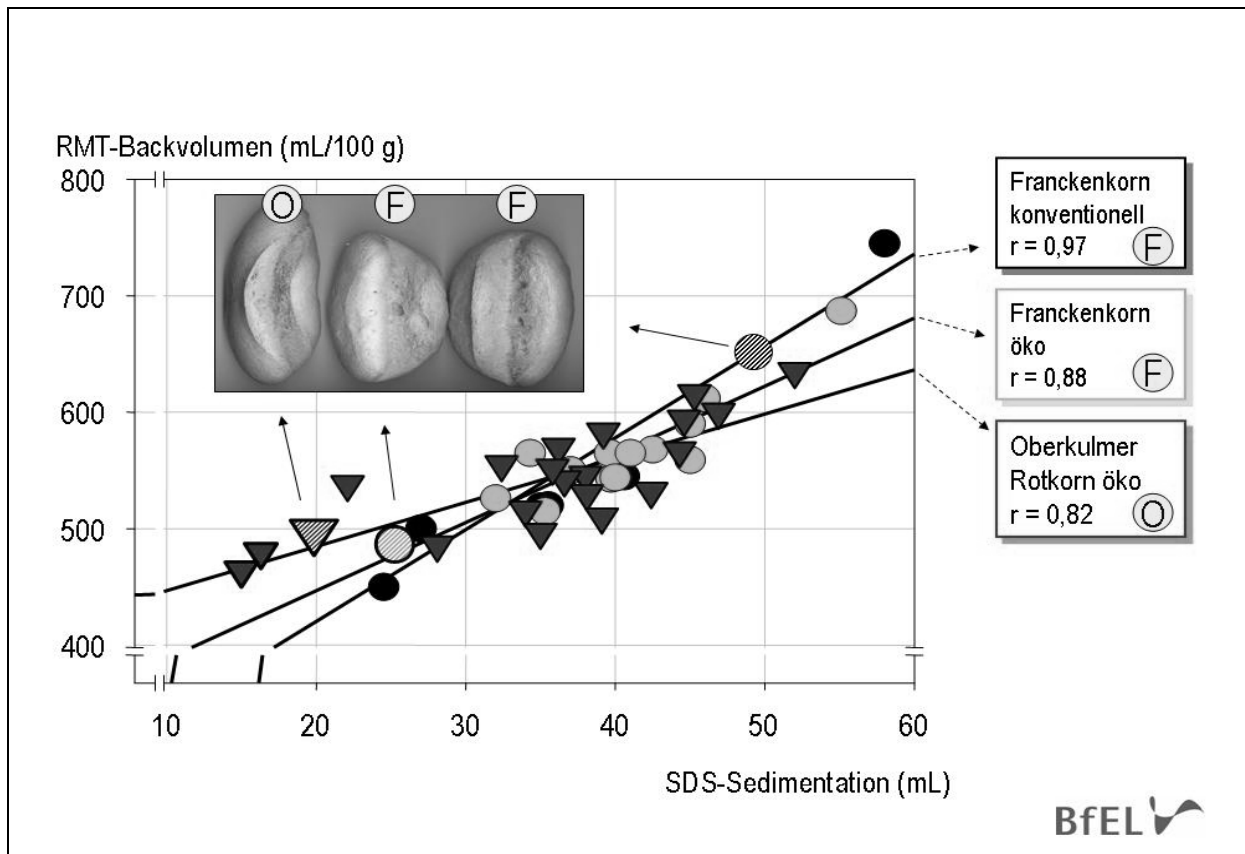


Abbildung 8. Die Beziehung SDS-Sedimentationswert zum RMT-Backvolumen von Dinkelmehl der Type 630

In Abb. 8 sind die ermittelten Ergebnisse der Sorten Franckenkorn und Oberkulmer Rotkorn zusammengestellt. Mit einem Bestimmtheitsmaß von nur 0,97 kann aus den Werten der SDS-Sedimentationswert ein Backvolumen prognostiziert werden. Diese für den konventionellen Anbau ermittelten sehr engen Zusammenhänge sind bei ökologischer Anbauweise bei diesem Genotyp nicht mehr zu erhalten. Dies zeigt das Bestimmtheitsmaß von nur 0,88 aber auch die

geringere Steigung der Regressionsgrade für Franckenkorn aus dem ökologischen Anbau. Die Regressionsgrade ist bei der ökologisch angebaute Dinkelsorte Oberkulmer Rotkorn flacher. Mit einem Bestimmtheitsmaß von nur 0,82 ist eine Vorhersagewahrscheinlichkeit aus dem Ergebnis der SDS-Sedimentation am geringsten. Bei näherer Betrachtung der Einzelwerte wird beispielsweise deutlich, dass sowohl ein einzelnes Sedimentationsergebnis von 20 ml als auch ein entsprechendes Muster mit knapp 40 ml mit einem vergleichbaren Backvolumen in Relation stehen.

Die gestreift hervorgehobenen Punkte auf den jeweiligen Regressionsgraden können den aus dem Backversuch stammenden Gebäckaufnahmen zugeordnet werden. Typisch für Oberkulmer Rotkorn sind die schmale Form und der unbefriedigende Ausbund, während bei Franckenkorn ebenfalls aus dem Bioanbau eine mehr rundliche Form mit einem sehr breiten Ausbund ermittelt wurde. Ein unter gleichen Bedingungen durchgeführter Backversuch mit Franckenkorn aus dem konventionellen Anbau (Proteingehalt 14,1 % i.TS) und 49 ml Sedimentationswert liefert ein Backvolumen von 655 ml, bei einem Ausbund, der nur noch mit „etwas breit“ bewertet wurde (Abb. 8).

Aus diesem Zusammenhang leitet sich ab, dass die Sorten unterschiedliche Relationen zwischen Proteinqualität und Backvolumen aufweisen, und dass wohl auch die Anbauart einen Einfluss auf diese Beziehung ausübt. Gleichzeitig wird deutlich, dass nicht alle Wirkungsbeziehungen zwischen den Einflussgrößen und dem Backergebnis geklärt sind. Zur Stärkung der Problemlösungskompetenz in den Betrieben sind weitere Forschungsarbeiten, z.B. Optimierungsstudien zum Backverhalten des Dinkels durchzuführen.

### **3.3 *Qualitätswirksame Faktoren für Dinkelgrieß und Teigwaren***

Die Herstellung von Teigwaren aus Dinkel hat insbesondere in Süddeutschland Tradition. Durch die veränderten Rahmenbedingungen sind im Bereich der Teigwarenproduktion gleich bleibende Qualitäten und eine kontinuierliche Bereitstellung von Rohwaren und Erzeugnissen gefragt. Auch für Dinkelteigwaren bedarf es einer differenzierteren Qualitätsbewertung für Rohstoffe, um nicht suboptimale Qualitäten zu erhalten. Zur Klärung dieser Frage wurden die Sorten Franckenkorn, Schwabekorn, Badengold und Oberkulmer Rotkorn aus der Ernte 2005 unter Standardbedingungen entspelzt, verarbeitet und untersucht.

Für die Grießgewinnung wurde ein für Hartweizen übliches Maßverfahren gewählt, welches, trotz der Dinkeltypischen „weicheren“ Struktureigenschaften, einen erhöhten Grieß- und Dunstanfall ermöglichte. Bis auf die Sorte Oberkulmer Rotkorn mit leicht höherer Grießbildung zeigen die geprüften Dinkelsorten in der Mahlfähigkeit wenig Unterschiede.

Die Kornhärteprüfung zeigt, dass die Unterschiede in der Kornhärte wie bei herkömmlichen Weizenweizen durch den Genotyp und die Standortbedingungen beeinflusst wird. Hinsichtlich der Kornhärte liegt die Sorte Franckenkorn eher im unteren Feld. Die Sorte Oberkulmer Rotkorn im mittleren und die Sorte Ostro im oberen Bereich. Der gesamte Bereiche der Kornhärte von Dinkel liegt zwischen 45 und 55 % Rückhalt auf dem Luftstrahlsieb >75 µm. Aufgrund dieser Variabilität ist auch die Vermahlung struktur- oder funktionsangepasst durchzuführen. Die Kornstruktur bestimmt den Mehlanfall. Während Weizen zu 83 % zu hellem Mehl vermahlen werden kann, erreicht man bei gleichem Mineralstoffgehalt (0,6 %) nur 74 % bei Dinkel und 70 % bei Einkorn (Abb. 9). Die sogenannten weich mahlenden Sorten wie Franckenkorn, Schwabekorn und Badengold



liefern weniger Grieß im Gegensatz zu Oberkulmer Rotkorn. Dabei ist nicht zu übersehen, dass auch die Grießausbeute in Relation zum Proteingehalt steht.

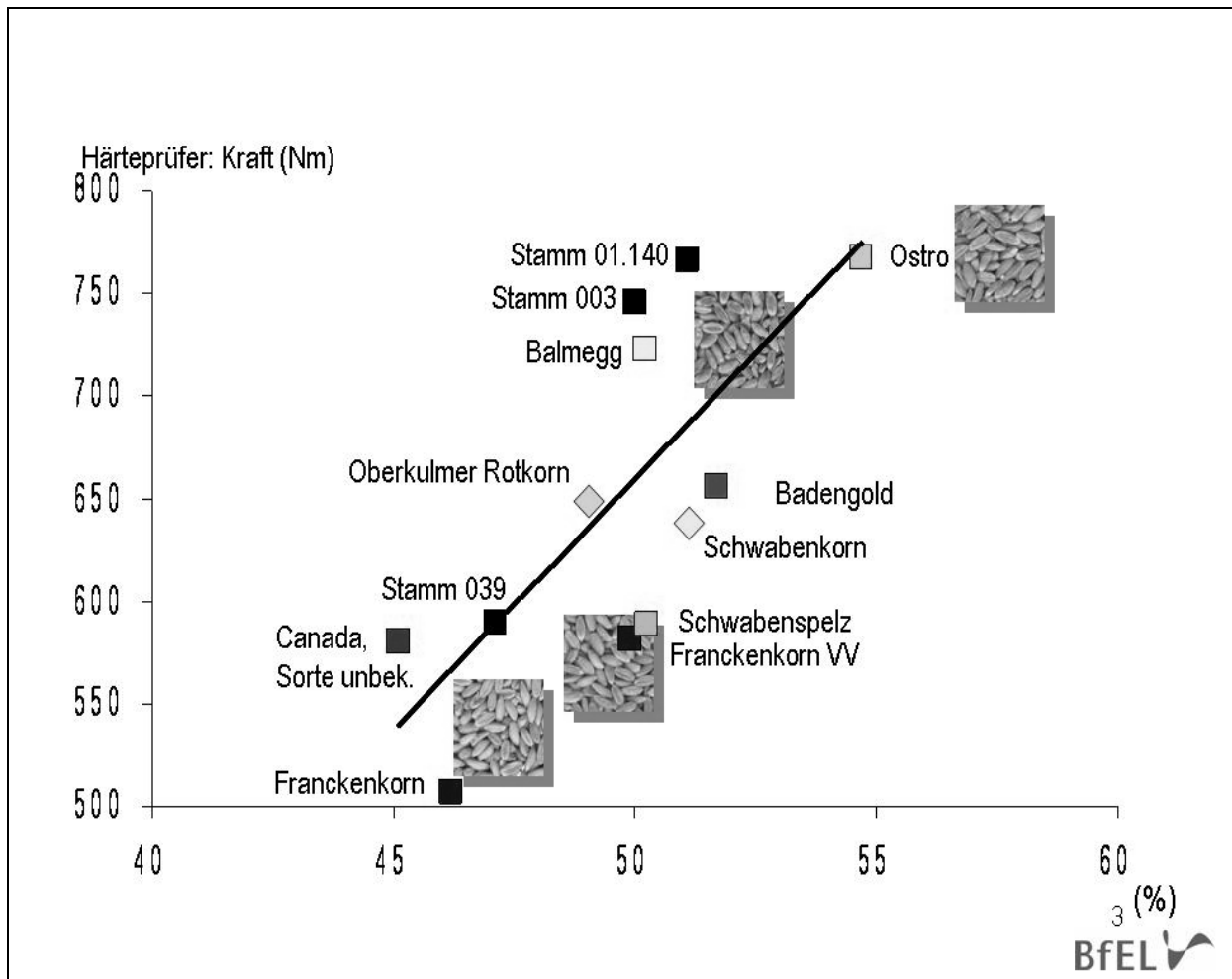


Abbildung 9. Kornhärte-Bestimmung bei Dinkel im Vergleich

Der visuelle Wahrnehmung des Farbtons von Mahlerzeugnissen ist aber stets von der Kornhärte und damit von der Partikelgröße abhängig (Lichtbrechungseffekte). Je gröber das Mehl, desto kräftiger der Gelbton, selbst bei einem gleichen Niveau an Gelbpigmentgehalten. Beispielsweise kann bei gleichen Luteingehalten eine Dinkelsorte mit härterer Kornstruktur im Mahlprodukt gelber erscheinen, als eine etwas weichere Dinkelsorte, die vergleichsweise feines Mehl liefert.

Die nach Standardbedingungen ermahlene Dinkelmahlprodukte wurden nach einer Standardmethode für Teigwaren (Spaghetti) verarbeitet und bei 70 °C getrocknet. Das anschließende Kochen der Teigware und die daran durchgeführte sensorische Prüfung erfolgten ebenfalls nach Standardmethoden. Legt man das entsprechende Prüfschema für Durumteigwaren zugrunde, so liegt der Bereich der Qualität für die Dinkelteigwaren nur eine Stufe geringer.


Die einzelnen Sorten unterscheiden sich erwartungsgemäß auch in der Qualitätsausprägung der Teigwaren. Hier ist insbesondere die Ausprägungsstufe (APS) im Farbpotenzial und Kochpotenzial hervorzuheben. Während im Farbpotenzial Franckenkorn und Schwabenkorn

die schlechtesten Werte brachten, konnte die Sorte Oberkulmer Rotkorn in handelsüblicher Qualität die besten Werte mit Ausprägungsstufe 6,5 erzielen. Auch im Kochpotenzial erreichte die Sorte Oberkulmer Rotkorn mit 6,9 Ausprägungspunkten Spitzenwerte. Selbst die Partie, die durch niedrige Fallzahlen geschädigt war (90 s), zeigte ein noch gutes Kochpotenzial von 6,4 Punkten, bei allerdings erwartungsgemäß schwächerem Farbpotenzial (Tab. 1). Die Ergebnisse sind bemerkenswert, zumal in diesen Versuchen keine Eier oder Eiprodukte zugesetzt wurden.

Tabelle 1. Dinkelgrießqualität im Vergleich

Dinkelgrieß – Spaghetti:		Vergleichende Kochversuche									
keine Zusätze außer Wasser		Badengold		Franckenkorn		Oberkulmer Rotkorn I, Fallzahl 186 s		Oberkulmer Rotkorn II, Fallzahl 90 s		Schwabenkorn	
Farbe roh:		gelb-braun kremfarben		gelb-braun etw. grau		gelb-braun kremfarben		gelb-braun etw. graustichig		gelb-braun etw. grau	
Farbe gekocht:		wenig zusammenfallend		wenig zusammenfallend		nicht zusammenfallend		wenig zusammenfallend		wenig zusammenfallend	
Formerhalt		etw. matt		etw. matt		etw. matt		etw. matt		etw. matt	
Schüttvolumen		schleimig haftend		schleimig haftend		schleimig etw. haftend		schleimig etw. haftend		gelb-braun etw. grau	
Oberflächenverquellung		fest, etw. gummiartig		etw. zu fest		etw. zu weich		zu weich		wenig zusammenfallend	
Klebneigung		arteigen		arteigen		arteigen		arteigen		etw. matt	
Kaueindruck		Ausprägungsstufe		5,5		5,9		4,5		6,4	
Geschmack		APS		FP		KP		FP		KP	
		4,5		6,4		6,5		6,9		4,0	
		6,4		4,5		6,2		4,5		6,2	

FP = Farbpotential, KP = Kochpotential

14  


Grundsätzlich ist das Farbpotenzial von Dinkelnudeln (Spaghetti) niedriger als das von Durumteigwaren. Das gilt ebenfalls für das Kochpotenzial. Ein wichtiger Qualitätsfaktor ist der Klebergehalt. Oberhalb eines Klebergehaltes von 30 % sind nur geringe Qualitätsunterschiede zu beobachten. Interessant ist in diesem Zusammenhang auch die Geschmacks- und Aromausprägung. Sie ist bei Dinkelteigwaren insgesamt höher als bei Durum. Die Sorte Oberkulmer Rotkorn ist trotz nur hinreichender Grießausbeute für Dinkelteigwaren best geeignet. Das Farb- und Kochpotenzial erfüllt gehobene Ansprüche. Ein Zusatz von Eiprodukten ist in diesem Zusammenhang sensorisch entbehrlich.

#### 4 Schlussfolgerungen

Bezüglich seines Einsatzes und Verbrauchs kann heimischer Öko-Dinkel eine vielseitige Spezialität darstellen, mit hohem Wertschätzungspotenzial beim Verbraucher. Zwar sind dinkeltypische Sorten für unterschiedliche Verwendungszwecke vorhanden, doch sehen viele Verarbeitungsbetriebe in der Qualität ihrer Erzeugnisse ein Verbesserungspotenzial. Die

Gründe der unzureichenden Entsprechung zwischen der Sortenqualität und den Marktanforderungen der Erzeugnisse sind im wesentlichen auf die typischen Probleme von Nischensegmenten und den zuweilen suboptimalen Rahmenbedingungen für die Erzeugung und Verarbeitung zurückzuführen. Kennzeichnend sind insbesondere die geringe Anzahl von Marktbeteiligten (strukturelle Schwachstellen), fehlende Berücksichtigung in (offiziellen) Statistiken und geringe Markttransparenz, hoher spezifischer Know-how-Bedarf und hoher technologischer Entwicklungsbedarf seitens der markt beteiligten Unternehmen. Vor diesem Hintergrund besteht die Frage, wie die Problemlösungskompetenz innerhalb der Wertschöpfungskette Dinkel durch technologische Zusatzinformationen gestärkt werden kann.

Die vorliegenden Forschungsergebnisse zur heutigen Dinkelqualität zeigen einige Eckpunkte auf dem Weg zu mehr Qualität. Der weitere Forschungsbedarf zur Erlangung besserer Verarbeitungseigenschaften liegt in der Frage der Aufmisch- oder Kombinationseffekte bei Sortenmischungen. Auch eine höhere Ausmahlung sollte dabei einbezogen werden. Es gilt darüber hinaus zu klären, ob durch veränderte Teigführungen und Rezepturen, gegebenenfalls auch durch die Kombination der unterschiedlichen Weizenarten weitere Ansätze für qualitätsfördernde technologische Maßnahmen bestehen.

Eine optimale Nutzung des Geschmacks- und Verarbeitungswertes alter Weizenkulturen und -sorten muss eine effektive Qualitätslenkung auf allen Ebenen beinhalten. Dies beginnt im Bereich der Züchter, die die genotypischen Merkmale einschließlich der Backeigenschaften berücksichtigen müssen, ebenso im Bereich der Erzeugerbetriebe – die das Verarbeitungspotenzial der alten Sorten kennen und die Ernteware entsprechend separieren müssen – und endet im Bereich des Konsums, wo die besonderen sensorischen Eigenschaften und Nährwertvorteile durch Verbraucheraufklärung kommuniziert werden müssen.

Die Zukunftsfähigkeit von Dinkel liegt in der Akzeptanz der Käufer. Diese stellen an die Sicherheit, Gesundheit und an den Genusswert der Produkte höhere Anforderungen als an herkömmlichen Brotweizen. Hier sind insbesondere die Funktionalitäten gefragt, die genetisch verankert, im starken Maße aber auch durch phänotypische Ausprägungen am Standort bestimmt sind und daher je nach Erntejahr und Standort starken Schwankungen unterliegen können. Diese Funktionalitäten müssen von den Marktbeteiligten in der Wertschöpfungskette verstanden und gelenkt werden und für den Konsumenten in den Erzeugnissen nachvollziehbar sein (Genuss- und Geschmackswert).

Die Anforderungen an Dinkel sind zu evaluieren. Aus der Sicht der Verarbeitung und der Konsumenten haben Dinkelpartien mit stabiler Produkt- und Verwendungsqualität, hoher Lebensmittelsicherheit, hohem Gesundheits- und Genusswert Vorteile. Aus der Sicht der Mühlen sind die Faktoren Schälbarkeit, Mehlausbeuten, Proteingehalt, Gelbpigmentgehalte, Klebereigenschaften und universelle Verarbeitungsfähigkeit für verschiedenartige Backwaren wichtig.

In speziellen Methodenentwicklungen und in systematisch angelegten Verarbeitungsstudien für Dinkel sollen die Wirkungszusammenhänge zwischen den genetisch verankerten Funktionseigenschaften und den wertbestimmenden Qualitätseigenschaften der Erzeugnisse aufgeklärt und für einen arten- und sortenangepassten Anbau sowie einer sachgerechten Verwendungsqualität (z.B. Brot und Gebäck) aufbereitet werden. Hieraus ergibt sich ein Forschungsbedarf, welcher zielorientiert die Funktionalität der Dinkelsorten in den

Mittelpunkt stellt, zur sortengerechten Verwendung führt und dabei auch die Kaufmotive der Konsumenten berücksichtigt.

Durch eine genotyp-angepasste Nacherntetechnik und Verarbeitung können Dinkelsorten einer gezielten Produktplanung und -lenkung entlang der Wertschöpfungskette zugeführt werden. Dabei sind auch solche Funktionalitäten zu berücksichtigen, die in der Verbraucherschaft gefragt sind (Sicherheit, Gesundheitswert, Genusswert).

Die Auslese von handelsüblichem Dinkel auf der Basis der Kornhärte, Proteingehalte und Proteinqualität, wie es für Weizen durchgeführt wird, könnte eine Entscheidungsgrundlage für Öko-Erzeuger und -Verarbeiter bei ihrer Selektion für spezifische Eignungszwecke darstellen. Die Betrachtungen zeigen insgesamt, dass Dinkelweizen aus dem heimischen ökologischen Anbau sehr unterschiedliche Potenziale im Verarbeitungswert besitzen. Um diese Kenntnisse für die Praxis weiter auszubauen, sind Optimierungsstudien erforderlich. Dies geschieht derzeit in einem Forschungsvorhaben des Bioland e.V., gefördert aus dem Bundesprogramm Ökologischer Landbau: „Erstellung eines Leitfadens zur Verarbeitung und zum Anbau von ökologischem Dinkel“ – 06OE347 –

## 5 Literatur

- Abdel-Aal, E. and Wood, P. (2005): Speciality Grains for Food and Feed. – AACC (Hrsg.) St. Paul, USA
- Belitz, H.-D., W. Seilmeier und H. Wieser (1989): Die Proteine des Dinkels (*Triticum spelta*). – Z. Lebensm. Unters. Forschung 189, 1, S. 1-5
- Brümmer, J.-M. und W. Seibel (1993): Herstellung von Lebensmitteln aus Spelz- und Schälgetreide - Brot- und Kleingebäck.- in: Spelz- und Schälgetreide, Hrsg.: Seibel, W. und W. Steller, Behr's Hamburg
- Bundessortenamt (2007): Beschreibende Sortenliste Getreide, Mais, Ölfrüchte, Leguminosen, Hackfrüchte 2007. Deutscher Landwirtschaftsverlag, Hannover
- EG VO Nr. 1881/2006 der Kommission vom 19. Dez. 2006 zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln.- Amtsbl. d. Europ. Union L 364, vom 20.12.2006.
- Kähler, Anke und U. Müller (2005): Qualitätsoptimierung ökologischer Backwaren, Fachpraxisbuch für handwerkliche Backwarenhersteller. Kompetenzzentrum Ökolandbau Niedersachsen (Hrsg.), Behrs' Hamburg
- Kling, Ch., L. Breuer und K. Münzing (2006): Eignung alter Weizenkulturen für heutige Anforderungen.- Getreidetechnologie 60, 1, S. 55 - 60
- KÖN (Kompetenzzentrum Ökolandbau Niedersachsen) (2006): Dinkel-Workshop, Ergebnisse der Diskussionsgespräche, Hannover am 28.03.2006
- Kunz, P. (2006): Poster: Was macht den Dinkel zum Dinkel? ([www.peter-kunz.ch](http://www.peter-kunz.ch))

- Münzing, K. und K. Wolf (2005): Verarbeitungseigenschaften von deutschem Weizen und Dinkel aus dem Ökoanbau der Ernte 2004. – Getreidetechnologie 59, 2, S. 119-122
- Münzing, K. und M. Lüders (2005): Untersuchungen zum Geschmacks- und Aromapotenzial von Rohgetreide – 1. Teil: Entwicklung eines beschreibenden und bewertenden Geschmackstests. -Getreidetechnologie 59, 6, S. 344 - 354.
- Münzing, K. (2006): Verarbeitungswert von deutschem Dinkel der Ernte 2006.– Getreidetechnologie 143, 6, S. 379-380
- Reiter, E. (2001): Characterization of Milling and Baking Properties of Spelt Wheat (*Triticum spelta* L.), Dissertation Wien
- Schmitz, K. (2006): Dinkel – Ein Getreide mit Zukunft. – BMI aktuell, Sonderausgabe Oktober, Ulm
- Schmitz, K. (2005): Dinkel, ein Getreide mit Zukunft für die Bäckerei. – Getreidetechnologie 59, 1, S. 48-51
- Seiffert, M. (2005): Herstellung von Dinkelspezialitäten mit Vorteigen. – Getreidetechnologie 59, 1, S. 26-35
- Tauscher, B. et al. (2003): Bewertung von Lebensmitteln verschiedener Produktionsverfahren – Statusbericht 2003, Schriftenreihe des Bundesministeriums für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft, Reihe A: Angewandte Wissenschaft, Heft 499
- Wieser, H., Kieffer, R., Mück, U. und Reens, H.J. (1998): Einfluss von Sorte und Standort auf Ertrag und Qualität von Dinkel aus ökologischem Landbau. – Bericht deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie, S. 208-225
- Wieser, H. (2006): Vergleich von reinen Dinkeln und Dinkel/Weizen-Kreuzungen.– Getreidetechnologie 60, 4, S. 223-231



## Sensorische Fehler an Öko-Handelsprodukten aus dem Getreidenährmittel-Bereich<sup>1</sup>

### Sensorial defects of commercial organic cereals and cereal products

GÜNTER BRACK<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut für Getreide-, Kartoffel- und Stärketechnologie, Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel, Standort Detmold, Schützenberg 12, 32756 Detmold

E-Mail: [gunter.brack@bfel.de](mailto:gunter.brack@bfel.de)

#### Abstract

The test results outline of several years existing a picture of market-focused offer with which the condition of the products is described as it presents itself to the consumer (contrary to so-called sensory quality inspections of several organizations at which it is left to the manufacturers to select and send (or send not) for examination their products. Tested organic products were muesli, flaked grains, grain flours, grains, rice, pasta. Consequences from the test results are: measures for the minimization of sensorial defects are so far not consequently carried through on the organic products in question. The goods exhibit the frequently following taste and smell defects: off-taste, rancidity etc.. Remedy is in principle possible. Pasta exhibit however no taste defects. Possible reasons of frequently determined errors with the taste and smell: inadequate packaging material (paper, cardboard) (applies to conventional cereal products too), unsuitable raw material and/or unsuitable processing and/or storing conditions of ingredients, organizational/logistically insufficient or inappropriate testing the ingredients and packaging materials, missing exclusion criteria for purchasing ingredients, missing sensory standards and/or sensory training.

*Key words: organic, taste, cereals, cereal product*

#### Zusammenfassung

Mehrjährige Untersuchungen der BFEL-Detmold ergeben einen Überblick zur sensorischen Beschaffenheit eines deutschen Angebots verschiedenster Getreide-Nährmittel: Müslis, Speisegetreide, Mehle und Schrote, Getreideflocken, Reis, Teigwaren sowie verschiedene Cerealien, die nicht eindeutig den vorab genannten Getreidenährmittel zuzuordnen sind. Die Ware wurde anonym gekauft und somit erfasst, wie sie dem Verbraucher dargeboten wird (im Gegensatz zu sogenannten Qualitätsprüfungen verschiedener Organisationen, bei denen es dem Hersteller überlassen bleibt, die Ware selbst auszuwählen und zur Prüfung (nicht) einzusenden).

Folgerungen aus den Untersuchungsergebnissen:

- Maßnahmen zur Minimierung sensorischer Fehler werden bislang nicht ausgenutzt. Die Waren weisen häufig folgende Fehler auf: Fremdgeschmack, „kratzender“ Geschmack,

---

<sup>1</sup> Veröffentl.-Nr. 8008 der Veröffentlichungen der Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel, Standort Detmold.

Altgeschmack, ranziger Geschmack usw. Abhilfe ist grundsätzlich möglich. Teigwaren weisen hingegen keine geschmacklichen Fehler auf.

- Mögliche Gründe von häufig festgestellten Fehlern beim Geschmack und Geruch:
- ungeeignete Packstoffe (Papier, Pappe) (tritt auch bei konventioneller Ware auf)
- ungeeignete Rohstoffe bzw. Zutaten (z. B. überlagert)
- ungeeignete Verarbeitungs- und/oder Lagerungsbedingungen für Rohstoffe/Zutaten

organisatorisch/logistisch:

- unzureichende oder unsachgemäße Eingangskontrolle von Rohstoffen, Zutaten und Packstoffen beim Importeur, Erfasser, Hersteller/Verarbeiter, Abfüller, Einzelhandel
- fehlende Ausschlusskriterien beim Einkauf
- fehlende sensorische Standards und/oder sensorische Schulung.

*Schlüsselwörter: ökologisch, Getreide-Nährmittel, Geschmack, sensorisch*

## **1 Einleitung**

Unsere sensorischen Untersuchungen anhand der angeführten Erzeugnisse ergaben sich aus dem Mangel an Daten zu ökologisch erzeugten Lebensmitteln. Die Verfügbarkeit von Daten und damit verbundener Erkenntnisse ist Voraussetzung zur Ermittlung von Ansätzen zur Qualitätssteigerung ökologischer Erzeugnisse. Daraus ergibt sich der mögliche Forschungsbedarf im Einklang mit den seinerzeit erklärten Zielen der Politik der Bundesregierung in Deutschland.

Sensorische Fehlerfreiheit ist nicht nur bei konventionellen, sondern auch bei ökologischen Getreidenährmitteln ein von Fachleuten geschätztes Merkmal. Sie kann auch einen Wert für den Verbraucher bieten. Bisher ist jedoch nicht hinreichend beschrieben, wie sich die sensorische Beschaffenheit der ökologischen Ware im Einzelhandel darbietet: Entspricht sie fachlichen Erwartungen oder ist sie verbesserungsbedürftig? Die Literatur gibt dazu keine befriedigende Auskunft. Hinweise auf sensorische Fehler sind aber nötig zur gezielten Verbesserung der Erzeugnisse, um günstigere Voraussetzungen für den Absatz zu schaffen.

## **2 Material und Methoden**

Im Jahr 2002 wurde an der Bundesforschungsanstalt in Detmold begonnen, sensorische Prüfungen an Öko-Getreidenährmitteln in Fertigpackungen durchzuführen (280 gekaufte Muster). Ziel war es, eine längerfristige Marktbeobachtung durchzuführen, um damit Entwicklungen hinsichtlich der sensorischen Erzeugnis-Beschaffenheiten umreißen zu können (Verbesserung, Verschlechterung). Es wurden geprüft: Getreide, Mehle und Schrote, Flocken, Müslis, Reis, Teigwaren. Zum Jahr 2004 wurde nochmals eine gleichartige Untersuchung vorgenommen (300 gekaufte Muster). Die dritte Untersuchung erfolgte im Jahr 2007 (350 gekaufte Muster).

Die Waren wurden im Gebiet Lippe, Ostwestfalen, im Einzelhandel anonym gekauft (Handels-Ketten, Reformhäuser, Bio-Läden usw.) und erfasste überregionale Anbieter. Es wurden alle Getreidenährmittel-Arten und -varianten erfasst, die in den Verkaufsstellen angeboten waren und zu den oben angeführten Erzeugnisgruppen gehören. Fünf Muster wurden direkt ab Werk bezogen. Alle Erzeugnisse hatten noch mehrere Monate Mindesthaltbarkeit.



Die Prüfungen erfolgten gemäß der fehlerbeschreibenden 5-Punkte-Schemata als Standardmethode der „Arbeitsgemeinschaft Getreideforschung e. V.“, Detmold. In diesem Zusammenhang ist sensorische „Qualität“ bezogen auf die sensorisch wahrnehmbare Integrität (Unversehrtheit) der Ware und beschreibt nur sensorisch erfassbare Fehler (sofern vorhanden), unabhängig vom Niveau der Güte (Vorzüglichkeit). Solche Prüfungen erlauben keine Aussage zu Beliebtheit bzw. Genuss der Ware, was nur über statistisch gesicherte, hedonistische Prüfungen erfolgen könnte. Die Prüfungen beschränkten sich auf den trockenen Zustand der Ware. Reis und Teigwaren wurden auch in gekochtem Zustand geprüft. Die Prüfgruppen bestanden aus geschulten Sachverständigen (Fachleuten des Instituts) mit Produktkenntnis und ständiger Praxis im Prüfen.

*Tabelle 1. Bezugsquellen Öko-Getreidenährmittel 2007*

Produkte	Müslis	verschiedene Cerealien	Getreide, Mehle und Schrote	Getreideflocken	Reis	Teigwaren
Musteranzahl	88	29	88	43	41	65
Hersteller	24	16	21	19	15	21
Anbieter	13	9	12	9	10	13
- davon:						
Supermärkte	10	6	9	7	7	11
Reformhäuser	3	3	3	2	3	2

Handelsketten und Supermärkte sind berücksichtigt, da ihnen inzwischen eine bedeutende Rolle bei der weiteren Verbreitung ökologischer Erzeugnisse zukommt. Die Untersuchung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit oder statistisch gesicherte Repräsentanz des deutschen Marktangebots. Dennoch lassen sich hilfreiche Rückschlüsse ziehen.

*Tabelle 2. Bezugsquellen konventionelle Weizenmehle 2007*

Musteranzahl	24
Hersteller	12
Anbieter (Supermärkte)	8

### 3 Ergebnisse

Die Ergebnisse sind für das Jahr 2007 dargestellt. Am einzelnen Produkt kann mehr als ein Fehler auftreten (verschiedene Fehler führen zu Mehrfach-Fehlernennungen). Die in den Tabellen angeführten Prozent-Zahlen geben die Häufigkeit des einzelnen Fehlers, bezogen auf die Anzahl der in der Überschrift der Tabelle genannten Produktgruppe an.

*Tabelle 3. Konventionelle Weizenmehle 2007 (Musteranzahl = 24 = 100%)*

Geruch, Geschmack	Anzahl	%
Fremdgeschmack	14	58,3 %
Nebengeschmack	1	4,2 %
kratzend	6	25,0 %
bitter	3	12,5 %

In der Diskussion sind die übermäßig aufgetretenen (und einfach vermeidbaren) Geschmacks- und Geruchsfehler bestimmter Produktgruppen kurz hervorgehoben. Andere, in den Tabellen gelistete Fehler liegen anteilmäßig in üblichen Bereichen, wie sie auch erfahrungsgemäß bei

konventioneller Ware normal bzw. nicht übermäßig sind. Sie werden deshalb nicht näher diskutiert und dienen zur Information.

Tabelle 4. Öko-Getreide, -schrote und -mehle 2007 (Anzahl = 88 = 100 %)

	Anzahl	%
<b>Aussehen</b>		
• Fremdgetreide	7	7,6
• unansehnliches Gesamtbild	2	2,2
• Spelzen	2	2,2
• fleckige Körner	2	2,2
• Unkrautsamen	2	2,2
• Farbton ungleichmäßig	3	3,3
• Farbton stumpf	1	1,1
• ungleichmäßige Korngröße	1	1,1
<b>Geruch, Geschmack</b>		
• alt, kratzend	16	18,2
• Fremdgeschmack	26	29,5
• Nebengeschmack	4	4,4
• Fremdgeruch	1	1,1
• Nebengeruch	3	3,5
• ranzig	4	4,4
• bitter	10	11,4
• muffig	1	1,1
• seifig	1	1,1

### 3.1 Öko-Getreide, -Schrote und -Mehle

Diese Produktgruppe hatte die häufigsten Geschmacksfehler. Bestimmte Geschmacksfehler traten gelegentlich mit einem oder zwei anderen am einzelnen Produkt auf: alt, kratzend, bitter, Fremdgeschmack, Fremdgeruch, Nebengeruch. Ranzigkeit. Fremdgeschmack und -geruch, ‚alt‘ und ‚kratzend‘ führen wir im Wesentlichen auf den Einfluss des Packstoffs ‚bedrucktes Papier‘ zurück (Stoffübergänge aus dem Papier in das Lebensmittel). Da wir vermuteten, dass die Auffälligkeit bzw. Häufigkeit des durch Papier bedingten, nachteiligen Geschmacksänderungen nicht öko-spezifisch ist, sondern auch bei konventioneller Ware auftritt, wurden alle im Handel kaufbaren diesbezüglichen konventionellen Mehl-Muster untersucht. Es stellte sich heraus, dass auch bei diesen Mehlen (in 1-kg-Papierpackungen) fast alle Muster gleichartige geschmackliche Beeinträchtigung aufwiesen (Fremdgeschmack, Nebengeschmack, kratzend). Der Zusammenhang zwischen Packstoff und Beeinträchtigung wird bei uns zurzeit eingehender mittels GC-MS-Analysen verfolgt.

Da Getreide häufig nicht in Papier, sondern in anderen Packstoffen verpackt war, trat offenbar demzufolge Fremdgeschmack bei Getreide wesentlich weniger auf als bei den in Papier verpackten Mehlen und Schrotten. Ranzigkeit, Muffigkeit, Seifigkeit trat normalerweise nur als Einzelfehler auf und ist ursächlich nicht mit Fremdgeschmack bzw. Packstoff-Einfluss verknüpft.

### 3.2 Öko-Getreideflocken

Auch Öko-Getreideflocken waren geschmacklich vielfach ‚alt‘, ‚kratzend‘, und wiesen Fremdgeschmack und Nebengeschmack auf. Die betroffene Ware war wiederum überwiegend in bedrucktem Papier verpackt.

*Tabelle 5. Öko-Getreideflocken 2007 (Anzahl 43 = 100 %)*

	Anzahl	%
Aussehen		
• hoher Bruchanteil/Abriebanteil	12	27,9
• Spelzen	6	14,0
• fleckig	1	2,3
Geruch, Geschmack		
• alt, kratzend	10	23,2
• ranzig	4	9,3
• Nebengeschmack	4	9,3
• Fremdgeschmack	3	7,0
• bitter	2	4,6
• seifig	1	2,3

### 3.3 Öko-Müslis und verschiedene Cerealien

Auffallende, zu häufige geschmackliche Fehler waren ‚alt‘, ‚kratzend‘, ‚ranzig‘. Diese Fehler sind typisch und werden normalerweise durch Veränderung verschiedenster, fetthaltiger Müsli-Bestandteile hervorgerufen. Die Fehler kommen nach unserer Erfahrung bei konventioneller Ware ebenso vor und sind durch sorgfältige Wahl einwandfreier und frischerer Zutaten minimierbar.

*Tabelle 6. Öko-Müsli 2007 (Anzahl = 88 = 100 %)*

	Anzahl	%
Geruch, Geschmack		
• alt, kratzend	10	11,4
• wenig aromatisch	3	3,4
• ranzig	9	10,2
• Nebengeschmack	1	1,1
• Fremdgeschmack	1	1,1
• bitter	1	1,1
Aussehen		
• hoher Bruchanteil/Abriebanteil	14	15,9
• unglm. Korn-/Teilchengröße	4	4,5
• Spelzen	2	2,3
• Verklumpungen	1	1,1
Konsistenz		
• zäh	1	1,1

*Tabelle 7. Verschiedene Öko-Cerealien 2007 (Anzahl = 29 = 100 %)*

	Anzahl	%
Aussehen		
• hoher Bruchanteil/Abriebanteil	1	3,4
• ungleichm. Korn-/Teilchengröße	2	6,8
Geruch, Geschmack		
• wenig aromatisch	2	6,8
• alt	1	3,4
• ranzig	7	24,1
• brenzlich	2	6,8
• bitter	2	6,8
• Nebengeruch	1	3,4
• Nebengeschmack	1	3,4

### 3.4 Öko-Reis

Auffallend sind die häufigen und vielfältigen Geschmacksfehler, vor allem Ranzigkeit, Fremd- und Nebengeschmack und -geruch bzw. Altgeschmack. Unansehnlichkeit und fleckige Körner sind ebenso häufig auffällig. Alle Fehler sind durch sorgfältige Wahl der Ware und Bearbeitung minimierbar.

Tabelle 8. Öko-Reis 2007 (Anzahl = 41 = 100 %)

	Anzahl	%
Aussehen		
• unansehnliches Gesamtbild	5	12,2
• fleckige Körner	4	9,6
• grüne Körner	2	4,8
• gegabelte Körner	2	4,8
• Spelzen	1	2,4
• Fremdgetreide	1	2,4
Konsistenz		
• aneinander haftend	1	2,4
• breiig	2	4,8
Geruch, Geschmack		
• alt, kratzend	1	2,4
• alt, fettig	2	4,8
• Nebengeruch	4	9,6
• Fremdgeschmack	6	14,6
• Fremdgeruch	2	4,8
• ranzig	7	17,1
• seifig	1	2,4

### 3.5 Öko-Teigwaren

Ungefähr 75 Prozent der Teigwaren waren sensorisch insgesamt fehlerfrei, was ein gutes Ergebnis darstellt. Geschmackliche Fehler sind sehr selten. Insofern bestehen keine Unterschiede zu unseren Erfahrungswerten mit vergleichbaren Teigwaren aus konventioneller Produktion.

Tabelle 9. Öko-Teigwaren 2007 (Anzahl = 65 = 100 %)

	Anzahl	%
Farbe		
• fleckig	2	3,0
• Kochgut verfärbt	1	1,5
Stippen, Transparenz, Risse u. Sprünge		
• Stippen	5	7,7
• weiß, auch Streifen	4	6,2
• Bläschen, opake Teile	1	1,5
• innere Risse, Sprünge	1	1,5
Formerhalt, Oberfläche		
• Form- und Konturschäden	4	6,2
• nicht glatt, etwas gequollen	1	1,5
• ballend, klebend	1	1,5
Kaueindruck		
• teigig - pastös	4	6,2
Geruch, Geschmack		
• bitter	2	3,0

#### 4 Folgerungen

1. Die Untersuchungsergebnisse weisen darauf hin, dass die sensorisch feststellbaren Fehler von Öko-Getreidenährmittel im Großen und Ganzen über Jahre hinweg in Art und Ausprägung gleich geblieben sind und Potentiale zur Vermeidung der Fehler bislang nicht genutzt werden. Viele Fehler sind rohstoffbedingt und vermeidbar.
2. Prinzipiell vermeidbar scheinen auch die vermutlich durch Migration aus ungeeigneten Packstoffen bedingten Geschmacksfehler (durch (bedruckte) Papiere und Pappe). Der Einfluss dieser Packstoffe bleibt offenbar in der Praxis und beim Verbraucher weitgehend unentdeckt, da es nicht attraktiv und deshalb unüblich ist, z. B. Mehl, Grieß, Getreide unverarbeitet zu verkosten. Es ist aber zu beachten, dass gemäß VERORDNUNG (EG) Nr. 1935/2004 des EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 27. Oktober 2004 Folgendes gilt: Artikel 3 (1) besagt unter anderem: „Materialien ... sind nach guter Herstellungspraxis so herzustellen, dass sie unter den normalen oder vorhersehbaren Verwendungsbedingungen keine Bestandteile auf Lebensmittel in Mengen abgeben, die geeignet sind, a) die menschliche Gesundheit zu gefährden oder ... c) eine Beeinträchtigung der organoleptischen Eigenschaften der Lebensmittel herbeizuführen“. Die gebotene Sorgfalt in der Praxis lässt es demzufolge angeraten sein, eingehender über Alternativen bezüglich geeigneter Packstoffe für die infragestehenden (Öko-)Getreide-Nährmittel nachzudenken.



## **Biochemische Charakterisierung von ökologisch und konventionell erzeugtem Weizen aus dem DOK-Versuch: Profiling Techniken und Analytik von Einzelverbindungen**

**Biochemical characterisation of organic and conventionally produced wheat originating from the DOK-trail: profiling techniques and analysis of individual components**

GEORG LANGENKÄMPER<sup>1</sup>, ANDREAS BRUDER<sup>2</sup>, THOMAS BETSCHE<sup>1</sup> UND CHRISTIAN ZÖRB<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Institut für Biochemie von Getreide und Kartoffeln der Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel, Schützenberg 12, 32756 Detmold

<sup>2</sup>Institut für Getreide-, Kartoffel- und Stärketechnologie der Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel, Schützenberg 12, 32756 Detmold

<sup>3</sup>Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde, Christian-Albrechts-Universität Kiel, Hermann-Rodewald-Str. 2, 24118 Kiel (derzeitige Anschrift)

E-Mail: Georg.Langenkaemper@bfel.de

### **Abstract**

Wheat of the DOK-field trail (Switzerland) was comprehensively characterised in order to detect possible biochemical differences between wheat originating from organic and conventional farming systems. Directed at this goal, we used the ‘profiling techniques’ metabolomics and proteomics, complemented by traditional analytical methods for detection of individual components. Results of analyses of individual components and metabolite-profiles showed minor differences in DOK-wheat of the different farming systems. Protein-profiles, obtained with two dimensional gel-electrophoresis, revealed significant differences in the expression of a small number of proteins in organic and conventional wheat from harvests of two growing seasons. It is concluded that organically and conventionally produced DOK-wheat is of equal quality with respect to nutritional value. It is further concluded that the results obtained with protein-profiles represent an indication for a signature to differentiate organic and conventional DOK-wheat.

*Keywords: metabolomics, organic farming, profiling, proteomics, signature, wheat*

### **Zusammenfassung**

Weizen aus dem DOK-Feldversuch (Schweiz) wurde umfassend hinsichtlich möglicher biochemischer Unterschiede zwischen ökologischen und konventionellen Anbauformen charakterisiert. Dazu wurden die „Profiling Techniken“ Metabolomics und Proteomics, ergänzt durch traditionelle Analytik von Einzelverbindungen, eingesetzt. Die Ergebnisse der Analytik von Einzelverbindungen und von Metabolit-Profilen zeigten lediglich geringfügige Unterschiede im DOK-Weizen aus unterschiedlichen Anbauformen. Im Protein-Profil, aufgenommen mit Hilfe von zweidimensionaler Gel-Elektrophorese, konnten signifikante

Unterschiede für die Expression einiger Proteine in ökologischem und konventionellem Weizen zweier Anbaujahre detektiert werden. Aus diesen Ergebnissen wird gefolgert, dass ökologisch und konventionell erzeugte DOK-Weizen ernährungsphysiologisch gleich wertvoll sind. Die weitere Schlussfolgerung der Ergebnisse ist, dass auf Ebene der Proteine viel versprechende Hinweise auf eine Signatur zur Unterscheidung von ökologischem und konventionellem DOK-Weizen gefunden wurden.

*Schlüsselwörter: Herkunftsnachweis, Metabolomics, Ökologischer Landbau, Profiling, Proteomics, Weizen*

## 1 Einleitung

Positive Auswirkungen des ökologischen Landbaus auf Agro-Ökosysteme, besonders die Biodiversität und die Bodenfruchtbarkeit, sind durch wissenschaftliche Daten gut belegt (Mäder et al., 2002). Zudem äußern viele Verbraucher die Meinung, dass ökologische Lebensmittel sicherer und gesünder sind als konventionelle (Bourn and Prescott, 2002; Kuhnert et al., 2003).

Diese Verbrauchermeinung ist ein Grund für den wachsenden Erfolg von Produkten aus dem ökologischen Landbau. Ein wissenschaftlicher Nachweis, dass ökologische Lebensmittel eine ernährungsphysiologisch bessere Qualität haben, ist allerdings schwierig zu erbringen. Eine umfangreiche Literaturstudie aus dem Jahr 2003 stellt fest, dass Unterschiede hinsichtlich verschiedener Inhaltsstoffe auftreten, wegen widersprüchlicher Ergebnisse jedoch keine eindeutigen Folgerungen abgeleitet werden können (Tauscher et al., 2003). Eine der möglichen Ursachen für diese widersprüchlichen Ergebnisse wurde im analysierten Probenmaterial gesehen, das vielfältigen Einflüssen ausgesetzt ist, die nicht im Zusammenhang mit ökologischem oder konventionellem Landbau stehen. Aus diesem Grund wurde für die hier vorgestellte Arbeit auf Probenmaterial aus dem DOK-Feldversuch zurückgegriffen. Der DOK-Feldversuch umfasst verschiedene ökologische und konventionelle Anbausysteme und wird seit 1978 kontinuierlich in der Nähe von Basel (Schweiz) durchgeführt (Mäder et al., 2006). Der Anbau identischer Sorten und gleicher Fruchtfolgen, gleiche klimatische Bedingungen und der homogene Bodentyp gewährleisten, dass die Bedingungen für die ökologischen und konventionellen Anbausysteme weitestgehend gleich sind. Lediglich Form und Menge der Düngung und die Pflanzenschutzmaßnahmen sind spezifisch für die jeweiligen Anbausysteme (Mäder et al., 2002; Mäder et al., 2006). Weizen des DOK-Feldversuchs eignet sich daher hervorragend, um Vergleichsstudien verschiedener landwirtschaftlicher Systeme durchzuführen.

Ziel der Arbeiten war, den DOK-Weizen umfassend hinsichtlich möglicher biochemischer Unterschiede zwischen ökologischen und konventionellen Anbauformen zu charakterisieren. Dazu wurde einerseits traditionelle Analytik von Einzelverbindungen eingesetzt. Andererseits wurden „**Profiling Techniken**“ verwendet.

Unter Profiling Techniken versteht man eine Reihe von methodischen Konzepten, die es erlauben, zum Beispiel den pflanzlichen Stoffwechsel umfassend zu analysieren. Diese Techniken werden seit einigen Jahren eingesetzt, u. a. um die Effekte und Wirkungen von Stress, Hormonen oder Arzneimitteln auf Organismen aufzuklären. Grundsätzlich ermöglichen Profiling Techniken die Erfassung der gesamten Bandbreite des Stoffwechsels auf den Ebenen der mRNA, der Proteine und auch der Stoffwechselmetabolite. Der



betrachteten Stoffklasse entsprechend werden die Methoden mit den Begriffen Transcriptomics, Proteomics und Metabolomics umschrieben.

Im Folgenden werden Ergebnisse von Profiling Analysen und der Analytik von Einzelverbindungen an DOK-Weizenproben berichtet.

## 2 Material und Methoden

Weizenkörner (*Triticum aestivum* L.) vom DOK-Feldversuch der Ernten 2003, 2005 (cv. Titlis) und 2006 (cv. Runal) wurden eingesetzt. Der DOK-Feldversuch wird seit 1978 in der Nähe von Basel vom Forschungsinstitut für biologischen Landbau, Frick (Schweiz) und der Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon, Zürich (Schweiz), durchgeführt. Für eine detaillierte Beschreibung des Feldversuchs wird auf die Publikation von Mäder et al. (2002) hingewiesen. Weizen von zwei ökologischen Anbausystemen, die als bio-organisch und bio-dynamisch bezeichnet werden, wurden verwendet. Konventioneller Weizen des DOK-Feldversuchs stammte aus zwei integrierten Anbausystemen, in denen entweder nur mineralischer Dünger oder mineralischer und organischer Dünger eingesetzt wurden. Für Stickstoff, Phosphor und Kalium war die Düngung in den ökologischen Anbausystemen zwischen 34 und 51 % niedriger als in den konventionellen Systemen (Mäder et al., 2002). Fruchtfolgen, Sorten und Bodenbearbeitung waren in allen Anbausystemen identisch.

Analytik von Stickstoff, Phosphat, löslicher und Gesamt-Oxaläure, Phytinsäure, Fruktan, löslicher und unlöslicher Ballaststoffe und der antioxidativen Kapazität erfolgte wie in Langenkämper et al. (2006b) beschrieben. Elementkonzentrationen für Mg, Fe, Zn, Cd, Pb, und Ni, Glutathion-Reduktaseaktivität und die Konzentration von Glutathion wurden bestimmt (Langenkämper et al., 2006a). Stärke und resistente Stärke wurden durch enzymatischen Abbau (AOAC Methoden 996.11 und 2002-02) unter Einsatz kommerzieller Kits (Megazyme, Irland) bestimmt.

In methanolischen Extrakten von Weizenproben wurden mit Hilfe von Gaschromatographie-Massenspektrometrie (GC-MS) Metaboliten-Profile aufgenommen (Zörb et al., 2006). Durch Anwendung von zweidimensionaler Gel-Elektrophorese (2D GE), im Wesentlichen wie bei Zörb et al. (2004) beschrieben, wurden Protein-Profile erstellt. Die Auswertung der 2D-Gele erfolgte über eine Spezialsoftware (Delta2D, Decodon), die die jeweiligen technischen Replikate einer Variante zu virtuellen 2D-Mittelwertgelen verarbeitet und auf der Basis dieser 2D-Mittelwertgele dann einen Vergleich der Konzentration jedes einzelnen Proteins ermöglicht. Über die Einführung statistischer Kriterien und Filter wurden nur solche Proteine ausgewertet, die reproduzierbar in verschiedenen Gelen detektierbar waren (95%-Niveau). Ein weiterer Filter wurde so gesetzt, dass Proteinkonzentrationen aus konventioneller und ökologischer Anbauform nur dann als verändert angesehen wurden, wenn ein mindestens zweifacher Konzentrationsunterschied zwischen ihnen vorlag. Die Proteinidentifizierung erfolgte über Matrix unterstützte Laser-Desorption/Ionisierung Flugzeit-Massenspektrometrie (MALDI-TOF-MS).

Die statistische Auswertung der Daten wurde mit dem Test nach Tukey mit Hilfe des SAS Programms (SAS Institute Inc., Cary, USA) durchgeführt. Signifikanz wurde auf dem 5 % Niveau getestet. Für jedes der verschiedenen Anbausysteme wurden Proben von mindestens drei unabhängigen Versuchspartnern untersucht.

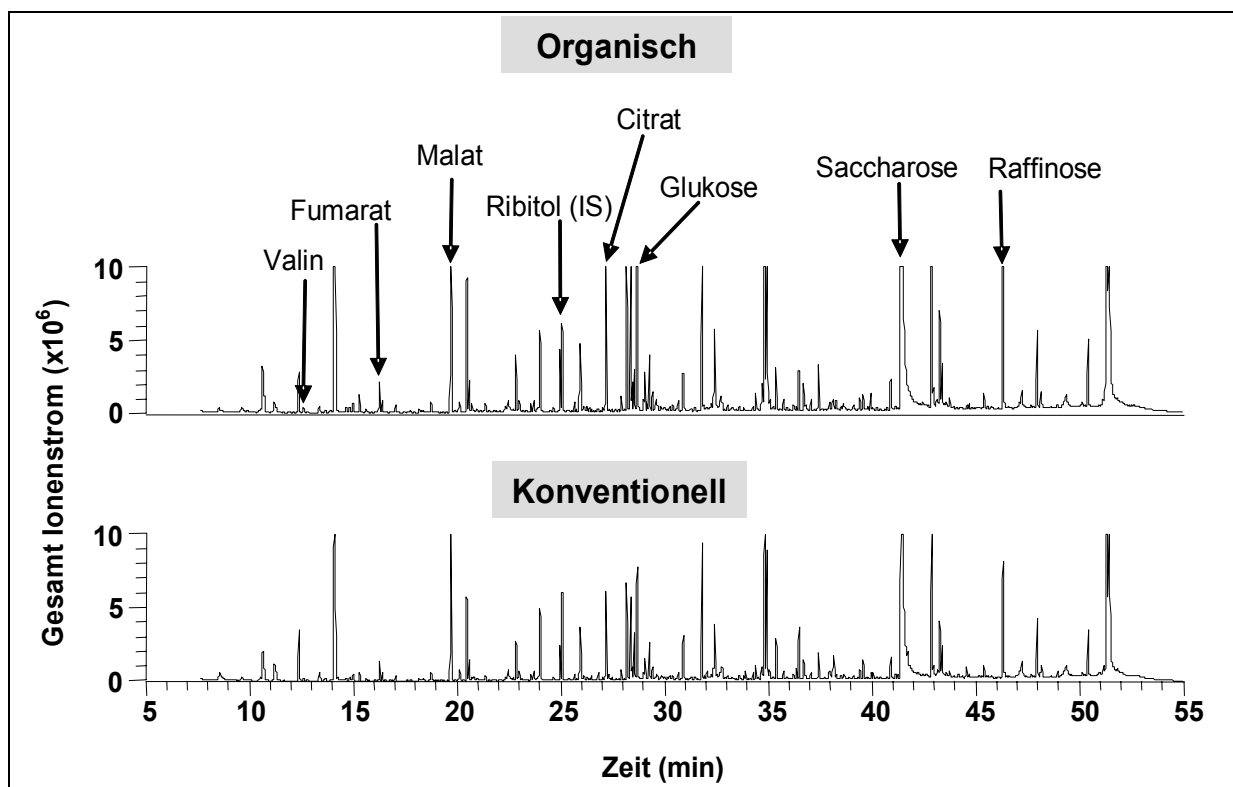
### 3 Ergebnisse und Diskussion

#### 3.1 Analytik von Einzelverbindungen

In den DOK-Weizenproben wurden die Konzentrationen von Inhaltsstoffen, u. a. Proteine (ermittelt über Kjeldahl N), Phenole, Phytinsäure, Oxalsäure, Ballaststoffe (Langenkämper et al., 2006b), oxidative Substanzen und Mineralstoffe (Langenkämper et al., 2006a), Stärke und resistente Stärke (Bruder et al., in Vorbereitung) bestimmt. Für die große Mehrzahl der untersuchten Parameter wurden keine signifikant verschiedenen Konzentrationen für Weizen aus ökologischem oder konventionellem Anbau gefunden. Ein Unterschied bestand im Rohproteingehalt (Kjeldahl N), der im ökologischen Weizen geringfügig, aber signifikant niedriger war.

#### 3.2 Metaboliten-Profile

Ein Schwerpunkt der Arbeiten lag auf der Erstellung eines Profils der Inhaltsstoffe oder Metabolite des Weizens aus den verschiedenen Anbausystemen. Aus Weizenschroten wurden methanolische Extrakte hergestellt, die mittels GC-MS analysiert wurden. Beispielhaft sind zwei Gesamtionen-Chromatogramme von Weizen aus ökologischem und konventionellem Anbau in Abbildung 1 dargestellt.



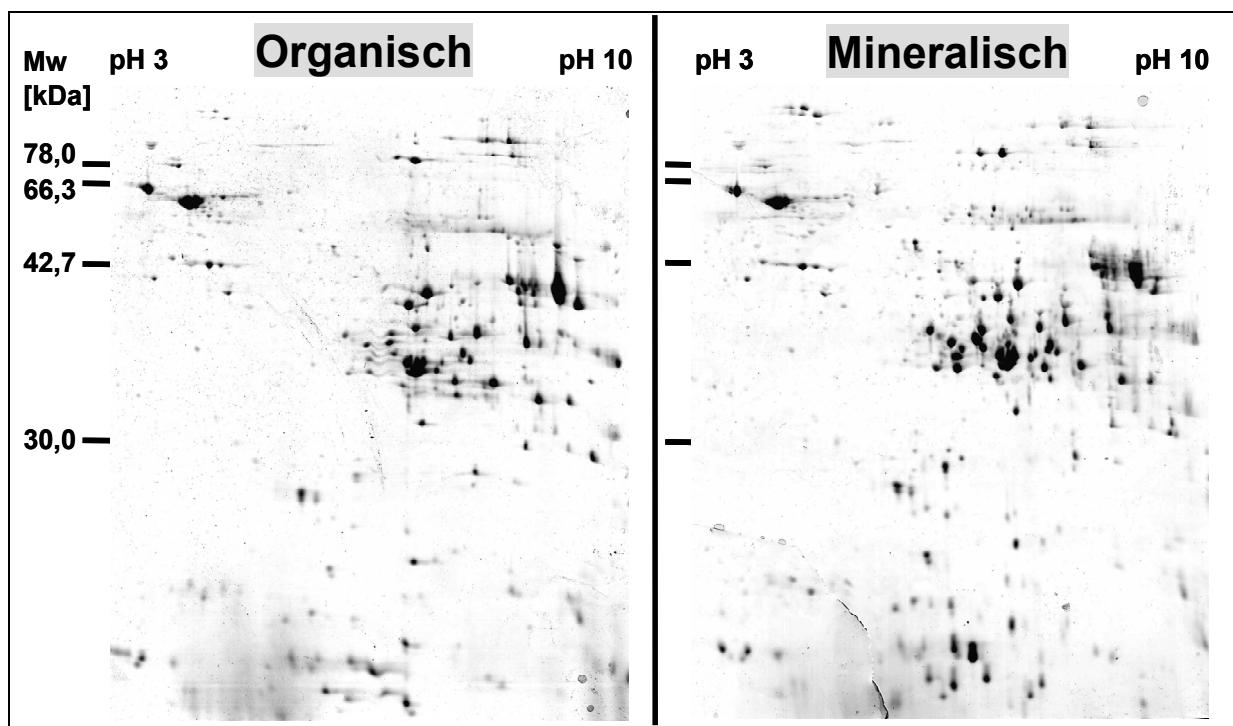
Organisch (bio-organisch), Konventionell (mineralisch-organisch). Eine Auswahl identifizierter Substanzen ist gezeigt. Ribitol wurde als interner Standard zugesetzt. Abbildung verändert nach Zörb et al. (2006).

*Abbildung 1. Metaboliten-Profilung: Gesamtionenchromatogramm methanolischer Extrakte von Weizenkörnern aus ökologischem und konventionellem Anbau mit Hilfe kombinierter Gaschromatographie-Massenspektrometrie.*

Mit GC-MS Analysen wurde ein Profil von 52 Inhaltsstoffen erstellt, u. a. Aminosäuren, Zucker, Zuckeralkohole und organische Säuren. Lediglich bei den acht Inhaltsstoffen  $\alpha$ -Alanin,  $\beta$ -Alanin, Valin, Myo-Inositol, Glycerat, Hydroxyglutarat, Harnstoff und Panthotensäure wurden statistisch signifikante Konzentrationsunterschiede zwischen den Weizen der verschiedenen Anbauformen festgestellt. Die Konzentrationsunterschiede dieser acht Inhaltsstoffe zwischen den verschiedenen Anbauformen betragen bis zu 50%. Eine Hauptkomponentenanalyse der Ergebnisse hat aber gezeigt, dass die Unterschiede in den Metabolitkonzentrationen nicht zur Differenzierung zwischen ökologischem und konventionellem Weizen genutzt werden konnten. Die Ergebnisse dieser Arbeiten wurden im Detail veröffentlicht (Zörb et al., 2006).

### 3.3 Protein-Profile

Mittels 2D GE wurde ein Protein-Profil (Proteomics) von ökologisch und konventionell erzeugtem Weizen erstellt (Zörb et al., in Vorbereitung). 2D-Gele aus dem ökologischen und konventionellen Anbau sind in Abbildung 2 als Beispiel gezeigt.



Molekulargewicht, vertikal; pH-Wert, horizontal. Gezeigt sind zwei Einzelgele.

Abbildung 2. Protein-Profiling: Zweidimensionale Auftrennung von Weizenkornproteinen durch kombinierte isoelektrische Fokussierungen und SDS-Polyacrylamid-Gel-Elektrophorese.

Insgesamt wurden auf allen 2D-Gelen über 1000 Proteine detektiert. Die quantitative Auswertung der Färbungsintensitäten ergab, dass einige dieser Proteine in zwei Anbauperioden signifikant unterschiedlich in den Weizenkörnern der verschiedenen Anbauformen vorlagen. Dieses Ergebnis deutet auf einen viel versprechenden Ansatz für eine Signatur, anhand derer die DOK-Weizenmuster aus ökologischem und konventionellem Anbau unterschieden werden können. In einem nächsten Schritt soll untersucht werden, ob diese Signatur gleichfalls in Weizenproben, die aus dem kommerziellen Anbau stammen, gefunden werden können.

## 4 Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse der Analytik von Einzelverbindungen und von Metabolit-Profilen zeigten geringfügige Unterschiede im DOK-Weizen aus unterschiedlichen Anbauformen. Im Protein-Profil konnten signifikante Unterschiede für die Expression einiger Proteine in ökologischem und konventionellem Weizen zweier Anbaujahre detektiert werden. Aus diesen Ergebnissen wird die Schlussfolgerung gezogen, dass ökologisch und konventionell erzeugte Weizen ernährungsphysiologisch gleich wertvoll sind. Es ist aber klar, dass selbst die verwendeten Ansätze zur Erstellung von Profilen nur einen Ausschnitt aus der Fülle an Inhaltsstoffen erfassen, wenn auch einen vergleichsweise sehr großen. Die weitere Schlussfolgerung der Ergebnisse ist, dass auf Ebene der Proteine viel versprechende Hinweise auf eine Signatur zur Unterscheidung von ökologischem und konventionellem DOK-Weizen gefunden wurden.

### Danksagung

Wir danken dem Forschungsinstitut für ökologischen Landbau, Schweiz, und der Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon, Schweiz, für die Bereitstellung des DOK-Weizens. Besonderer Dank gilt Dr. Paul Mäder und Dr. Urs Niggli für die Diskussionen zu verschiedenen Aspekten des DOK Versuchs. Für die zuverlässige Durchführung der Analysen danken wir Annette Meyer-Wieneke, Elfriede Schieseck, Monika Null-Greulich, Birgit Nierle, Manuela Krome, Christine Heistermann, Alexander Wächter und Dagmar Oeldemann. Wir bedanken uns für die finanzielle Unterstützung durch die BLE im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau, Projekt Nr. 02OE069, wodurch die vorgestellten Forschungsarbeiten ermöglicht wurden.

## 5 Literatur

- Bourn D, Prescott J (2002) A comparison of the nutritional value, sensory qualities, and food safety of organically and conventionally produced foods. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 42: 1-34
- Kuhnert H, Feindt P H, Wragge S, Beusmann V (2003) Nachfrage nach Öko-Lebensmitteln: Ergebnisse einer repräsentativen Verbraucherstudie. In: 7. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, Ökologischer Landbau der Zukunft, Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Ökologischen Landbau, Wien. S. 653-654
- Langenkämper G, Zörb C, Seifert M, Betsche T (2006a) Mineralstoffkonzentration und Antioxidantien in Weizen aus ökologischem und konventionellem Anbau. *Getreidetechnologie* 60: 295-300
- Langenkämper G, Zörb C, Seifert M, Mäder P, Fretzdorff B, Betsche T (2006b) Nutritional quality of organic and conventional wheat. *J. Appl. Bot. Food Qual.* 80: 150-154
- Mäder P, Fließbach A, Dubois D, Gunst L, Fried P, Niggli U (2002) Soil fertility and biodiversity in organic farming. *Science* 296: 1694-1697
- Mäder P, Fließbach A, Dubois D, Gunst L, Jossi W, Widmer F, Oberson A, Frossard E, Oehl F, Wiemken A, Gattinger A, Niggli U (2006) The DOK experiment (Switzerland). In: Long Term Field Experiments in Organic Farming. ISOFAR Scientific Series No. 1. Raupp J, Pekrun C, Oltmanns M and Köpke U (Hrsg.). Verlag Dr. Köster, Berlin. S. 41-58
- Tauscher B, Brack G, Flachowsky G, Henning M, Köpke U, Meier-Ploeger A, Münzing K, Niggli U, Pabst K, Rahmann G, Willhöft C, Mayer-Miebach E (2003) Bewertung von Lebensmitteln verschiedener Produktionsverfahren - Statusbericht. Schriftenreihe des

Bundesministeriums für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft, Reihe A: Angewandte Wissenschaft Heft 499. Landwirtschaftsverlag, Münster. 166 S.

Zörb C, Langenkämper G, Betsche T, Niehaus K, Barsch A (2006) Metabolite profiling of wheat grains (*Triticum aestivum* L.) from organic and conventional agriculture. J. Agric. Food Chem. 54: 8301-8306

Zörb C, Schmitt S, Neeb A, Karl S, Linder M, Schubert S (2004) The biochemical reaction of maize (*Zea mays* L.) to salt stress is characterized by a mitigation of symptoms and not by a specific adaptation. Plant Sci. 167: 91-100



## **Jahresbericht 2006 des Instituts für Ökologischen Landbau Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft**

### **WissenschaftlerInnen und Wissenschaftler**

#### **Planstellen:**

1. Prof. Dr. agr. habil. Gerold Rahmann
2. WD Dr. rer. nat. Karen Aulrich
3. Dr. agr. Kerstin Barth
4. WR Dr. agr. Herwart Böhm
5. Dr. med. vet. Regine Koopmann
6. Dr. rer. pol. Rainer Oppermann
7. WR Dr. rer. nat. Hans Marten Paulsen
8. Dr. agr. Friedrich Weißmann
9. Tierärztin Nina Kleinschmidt
10. Dipl. geogr. Dagmar Schaub

#### **Außerplanmäßige Wissenschaftler:**

11. Dipl. Ing. agr. Martin Schochow (Mischkulturen)
12. Dipl. geo. Christoph Dahlmann (Uni Hamburg, PFN)
13. MSc agr. Ralf Bussmas (LMU, Schweinehaltung)
14. MSc cand. Arne Bilau (Uni Rostock, Lupinen)
15. Dipl.-troph. Doreen Hesse (Uni Jena, Molekularbiologie)
16. Tierärztin Tanja Pollmüller (LMU, Ferkelgesundheit)
17. Regula Schneider (ETH, Kälberaufzucht)
18. Tierärztin Yvonne Sünkel (LMU, Ferkelgesundheit)
19. Anja Schubbert (Uni Kassel, Schweinehaltung)
20. BSc Hannah Seip (Uni Kassel, Endoparasiten)
21. Judith Gutperlet (Uni Kassel, Gehölzfutter)
22. Biologin Beatrice Roth (ETH, Kälberaufzucht)
23. Dipl. Ing. agr. Mareike Göritz (Soziologie TGP)
24. MSc Ina Müller-Arnke (TGP)
25. Miriam Kutzmann (Uni Kassel, Lämmeraufzucht)

### **1 Bericht des Institutsleiters**

2006 war ein schwieriges Jahr: die finanziellen Mittel wurden stark reduziert. Frei gewordene Stellen konnten nicht wiederbesetzt werden, die besonders auf dem Versuchsbetrieb gefehlt haben. Nur etwas mehr als die Hälfte der Planstellen waren auf dem Versuchsbetrieb besetzt. Notfallpläne mussten für die Aufrechterhaltung der Funktion des Versuchsbetriebes umgesetzt werden. So wurden gleich zum Jahresanfang alle Schafe verkauft, auch die hochträchtigen Milchschafe, da die sachgerechte Versorgung der Tiere nicht mehr gesichert war. Trotz der Schwierigkeiten konnte die hohe Qualität der Betriebsführung und auch der Ausbildung aufrechterhalten werden. Die WissenschaftlerInnen und Wissenschaftler des Instituts haben sich hier stark engagiert. Insgesamt sind 9 Lehrlinge am Institut, davon 5 in der Landwirtschaft und 3 in der Werkstatt. Auch 2006, wie in den Vorjahren, haben die Lehrlinge in ihren Prüfungsergebnissen gezeigt, dass sie eine gute Ausbildung in Trenthorst erhalten. So kamen die Landesbeste in Niedersachsen als auch der beste Lehrling der Berufsschule Mölln (Schleswig-Holstein) aus Trenthorst.

Seit Institutsgründung ist die Gebäudesubstanz als suboptimal für eine qualitativ hochwertige Forschung zu bezeichnen. Im Mai wurden die umfangreichen Baupläne nach drei Jahren Planung beim BMELV eingereicht. Die alten Gebäude auf dem Versuchsbetrieb in Wulmenau sind ebenfalls nicht geeignet für eine gute Forschung und warten auf die Restaurierung. Die Machbarkeitsstudie ist erstellt, aber noch nicht entschieden. In 2006 hat es keine Baumaßnahmen am Standort gegeben.

2006 wurden vier Konferenzen organisiert, Tausende von Gästen begrüßt, ein großes Hoffest gefeiert, 50 Publikationen verfasst, auf drei Messen Ergebnisse der Forschung ausgestellt, 15 Stellungnahmen und viele Gutachten für Konferenzen und Zeitschriftbeiträge verfasst, 74 Vorträge gehalten (12 im Ausland), weitere Projekte und damit Drittmittel akquiriert sowie die nunmehr umfangreichen Netzwerke ausgeweitet und vertieft. Gerade unter den schwierigen Bedingungen ist die geleistete Arbeit der rund 80 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter als außerordentlich zu bezeichnen. Der Förderverein des Instituts hat 2006 wieder durch viele Aktivitäten die Arbeit des Instituts unterstützt. Für diese ehrenamtliche engagierte Arbeit bedankt sich das Institut.

Die Ankündigung einer beabsichtigten Standort- und Institutsschließung hat die seit Institutsgründung hoch motivierte wenn auch oft unter Improvisationsdruck stehende Arbeitsleistung der letzten Jahre in Frage gestellt und sich negativ auf die Motivation ausgewirkt. Die große öffentliche Solidarität von verschiedensten Interessensgruppen, Einzelpersonen als auch allen politischen Parteien hat das Selbstbewusstsein etwas zurückgebracht.

## **2 Arbeitsgebiet Ökologische Milchviehhaltung – *Working area Organic Dairy Farming***

Der neue Milchviehstall wurde in Dezember 2004. 2005 stand im Rahmen der Etablierung der qualifizierten Milchviehhaltung mit guten Herden- und Produktionsleistungen. In 2006 konnten die ersten Versuche angefangen werden. Dabei stand die Optimierung der Kälberhaltung im Mittelpunkt, da dafür der Stall weltweit einmalig hervorragend ausgestattet ist. Die muttergebundene Kälberhaltung ist dabei zentrale Komponente.

### **2.1 *Auswirkung der muttergebundenen Aufzucht von Kälbern auf das Melkverhalten der Kühe* - Effects of suckling of calves on milkability of cows**

*Kerstin Barth, Béatrice Roth, Regula Schneider, Edna Hillmann (alle drei: ETH Zürich)*

Von der muttergebundenen Kälberaufzucht erhoffen sich Landwirte eine Verbesserung der Kälbergesundheit und eine Einsparung an Arbeitszeit. Demgegenüber stehen die Auswirkungen auf das Milchabgabeverhalten der Kühe beim Melken und die Milchzusammensetzung. So wird die Verweildauer des Kalbes bei der Kuh nach der Kalbung als ein Einflussfaktor im Zusammenhang mit den vermehrt beobachteten Milchblockaden bei Färsen diskutiert. In Verbindung mit den oben beschriebenen Untersuchungen werden deshalb auch das Verhalten der Tiere beim Melken, die Eutergesundheit und die Milchzusammensetzung untersucht. Acht bis zehn Tage nach dem Abkalben und danach in vierzehntägigem Abstand werden mittels LactoCorder Milchflusskurven erhoben und die Zusammensetzung des Gesamtgemelkes bestimmt. Ergänzt werden die Daten durch Probenahmen zur zyto-bakteriologischen Untersuchung der Viertelvorgemelke. Im Rahmen einer Diplomarbeit erfolgt zeitlich begrenzt auch die Beobachtung des Tierverhaltens sowohl im Melkstand als auch im Laufstall. Ergebnisse werden in 2007 vorliegen.



## 2.2 Auswirkung der mutterlosen Aufzucht von Kälbern auf die Entwicklung des Saugverhaltens und ihre Stressreaktivität – Effects of artificial rearing of calves on ontogenesis of sucking behaviour and stress reactivity

*Béatrice Roth (ETH Zürich), Kerstin Barth, Edna Hillmann (ETH Zürich)*

In ökologisch wirtschaftenden Milchviehbetrieben werden die Kälber durchschnittlich zwei Tage nach der Geburt bei der Mutter belassen. Damit unterscheidet sich der Biobetrieb nur unwesentlich von der konventionellen Verfahrensweise. In den letzten Jahren hat jedoch das Interesse an der muttergebundenen Aufzucht stetig zugenommen. In einem Versuch, der in Kooperation mit der ETH Zürich durchgeführt wird, sollen verschiedene Aspekte der muttergebundenen Aufzucht von Kälbern beleuchtet werden. So sind die Auswirkungen der mutterlosen Aufzucht auf Gesundheitszustand, Gewichtszunahme, Stressreaktivität und soziale Kompetenz denjenigen der muttergebundenen Haltung gegenüberzustellen. Die Datenaufnahme hat am 31. August 2006 begonnen und wird ca. bis Anfang August 2007 dauern. Bis zum jetzigen Zeitpunkt wurden 34 Kälber in den Versuch aufgenommen (24 davon bereits abgeschlossen).



Abb. 1: Kälber in den Liegeboxen

Die geplanten Tests (Separation, ACTH-Challenge-Test, soziale Konfrontation) funktionieren wunschgemäss. Die Probleme mit der Haltung behornter Kühe im Laufstall konnten erfolgreich behoben werden und die Integration der Kälber in die Kuhherde funktioniert ideal. Um den Einfluss der muttergebundenen Aufzucht und der Art der Milchaufnahme (an der

Mutter oder am Tränkeautomaten) miteinander zu vergleichen, werden die Kälber in diesem Versuch unter vier verschiedenen Aufzuchtbedingungen gehalten. Die vier Gruppen sind wie folgt charakterisiert:

- Gruppe A: Kälber haben permanenten Zugang zu Muttertier
- Gruppe B: Kälber haben temporären Zugang zu Muttertier (2mal 15 min pro Tag zum Säugen vor dem Melken)
- Gruppe C: Kälber werden über Automat gefüttert und erhalten ca. 6 Mahlzeiten pro Tag
- Gruppe D: Kälber werden über Automat gefüttert und haben nur 2 Mahlzeiten pro Tag

Alle Kälber werden wöchentlich gewogen. Zusätzlich wird der Gesundheitszustand jedes Tieres täglich durch das Stallpersonal bewertet. Des Weiteren wird das Saugverhalten von jedem Tier an drei definierten Zeitpunkten (4., 10. und 15. Alterswoche) per Direktbeobachtung oder Videoaufnahme erfasst. Zur Überprüfung der Stressreaktivität und der sozialen Kompetenz werden mit jedem Tier die folgenden drei Tests durchgeführt:

- Separation (im Alter von 6 Wochen): bislang 26 getestete Tiere
- ACTH-Challenge-Test (im Alter von 11 Wochen): bislang 24 getestete Tiere
- Soziale Konfrontation (im Alter von 13 Wochen): bislang 24 getestete Tiere

### **2.3 Koagulase-negative Staphylokokken (KNS) bei Milchziegen – Coagulase-negative staphylococci in goats**

*Karen Aulrich und Kerstin Barth*

Die Untersuchungen zum Vorkommen und zur Persistenz von KNS in der Milchziegenherde des Institutes wurden fortgeführt. Dafür standen 60 Milchziegen der Rasse Bunte Deutsche Edelziege zur Verfügung. Mit Hilfe von Spacer-Sequenzen des 16S–23S rRNA-Genes wurden die Speziesidentifizierungen der KNS vorgenommen. Die am häufigsten vorkommenden KNS in der Herde sind *Staphylococcus (S.) epidermidis*, *S. simulans* und *S. xylosus*.

Die Ergebnisse der PCR wurden durch mikrobiologische Identifizierungen bestätigt. Im Untersuchungszeitraum wurde bei 38 % der Tiere ein spezifischer Nachweis von KNS direkt nach der Ablammung geführt. Hiervon entfielen 52 % auf *S. epidermidis*, 48 % auf *S. simulans* und 17 % auf *S. xylosus*, wobei vier Tiere eine Mischinfektion von *S. epidermidis* und *S. simulans* aufwiesen. Dreißig Tage *post partum* wurden bei 25 % der Herde KNS nachgewiesen. Dies waren zu 87% *S. epidermidis* und zu 48 % *S. simulans*, wobei bei 2 Tieren eine Mischinfektion dieser Erreger nachgewiesen wurde. *S. xylosus* konnte zu diesem Zeitpunkt nicht mehr nachgewiesen werden.

Werden die Ergebnisse über mehrere Laktationen betrachtet, so zeigt sich bei einigen Tieren der Herde Persistenz der spezifischen Erreger über alle bisher untersuchten Laktationen. Persistenz wurde bisher nur für *S. epidermidis* und *S. simulans* nachgewiesen, nicht für *S. xylosus*. Die Ursachen für das unterschiedliche Verhalten der einzelnen Erreger und zwischen den Tieren ist noch nicht endgültig abgeklärt und bedarf weiterer Auswertungen und Untersuchungen.

### **2.4 Einfluss homöopathischer Behandlung auf subklinische Mastitiden von Ziegen - *Influence of homeopathic treatment on subclinical mastitis in goats***

*Regine Koopmann und Kerstin Barth*

Die Anwendung von homöopathischen Arzneimitteln wird im Hinblick auf die Rückstandsproblematik und die Grundsätze nachhaltiger Landwirtschaft in der EG-Öko-Verordnung als vorrangig genannt (EG-VO 2092/91 Anhang I B Nr. 5.4). Außerdem könnte, bei zunehmendem Auftreten therapieresistenter Keime, der homöopathische Ansatz eine interessante Behandlungsalternative darstellen.

Ein Forschungsschwerpunkt am Institut für ökologischen Landbau ist die Verbesserung der Eutergesundheit. In dieser Doppelblind-Studie sollte die Auswirkung der Verabreichung der ad.us.vet. zugelassenen homöopathischen Komplexpräparate „*Carduus compositum*®“ und „*Coenzyme compositum*®“ (Firma Heel, Baden-Baden) auf die Eutergesundheit von subklinisch mit Koagulase-negativen Staphylokokken (KNS) infizierten Ziegen untersucht werden. Der Hersteller empfiehlt zur Prophylaxe erhöhter Zellzahlen beim Einzeltier diese beiden Mittel zu kombinieren.

16 Ziegen, bei denen im Laufe der Laktation mehrfach eine Infektion mit KNS nachgewiesen wurde, sind 7 Tage vor der Behandlung euterhälfenspezifisch bakteriologisch und nach Zellzahl, Leitfähigkeit und Milch Inhaltsstoffen untersucht worden. Am Behandlungstag wurden die Tiere zufällig und gleichmäßig nach Infektionsstatus und Anzahl der Laktationen in zwei Gruppen aufgeteilt.

Der Vergleich der beiden Gruppen am 7. Tag und am 21. Tag nach der Behandlung ergab keine bedeutsamen Unterschiede zwischen Placebo- und Verum-behandelten Tieren in den Daten zum Infektionsgeschehen am Euter, der Zellzahl, der Leitfähigkeit und der Milch Inhaltsstoffe (Fett, Protein, Laktose).

### **3 Arbeitsgebiet Ökologische Schweinehaltung - *Working area Organic Pig Farming***

#### **3.1 (AÜF) Prüfung unterschiedlicher genetischer Herkünfte auf Gewebewachstum, Mast- und Schlachtleistung, Produktqualität sowie auf deren züchterische Eignung für die ökologische Schweinefleischherzeugung – *Testing of tissue development, fattening and carcass performance, meat quality, and breeding suitability of different pig genotypes for organic pork production***

*Friedrich Weißmann (OEL-FAL), Winfried Brade (Landwirtschaftskammer Hannover), Ulrich Baulain (TZ-FAL) und Heiner Brandt (Uni Giessen mit LPA Neu-Ulrichstein)*

In 11 parallelen Durchgängen an der LPA Rohrsen und Neu-Ulrichstein sowie der Versuchsstation Mariensee der FAL mit insgesamt 840 Tieren wurde durch die gleichzeitige Berücksichtigung ökologischer und konventioneller Haltung und Fütterung geprüft, ob und in welchem Ausmaß bei bedrohten und modernen Schweinerassen sowie Hybridschweinerassen Genotyp-Umwelt-Interaktionen hinsichtlich ausgewählter Merkmale der Mastleistung sowie Schlachtkörper- und Fleischqualität vorliegen. Die Ergebnisse sollen zur Bestimmung der Eignung der jeweiligen Genotypen für die ökologische Schweinemast und -zucht dienen (vergl. Jahresbericht 2005 der FAL). Die unterschiedlichen Versuchsreihen wurden zum Jahresende 2006 beendet und stehen in Auswertung. Die Ergebnisse werden in 2007 veröffentlicht.

### **3.2 (AÜF) Ferkelverluste verringern: Auswirkungen einer verlängerten Säugezeit auf die Konstitution der Aufzuchtferkel – *Diminishing piglet losses: Effects of a prolonged suckling period on sows and piglets***

*Ralf Bussemas, Friedrich Weißmann (OEL-FAL); Tanja Pollmüller, Yvonne Stünkel und M. H. Erhard (alle LMU München)*

Auf Grund der Vorgaben der EU-Öko-Verordnung werden Ferkel in der ökologischen Ferkelerzeugung in der Regel mit 6 Wochen abgesetzt. Dies geht in vielen Fällen mit einem verminderten Gesundheits- und Leistungsstatus einher, da sich zu diesem Zeitpunkt Ferkel in einer äußerst sensiblen physiologischen Phase befinden. Im vorliegenden Versuch soll überprüft werden, ob die durch einen späteren Absetzzeitpunkt älteren Ferkel den Belastungen rund um das Absetzen durch einen erhöhten Immunstatus besser gewachsen sind mit der Folge verringerter Verlustraten und besserer produktionstechnisch-biologischer Leistungen. Dazu werden auf dem Versuchsbetrieb Wolmenau des Instituts für ökologischen Landbau 36 Sauen auf 2 Verfahren (Versuch: 63 Tage Säugezeit; Kontrolle: 42 Tage Säugezeit) mit je 18 Tieren aufgeteilt. Der dritte und letzte Durchgang hat gegen Ende 2006 begonnen. Die Ergebnisse werden in 2007 veröffentlicht.

### **3.3 Schwerpunkt: Pflanzenbau für 100 % Biofütterung von Monogastriern: Körnerleguminosen und Ölpflanzen – *Main research area: assessment of grain legumes and oil crop expeller for 100 % organic feeding rations for monogastric animals***

Ein zentrales Problem in der 100 % ökologischen Fütterung von Schweinen und Geflügel ist die Versorgung mit hochwertigem Protein. Besonders essentielle Aminosäuren wie Methionin, Lysin und Cystein sind limitierende Faktoren in der leistungs- und qualitätsorientierten ökologischen Tierernährung. Das Institut für ökologischen Landbau hat deswegen seit 2001 einen Forschungsschwerpunkt Körnerleguminosen und Ölpflanzen etabliert. Es werden die pflanzenbaulichen und seit 2004 auch die ernährungsphysiologischen Eigenschaften im Rahmen von Fütterungsversuchen wissenschaftlich bewertet. Beide Pflanzengruppen werden im Rahmen von Mischkulturen pflanzenbaulich entwickelt.

#### **3.3.1 (IÜF) Ertragsleistung und Qualität von Körnerleguminosen - *Yield and quality of grain legumes***

*Herwart Böhm, Karen Aulrich (OEL), Arne Bilau (OEL, Uni Rostock), Bärbel Gerowitt (Uni Rostock), Andreas Bramm, Günter Pahlow (PG), Andreas Berk (TE)*

Die Erzeugung von betriebseigenen, proteinreichen Futtermitteln im Ökologischen Landbau ist im Hinblick auf eine ernährungsphysiologisch ausgewogene und leistungsgerechte Fütterung vor allem durch heimische Körnerleguminosen zu erreichen. Zum Anbau von Blauen Lupinen, insbesondere im Gemengeanbau liegen bisher nur wenige Erfahrungen vor. Die Untersuchungsschwerpunkte lagen neben der Erfassung der Ertragsleistung vor allem auf der Futterqualitätsbewertung im Vergleich zu den Reinsaaten. Ergänzend wurden die Mineralstoff- und Aminosäuregehalte in ausgewählten Varianten untersucht. Erhebungen zur Unkraut unterdrückenden Wirkung von Gemengen aus Blauer Lupine und Futtererbse bzw. Sommergetreide in unterschiedlichen Aussaatstärkenverhältnissen im Vergleich zur Reinsaat der Blauen Lupine rundeten die Erhebungen zu diesem Themenkomplex ab. Es liegen bereits viele Ergebnisse vor, die auf Tagungen und in Fachzeitschriften publiziert wurden.

Der Einsatz synthetisch erzeugter Aminosäuren ist in der ökologischen Tierfütterung nicht erlaubt, so dass der Bedarf an Aminosäuren aus den Komponenten, v.a. der eiweißhaltigen Futtermittel gedeckt werden muss. Eine leistungsgerechte und ernährungsphysiologisch angepasste Futtermittelration schließt somit die Berücksichtigung der Gehalte der limitierenden Aminosäuren ein. Die in Tab. 1 dargestellten Ergebnisse stammen aus Feldversuchen am Standort Trenthorst und werden den Daten aus der Datenbank AminoDat (Degussa 2001) gegenübergestellt. Hierbei wurden für die Aminosäuregehalte der Körnerleguminosen uneinheitliche und ungerichtete Abweichungen festgestellt, die je nach Aminosäure zwischen -14% und +34% betragen. Die deutlichsten Abweichungen wurden beim Methioningehalt festgestellt, die bei Ackerbohnen um 28%, bei Weißen Lupinen um 34%, bei Erbsen um 12% und Blauen Lupinen in Abhängigkeit der Sorte bis zu 18% betragen. Umgekehrt verhält es sich bei den Getreidearten, d.h. die Aminosäurenwerte des ökologisch angebauten Getreides waren mit einer Ausnahme zwischen 5% und 17% niedriger, wobei wiederum keine gleichgerichtete Tendenz abzuleiten war.

Tab. 1: Mittelwerte mit Variationskoeffizienten für die Gehalte an Rohprotein (% TS) und Aminosäuren (g kg<sup>-1</sup> TS) in Körnerleguminosen und Sommergetreide aus den Feldversuchen am Standort Trenthorst (2002, 2003, 2005) und AminoDat (2001)

Art	Sorte	n	XP	cv	LYS	cv	MET	cv	CYS	cv	M+C	cv	THR	cv
Ackerbohne	<i>Columbo</i>	3	30,4	2,6	19,1	2,2	2,6	19,4	3,9	2,4	6,5	8,9	10,7	3,1
	AminoDat	19	29,3	8,7	18,3	6,8	2,0	10,6	3,8	9,4	5,8	7,0	10,1	7,2
Futtererbse	<i>Madonna</i>	3	22,8	8,9	16,5	6,7	2,6	16,6	3,3	4,3	5,8	5,6	8,7	8,6
	AminoDat	103	23,4	7,1	16,8	6,0	2,3	9,4	3,4	8,0	5,7	7,1	8,8	5,7
Weisse Lupine	<i>Bardo</i>	3	35,4	10,2	17,1	6,2	3,0	11,8	5,9	0,9	8,9	3,9	13,1	8,4
	AminoDat	8	33,8	7,1	15,8	6,8	2,3	16,6	5,0	15,1	7,3	14,7	12,0	10,9
Blaue Lupine	<i>Sonet</i>	3	30,6	2,9	15,2	1,9	2,1	1,5	3,7	15,9	5,7	8,4	11,0	0,4
	<i>Boruta</i>	3	32,7	1,8	15,6	3,8	2,2	1,3	5,1	4,9	7,3	3,8	11,6	3,9
	<i>Arabella</i>	3	32,5	7,1	15,9	6,7	2,3	4,2	5,1	7,4	7,4	6,7	11,9	6,9
	<i>Bolivio</i>	3	32,4	13,5	16,0	11,8	2,3	8,4	5,4	13,6	7,7	12,1	11,7	11,9
	<i>Borlu</i>	3	32,8	8,0	16,2	9,9	2,1	7,3	5,1	9,6	7,2	8,9	11,5	7,2
	AminoDat	9	33,9	5,1	15,6	5,2	1,9	7,6	4,7	5,3	6,6	5,3	11,1	6,5
So-Gerste	<i>Krona</i>	2	9,4	13,9	4,0	9,9	1,9	5,5	2,5	7,0	4,3	6,2	4,1	34,0
	AminoDat	78	13,1	11,7	4,5	9,6	2,0	10,7	2,8	11,0	4,9	10,6	4,3	10,7
So-Weizen	<i>Lavett</i>	2	10,7	15,5	3,4	11,8	2,0	6,3	2,7	6,3	4,6	4,5	3,4	22,2
	AminoDat	548	14,7	14,9	3,9	10,7	2,3	14,0	3,3	12,0	5,6	12,5	4,1	12,5
Hafer	<i>Flämingspr.</i>	2	8,9	16,3	3,9	16,8	1,7	9,3	2,9	9,8	4,6	9,6	4,1	49,1
	AminoDat	43	11,7	18,0	4,7	15,9	1,9	17,3	3,4	17,9	5,3	17,1	4,0	16,6
Sojaextr-schrot	AminoDat	1916	53,4	3,8	32,0	4,8	7,3	7,8	8,4	7,1	15,7	6,5	20,7	4,7

### 3.3.2 Ökologischer Rapsanbau – *Organic rape cultivation*

#### 3.3.2.1 Integration von Raps in Fruchtfolgen des Ökologischen Landbaus – *Integration of oilseed rape in organic crop rotations*

Herwart Böhm

Rapskuchen ist ein interessantes Futtermittel für die ökologische Tierhaltung, vor allem bei Monogastriern aber auch bei Milchvieh. Das Anbaurisiko von Raps im ökologischen Landbau wird jedoch als hoch eingestuft, da er hohe Ansprüche an die Nährstoffversorgung, die Beikrautregulierung und den Pflanzenschutz stellt. Hinsichtlich der Nährstoffversorgung ist im ökologischen Landbau die Vorfrucht von entscheidender Bedeutung. Wird Raps in der

Fruchtfolge, z.B. nach Klee gras, angebaut, steht er jedoch in Konkurrenz zu Weizen. Andererseits ist der Vorfruchtwert von Raps als günstig einzuschätzen. Dieser könnte durch eine Untersaat mit Weißklee derart verbessert werden, dass mit einem nach „Raps mit Untersaat Weißklee“ folgendem Weizen nicht nur ein gutes Ertragsniveau sondern auch ansprechende Qualitäten erzielt werden könnten. Hinsichtlich der Etablierung der Untersaat ist der Einfluss der Reihenweite der Hauptkultur Raps zu klären.

Die genannten Faktoren Vorfrucht (VFR), Reihenabstand (RA) und Untersaat (US) wurden in einem Versuchsansatz kombiniert, um einerseits Optimierungsstrategien für den Rapsanbau zu entwickeln und andererseits den Raps in Fruchtfolgen ökologisch wirtschaftender Betriebe so zu integrieren, dass die Konkurrenzsituation von Weizen und Raps entschärft wird (Abb. 2).

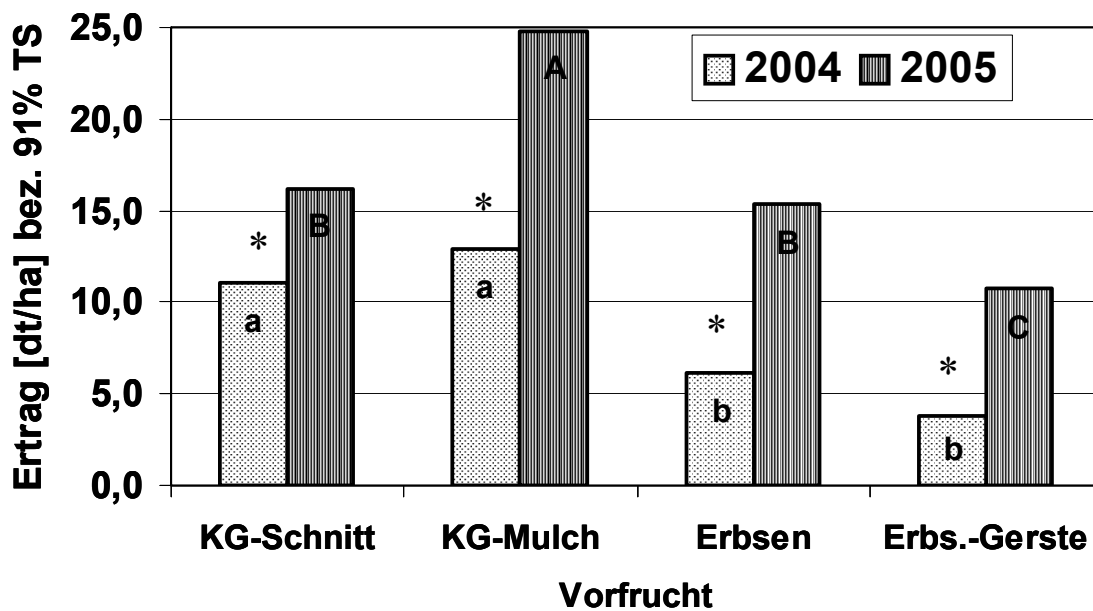


Abb. 2: Raps ertrag in Abhängigkeit der Vorfrüchte und des Anbaujahres

$\alpha = 0,05$ ; Tukey-Test; nicht gleiche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede: 2004 kleine, 2005 große Buchstaben, \* = signifikanter Unterschied zwischen den Jahren

### 3.3.2.2 Qualitätsbewertung von Raps aus ökologischem Anbau mit Hilfe der Nah-Infrarot-Spektroskopie (NIRS) – Evaluation of the quality of oilseed rape by near infrared spectroscopy (NIRS)

Karen Aulrich und Herwart Böhm

Die Qualitätsbewertung von ökologisch erzeugtem Raps erfordert eine zeitnahe, leistungsstarke und möglichst kostengünstige Analytik der wichtigsten Inhaltsstoffe. Hier bietet sich die NIRS an, die aufgrund ihrer Schnelligkeit, Zuverlässigkeit und geringen Kosten seit Jahren Einzug in weite Bereiche der Lebens- und Futtermittelanalytik hält. Ziel der Untersuchungen war es daher, Kalibrierungen für den Ölgehalt und die Fettsäuren im Raps zu erstellen und diese auf ihre Güte zur Vorhersage der genannten Inhaltsstoffe zu prüfen.

Ein weiterer Vorteil der NIRS in der Qualitätskontrolle von Raps wäre gegeben, wenn es möglich wäre, die Bestimmung der Inhaltsstoffe durch Messung der Ganzkörner



vorzunehmen. Dadurch könnte der Aufwand für die Probenvorbereitung deutlich reduziert werden. Dies wurde ebenso im Untersuchungszeitraum geprüft.

Für die Untersuchungen standen 125 Rapsproben aus Anbau- und Sortenversuchen (in 4-facher Feldwiederholung) des Instituts in Trenthorst und der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein zur Verfügung. Nach der Ernte erfolgte die Reinigung und Nach Trocknung der Proben bei ca. 30 °C. Anschließend wurden die Proben NIR-spektroskopisch als auch mittels klassischer Analytik untersucht. Dazu erfolgte die Aufnahme der NIR-Spektren der Ganzkörner und der homogenisierten Proben am FT-NIR-Spektrometer in diffuser Reflexion. Für die Referenzanalytik wurden die Proben 16 h bei 105 °C getrocknet. Im Anschluss daran erfolgte die Bestimmung des Ölgehaltes in den Ganzkörnern durch magnetische Kernresonanzspektroskopie (NMR). Die Fettsäuren wurden nach Homogenisierung der Proben, Extraktion des Fettes und Veresterung der Fettsäuren gaschromatographisch bestimmt.

Die mit Hilfe der Referenzanalytik ermittelten Daten dienten der Erstellung der Kalibrationsgleichungen für die Schätzung des Ölgehaltes und der Gehalte der einzelnen Fettsäuren. Zwei Drittel der aufgenommenen Spektren und die dazu gehörenden Referenzdaten wurden für den Kalibrationsdatensatz und ein Drittel für den Validationsdatensatz verwendet. Für jeden zu schätzenden Inhaltsstoff wurde das beste mathematische Modell ermittelt, wobei sich die PLS (Methode der partiellen kleinsten Fehlerquadrate) als geeignet für alle Inhaltsstoffe herauskristallisierte. Im Weiteren wurden verschiedene Ableitungen, Glättungen und Normalisierungen für jeden Inhaltsstoff einzeln geprüft und das Optimum der Vorhersage bestimmt.

Tab. 2: Statistische Kennzahlen zur Beurteilung der Schätzgenauigkeit (SEE: Standardfehler der Kalibration, SEP: Standardfehler der Validation,  $R_K$ : Regressionskoeffizient der Kalibration,  $R_V$ : Regressionskoeffizient der Validation) der erstellten Kalibrationsgleichungen zur Vorhersage des Ölgehaltes und der Fettsäuregehalte in Rapsanzkörnern

Inhaltsstoff	Spannbreite (%)	Kalibrierung (n=89)		Validierung (n=36)	
		SEE	$R_K$	SEP	$R_V$
Ölgehalt	45-58	0,42	0,97	0,42	0,97
Palmitinsäure C16:0	3,9-4,8	0,082	0,87	0,085	0,86
Stearinsäure C18:0	1,67-2,27	0,033	0,96	0,044	0,95
Ölsäure C18:1	59,6-65,6	0,34	0,95	0,34	0,97
Linolsäure C18:2	16,4-21,4	0,24	0,97	0,38	0,97
Linolensäure C 18:3	7,75-10,67	0,15	0,98	0,20	0,97
Eicosansäure C 20:0	0,51-0,70	0,02	0,89	0,02	0,89
Eicosensäure C 20:1	0,94-1,67	0,06	0,90	0,06	0,91
Behensäure C 22:0	0,19-0,41	0,01	0,94	0,01	0,89
Erucasäure C 22:1	0,006-0,9	0,1	0,55	0,09	0,58
Lignocerin säure C 24:0	0,001-0,07	0,009	0,84	0,009	0,84
Nervonsäure C 24:1	0,19-0,49	0,017	0,93	0,018	0,91

Zur Beurteilung der Güte der Vorhersage wurden der Standardfehler der Kalibration (SEE), der Standardfehler der Validation (SEP), die Regressionskoeffizienten von Kalibration ( $R_K$ ) und Validation ( $R_V$ ) herangezogen, die in Tab. 2 für die Ganzkörner beispielhaft aufgeführt sind. Der Ölgehalt im Raps, der bei den Referenzproben in der Spannbreite von 45 und 58 % lag, konnte mit einem Schätzfehler von 0,42 % vorhergesagt werden. Die Regressionskoeffizienten für Kalibration und Vorhersage betragen 0,97 und können als sehr gut eingeschätzt werden. Auch die Vorhersagequalitäten für die überwiegende Anzahl der Fettsäuren sind als sehr gut einzuschätzen. Lediglich die Vorhersage der Erucasäuregehalte ist

unbefriedigend, die allerdings mit 0,006-0,9 % sehr gering sind und zudem stark schwanken. Die Güte der Vorhersage zwischen gemahlene Proben und Ganzkörnern unterscheidet sich nicht.

### 3.3.2.3 (AÜF) Anbau von Ölpflanzen in Mischanbau mit anderen Kulturen - Cultivation of oil crops in mixed stand with different cultures

Hans Marten Paulsen, Martin Schochow, (OEL), Bernd Ulber (Uni Göttingen), Stefan Kühne (BBA, Kleinmachnow), Bertrand Matthäus (BFEL, Münster), Simone Seling (BFEL, Detmold), Harriet Gruber (LFA Gülzow), Markus Pscheidl (Kramerbräu Naturlandhof, Pfaffenhofen), Hans Jürgen Reents (TU München), Werner Vogt-Kaute (Naturland e. V. Süd-Ost)

Mischfruchtanbau mit Ölpflanzen ist eine Anbaumethode für Ölpflanzen, die zwar nur geringe Ölfruchterträge erwarten lässt, aber zu einer insgesamt höheren Flächenproduktivität führen kann. Positiv auswirken können sich hier z. B. unterschiedliche Durchwurzelungstiefen, Stützwirkungen, Wurzelausscheidungen, Beschattungseffekte sowie Stickstoffanreicherungen durch Leguminosen. In mehrjährigen Feldversuchen wurden Mischfruchtanbausysteme aus Leguminosen oder Getreide mit verschiedenen Ölsaaten geprüft (Abb. 3).

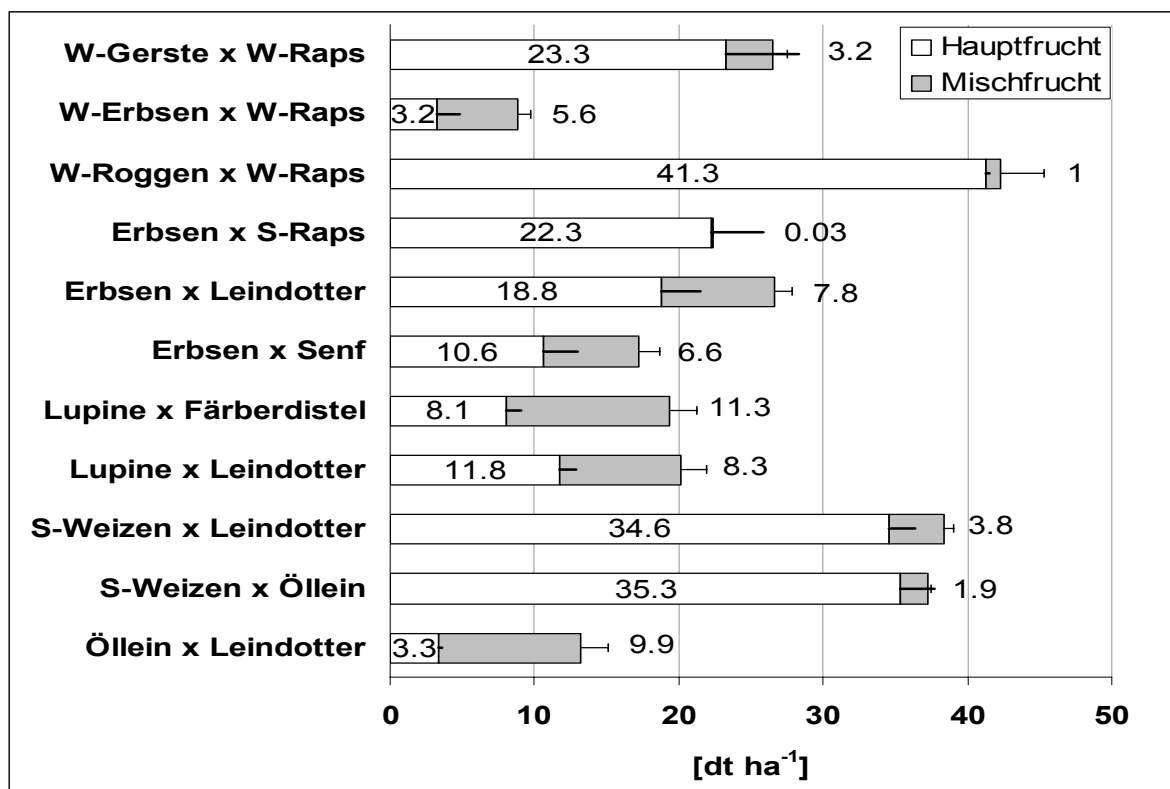


Abb. 3: Mittlere Kornerträge + SE (Trockensubstanz) von Mischfruchtanbausystemen mit Ölpflanzen im ökologischen Landbau beim Saatverfahren Reihe für Reihe, Trenthorst und Pfaffenhofen 2004 und 2005

Die geprüften Mischungen wiesen zum Teil höhere Nährstoffentzüge auf als die Reinsaaten. Erklärt werden, kann dies damit, dass bei den geprüften Mischungen in der Regel höhere Flächenproduktivitäten, gemessen am relativen Gesamtertrag gegenüber den Reinsaaten, auftraten. Aufgrund der gegenüber den Reinsaaten veränderten Konkurrenzverhältnisse in den



Mischfruchtbeständen kam es in zahlreichen Mischungen zu Veränderungen bei den Nährstoffgehalten der Pflanzen.

#### **4 Arbeitsgebiet Ökologische Schaf- und Mastrinderhaltung – *Working area Organic Sheep and Beef Cattle Farming***

##### **4.1 [AÜF] Gezielte Entwurmung bei Rindern - Targeted Selective Deworming of cattle**

*Nina Kleinschmidt, Georg von Samson-Himmelstjerna (TiHo), Regine Koopmann*

Bei der Bekämpfung von Magen-Darm Parasiten bei erstsömmrigen Rindern wird die Teilherdenbehandlung (targeted selective treatment) zunehmend diskutiert. Der Arzneimitteleinsatz soll reduziert werden. Außerdem wird erwartet, dass hiermit der Verbreitung von Anthelminthikaresistenzen entgegenzuwirken ist.

Um eine Teilherdenbehandlung vorzunehmen und somit nur gezielt bestimmte Jungrindern zu behandeln, müssen Kriterien zur Auswahl der entsprechenden Tiere festgelegt werden. Zur Untersuchung von möglichen Kriterien, wurde eine Feldstudie an den betriebseigenen erstsömmrigen Rindern über die gesamte Weidesaison durchgeführt. Hierbei wurde die Daten zur Eiausscheidung von Magen-Darm Strongyliden, zum Body Condition Score und zum Körpergewicht bestimmt. Das Ziel ist, eine praxistaugliche Möglichkeit zu schaffen, mit deren Hilfe der Landwirt behandlungswürdige Tiere erkennt.

##### **4.2 [AÜF] Resistenz von Endoparasiten bei Rindern in Nordeutschland - – Evaluating the incidence of Ivermectin Resistance of endoparasites in cattle**

*Nina Kleinschmidt (OEL), Georg von Samson-Himmelstjerna (TiHo), Regine Koopmann*

Für eine gezielte Behandlung sind voll wirksame Anthelminthika unverzichtbar, da subklinisch erkrankte Tiere vor Ausbruch einer Parasitose geschützt werden müssen. Um die Wirksamkeit des Wirkstoffs Ivermectin zu untersuchen, wurden auf 12 Milchviehbetrieben mit unterschiedlichem Endoparasitenmanagement in Schleswig-Holstein Resistenztests (Eizahlreduktionstest) bei den erstsömmrigen Rindern durchgeführt. Bei den Eizahlreduktionstests wird bei den einzelnen Rindern die Eizahl pro Gramm Kot (EpG) am Tag der Behandlung und z.B. an Tag 14, 21 und 35 nach Behandlung bestimmt. Von Resistenz spricht man, wenn die Reduktion des EpG's nach der Behandlung weniger als 95% beträgt. Die Ergebnisse werden zur Zeit ausgewertet. Es ist jedoch schon abzusehen, dass die Parasitenbekämpfung sehr unterschiedlich gehandhabt wird und die Resistenzentwicklung nicht zu unterschätzen ist.

##### **4.3 Weideführung als Instrument des Endoparasitenmanagements bei Kleinen Wiederkäuern – Pasture management as a tool for fighting the endoparasitic burdens in small ruminants**

*Regine Koopmann und Kerstin Barth*

Eine Möglichkeit, die Infektion durch Magen-Darm-Parasiten zu begrenzen, ist das wiederholte Umweiden auf eine frische Fläche. Eine ernsthafte Gefährdung durch gastro-intestinale Strongyliden entsteht meist erst ca. 6 Wochen nach Weideaustrieb, nachdem die zweite Generation patent geworden ist. Je nach den Tages- und Nachttemperaturen benötigt die Entwicklung von infektiösen Larven unterschiedlich lange Zeit.

Die auch im letzten Jahr durchgeführte Studie soll die Frage beantworten, wie sich ein regelmäßig durchgeführter Weidewechsel in den Betriebsablauf einfügt, die erforderliche

Arbeitszeit erfassen und die Leistungen der Tiere und der Weide bewerten. In diesem Jahr wurden die Herde der melkenden Ziegen, abhängig von den Wetterdaten, variabel nach ca. 1 bis 3 Wochen Weidedauer auf eine neue Teilfläche umgeweidet. Alle 4 Wochen wurden beispielhaft 20 Ziegen individuell auf Eiausscheidung von Magen-Darm Strongyliden untersucht. Die Befunde blieben geringgradig. Eine Entwurmung konnte so vermieden werden.

#### 4.4 (AÜF) Die Wirkung der Fütterung von Haselnussblättern auf die Ausscheidung von Magen-Darm-Strongylideneiern bei Schafen und Ziegen – The effect of feeding hazelnut leaves to egg output of gastro-intestinal-parasites of seep and goats

Gerold Rahmann, Judith Gutperlet und Regine Koopmann

Im Rahmen des Projektes „Ernährungsphysiologische und gesundheitliche Wirkung der Fütterung von Gehölzen bei Schafen und Ziegen“ des Instituts für Ökologischen Landbau der FAL wurden im Versuchsjahr 2005 interessante Ergebnisse bei der Fütterung von Haselnuss (*Corylus avellana*) an Ziegen erzielt. Die Eiausscheidung von Magen-Darm-Strongyliden (MDS) ging zurück. Da es sich nur um einen Vorversuch handelte, der für eine wissenschaftliche Bewertung nicht ausreichte, wurde der Versuch 2006 unter wissenschaftlichen Bedingungen wiederholt.

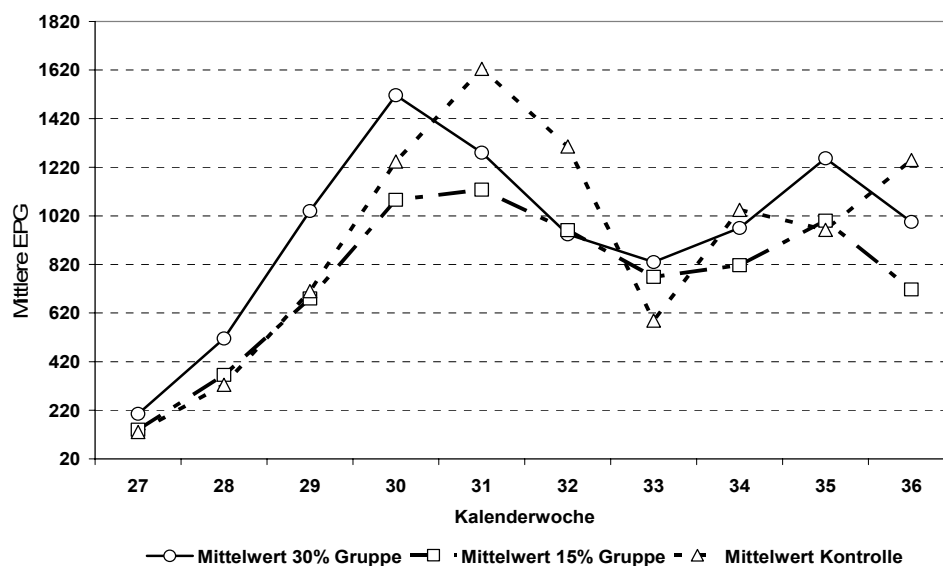


Abb. 4: Ei-Ausscheidung der Ziegenlämmer bei unterschiedlicher Fütterung von Haselnuss-Laub

Als Probanden dienten die Bocklämmer aus der Milchziegenherde des Institutes des Jahres 2006, die im Februar bis April geboren wurden. Die Tiere hatten sich im Frühjahr potenziell natürlich auf der Weide infiziert. Für den Versuch wurden Bocklämmer ausgewählt, die ein vergleichbares Gewicht und Eiausscheidung aufwiesen. Nach einer Anfütterungsphase von einer Woche erhielt eine Gruppe einmal täglich 15 % - gemessen auf der Basis der Trockensubstanz - frische Haselnussblätter des Tagesbedarfs an Futter (15%-Gruppe), eine weitere Gruppe bekam 30 % des täglichen Futters an Haselnussblätter (30%-Gruppe) und die dritte Gruppe diente der Kontrolle (Kontrollgruppe) und erhielt keine Haselnussblätter. Über den Zeitraum vom 6. Juli bis zum 7. September (10 Probennahmen) wurden wöchentlich von jedem Tier Kotproben genommen und das Gewicht der Tiere erfasst (12h nüchtern). Die

Kotproben wurden mit Hilfe der McMaster-Methode auf die MDS-Eizahlen pro Gramm Kot untersucht.

Die positiven Ergebnisse von 2005 konnten nicht wiederholt bzw. bestätigt werden (Abb. 4). Vielmehr zeigte sich, dass die Fütterung von Haselnusslaub keinerlei Einfluss auf die Ausscheidung von MDS-Eiern besitzt. Sicherlich bleibt die Frage zu klären, ob die Rinde des Haselnussstrauches einen Effekt auf die MDS-Eiausscheidung hat. Diese konnten die Ziegen im Jahr 2005 aufnehmen, als sie ganze Büsche beäsen konnten.

## 5 Arbeitsgebietsübergreifende Projekte - *Working areas overlapping projects*

### 5.1 (AÜF) Akzeptanz von Tiergesundheitsplänen bei Landwirten – Acceptance of animal health plans

*Mareike Goeritz, Rainer Oppermann, Ina Müller-Arnke, Gerold Rahmann und Ulrich Schumacher (Bioland-Bundesverband)*

Der ökologische Landbau formuliert in seinen Richtlinien und Konzepten hohe Ansprüche an die Tiergesundheit. Demgegenüber zeigen Untersuchungen, dass Anspruch und Umsetzung deutlich auseinander klaffen. Es stellt sich deshalb die Frage, was getan werden kann, um die Tiergesundheit im ökologischen Landbau zu verbessern. Ein besonders interessanter Ansatz sind dabei Tiergesundheitspläne (TGP), wie sie in Großbritannien verwendet werden. Derartige Pläne werden derzeit auch in Deutschland ausprobiert. In diesem Rahmen kommt der Untersuchung der Handlungsmöglichkeiten der Biolandwirte unter Praxisbedingungen eine zentrale Bedeutung zu. Dabei kann auf die Auseinandersetzung mit der subjektiven Seite des Handelns der betrieblichen Akteure nicht verzichtet werden. Für Verbesserungen der Tiergesundheit und für die Erarbeitung konkreter Handlungskonzepte ist es wichtig zu wissen, wie Biolandwirte die Probleme sehen, welche Handlungsmotive für sie wesentlich sind und wie sie unterschiedlichste Handlungsmöglichkeiten bewerten. Diesen Fragen wurde im Rahmen eines Projekts zur Untersuchung der Akzeptanz von TGP nachgegangen.

Vom Frühjahr bis zum Herbst 2006 wurden dazu 20 Legehennenhalter, 20 Milchviehbetriebe und 20 ferkelerzeugende Betriebe, die über den gesamtdeutschen Raum verteilt lagen, befragt. In diesen Betrieben wurden von Tierärzten modellhaft Tiergesundheitspläne integriert. Um die TGP so zu gestalten, dass sie bei den Landwirten auf möglichst große Akzeptanz stoßen, wurde u.a. danach gefragt, welche Faktoren bei der Erarbeitung solcher Pläne im Betrieb beachtet werden müssen.

- Etwa die Hälfte der Landwirte gab an, dass die vorgeschlagenen Maßnahmen vor allem umsetzbar sein müssten (Praktikabilität). Ergänzend wurden insbesondere die Berücksichtigung konkreter betrieblicher Gegebenheiten, der Arbeitsverhältnisse und der vorhandenen Baulichkeiten genannt. Auffällig war, dass es in diesem Zusammenhang auch viel Kritik an den bisher bestehenden Beratungskonzepten gab.
- Rund 15 % der Landwirte wurde in erster Linie eine gute Kommunikation zwischen allen Beteiligten verlangt. Ein Legehennenhalter bemerkte: „Die Maßnahmen, die mir vorgeschlagen werden, müssen einen Sinn ergeben. Den muss der Tierarzt oder Berater mir vermitteln, auch damit ich weiß, dass ich es mit kompetenten Fachleuten zu tun habe.“ Dies zeigt, dass eine funktionierende Kommunikationsstruktur zwar wichtig ist, offensichtlich aber nicht die höchste Priorität hat.
- Demgegenüber insistieren ALLE befragten Betriebsleiter auf der hohen fachlichen Kompetenz der Berater, Tierärzte etc. Aus mündlichen Äußerungen geht hervor, dass dies als unverzichtbare Voraussetzung für erfolgreiche TGP gesehen wird. Zu vermuten ist,

dass sich in diesen Positionen auch eine gewisse Kritik an vorhandenen Beratungsangeboten ausdrückt.

- Weitere 25 % der Befragten wünschten sich in dem TGP eine systematische Anleitung zur Identifizierung und Bekämpfung von einzelnen, konkreten Gesundheitsproblemen. Genannt wurden insbesondere Hygienemängel und darauf abgestellte prophylaktische Maßnahmen. In diesem Zusammenhang wurde deutlich, dass mangelnde Motivation und/oder begrenzte zeitliche Ressourcen eine wesentliche Rolle spielen. Durch Systematisierung der Maßnahmen und eine genaue Anleitung, erhofften sich die Landwirte, dass sie selber zu einer konsequenteren Herangehensweise kommen können.
- Ein wichtiger Punkt ist für die Landwirte dabei der Schutz vor zuviel Bürokratie und Schreibtischarbeit.

## **5.2 (AÜF) Dauerbeobachtungsflächen zum Monitoring von Bodenparametern, der Nährstoffversorgung, der Ertragsbildung und der Qualität der Pflanzen sowie der Biodiversität in einem ökologischen landwirtschaftlichen Betrieb** - Long term monitoring on soil fertility, on nutrient supply, on yield parameters, on quality of plants and on biodiversity in an organic farm

### **5.2.1 (AÜF) Dauermonitoring Flora und Fauna: Entwicklung der Laufkäferpopulation nach fünf Jahren Umstellung** – *Development of the carabidae population five years after conservation*

*Gerold Rahmann und Werner Piper*

Ziel der Untersuchung war die Ermittlung von Vorkommen und Verteilung der Laufkäferarten des Untersuchungsgebietes 5 Jahre nach Umstellung auf den Ökologischen Landbau. Die Familie der überwiegend räuberisch lebenden, sehr mobilen und teilweise auch gut flugfähigen Laufkäfer stellt einen großen Teil der epigäischen Insektenfauna. Aufgrund ihres Artenreichtums, der oft ausgeprägten Biotoppräferenz und des relativ guten Kenntnisstandes über die Ökologie der meisten Laufkäferarten eignet sich diese Gruppe gut als Indikator für die Beurteilung von Biotopen.

Im Zeitraum vom 19.05.05 bis 07.10.05 wurden an 50 Probenstandorten auf Flächen der Güter Trenthorst und Wulmenau insgesamt 21.243 Laufkäfer (2001: 8.253) aus 71 Arten (2001: 63) festgestellt. Im qualitativen Vergleich konnten 13 der im Jahr 2001 nachgewiesenen Arten im Untersuchungsjahr 2005 nicht mehr nachgewiesen werden. Von diesen Arten trat jedoch der größte Teil (acht Arten) 2001 nur in einzelnen Individuen auf. Andere, häufiger vertretene Arten - wie z.B. *Amara bifrons* (30 Individuen, vor allem im Grünland) und *Carabus coriaceus* (29 Individuen, Wald) - könnten natürlichen Populationsschwankungen unterworfen gewesen sein und sind in Zukunft wieder zu erwarten. Den 13 nicht mehr nachgewiesenen Arten stehen jedoch 22 Arten gegenüber, die 2005 neu hinzugekommen sind. Auch hier handelt es sich überwiegend um Einzelfunde, einige Arten lassen aber einen Besiedlungserfolg zumindest bestimmter Standorte vermuten (z.B. *Bembidion guttula*, *Harpalus rubripes*, *H. signaticornis*, *Pterostichus anthracinus*, *Trechus obtusus*). Besonders hervorzuheben ist in diesem Zusammenhang *Poecilus cupreus*, der auf allen bewirtschafteten Flächen in teilweise sehr hohen Abundanzen auftrat und insgesamt die zweithäufigste Art ist. Die nach wie vor häufigste Art ist mit 36,4 % des Gesamtfanges (7.735 Individuen) die euryöke Art *Pterostichus melanarius*, gefolgt von *Poecilus cupreus* (23,8 %, 5.055 Individuen).

### 5.2.2 (IÜF) Dauerbeobachtungsversuch zur Entwicklung von Bodennährstoffgehalten, Erntemengen und -qualitäten – Long term monitoring on development of soil nutrient content and yield parameters in different organic crop rotations

*Dagmar Schaub, Hans Marten Paulsen, Herwart Böhm, Gerold Rahmann, Jutta Rogasik (PB), Silvia Haneklaus (PB), Ewald Schnug (PB), Traute-Heidi Anderson (AOE), Elisabeth Oldenburg (PG)*

Auf sämtlichen Ackerflächen des Versuchsbetriebes Trenthorst und einer repräsentativen Auswahl von Grünlandschlägen wurden Dauerbeobachtungsflächen (DB-Flächen) eingerichtet. Seit der Umstellung auf ökologischen Landbau im Jahr 2003 werden auf den DB-Flächen jährlich Bodennährstoffgehalte bestimmt, Nährstoffanalysen und Bestandsbonituren an wachsenden Beständen durchgeführt sowie Erntemengen und -qualitäten ermittelt. In mehrjährigem Abstand werden Daten zur Biodiversität erhoben. Der Versuchsbetrieb Trenthorst ist seit 2003 in 5 eigenständige Teilbetriebe (2 Marktfruchtbetriebe, 1 Milchviehbetrieb, 1 Gemischtbetrieb mit kleinen Wiederkäuern und 1 Ferkelerzeugerbetrieb) mit unterschiedlichen Fruchtfolgen gegliedert, so dass ein Vergleich verschiedener ökologischer Fruchtfolgen unter Praxisbedingungen möglich ist. Zudem dient der Versuch der Dokumentation der Vorgänge bei der Umstellung von konventionellem auf ökologischen Landbau. Durch die Einbeziehung benachbarter konventioneller Flächen in die Datenerhebung können ökologische und konventionelle Bewirtschaftung miteinander verglichen werden. Die georeferenzierte Beprobung und Analyse im Rahmen des Dauerbeobachtungsversuchs wurde 2006 fortgeführt und die Auswertung der ersten drei Versuchsjahre begonnen.

### 5.2.3 Ertragsentwicklung verschiedener Fruchtfolgen und Kulturen 2003 bis 2005 - Development of yields of different rotations and crops 2003 to 2005

*Dagmar Schaub, Hans Marten Paulsen, Herwart Böhm und Gerold Rahmann*

Anhand der Dauerbeobachtungsergebnisse wurden die Erträge in den drei fest etablierten Fruchtfolgen (Tab. 3) für die ersten drei Versuchsjahre ermittelt und verglichen, sowohl für einzelne Kulturen als auch für die gesamte Fruchtfolge (Abb. 5).

Tab. 3: Flächen, Tierbestände sowie Fruchtfolgen der betrachteten Betriebe des Dauerbeobachtungsversuchs Trenthorst

Betrieb	Acker- bzw. Grünlandfläche [ha]	Tierbestand	Fruchtfolge
Marktfrucht	31	-	Klee gras - Winterweizen - Hafer - Erbse - Winterraps - Triticale*
Milchvieh	64/39	70 Milchkühe u. Nachzucht	2j. Klee gras - Winterweizen - Hafer/ Ackerbohnen - Erbsen/ Sommergerste - Triticale*
Gemischt	60/50	50 Milch-ziegen u. Lämmer	Klee gras - Winterraps - Erbse/Leindotter - Winterweizen - Öllein - Triticale* *mit Klee gras-Untersaat

Abgesehen von 2004 erzielten Milchvieh- und Marktfruchtbetrieb ähnliche Hektarerträge (Abb. 5). Das schlechtere Ergebnis des Marktfruchtbetriebes im Jahr 2004 ist auf deutlich verringerte Erträge bei Erbsen (wegen sehr starken Blattlausbefalls) und Winterweizen zurückzuführen. Würde man das Fruchtfolglied Klee gras einbeziehen, lägen die GE-Erträge des Milchviehbetriebs aufgrund des zweijährigen Klee grasanbaus deutlich unterhalb der Erträge des Marktfruchtbetriebs und etwa auf gleicher Höhe wie im Gemischtbetrieb.

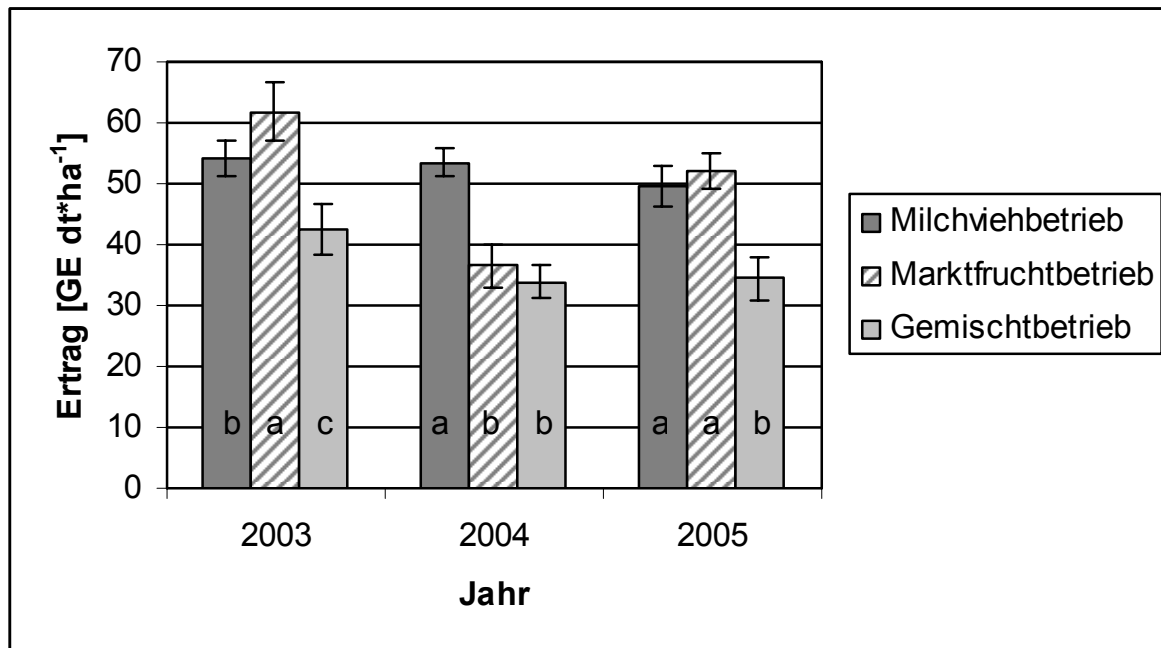


Abb. 5: Durchschnittserträge der Körnerfrüchte in drei Fruchtfolgen des Dauerbeobachtungsversuchs Trenthorst

#### 5.2.4 Entwicklung der Kohlenstoffgehalte des Bodens viehloser und viehhaltender Betriebe - *Organic carbon contents in soils of livestock and cash crop farms*

Dagmar Schaub, Hans Marten Paulsen, Herwart Böhm

Im Rahmen des Dauerbeobachtungsversuchs wurden die Bodengehalte an organischem Kohlenstoff bestimmt und für drei ausgewählte Fruchtfolgen für die ersten vier Versuchsjahre verglichen (Abb. 6). Es ist bislang keine Tendenz der Humusan- oder -abreicherung zu erkennen was auf den relativ kurzen Untersuchungszeitraum zurückgeführt werden kann. Der durchschnittliche  $C_{org}$ -Gehalt im Marktfruchtbetrieb lag in fast allen Jahren signifikant höher als der Wert des Gemischtbetriebes, der Milchviehbetrieb nahm eine Zwischenposition ein. Die Werte der Jahre 2003, 2005 und 2006 unterschieden sich in keinem Betrieb signifikant voneinander, wohingegen 2004 in allen Betrieben höhere  $C_{org}$ -Gehalte gemessen wurden. Eine Erklärung hierfür ist die Trockenheit des Jahres 2003, die die Mineralisierung der Ernterückstände verzögerte.

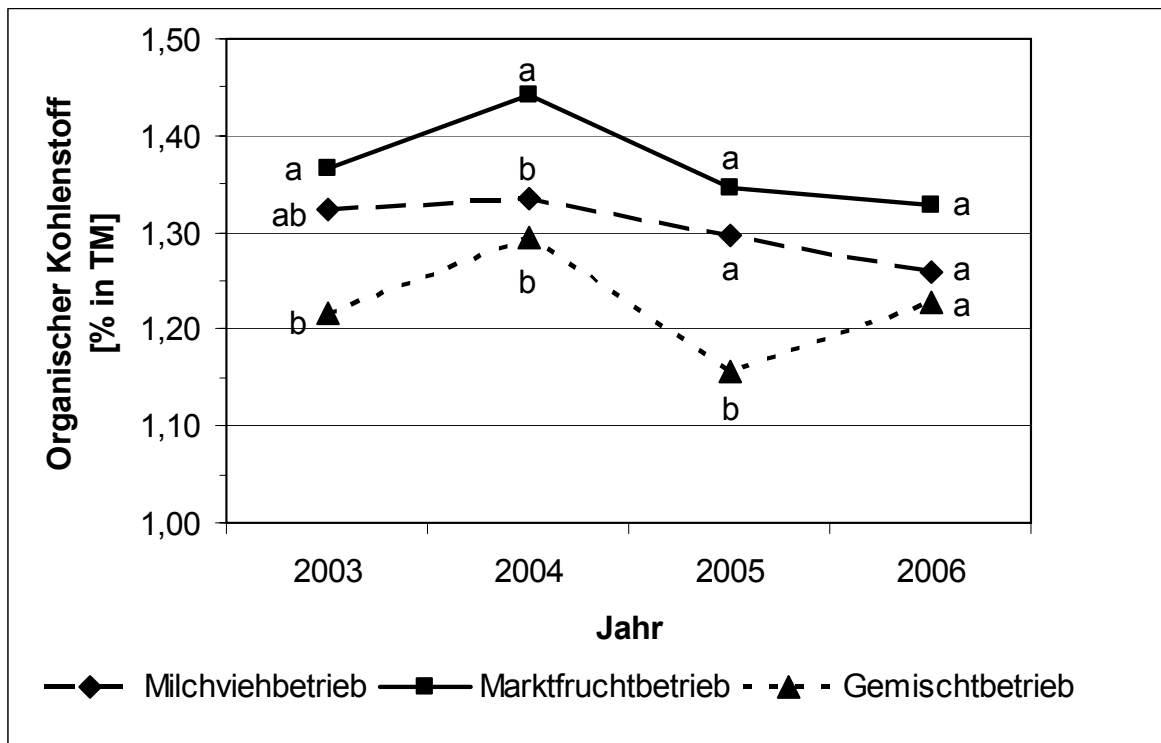


Abb. 6: Organischer Kohlenstoff im Boden von drei Fruchtfolgen des Dauerbeobachtungsversuchs Trenthorst (unterschiedliche Buchstaben innerhalb eines Jahres = signifikante Unterschiede ( $p < 0,05$ ))

### 5.2.5 (AÜF) Modellierung des Versuchsbetriebes Trenthorst mit Hilfe des Betriebsbilanzierungsprogramms REPRO – *Modelling of the Trenthorst experimental farm with the model software REPRO*

*Dagmar Schaub, Harald Schmid (INL Halle), Kurt-Jürgen Hülsbergen (TU München)*

Die im Rahmen des Dauerbeobachtungsversuchs ermittelten Daten werden zur Modellierung der Teilbetriebe des Versuchsbetriebes Trenthorst mit dem Betriebsbilanzierungsmodell REPRO genutzt. Das Programm stellt den Landwirtschaftsbetrieb als System vernetzter Stoff- und Energieflüsse dar und erlaubt die Analyse und Bewertung verschiedener Landwirtschafts- und Umweltbereiche. Durch die Aufgliederung des Betriebes bis auf die Ebene von Teilschlägen bzw. Stallbereichen können innerbetriebliche Unterschiede herausgearbeitet und die Ursachen der spezifischen betrieblichen Umweltwirkungen, Energie- oder Nährstoffeffizienzen ermittelt werden. REPRO wird im Versuchsbetrieb Trenthorst unter anderem zur Humusbilanzierung genutzt. Nach den ersten drei Versuchsjahren deutet sich an, dass unter den Trenthorster Standortbedingungen auch mit einer intensiven Marktfruchtfolge eine gute Humusversorgung gewährleistet werden kann. Es bleibt allerdings abzuwarten, wie sich der Verzicht auf den Zwischenfruchtanbau seit dem Jahr 2005 auswirkt und welche Humusgehalte sich langfristig tatsächlich einstellen.

**5.3 (AÜF) Zum Einfluss der Fütterung von Leindotterpresskuchen auf die Mast- und Schlachtleistung von Broilern aus ökologischer Mast – Influence of Camelina sativa oilcake in organic broiler feeding on performance, carcass and meat quality**

**F. Weißmann, H.-M. Paulsen (OEL-FAL); K. Fischer (BFEL Kulmbach); B. Matthäus (BFEL Münster); M. Bauer, M. Pscheidl (Kramerbräu-Naturlandhof Pfaffenhofen); W. Vogt-Kaute (Naturland-Verband e. V.) und Versuchsstation FAL-Celle**

Leindotter (*Camelina sativa* L.) ist eine viel versprechende Ölfrucht im ökologischen Pflanzenbau. Ihre Wertschöpfung ließe sich steigern, wenn der bei der Ölgewinnung anfallende Presskuchen als Futtermittel genutzt werden könnte. Allerdings verbietet das Futtermittelrecht den Einsatz von Leindotter und daraus hergestellten Produkten. Anträge auf Änderung sind jedoch erst dann Erfolg versprechend, wenn wissenschaftlich abgesicherte Empfehlungen zu einer unbedenklichen Einsatzhöhe gegeben werden können. Daher wurden in einem Fütterungsversuch mit 192 männlichen Broilern (ISA 457) die Auswirkungen unterschiedlich hoher Anteile von Leindotterpresskuchen (LDPK) in einer ökologischen Ration auf die Mast- und Schlachtleistung untersucht. Es zeigte sich, dass bis zu 5% unbehandelter LDPK in der Futtermischung die Mastleistung sowie Schlachtkörper-, Fleisch- und Fettqualität mehr oder weniger unbeeinflusst ließ. Druckthermisch behandelter LDPK zeigte diesbezüglich negative Auswirkungen bis hin zu erhöhten Schilddrüsen- und Lebergewichten. Auf Grund der vorliegenden Ergebnisse kann zur Höhe des Anteils von Leindotterpresskuchen in einer ökologischen Broilermastration noch keine abschließende Empfehlung gegeben werden. Weitere Untersuchungen sind deshalb erforderlich.

**5.4 Gesundheitserhebung von Legehennen mit dem Ziel der Verbesserung der Tiergesundheit durch Implementierung von Tiergesundheitsplänen - Evaluation of animal health of laying hens for health improvement by implementing animal health plans**

**I. Müller-Arnke, G. Rahmann, M. Goeritz, R. Koopmann, U. Schumacher (Bioland e.V.), H. Plate (Bioland Beratungsgesellschaft GmbH)**

Es wurden 20 ökologisch wirtschaftende Legehennenbetriebe (Bestandsgrößen von 2000 bis 20.000 Tiere) im mittel- und norddeutschen Raum aufgesucht, die sich freiwillig an dem Projekt beteiligen wollten. Nach einem Interview wurden 30 Tiere einer Herde bonitiert. Die Bonitierung erfolgte in abgewandelter Form nach Tauson et al. (1984). Bezüglich des Gefiederzustands wurden die Körperpartien Hals, Rücken, Flügel, Schwanz, Brust und Legebauch bonitiert. Die Noten für die Bonitur reichten von der schlechtesten Note 1 (> 4cm<sup>2</sup> kahle Stellen) bis zur Note 4 (voll befiedert). Der Gefiederindex wurde aus den Mittelwerten der Körperpartien errechnet und gibt den Gefiedereindruck der untersuchten Herde in der Gesamtheit wieder. Zusätzlich zum Gefieder wurden der Zustand der Kloake, die Kammfarbe, Anzahl der Hackstellen auf dem Kamm, Zustand der Augen, Zustand des Kropfes, Fußballenschäden und allgemeine Verletzungen (wunde Stellen/Verschorfungen an der Haut) beurteilt.

Die errechneten Gefiederindexe reichen von 1,34 bis 3,98 (siehe Abb. 1). 7 von 11 Herden am Ende der Legeperiode (ab 55. Lebenswoche) haben einen Gefiederindex von < 3, bei 6 Betrieben liegt der Index unter 2,5. Ein Betrieb hat bereits in der 48. Lebenswoche einen Gefiederindex von nur 1,34, was ein extrem niedriger Wert ist. Besonders hervorstechend



sind Betriebe, die noch am Ende der Legeperiode einen guten Gefiederindex (zwischen 3 und 4) haben. Dies ist bei 4 Betrieben der Fall.

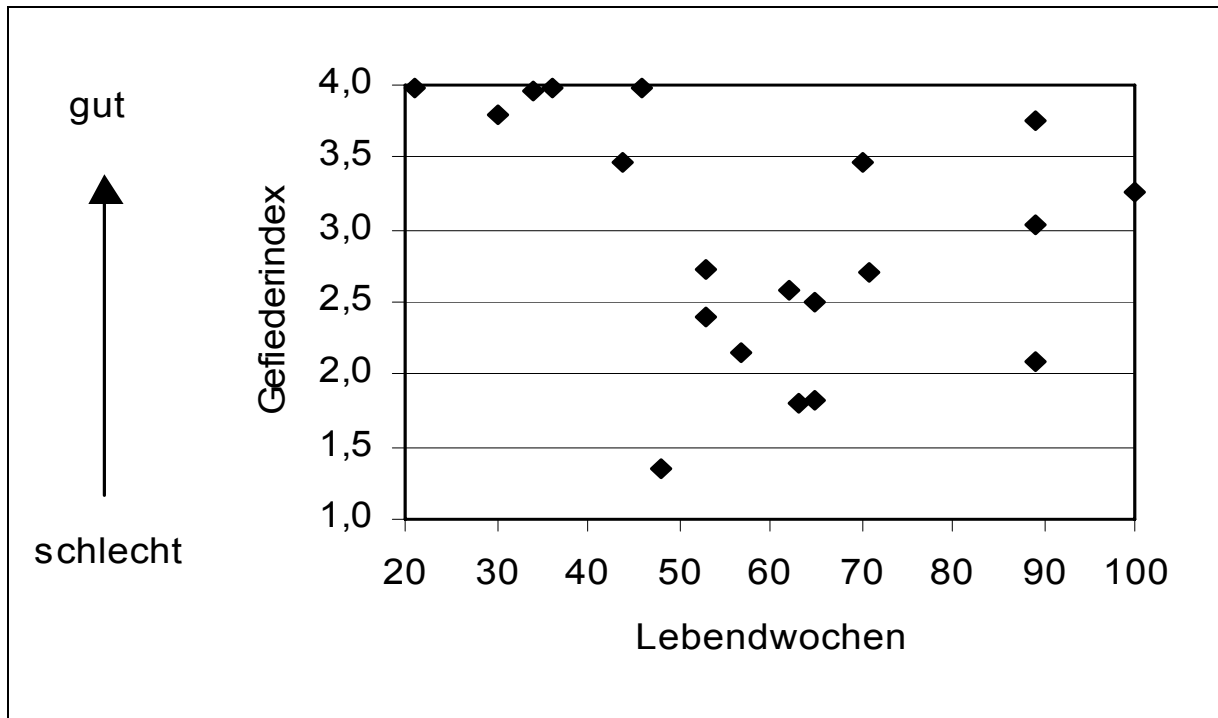


Abb.1: Durchschnittlicher Gefiederindex pro Betrieb in Abhängigkeit zum Alter der Legehennen (n=20 Betriebe).

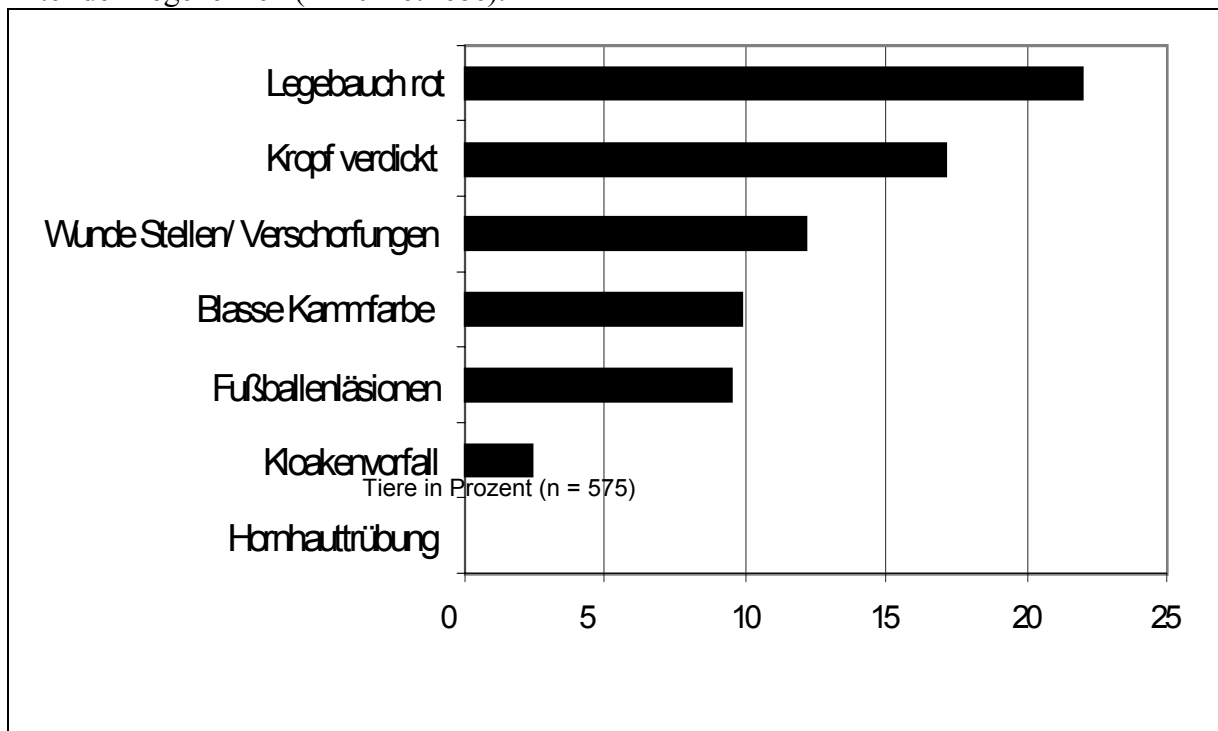


Abb. 2: Festgestellte Gesundheitsprobleme aller untersuchten Herden.

Abbildung 2 zeigt Gesundheitsprobleme, die bei der Bonitur zusätzlich zum Gefiederzustand erhoben wurden. Rote Legebäuche traten bei 22% der untersuchten Tiere und nur bei mangelhafter Befiederung auf. Bei 17% wurden verdickte Kröpfe festgestellt, was auf Verstopfungen des Kropfes hinweisen kann. Wunde bzw. bereits verschorfte Stellen traten in einigen Herden gehäuft auf. Es handelte sich hierbei augenscheinlich um Schäden durch Kannibalismus. Blasse Kämmen als möglicher Hinweis auf mangelhaften Gesundheitszustand verschiedenster Ursachen wurden bei knapp 10 Prozent der Tiere ermittelt, ebenso wie Fußballenläsionen, die durch feuchte Einstreu oder auch durch spitze, scharfkantige Bodenbeschaffenheit bzw. Stalleinrichtungsgegenstände hervorgerufen werden können.

## **6 Wissenschaftskommunikation – *Communication of scientific work***

### **6.1 *Publikationen* - Publications**

#### **Wissenschaftliche Originalbeiträge in referierten Zeitschriften bzw. Zeitschriften mit Impact-Faktor**

- Koopmann R, Holst C, Epe C (2006) Erfahrungen mit der FAMACHA-Eye-Colour-Karte zur Identifizierung von Schafen und Ziegen für die gezielte anthelminthische Behandlung. *Berl Münch Tierärztl Wschr* 119(9-10):426-442
- Krause T, Haase T, Böhm H, Heß J, Loges R, Haase NU (2006) Pflanzenbauliche Strategien für die ökologische Erzeugung von Verarbeitungskartoffeln : Teil 4 ; Sortenwahl und Standort. *Kartoffelbau* 57(5):208-214
- Martin D, Clawin-Rädecker I, Lorenzen P-C, Ziebarth M, Barth K (2005) Ribonucleosid-Gehalte in Schaf- und Ziegenmilch. *Kieler Milchwirtsch Forschungsber* 57(1):21-32
- Paulsen H-M, Schochow M, Ulber B, Kühne S, Rahmann G (2006) Mixed cropping systems for biological control of weeds and pests in organic oilseed crops. *Asp Appl Biol* 79:215-219
- Rahmann G (2006) Do endangered sheep breeds have an advantage in organic farming? *Asp Appl Biol* 79:247-251
- Rahmann G, Paulsen H-M, Hötter H, Jeromin K, Schrader S, Haneklaus S, Schnug E (2006) Contribution of organic farming to conserving and improving biodiversity in Germany avi-fauna as an example. *Asp Appl Biol* 79:187-190
- Schnug E, Haneklaus S, Rahmann G, Walker R (2006) Organic farming - stewardship for food security, food quality; environment and nature conservation. *Asp Appl Biol* 79:57-61
- Schrader S, Kiehne J, Anderson T-H, Paulsen H-M, Rahmann G (2006) Development of Collembolans after conversion towards organic farming. *Asp Appl Biol* 79:181-185
- Sun Y, Rahmann G, Wei X, Shi C, Sun Z, Cong L (2006) Energy input and output of a rural village in China - the case of the "Beijing Man village"/District of Beijing. *Landbauforsch Völkenrode* 56(1-2):73-83

#### **Sonstige Wissenschaftliche Originalbeiträge (incl. Dissertations- und Habilitationsschriften etc.)**

- Barth K (2006) Untersuchungen zur Aufzucht von Schaf- und Ziegenlämmern mit arteigener und artfremder Milch. *Landbauforsch Völkenrode* SH 298:145-146
- Barth K, Rademacher C, Georg H (2006) Melken und Kälbersäugen - geht das? *Landbauforsch Völkenrode* SH 299:77-82
- Barth K (2006) Auswirkungen der Melkzeugpositionierung auf Leitfähigkeitsmessung und Nachgemelk. In: Tagungsband / 7. Jahrestagung der WGM : 04.10.-06.10.2006 in Iden. Iden : Wissenschaftliche Gesellschaft der Milcherzeugerberater, pp 10-14
- Böhm H, Möller K (2006) Bakteriosen der Kartoffel. In: Kühne S, Burth U, Marx P (eds) *Biologischer Pflanzenschutz im Freiland : Pflanzengesundheit im Ökologischen Landbau*. Stuttgart : Ulmer, pp 68-71
- Böhm H, Krause T, Haase T, Haase NU, Loges R, Heß J (2006) Agronomic strategies for the organic cultivation of potatoes for processing into high quality French fries and potato crisps. In: Haase NU, Haverkort AJ (eds) *Potato developments in a changing Europe*. Wageningen : Wageningen Academic Publishers, pp 86-97
- Bramm A, Böhm H, Pahlow G, Berk A (2006) Alternatives for the production of forage protein. In: Santen E van, Hill GD (eds) *México, where Old and New World lupins meet : proceedings of the 11th International Lupin Conference, Guadalajara, Jalisco, México, 4-9 May, 2005*. Canterbury, New Zealand : International Lupin Association, pp 209-213

- Kühne S, Böhm H, Reelfs T, Weiher N, Ulber B (2006) Möglichkeiten und Grenzen der Anwendung von Insektiziden im ökologischen Ackerbau. Mitt Biol Bundesanst Land- Forstwirtsch Berlin-Dahlem 400:334-335 [Abstract]
- Oppermann R, Rahmann G (2006) Marktentwicklungen und Perspektiven für Erzeuger auf den Märkten für ökologisch erzeugtes Schweinefleisch. Landbauforsch Völkenrode SH 298:101-110
- Rahmann G (2006) Die Ziege, vom Naturzerstörer zum Naturschützer - Erfahrungen aus der Sahelzone und der Biotoppflege in Deutschland. In: Denken in Räumen - Nachhaltiges Ressourcenmanagement als Identitätssicherung (durch Veränderung der Rahmenbedingungen gefährdete Kulturlandschaften und das Problem ihrer Erhaltung) : Tagungsband zum Symposium 2004 - Veranstaltet von: Institut für Tropentechnologie (ITT), FH-Köln, Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU), in Zusammenarbeit mit der Deutschen UNESCO-Kommission. Stolberg (Rhld) : Zillekens, Ralf, pp 242-255
- Rahmann G, Oppermann R (2006) Der deutsche Biomarkt boomt. Landbauforsch Völkenrode SH 298:5-8
- Rahmann G, Seip H (2006) Alternative strategies to prevent and control endoparasite diseases in organic sheep and goat farming systems - a review of current scientific knowledge. Landbauforsch Völkenrode SH 298:49-90
- Suhren G, Barth K, Tomaska M (2005) Erfahrungen bei der Untersuchung von Schaf- und Ziegenmilch mit dem Bactoscan FC-Verfahren. Kieler Milchwirtsch Forschungsber 57(2):65-72
- Suhren G, Barth K, Tomaska M (2006) Erfahrungen bei der Untersuchung von Schaf- und Ziegenmilch mit dem Bactoscan FC-Verfahren. In: 46. Dreiländertagung : vom 27. - 30.09. 2005 in Garmisch-Partenkirchen ; Teil I - Vorträge, Teil II - Poster. Gießen : DVG, pp 622-625
- Weißmann F, Bussemas R, Oppermann R, Rahmann G (2006) Ökologische Schweinefleischerzeugung. Landbauforsch Völkenrode SH 296:170-181
- Weißmann F, Paulsen H-M, Fischer K, Matthäus B, Bauer M, Pscheidl M, Vogt-Kaute W (2006) Einfluss der Fütterung von Leindotterpresskuchen auf die Fleisch- und Fettqualität von Broilern aus ökologischer Mast. Mitteilungsbl Bundesanst Fleischforsch 45(174):229-236

#### **Buchbeiträge, Bücher und Herausgeberschaften**

- Bussemas R (ed) (2006) Ökologische Schweinehaltung : Praxis, Probleme, Perspektiven. Mainz : Bioland Verl, 88 p, Praxis des Öko-Landbaus
- Institut für ökologischen Landbau, Trenthorst (2006) Fünf Jahre Institut für Ökologischen Landbau in Trenthorst : 5. Dezember 2000 - 5. Dezember 2005. Trenthorst : Institut für ökologischen Landbau, Getr. Zählung
- Oppermann R (2006) Stillstand ist Rückschritt - Neue Herausforderungen für die Bio-Schweineerzeugung. In: Bussemas R (ed) Ökologische Schweinehaltung : Praxis, Probleme, Perspektiven. Mainz : Bioland Verl, pp 2-4, Praxis des Öko-Landbaus
- Rahmann G (2006) Der Gedanke der Nachhaltigkeit in der "Welt von gestern". In: Phosphor : Gedanken zur Nachhaltigkeit ; Versuch einer Synthese von Wissenschaft und Kunst. Braunschweig : FAL, 42 p
- Rahmann G (ed) (2006) Ressortforschung für den ökologischen Landbau 2006. Braunschweig : FAL, 160 p, Landbauforsch Völkenrode SH 298
- Saucke H, Böhm H, Möller K (2006) Virosen der Kartoffel. In: Kühne S, Burth U, Marx P (eds) Biologischer Pflanzenschutz im Freiland : Pflanzengesundheit im Ökologischen Landbau. Stuttgart : Ulmer, pp 81-84
- Schädlich O, Paulsen H-M, Oppermann R (2006) Projektbericht Dezentrale Pflanzenölnutzung in der Region Lübecker Bucht : Marktstudie: Chancen der Vermarktung von Pflanzenölprodukten in den Bereichen Treibstoffe, Futtermittel und Nahrungsmittel in der Region Lübecker Bucht. Westerau : VdFF, 89 p
- Weißmann F (2006) Geschmack und Genetik - Anmerkungen zur Erzeugung von Schweinefleisch ökologischer Herkunft. In: Bussemas R (ed) Ökologische Schweinehaltung : Praxis, Probleme, Perspektiven. Mainz : Bioland Verl, pp 47-49, Praxis des Öko-Landbaus

#### **Fachbeiträge**

- Bilau A, Böhm H, Gerowitt B (2006) Unkrautunterdrückende Wirkung von Mischfruchtbeständen mit Blauer Stüßlupine (*L. angustifolius*) im Ökologischen Landbau. Mitt Ges Pflanzenbauwiss 18:72-73
- Böhm H, Berk A (2006) Bewertung ausgewählter Leguminosen- und Leguminosen-Getreide-Gemenge im Ökologischen Landbau hinsichtlich der Ertragsleistung und des Futterwertes. Mitt Ges Pflanzenbauwiss 18:266-267
- Bramm A, Böhm H (2005) Erzeugung von proteinreichem Futter auf Basis von Körnerleguminosen in Reinsaat und im Mischanbau mit Sommergetreidearten. UFOP-Schriften 29:191-194
- Bussemas R, Weißmann F (2006) Die Ferkelverluste minimieren. Bio-Land(7):18-19
- Flachowsky G, Aulrich K, Böhme H, Halle I, Schwägele F, Broll H (2006) Zur Bewertung von Futtermitteln aus gentechnisch veränderten Pflanzen. Forschungsrep Verbrauchersch Ern Landwirtsch(1):13-16

- Müller-Arnke I, Goeritz M, Koopmann R, Oppermann R, Rahmann G, Schumacher U, Plate H (2006) Tiergesundheitspläne im Praxistest. *Bio-Land*(9):18-19
- Paulsen H-M (2006) Energie erzeugen in Öko-Betrieben ohne Flächenverbrauch. *Lebendige Erde* 57(4):17
- Paulsen H-M, Schädlich O, Oppermann R (2006) Pflanzenöl - lohnt der Einstieg? *Bio-Land*(5):25-28
- Rahmann G (2006) Fit für die Forschung? In: *Zukunft im Agrarsektor : Perspektiven für Studierende und Berufstätige ; Dokumentationsband / 13. Witzenhäuser Konferenz, 08. bis 10. Dezember 2005. pp 40-44*
- Rahmann G (2006) Schafhaltung im Öko-Landbau : lohnt sich der Einsatz von alten Rassen? *Ökologie und Landbau* 34(137):35-37
- Rahmann G, Oppermann R (2006) Jetzt einsteigen oder noch warten? : Boomender Biomarkt. *Land und Forst* 159(34):9-10

### **Kurzfassungen und Institutsberichte**

- Aulrich K, Halle I, Spolders M, Flachowsky G (2006) Investigations on DNA transfer after long-term feeding of Bt corn to breeder quails. *Proc Soc Nutr Physiol* 15:100 [Abstract]
- Halle I, Aulrich K, Flachowsky G (2006) Four generations feeding GMO-corn to laying hens. *Proc Soc Nutr Physiol* 15:114 [Abstract]
- Halle I, Flachowsky G, Aulrich K (2006) Wachstum, Lege- und Zuchtleistung von Wachtelhennen über 15 Generationen und Fütterung von gentechnisch verändertem Mais. In: *Vortragstagung der Gesellschaft der Förderer und Freunde für Geflügel- und Kleintierforschung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft e.V. am 25. April 2006 : Zusammenfassung der Vorträge. Mariensee : FAL, pp 8-10*
- Klikocka H, Haneklaus S, Schnug E (2006) Influence of sulfur form and dose on content and off-take of micro-nutrients by potato tubers (*Solanum tuberosum* L.). In: *14th World Fertilizer Congress : fertilizers and fertilization ; stewardship for good security, food quality, environment and nature conservation ; 22-27 January 2006, Chiang Mai, Thailand ; abstracts. 149*
- Paulsen H-M, Schochow M, Behrendt A, Rahmann G (2006) N-requirement of mixed-cropping systems with oilcrops in organic farming. In: *14th World Fertilizer Congress : fertilizers and fertilization ; stewardship for good security, food quality, environment and nature conservation ; 22-27 January 2006, Chiang Mai, Thailand ; abstracts. 113*
- Rahmann G, Aulrich K, Barth K, Koopmann R, Böhm H, Paulsen H-M, Weißmann F, Oppermann R (2006) Organic animal husbandry research at the Federal Agricultural Research Centre of Germany (FAL). In: *Proceedings of the 1st IFOAM International Conference on Animals in Organic Production. Tholey : IFOAM, pp 148-157*
- Weißmann F, Paulsen H-M, Fischer K, Matthäus B, Bauer M, Pscheidl M, Vogt-Kaute W (2006) Einfluss der Fütterung von Leindotterpresskuchen auf die Fleisch- und Fettqualität von Broilern aus ökologischer Mast. In: *41. Kulmbacher Woche, 9.-10. Mai 2006 : Kurzfassungen der Fachvorträge. Kulmbach : BFEL, pp 16-17*

## **6.2 Wissenschaftliche Netzwerke, Mitarbeit in wissenschaftlichen Gremien, Gesellschaften und an Zeitschriften – scientific networks**

- Senatsarbeitsgruppe „Herkunftsnachweis“ der Bundesforschungsanstalten im BMELV (*Karen Aulrich*)
- Zeitschrift „Journal of Agricultural and Food Chemistry“ (*Karen Aulrich, Gutachter*)
- Mitarbeit im DLG-Ausschuss "Technik in der tierischen Produktion" (*Kerstin Barth*)
- Vorstandsmitglied der Wissenschaftlichen Gesellschaft der Milcherzeugerberater e. V. (*Kerstin Barth*)
- Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL e.V. (*Gerold Rahmann, Vorstandsmitglied*)
- Verband Deutscher Wissenschaftler (VDW) (*Gerold Rahmann*)
- European Association of Organic Animal Breeding (*Gerold Rahmann*)
- International Federation of Organic Agricultural Movement IFOAM (*Gerold Rahmann*)
- International Society of Organic Farming Research ISO FAR (*Gerold Rahmann, Section leader Animal Production Systems, Kerstin Barth*)
- Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau (*Gerold Rahmann, Mitglied der Steuerungsgruppe*)

- Zeitschrift Landbauforschung Völkenrode (*Gerold Rahmann, Herwart Böhm, Rainer Oppermann*, Mitglieder im Editorial Board)
- International Goat Association IGA (*Gerold Rahmann*)
- Deutscher Landschaftspflegeverband DVL (*Gerold Rahmann*)
- Gesellschaft zur Erhaltung gefährdeter Nutztierassen GEH (*Gerold Rahmann*)
- Deutsche Gesellschaft für Züchtung (DGfZ) (*Gerold Rahmann*)
- KTBL-Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Landbau (*Gerold Rahmann*)
- Netzwerk „Pflanzenschutz im Ökologischen Landbau“ (*Herwart Böhm*)
- KTBL-Arbeitsgruppe „Futterernte und -konservierung“ (*Herwart Böhm*)
- KTBL-Arbeitsgruppe „Datensammlung Kartoffelproduktion“ (Vorsitz *Herwart Böhm*)
- Senatsarbeitsgruppe „Ökologischer Landbau“ (Sprecher *Gerold Rahmann*)
- KTBL-Arbeitsgruppe „Betriebsbewertungssysteme“ (BBS) (*Rainer Oppermann*)
- ASABE – American Society of Agricultural and Biological Engineers (*Kerstin Barth*)

### 6.3 Vorträge

	Inland		Ausland	
	Erstautor	Coautor	Erstautor	(Coautor)
Aulrich	2	3	2	1
Barth	10			1
Böhm	7	3		1
Bussemas	1			
Göritz	1			
Koopmann	2			
Krause		1	1	
Müller-Arnke	1			
Oppermann	5			1
Paulsen	9	1	2	2
Rahmann	16	4	6	1
Roth	1			
Schaub	1			
Schochow	3	1		
Weißmann	3	1	1	
Summe	62	14	12	7

- Barth K (2006): Auswirkungen der Melkzeugpositionierung auf Leitfähigkeitsmessung und Nachgemelk. 7. Jahrestagung der Wissenschaftlichen Gesellschaft der Milcherzeugerberater e. V., Iden, 04.-06.10.2006
- Barth K (2006): Der Laufstall als System – Milchgewinnung im Kontext der Stresserkennung und -vermeidung. Milchviehsymposium 2006, FH Osnabrück, 25.01.2006
- Barth K (2006): Die Milchziegenherde des Instituts für ökologischen Landbau stellt sich vor. Ökologischer Ziegenhaltertage, Nandlstadt, 21.11.2006
- Barth K (2006): Kleine Ursache, große Wirkung – Stress im Stall und beim Melken, Breklum 04.04.2006
- Barth K (2006): Kleine Ursache, große Wirkung – Stress im Stall und beim Melken, Friedrichstadt, 05.04.2006
- Barth K (2006): Leistungsgerechte Milchziegenfütterung im ökologischen Landbau. Bioland, 1. Internationale Schaf- und Milchziegentagung, Rehbürg-Loccum, 29./30.11.2006
- Barth K (2006): Untersuchungen zur Aufzucht von Schaf- und Ziegenlämmern mit arteigener und artfremder Milch. 4. Öko-Ziegentage, Trenthorst, 05.12.06
- Barth K (2006): Untersuchungen zur Aufzucht von Schaf- und Ziegenlämmern mit arteigener und artfremder Milch. Statusseminar zur Ressortforschung für den ökologischen Landbau, Braunschweig, 02.03.2006

- Barth K (2006): Verbesserung der täglichen Melkarbeit – wo stecken die Zeitfresser beim Melken. Fachtagung Rind, Wolpertshausen, 12.12.2006
- Barth K (2006): Workshop „Melktechnik und Mastitiserkennung“, Weiterbildung für Schaf- und Ziegenhalter, TiHo Hannover, 10./11.01. 2006
- Bilau A, Böhm H, Gerowitt B (2006): Unkrautunterdrückende Wirkung von Mischfruchtbeständen mit Blauer Süßlupine (*L. angustifolius*) im Ökologischen Landbau. Postervorstellung auf der 49. Jahrestagung der Ges. Pflanzenbauwissenschaften, 19.-21.09.2006 in Rostock.
- Böhm H (2006): Probleme bei der Fütterung von Monogastriern mit 100% Öko-Futtermitteln. Vortrag im Fachkolloquium der Fachgruppe Nutztierwissenschaften und des Instituts für ökologischen Landbau/Trenthorst am 08. Nov. 2006 in Kassel-Witzenhausen.
- Böhm H (2006): Vielfalt der Kartoffel. Vortrag Verein der Förderer und Freunde zur Förderung des Instituts für ökologischen Landbau der FAL Trenthorst e.V., 23. Nov. 2006 in Trenthorst.
- Böhm H, Berk A (2006): Bewertung ausgewählter Leguminosen- und Leguminosen-Getreide-Gemenge im Ökologischen Landbau hinsichtlich der Ertragsleistung und des Futterwertes. Vortrag auf der 49. Jahrestagung der Ges. Pflanzenbauwissenschaften, 19.-21.09.2006 in Rostock.
- Böhm H, Krause T, Haase T, Haase NU, Loges R, Heß J (2006): Agronomic strategies for the organic cultivation of potatoes for processing into high quality French fries and potato chips. Vortrag auf dem PotatoEurope Congress 2006, 4.-6. September 2006 in Hameln.
- Böhm, H. (2006): New aspects of Research in Organic Husbandry and Feeding. Vortrag - Austausch mit Korea über Ökologische Tierhaltung, am 23. Januar 2006 in Trenthorst.
- Böhm, H.; A. Bramm und K. Aulrich (2006): Ertragsleistung und Qualität von Blauen Lupinen im Rein- und Mischfruchtanbau. Vortrag auf der Heidelberger Lupinentagung, 25.-27. Januar 2006 in Heidelberg, Internationales Wissenschaftsforum.
- Halle Ingrid, Aulrich Karen, Flachowsky G. (2006): Four generations feeding GMO-corn to laying hens. Proc Soc Nutr Physiol 15:114. Vortrag auf der Tagung der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie, 21.-23. März in Göttingen.
- Halle, Ingrid; Flachowsky, Gerhard; Aulrich, Karen (2006): Wachstum, Lege- und Zuchtleistung von Wachtelhennen über 15 Generationen und Fütterung von gentechnisch verändertem Mais. In: Vortragstagung der Gesellschaft der Förderer und Freunde für Geflügel- und Kleintierforschung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft e.V. am 25. April 2006
- Koopmann R (2006) Workshop Öko-Milchziegen Tag, 5.12.2006 „Kotproben selber untersuchen?“
- Koopmann R (2006) Kolloquium Witzenhausen „Parasitologische Untersuchungen bei Kleinen Wiederkäuern in Trenthorst 2001 bis 2006“
- Kühne S, Böhm H, Reelfs T, Weiher N, Ulber B (2006): Möglichkeiten und Grenzen der Anwendung von Insektiziden im ökologischen Ackerbau. 55. Deutsche Pflanzenschutztagung, 25.-28. Sept. 2006 in Göttingen.
- Oppermann R (2006) 5.5.2006, 10.5.2006, 13.6.2006: Das Institut für ökologischen Landbau: Aufgaben, Arbeitsfelder und Perspektiven, Vorträge vor einer Besuchergruppe des Landestages von „Haus und Grund“, der CDU-Senioren Bad Oldesloe und vor einer Gruppe des Verbandes der Landfrauen Sandesneben, Ort: Trenthorst
- Oppermann R (2006): Chancen und Probleme des zivilgesellschaftlichen Engagements am Beispiel einer Regionalpartnerschaft, Vortrag XXXI Symposium für Land- und Agrarsoziologie, 14.12. an der Andreas Hermes Akademie, Bonn-Röttgen
- Oppermann R (2006): Erste Ergebnisse der Untersuchung zum Einsatz von TGP (Soziologie-Teil), Geflügeltage 2./3. Nov.. in Germerode
- Oppermann R (2006): Marktentwicklungen und die Perspektiven für Erzeuger auf den Märkten für ökologisch erzeugtes Schweinefleisch, Kompaktmodul „Schwein“, Forschungs- und Studienzentrum für Veredelungswirtschaft, 22. Sept. an der Georg August Universität Göttingen
- Oppermann R (2006): Mit welchem Qualitätsbegriff kauft der Fachhandelskunde im Naturkostbereich?- Qualitätsdimensionen aus Sicht der Verbraucherforschung, Lieferantentreffen am 27.10 bei der ÖMA (Allgäu)

- Paulsen H M 01. 03. 2006: Wie viele Blüten kann sich ein Landwirt leisten? Tagung: Kulturlandschaft, und Blütenpracht – ein Widerspruch ? Wege zu blühenden Landschaften in Schleswig-Holstein, Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN im Schleswig-Holsteinischen Landtag in Kooperation mit dem Netzwerk Blühende Landschaft e.V., Landeshaus Kiel
- Paulsen H M 06.12.2006:Anbau von Mischkulturen mit Ölpflanzen zur Verbesserung der Flächenproduktivität im ökologischen Landbau – Nährstoffaufnahme, Unkrautunterdrückung, Schaderregerbefall und Produktqualitäten, Seminar, Lehrstuhl für ökologischen Landbau, Technische Universität München, Weihenstephan
- Paulsen H M 07.12.2006: Projekt: Anbau von Mischkulturen mit Ölpflanzen zur Verbesserung der Flächenproduktivität im ökologischen Landbau. Abschlussbericht, Jahresversammlung der Interessengemeinschaft Mischfruchtanbau, Langenbach
- Paulsen H M 13. 02. 2006: Mischkulturen mit Ölpflanzen, Treibstoffautarkie im Biolandbau, Seminar im Rahmen des Bildungsprogramm für Biobetriebe in Niederösterreich Landwirtschaftskammer Niederösterreich, St. Pölten, Österreich
- Paulsen H M 13.09.2006: Nährstoffbedarf von ökologischen Mischfruchtanbausystemen mit Ölpflanzen. Tagung zum Anbau von Mischkulturen mit Ölpflanzen zur Verbesserung der Flächenproduktivität im ökologischen Landbau - Nährstoffaufnahme, Unkrautunterdrückung, Schaderregerbefall und Produktqualitäten, Forum der FAL, Bundesallee 50 38116 Braunschweig
- Paulsen H M 13.09.2006: Ökologischer Mischfruchtanbau mit Ölpflanzen. Perspektive für die landwirtschaftliche Praxis? Tagung zum Anbau von Mischkulturen mit Ölpflanzen zur Verbesserung der Flächenproduktivität im ökologischen Landbau - Nährstoffaufnahme, Unkrautunterdrückung, Schaderregerbefall und Produktqualitäten, Forum der FAL, Bundesallee 50 38116 Braunschweig
- Paulsen H M 14. 02. 2006: Mischkulturen mit Ölpflanzen, Treibstoffautarkie im Biolandbau, Seminar im Rahmen des Bildungsprogramm für Biobetriebe in Niederösterreich Landwirtschaftskammer Karlstein/Thaya, Österreich
- Paulsen H M 18.01.2006: Anbauverfahren und ökonomische Aspekte der Energiepflanzenerzeugung für Biokraftstoffe. CLEAN ENERGY POWER 2006 Kongress, 2. Deutsches Pflanzenöl Energieforum (DPE), Veranstalter: Erneuerbare Energien Kommunikations- und Informationsservice GmbH, ICC Berlin.
- Paulsen H M 20.05.2006: Ölpflanzenanbau in Rein- und Mischfruchtanbausystemen. 2. Tagung Dezentrale Pflanzenölnutzung / Hildesheim, Veranstalter BUNDSCHUH-Biogas-Gruppe und Profair GmbH, DEULA Hildesheim
- Paulsen H M 25.11.2006: Spezielle landwirtschaftliche Aspekte des Mischfruchtanbaus mit Ölpflanzen. 8. Tagung Dezentrale Pflanzenölnutzung, BUNDSCHUH-BIOGAS-Gruppe e.V., Bund der Landjugend Württemberg-Hohenzollern, BIOGAS-Förderverein Schwäbischer Wald e.V., Aulendorf.
- Rahmann G (2006): Boden – Pflanze – Tier – Mensch Das Grundprinzip des biologischen Wirtschaftens. Bioland-Woche 6.-9. Feb. In Plankstetten
- Rahmann G (2006): Der Gedanke der Nachhaltigkeit in der „Welt von Gestern“. Seminar für die Stipendiaten im Internationalen Stipendienprogramm des DFG vom 12.15. Okt. In Braunschweig.
- Rahmann G (2006): Endoparasiten-Kontrolle – Stand alternativer Verfahren. Statusseminar „Ressortforschung für den Ökologischen Landbau 2006“, 2. März in Braunschweig
- Rahmann G (2006): Have endangered sheep breeds an advantage in Organic Farming? COR 2006, 17.-22. Sept. in Edingburgh
- Rahmann G (2006): Mit Schafen und Ziegen nach vorne. Internationale Schaf- und Ziegentage vom 29.-30. Nov. in Loccum
- Rahmann G (2006): Organic Dairy Farming in Germany. Palmerton North NZ am 5. Dec.
- Rahmann G (2006): Organic Farming Research in Trenthorst. Vortrag Besucher aus Skandinavien und Übersee im Rahmen der Tagung „Endoparasite controll in Organic Farming“ 5. Oktober in Trenthorst
- Rahmann G (2006): Phosphor-Tag am 5. April in Braunschweig. Vortrag: Ökologischer Landbau – die Welt von gestern?
- Rahmann G (2006): Research on Organic Farming in Trenthorst. 1.-3. Juli in Tingvoll, Norwegen

- Rahmann G (2006): Tierforschung in Trenthorst. Gemeinsames Kolloquium FB11 der Uni Kassel und OEL am 8. Nov. In Witzenhausen
- Rahmann G (2006): Tiergesundheitspläne in der Ökologischen Geflügelhaltung. Geflügel-Tagung, 2.-3. Nov. In Germerode
- Rahmann G (2006): Validation of new methods of food quality analysis. Conclusion. New approaches in food quality analysis. 14-15 Sept in Karlsruhe
- Rahmann G (2006): Werte und Normen des Ökolandbaus – gehen sie im Rahmen der Konventionalisierung unter? Tagung auf der Insel Vilm 29.9.-1.10.
- Rahmann G, Aulrich K, Barth K, Koopmann R, Böhm H, Paulsen HM, Weißmann F and Oppermann R (2006): Organic Animal Husbandry Research at the Federal Agricultural Research Centre of Germany (FAL). 1st IFOAM International Conference on Animals in Organic Production, 23.-25.Aug. 2006 in Minnesota (USA).
- Rahmann G, Paulsen H-M, Schochow M, Behrendt A 22-27.01.2006: N-requirement of mixed-cropping systems with oilcrops in organic farming. 14th World Fertilizer Congress: fertilizers and fertilization ; stewardship for good security, food quality, environment and nature conservation, Chiang Mai, Thailand
- Schnug E, Haneklaus S, Paulsen HM, Rahmann G (2006): Organic Farming? Stewardship for food security, food quality, environment and nature conservation. COR 2006, 17.-22. Sept. in Edinburgh
- Schochow M 13.09.2006: Verbreitung von Mischfruchtanbausystemen mit Ölpflanzen in der landwirtschaftlichen Praxis. Tagung zum Anbau von Mischkulturen mit Ölpflanzen zur Verbesserung der Flächenproduktivität im ökologischen Landbau - Nährstoffaufnahme, Unkrautunterdrückung, Schaderregerbefall und Produktqualitäten, Forum der FAL, Bundesallee 50 38116 Braunschweig
- Schochow M, Paulsen HM 13.09.2006: Unkrautunterdrückung in ökologischen Mischfruchtanbausystemen mit Ölpflanzen. Tagung zum Anbau von Mischkulturen mit Ölpflanzen zur Verbesserung der Flächenproduktivität im ökologischen Landbau - Nährstoffaufnahme, Unkrautunterdrückung, Schaderregerbefall und Produktqualitäten, Forum der FAL, Bundesallee 50 38116 Braunschweig
- Schochow, M. und H. Böhm (2006): Mischfruchtanbau mit Ölfrüchten und Körnerleguminosen. Naturland-Seminar im Januar 2006.
- Weissmann F (2006): Carcass and meat quality of different pig genotypes in an extensive organic outdoor fattening system. European Joint Organic Congress, Odense (DK), 30.05.2006
- Weißmann F (2006): Einfluss der Fütterung von Leindotterpresskuchen auf die Fleisch- und Fettqualität von Broilern aus ökologischer Mast. 41. Kulmbacher Woche, Kulmbach, 09.05.2006
- Weißmann F (2006): Ferkelverluste verringern: Auswirkungen einer verlängerten Säugezeit auf die Leistungen in der Ferkelaufzucht. Gemeinsames wissenschaftliches Kolloquium zwischen dem FB Ökologische Agrarwissenschaften der Uni Kassel und dem Institut für ökologischen Landbau der FAL, Witzenhausen, 08.11.2006
- Weißmann F (2006): Ökologische Schweinehaltung. Gastvorlesung im Kompaktmodul Schwein der Uni Göttingen, Göttingen, 22.09.2006
- Weißmann F, Paulsen H-M, Fischer K, Matthäus B, Bauer M, Pscheidl M, Vogt-Kaute W : 9.-10.05.2006: Einfluss der Fütterung von Leindotterpresskuchen auf die Fleisch- und Fettqualität von Broilern aus ökologischer Mast. 41. Kulmbacher Woche 2006
- Werner D, Erhardt G, Brade W, Weißmann F, Brandt H (2006): Vergleich der Mastleistung und Schlachtkörperqualität fünf genetischer Schweineherkünfte unter konventionellen und ökologischen Haltungs- und Fütterungsbedingungen. Vortragstagung der Deutschen Gesellschaft für Züchtungskunde e.V. und der Gesellschaft für Tierzuchtwissenschaft, Hannover, 07.09.2006

#### **6.4 Messen, veranstaltete Konferenzen**

- Internationale Grüne Woche in Berlin, Standdienst am 15. Jan. 2006 (Rainer Oppermann)
- EURO-Tier in Hannover, 14. – 17. Nov. 2006 (Kerstin Barth)
- DLG-Feldtage (Hans-Marten Paulsen)



- 2nd European Conference on New Methodology of Food Quality Analysis (Organisation OEL: Gerold Rahmann, 14.-15. September in Karlsruhe)
- Anbau von Mischkulturen mit Ölpflanzen zur Verbesserung der Flächenproduktivität im ökologischen Landbau - Nährstoffaufnahme, Unkrautunterdrückung, Schaderregerbefall und Produktqualitäten (Organisation und Veranstalter OEL: Hans-Marten Paulsen, 13. September in Braunschweig)
- Statusseminar Ressortforschung für den Ökologischen Landbau 2006 (Organisation und Veranstalter OEL: Gerold Rahmann, 1.-2. März in Braunschweig)
- Recent Research in Endoparasite Prevention in Organic Animal Husbandry International workshop (Veranstalter und Organisator, OEL: Regine Koopmann, 5.-6. Oktober in Trenthorst)

## **6.5 Stellungnahmen und Gutachten**

- Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 des Rates vom 24.06.1991 über den ökologischen Landbau und die entsprechende Kennzeichnung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse und Lebensmittel; hier: Anfrage um Stellungnahme zum Verfahren der Aufnahme von Stoffen in Anhang II Teil D (BLE, Karen Aulrich)
- Stellungnahme über den Vorschlag Dagmar Kieffer für den Deutschen Umweltpreis 2006 (Auszeichnung für ihre Lebensleistung) (DBU, Gerold Rahmann)
- Stellungnahme zu: Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 über den ökologischen Landbau und die entsprechende Kennzeichnung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse und Lebensmittel; hier: Antrag auf Aufnahme von Spinosaad in Anhang II Teil B (BLE, Herwart Böhm)
- Stellungnahme zum Entwurf einer Verordnung über die gute fachliche Praxis bei der Erzeugung gentechnisch veränderter Pflanzen (Gentechnik-Pflanzenerzeugerverordnung – GenTPflEV) (BMELV 526, Gerold Rahmann)
- Stellungnahme zum Vorschlag für eine Verordnung des Rates über die ökologische/biologische Erzeugung und Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen (BMELV 526, Gerold Rahmann)
- Tierschutz-Schlachtverordnung, hier: Bericht der Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel vom 20.12.05: Entwicklung eines praxisingerechten Verfahrens zur Kontrolle der Tötung von Schlachtschweinen durch Blutentzug (BMELV 321, Friedrich Weißmann)
- Bewertung der Themenliste für die dritte Runde des BÖL von der SAG (BLE, Gerold Rahmann)
- Stellungnahme zum Thema „Phytase in Futtermitteln“ im Rahmen der Sitzung des „Ständigen Ausschusses Ökologischer Landbau“ in Brüssel am 07.06.06 (BMELV 526, Karen Aulrich)
- Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 des Rates vom 24.06.1991 über den ökologischen Landbau und die entsprechende Kennzeichnung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse und Lebensmittel, hier: Antrag auf Aufnahme von technischen Kaliumsulfat in Anhang II der Verordnung, Aktenzeichen: 512-41.21/06 II A (BLE, Hans Marten Paulsen)
- Voranfrage der Firma Meica zu einem Verfahren zur Direktdämpfung von Sojabohnen und Leguminosen (BMELV 526, Friedrich Weißmann)
- Proposed Draft Amendment to the Guidelines for the Production, Processing, Labelling and Marketing of Organically Produced Food (at Step 3): Addition of Ethylene (codex alimentarius commission) (BMELV 526, Kerstin Barth und Herwart Böhm)

## **6.6 Diplomarbeiten**

- Dahlenburg, Christian (2006): GIS-gestützter regionaler Vergleich und funktionelle Bewertung der Segetalflora in Betrieben des Ökologischen Landbaus. Diplomarbeit, Fachbereich Geowissenschaften, Uni Hamburg, Institut für Geographie (SS 06, Betreuer Gerold Rahmann).
- Kutzmann, Miriam (2006): Aufzuchtverfahren in der Schafhaltung – eine Literaturstudie. Universität Kassel, Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften. WS 05/06 (Betreuer: Kerstin Barth)
- Seip, Hannah (2006): Alternative strategies to prevent and control endoparasitic diseases in organic sheep and goat farming systems. Universität Kassel, Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften. SS 06 (Betreuer: Gerold Rahmann)

## **6.7 Lehre**

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Agrar- und Ernährungswissenschaftliche Fakultät: Böhm, Herwart: Wahlmodul „Intensiv- und Spezialkulturen des Ackerbaus“ (1 SWS Vorlesung, 1 SWS Seminar und Exkursion, SS 06)

Universität Stuttgart-Hohenheim, Fakultät IV, Agrarwissenschaften 2, Institut für Agrartechnik: Barth, Kerstin  
"Milcherzeugung" (Vorlesung, Praktika, SS)  
Universität Kassel, Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften: Gerold Rahmann, Honorarprofessur für  
Kleine Wiederkäuer (2 SWS Vorlesung und Tutorien im SS und WS)

## Publikationen der BBA 2006 zum Themengebiet Ökologischer Landbau

- Adler, C. (2006) Efficacy of heat against the Mediterranean flour moth *Ephestia kuehniella* and methods to test the efficacy of a treatment in a flour mill., Proceedings of the 9th International Working Conference on Stored Product Protection. 15-18 October 2006, São Paulo, Brazil, Eds.: Lorini, I., Bacaltchuk, B., Beckel, H., Deckers, D., Sundfeld, E., dos Santos, J.P., Biagi, D., Celaro, C., Faroni, L.R.D'A, Bortonlini, L. de O.F., Sartori, M.R., Elias, M.C., Guedes, N.C., da Fonseca, R.G., Scussel, V.M., 741–746
- Adler, C. (2006) Lebensmittelsicherheit beginnt im Erzeugerlager. Der praktische Schädlingsbekämpfer, **60**, S. 20
- Adler, C. (2006) Vorratsschutzforschung für den Ökolandbau als Beitrag zum Verbraucherschutz. Landbauforschung Völkenrode, FAL, Sonderheft 298, 19–29
- Adler, C. (2006) Wärmebehandlung in einer Mühle. Der praktische Schädlingsbekämpfer, **58**, S. 21
- Adler, C., Prozell, S., Schöller, M. & Pelz, J. (2006) Vorratsschutz im Ökologischen Landbau (Stored product protection in organic farming). In: S. Kühne, U. Burth, P. Marx (eds.) Biologischer Pflanzenschutz im Freiland, Pflanzengesundheit im Ökologischen Landbau. Eugen Ulmer Verlag, 242–261
- Adler, C., Rassmann, W. (2006) Verpackungsschutz gegen vorratsschädliche Insekten. In: 55. Deutsche Pflanzenschutztagung, Göttingen. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtsch., Heft 400, 185–186
- Ambrosius, F., Adler, C., Reichmuth, Ch., Steidle, J. L. M. (2006) Invasion of *Trichogramma evanescens* into food packages and the risk of food contamination. DIAS report, Proceedings of the International Workshop „Implementation of Biocontrol in Practice in Temperate Regions – Present and Near Future“. Research Centre Flakkebjerg, Denmark, November 1–3, 2005., **119**, 109–117
- Bangemann, L. W., Wohlleben, S., Benker, M., Kleinhenz, B., Zellner, M., Bartels, G. (2006) Phytophthora-Sekundärbefall - Kupferminimierungsstrategien im ökologischen Kartoffelanbau. In: 55. Deutsche Pflanzenschutztagung in Göttingen, 25.-28. September 2006. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtsch., 400, 344–345
- Bathon, H. (2006) Biotechnischer Pflanzenschutz und physikalische Verfahren. In: Kühne, S., Burth, U., Marx, P. (eds.): Biologischer Pflanzenschutz im Freiland: Pflanzengesundheit im Ökologischen Landbau. Stuttgart: Ulmer, 226–227
- Billmann, B., Blum, H., Bruns, C., Echim, T., George, E., Hommes, M., Koller, M., Laber, H., Lindner, U., Plüren, R. van, Postweiler, K., Rascher, B., Reents, H. J., Trautwein, F., Ulbrich, A., Wonneberger, C.:In: Lindner, U., Billmann, B. (eds.) (2006) Planung, Anlage und Auswertung von Versuchen im ökologischen Gemüsebau - Handbuch für die Versuchsanstellung. Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), Frick

- Blum, H., Fausten, G., Nega, E., Gärber, U., Jahn, M. (2006) Elektronenbehandlung von Arznei- und Gewürzpflanzensaatgut. 55. Deutsche Pflanzenschutztagung, Göttingen. In: Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtsch. Berlin-Dahlem 400, S. 146
- Blum, H., Fausten, G., Nega, E., Jahn, M., Gärber, U., Aedtner, I. (2006) Improvement of seed quality of medicinal plants and herbs in organic farming. In: Proceedings of the European Joint Organic Congress, Odense (DK), 30./31. Mai 2006, 390–391
- Blum, H., Fausten, G., Nega, E., Jahn, M., Gärber, U., Aedtner, I. (2006) Optimierung der Saatgutqualität im ökologischen Arznei- und Gewürzpflanzenanbau. 43. Gartenbauwissenschaftliche Tagung, Potsdam, 22.–24. Februar 2006, Abstracts.
- Bors, J., Raupach, K., Werres, S. (2006) Bundesprogramm Ökologischer Landbau: Pflanzenschutz in ökologisch wirtschaftenden Baumschulen der Bundesrepublik Deutschland Projektbericht, Mitt. Biol. Bundesanst. für Land- Forstwirtsch. Berlin-Dahlem, 402, 96 S.
- Dau, B., Reichmuth, Ch., Prozell, S., Rossberg, D., Steidle, J., Schöller, M. (2006) Voel 1.0: Eine Entscheidungshilfe-Software für Vorräte aus kontrolliert biologischem Anbau. In: 55. Deutsche Pflanzenschutztagung, Göttingen. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtsch., Heft 400, S. 187
- Deike, S., Pallutt, B., Christen, O. (2006) Wirkungen des integrierten und ökologischen Landbaus auf ausgewählte Indikatoren zur Beurteilung der Nachhaltigkeit. In: 55. Deutsche Pflanzenschutztagung in Göttingen, 25.-28. September 2006. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtsch., 400, 81–82
- Döring, T. F., Heimbach, U., Thieme, T., Saucke, H. (2006) Reduzierter Blattlausbefall durch Strohmulch in ökologisch angebauten Kartoffeln. Mitt. Deut. Ges. Allgem. Angew. Entomol., 15, 123–126
- Döring, T., Heimbach, U., Thieme, T., Finckh, M., Saucke, H. (2006) Aspects of straw mulching in organic potatoes - 1. Effects on microclimate, *Phytophthora infestans*, and *Rhizoctonia solani*. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd., 58(3), 73–78
- Döring, T., Heimbach, U., Thieme, T., Saucke, H. (2006) Aspects of straw mulching in organic potatoes - 2. Effects on Potato Virus Y, *Leptinotarsa decemlineata* (Say) and tuber yield. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd., 58(4), 93–97
- Ellner, F. M. (2006) Mykotoxine. In: Kühne, S., Burth, U., Marx, P. (eds.): Biologischer Pflanzenschutz im Freiland: Pflanzengesundheit im Ökologischen Landbau. Stuttgart: Ulmer, 2006, 105–107
- Elsen, T. van, Köpke, U., Pallutt, B., Jüttersonke, B. (2006) Maßnahmen zur Unkrautregulierung. In: Kühne, S., Burth, U., Marx, P. (eds.): Biologischer Pflanzenschutz im Freiland: Pflanzengesundheit im Ökologischen Landbau. Stuttgart: Ulmer, 17–40
- Gross, J., Schumacher, K., Daumüller, D., Knoth, D. (2006) Die ökologische Bedeutung antimikrobieller Verbindungen in Drüsensekreten von Insekten und ihre potentielle

- Verwendung zur Bekämpfung von Phytopathogenen. In: 55. Deutsche Pflanzenschutztagung in Göttingen, 25.-28. September 2006. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtsch., 400, S. 403
- Hallmann, J. (2006) Nematodenschäden an Möhren. Monatschrift 4/06, 241–242
- Hallmann, J. (2006) Pflanzenschutz im Ökologischen Landbau – Probleme und Lösungsansätze: Pflanzenparasitäre Nematoden. Saphir Verlag, 62 S.
- Hallmann, J., Niere B. (2006) Aktuelle Beiträge zur Nematodenforschung. Mitt. a. d. Biol. Bundesanstalt, Heft 404, ISBN 3-930037-25-4, 94 S.
- Hallmann, J., Rau, F. (2006) Disease-yield relations for *Meloidogyne hapla* and *Pratylenchus* spp. on carrots and onions. XXVIII International Symposium of the European Society of Nematologists, Blagoevgrad, Bulgaria, S. 108
- Hallmann, J., Rau, F., Puffert, M. (2006) Bekämpfung pflanzenparasitärer Nematoden im ökologischen Landbau. Mitt. a. d. Biol. Bundesanstalt, Heft 400, 337–338
- Hallmann, J., Rau, F., Puffert, M. (2006) Control of plant-parasitic nematodes in organic farming. XXVIII International Symposium of the European Society of Nematologists, Blagoevgrad, Bulgaria, 48–49
- Hallmann, J., Schmidt, H. (2006) Auftreten pflanzenparasitärer Nematoden in Getreideintensiven Fruchtfolgen. In: Hallmann, J. (Hrsg.) Pflanzenschutz im Ökologischen Landbau - Probleme und Lösungsansätze: Pflanzenparasitäre Nematoden. Saphir Verlag, 19–21
- Herz, A., Koeppler, K., Vogt, H., Elias, E., Katz, P., Peters, A. (2006) Field application of entomopathogenic nematodes to control the cherry fruit fly, *Rhagoletis cerasi* L. (Diptera, Tephritidae): the „how and when“ as key to success? DGaaE Nachrichten, 20(2), 62–63
- Herz, A., Köppler, K., Vogt, H., Elias, E., Katz, P., Peters, A. (2006) Biological control of the cherry fruit fly, *Rhagoletis cerasi* L. (Diptera, Tephritidae), by use of entomopathogenic nematodes: first experiences towards practical implementation. In: Boos, M. (ed.): Ecofruit. 12th International Conference on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit Growing, Weinsberg, Germany, 31.01.06-02.02.06, Fördergemeinschaft Ökologischer Obstbau (FÖKO), 67–72
- Herz, A., Köppler, K., Vogt, H., Katz, P., Peters, P. (2006) Erste Erfahrungen mit dem Einsatz insektenpathogener Nematoden zur Bekämpfung der Kirschfruchtfliege unter Praxisbedingungen. In: 55. Deutsche Pflanzenschutztagung in Göttingen, 25.-28. September 2006. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtsch., 400, S. 307
- Hetebrügge, K., Fieger-Metag, N., Kienzle, J., Bathon, H., Zebitz, C. P. W., Zimmer, J. (2006) Biologische Bekämpfung der Blutlaus (*Eriosoma lanigerum* Hausm.) durch den Einsatz der Blutlauszehrwespe *Aphelinus mali* Hald. Ecofruit. In: Boos, M. (ed.): 12th International Conference on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in

Organic Fruit-Growing, Weinsberg, Germany, 31.01.06-02.02.06, Fördergemeinschaft  
Ökologischer Obstbau (FÖKO), 36–42

- Hoffmann, U., Maixner, M. (2006) Schadorganismen im Weinbau. In: Kühne, S., Burth, U., Marx, P. (eds.): Biologischer Pflanzenschutz im Freiland: Pflanzengesundheit im Ökologischen Landbau. Stuttgart: Ulmer, 176–193
- Hommel, M., Schrameyer, K., Fischbach, M., Hallmann, J. (2006) Schadorganismen im Freilandgemüsebau. In: Kühne, S., Burth, U., Marx, P. (eds.): Biologischer Pflanzenschutz im Freiland: Pflanzengesundheit im Ökologischen Landbau. Stuttgart: Ulmer, 108–143
- Huber, J. (2006) Viren zur Insektenbekämpfung. In: Kühne, S., Burth, U., Marx, P. (eds.): Biologischer Pflanzenschutz im Freiland: Pflanzengesundheit im Ökologischen Landbau. Stuttgart: Ulmer, 216–217
- Jahn, M. (2006) Verfahren der Saatgutbehandlung. In: Biologischer Pflanzenschutz im Freiland – Pflanzengesundheit im Ökologischen Landbau. Kühne, S., Burth, U., Marx, P. (Hrsg.), Eugen Ulmer, Stuttgart, 229–231
- Jahn, M., Flath, K. (2006) Schadorganismen im Ackerbau – Pilzliche Krankheiten des Getreides. In: Biologischer Pflanzenschutz im Freiland – Pflanzengesundheit im Ökologischen Landbau. Kühne, S., Burth, U., Marx, P. (Hrsg.), Eugen Ulmer, Stuttgart, 44–55
- Jahn, M., Nega, E., Kromphardt, C., Forsberg, G., Werner, S. (2006) Optimisation of different physical methods for control of seed-borne pathogens in organic vegetable production. In: Proceedings of the European Joint Organic Congress, Odense (DK), 30./31. Mai 2006, 384–385
- Kairies, J. (2006) Optimierung der Pheromonverwirrungstechnik zur Bekämpfung der Rosskastanien-Miniermotte, *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic 1986 (Lepidoptera, Gracillariidae), unter Berücksichtigung des Paarungsverhaltens. Diplomarbeit. \*Leibnitz Univ., Hannover (Germany), Universitätsbibliothek, 99 S.
- Katur, K., Heimbach, U. (2006) Können Drahtwurmschäden im ökologischen Kartoffelanbau durch ein gezieltes Nahrungsangebot kontrolliert werden? In: 55. Deutsche Pflanzenschutztagung in Göttingen, 25.-28. September 2006. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtsch., 400, S. 345
- Kettner, A. (2006) Das Ameisenwespen *Holepyris sylvanidis* Brèthes als natürlicher Gegenspieler des Amerikanischen Reismehlkäfers *Tribolium confusum* Jacqueline du Val. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd., 58(6), S. 159
- Kienzle, J., Gernoth, H., Litterst, M., Huber, J., Zebitz, C. P. W., Jehle, J. A. (2006) Biologie und Wirkungsweise des Apfelwickler-Granulovirus. Obstbau 5, 284–286
- Kienzle, J., Maxin, P., Zimmer, J., Rank, H., Bathon, H., Zebitz, C. (2006) Regulierung der Apfelsägwespe *Hoplocampa testudinea* Klug im Ökologischen Obstbau. In: 55.

- Deutsche Pflanzenschutztagung in Göttingen, 25.-28. September 2006. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtsch., 400, 335–336
- Kienzle, J., Zimmer, J., Maxin, P., Rank, H., Bathon, H., Zebitz, C. P. W. (2006) Efficacy Quassia extract on the apple sawfly *Hoplocampa testudinea* Klug. In: Boos, M. (ed.): Ecofruit. 12th International Conference on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit-Growing, Weinsberg, Germany, 31.01.06-02.02.06, 239–242
- Kienzle, J., Zimmer, J., Maxin, P., Rank, H., Bathon, H., Zebitz, C. P. W. (2006) Control of the apple sawfly *Hoplocampa testudinea* Klug in organic fruit growing. In: Boos, M. (ed.): Ecofruit. 12th International Conference on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit-Growing, Weinsberg, Germany, 31.01.06-02.02.06, 25–29
- Koch, E., Kromphardt, C., Jahn, M., Krauthausen, H.-J., Schmitt, A. (2006) Untersuchung physikalischer und biologischer Saatgutbehandlungsverfahren für Feldsalat und andere Gemüsearten. 55. Deutsche Pflanzenschutztagung, Göttingen. In: Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtsch. Berlin-Dahlem, 400, 339–340
- Koch, E. (2006) Mikroorganismen im Boden und auf Pflanzenoberflächen. In: Kühne, S., Burth, U., Marx, P. (eds.): Biologischer Pflanzenschutz im Freiland: Pflanzengesundheit im Ökologischen Landbau. Stuttgart: Ulmer, 220–223
- Koch, E., Kromphardt, C., Jahn, M., Krauthausen, H. J., Schmitt, A. (2006) Untersuchung physikalischer und biologischer Saatgutbehandlungsverfahren für Feldsalat und andere Gemüsearten. In: 55. Deutsche Pflanzenschutztagung in Göttingen, 25.-28. September 2006. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtsch., 400, 339–340
- Koch, E., Schmitt, A. (2006) Methods for seed treatment in organic farming. In: Organic Farming and European Rural Development. Proceedings of the European Joint Organic Congress, Odense, Denmark, 30.05.06-31.05.06, 192–193
- Konstantinidou-Doltsinis, S., Markellou, E., Kasselaki, A.-M., Fanouraki, M. N., Koumaki, C. M., Schmitt, A., Liopa-Tsakalidis, A., Malathrakis, N. E. (2006) Efficacy of Milsana®, a Formulated Plant Extract from *Reynoutria sachalinensis*, against Powdery Mildew of Tomato (*Leveillula taurica*). BioControl, 51(3), 375–392
- Köppler, K., Storch, V., Vogt, H. (2006) Bait Sprays - An alternative to control the European cherry fruit fly *Rhagoletis cerasi*. In: 90th Annual Meeting, Pacific Branch, Maui, Hawaii, 05.03.06-08.03.06, Entomological Society of America, 58–59
- Köppler, K., Storch, V., Vogt, H. (2006) Bait Sprays - an alternative to control the European cherry fruit fly *Rhagoletis cerasi*? In: Boos, M. (ed.): Ecofruit. 12th International Conference on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit Growing, Weinsberg, Germany, 31.01.06-02.02.06, Fördergemeinschaft Ökologischer Obstbau (FÖKO), 61–66
- Köppler, K., Storch, V., Vogt, H. (2006) Bait Sprays – eine Alternative zur Bekämpfung der Europäischen Kirschfruchtfliege, *Rhagoletis cerasi*? In: 55. Deutsche

- Pflanzenschutztagung in Göttingen, 25.-28. September 2006. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtsch., 400, 131–132
- Kromphardt, C., Jahn, M., Röder, O., Schmitt, A. (2006) Optimierung der Elektronenbehandlung von Möhrensaatgut im Rahmen des EU-Projektes „Seed Treatment for Organic Vegetable Production“ (QLK5-2002-02239, STOVE). 55. Deutsche Pflanzenschutztagung, Göttingen. In: Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtsch. Berlin-Dahlem, 400, S. 340
- Kroos, G., Adler, C. (2006) Biozide und Pflanzenschutzmittel im Vorratsschutz. Der praktische Schädlingsbekämpfer, **58 (1)**, S. 15
- Kühne S., Böhm H., Reelfs T., Weiher N., Ulber B. (2006) Möglichkeiten und Grenzen der Anwendung von Insektiziden im ökologischen Ackerbau. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtschaft, 400, 334–335
- Kühne, S. (2006) Beschreibung ausgewählter Pflanzenschutzmittelwirkstoffe. In: Biologischer Pflanzenschutz im Freiland – Pflanzengesundheit im Ökologischen Landbau, Kühne, S., Burth, U., Marx, P. (Hrsg.), Eugen Ulmer, Stuttgart, 262–271
- Kühne, S. (2006) Bio-Boom ohne Grenzen? Forschungsreport, 6, 33–35
- Kühne, S. (2006) Nistkästen für Singvögel und Ansitzwarten für Greifvögel. In: Biologischer Pflanzenschutz im Freiland – Pflanzengesundheit im Ökologischen Landbau, Kühne, S., Burth, U., Marx, P. (Hrsg.), Eugen Ulmer, Stuttgart, 224–225
- Kühne, S. (2006) Warum mit der Ausweitung des Ökologischen Landbaus die Probleme im Pflanzenschutz zunehmen. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtsch., 403, 17–19
- Kühne, S., Adler, C., Bangemann, L., Bartels, G., Hallmann, J., Heimbach, U., Kollar, A., Maixner, M., Meyer, G., Pallutt, B., Pelz, H.J., Sieckmann, G., Walther, B., Verschwele, A., Vogt, H. (2006) Feldversuche der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft zum Pflanzenschutz im Ökologischen Landbau. Landbauforschung Völkenrode, FAL, Sonderheft 298, 127–133
- Kühne, S., Burth, U. (2006) Pflanzengesundheit im Ökologischen Landbau – Grundsätze und Herangehensweise. In: Biologischer Pflanzenschutz im Freiland – Pflanzengesundheit im Ökologischen Landbau, Kühne, S., Burth, U., Marx, P. (Hrsg.), Eugen Ulmer, Stuttgart, 10–16
- Kühne, S., Burth, U., Marx, P. (Hrsg.) (2006) Biologischer Pflanzenschutz im Freiland – Pflanzengesundheit im Ökologischen Landbau. Eugen Ulmer, Stuttgart, 288 S.
- Kühne, S., Freier, B. Hofmann, U. (2006) Regulierung von Schadorganismen durch Habitatgestaltung. In: Biologischer Pflanzenschutz im Freiland – Pflanzengesundheit im Ökologischen Landbau, Kühne, S., Burth, U., Marx, P. (Hrsg.), Eugen Ulmer, Stuttgart, 207–215



- Kühne, S., Jahn, M., Burth, U. (2006) Die Anwendung von Mitteln und Zubereitungen. In: Biologischer Pflanzenschutz im Freiland – Pflanzengesundheit im Ökologischen Landbau, Kühne, S., Burth, U., Marx, P. (Hrsg.), Eugen Ulmer, Stuttgart, 234–241
- Kühne, S., Wohlleben, S., Ulber, B., Saucke, H. (2006) Raps. In: Biologischer Pflanzenschutz im Freiland – Pflanzengesundheit im Ökologischen Landbau, Kühne, S., Burth, U., Marx, P. (Hrsg.), Eugen Ulmer, Stuttgart, 59–66
- Langenbruch, G.-A. (2006) Bakterien zur Insektenbekämpfung. In: Kühne, S., Burth, U., Marx, P. (eds.): Biologischer Pflanzenschutz im Freiland: Pflanzengesundheit im Ökologischen Landbau. Stuttgart: Ulmer, 217–218
- Laux, P., Zeller, W. (2006) *Rahnella aquatilis* Ra39 - a bacterial antagonist against fire blight (*Erwinia amylovora*). In: Zeller, W., Ullrich, C. (eds.): Proceedings of the 1st International Symposium on Biological Control of Bacterial Plant Diseases, Seeheim/Darmstadt, Germany, 23rd - 26th October 2005. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtsch., 408, 241–244
- Lemessa, F., Zeller, W. (2006) Biological control of potato bacterial wilt caused by *Ralstonia solanacearum* in Ethiopia: Determination of biovars of *Ralstonia solanacearum*. In: Zeller, W., Ullrich, C. (eds.): Proceedings of the 1st International Symposium on Biological Control of Bacterial Plant Diseases, Seeheim/Darmstadt, Germany, 23rd - 26th October 2005. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtsch., 408, 119–120
- Lindemann, S., Rankers, N., Richter, E. (2006) Blattläuse bekämpfen - So funktioniert die Offene Zucht dauerhaft. Deut. Gartenb., 58(2), 40–41
- Lindemann, S., Richter, E. (2006) Kompakte Pflanzen durch Streichelanlage unter Praxisbedingungen. GB Gärtnerbörse: Das Magazin für den Zierpflanzenbau, 11, 14–18
- Lindemann, S., Richter, E. (2006) Schmierläuse bei *Phalaenopsis* biologisch bekämpfen. GB Gärtnerbörse: Das Magazin für den Zierpflanzenbau, 2, 30–34
- Loskill, B. J., Hoffmann, C., Schmitt, A., Koch, E., Berkelmann-Löhnertz, B., Harms, M., Maixner, M. (2006) Strategien zur Regulation der Schwarzfäule (*Guignardia bidwellii*) im ökologischen Weinbau. In: 55. Deutsche Pflanzenschutztagung in Göttingen, 25.-28. September 2006. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtsch., 2006, (400), S. 176
- Malkomes, H.-P. (2006) Einfluss von herbizidem Citronella-Öl und Neem (Azadirachtin) auf mikrobielle Aktivitäten im Boden. Gesunde Pflanzen, 58, 205–212
- Malkomes, H.-P. (2006) Wirkung von Neem-Produkten auf höhere Pflanzen und ihre mögliche Nutzung zur Reduzierung der Seitentriebe von Kulturpflanzen sowie zur Unkrautbekämpfung - eine Bestandsaufnahme. Gesunde Pflanzen, 58, 93–98
- Marx, P., Kühne, S., Jahn, M. (2006) Datenbank über Pflanzenstärkungsmittel im Internet. 55. Deutsche Pflanzenschutztagung, Göttingen. In: Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtsch. Berlin-Dahlem, 400, S. 478

- Mohammad, A., Pallutt, B. (2006) Populationsdynamik der Unkräuter im integrierten und ökologischen Anbau am Beispiel des Getreide. In: Roland, G. (ed.): Tagungsband. 23. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und -bekämpfung: 7.-9. März 2006, Stuttgart-Hohenheim. Stuttgart: Ulmer, Z. Pflanzenkrankh. Pflanzensch. Sonderheft - J. Plant Dis. Prot. Special Issue, 20, 385–392
- Nega, E., Blum, H., Fausten, G., Gärber, U., Jahn, M. (2006) Untersuchungen zur Verbesserung der Saatgutgesundheit im ökologischen Arznei- und Gewürzpflanzenanbau. 55. Deutsche Pflanzenschutztagung, Göttingen. In: Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtschaft. Berlin-Dahlem, 400, 338–339
- Pallutt, B. (2006) Unkrautregulierung im Getreidebau durch vorbeugende Maßnahmen. In: Schlage, B., Freier, B. (ed.): Workshop „Alternativen zum chemischen Pflanzenschutz im Ackerbau“, 23.-24. November 2005. Ber. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtschaft., 132, 9–17
- Paulsen, H. M., Schochow, M., Ulber, B., Kühne, S., Rahmann, G. (2006) Mixed cropping systems for biological control of weeds and pests in organic oilseed crops. Aspects of Applied Biology 79, What will organic farming deliver? COR 2006, Heriot-Watt University, Edinburgh 18-20 September 2006, 215–219
- Paust, A. (2006) Ameisenwespen gegen Amerikanischen Reismehlkäfer. Der praktische Schädlingsbekämpfer, 9, S. 10
- Paust, A., Reichmuth, C., Büttner, C., Prozell, S., Adler, C.S., Schöller, M. (2006) Spatial effects on competition between the larval parasitoids *Habrobracon hebetor* (Say) (Hymenoptera: Braconidae) and *Venturia canescens* (Gravenhorst) (Hymenoptera: Ichneumonidae) parasitising the Mediterranean flour moth, *Ephesia kuehniella* Zeller., Proceedings of the 9th International Working Conference on Stored Product Protection. 15-18 October 2006, São Paulo, Brazil, Eds.: Lorini, I., Bacaltchuk, B., Beckel, H., Deckers, D., Sundfeld, E., dos Santos, J.P., Biagi, D., Celaro, C., Faroni, L.R.D'A, Bortonlini, L. de O.F., Sartori, M.R., Elias, M.C., Guedes, N.C., da Fonseca, R.G., Scussel, V.M., 797–803
- Pelz, H.-J. (2006) Kommensale Nager in: Kühne, S., Burth, U., Marx, P. (Hrsg.): Biologischer Pflanzenschutz im Freiland – Pflanzengesundheit im Ökologischen Landbau. Stuttgart (Ulmer), 259–261
- Pelz, H.-J. (2006) Nagetiere in: Kühne, S., Burth, U., Marx, P. (Hrsg.): Biologischer Pflanzenschutz im Freiland – Pflanzengesundheit im Ökologischen Landbau. Stuttgart (Ulmer), 202–206
- Prozell, S., Reichmuth, Ch., Schöller, M., Steidle, J. (2006) Vergleich verschiedener Fallen für die Befallsüberwachung vorratsschädlicher Käfer in Leerräumen und Lagerhallen. In: 55. Deutsche Pflanzenschutztagung, Göttingen. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtschaft., Heft 400, 186–187
- Reichmuth, Ch., Kroos, G. (2006) Vorratsschutz und Lebensmittelqualität. ForschungsReport, 2, 24–26

- Roberts, S., Amein, T., Forsberg, G., Kromphardt, C., Koch, E., Schmitt, A., Werner, S. (2006) Physical and biological seed treatments for control of bacterial diseases of carrots and brassicas caused by *Xanthomonas* spp. In: 11th International Conference on Plant Pathogenic Bacteria, Edinburgh, 10.07.06-14.07.06, International Society for Plant Pathology, S. 162
- Saucke, H., Paffrath, Hallmann, J. (2006) Tierische Schaderreger der Kartoffel. In: Kühne, S., Burth, U., Marx, P. (eds.): Biologischer Pflanzenschutz im Freiland: Pflanzengesundheit im Ökologischen Landbau. Stuttgart: Ulmer, 77–81
- Schmitt, A., Jahn, M., Kromphardt, C., Krauthausen, H.-J., Roberts, S.J., Wright, S. A., Amein, T., Forsberg, G., Tinivella, F., Gullino, M.L., Wikström, M., van der Wolf, J., Groot, S.P.C., Werner, S., Koch, E. (2006) STOVE: Seed treatments for organic vegetable production. In: Proceedings of the European Joint Organic Congress, Odense (DK), 30./31. Mai 2006, 414–415
- Schmitt, A., Krauthausen, H.-J., Kromphardt, C., Jahn, M., Koch, E. (2006) Physikalische und biologische Saatgutbehandlung gegen *Alternaria* spp. an Möhre: Resultate aus Gewächshaus- und Feldversuchen. 55. Deutsche Pflanzenschutztagung, Göttingen. In: Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtsch. Berlin-Dahlem, 400, 331–332
- Schmitt, A., Koch, E. (2006) Gesundes Saatgut für den Öko-Anbau. Gemüse, 3, 18–20
- Siekmann, G., Hommes, M. (2006) Eignung von Insektenschutzzäunen zur Abwehr von Gemüsefliegen. Mitt. Biol. Bundesanst. für Land- Forstwirtsch. Berlin-Dahlem, 400, S. 128
- Siekmann, G., Hommes, M. (2006) Schützen Zäune vor Gemüsefliegen? Gemüse 2006, Heft 3, 22–23
- Siekmann, G., Meyhöfer, R., Kalinova, B., Hommes, M. (2006) Versuchsreihe zur Pheromon-Verwirrungstechnik gestartet: Viel Pheromon und wenig Verwirrung? Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd., 58(10), S. 254
- Spieß, H., Lorenz, N., Müller, K.-J., Koch, E., Wächter, R., Jahn, M., Waldow, F., Vogt-Kaute, W., Wilbois, K.-P. (2006) Strategien zur Bekämpfung von Brandkrankheiten bei Getreide im Ökologischen Landbau. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss., 18, 250–251
- Spieß, H., Jahn, M., Koch, E., Müller, K.-J., Vogt-Kaute, W., Waldow, F., Wächter, R., Wilbois, K.-P. (2006) Projekt III: Entwicklung und Darstellung von Strategieoptionen zur Behandlung von Saatgut im Ökologischen Landbau. In: Jahresbericht 2006. Jahresbericht: Forschungsring für Biologisch-Dynamische Wirtschaftsweise, 36–37
- Ulrichs, C., Dolgowski, D., Mucha, T., Reichmuth, CH., Mewis, I. (2006) Insektizide und phytotoxische Wirkung von Steinkohlenflugasche. Gesunde Pflanzen, 57, 110–116
- Ulrichs, Ch., Reichmuth, Ch., Mucha-Pelzer, T., Mewis, I. (2006) Amorphe silikatreiche Stäube – Wirkung auf Arthropoden. In: 55. Deutsche Pflanzenschutztagung, Göttingen. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtsch. Heft 400, 188–189

- Ulrichs, Ch., Reichmuth, Ch., Mucha-Pelzer, T., Mewis, I. (2006) Einsatz silikatreicher Verbindungen gegen Schaderreger im Unterglasanbau. In: 55. Deutsche Pflanzenschutztagung, Göttingen. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtsch., Heft 400, 184–185
- Verschwele, A. (2006) Phytotoxische Wirkungen pflanzlicher Öle auf Keimung und Wachstum von Unkräutern. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtsch., Heft 400, S. 245
- Vogt, H., Herz, A., Köppler, K., Katz, P., Peters, A. (2006) Biological control of the European cherry fruit fly with entomopathogenic nematodes and its practicability. In: 90th Annual Meeting, Pacific Branch, Maui, Hawaii, 05.03.06-08.03.06, Entomological Society of America, 101–102
- Vogt, H., Kienzle, J., Haug, P., Kollar, A., Seemüller, E. (2006) Schadorganismen im Obstbau. In: Kühne, S., Burth, U., Marx, P. (eds.): Biologischer Pflanzenschutz im Freiland: Pflanzengesundheit im Ökologischen Landbau. Stuttgart: Ulmer, 144–175
- Vogt, H., Ternes, P. (2006) Side effects of pesticides on *Aphelinus mali* and other antagonists of the woolly apple aphid. J. Plant Dis. Protect., 113(2), S. 90
- Waldow, F., Wächter, R., Jahn, M., Koch, E., Spieß, H., Vogt-Kaute, W., Müller, K.-J., Wilbois, K.-P. (2006) Alternative Saatgutbehandlung im Ökologischen Landbau – Ergebnisse eines Forschungsverbundvorhabens. 55. Deutsche Pflanzenschutztagung, Göttingen. In: Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtsch. Berlin-Dahlem, 400, 332–333
- Waldow, F., Jahn, M., Wächter, R., Koch, E.: Alternative Saatgutbehandlung im Ökologischen Landbau - Ergebnisse eines Verbundvorhabens. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd., 58(12), S. 335
- Walther, B. (2006) Scher- und Feldmausbekämpfung im Ökologischen Obst- und Gemüsebau. Thüringer Ökolandbau - Fachtagung Obst- und Gemüsebau, 13. Dezember 2006, Holzdorf, Thüringer Ökoherz e.V., Tagungsreader, 2006, 14–18
- Walther, B., Pelz, H.-J. (2006) Abwehr von Wühlmausschäden im ökologischen Obstbau. Informationsbroschüre im Bundesprogramm Ökologischer Landbau, Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE). Überarbeitete Neuauflage, 12 S.
- Walther, B., Pelz, H.-J., Malevez, J. (2006) Implementation of migration barriers in orchards to prevent vole damage. Ecofruit - 12th International Conference on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit-Growing, 31.01.-02.02.2006, Weinsberg
- Walther, B., Pelz, H.-J., Malevez, J. (2006) Migrationsbarrieren gegen Wühlmäuse – Erfahrungen aus drei Jahren Praxiseinsatz. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 400, 228–229

- Walther, B., Pelz, H.-J., Malevez, J. (2006) Wühlmausprävention – Was bringen Migrationsbarrieren? Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes 58, S. 104
- Wolff, S., Waldow, F., Jahn, M., Büttner, C. (2006) Alternative Methoden zur Bekämpfung des samenbürtigen Schaderregers *Septoria nodorum* an Winterweizen im ökologischen Landbau. 55. Deutsche Pflanzenschutztagung, Göttingen. In: Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtsch. Berlin-Dahlem, 400, 340–341
- Zehnder, G., Gurr, G.M., Kühne, S., Wade, M.R., Wratten, S.D., Wyss, E. (2006) Arthropod Pest Management in Organic Crops. Ann. Rev. Ent., First published online as a Review in Advance on July 17, 2006 at [ento.annualreviews.org](http://ento.annualreviews.org)
- Zeller, W. (2006) Bericht über „1st International Symposium on Biological Control of Bacterial Plant Diseases“ in Seeheim/Darmstadt im Oktober 2005. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd., 58(5), 134–135
- Zeller, W. (2006) Bericht über die Asian Conference on „Emerging Trends in Plant-Microbe Interactions“ am CAS Institute of Botany, University Madras, India. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd., 58(5), S. 137
- Zeller, W. (2006) Zum Status der induzierten Resistenz bei der biologischen Bekämpfung von pflanzlichen Bakteriosen. In: 55. Deutsche Pflanzenschutztagung in Göttingen, 25.-28. September 2006. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtsch., 400, S. 301
- Zeller, W., Laux, P. (2006) Biocontrol of fire blight with the bacterial antagonist *Rhanelia aquatilis* Ra39 in combination with aromatic compounds. In: **Bazzi, C.**, Mazzucchi, U. (eds.): Proceedings of the Xth International Workshop of Fire Blight. Xth International Workshop of Fire Blight, Bologna, Italy, 05.07.04-09.07.04, ISHS, Acta Hortic., 704, 341–344
- Zeller, W., Ullrich, C. (eds.) (2006) Proceedings of the 1st International Symposium on Biological Control of Bacterial Plant Diseases, Seeheim/Darmstadt, Germany, 23rd - 26th October 2005. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtsch., 408, 351 S.
- Zellner, M., Benker, M., Kleinhenz, B., Bartels, G. (2006) Strategien zur Minimierung des Einsatzes kupferhaltiger Fungizide bei der Krautfäulebekämpfung im ökologischen Kartoffelanbau – ein vom Bundesprogramm Ökologischer Landbau gefördertes Forschungsprojekt. In: 55. Deutsche Pflanzenschutztagung in Göttingen, 25.-28. September 2006. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtsch., 400, 329–330
- Zimmermann, G. (2006) Pilze zur Insektenbekämpfung. In: Kühne, S., Burth, U., Marx, P. (eds.): Biologischer Pflanzenschutz im Freiland – Pflanzengesundheit im Ökologischen Landbau. Stuttgart: Ulmer, 219–220
- Zimmermann, O. (2006) Das Auftreten von *Helicoverpa armigera* in Deutschland - eine Übersicht und erste Untersuchungen zur biologischen Bekämpfung. In: Arbeitstagung Biologische Schädlingsbekämpfung, Griesheim, 30.11.05-01.12.05

Zimmermann, O., Simon, H. R. (2006) Untersuchungen zum saisonalen Auftreten von chalcidoiden Parasitoiden in einer Apfelbaumkrone 1999-2004. Mitt. Deut. Ges. Allgem. Angew. Entomol., 15, 103–105

Zimmermann, O., Wührer, B., Bathon, H. (2006) Untersuchungen zur Akzeptanz und dem Suchleistungsvermögen von heimischen *Trichogramma*-Arten zur biologischen Bekämpfung von *Helicoverpa armigera* in Deutschland. In: 55. Deutsche Pflanzenschutztagung in Göttingen, 25.-28. September 2006. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtsch., 400, 308–309

## Bericht zum Stand der Ressortforschung für den Ökolandbau in der „Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen“ 2006

Im Jahre 2006 waren wie in den Vorjahren ca. 50% der an der Bundesanstalt für Züchtungsforschung durchgeführten Projekte auf eine Verbesserung der Resistenz von Kulturpflanzen gegen virale, pilzliche und bakterielle Schaderreger sowie gegenüber Insekten gerichtet. Eine Verbesserung der Resistenz der Kulturpflanzen gegenüber diesen Pathogenen ist integraler Bestandteil eines umweltverträglichen und damit nachhaltigen Pflanzenbaues und ist insbesondere im ökologischen Landbau von erheblicher Bedeutung.

Neben diesen Projekten - Einzelheiten zu den bearbeiteten Themen sind unter <http://www.bafz.de> zu finden - wurden bzw. werden spezielle Fragestellungen des ökologischen Landbaus insbesondere im Rahmen des „Bundesprogramm Ökologischer Landbau“ bearbeitet.

Im Jahre 2006 wurden die folgenden Projekte mit explizitem Bezug zum ökologischen Landbau bearbeitet:

Züchtung von Hafer für den ökologischen Landbau: Selektion potenzieller Resistenzquellen gegen Getreidebrand und genetische Merkmalsanalyse	Institut für landwirtschaftliche Kulturen
Etablierung einer Kollektion gesunder alter Kartoffelsorten und Überprüfung ihrer Anbauwürdigkeit für den ökologischen Anbau	Institut für Resistenzforschung und Pathogendiagnostik
Entwicklung von Nachweismethoden für Gerstenflugbrand ( <i>Ustilago nuda</i> ) sowie Stein- oder Stinkbrand des Weizens ( <i>Tilletia caries</i> ) und Zwergsteinbrand ( <i>T. controversa</i> )	Institut für Resistenzforschung und Pathogendiagnostik
Evaluierung von <i>Brassicacea</i> auf Resistenz gegen die mehligke Kohlblattlaus als Basis zur Nutzung blattlausresistenter Kohlsorten für den ökologischen Landbau	Institut für Epidemiologie und Resistenzressourcen
Untersuchungen von Weizensorten sowie Genbankherkünften auf Resistenz gegenüber dem Weizenflugbrand ( <i>Ustilago tritici</i> f. sp. <i>tritici</i> ) als Basis zur züchterischen Entwicklung von Genotypen mit Eignung für den ökologischen Landbau	Institut für Epidemiologie und Resistenzressourcen
Züchterische Bearbeitung von Süßlupinen für den ökologischen Landbau - Qualitätsuntersuchungen im Hinblick auf Futtereignung	Institut für abiotische Stresstoleranz
Untersuchungen zum Einfluss von abiotischem Stress (Temperatur, pH-Verträglichkeit) auf Qualitätsparameter von Leguminosen im Hinblick auf die Human- und Tierernährung	Institut für abiotische Stresstoleranz
Evaluierung genetischer Ressourcen, Landsorten und aktueller Sorten zur Erstellung von Arbeitssortimenten (Getreide, Kartoffeln, Leguminosen) mit Bedeutung für den ökologischen Landbau unter besonderer Berücksichtigung der Qualität	Institut für abiotische Stresstoleranz
Analyse der Inhaltsstoffe und Eigenschaften von Samen und Keimlingen ökologisch angebauter	Institut für abiotische Stresstoleranz

Nutzpflanzen unter besonderer Berücksichtigung der Stärke, der Nichtstärkepolysaccharide (NSP), der Proteine, der Aktivität der Amylasen und ihrer proteinogenen Inhibitoren, der Aminosäuren, der Vitamine und ausgewählter Sekundärstoffwechselprodukte	
Evaluierung genetischer Ressourcen bei Getreide hinsichtlich der Entwicklung des Wurzelsystems unter dem Aspekt eines schnellen und effektiven Jugendwachstums - besonders für den ökologischen Landbau	Institut für abiotische Stresstoleranz

Zu Fragen der Resistenz der Kulturpflanzen gegen Schaderreger wurden von der BAZ im Jahre 2006 in international begutachteten Zeitschriften, angewandten Zeitschriften sowie Büchern und Tagungsbänden ca. 130 Beiträge veröffentlicht (siehe <http://www.bafz.de>) Speziell auf Fragestellungen des ökologischen Landbaus ausgerichtet wurden folgende Publikationen veröffentlicht:

- BRUCHMÜLLER, A., B. LEITHOLD und E. WEBER, 2006: Untersuchungen zur Genetik und Übertragung von Flugbrandresistenz in Nackthaferorten. 8. GPZ-Tagung, 14.-16.03.2006 in Freising-Weihenstephan. Votr. Pflanzenzüchtg. 68, 2006, Poster 40
- DARSOW, U.: Pre-breeding auf Phytophthora-Resistenz der Kartoffel- Ergebnisse eines laufenden Langzeitprojekts und Aussichten für den ökologischen Landbau. Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 298, G. Rahmann: Ressortforschung für den ökologischen Landbau 2006, 37-48.
- HOBERT, M.; KOPAHNKE, D.: Evaluierung deutscher Sommerweizensorten auf Resistenz gegenüber Weizenflugbrand (*Ustilago tritici*) Votr. Pflanzenzüchtg. 68, 2006, S. 6
- Jansen, G.; Jürgens, H.-U.; Seddig, S.: Qualitätsuntersuchungen von Süßlupinen im Hinblick auf ihre Eignung als Nahrungs- und Futtermittel. Innovationsforum „Gewinnung von biofunktionellen Food Ingredients aus Lupinensaaten für die Lebensmittelindustrie. 06.-07.12.2006, Rostock-Warnemünde, Tagungsband: [http://www.bcv.org/hosting/bcv/website.nsf/urlnames/lup\\_script/\\$file/04\\_Jansen.pdf](http://www.bcv.org/hosting/bcv/website.nsf/urlnames/lup_script/$file/04_Jansen.pdf)
- JANSEN, G.; SEDDIG, S.; JÜRGENS, H.-U.: Untersuchungen zum "Stärkegehalt" in Blauen Süßlupinen. Votr. Pflanzenzüchtg. 68, 2006, S. 73
- KELLERER, T.; SEDLMEIER, M.; RABENSTEIN, F.; KILLERMANN, B. (2006): Development of immunochemical and PCR methods for qualitative detection of *Tilletia* species in organic seeds. Czech Journal of Genetics and Plant Breeding 42, (Special Issue), 72-74.
- RABENSTEIN, F.; ROHDE, S. (2006): Monoklonale Antikörper zum Nachweis von Pilzantigenen in Fusarium befallenen Getreidekörnern und deren Nutzung für die Resistenzbewertung. Vorträge für Pflanzenzüchtung 68, S. 10.
- RABENSTEIN, F.; ROHDE, S.; VOSS, H.-H.; MIEDANER, T. (2006): Antibodies for detection of fungal antigens in Fusarium infected cereal grains and their use for resistance assessment. 9th European Fusarium Seminar, 19.-22. 09. 2006, Wageningen, Netherlands, Book of Abstracts, S. 111.
- SCHLIEPHAKE, E.; SCHMIDT, E.: Evaluierung von Brassicaceae auf Resistenz gegen die Mehligke Kohlblattlaus (*Brevicoryne brassicae*) als Basis zur Nutzung blattlausresistenter Kohlsorten für den ökologischen Landbau Votr. Pflanzenzüchtg. 68, 2006, S. 61



## Publikationen aus dem FBN 2006

- Alm, H.; Brüssow, K.-P.; Torner, H.; Vanselow, J.; Tomek, W.; Dänicke, S.; Tiemann, U. (2006): Influence of Fusarium-toxin contaminated feed on initial quality and meiotic competence of gilt oocytes. *Reprod. Toxicol.* 22: 44-50.
- Alm, H.; Torner, H. (2006): Influence of environmental pollutants during oocyte maturation on the quality of cattle and pig embryos. *Havemeyer Foundation Workshop on Embryonic and Fetal Nutrition*, 29.05.-01.06.06, Ravello, Italien.
- Bellmann, O.; Kanitz, E.; Tuchscherer, M.; Reinhart, E.; Ender, K. (2006): Wirkung eines homöopathischen Kombinationsarzneimittels auf Tiergesundheit und Leistung bei Mastschweinen. *Arch. Tierz.* 49, 370-381.
- Dannenberger, D.; Lorenz, S.; Nürnberg, G.; Scollan, N.; Ender, K.; Nürnberg, K. (2006): Analysis of fatty Aldehyde Composition, Including 12-Methyltridecanal, in Plasmalogens from Longissimus Muscle of Concentrate- and Pasture Fed Bulls. *J. Agr. Food Chem.* 54: 182-188.
- Dannenberger, D.; Nürnberg, K.; Nürnberg, G.; Ender, K. (2006): Carcass- and meat quality of pasture vs. concentrate fed German Simmental and German Holstein bulls. *Arch. Tierz.* 49 (4): 315-328.
- Ender, K. (2006): Gesund ernähren mit Fleisch, Symposium zum 15-jährigen Bestehen der IFTA AG, 20.10.06, Berlin.
- Goyarts, T.; Dänicke, S.; Tiemann, U.; Rothkötter, H.-J. (2006): Effect of the Fusarium toxin deoxynivalenol (DON) on IgA, IgM and IgG concentrations and proliferation of porcine blood lymphocytes. *Toxicology in Vitro* 20: 858-867.
- Holló, G.; Nürnberg, K.; Sutyor, I.; Seregi, J.; Tözser, J.; Repa, I.; Holló, I. (2006): Healthy beef - Opportunities for the enhancing of the beneficial fatty acid in beef. *J. Hungarian Agric. Res.* 3: 19-22.
- Mau, M.; Rehfeldt, Ch. (2006): Soja - Wohl- oder Übeltäter? *Biologen heute.* 5/6:14-17 (ISSN 1432-8631).
- Mayer, F.; Kramer, J.K.G.; Nürnberg, K.; Steinhart, H. (2006): Total alkyl and alkenyl ether composition of German beef meat. Comparison of meat from pasture-fed and concentrate-fed animals and meat commercially obtained. *Proc. Fats and Health - Trans-Fatty Acids and Conjugated Linoleic Acids*, 19.10.-20.10.06 Frankfurt a. M., Germany: 7.
- Nürnberg, K.; Ender, K.; Dannenberger, D. (2006): Possibilities to produce healthy, tasty meat and to improve it's nutritional value. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 15/56(1): 17-21.
- Nürnberg, K.; Zupp, W.; Martin, J.; Ender, K.; Hartung, M.; Nürnberg, G. (2006): Auswirkungen der Fütterung auf die Qualität von Mastlämmern. *Fleischwirtschaft* 5: 103 -107.
- Schwerin, M. (2006): Ernährung für die Gesundheit - ein Markt für die Zukunft in Mecklenburg-Vorpommern! Jahrestagung 2006 des Agrarmarketingvereins Mecklenburg-Vorpommern. 29.11.06, Banskow.
- Scollan, N.; Hocquette, J.-F.; Nürnberg, K.; Dannenberger, D.; Richardson, I.; Moloney, A.P. (2006): Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationships with meat quality. *Meat Science* 74: 17-33.

- Tiemann, U.; Brüssow, K.-P.; Jonas, L.; Pöhland, R.; Schneider, F.; Dänicke, S. (2006): Effects of diets with cereal grains contaminated by graded levels of two fusarium toxins on selected immunological and histological measurements in the spleen of gilts. *J. Anim. Sci.* 84: 236-245.
- Tiemann, U.; Brüssow, K.-P.; Küchenmeister, U.; Jonas, L.; Kohlschein, Peter; Pöhland, R.; Dänicke, S. (2006): Influence of diets with cereal grains contaminated by graded levels of two Fusarium toxins on selected enzymatic and histological parameters of liver in gilts. *Food Chem. Toxicol.* 44(8): 1228-1235.
- Wegner, J. (2006): Current beef production and organic agriculture in Germany. Symposium of Kuju Agricultural Research Center, 27.02.06, Fukuoka, Japan.

## Forschungsaktivitäten im Bereich des Ökolandbaus 2006, Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel (BfEL)

### Karlsruhe:

Die BfEL/KA-Forschungsaktivitäten 2006 im Bereich des Ökolandbaus sind in der nachstehenden Tabelle aufgeführt.

### Forschungsprojekte mit Bezug zum Ökologischen Landbau

Thema	finanziert durch	BfEL-Institut	Kooperationspartner
„Bestimmung der ernährungsphysiologischen Qualität von Öko-Produkten anhand des antioxidativen Potentials der Lebensmittel“ BÖL 04OE027	BÖL* - 04OE027 2004-2006	IEP	
„Quality of low input food“, Teilprojekt „Auswirkung unterschiedlicher Anbaumethoden auf die Qualität von Kopfsalat“	EU	IEP	Institut für organischen Landbau Uni Bonn
„Erarbeitung und Sammlung von Daten über die Zusammensetzung von pflanzlichen Lebensmitteln (Nährstoffe, Vitamine, sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe, Nitrat) in Gemüse aus ökologischem und konventionellem Anbau“ <b>aktuell:</b> „Gewinnung und Charakterisierung wertvoller Substanzen aus Bio-Traubentrester“	BMELV 2000-2006	ICB IEP	
„Entwicklung/Überprüfung von Methoden zur Erhaltung der Qualität ökologisch und konventionell angebauter Produkte nach der Ernte“; „Angepasste Verarbeitungstechniken - Prozesse für Ökoware“ <b>aktuell:</b> „Heißwasser-Tauchversuche zur Reduzierung des <i>Verticillium</i> -Befalls an Meerrettich“ sowie „Reduzierung der <i>Monilia</i> -Fäule an Zwetschgen“	BMELV 2000-2006	ICB IVT	
„Verfahrensentwicklung - Nachhaltige, umweltschonende Verfahren“	BMELV DA**	IVT	

\*BÖL Bundesprogramm Ökologischer Landbau \*\*DA Daueraufgabe

### Vorträge, Poster und Publikationen im Bereich Öko-Landbau

Briviba, K.; Weibel, F. P.; Stracke, B. A.; Rüfer, C. E.; Watzl, B., Bub A.: Acute Consumption of Organically and Conventionally Produced Apples Decreases Oxidative DNA Damage and Increases Antioxidant Capacity to Protect DNA in Healthy Humans. J Agric. Food Chem. zur Veröffentlichung eingereicht.

Gräf, V.; Trierweiler, B.; Schirmer, H.; Tauscher, B.; Hoffmann, N. Q.; Schuchmann, H. P.: Erfahrungen mit der Heißwasserbehandlung - Von der Pilot- zur Großanlage. BfEL-Kolloquium; Karlsruhe, 07.11.2006.

- Gräf, V.; Hoffmann, N. Q.; Trierweiler, B.; Schirmer, H.; Tauscher, B.:  
Heißwasserbehandlung von ökologisch angebauten Äpfeln in einer Pilot- und  
Großanlage. Tag der offenen Tür der BfEL; Karlsruhe, 23.09.2006.
- Gräf, V.; Hoffmann, N. Q.; Schuchmann, H. P.; Trierweiler, B.; Schirmer, H.; Tauscher, B.:  
Heißwasserbehandlung von Äpfeln - von der Laboranlage zur Großanlage. Tag der  
offenen Tür der BfEL; Karlsruhe, 23.09.2006.
- Schirmer, H.; Trierweiler, B.; Tauscher, B.; Gräf, V.; Hoffmann, N. Q. Schuchmann, H. P.:  
Heißwasserbehandlung: Eine Methode zur Reduzierung der *Gloeosporium*-Fruchtfäule  
an ökologisch produzierten Äpfeln. Tag der offenen Tür der BfEL; Karlsruhe,  
23.09.2006.
- Schirmer, H.; Trierweiler, B.; Tauscher, B.; Gräf, V.; Hoffmann, N. Q. Schuchmann H. P.:  
Heißwasserbehandlung: Eine Methode zur Reduzierung der *Gloeosporium*-Fruchtfäule  
an ökologisch produzierten Äpfeln. Biologentag 2006: Nano und Leben; Karlsruhe,  
28.09. - 01.10.2006.
- Gräf, V.; Hoffmann, N. Q.; Trierweiler, B.; Schirmer, H.: Optimierung der  
Heißwasserbehandlung von Meerrettich-Wurzelschnittlingen. Jahresbericht 2005 der  
Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel, Karlsruhe.
- Schirmer, H.; Trierweiler, B.; Gräf, V.; Hoffmann, N. Q.: Heißwasser-Tauchversuche zur  
Reduzierung von *Verticillium*-Befall (Meerrettichschwärze) an Meerrettich - Erste  
Ergebnisse aus 2005-. Jahresbericht 2005 der Bundesforschungsanstalt für Ernährung  
und Lebensmittel, Karlsruhe.
- Rüfer, C.E.; Stracke, B.A.: Sekundäre Pflanzenstoffe in ökologisch und konventionell  
angebautem Gemüse und Obst. Statusseminar - Das Neueste aus der Ressortforschung  
für den Ökologischen Landbau. 03.03.2006 Braunschweig.
- Stibel, J., Claupein, E. (2006): Was bewegt Konsumenten zum Kauf von Bio-Produkten?  
Bericht über das EU-Projekt CONDOR (CONsumer Decision making on ORganic  
products), *Jahresbericht 2005 der Bundesforschungsanstalt für Ernährung und  
Lebensmittel, Karlsruhe.*
- Stibel, J., Claupein, E. (2006): Was wissen Konsumenten über Bio-Produkte und was  
schätzen sie an ihnen? Eine Untersuchung im Rahmen des EU-Projekts CONDOR  
(Consumer Decision making on Organic Products), In: Proceedings of the German  
Nutrition Society, Abstracts zum 43. *Wissenschaftlichen Kongress der Deutschen  
Gesellschaft für Ernährung e.V.* 8, S. 70, (Posterpräsentation 10.03.2006 in Stuttgart-  
Hohenheim).
- Stracke, B.A.; Briviba, K.; Bub, A.; Rüfer, C.E.; Watzl, B.: Sind Bio-Äpfel gesunder?  
ForschungsReport 2/2006, S.4-6.
- Stracke, B.A.; Bub, A.; Briviba, K.; Rüfer, C.E.; Watzl, B.: Polyphenolgehalt und  
antioxidatives Potenzial von Äpfeln aus konventionellem und ökologischem Anbau.  
43. Wissenschaftlicher Kongress der Deutschen Gesellschaft für Ernährung e.V., 9.-  
10.03. 2006 Stuttgart, Vol. 8. 2006, 21-22.
- Stracke, B.A.: Polyphenol-, Carotinoidgehalt und antioxidatives Potenzial von Äpfeln und  
Karotten aus konventionellem und ökologischem Anbau. Institut für  
Ernährungswissenschaften (Prof. Kunz), Universität Gießen, 12.06.2006 Gießen.
- Stracke, B.A.; Briviba, K.; Bub, A.; Rüfer, C.E.; Watzl, B.: Carotenoids in conventionally and  
organically produced carrots: Content, bioavailability and antioxidant capacity. 2nd

European Conference – New approaches in food quality analysis. 14.-15.09.2006  
Karlsruhe.

Stracke, B.A.; Briviba, K.; Bub, A.; Rüfer, C.E.; Watzl, B.: Comparison of organically and conventionally grown carrots: Carotenoid content, bioavailability and antioxidant capacity. 10th Karlsruhe Nutrition Congress – Health Aspects of Vegetables and Fruits: Scientific Evidence for “5-a-day”. 15.-17.10.2006 Karlsruhe.

Trierweiler, B.: Hot water treatment – a possible method to reduce *Verticillium* infection of horseradish (black discoloration). International Symposium on Vegetable Safety and Human Health. Peking, China, 21.-23.08.2006

Trierweiler, B.: Antagonistic activity of bioactive peptides against plant pathogen moulds. COST Action 924, Working group 3 meeting, Spa, Belgien, 05.-06.09.2006

### **Detmold:**

#### **Projektbearbeitung zum Thema „Öko“ in 2006:**

Forschungsprojekt (02OE069) im Bundesprogramm Ökologischer Landbau, Laufzeit November 2005 bis Oktober 2007: „Charakterisierung von Getreide aus ökologischem und konventionellem Anbau – Anwendung von „Protein-Profilng-Techniques“ und Inhaltsstoffanalysen“. Ansprechpartner: Dr. (NZ) Georg Langenkämper; Dr. Christian Zörb, BfEL Detmold

Projekt : Biochemische Charakterisierung von komplexen Kohlenhydraten in ökologisch und konventionell erzeugtem Weizen aus dem DOK-Versuch: Projektziel: Selektive Quantifizierung von komplexen Kohlenhydraten in Abhängigkeit von der Anbauform (organisch, biodynamisch, konventionell) und die Untersuchung des Einflusses der Kultivierung auf den enzymatischen Abbau der Stärke in Weizenproben aus dem DOK-Anbauversuch. Projektdauer: 09/2006 bis 09/2007, Projektleiter: Dr. Andreas Bruder, BfEL Detmold

Kooperationsprojekt gefördert vom BMWA, Kurzbezeichnung: Sortenzüchtung von Einkorn und Emmer, Kooperationspartner: a) POZ Pflanzenzucht Oberlumpurg, b)Universität Hohenheim, Landessaatzuchtanstalt (LSA) Stuttgart, c) BfEL, Detmold Teilprojekt BfEL, Detmold: Untersuchung zu den Wirkungszusammenhängen zwischen genetisch verankerten Funktionseigenschaften und den wertbestimmenden Qualitätseigenschaften der Erzeugnisse Förderkennzeichen: KF0135901MD5 PROINNO Projektleiter Münzing, BfEL, Detmold (Forschungsvorhaben vom 01.03. 2006 – 28. 02. 2009).

Erstellung eines Leitfadens zur Verarbeitung und zum Anbau von ökologischem Dinkel (Basis: Ausschreibung der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, Geschäftsstelle Bundesprogramm Ökologischer Landbau). Antragsteller und Projektleitung: Bioland e. V. (Bioland Landesverband Niedersachsen/Bremen). Das Projekt wird in Zusammenarbeit mit der Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel am Standort Detmold (Institut für Getreide-, Kartoffel- und Stärketechnologie) durchgeführt (Unterprojekt) (Forschungsvorhaben von Mai 2007 – Sept. 2008).

### **Veröffentlichungen zum Thema „Öko“ in 2006**

- Kling, C.I., J. Breuer und Münzing, K.: Eignung alter Weizenkulturen für heutige Anforderungen. – Getreidetechnologie; 60. (2006) 1, S. 55-60
- Langenkämper, G., Zörb, C., Seifert, M., and Betsche, T. 2006. Mineralstoffkonzentration und Antioxidantien in Weizen aus ökologischem und konventionellem Anbau. Getreidetechnologie 60: 295-300.
- Langenkämper, G., Zörb, C., Seifert, M., Mäder, P., Fretzdorff, B., and Betsche, T. 2006. Nutritional quality of organic and conventional wheat. J Appl Bot Food Qual 80: 150-154.
- Münzing, K. und Lindhauer, M. G.: Die Qualität der deutschen Weizenernte 2006. 2. Teil: Mahl- und Backqualität von Weizensorten und -partien in der Bundesrepublik Deutschland (3.2 Weizen aus dem alternativen Anbau). – Mühle + Mischfutter; 143. (2006) 20, S. 664-671 (Veröffentlichungs-Nr.: 7648 der BFEL Detmold)
- Münzing, K.: Verarbeitungswert von deutschem Dinkel der Ernte 2006. – Getreidetechnologie; 60. (2006) 6, S. 379-380 (Veröffentlichungs-Nr. 7651 der BFEL Detmold)
- Münzing, K.: Von der Tradition zur Innovation. Qualität von Einkorn und Emmer. – Posterpräsentation. AIF-Innovationstag; Berlin, 01.06.2006
- Münzing, K.: Zur Bewertung von Dinkel in Getreidenährmittel. – Mühle + Mischfutter; 143. (2006) 14 S. 428-429
- Zörb, C., Langenkämper, G., Betsche, T., Niehaus, K., and Barsch, A. 2006. Metabolite profiling of wheat grains (*Triticum aestivum* L.) from organic and conventional agriculture. J Agric Food Chem 54: 8301-8306.

### **Hamburg:**

#### **Untersuchungen zur Qualitätsveränderung bei der Verarbeitung und Lagerung von ausgewählten Erzeugnissen aus Bioforellen und konventionell erzeugten Forellen als Voraussetzung für die Erstellung einer Handlungsanweisung für handwerkliche Forellenzuchtbetriebe - BLE 02OE007/F 2 -**

Die Aufzucht der Forellen wurde unter standardisierten Bedingungen durchgeführt (Modellversuch). Futterzusammensetzung und Besatzdichte entsprachen ökologischen und konventionellen Zuchtbedingungen. Es wurden verschiedene Ökofutter getestet. Extrudiertes Ökofutter desselben Herstellers schnitt deutlich besser ab als pelletiertes. Die Leistungsvorteile (Wachstum, Futterauswertung, Proteinausnutzung) eines hochwertigen konventionellen Futters hingen von der Pelletgröße ab.

Mit 6,0 % Fett waren die geräucherten konventionellen Forellen des Modellversuches deutlicher fetter als die ökologischen (4,5 %). TVB-N- Wert, Redoxpotential, Malondialdehyd und Glutathion sowie physikalische Methoden (Farbmessung, elektronische Nase) waren zur Verfolgung von Qualitätsveränderungen bei einer Lagerung bei 2-4 °C ungeeignet. Aufzichtsbedingte unterschiedliche Gehalte einiger Fettsäuren sind als ernährungsphysiologisch unbedeutend einzustufen. Die mikrobiologische Qualität war gut oder sehr gut. In konventionellen vakuumverpackten Räucherfilets wurden seltener Bakterien und niedrigere Gesamtkeimzahlen gegenüber den ökologisch produzierten gefunden. Die

Befunde waren aber nicht geeignet, die sensorische Qualität zu beeinflussen. Diese nahm kontinuierlich ab, war jedoch am Ende der Lagerung noch als durchschnittlich zu bezeichnen und keinesfalls verdorben. In Übereinstimmung mit Ergebnissen des Vorgängerprojektes „Bioforelle“ an rohen Forellen konnten auch in den Räucherforellen weder reproduzierbare Auswirkungen der Produktionsform noch qualitative Unterschiede festgestellt werden.

Durch Besichtigung kleiner bis mittelständischer Räuchereien wurden individuelle Verarbeitungsstrukturen erfasst. Die Auswirkungen der wichtigsten Arbeitsschritte (Salzen, Räuchern) auf die Qualität wurden näher untersucht. Die Kerntemperatur von 60 °C wurde in konventionellen Handelsproben nicht immer, bei der untersuchten Bioware zuverlässig erreicht. Die besuchten ökologisch arbeitenden Betriebe waren modern ausgestattet unter Berücksichtigung heutiger Hygienestandards.





## Forschung für den Ökologischen Landbau am Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau e.V. 2006

### Tätigkeits-/Projektliste

- QLIF - Quality of Low Input Food
- Etablierung einer Arabidopsis-Plattform zur Klassifizierung biologischer Agenzien zur Bekämpfung von Pflanzenkrankheiten
- IRTG – Sortenunterschiede von Kopfkohl hinsichtlich der Anfälligkeit für Schaderreger
- Wirkung von Untersaaten bei Artischocken auf Wanzen und Blattläuse

### Publikationen 2006

- Adesina M., Grosch R., Lembke A., Smalla K. 2006. Assessment of antagonistic bacteria from suppressive soils for biological control of *Rhizoctonia solani* AG 1-IB on lettuce. 11th International Symposium on Microbial Ecology: The hidden powers-microbial communities in action, Vienna, Austria, p. 28.
- Drüge, U., Xyländer, M., Zerche, S., von Alten, H., 2006: Rooting and vitality of poinsettia cuttings was increased by arbuscular mycorrhiza in the donor plants. *Mycorrhiza* 17, 67-72.
- Fricke A, Hommes M, Kofoet A, Richter E, Ulbrich A, 2006: IRTG – Sortenunterschiede von Gemüsearten hinsichtlich ihrer Anfälligkeit für Schaderreger (Kopfkohl), *Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem*, 400, 146.
- Grosch, R.; Faltin, F.; Lottmann, J.; Kofoet, A.; Berg, G. 2006. Endophytes as source of biological agents. *IOBC/wprs Bulletin* 29 (2), 31-36.
- Grosch, R.; Kofoet, A.; Berg, G. 2006. Bekämpfung von *Rhizoctonia solani* mittels bakterieller Antagonisten. In: Gerold Rahmann (Ed.) *Ressortforschung für den Ökologischen Landbau 2006*. *Landbauforschung, Völkenrode, Sonderheft*, 298, 33.
- Grosch R., Scherwinski K., Lottmann J., Berg G. 2006. Fungal antagonists of the plant pathogen *Rhizoctonia solani*: selection, control efficacy and influence on the indigenous microbial community. *Mycological Research* 110 (12), 1464-1474.
- Grosch R., Scherwinski K., Faltin F., Lottmann J., Berg G. 2006. Selektion pilzlicher Antagonisten zur Bekämpfung von *Rhizoctonia solani*. *Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt f. Land- u. Forstwirtschaft Berlin-Dahlem* 400, S. 303-304
- Grosch R., Scherwinski K., Lottmann J., Berg G. 2006. Biocontrol of *Rhizoctonia* diseases. *Proceedings, 4th International Symposium on Biocontrol and Biotechnology*, p. 116
- Grosch R, Junge H. 2006. Nutzung probiotischer Mikroorganismen im Gemüsebau. *Gemüse* 5, S. 52-53.

- Kofoet A, Schwarz J, 2006: Wirkung von Untersaaten bei Artischocken (*Cynara scolymus* L.) auf Blattläuse und Wanzen. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem, 400, 147.
- Perner H., Schwarz D., George E. (2006): Effect of Mycorrhizal Inoculation and Compost Supply on Growth and Nutrient Uptake of Young Leek Plants Grown on Peat-based Substrates. *HortScience* 41(3): 628-632
- Schwarz, J., A. Kofoet, 2006: Wanzen – Ein unterschätztes Problem! Was können Untersaaten leisten? *Gemüse* 41 (7), 13-15.
- Schwarz, J., A. Kofoet, 2006: Wirkung von Untersaaten bei Artischocken, im besonderen Hinblick auf die Schädlingspopulationen von Blattläusen und Wanzen, BHGL-Schriftenreihe 24, 113

---

## Veröffentlichungen des Leibniz-Instituts für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V. zum „Ökologischen Landbau“ 2006

- Heiermann, M.; Scholz, V.; Hellebrand, J.: Prospects and limits of reduced N-fertilisation in energy crop cultivation. Book of Abstracts. World renewable energy congress IX, Florence, 19.08.2006-25.08.2006, Elsevier, Oxford, 2006, (0-08-045056-3)
- Kern, J.: „Nitrogen leaching in an aquatic terrestrial transition zone“ In: Baba A. et al. (eds.) „Groundwater and Ecosystems“, S. 195-204
- Klocke, M. (2006): Mikrobielle Lebensgemeinschaften in Biogasreaktoren: Neue Ansätze zur Analyse eines komplexen Ökosystems. New Energy Husum / International Biogas Workshop, Husum, Deutschland, 23. - 26. März 2006.
- Linke, M.; Butenuth, K.: BAB Heft 57 „Kontrolle der Frische in der Nacherntekette von Ökogemüse“ erschienen 2006
- Matinov, M.; Scholz, V.; Skaljic, S.; Mihailov, N.; Domac, J.; Ilev, B.; Fara, L.; Ros, V.: Prospects of wooden biomass production in southeastern european agricultural areas. In: Proceedings "Medunarodnog Simpozija iz produkcja mehanizacije Poljoprivrede", Opatija, 21.03.2006-24.03.2006, Opatija, 2006, S. 97-110
- Scholz, V.; Hellebrand, J.; Grundmann, P.: Ein Hektar heizt vier Häuser - Welche Energiepflanzenarten sind energetisch, ökologisch und ökonomisch am besten? Neue Landwirtschaft 17 (1): 54-58, 2006
- Scholz, V.; SILVA, DA, N.: Rizinusöl als Kraftstoff - Chancen und Risiken. Landtechnik 61 (5): 264-265, 2006
- Scholz, V.: Anbau und Verwertung von holzartigen Energiepflanzen. Tagungsband zur Landesmaschinenvorführung zur Bereitstellung fester Biomasse für die energetische Verwertung. Maschinenvorführung der LfL Sachsen, Rabenau/Oelsa, 12.04.2006, Rabenau, 2006, S. 17-35
- Scholz, V.; Boelcke, B.; Hofmann, M.; Vetter, A.: Pappeln und Weiden im Kurzumtrieb. In: KTBL- Datensammlung Energiepflanzen. KTBL-Datensammlung Energiepflanzen. Darmstadt/Potsdam, 2006, S. 290-300
- Scholz, V.; Nogueira da Silva, J.: Bioenergy and environment. In: Proceedings "35th Congresso Brasileiro de Engenharia Agricola (CONBEA 2006)", João Pessoa, 31.07.2006-04.08.2006, João Pessoa-PB / Brasil, 2006
- Scholz, V.; Höhn, M.; Heiermann, M.: Energy crops - A sustainable source of energy. Proceedings of Scientific Conference. Energy Efficiency and Agricultural Engineering 2006, Rouse, 07.06.2006-09.06.2006, Rouse, 2006, S. 122-128