

**Aus dem Institut für Marktanalyse und Agrarhandelspolitik**

**Martina Brockmeier  
Gerhard Flachowsky (Eds.)**

**Statusseminar Welternährung : Beiträge zur globalen  
Ernährungssicherung ; Statusseminar Welternährung  
im Forum der FAL am 21. November 2003**

Manuskript, zu finden in [www.fal.de](http://www.fal.de)

Published as: Landbauforschung Völkenrode Sonderheft 258

**Braunschweig  
Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL)  
2004**

Sonderheft 258  
*Special Issue*



*Landbauforschung*  
*Völkenrode*  
*FAL Agricultural Research*

**Statusseminar Welternährung**  
**Beiträge zur globalen Ernährungssicherung**

herausgegeben von

**Martina Brockmeier, Gerhard Flachowsky und  
Ulrich von Poschinger-Camphausen**

Statusseminar Welternährung im Forum der FAL  
am 21. November 2003.

Initiiert vom Senat der Bundesforschungsanstalten im  
Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung  
und Landwirtschaft (BMVEL).

Braunschweig, im November 2003



## Statusseminar Welternährung - Beiträge zur globalen Ernährungssicherung

M. Brockmeier, G. Flachowsky, U. von Poschinger-Camphausen: Vorwort .....	3
A. Müller: Nachhaltige Sicherung der Welternährung - Herausforderungen und politischer Handlungsbedarf .....	5
M.G. Lindhauer: Beitrag der Ressortforschung zur globalen Ernährungssicherung .....	11
J. Bender, H.-J. Weigel: Globale Umweltbelastung durch Ozon: Ein Risikofaktor für die landwirtschaftliche Pflanzenproduktion.....	15
H.-J. Weigel: Auswirkungen von Klimaänderungen auf die landwirtschaftliche Pflanzenproduktion .....	17
M. Brockmeier, P. Salamon: Auswirkungen der WTO-Verhandlungen.....	19
G. Flachowsky: Aufwand und Flächenbedarf bei der Erzeugung von Protein tierischer Herkunft .....	21
F. Feldmann: Vorbildfunktion deutscher "Guter Landwirtschaftlicher Praxis" für außereuropäische Kooperationspartner und daraus erwachsende Aufgaben der Ressortforschung .....	23
S. Wohlleben: Konsequenzen einer Ausweitung des ökologischen Landbaus in Industrie- und Entwicklungsländern .....	25
F. Isermeyer, C. Deblitz, T. Hemme: Analyse von Produktionssystemen und Wirtschaftlichkeit der Landwirtschaft im Rahmen des International Farm Comparison Network.....	27
U. Meier: Bedeutung von Agrar-Audits als Qualitätssicherungssystem für die Nachhaltigkeit in der internationalen landwirtschaftlichen Produktion .....	29
R. Brunsch, R. Schlauder, J. Zaska: Leistungen moderner Agrartechnik zur globalen Ernährungssicherung .....	31
S. Schroetter, E. Schnug, J. Fleckenstein, M. Lamas, M. Rivas: Uranbelastung von Böden in militärischen Krisengebieten – Einfluss von Bodeneigenschaften auf die Pflanzenverfügbarkeit von Uran.....	33
E. Bloem, S. Haneklaus, E. Schnug: Erzeugung hochwertiger Rohstoffe für die Phytopharmakaherstellung in Ägypten.....	35
W.H.Holzappel, V.M. Kimaryo, G.A. Massawe, N.A. Olasupo: Beitrag der milchsäuren Fermentation zur Lebensmittelsicherheit in Afrika südlich der Sahara .....	37
S. Darwish, B. Fretzdorff, E. Flaschel, T. Betsche: Ressourcenschonung und Pflanzenprotein: Enzymatische Modifikation von Kartoffelprotein für die Ernährung.....	41
V. Siegel: Nutzung und Sicherung lebender mariner Ressourcen in der Antarktis: der Krill.....	43
M.A. Azeke, H. Buening-Pfaue, B. Fretzdorff, W. Hozappel, T. Betsche: Verbesserung 'nach der Ernte' der ernährungsphysiologischen Qualität von Afrikanischen Yambohnen ( <i>Sphenostylis stenocarpa</i> ) durch Fermentation: Ein Beitrag zur Ernährungssicherung mit einer "Wenig genutzten Pflanze"?	45
W.B. Souffrant, P. Leterne, S. Beebe: Wahre Verdaulichkeit und stimulierender Effekt von Phaseolin, dem Speicherprotein der Bohnen, auf die endogene Sekretion bei Ratten .....	47
S. Wang, Y. Wang, Z. Chen, E. Schnug, S. Haneklaus: Verbesserung der Futterqualität von Weideland in der Innermongolischen Steppe .....	49
P. Lebzien, G. Flachowsky, C. in der Wiesche, F. Zadril: Zum Potenzial höherer Pilze bei der Umwandlung von Getreidestroh in Futter- und Lebensmittel.....	51
B. Rodemann: Ernährungssicherheit durch Vermeidung von Mykotoxinen in Getreide.....	55
P. Färber, R. Geisen, D. Teniola, P. Addo, W.H. Holzappel: Ansätze zum mikrobiellen Abbau von Mykotoxinen .....	57
J.-G. Unger, P. Müller: Quarantänemaßnahmen gegen die Einschleppung von gebietsfremden Schadorganismen .....	59

B. Freier, U. Burth:	
Integrierter Pflanzenschutz – Leitbild für den Pflanzenschutz in einer nachhaltigen Landnutzung .....	61
U. Heimbach:	
Nachhaltige Nutzung von Pflanzenschutzmitteln.....	63
M. Bernard:	
Kommunikations- und Informationsmedien in der internationalen Kooperation .....	65
F. Ordon:	
Resistenzzüchtung – Grundlage für eine sichere und ökologisch verträgliche Pflanzenproduktion .....	67
W. Jelkmann:	
Virusfreies Anbaumaterial und seine Bedeutung für die Produktion gesunden und qualitativ hochwertigen Obstes .....	69
A. Peil, C. Fischer, V. Hanke:	
Züchtung von Apfelsorten für eine nachhaltige und umweltgerechte Apfelproduktion.....	71
U. Darsow:	
Beitrag der Pytophthora-Resistenzzüchtung bei Kartoffeln zur globalen Ernährungssicherung .....	73
C.B. Wegener:	
Die <i>Erwinia</i> Nassfäule, nach wie vor ein Problem in der Produktion sowie bei der Lagerung und Vermarktung von Kartoffeln .....	75
J. Schiemann:	
Biologische Sicherheitsforschung – ein Beitrag zur globalen Sicherheitsbewertung gentechnisch veränderter Organismen in Futter- und Lebensmitteln .....	77
G. Flachowsky:	
Zur Bewertung gentechnischer Veränderungen an Pflanzen aus der Sicht der globalen Ernährungssicherung .....	79
H. Flachowsky, S. Reim, V. Hanke:	
Transgenes Obst – Analyse, Stand und Forschungsziele .....	81
G. Jansen, C. Balko, S. Seddig, W. Flamme:	
Einfluss von Umweltfaktoren (unterschiedliche Temperaturen) auf die Stabilität von Gerstenmutanten bezüglich Ertrags- und Qualitätsparameter .....	85
D. Stephan:	
Biologische Bekämpfung Afrikanischer Wanderheuschrecken .....	87
J. Hallmann:	
Entwicklung von Verfahren zur nichtchemischen Bekämpfung von Wurzelgallennematoden.....	89
G. Rahmann:	
Kann der Ökolandbau die Welternährung sichern?.....	91
G. Rahmann, R. Alam:	
Organic Farming in Bangladesh.....	93
G. Rahmann:	
Hair Sheep Keeping in the Tropical Rainforest of Ecuador .....	95
J. van der Steeg, G. Sparovek, E. Schnug:	
LARISSA – Ein Expertensystem zur Unterstützung der Landreform in Brasilien.....	97
G. Zimmermann:	
Möglichkeiten der biologischen Bekämpfung von Lagerschädlingen in Mais und Kartoffeln in Entwicklungsländern.....	99
C. Adler:	
Physikalische Methoden zur Vermeidung vorratsschädlicher Insekten in Lebens- und Futtermitteln .....	101
H. Kreye:	
Erosionsschutz durch konservierende Bodenbearbeitung – Konsequenzen für das Pflanzenschutzmanagement .....	103
H. Ganzelmeier:	
Moderne Pflanzenschutzgeräte .....	105
H. Sourell:	
Weiterentwickelte Bewässerungstechniken für eine sichere und umweltschonende Pflanzenproduktion .....	107
A. Berk, U. Schlemmer, E. Schulz:	
Relevance of Phytase Activity for the P-Utilisation in Pigs.....	109
C. Kurpjun, S. Seddig, G. Jansen, H.-U. Jürgens, W. Flamme:	
Einsatz von gekeimtem Getreide als Futtermittel.....	111
Alphabetisches Verfasserverzeichnis .....	113

## Vorwort

Die Erdbevölkerung wird in den nächsten Jahren weiter ansteigen, sodass je Einwohner weniger Ressourcen zur Verfügung stehen. Neben landwirtschaftlicher Fläche gehören auch fossile Energie, Wasser, begrenzt verfügbare Rohstoffe (z. B. Phosphor) zu den knapper werdenden Ressourcen.

Diesen Inputs bei der Erzeugung von Lebensmitteln und Agrarrohstoffen stehen auch Outputs, wie Kohlendioxid, Methan und verschiedene Stickstoffverbindungen gegenüber, die erhebliche ökologische Konsequenzen haben können.

In vielen Einrichtungen der Ressortforschung des BMVEL werden Beiträge zur effektiven Nutzung der Ressourcen und zur Minimierung der Austräge geleistet. Diese Arbeiten wurden bisher wenig bezüglich ihrer Beiträge zur globalen Ernährungssicherung strukturiert und bewertet.

Das Ziel des vom Senat der Bundesforschungsanstalten des BMVEL veranlassten Statusseminars besteht darin, einen Überblick vom Stand der entsprechenden Arbeiten zu erhalten und evtl. weitere Aktivitäten einzuleiten.

Das Statusseminar fand in den im Senat der Bundesforschungsanstalten zusammenarbeitenden Einrichtungen eine überaus erfreuliche Resonanz. Wir sind bemüht, auf diesem ersten Seminar alle Beitragsanmelder zu Wort kommen zu lassen. Daraus resultieren sehr kurze Vortragszeiten, für die wir um Verständnis bitten.

Wir freuen uns, dass sich Herr Staatssekretär Müller und Herr Kollege Lindhauer, Präsident des Senats der Bundesforschungsanstalten des BMVEL, bereit erklärt haben, in ihren einleitenden Vorträgen die Bedeutung derartiger Forschungen für das BMVEL herauszuarbeiten.

M. Brockmeier

G. Flachowsky

U. v. Poschinger-C.



## Nachhaltige Sicherung der Welternährung - Herausforderungen und politischer Handlungsbedarf

### Grußwort von Herrn Staatssekretär A. Müller

Sehr geehrter Herr Präsident Prof. Dr. Flachowsky! Sehr geehrter Herr Präsident Prof. Dr. Lindhauer! Sehr geehrte Damen und Herren!

Mit diesem Statusseminar greift die Ressortforschung ein national wie international wichtiges Thema auf – die Sicherung der Welternährung und die Beseitigung von Hunger und Unterernährung in den armen Ländern.

Es ist ein Thema, das in den letzten Jahren bei einer Reihe von Weltgipfeln, G8-Initiativen und anderen internationalen Verhandlungen und Veranstaltungen eine große Rolle gespielt hat, und zu dem auch die Bundesregierung und das BMVEL maßgebliche Initiativen ergriffen haben. Ich erinnere

- an den Welternährungsgipfel 1996, bei dem neben der Abschlusserklärung ein umfangreicher Aktionsplan verabschiedet wurde,
- an die UN-Millenniums-Generalversammlung, wo die Beseitigung von Armut und Unterernährung zu dem wichtigsten Entwicklungsziel des beginnenden Jahrtausends erklärt worden ist,
- an den „Welternährungsgipfel: Fünf Jahre danach“ 2002, bei dem festgestellt wurde, dass man weit hinter der „Road map“ zur Erreichung des Hungerhalbierungsziels 2015 zurückgeblieben ist,
- an den Weltgipfel für Nachhaltige Entwicklung in Johannesburg, bei dem u.a. auch die besondere Bedeutung ländlicher Räume für die sozioökonomische Entwicklung und die Sicherung einer ressourcenschonenden Landwirtschaft in den Mittelpunkt gestellt wurden,
- an die beiden großen internationalen Konferenzen, die BMVEL in 2002 und in 2003 zusammen mit dem BMZ und dem AA zu den Themen „Recht auf Nahrung“ sowie „Nahrungsmittelhilfe und langfristige Ernährungssicherung“ durchgeführt hat.

### Ausgangslage

Häufig werden hinsichtlich der künftigen Welternährungssituation malthusianische Szenarien an die Wand gemalt. Es wird immer wieder behauptet, wir steuerten aufgrund des Bevölkerungswachstums in eine globale Knappheit mit Nahrungsmitteln. Regional mag das zutreffen, global sieht es allerdings anders aus.

Die heutige Situation lässt sich m.E. kurz dahingehend charakterisieren, dass wir einerseits eine agrarische Überschussproduktion im Hinblick auf die derzeitige Verteilung der weltweiten Kaufkraft nach Nahrungsmitteln haben (sonst gäbe es nicht die extremen Konflikte bei den WTO-Verhandlungen im Agrarbereich).

Andererseits haben wir ein weltweites ungelöstes Armutproblem, vor allem im ländlichen Raum der Entwicklungsländer, was neben Naturkatastrophen und kriegerischen Auseinandersetzungen Hunger und chronische Unterernährung verursacht.

Deutliche Indizien dafür sind:

- Der inflationsbereinigte Preis für Agrargüter und Lebensmittel ist seit den 60er Jahren kontinuierlich und erheblich gesunken.
- Die sog. Terms-of-Trade für agrarische Exportgüter haben sich verschlechtert.
- Selbst in wichtigen Ländern mit einer Vielzahl Hungernder werden agrarische Überschüsse erzeugt (Drängen von Indien auf den weltweiten Reis- und Milchmarkt, rapide Exportsteigerungen in den letzten Jahren in Brasilien etc., Pflanzenölproduktion in Südostasien bei gleichzeitigem Fortbestehen von Hunger in diesen Ländern).

Die heutige Situation ist damit nur sehr begrenzt mit der Situation zu Beginn der Grünen Revolution in den 70er Jahren in Süd- und Südostasien vergleichbar:

- 35 % der Menschen waren weltweit nach Angaben der FAO damals chronisch unterernährt, heute sind es etwa 17 %;
- Indien und Pakistan waren mit Abstand die größten Empfängerländer der weltweiten Nahrungsmittelhilfe (die damals weltweit drei Mal so hoch war, wie sie heute ist);
- die Bevölkerungswachstumsrate war in den Entwicklungsländern damals ansteigend; sie ist heute abnehmend;

- Es wird geschätzt, dass die Weltbevölkerungszahl voraussichtlich auf 8,5 und 9,5 Mrd. steigen und dann eher wieder abnehmen wird.

Die FAO berechnete in einer Potenzialanalyse Ende der 80er Jahre, dass mit den damals verfügbaren Techniken weltweit 12 Mrd. Menschen ernährt werden können.

Aufgrund der o.g. Zahlen und Entwicklungen ist es technisch möglich, mit schon vorhandenen technischen Mitteln künftig die Welternährung zu sichern, durch

- sinnvolle Nutzung der heute schon vorhandenen fortgeschrittenen Techniken, Sorten und Tierrassen,
- Fortschreibung der durch konventionelle Züchtung möglichen weiteren Ertragssteigerungsraten bei den jeweiligen Pflanzen,
- Umstieg von Früchten, die geringe Nährstoffträge pro Hektar liefern, auf Früchte, die wesentlich höhere Nährstoffträge je Flächeneinheit liefern, z.B. Knollenfrüchten, bis hin zu entsprechenden Mischkulturen, Agroforstwirtschaft, sofern regional die natürlichen Bedingungen dafür vorliegen,
- Aquakultur, Ausdehnung gartenbaulicher Nahrungserzeugung, Gewächshauskulturen etc.,
- Nutzung geeigneter bislang noch nicht genutzter Flächen,
- Nutzung traditionell genutzter, derzeit nicht genutzter Flächen (aufgrund Konflikten, niedriger Erzeugerpreise oder mangelnder kaufkräftiger Nachfrage).

Die künftige Nachfrage-Entwicklung für Nahrungsmittel bis 2030 ist nach Auswertung der einschlägigen Dokumente der FAO wie folgt zu veranschlagen: Steigerung um 60 % aufgrund des Bevölkerungswachstums und steigender Nachfrage nach tierischen Produkten.

Eine Ausweitung der Produktion hat die begrenzten natürlichen Ressourcen, insbesondere Boden und Wasser, zu berücksichtigen.

Nach Ansicht der FAO wird es aber voraussichtlich global keine Ressourcenengpässe bei der Nahrungsmittelproduktion geben. Allerdings wird es sie regional geben, insbesondere auch aufgrund von Wasserknappheiten.

Diese kurzen Hinweise auf die heutige Welternährungslage zeigen, dass

- a) Armut und Unterernährung primär durch Verbesserung des Zugangs der Menschen zu ausreichender und qualitativ hochwertiger Nahrung bekämpft werden müssen; das gilt insbesondere für die gefährdeten Gruppen,
- b) die nachhaltige Ressourcennutzung absolute Priorität vor kurzfristigen Ertragssteigerungen auf Kosten der Umwelt haben muss.

Vor diesem Hintergrund möchte ich Ihnen kurz die Schwerpunkte der BMVEL-Politik in diesem Bereich darstellen, um anschließend den künftigen Forschungsbedarf insgesamt und mit speziellem Blick auf die Ressortforschung kurz zu skizzieren.

### **Recht auf Nahrung: den Zugang zu Nahrung verbessern**

In der breiten Öffentlichkeit ist viel zu wenig bekannt, dass 145 Unterzeichnerstaaten im sog. Pakt über wirtschaftliche, soziale und kulturelle Menschenrechte schon heute jedem Menschen auf dieser Erde das grundlegende Menschenrecht auf Nahrung völkerrechtlich verbindlich zugestanden haben.

Die anderen Staaten haben sich über die Allgemeine Menschenrechtserklärung politisch verpflichtet, dieses Recht zu realisieren.

Wir sind derzeit allerdings noch weit von einer vollen Realisierung dieses grundlegenden Menschenrechts entfernt – die Zahlen, die die FAO alljährlich zu den Fortschritten bei der Hungerbekämpfung herausgibt, zeigen das ganz deutlich.

In erster Linie stehen die jeweiligen nationalen Regierungen in der Pflicht, dieses Recht umzusetzen – zumindest schrittweise („progressive realization“). Die internationale Staatengemeinschaft ist verpflichtet, dort die notwendige Unterstützung zu leisten, wo – bei Aufwendung aller möglichen Ressourcen – die nationalen Regierungen dazu nicht in der Lage sind.

Der Recht-auf-Nahrung-Ansatz setzt am zentralen Problem der Bekämpfung von akutem Hunger und chronischer Unterernährung an: dem fehlenden Zugang vieler Gruppen in Entwicklungsländern zu ausreichendem Einkommen und zu Nahrungsmitteln.

Deshalb steht er im Mittelpunkt der Politik des BMVEL und der anderen verantwortlichen Ressorts (insb. BMZ und AA).

Wichtig ist es aus unserer Sicht, den in der Vergangenheit häufig zu einseitig ausgerichteten agrarsektoralen produktionsorientierten Ansatz der Hungerbekämpfung weiterzuentwickeln hin zu einem umfassenden Ernährungs-sicherungsansatz. Die FAO leistet insbesondere in der sozioökonomischen Abteilung unter Leitung von Professor de Haen (den viele von Ihnen sehr gut kennen) dazu eine hervorragende Arbeit. Ebenso möchte ich hier Professor Joachim von Braun als Leiter des „International Food Policy Research Institute“, IFPRI, erwähnen, mit dem wir sehr gut zusammenarbeiten.

Grundlage des Recht-auf-Nahrung-Ansatzes sind

- eine genaue Analyse der chronisch unterernährten Gruppen und der Gründe, warum sie unterernährt sind,
- darauf aufbauend die Planung und Durchführung von Maßnahmen zur schrittweisen Realisierung des Rechts auf Nahrung für alle Menschen in einem Land,
- einschließlich rechtegestützter Maßnahmen (Beschwerde/Klagemöglichkeiten bei Verletzungen dieses Rechts z.B. durch Vertreibungen, fehlende soziale Sicherheitsnetze etc.)
- sowie Benchmarking- und Monitoring-Mechanismen.

Die Vereinbarung der Entwicklung von Leitlinien zum Recht auf Nahrung war zentraler Fortschritt des „Welt-ernährungsgipfel: Fünf Jahre danach“ im Jahre 2002.

Die Zwischenstaatliche Arbeitsgruppe, die zur Entwicklung entsprechender Leitlinien zum Recht auf Nahrung eingerichtet wurde, hat bisher zwei Sitzungen erfolgreich abgehalten:

- eine erste Sitzung vom 24. bis 26. März 2003: Im Vordergrund standen die Formulierungen von Anforderungen an Struktur und Inhalte der Leitlinien durch Staaten, internationale Organisationen und NROs,
- eine zweite Sitzung vom 27. bis 29. Oktober 2003: In dieser Sitzung wurde zum ersten Entwurf des sog. Bureaus (erstellt von den jeweiligen Repräsentanten der jeweiligen FAO-Regionalgruppen) Stellung genommen.

Ziel ist es, im Juni 2004 in einer dritten Sitzung der Zwischenstaatlichen Arbeitsgruppe die Verhandlungen erfolgreich abzuschließen.

Ziel der Bundesregierung in diesem Prozess ist es, nicht langwierige schwierige menschenrechtliche Diskussionen zu führen – dazu ist die FAO auch nicht das geeignete Gremium – sondern für die Mitgliedstaaten praktisch umsetzbare und zielführende Empfehlungen zu erarbeiten.

In diesem Sinne unterstützt das Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft über einen sog. bilateralen Treuhandfonds mit der FAO auch entsprechende Maßnahmen zum Recht auf Nahrung:

- Es leistet einen maßgeblichen Beitrag zur Finanzierung der Arbeit der Zwischenstaatlichen Arbeitsgruppe und des FAO-Sekretariats,
- unterstützt Wirkungsanalysen rechtegestützter Maßnahmen (Länderfallstudien) zur Unterstützung der Arbeit des „Bureaus“,
- fördert Länderseminare zur Vorbereitung einer Recht-auf-Nahrung-Strategie, falls eine Regierung sich auf höchster Ebene verpflichtet, einen solchen Ansatz zu unterstützen und
- trägt zum Capacity-Building bei (z.B. über eine Anschubfinanzierung für das Sekretariat des nationalen Berichterstatters zum Recht auf Nahrung in Brasilien).

### **Welternährung und Weltagrarhandel**

Ein zweiter wichtiger Ansatzpunkt zur Beseitigung der Armut und der weltweiten Unterernährung ist die Fortentwicklung der globalen handelspolitischen Rahmenbedingungen. Handelsverzerrende Maßnahmen auf den internationalen Märkten, häufig zuungunsten der ärmeren Länder, müssen sukzessive in allen relevanten Produktbereichen verringert werden.

Dabei ist gleichzeitig darauf zu achten und sicherzustellen,

- dass eine zunehmende Liberalisierung nicht zu Umweltschäden führt, die dann wiederum mit knappen umwelt- oder entwicklungspolitischen Mitteln beseitigt werden müssen (falls dies überhaupt möglich ist),
- dass sie nicht untragbare soziale Probleme in den Entwicklungsländern hervorruft bzw. verstärkt,
- dass sie nicht die ökonomischen Grundlagen einer multifunktionalen Landwirtschaft in Europa in Frage stellt.

Die möglichen Gewinne aus den anstehenden Reformen müssen allen, insbesondere aber den Armen und Unterernährten, und der Umwelt zugute kommen.

Die Entwicklungen der Agrarproduktion und des Weltagrarhandels sind deshalb untrennbar von einer umfassenden Strategie zur nachhaltigen Entwicklung zu sehen.

Die WTO-Ministerrunde von Cancun ist gescheitert. Eine Reihe von Gründen war verantwortlich, warum das Treffen nicht den erhofften Durchbruch gebracht hat (Agrarthemen, Singapurthemen, Interessengegensätze der Entwicklungsländer im Hintergrund).

Eine nüchterne Bestandsaufnahme zeigt, dass sich neue Allianzen gebildet haben und bisherige Verfahrensabläufe an ihre Grenze gestoßen sind. Auf diese Veränderungen müssen wir uns einstellen und weiter im Gespräch mit allen Beteiligten nach gemeinsamen Lösungen suchen.

An unseren Zielen und Erwartungen, die kommende Welthandelsrunde als Entwicklungsrunde zu stärken, hat sich nichts geändert.

Eine Liberalisierung der Märkte allein führt nicht automatisch zur Beseitigung von Armut und chronischer Unterernährung und zum Erhalt der natürlichen Ressourcen. Erforderlich ist aus unserer Sicht eine differenzierte Vorgehensweise, die dem Entwicklungsstand und der Wettbewerbsfähigkeit der Entwicklungsländer Rechnung trägt und die Auswirkungen auf Natur und Umwelt ausreichend berücksichtigt.

Vor allem ist auch darauf zu achten,

- dass in den Entwicklungsländern tragfähige binnenwirtschaftliche Strukturen entstehen,
- dass der ländliche Raum in wirtschaftlicher Hinsicht mit den wachsenden Verbrauchszentren dieser Länder verbunden wird bzw. verbunden bleibt – vor allem mit den Hauptstädten dieser Länder, die in der Regel auch Hafenstädte sind.

Aufgrund der hohen Binnen-Transportkosten stehen diese Städte ökonomisch dem Weltmarkt heute bei zunehmend liberalisierten Weltmärkten sehr viel näher als den Kleinbauern in der Provinz, der wichtigsten Zielgruppe bei der Beseitigung von globaler Armut und Unterernährung (etwa drei Viertel der weltweiten Armen leben in ländlichen Räumen!).

Ein Schutzmechanismus (flexible Zollabbauformel und längere Umsetzungszeiträume beim Marktzugang) für Grundnahrungsmittel in Nahrungsmitteldefizitländer mit niedrigem Einkommen sollte deshalb bei den WTO-Verhandlungen unbedingt berücksichtigt werden.

Die sogenannte „food security box“ soll zudem durch die Schaffung von Fördermöglichkeiten zur ländlichen Entwicklung und der Ernährungssicherung ohne Abbaupflichtung für Entwicklungsländer ergänzt werden.

### **Nachhaltiger Konsum und Welternährung**

Neben erforderlichen weiteren Reformen der Welthandelsordnung durch die Regierungen im Rahmen der WTO sind aber auch unsere Verbraucher und die Privatwirtschaft gefragt.

Denn ein verantwortungsbewusstes Konsumverhalten der Verbraucher einerseits und die Einhaltung von „codes of good practice“ sowie freiwillige Öko- und Umweltkennzeichnungen durch die Unternehmen andererseits können die Erreichung der Nachhaltigkeitsziele (ökologische wie soziale) wesentlich fördern. Beim Weltgipfel für nachhaltige Entwicklung in Johannesburg hat die Staatengemeinschaft die wichtige Rolle eines verantwortungsbewussten Konsums einmütig festgestellt.

Die Bundesregierung wird daher Maßnahmen unterstützen, die den Verbrauchern helfen, ihr Verhalten an den Kriterien der Nachhaltigkeit auszurichten. Dies ist keine Bevormundung, sondern eine aktive Unterstützung von Verbraucherinnen und Verbrauchern, die ihre Konsumententscheidungen an ökologischen und sozialen Kriterien ausrichten wollen.

So enthält der Aktionsplan Verbraucherschutz das verbraucherpolitische Programm für diese Legislaturperiode. Handlungsfelder, Problembereiche und Schwerpunkte sind in diesem Aktionsplan benannt.

Einer der Schwerpunkte ist die Förderung von nachhaltigen Konsum- und Produktionsmustern, wie im Aktionsplan von Johannesburg formuliert festgelegt. Hier sehen wir eine Aufgabe des Staates, gesellschaftlich erwünschte Entwicklungen zu unterstützen. Das gilt nicht nur in umweltpolitischer, sondern auch in entwicklungspolitischer Hinsicht.

BMVEL wird aufgrund seiner ernährungs- wie verbraucherpolitischen Verantwortung so z.B. den Fairen Handel mit begrenzten Mitteln gezielt unterstützen. Es handelt sich hier zwar um eine Marktnische, dennoch kann über diese Marktnische eine Vielzahl von armen Bauern und Landarbeitern in den Entwicklungsländern wirksam unterstützt und gegen die enormen Preisschwankungen auf den Weltmärkten abgesichert werden. BMZ hat am 11.

November hierzu eine Dachkampagne gestartet. BMVEL wird mit eigenen Maßnahmen in Abstimmung mit dem BMZ und den anderen Ressorts diesen Bereich ebenfalls fördern.

Bisher profitieren etwa 800 000 Familien von Kleinbauern und Plantagenarbeitern in 45 Entwicklungsländern vom Fairen Handel. Der Gesamtumsatz beträgt bisher weltweit etwa 400 Mio. Dollar. Das Potenzial zur Steigerung des Absatzes ist auch in Deutschland – trotz der derzeit vorherrschenden „Geiz-ist-geil“-Kampagnen – erheblich, wenn man einer EMNID-Marketingstudie im Auftrag des BMU glauben darf.

Dieses Marktpotenzial in Industrieländern wie bei kaufkräftigen Schichten der Entwicklungsländer gilt es zu nutzen – wie das auch die FAO in neueren Studien herausstellt.

Und es kann durch gezielte Maßnahmen erschlossen werden, wie das in den letzten Jahren entsprechende Initiativen im Vereinigten Königreich, in Frankreich, in der Schweiz und in Österreich dokumentiert haben.

Wichtig ist es, in diesem Bereich mit Unterstützung der Repräsentanten unserer Gesellschaft (Politik, Sozialpartner, Kirchen, Medien) stärker als bisher den direkten Kontakt mit den Entscheidungsträgern in führenden Wirtschaftsunternehmen zu suchen, damit die in anderen Ländern nachgewiesene Win-Win-Situation auch in Deutschland zum Tragen kommt.

### **Erforschung verbesserter Produktionstechniken – ein unverzichtbarer Beitrag zur Sicherung der Welternährung**

Trotz dieses primär sozioökonomisch ausgerichteten Ansatzes zur Sicherung der Welternährung gilt es auch, Produktionsverfahren weiterzuentwickeln – und zwar mit besonderem Blick auf ihre Umweltverträglichkeit und Nachhaltigkeit.

An der Vielzahl der Beiträge zu diesem Statusseminar sehe ich, dass insbesondere in diesem Bereich bisher ein Schwerpunkt der Ressortforschung liegt. Ihre Erfahrungen und Ergebnisse können – falls die natürlichen und ökonomischen Voraussetzungen gegeben sind – auch ärmeren Ländern zugute kommen.

Die politischen Ziele sind hier durch die Konferenz von Rio 1992 und die Folgekonferenzen bis hin zum Johannesburg-Gipfel klar vorgegeben:

- Klimaschutz
- Erhaltung der Biodiversität und der genetischen Ressourcen
- Schutz des Bodens und der Wälder sowie der Wasserressourcen
- bis hin zum Ziel einer effizienten Energienutzung und einer nachhaltigen Energieerzeugung.

Wichtig ist es, im entwicklungspolitischen Zusammenhang die Entwicklungen dieser Techniken eng auf die Bedürfnisse und Möglichkeiten der armen Produzentengruppen auszurichten. Bei internationalen Geldgebern, wie der Weltbank, den regionalen Entwicklungsbanken und bei der EU besteht darüber heute ein weit größerer Konsens als noch vor 10 Jahren.

„Pro-Poor-Growth“ heißt das Schlagwort, das heute sowohl den Empfehlungen bei der ökonomischen wie der technischen Zusammenarbeit zugrunde liegt.

### **Grüne Gentechnik – Streitthema bei der Bekämpfung des Hungers**

Auch die Bewertung der Grünen Gentechnik kann und darf nicht auf der Ebene produktionstechnischer Effekte oder kurzfristiger betriebswirtschaftlicher Berechnungen stehen bleiben, sie muss in einen größeren Zusammenhang der Armutsbekämpfung eingeordnet werden.

Die Grüne Gentechnik kann Zuchtfortschritte und die Entwicklung neuer Produkte beschleunigen. Die eigentliche Ursache des Hungers, die Armut, kann sie aber nicht lösen (mangelnder Zugang zu Land, zu sozialen Sicherungssystemen, zu ausreichenden Einkommensmöglichkeiten in und außerhalb der Landwirtschaft).

Gerade im Hinblick auf diese Ursachen müssen die umwelt- und die sozioökonomischen Wirkungen einer Verbreitung dieser Techniken deshalb sorgfältig und im Vergleich zu den gegebenen konventionellen Alternativen abgewogen werden.

Aus Umwelt- und Naturschutzsicht haben die bisherigen Diskussionen und die Verabschiedung des Cartagena-Protokolls zur Konvention über die Biologische Vielfalt gezeigt, dass die Grüne Gentechnik nicht die von den Umweltexperten favorisierte Alternative ist.

Zur Beurteilung der Grünen Gentechnik im Hinblick auf die Einkommen der Menschen in ländlichen Räumen und den Landwirten in den Entwicklungsländern fehlen m.W. noch umfassende Studien. Dabei geht es u.a. auch um

die Berücksichtigung der mittel- und längerfristigen Preiseffekte, der Produktionsverlagerungs- und Wertschöpfungs-Verschiebungseffekte). Einzelbeispiele zeigen jedoch mögliche Probleme:

- Jasmin-Reis-Problematik (Ersatz thailändischer Exporte durch in den USA hergestellte Duftreis-Sorten) exemplarisch für weitere Produktions-Verschiebungseffekte,
- Arbeitskräftefreisetzung ohne derzeit alternative Einkommenschancen in der argentinischen Landwirtschaft exemplarisch für Veränderung der Wertschöpfungspotenziale zuungunsten von Landwirten und Landarbeitern,
- mögliche Verluste von Preisaufschlägen aufgrund von Verbraucherpräferenzen für GVOfreie Lebensmittel exemplarisch für mögliche Probleme bei der Erzeugung und dem Absatz von High-Value-Produkten (sowohl in Industrieländern als auch bei kaufkräftigen Schichten in Entwicklungsländern),
- Abhängigkeit von der Marktmacht der wenigen weltweit agierenden internationalen Saatgut- und Pflanzenschutzunternehmen (ebenfalls im FAO-Bericht 2015/2030 dargestellt).

Wichtig ist es m.E., sauber zwischen den forschungs- und wirtschaftspolitischen Fragen der Grünen Gentechnik einerseits und deren Möglichkeiten zur Bekämpfung von Hunger und Unterernährung andererseits zu unterscheiden, da ansonsten

- das Problem von Armut, Hunger und Unterernährung nicht gelöst
- und entwicklungspolitische Prioritäten falsch gesetzt werden können.

### **Projekte zur Welternährungssicherung im Rahmen eines bilateralen Treuhandfonds mit der FAO**

Lassen sich mich am Schluss noch erwähnen, dass das BMVEL seit dem Haushaltsjahr 2002 im Bereich der technischen Zusammenarbeit zur Ernährungssicherung verstärkt mit der FAO zusammenarbeitet. Diese technische Zusammenarbeit nutzen andere wichtige Mitgliedstaaten schon seit vielen Jahren, u.a. um ihre politische Schwerpunkte besser einzubringen und durchzusetzen.

Dem BMVEL wurden in 2002 aus dem Einzelplan 60 des BMF 8, 5 Mio. EURO zusätzliche Mittel (Terrorismusbekämpfung) zur Verfügung gestellt. Die damit von der FAO durchgeführten Projekte wurden kürzlich mit hervorragendem Ergebnis von der GTZ evaluiert.

Das BMVEL wird die Projektzusammenarbeit mit der FAO im Bereich Ernährungssicherung fortführen; entsprechende Haushaltsmittel sind dafür vorgesehen. Durch diese Projekte sollen ein direkter Beitrag zur Ernährungssicherung geleistet und unsere politischen Mitwirkungs- und Gestaltungsmöglichkeiten in den Entscheidungs- und Beratungsgremien der FAO unterstützt werden (Ausschuss für Welternährungssicherheit, Landwirtschaftsausschuss, Forstausschuss, Fischereiausschuss, FAO-Rat und FAO-Konferenz).

Ein gutes Beispiel dafür sind die Projekte zur Förderung der o.g. Recht-auf-Nahrung-Initiative.

Ein weiteres Beispiel ist die Unterstützung der Johannesburg-Initiative der FAO „Nachhaltige Landwirtschaft und ländliche Entwicklung“ und die Kooperation der FAO mit einem Projekt vom Deutschen Nachhaltigkeitsrat zur besseren Verbreitung von Informationen über standortgerechte ressourcenschonende Produktionsverfahren.

Meine sehr geehrten Damen und Herren, die stärkere Zusammenarbeit mit der FAO und ein verstärktes Engagement im Bereich Welternährung sind ein wichtiger politischer Schwerpunkt der Politik von Bundesministerin Künast. Unser Ziel ist es, in diese Zusammenarbeit auch stärker die Ressortforschung zu integrieren – direkt über das für Welternährung zuständige Referat 615 oder indirekt über die anderen Fachreferate im Ministerium.

Direkter Entscheidungshilfebedarf besteht insbesondere im Bereich der sozioökonomischen Analyse der Auswirkungen der aktuellen und künftig erforderlichen Reformen im Welthandel und ihrer Wirkungen auf die Entwicklungsländer wie auf die einheimische Agrarproduktion.

Wertvolle Unterstützung in den geschilderten Politikfeldern können aber auch die ernährungswissenschaftlich und produktionstechnisch ausgerichteten Institute und Mitarbeiter leisten.

In diesem Zusammenhang begrüße ich es sehr, dass der Senat der Bundesforschungsanstalten bei seiner Sitzung am 11./12. November eine Senatsarbeitsgruppe „Welternährung“ gegründet hat.

Ich möchte nun schließen, bin gespannt auf Ihre Beiträge und danke Ihnen für Ihre Aufmerksamkeit.

## Beitrag der Ressortforschung zur globalen Ernährungssicherung

M.G. Lindhauer<sup>1</sup>

Als auf dem Welternährungsgipfel in Rom im Juni vergangenen Jahres die Leitlinien zum Recht auf Nahrung verabschiedet wurden, rückten die Teilnehmer damit ein seit Jahrzehnten währendes Problem wieder in das Blickfeld der Öffentlichkeit und auf die Agenda der politisch Verantwortlichen. Das Grundrecht auf angemessene Ernährung ist noch immer vielen hundert Millionen Menschen auf dieser Erde versagt. Die Ursachen des Hungers in der Welt sind vielfältig, und ebenso vielfältig müssen die Lösungsansätze sein.

Wenn es in dieser Veranstaltung darum geht, Beiträge der Ressortforschung zur Sicherung der Welternährung aufzuzeigen, so ist das Wort „Beiträge“ zu unterstreichen. Wie groß unser Beitrag sein kann, vermag ich hier nicht abzuschätzen. Tatsache ist aber, dass der Nahrungsmittelmangel nicht allein – nicht einmal hauptsächlich – ein Problem der Agrarforschung ist. Schaut man sich die Bevölkerungsentwicklung an, wird deutlich, dass es vor allem ein demographisches Problem ist. Leben jetzt gut 6 Milliarden Menschen auf und von unserer Erde, so werden es nach Schätzungen der Deutschen Stiftung Weltbevölkerung 2015 mindestens 7 Milliarden sein. Das Wachstum findet dabei nahezu ausschließlich in den Entwicklungsländern statt. Die „Verdopplungszeit“ – ein theoretischer Schätzwert, der angibt, in welchem Zeitraum sich eine Bevölkerung bei konstanter gegenwärtiger Wachstumsrate verdoppeln würde – beträgt für die Entwicklungsländer ohne China 37 Jahre, während sie für die Industrieländer bei rund 750 Jahren liegt.

Es ist augenscheinlich, dass es einen Zusammenhang gibt zwischen der Steigerung der absoluten Nahrungsmittelproduktion, zum Beispiel im Zuge der Grünen Revolution, und der Vermehrung der Weltbevölkerung. Ohne eine Verlangsamung des Bevölkerungswachstums ist das Hungerproblem nicht zu lösen. Und hierzu bedarf es gravierender gesellschaftlicher Änderungen in den Entwicklungsländern – Stichwort Geburtenkontrolle; Rolle der Kinder bei der sozialen Sicherung der Familie etc. Gelingt dies nicht, werden auch künftig die Errungenschaften der Agrarforschung von der demographischen Entwicklung im wahrsten Sinne des Wortes aufgefressen.

Ein anderes weites Feld ist das Verteilungsproblem. Im Prinzip werden heute genügend Nahrungsmittel produziert, um die derzeitige Weltbevölkerung ausreichend ernähren zu können – und das nicht nur mit pflanzlichen Produkten, sondern auch mit Protein tierischer Herkunft. Aber es ist keine neue Erkenntnis, dass auf der einen Seite Lebensmittel zur Grundversorgung fehlen, während auf der anderen Seite so viel Nahrung konsumiert wird, dass es schon wieder gesundheitsschädlich ist. Allein in Deutschland werden die Kosten für ernährungsbedingte Krankheiten, also die Folgen von Über- und Fehlernährung, auf mehr als 50 Milliarden Euro pro Jahr geschätzt. Diese Tendenz zur „Überernährung“ beschränkt sich nicht nur auf die „etablierten“ Industrienationen. Auch in den bevölkerungsreichen Schwellenländern ist eine Steigerung des Pro-Kopf-Verbrauchs an Nahrungsmitteln – gerade auch tierischen Ursprungs – zu verzeichnen.

Sprechen wir von der Verteilung der Nahrungsgüter, so ist damit auch der weltweite Warenverkehr gemeint. Die Ausfuhr von direkt oder indirekt subventionierten Nahrungsmitteln aus den Industrieländern in die Dritte-Welt-Staaten stört dort – sofern es sich nicht um akute Notfallhilfen handelt – die organisch gewachsene Agrarproduktion und Lebensmittelwirtschaft. Einfuhrzölle an den Grenzen der Industrienationen auf verarbeitete Agrarprodukte aus den Entwicklungsländern beeinträchtigen dort die Wertschöpfung der lokalen verarbeitenden Betriebe und tragen dazu bei, die Rolle dieser Länder als Lieferant billiger Rohstoffe zu zementieren.

Agrarökonomie kann hier Beratungshilfen geben, zum Beispiel durch die Modellierung der Auswirkungen der WTO-Vereinbarungen. Gefordert ist hier aber vor allem die internationale Politik.

Meine Damen und Herren, all das soll keinesfalls von der Verantwortung und dem Potenzial der Agrarforschung im Bereich der Welternährung ablenken. Es soll aber verdeutlichen, dass die Agrarforschung – und damit auch die Ressortforschung des BMVEL – nur Teile für das große Mosaik mit Namen „Ernährungssicherung“ liefern kann. Wie vielfältig dabei die einzelnen Bausteine sind, zeigt die heutige Veranstaltung eindrücklich. Ich möchte die Beiträge in zwei große Gruppen fassen und diese näher charakterisieren: Produktivitätssteigerung und Qualitätssteigerung.

Steigerung der Flächenerträge bzw. Intensivierung ist für uns in Mitteleuropa ein Begriff, der in den letzten 20 Jahren angesichts der landwirtschaftlichen Überproduktion beinahe zum Unwort geworden ist. Weltweit sieht das Bild anders aus: Von 1960 bis heute hat sich die Zahl der Menschen, die von Landknappheit betroffen sind, von 97 auf 415 Millionen mehr als vervierfacht. Immer mehr Menschen haben immer weniger Land und Wasser zur

---

<sup>1</sup> Präsident des Senats der Bundesforschungsanstalten. Institut für Getreide-, Kartoffel- und Stärketechnologie, Bundesanstalt für Getreide-, Kartoffel- und Fettforschung (BAGKF), Schützenberg 12, 32756 Detmold, E-Mail: m.lindhauer@bagkf.de

Verfügung und werden sich von immer weniger landwirtschaftlicher Nutzfläche ernähren müssen. Im Sinne eines nachhaltigen Ressourcenmanagements ist es daher von besonderer Bedeutung:

- ertragsstarke, ertragssichere und Standort-angepasste Kulturpflanzen zur Verfügung zu haben,
- trockenheits- und salztolerante Sorten zu entwickeln, mit denen sich zusätzliche Flächen für die Landbewirtschaftung erschließen lassen,
- Verfahren des Pflanzenbaus sowie des Pflanzen- und Vorratsschutzes an die standörtlichen Bedingungen und die technisch/infrastrukturellen Gegebenheiten der jeweiligen Anbauregionen anzupassen
- und nicht zuletzt auch neue Wege zu finden, bislang nicht genutzte Pflanzen oder Nebenprodukte der Agrar-erzeugung als Futter- bzw. Lebensmittel zu verwerten.

Hier tun sich vielfältige Perspektiven für die Ressortforschung auf. Die Beiträge vor allem aus der FAL, der BBA, der BAZ und des ATB geben einen Eindruck von der Spannweite der bearbeiteten Themen, die auf Ernährungssicherung und nachhaltige Landbewirtschaftung ausgerichtet sind. Die Betonung – und dadurch unterscheiden sich heutige Forschungsansätze zur landwirtschaftlichen Produktion vielleicht am deutlichsten von Ansätzen aus den 60ern und 70ern – liegt dabei ganz klar auf Ressourcenschonung. Die Schlüsselressourcen für die Agrarproduktion, wie Nutzfläche, Wasser, fossile Energie, stehen nur begrenzt zur Verfügung – eine Einsicht, die derzeit stärker in den Köpfen von Wissenschaftlern und Politikern präsent ist als noch vor 30 Jahren. Das bedeutet auch, offen zu sein und zu bleiben für die heutigen Möglichkeiten moderner Technik – Agrartechnik wie Biotechnologie –, denn ihre verantwortungsvolle Nutzung kann zusätzliche Optionen bieten für eine effiziente Produktion bei größtmöglicher Schonung der Ressourcen.

Hiermit gleiten wir direkt über in den zweiten, vorhin angesprochenen Punkt, die Steigerung der Qualität. Dieser Begriff erstreckt sich nicht nur auf die Qualität der Agrarprodukte, sondern auch auf die Produktionsqualität, also die Qualität der landwirtschaftlichen Erzeugung. Hier hat es in den vergangenen Jahren – auch durch die Ressortforschung – wesentliche Impulse gegeben. Genannt seien die Diskussionen zur Guten fachlichen Praxis und darüber hinaus gehende Standards. Die Implementierung von Produktionsstandards in Entwicklungs- und Schwellenländern ist eine Aufgabe, mit der sich mehrere Kollegen aus dem Ressortforschungsbereich befassen – wenn auch meist nur am Rande ihrer eigentlichen Tätigkeiten.

Auch die Sicherheitsforschung zur Bewertung transgener Organismen fällt in den Bereich „Qualität“ und ist eine wichtige Aufgabe der Ressortforschung – auch angesichts der Tatsache, dass sich die Grüne Gentechnik nicht nur in den USA etabliert hat, sondern derzeit auch in einigen Schwellenländern wie China auf dem Vormarsch ist.

Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zur Erhöhung der Qualität landwirtschaftlicher Produkte tragen dazu bei, den Standard des Nahrungsmittelangebots zu verbessern. Dazu gehört es, Produktionsbedingungen zu entwickeln, mit denen sich wertgebende Inhaltsstoffe erhöhen lassen. Dazu gehören aber auch Analysen zur Belastung der Lebensmittel mit Kontaminanten wie Mykotoxinen oder Dioxin, Rückständen von Pflanzenschutzmitteln und anderen unerwünschten Stoffen wie Schwermetalle. Hier liefern vor allem die produkt- und ernährungsbezogenen Bundesforschungsanstalten wichtige Beiträge.

Ein letzter Aspekt, auf den ich eingehen möchte, ist der wissenschaftliche Austausch mit Entwicklungsländern. In vielen unserer Einrichtungen arbeiten Doktoranden und Gastwissenschaftler aus Dritte-Welt-Staaten, die die Möglichkeit erhalten, sich mit hiesigem Know-how vertraut zu machen und dieses in ihren Heimatländern umzusetzen und weiterzugeben. Dabei muss allen Beteiligten bewusst sein, dass es in der Regel keine ein-zu-eins-Übertragungen gibt. Methoden und Standards, die bei uns zielführend sind, brauchen dies in Entwicklungsländern keineswegs zu sein. Elektronische Steuerungsgeräte beispielsweise sind an Orten mit unsicherer Stromversorgung nicht praktikabel. Arbeitsabläufe, die von geschultem Personal durchgeführt werden müssen, zum Beispiel beim Pflanzenschutz, sind in Regionen mit hoher Analphabetisierungsrate nur schwer zu realisieren. Oft sind es ganz banale Dinge, die über einen Erfolg von Forschungs- und Entwicklungsprojekten in Entwicklungsländern entscheiden. Das heißt: Bei Projekten mit Bezug auf die Dritte Welt reicht es nicht, Gastwissenschaftlern einen Aufenthalt an unseren Einrichtungen zu ermöglichen. Oft ist es sinnvoll, zum Teil sogar unbedingt geboten, dass sich unsere Wissenschaftler mit den Gegebenheiten vor Ort vertraut machen, um sich in die Situation besser eindenken zu können. Von daher kann und sollte ein wissenschaftlicher Austausch keine Einbahnstraße sein.

Solche Aufenthalte sind in der Regel nur durch Drittmittelprojekte, z. B. durch die GTZ, zu finanzieren oder durch die gezielte Einladung eines Experten durch die Regierungen der Gastgeberländer oder die Wirtschaft. Die Bundesforschungsanstalten selbst besitzen hier praktisch keine eigenen finanziellen Spielräume. Wenn im Geschäftsbereich des BMVEL die Auffassung vertreten wird, die Potenziale unserer Ressortforschungseinrichtungen bei

der Hunger- und Armutsbekämpfung stärker zu nutzen, wäre es sinnvoll, über flexible Strukturen nachzudenken, die es den Forscherinnen und Forschern erleichtern, sich in diese Projekte einzubringen.

Die heutige Veranstaltung zeigt, dass die Bundesforschungsanstalten und Leibniz-Institute im Geschäftsbereich des BMVEL über eine breite Kompetenz im Bereich der naturwissenschaftlich/technischen Agrarforschung, der Agrarökonomie und der Ernährungsforschung verfügen. Viele der hier bearbeiteten Forschungsthemen tragen nicht nur dazu bei, Fragen, die für Deutschland und Europa relevant sind zu lösen, sondern haben auch eine globale Dimension. Damit tragen unsere Einrichtungen im Rahmen ihrer Möglichkeiten dazu bei, Lösungen und Strategien zu entwickeln für das Ziel, die Welternährungslage zu verbessern und nachhaltig produzierte Lebensmittel in hoher Qualität bereitzustellen.



## **Globale Umweltbelastung durch Ozon: Ein Risikofaktor für die landwirtschaftliche Pflanzenproduktion**

J. Bender<sup>1</sup>, H.-J. Weigel

### **Hintergrund und Zielsetzung**

Ozon als Hauptbestandteil des photochemischen „Sommersmogs“ ist gegenwärtig der wichtigste phytotoxische Luftschadstoff. Es wird über chemische Reaktionen aus Stickoxiden und flüchtigen organischen Verbindungen (VOCs) unter dem Einfluss kurzwelliger Strahlung (Sonnenlicht) gebildet. Im Jahresmittel sind die Ozonkonzentrationen heute zwei- bis dreimal höher als vor hundert Jahren. Neuere Modellberechnungen auf der Grundlage von IPCC-Emissionszenarien deuten darauf hin, dass es in den nächsten Jahrzehnten weltweit zu einer weiteren erheblichen Ausdehnung der Flächen bzw. Gebiete kommt, die im Sommer höhere mittlere Ozonkonzentrationen aufweisen als heute, mit „Hot-Spots“ in Nord- und Südamerika, Asien, Zentralafrika und Europa. Dies bedeutet, dass v.a. in Regionen, in denen man zukünftig mit steigender Industrialisierung und zunehmendem Nahrungsbedarf rechnen muss, auch gleichzeitig das Risiko pflanzenschädigender Ozonkonzentrationen ansteigt. Erste Hinweise auf Ertragsverluste bei bestimmten Kulturen durch Ozon lieferten Ergebnisse aus dem National Crop Loss Assessment Network (NCLAN) der USA Mitte der 80er Jahre. Daraufhin wurden auch in Europa die Untersuchungen auf landwirtschaftliche Kulturen intensiviert. Ein internationales Forschungsprogramm der EU (European Open-Top Chamber Programme) führte zur Erkenntnis, dass auch in Europa mit Schäden an einzelnen Kulturen zu rechnen ist. Das Institut für Agrarökologie beteiligte sich an diesem Programm und beschäftigt sich seitdem in Form von Expositionsversuchen in Freilandkammern mit den Auswirkungen umweltrelevanter Ozonkonzentrationen auf Kulturpflanzen, Pflanzen des Dauergrünlandes und Wildpflanzen. Die Ergebnisse liefern die Grundlagen für eine nationale Risikoabschätzung sowie für die Festlegung der kritischen Belastungswerte (Critical levels).

### **Ergebnisse**

Kurzfristig auftretende, hohe Ozonkonzentrationen führen bei empfindlichen Pflanzenarten zu sichtbaren Schädigungen der Blätter. Zu den besonders empfindlichen Arten gehören unter anderem verschiedene Vertreter der Leguminosen (z.B. Buschbohnen, Weißklee). Längerfristige, chronische Expositionen mit mittleren bzw. relativ niedrigen Ozonkonzentrationen verursachen häufig Veränderungen im Stoffwechsel von Pflanzen, in deren Folge Chlorosen, vorzeitige Seneszenz, Wachstums- und Ertragsreduktionen, verminderte Bildung von Reservestoffen oder eine Abnahme der Krankheitsresistenz auftreten können.

### **Ableitung von Critical levels**

Im Rahmen der Genfer Konvention über weitreichende, grenzüberschreitende Luftverunreinigungen (LRTAP) entwickelt die UN-ECE Strategien zur Reduzierung der Luftverunreinigungen und ihrer Auswirkungen. Zur Bekämpfung des Ozonproblems bedarf dies entsprechender Protokolle für NO<sub>x</sub> und VOC. Das Institut für Agrarökologie ist Mitglied im „International Cooperative Programme/Vegetation“ der UN-ECE und trägt mit seinen wirkungsbezogenen Arbeiten zur Festlegung von Critical levels zum Schutz der Vegetation bei. Zur Ableitung von Critical levels werden Expositions-Wirkungsbeziehungen ermittelt, d.h. quantitative Beziehungen zwischen der Ozonbelastung und einem relevanten Pflanzenparameter, wie etwa dem Kornertag bei Getreide. Die derzeit in Europa diskutierten Luftqualitätskriterien zum Schutz landwirtschaftlicher Kulturen beruhen auf Werten aus solchen Expositions-Wirkungsbeziehungen für definierte Schädigungsgrade (z.B. 5 bzw. 10 % Ertragseinbußen). Die Ozonbelastung wird dabei nicht mehr wie früher als Mittelwert der Konzentration über die Saison ausgedrückt, sondern in Form einer Ozondosis oberhalb eines Schwellenwertes von 40 ppb, dieser so genannte AOT40 enthält also eine Wichtung der Ozonkonzentration und trägt einer kumulativen Ozonwirkung Rechnung. Neuere Erkenntnisse führten in den letzten Jahren zur Entwicklung flussbezogener Wirkungsbeziehungen. Die Wirkung (z.B. auf den Ertrag) wird hierbei nicht mehr in Beziehung gesetzt zur Ozonbelastung in der Außenluft, sondern man versucht den Ozonfluss in die Pflanze zu modellieren, um damit die biologisch relevante Größe der Ozonaufnahme zu bestimmen. Die experimentelle Datengrundlage ist jedoch noch unzureichend, um fundierte Aussagen hinsichtlich kritischer Belastungsgrenzen für Pflanzen treffen zu können.

---

<sup>1</sup> Institut für Agrarökologie der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Bundesallee 50, 38116 Braunschweig, E-Mail: juergen.bender@fal.de

### Unsicherheiten bei der Ableitung von Critical levels und Forschungsbedarf

Die Übertragung der Expositions (bzw. Fluss)-Wirkungsbeziehungen auf Freilandverhältnisse ist aus verschiedenen Gründen problematisch:

- Die Wirkungsabschätzungen basieren auf Kammerversuchen (open-top Kammern), in denen meist optimale Wachstumsbedingungen (Wasser- und Nährstoffversorgung, strikte Kontrolle von Pflanzenkrankheiten) für die Versuchspflanzen geschaffen wurden. Zudem begünstigen die in den Kammern herrschenden atmosphärischen Eigenschaften die Ozonaufnahme und überschätzen damit dessen Wirkung. Notwendig sind künftig Untersuchungen in kammerlosen Expositionssystemen.
- Die erheblichen arten- und sortenspezifischen Unterschiede, Wechselwirkungen von Ozon mit biotischen und abiotischen Wachstumsfaktoren sowie ungenügende Kenntnisse über die tatsächliche Ozonaufnahme von Pflanzenbeständen erschweren allgemeine Aussagen zur Vegetationsgefährdung.
- Die Ozonempfindlichkeit vieler landwirtschaftlich bedeutender Arten (Wintergetreide, Raps, Mais, Zuckerrüben) ist nicht hinreichend bekannt. Keinerlei Informationen existieren über Ozonwirkungen bei Energiepflanzen (nachwachsende Rohstoffe) oder gentechnisch veränderten Pflanzen.
- Die Wirkungen von Ozon auf die Qualität von Nahrungs- und Futterpflanzen für die menschliche und tierische Ernährung sind zu wenig untersucht.
- Eine ökonomische Bewertung von Ertrags- oder Qualitätsverlusten ist nach dem gegenwärtigen Kenntnisstand nicht möglich.

### Kooperationen

National: Universitäten Gießen und Hohenheim; GSF Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt; Landesumweltamt NRW. Mitglied der AG „Wirkungen von Ozon auf Pflanzen“ in der Kommission Reinhaltung der Luft im VDI/DIN. International: FAL Zürich-Reckenholz/Schweiz; Wageningen/Holland; CIEMAT/Spanien; Newcastle/England; Mitglied im 'International Cooperative Programme' der UNECE (ICP Vegetation).

### Literatur (Übersichten)

- Barnes J, Bender J, Lyons T, Borland A (1999) Natural and man-made selection for air pollution resistance. *Journal of Experimental Botany* 50: 1423-1435.
- Bender J (2002) Luftverunreinigungen. In: Krug H, Liebig HP, Stützel H (Hrsg), *Gemüseproduktion*. Ulmer, pp. 47-55.
- Bender J, Weigel, HJ (1995) Zur Gefährdung landwirtschaftlicher Kulturpflanzen durch troposphärische Ozonkonzentrationen. *Ber. Ldw.* 73: 136-156.
- Bender J, Weigel HJ (2003) Ozone stress impacts on plant life. In: Ambasht RS, Ambasht NK (eds), *Modern Trends in Applied Terrestrial Ecology*, Kluwer Academic/Plenum Publ., pp. 166-182.
- Grünhage L, Krause GHM, Köllner B, Bender J, Weigel HJ, Jäger HJ, Guderian R (2001) A new flux-orientated concept to derive critical levels for ozone to protect vegetation. *Environ Pollut* 111: 355-362.
- Weigel HJ, Bender J (2000) Wirkungen von Ozon auf landwirtschaftliche Pflanzen und Wildpflanzenarten. *SchR VDI-Komm Reinhaltung der Luft* 32:115-135.

## Auswirkungen von Klimaänderungen auf die landwirtschaftliche Pflanzenproduktion

H.J. Weigel<sup>1</sup>

### Hintergrund

Die globale atmosphärische CO<sub>2</sub>-Konzentration hat während der letzten 100 Jahre von ca. 280 ppm auf gegenwärtig ca. 365 ppm erhöht. Dieser Trend setzt sich mit noch größerer Geschwindigkeit als bisher fort. In 100 Jahren wird sich die CO<sub>2</sub>-Konzentration auf Werte zwischen 550-900 ppm erhöht haben. Landwirtschaftliche Kulturpflanzen und Agrarökosysteme sind global indirekt und direkt von diesem CO<sub>2</sub>-Anstieg betroffen. Richtung und Ausmaß dieser Beeinflussung sind allerdings noch offen.

Indirekt trägt CO<sub>2</sub> (mit anderen Spurengasen) zu einer Veränderung des Klimas bei. Diese Klimaänderungen (höhere Temperaturen, andere Niederschlagsverhältnisse) werden Wachstum und Ertrag vieler Kulturpflanzenarten negativ beeinflussen. Höhere Temperaturen z.B. beschleunigen die Entwicklung und dadurch sinken bei Getreide die Kornerträge. Sollte Wassermangel auftreten, wird dies die am stärksten wachstumshemmende Klimawirkung sein. Neben einem Anstieg der globalen Durchschnittstemperaturen (+ 1,4° bis + 5,8° C) wird eine Zunahme der Klimavariabilität bzw. von Klimaextremen erwartet. Voraussagen zu den regional bzw. lokal konkret zu erwartenden Klimaänderungen sind allerdings nach wie vor sehr unscharf. Für Europa wird z.B. eine relativ stärkere Zunahme der Durchschnittstemperaturen in den nördlichen (2,5°-4,5° C) im Vergleich zu den südlicheren Breiten (1,5°-4,5° C) angenommen. Vorhersagen zu regionalen Niederschlagsentwicklung sind ebenfalls sehr unsicher. Trockenheitsprobleme sollen insbesondere in den Mittelmeerländern zunehmen.

Erhöhte CO<sub>2</sub>-Konzentrationen beeinflussen Kultur- und Wildpflanzen zusätzlich in direkter Weise. Da die heutige CO<sub>2</sub>-Konzentration für die meisten C<sub>3</sub>-Pflanzen suboptimal ist, führt eine CO<sub>2</sub>-Erhöhung zu einer Stimulation der Photosynthese und des Pflanzenwachstums (sog. „CO<sub>2</sub>-Düngeeffekt“) sowie zu einer Reduktion der Transpiration. In Experimenten sind unter optimalen Wachstumsbedingungen (Klimakammern) durch eine CO<sub>2</sub>-Erhöhung Biomasse- bzw. Ertragszuwächse von 20%-35% erzielt worden.

Inwieweit die geschilderten negativen und positiven Klimawirkungen sich gegenseitig beeinflussen, ist von entscheidender Bedeutung für die Vorhersage zukünftiger Erntemengen. Insbesondere die Quantifizierung des CO<sub>2</sub>-Düngeeffektes ist eine wesentliche Voraussetzung dafür, modellgestützte Ertragsprognosen zu verbessern, da die physiologische CO<sub>2</sub>-Wirkung die Aussagen der Klimamodelle erheblich beeinflusst. Die Arbeiten des Instituts für Agrarökologie leisten dazu Beiträge. Bearbeitet werden Klimaeffekte auf die Pflanzenproduktion (Ackerbau, Grünland) und auf Böden. Effekte auf Pflanzenkrankheiten und Schädlinge sowie direkte Effekte auf die Tierproduktion (Tiergesundheit) können nicht berücksichtigt werden.

### Ziel

Untersucht werden in experimentellen Versuchsansätzen Fragen zur Auswirkung erhöhter atmosphärischer CO<sub>2</sub>-Konzentrationen und deren Wechselwirkungen mit weiteren Klimaparametern im Hinblick auf die Leistungen von landwirtschaftlichen Kulturpflanzen (Wachstum Ertrag, Qualität) und die Funktionsfähigkeit von Agrarökosystemen (Wasser- und Energieflüsse, Kohlenstoffspeicherung, Biodiversität). Ziel ist es, Prozessdaten zur Bewertung der vorausgesagten Klimaänderungen auf die Pflanzenproduktion zu erzeugen. Diese Daten dienen insbesondere auch der Entwicklung und Validierung entsprechender Vorhersagemodelle sowie als Grundlage zur Ableitung von Anpassungsstrategien für die Landwirtschaft.

### Methoden

In Untersuchungsansätzen, die vom Labormaßstab bis zur Fruchtfolge unter realen Anbaubedingungen reichen, werden einzelne Klimaparameter (z.B. CO<sub>2</sub>-Konzentration, Wasserversorgung, Temperatur) experimentell variiert und damit unterschiedliche Klimaszenarien simuliert. Die Reaktionen der Pflanzen bzw. der betrachteten Systeme werden mit pflanzenphysiologischen, pflanzenbaulichen und bodenökologischen Methoden gemessen. Im Mittelpunkt steht die Bewertung des CO<sub>2</sub>-Düngeeffektes. Seit kurzem wird hierzu eine aufwendige und weltweit selten angewandte Freiland-CO<sub>2</sub>-Expositionstechnik (Free Air Carbondioxide Enrichment = FACE) eingesetzt, die es gestattet, das Klima ganzer Agrarökosystemausschnitte auszulernen.

### Ergebnisse

Die bisher in zahlreichen Einzelprojekten erzielten Ergebnisse sind nicht im Einzelnen darstellbar und in der angeführten Literatur z.T. beschrieben. Folgende generelle Trends der Reaktionen der untersuchten Kulturpflanzen-

---

<sup>1</sup> Institut für Agrarökologie der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Bundesallee 50, 38116 Braunschweig, E-Mail: hans.weigel@fal.de

arten (Klee, Weidelgras, Zuckerrübe, Wintergerste, Winterweizen, Sommerweizen) auf eine Erhöhung der atmosphärischen CO<sub>2</sub>-Konzentration (450 – 550 ppm) lassen sich bisher festhalten:

- Zunahmen der Biomasse- bzw. der Kornerträge um 10% - 25% (bei ausreichender Nährstoffversorgung)
- Erhöhungen der Wasserausnutzungseffizienz
- Reduktionen der Stickstoff- bzw. Proteingehalte im pflanzlichen Gewebe (Blatt, Korn).

### Kooperationen

National: Universitäten Braunschweig, Giessen und Hohenheim. International: Cordoba/Spain, Aberdeen und Rothamstedt/UK, Wageningen/Holland, Bern-Liebefeld/Schweiz, Beijing/China, New York und Raleigh/USA. Das FACE-Projekt ist innerhalb des IGBP (International Geosphere-Biosphere Programme) im Core Project GCTE (Global Change and Terrestrial Ecosystems) Mitglied des globalen „Elevated CO<sub>2</sub> Network“.

### Schlussfolgerung und Forschungsbedarf

Die Zunahme der atmosphärischen CO<sub>2</sub>-Konzentration kann sich bei entsprechenden landwirtschaftlichen Management positiv auf die Ertragsleistung von Pflanzen auswirken und damit den negativen Effekten z.B. einer Wasserverknappung bzw. einer Temperaturzunahme entgegenwirken. Diese Einschätzung beruht allerdings nur auf Ergebnissen aus monofaktoriellen Versuchen, in den jeweils nur eine Klimavariante variiert wurde. Erforderlich ist eine nächste Generation von Versuchsanstellungen, in denen die Wechselwirkungen verschiedener Klimaparameter untereinander untersucht werden. Dazu zählt auch die stärkere Berücksichtigung möglicher indirekter Effekte, die sich aus dem durch die Klimaänderung ergebenden Auftreten neuer Pflanzenkrankheiten ergeben könnten. Notwendig ist zudem eine stärkere Ausrichtung von Forschungsaktivitäten auf mögliche Anpassungsstrategien im landwirtschaftlichen Management für die o.g. Klimaszenarien. Wenig bekannt ist zur Zeit auch, inwieweit die Qualität pflanzlicher Produkte durch Klimaänderungen betroffen sein könnte und welche Gegenmaßnahmen (Düngung etc.) möglich sind.

### Literatur (Auswahl)

- Brunnert H, Weigel H-J (1997) The rise of atmospheric CO<sub>2</sub>- Disadvantage or benefit for agriculture ? *Plant Research and Development* 46: 7-32.
- Burkart S, Manderscheid R, Weigel H-J (2000) Interaction of photosynthetic flux density and temperature on canopy photosynthesis of spring wheat under different CO<sub>2</sub> concentrations. *Journal of Plant Physiology* 157/1: 31-39.
- Burkart S, Manderscheid R, Weigel H-J (2003) Interactive effects of elevated CO<sub>2</sub>-concentrations and plant available water content on canopy evapotranspiration and conductance of spring wheat. *European Journal of Agronomy*, in press.
- Fangmeier A, DeTemmermann L, Mortensen L, Kemp K, Burke J, Mitchell R, VanOijen, M, Weigel H-J (1999) Effects on nutrients and on grain quality in spring wheat crops grown under elevated CO<sub>2</sub> concentrations and stress conditions in the European, multiple-site experiment „ESPACE-wheat“. *European Journal of Agronomy* 10 (3-4): 215-229.
- Hudak C, Bender J, Weigel H-J, Miller J E (1999) Interactive effects of elevated CO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> and water deficit on spring wheat (*Triticum aestivum* L. cv Nandu). *Agronomie* 19: 677-687.
- Manderscheid R, Bender J, Schenk U, Weigel H-J (1997) Response of biomass and nitrogen yield of white clover to radiation and atmospheric CO<sub>2</sub> concentration. *Environmental and Experimental Botany* 38: 131-143.
- Manderscheid R, Burkart S, Bramm A, Weigel H-J (2003) Effect of CO<sub>2</sub> enrichment on growth and daily radiation use efficiency of wheat in relation to temperature and growth stage. *European Journal of Agronomy* 19: 411-425.
- Manderscheid R, Weigel H-J (1997) Photosynthetic and growth responses of old and modern spring wheat cultivars to atmospheric CO<sub>2</sub>-enrichment. *Agriculture Ecosystems & Environment* 64: 65-73.
- Manderscheid R, Weigel H-J (1998) Implications of rising atmospheric CO<sub>2</sub>-concentrations for future crop production. In: N. El Bassam et al. (eds.): *Sustainable Agriculture for Food, Energy and Industry*. James & James Science Publishers Ltd., 64-68.
- Rodriguez D, Ewert F, Goudriaan J, Manderscheid R, Burkart S, Weigel H-J (2001) Modelling the response of wheat canopy assimilation to atmospheric CO<sub>2</sub> concentrations. *New Phytologist* 150: 337-346.
- Schenk U, Jäger H-J, Weigel H-J (1996) Nitrogen supply determines responses of yield and biomass partitioning of perennial ryegrass to elevated atmospheric CO<sub>2</sub> concentrations. *Journal of Plant Nutrition* 19: 1423-1440.
- Schenk U, Jäger H-J, Weigel H-J (1997) The response of perennial ryegrass/white clover swards to elevated atmospheric CO<sub>2</sub> concentrations. II. Effects on yield, fodder quality and water use. *Grass and Forage Science* 52: 232-241.
- Schenk U, Manderscheid R, Hugen J, Weigel H-J (1995) Effects of CO<sub>2</sub> enrichment and intraspecific competition on biomass partitioning, nitrogen content and microbial biomass carbon in soil of perennial ryegrass and white clover. *Journal of Experimental Botany* 46:987-993.
- Weigel H-J (2002) Mehr CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre – Mehr Pflanzenwachstum ? *Agrarspektrum* 34: 2114-117.
- Weigel H-J, Dämmgen U (2000) The Braunschweig Carbon Project: Atmospheric Flux Monitoring and Free Air Carbon Dioxide Enrichment (FACE). *Journal of Applied Botany* 74: 55-60.
- Weigel H-J, Manderscheid R (2003) CO<sub>2</sub> enrichment effects on forage and grain nitrogen concentration of pasture and cereal plant species. *Journal of Crop Production*, in press.

## Auswirkungen der WTO-Verhandlungen

M. Brockmeier, P. Salamon<sup>1</sup>

Die Agrar- und Ernährungssektoren und die Interessen der Entwicklungsländer bestimmten nachhaltig den Verlauf der WTO-Verhandlungen. Insbesondere die aus Sicht der Entwicklungsländer nicht ausreichende Berücksichtigung ihrer Belange, hat das Scheitern der Verhandlungen in Cancun mitverursacht. Über das weitere Vorgehen hinsichtlich einer Reform des Welthandels besteht momentan noch Unklarheit. Aus Sicht der Industrieländer und hier insbesondere der beiden großen Blöcke USA und EU bieten sich in diesem Zusammenhang zwei Strategien an:

- Wiederaufnahme der Verhandlungen im Rahmen der WTO oder
- Ausweitung von bilateral präferentiellen Handelsabkommen.

Im vorliegenden Beitrag werden die ökonomischen Effekte von Vorschlägen im Rahmen der WTO-Verhandlungen untersucht. Es handelt sich dabei um das sogenannte Harbinson-Papier in seiner revidierten Fassung vom März 2003. Hier werden Vorschläge zu den Bereichen Marktzugang, Exportwettbewerb und inländische Stützung präsentiert. Die Ausführungen basieren auf zwei Studien, die für das Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (Brockmeier et al., 2003a) sowie für das Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit erstellt wurden (Brockmeier et al., 2003b). Die Arbeiten zielten darauf ab, mögliche Auswirkungen auf die EU und Deutschland, auf Entwicklungsländer und andere Handelspartner auf globaler Ebene zu quantifizieren. Aufgrund der thematischen Schwerpunktsetzung des Statusseminars „Welternährung“ wird die zweite Studie in den Mittelpunkt gerückt, die eine stärkere räumliche Differenzierung bietet. Im Rahmen dieser Studie erfolgte eine informelle Zusammenarbeit mit dem LEI in Den Haag und dem Trinity-College in Dublin.

Simulationen möglicher Ergebnisse der WTO-Verhandlungen erfordern nicht nur die Berücksichtigung des Agrar- und Ernährungssektors, sondern auch die Einbeziehung von Wechselwirkungen zu vor- und nachgelagerten Bereichen, den Faktormärkten und dem Staatsbudget. Zur Abschätzung der komplexen Vorgänge auf multilateraler Ebene wurde das Allgemeine Mehr-Regionen-Gleichgewichtsmodell GTAP eingesetzt. Für eine realitätsnähere Abbildung der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) sowie der internationalen Agrarpolitik wurde die Standardversion des GTAP-Modells um eine explizite Modellierung der flächen- und tierbezogenen bzw. entkoppelter Direktzahlungen, der Flächenstilllegung, der Zucker- und Milchquotenregelung und des EU-Finanzierungssystems erweitert. Die Modellrechnungen wurden für 23 Regionen und 19 Sektoren durchgeführt.

Mit Hilfe dieser erweiterten Variante wurde ein Basislauf vom Basisjahr 1997 bis zum Jahr 2014 erstellt, der Projektionen in Form von gesamtwirtschaftlichen Entwicklungen sowie bereits beschlossene Politikmaßnahmen der EU (Agenda 2000 bzw. Mid-Term Review, EU-Osterweiterung, EBA-Abkommen) berücksichtigt. Dem Basislauf wurden in den Simulationen sogenannte Szenarien gegenübergestellt, die zusätzlich auch die Doha-Runde der WTO-Verhandlungen berücksichtigen. Im Folgenden werden Ergebnisse zu den Harbinson-Vorschlägen<sup>2</sup> als Differenz zwischen Basislauf und dem Szenario dargestellt. Wegen des Umfangs vorliegender Ergebnisse findet in dem kurzen Abriss eine Konzentration auf die EU und einige wenige Drittländer statt:

- Bei gleichzeitiger Variation einer Vielzahl von agrarpolitischen Instrumenten beeinflusst die Protektionsstruktur vor und nach Implementierung der Maßnahmen maßgeblich die Ergebnisse.
- Die Umsetzung führt zu einem weltweiten Anstieg der globalen Exporte zwischen 0,1 % (China) und 5,6 % (Brasilien). Der Extrahandel der EU wächst in der Größenordnung von 0,9 %.
- Bei den Agrar- und Ernährungssektoren der EU-27 ist eine negative Entwicklung der Handelsbilanz und der Produktionsmengen zu beobachten, die durch Importzölle, Exportsubventionen und Direktzahlungen gestützt werden. Stark betroffen sind hiervon vor allem sonstige verarbeitete Nahrungsmittel (-4,9 Mrd. €), Rindfleisch (-2,5 Mrd. €), Obst und Gemüse (-0,8 Mrd. €), sonstiges Getreide und Öle und Fette (je -0,6 Mrd. €).
- Grundsätzlich positive Entwicklungen in Handel und Produktion weisen diejenigen Länder auf, die bereits vor der Doha-Runde der WTO-Verhandlungen ein verhältnismäßig niedriges Protektionsniveau im Agrarbereich besitzen. Hierzu gehören neben Industrieländern wie Ozeanien, USA und Kanada auch weniger entwickelte Länder wie insbesondere Brasilien, Indonesien und sonstige lateinamerikanische Länder. Aufgrund ihrer

<sup>1</sup> Institut für Marktanalyse und Agrarhandelspolitik, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Bundesallee 50, 38116 Braunschweig, E-Mail: [petra.salamon@fal.de](mailto:petra.salamon@fal.de)

<sup>2</sup> Kürzung der Exportsubventionen um 100 %, Reduzierung der Importzölle zwischen 40 % und 60 % innerhalb von 5 Jahren in Industrieländern bzw. zwischen 15 % und 40 % innerhalb von 10 Jahren in Entwicklungsländern, Senkung der gesamten Agrarstützung (AMS) um 60 % in Industrieländern und 40 % Entwicklungsländern.

Wettbewerbsfähigkeit wachsen in Brasilien vor allem Handel und Produktion von Ölsaaten (+12 %), Ölen und Fetten (+11 %) sowie Zucker (+12 %), Obst und Gemüse (+5 %).

- Den am wenigsten entwickelten Ländern (EBA-Länder) wurde durch den Haupthandelspartner EU schon vor der Umsetzung einer neuen WTO-Runde ein vollständig zollfreier Zugang zum EU-Markt eingeräumt, der nach einer Übergangsphase auch die sensiblen Produkte Zucker, Reis und Bananen umfasst. Eine weitere Senkung der EU-Zölle lässt daher keine zusätzlichen positiven Effekte mehr erwarten, während einerseits die Zollsenkungen der übrigen Drittländer aufgrund geringerer Handelsbeziehungen nur begrenzten Einfluss haben und andererseits die EBA-Länder die eigenen Zölle gegenüber anderen Ländern vermindern müssen. Handel und Produktion in einer Reihe von Sektoren werden gedrosselt, vor allem sinkt die Produktion im Zuckerssektor (-22 %), an Fetten und Ölen (-6 %), Milchprodukten (-3 %) und Rindfleisch (-2 %). Hingegen ergibt sich ein Anstieg im Weizenanbau sowie in den nicht-landwirtschaftlichen Sektoren.
- Auch in den anderen Entwicklungsländern impliziert eine Umsetzung der Harbinson-Vorschläge differenzierte Reaktionen. Tendenziell zeichnen sich Produktionszuwächse in einer Reihe von Agrarsektoren auch für Indien, andere AKP-Länder<sup>3</sup> sowie andere lateinamerikanische Länder ab, während in den sonstigen Ländern des Mittelmeerraums und des Nahen Ostens eher rückläufige Tendenzen überwiegen.
- Detaillierte Betrachtungen des Harbinson-Vorschlags zeigen für die EU, dass sich der Abbau der Exportsubventionen negativ auf die Handelsbilanz für sonstiges Getreide, Weizen und Milchprodukte auswirkt. Vor allem sonstiges Getreide, Weizen und Milchprodukte profitieren von dem Abbau der Importzölle in Drittländern gegenüber der EU. Die Handelsbilanz für Rindfleisch wird dagegen vor allem durch den Abbau von Importzöllen der EU gegenüber Drittländern negativ beeinflusst wird. Der Abbau der Exportsubventionen spielt hier eine geringere Rolle.
- Andererseits ist auch die Reaktion der Entwicklungsländer auf den Abbau verschiedener Außenhandelsinstrumente je nach eigener Außenhandelsituation und -struktur (Defizit- oder Überschussregion im jeweiligen Sektor) sowie des eigenen Zollschutzes zu differenzieren. Beispielsweise profitieren viele Regionen außerhalb der EU von einer Abschaffung der EU-Exportsubventionen, dies gilt aber nicht unbedingt für alle Agrarsektoren in den EBA-Ländern oder Malaysia. Von der Reduzierung der EU-Importzölle profitieren neben vielen anderen Regionen und Ländern insbesondere Ozeanien, die anderen AKP-Länder, Brasilien und die anderen lateinamerikanischen Länder, während Importregionen wie beispielsweise EBA-Länder, China oder asiatische Länder mit hohem Einkommen durch steigende Weltmarktpreise leicht negativ betroffen sind. Dabei sind die Sektoren je nach Ausgangssituation unterschiedlich betroffen.

Die durchgeführten Untersuchungen zeigen, dass durch eine Handelsliberalisierung der Welthandel und die globale Erzeugung wachsen. Die Effekte sind jedoch weder über alle Länder und Regionen noch über alle Sektoren gleichmäßig verteilt. Zu den regionalen Gewinnern zählen Ozeanien, Brasilien, Indonesien, andere AKP-Länder und lateinamerikanische Länder. Einige Regionen verfügen bisher schon durch präferentielle Abkommen über einen zollfreien oder zollreduzierten Zugang zu bestimmten Regionen, zumeist in die USA oder die EU. Durch die allgemeine, wenn auch in der Höhe differenzierte Senkung der Importzölle aller beteiligten Länder kann eine teilweise Erosion dieser vorhandenen Präferenzmarge stattfinden.

Die Untersuchungen unterstreichen die Bedeutung einer detaillierten Abbildung regionaler Politiken, sowohl im Bereich der Agrar- als auch hinsichtlich der Handelspolitik, zur Beurteilung von langfristigen Auswirkungen von internationalen Handelsabkommen. Als notwendige Voraussetzung erscheint die Schaffung einer internationalen Datenbank mit den dafür notwendigen Informationen über beispielsweise bilaterale oder multilaterale präferentielle Abkommen oder zur Modellierung vorherrschender agrarpolitischer Instrumente in Drittländern. Ähnliches gilt beispielsweise auch für notifizierte Zollsätze, aktuelle und differenzierte Projektionen gesamtwirtschaftlicher Entwicklungen sowie der Veränderungen in der landwirtschaftlichen Nutzfläche.

## Literatur

- Brockmeier M, Salamon P unter Mitarbeit von Herok CA, Klepper R (2003) Analyse der WTO-Verhandlungen: Auswirkungen der Doha-Runde auf den Agrar- und Ernährungssektor. Gutachten zu den WTO-Verhandlungen für das Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL).
- Brockmeier M, Salamon P unter Mitarbeit von Kurzweil M, Walsh K (2003) WTO-Agrarverhandlungen – Schlüsselbereich für den Erfolg der Doha-Runde: Optionen für Exportsubventionen, Interne Stützung, Marktzugang. Gutachten zu den WTO-Verhandlungen für das Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit (BMWA).

---

3 AKP-Länder, die nicht dem EBA-Abkommen angehören.

## Aufwand und Flächenbedarf bei der Erzeugung von Protein tierischer Herkunft

G. Flachowsky<sup>1</sup>

Ansteigende Erdbevölkerung und abnehmende Ressourcenverfügbarkeit je Einwohner führen zunehmend zu Überlegungen eines noch effektiveren Ressourceneinsatzes. In der Landwirtschaft kommt dabei der Erzeugung von Lebensmitteln tierischer Herkunft besondere Bedeutung zu, da auch Futtermittel eingesetzt werden, die direkt vom Menschen verzehrt werden können (z.B. Getreide). Daraus resultiert die oft diskutierte Problematik der „Nahrungskonkurrenz“ zwischen Mensch und Tier und die Frage nach der Notwendigkeit bzw. Berechtigung der Erzeugung von Lebensmitteln tierischer Herkunft.

Im Beitrag wird versucht, den Aufwand an Energie und Protein unter Berücksichtigung verschiedener Einflussfaktoren zur Erzeugung von essbarem Eiweiß zu kalkulieren und in Abhängigkeit von Ertrags- bzw. Leistungshöhe und Eiweißverzehr den Flächenbedarf je Einwohner abzuleiten.

### Material und Methode

Das vom Menschen essbare Protein wurde aus Gründen der Vergleichbarkeit der verschiedenen Produktionsformen als Kalkulationsgrundlage verwendet. Auf der Basis umfangreicher Fütterungsversuche mit Wiederkäuern, Schweinen und Geflügel und unter Berücksichtigung verschiedener Festlegungen/Unterstellungen wurden die entsprechenden Kalkulationen vorgenommen (Tab. 1, Flachowsky, 2002).

Tabelle 1: Proteinerzeugung, Nahrungskonkurrenz, Aufwand und N-Ausscheidungen bei verschiedenen Produktionsformen

Tierprodukt	Leistung (je Tag)	Essbares Protein (g/Tag)	Nahrungskonkurrenz zum Menschen (%) <sup>4)</sup>	Aufwand je kg essbares Protein		N-Ausscheidungen je kg essbares Protein (kg N)
				Bruttoenergie (GJ)	Rohprotein (kg)	
Milch	10 kg	304	0	0,65	4,6	0,6
	20 kg	608	(20)	0,50	3,7	0,4
	40 kg	1216	(40)	0,35	3,2	0,3
Rindfleisch (150-550 kg LM)	600 g LMZ <sup>1)</sup>	57	0	2,0	14	2,0
	900 g LMZ	86	(15)	1,4	10	1,4
	1200 g LMZ	114	(30)	1,0	8	1,0
Schweinefleisch (25-110 kg LM)	600 g LMZ <sup>1)</sup>	54	(50)	0,7	7	1,0
	800 g LMZ	72	(60)	0,6	5,5	0,7
	1000 g LMZ	90	(70)	0,55	4,5	0,5
Geflügelfleisch (Endmasse: 1,8 kg)	30 g LMZ <sup>1)</sup>	3,6	(40)	0,3	3,5	0,45
	60 g LMZ	72	(80)	0,2	2,5	0,2
Eier	50 % LL <sup>2)</sup>	32 g EM <sup>3)</sup>	(35)	0,5	4,0	0,8
	70 % LL	45 g EM	(50)	0,35	3,3	0,5
	90 % LL	58 g EM	(70)	0,3	3,0	0,3

1) Lebendmassezunahme. - 2) Legeleistung. - 3) Eimasse. - 4) Höhe der Angaben hängt vom Grundfüttereinsatz und der Menge der eingesetzten Nebenprodukte ab.

### Ergebnisse

Bei niedrigerem Leistungsniveau ist keine bzw. eine geringere Nahrungskonkurrenz zum Menschen zu erwarten; je kg essbarem Eiweiß ist jedoch ein höherer Ressourceneinsatz erforderlich und es werden größere Nährstoffmengen ausgeschieden (z.B. N, P, CH<sub>4</sub>, s. Tab. 1). Da infolge der mikrobiellen Verdauung im Pansen bei Wiederkäuern zellwandreiche Futtermittel eingesetzt werden können, ist bei diesen Tieren erst bei höheren Leistungen eine Nahrungskonkurrenz zu erwarten. Der Futtereinsatz und die Futtermenge je kg essbares Eiweiß hängen sowohl von der Proteinquelle (z.B. Milch, Fleisch, Eier) als auch von der Leistungshöhe der Tiere ab. Neben diesen Faktoren wird der Flächenbedarf wesentlich vom Ertragsniveau beeinflusst. Die Proteinerzeugung in Form von

<sup>1</sup> Institut für Tierernährung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Bundesallee 50, 38116 Braunschweig, E-Mail: gerhard.flachowsky@fal.de

Rind- und Schweinefleisch ist dabei deutlich flächenintensiver als die Eiweißherzeugung in Form vom Geflügelfleisch, Milch und Eier.

Neben dem Ertrags- und Leistungsniveau hat die Menge des vom Menschen verzehrten Eiweißes und das Verhältnis zwischen den verschiedenen Eiweißquellen wesentlichen Einfluss auf die je Einwohner und Jahr erforderliche Futterfläche (Tab. 2). Trotz verschiedener Schwachstellen (z.B. keine Berücksichtigung der Aufzuchtphase der Tiere, verschiedene Unterstellungen bei der Festlegung der Größe essbarer Anteil u.a.) demonstrieren die vorgenommenen Kalkulationen, dass bei hohem Eiweißverzehr ein erheblicher Flächenbedarf besteht, der bei geringem Ertrags- bzw. Leistungsniveau deutlich höher ist als bei höheren Niveau.

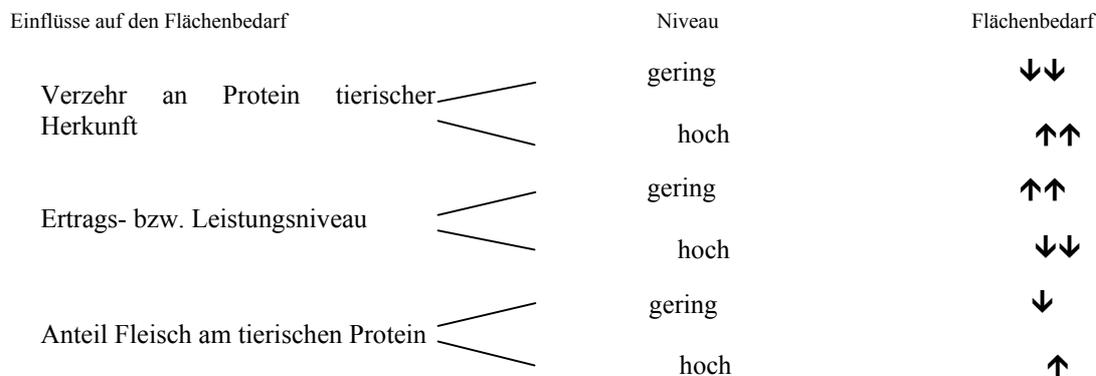
Tabelle 2: Einfluss des Ertragsniveaus, der Leistungshöhe der Tiere, des Verhältnisses zwischen Protein aus Fleisch und Milch und der Höhe des Verzehrs an Protein tierischer Herkunft auf den Flächenbedarf (m<sup>2</sup> je Einwohner und Jahr)

Verzehr an Protein tierischer Herkunft (g/Einwohner und Tag)	10		20		40		60	
	A <sup>1)</sup>	B <sup>2)</sup>	A	B	A	B	A	B
Ertragsniveau bzw. Leistungsniveau								
Verhältnis zwischen Protein aus Fleisch <sup>3)</sup> und Milch (% des Proteins)								
70 : 30	260	105	520	210	1050	420	1560	630
50 : 50	225	95	450	190	900	380	1350	570
30 : 70	190	85	380	170	760	340	1140	510

1) Ertragsniveau A je ha: 4 t T Getreide, 10 t T Grundfutter – Leistungsniveau A je Tag: 15 kg Milch, 600 g Rindfleisch, 400 g Schweinefleisch, 30 g Geflügelfleisch. - 2) Ertragsniveau B je ha: 8 t T Getreide, 15 t T Grundfutter – Leistungsniveau B je Tag: 30 kg Milch, 1200 g Rindfleisch, 800 g Schweinefleisch, 60 g Geflügelfleisch. - 3) Verhältnis zwischen Protein aus Rind- :Schweine-:Geflügelfleisch ≈ 15 : 60 : 25

### Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Aus den vorgenommenen Kalkulationen können folgende wesentliche Einflussfaktoren auf den Flächenbedarf zur Erzeugung von essbarem Eiweiß tierischer Herkunft abgeleitet werden:



Daraus ergeben sich folgende Schlussfolgerungen:

- Effektive Ressourcennutzung (Herausforderungen für die Pflanzenzüchtung), wie z.B.:
  - geringer Ressourceneinsatz (Wasser, Nährstoffe, Energie u.a.) je erzeugte Rohstoffmenge
  - Erhöhung der Dürre- und Salzresistenz sowie der Resistenz gegenüber Schädlingen
- Reduzierung der Tierbestände (in den Tropen/Subtropen) und Erhöhung des Leistungsniveaus
- Optimale Rationsgestaltung, Nutzung von Nebenprodukten und zellwandreichen Futtermitteln als Beiträge der Tierernährung zur effektiven Ressourcennutzung, Anlage von Futterreserven für die vegetationslose Zeit
- Nährstoffökonomische Betrachtungen auf nationaler und globaler Ebene.

### Literatur

Flachowsky G (2002) Efficiency of energy and nutrient use intake production of edible protein of animal origin. J.App. Anim.Res. (22): 1-24

## Vorbildfunktion deutscher „Guter Landwirtschaftlicher Praxis“ für außereuropäische Kooperationspartner und daraus erwachsende Aufgaben der Ressortforschung

F. Feldmann<sup>1</sup>

### Zielsetzung

Ziel des Kurzbeitrages ist es, einen Erfahrungshintergrund zu vermitteln, der genutzt werden kann, zukünftige Forschungsstrategien, insbesondere Fragen des inhaltlichen Spektrums, innerhalb der Ressortforschung zu optimieren. Der Ergebnisbericht beruht auf Interviews, die im Sinne nicht-repräsentativ erhobener Einzelfallanalysen durchgeführt wurden. Sie sind wegen der herausgehobenen Position der interviewten Personen und deren kulturellen Verschiedenartigkeit von Interesse sowie wegen der abzuleitenden Schlüsse von Bedeutung.

### Methoden

Wie zahlreiche andere Ressortforschungseinrichtungen verfügt die Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft seit langem über Kooperationen mit europäischen und außereuropäischen Regierungs- und Nichtregierungsorganisationen aus dem Bereich der Nutzpflanzenproduktion. Meistens sind Wissenschaftler durch die Anbindung an bereits bestehende, längerfristige bilaterale Projekte z.B. der GTZ oder des BMBF+T in die Lösung spezieller Pflanzenschutzprobleme insbesondere außereuropäischer Partner eingebunden. Inhaltlich steht die Anpassung bereits andernorts etablierter oder die Weiterentwicklung vorhandener, u.U. traditioneller Pflanzenschutzkonzepte und ihrer Qualitätskontrolle im Vordergrund (z.B. Pölking, 1993, Meier und Feltes, 1996, Meier, 1999).

Dargestellt werden hier Ergebnisse aus Befragungen von Kooperationspartnern in Brasilien (Feldmann et al., 1989, 1995), Sri Lanka (Feldmann et al., 1999), Ghana (Feldmann, 2001, 2002) und China (Feldmann, 2003). Die Fragen richteten sich darauf, warum Kooperationen gerade im phytomedizinischen Bereich und warum gerade mit Deutschland angestrebt wurden. Befragt wurden 24 Personen, in der Regel die wissenschaftlichen Leiter der Forschungsprojekte und deren Vorgesetzte, in Brasilien bis hin zu Vertretern des Landwirtschaftsministeriums.

### Ergebnisse

*Fakt 1:* Alle Befragten stellten stets die Vorbildfunktion „Guter Landwirtschaftlicher Praxis“ (GLP) in Deutschland als Handlungsmodell für die eigene Leitbildentwicklung in besonderer Weise heraus, unabhängig von Land oder Zeitpunkt, in bzw. zu dem die Befragung stattfand. Pflanzenschutzfragen wurden mindestens ebenso bedeutend empfunden wie Fragen der Pflanzenernährung. Gerade die Aufnahme des Begriffes des Integrierten Pflanzenschutzes in das deutsche Pflanzenschutzgesetz und die darin zum Ausdruck gebrachte Nachrangigkeit chemischen Pflanzenschutzes erweckte die Hoffnung auf eine umfassende Bearbeitung landwirtschaftlicher Probleme, die nicht ausschließlich auf einzelne Symptome gerichtet sein, sondern auf Erkenntnissen beruhende, angepasste und nachhaltige Lösungen zeitigen sollte. Die derzeitige Fokussierung auf den ökologischen Pflanzenbau und die gleichzeitige Abwertung des Integrierten Pflanzenschutzes in der öffentlichen Diskussion Deutschlands wird mit Befremden aufgenommen, da man ein „Luxusprojekt“ eines reichen Staates vor Augen zu haben glaubt.

*Fakt 2:* Als GLP wurde von den Partnern nie das maximal mögliche, sondern das in Deutschland von den meisten Praktikern wirklich realisierte, von der Beratung empfohlene und wissenschaftlich fundierte Vorgehen bei der Pflanzenproduktion angesehen. Man schaut von außen kaum auf den Wissenschaftler, sondern nahezu ausschließlich auf den Landwirt und den Berater. An deutschen Kooperationen war und ist allen Befragten gelegen, weil den Deutschen das Zurückstellen eigener Interessen zugetraut wird und daraus glaubwürdige, partnerschaftliche Kooperationen erwachsen. Daneben ist aber allen von besonderer Bedeutung, dass deutsche Kooperationen, zumindest früher und zumindest in der Absicht der Durchführenden langfristig angelegt waren. Diese früher stabilen, einschätzbaren Qualitätsfaktoren werden zunehmend vermisst.

*Fakt 3:* Die umfassende Ausbildung deutscher Pflanzenbauexperten ließen in den meisten Fällen erwarten, dass System-orientierte Lösungsansätze durch Einbeziehung zahlreicher Disziplinen bearbeitet werden konnten und die Integration über den reinen aktuellen Anlass eines Projektes hinaus reichende Aspekte mit einbezogen werden konnten („Nucleus-Projekte“). Die verstärkte Exportorientierung der Länder konfrontiert jedoch ausländische Produzenten und deutsche Pflanzenbauexperten mit völlig neuen Anforderungen, als die GLP auf der Basis der

---

<sup>1</sup> Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Pflanzenschutz im Gartenbau, Messeweg 11/12, 38104 Braunschweig; E-mail: F.Feldmann@bba.de

Verordnung (EG) Nr. 1257/99 vorsieht: Internationale Handelsorganisationen entwerfen als Vertreter ihrer Kunden selbst Richtlinien zur Produktion landwirtschaftlicher Produkte (z.B. EUREPGAP), die weit über die in der genannten Verordnung aufgeführten Anforderungen für gute landwirtschaftliche Praxis hinausgehen. Da deutsche Händler bislang selten diese weitgehenden Qualitätsstandards fordern, deutsche Pflanzenbauexperten sich kaum mit speziellen Produktionsrichtlinien befasst haben, entsteht in der pflanzenbaulichen Praxis des außereuropäischen Auslandes eine erhebliche Irritation über die Qualität der deutschen GLP einerseits (die zwar allgemein gültigen, aber leider konservativen europäischen Verordnungen folgt und so ihre Vorbildfunktion einbüßt, weil das fortschrittlichere Vorbild anderer Länder gesucht wird) und der Beratung und landwirtschaftlichen Forschung in Deutschland andererseits (da sie kaum einmal kompetent zu den oben genannten Aktivitäten der NRO Stellung nehmen, geschweige denn beraten oder ausbilden können). Als weitere negative Konsequenz kommen so rückstandsbelastete Früchte eher auf den deutschen Markt als auf den anderer europäischer Staaten.

### Schlussfolgerung und weiterer Handlungsbedarf

Die internationale Entwicklung der Anbauverfahren hat durch die mittlerweile 12jährige Diskussion der Agenda 21 zu einem erheblichen Wechsel der Erwartungen von außereuropäischen Pflanzenproduzenten und ihren zugeordneten Forschungspartnern an Deutschland geführt. Die thematisch breit angelegte Bearbeitung von Pflanzenbauproblemen, in deren Mittelpunkt Pflanzenschutzaspekte stehen, belegen nicht mehr die technologische Vorreiterrolle eines Landes wie Deutschland, sondern sind zum verbreiteten Standard geworden. Als Produktionsziel wurde zunächst die Produktquantität um Aspekte der Produktqualität erweitert. Im Zuge der Nachhaltigkeitsdiskussion gewannen aber zusätzlich Parameter der technischen Prozessqualität an Bedeutung, die im wesentlichen Umweltaspekte in die Produktion integrierten. Gegenwart und Zukunft gehören aber der Produktionsqualität als wesentlichem, transdisziplinärem Produktionsziel eines Pflanzenbausystems. Die Produktionsqualität schließt nicht nur die Erzielung gesunder Pflanzen bei hoher Prozessqualität mit ein, sondern berührt zusätzlich soziale und gesellschaftliche Anforderungen wie Belange des Verbraucherschutzes, Arbeitsschutzes, den landschafts-ökologischen Kontext, Kommunikationsaspekte und die Form der Beratung. Es wird hier wesentlich darauf ankommen, in der Ressortforschung Personal bereit zu stellen, das innovatives Expertenwissen mit Blick auf die Erzielung von Produktionsqualität für den Wissens- und Technologietransfer im Inland und in außereuropäische Partnerländer akkumuliert.

Weil das Ausland auf die GLP der landwirtschaftlichen Praxis in Deutschland schaut, müssen wir rechtzeitig Wege der Weiterentwicklung der deutschen GLP suchen, die für den Praktiker umsetzbar, möglichst sogar vorteilhaft ist und einerseits die EU-Normen erfüllt, aber ebenso weit darüber hinaus geht, wie dies durch die Kunden der Produzenten vorgegeben wird. Von herausragender Bedeutung werden hier Standardverfahren der Kontrolle der Produktionsqualität stehen. Diese Verfahren werden direkt für die Steigerung der Produktionsqualität unserer Partnerländer nutzbar gemacht werden können. Der Ressortforschung kommt eine besondere Bedeutung zu. Da die Standardsetzung nur auf der Basis konkreter Kriterien erfolgen kann, sollte die Ressortforschung an der Entwicklung der Kriterienkataloge mitwirken. Sie wird so in die Lage versetzt, sowohl die eigene Regierung in Fragen der Vergleichbarkeit und Validität der Kriterienkataloge der NROs zu beraten, als auch das entsprechende Wissen für Benchmarkingansätze von Pflanzenbauverfahren des In- und Auslandes zur Verfügung zu halten.

### Literatur

- Feldmann F (2003) Symbiotische Mikroorganismen von Nutzpflanzen als biologische Komponenten im integrierten Pflanzenschutz und als Indikatoren umweltschonender Pflanzenschutzkonzepte in China. Nachrichtenbl Deut Pflanzenschutz (55): 118-119
- Feldmann F (2002) IPM aspects of Pineapple Production. In: Cudjoe AR, Kyofa-Boamah M, Braun M (eds) Handbook of crop protection recommendations in Ghana (4). Accra, Ghana, PPRSD/GTZ, 46-51
- Feldmann F (2001) Assessment of the current agricultural practices of Ghanaian pineapple suppliers to meet the EUREP-GAP certification requirements. Gutachten für die GTZ, 118p
- Feldmann F, Idczak E, Martins G, Nunes J, Gasparotto L, Preisinger H, Moraes VHF, Lieberei R (1995) Recultivation of degraded, fallow lying areas in central Amazonia with equilibrated polycultures: Response of useful plants to inoculation with VA-mycorrhizal fungi. Angewandte Botanik (69): 111-118
- Feldmann F, Junqueira NTV, Lieberei R (1989) Utilization of vesicular-arbuscular mycorrhiza as a factor of integrated plant protection. Agriculture, Ecosystems and Environment (29): 131-135
- Feldmann F, Silva Jr JP, Jayaratne AVR (1999) Nutzung der arbuskulären Mykorrhiza in Baumschulen der Tropen am Beispiel des Kautschukbaumes *Hevea spp.* Mitt der Biol Bundesanst (363): 83-92
- Meier U (1999) Agrar- Öko-Audit und Zertifizierung in Costa Rica. Gutachten für die GTZ, 31p
- Meier U, Feltes J (1996) Bewertung von Blumenbetrieben in Nicht- EU-Ländern nach ökologischen Standards. Nachrichtenbl Deut Pflanzenschutz (48): 80-82
- Pölking A (1993): Monitoring und biologische Bekämpfung der Kohlmotte, *Plutella xylostella*, in Nordluzon (Philippinen) Mitt Biol Bundesanst (289): 144-155

## Konsequenzen einer Ausweitung des ökologischen Landbaus in Industrie- und Entwicklungsländern

S. Wohlleben<sup>1</sup>

Die Ernährungslage hat sich in vielen Entwicklungsländern im Laufe der letzten 20 Jahren verbessert. Durch die Grüne Revolution (Anbau von Hochertragssorten, gezielte Bewässerung, Pflanzenschutz und Düngung) wurden in Asien die Weizen- und Reiserträge erheblich gesteigert. Parallel nahm der Anteil unterernährter Kinder in dieser Region von 44 % (1960) auf 29 % (2000) ab. Ähnliches gilt für die Karibik und Südamerika. In Mittelamerika und Afrika ist demgegenüber keine Verbesserung der Ernährungslage zu erkennen. So hat beispielsweise in Afrika die Zahl der unterernährten Kinder im Vorschulalter von 22,47 Mio. in 1980 kontinuierlich auf 38,32 Mio. in 2000 zugenommen (von Braun, 1997, ACC/SCN, 2000).

Auf dem afrikanischen Kontinent betreiben 60-80 % der Bevölkerung Landwirtschaft, zum Großteil auf Farmen mit einer Fläche von weniger als 2 ha. Die Landbevölkerung verfügt kaum über Ressourcen und ist weitgehend abgeschnitten von Input- und Produktmärkten. Daher werden externe Betriebsmittel wie Saatgut, Pflanzenschutzmittel oder Dünger nur in bescheidenem Umfang eingesetzt. Diese stark diversifizierte Low-Input-Landwirtschaft kann als nicht zertifizierter ökologischer Landbau bezeichnet werden. Gegenwärtig werden in Afrika Reis und Hirse zu 75 % in diesen kleinen Familienbetrieben erzeugt (El-Hage Sciaballa & Hattam, 2002). Durch eine weitere Verbesserung der weitgehend traditionellen Anbaumethoden, d.h. gezielter Anbau von Mischkulturen, Kombination von Ackerbau und Viehhaltung sowie eine verbesserte Fruchtfolge kann diese Wirtschaftsweise in noch größerem Maße zur Sicherung der Ernährung beitragen.

Zertifizierter ökologischer Landbau wird weltweit auf 23 Mio. ha betrieben. Über 50 % der Fläche befindet sich in Australien (10,5 Mio. ha) und Argentinien (3,2 Mio. ha). Prozentual betrachtet hat der ökologische Landbau in Europa die größte Bedeutung: In Liechtenstein werden 17,0 %, in Österreich 11,3 %, in der Schweiz 9,7 %, in Italien 7,9 % und in Deutschland 3,7 % (632 165 ha) der Fläche ökologisch bewirtschaftet. In Asien, Mittelamerika und Afrika wird ökologischer Landbau nur in sehr geringem Umfang betrieben (Yussefi, 2003).

Der ökologische Anbau in den wenig entwickelten Ländern und in Mitteleuropa folgt den gleichen Prinzipien: Mineralischer Dünger wird durch Anbau von Leguminosen, Gründüngung und durch den Einsatz von Mist und Kompost ersetzt, das Auftreten von Pflanzenkrankheiten wird durch den Anbau wenig anfälliger Sorten und durch den Einsatz von biologischen Pflanzenschutzmitteln reduziert (z.B. der Einsatz von *Trichoderma ssp.* zur Reduktion von Auflaufkrankheiten). Hinsichtlich der Schädlingsreduktion werden z.T. Pheromonfallen oder biologische Pflanzenschutzmittel, z.B. auf Basis von *Beauveria bassiana* eingesetzt (El-Araby & Elzakker, 1997, Parrott & Madsen, 2002).

Die Situation der Low-Input-Farmer in den wenig entwickelten Ländern unterscheidet sich grundlegend von den Farmern, die dort zertifizierten ökologischen Landbau betreiben. Während der zertifizierte Bioanbau im Wesentlichen für den Exportmarkt produziert und Aufwendungen für die Anerkennung und Distribution der Ware zu tragen hat, werden im nicht zertifizierten Low-Input-Anbau nur die nicht selbst verbrauchten Überschüsse auf lokalen Märkten verkauft (El-Hage Scialabba & Hattam, 2002). Eine Erhebung der UNO zeigte, dass ca. 30 % der ökologischen Anbauprojekte in den Entwicklungsländern ausschließlich der Verbesserung der Landwirtschaft in marginalisierten Gebieten und der Eigenversorgung dienen. 1-20 % der untersuchten Projekte sind auf den Export sowie die eigene Versorgung ausgerichtet und ca. 50-60 % ausschließlich auf den Export (UNDP, 1992). Wichtige Exportprodukte sind ökologisch erzeugter Kaffee, Kakao, Gewürze, Kräuter, Obst und Gemüse (Crucefix, 1998). In den westlichen Industrienationen besteht eine wachsende Nachfrage nach Nahrungsmitteln aus ökologischer Produktion. Damit bestehen zunehmende Exportchancen für zertifizierte Erzeuger in den sich entwickelnden Ländern. So werden z.B. in der Dominikanischen Republik ökologische Bananen für den europäischen Markt unter Verzicht auf den Einsatz von chemischen Pflanzenschutzmitteln (z.B. Benomyl, Maneb) und Mineraldünger angebaut (Crucefix, 1998). Durch eine steigende Produktion ökologischer Lebensmittel für die Exportmärkte wird zusätzliches Familieneinkommen erwirtschaftet und damit zur lokalen Lebensmittelsicherheit beigetragen (Kortbech-Olesen, 2002, FAO, 2003).

In Deutschland werden auf ca. 7 Mio. ha (ca. 60 % der gesamten Ackerfläche von 11,8 Mio. ha) jährlich zwischen 43 und 49 Mio. t Getreide erzeugt. Dieses entspricht einem jährlich schwankenden Selbstversorgungsgrad von 113 bis 124 % (FAO, 2001, Agrarbericht, 2003). Eine Ausdehnung des ökologischen Landbaus hätte zur Folge,

---

<sup>1</sup> Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland, Biologische Bundesanstalt für Land und Forstwirtschaft (BBA), Messeweg 11/12, 38104 Braunschweig, E-Mail: s.wohlleben@bba.de

dass die in Deutschland erzeugte Getreidemenge durch veränderte Fruchtfolgen und niedrigere Erträge absinkt. Zwar würden damit auch weniger Nahrungsmittel für den Weltmarkt und für internationale Nahrungsmittelhilfsprogramme zur Verfügung stehen, aber angesichts einer Weltgetreideproduktion von 1,9 bis 2 Mrd. t im Jahr (Töpfer, 2003) ist dies wohl ohne wesentlichen Einfluss auf die Welternährungssituation.

Wichtige Maßnahmen zur Sicherung der Ernährungslage in den Entwicklungsländern sind gezielte staatliche Anreize sowie staatliche Unterstützungsmaßnahmen (angemessene technische Innovationen, Bewässerung) zur Erhöhung der Produktion. Eine Diversifizierung der Wirtschaft und eine Steigerung der Kaufkraft in den betroffenen Regionen kann wesentlich zur globalen Ernährungssicherung beitragen (Sen, 1997).

### Literatur

- ACC/SCN (2000) Fourth Report on the World Nutrition Situation. Geneva: United Nations Administrative Committee on Coordination, Sub-Committee on Nutrition (ACC/SCN) in collaboration with International Food Policy Research Institute (IFPRI)
- Agrarbericht (2003) Ernährungs- und agrarpolitischer Bericht 2003 der Bundesregierung [online] Zu finden unter <<http://www.verbraucherministerium.de/landwirtschaft/eab2003/eab03.htm>> [zitiert am 26.09.2003]
- Braun J von (1997) Den Hunger beenden und die Natur erhalten. Spektrum der Wissenschaft, Dossier Welternährung 2/97: 60-65
- Crucefix D (1998) Organic Agriculture and Sustainable Rural Livelihoods in Developing Countries. Bristol: Soil Association
- El-Araby A, Elzakker B van (1997) Cost Comparison of organic and cotton growing and processing, the case of Egypt. A Study for IFOAM in cooperation with UNCTAD
- FAO (2001) FAO Agricultural Data [online]. Zu finden unter <http://apps.fao.org/page/collections?subset=agriculture> [zitiert am 26.09.2003]
- FAO (2003) Agriculture 21 Magazine Spotlight-Organic Farming [online]. Zu finden in <http://www.fao.org/ag/magazine/9901sp3.htm> [zitiert am 26.9.2003]
- Kortbech-Olesen K (2002) The United States Market for Food and Beverages. International Trade Centre, UNCTAD/WTO
- Parrott N, Mardsen T (2002) The Real Green Revolution – Organic and agroecological farming in the South. London: Greenpeace Environmental Trust
- UNDP (1992) Benefits from Diversity: An Incentive Towards Sustainable Agriculture. New York: UN Development Programme
- El-Hage Sciaballa N, Hattam C (Hrsg.) (2002) Organic Agriculture, Environment and Food Security. Rome: FAO
- Sen A (1997): Lebensstandard und Lebenserwartung. Spektrum der Wissenschaft, Dossier Welternährung 2/97: 40-47
- Töpfer (2003): Statistische Informationen zum Getreide und Futtermittelmarkt Edition 2002/03. Hamburg: A.C. Töpfer International
- Yussefi M (2003) Development and State of Organic Agriculture World-wide. In: Yussefi M, Willer H. (Hrsg.) The world of Organic Agriculture 2003 – Statistics and Future Prospects. Tholey – Theley: International Federation of Organic Agriculture Movements, 13-20, ISBN 3-934055-22-2

## **Analyse von Produktionssystemen und Wirtschaftlichkeit der Landwirtschaft im Rahmen des International Farm Comparison Network**

F. Isermeyer, C. Deblitz, T. Hemme<sup>1</sup>

### **Zielsetzung**

Die Agrarsektoren der verschiedenen Erdteile stehen untereinander im Wettbewerb. Dieser Wettbewerb wird in den kommenden Jahrzehnten erheblich an Intensität gewinnen. Die wichtigsten Ursachen hierfür sind die Liberalisierung der Agrarhandelspolitik und die Globalisierung der Wirtschaftsbeziehungen. Das Schicksal der landwirtschaftlichen Betriebe und die Entwicklung der Agrarstrukturen in den verschiedenen Ländern der Welt hängen somit immer stärker davon ab, wie wettbewerbsfähig die Betriebe sind. Die Wettbewerbsfähigkeit wiederum wird von vielen Faktoren beeinflusst, von denen viele stark politikabhängig sind.

Hier stellen sich viele Fragen, so zum Beispiel: Wie stark subventioniert die Politik ihren Agrarsektor? Wodurch werden Investitionen vor Ort angeregt oder verhindert? Haben die Landwirte Zugang zu neuen Technologien? Produzieren die Landwirte in den verschiedenen Teilen zu fairen Wettbewerbsbedingungen?

Die Beantwortung dieser Fragen setzt voraus, dass die Produktionssysteme und Produktionsstrukturen der Agrarwirtschaft in den verschiedenen Ländern ebenso wie die wirtschaftliche Situation der Betriebe mit international vergleichbaren Methoden untersucht wird.

Zur Bewältigung dieser Herausforderung gab es bis Mitte der 90er Jahre kein organisatorisches und methodisches Konzept. In den Jahren 1997 bis 1999 entwickelte das Institut für Betriebswirtschaft der FAL das Konzept des International Farm Comparison Network (IFCN). Ziel der Forschungsarbeit ist es, diesen Ansatz zu einer nachhaltig nutzbaren Forschungsinfrastruktur auszubauen und auf eine Vielzahl von Fragestellungen anzuwenden.

### **Methoden**

Im IFCN wirken Wissenschaftler, Berater und Landwirte aus vielen Ländern der Erde zusammen. Im Netzwerk werden sogenannte „typische Betriebe“ erfasst und unter Verwendung international harmonisierter Methoden quantitativ analysiert. Ebenfalls besteht die Möglichkeit, die Entwicklung für die nächsten 10 Jahre zu projizieren. Die typischen Betriebe sollen die Produktionsverhältnisse und die wirtschaftliche Situation in den wichtigsten Produktionsregionen möglichst zutreffend widerspiegeln. Datengrundlage sind zum einen Buchführungsergebnisse und Betriebszweigauswertungen von Betrieben in der Region, zum anderen das Expertenwissen der Berater und Landwirte. Die im IFCN erzielten Ergebnisse sollen dem kritischen Urteil der Experten vor Ort ausgesetzt werden, sodass eine gute Berücksichtigung der für die Praxis relevanten Sachverhalte gewährleistet ist.

Da international abgestimmte Methoden zum Einsatz kommen, sind die Ergebnisse über Ländergrenzen hinweg vergleichbar. Die zugrundeliegenden Daten sind aktuell, die Analysen praxisnah und für die Auftraggeber von Untersuchungen relativ einfach nachvollziehbar.

Innerhalb des IFCN wird die Entwicklung für die einzelnen Branchen separat vorangetrieben. Gegenwärtig gibt es mit IFCN Dairy, IFCN Beef und IFCN Arable Crops drei weitgehend selbständige IFCN-Sektionen, die durch die Braunschweiger IFCN-Zentrale aufeinander abgestimmt werden. In den vergangenen Jahren wurde deutlich, dass eine dynamische und nachhaltige Entwicklung des Netzwerks (unter realistischen Finanzierungsbedingungen) nur möglich ist, wenn die FAL sich auf die wissenschaftliche Betreuung und Nutzung des Netzwerks beschränkt und die organisatorischen Aufgaben (z.B. Tagungsorganisation, Herausgabe der jährlichen Berichte, Entwicklung von IFCN-Produkten für die Privatwirtschaft) ausgegründeten Firmen überlässt, die mit der FAL vertraglich verbunden sind.

### **Ergebnisse**

Der Aufbau der internationalen Partnerstruktur ist im Bereich „Milch“ schon weit vorangeschritten. Das internationale Netzwerk von Fachleuten (Konsortium) umfasst inzwischen 25 Länder, die zusammen rund drei Viertel der Weltmilchproduktion stellen. Analysen für Entwicklungsländer gewinnen an Bedeutung. Das Konsortium bringt jährlich den „Dairy Report“ heraus, in dem (a) die aktuelle Situation des Milchsektors und der typischen Betriebe und (b) die Ergebnisse einer Reihe von Studien vorgestellt wird (Hemme et al., 2003).

---

<sup>1</sup> Institut für Betriebswirtschaft, Agrarstruktur und ländliche Räume der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Bundesallee 50, 38116 Braunschweig

Im Bereich „Rindfleisch“ startete das IFCN mit zeitlicher Verzögerung. Hier befindet sich das Konsortium derzeit in der Gründungsphase. Der erste „Beef Report“ wurde 2002 herausgegeben (Deblitz et al., 2002). Der Beef Report des Jahres 2003 wird 14 Länder umfassen, die zusammen ungefähr die Hälfte der Weltrindfleischerzeugung stellen. Sowohl hier als auch beim Dairy Report werden neben konventionellen Betrieben auch Betriebe des Ökologischen Landbaues untersucht.

Im Bereich Ackerbau wurde zunächst ein anderes Organisationskonzept verfolgt, das zwar zu drei wertvollen Dissertationsvorhaben führte, aber noch nicht zu einem nachhaltigen Konzept. Ab November 2003 wird nun auch der Bereich Ackerbau auf das bei Dairy erfolgreiche Konzept ausgerichtet.

### **Ausblick**

Das IFCN soll in den kommenden Jahren in verschiedene Richtungen weiterentwickelt werden: (1) Weitere Ausdehnung des Netzwerks in den drei existierenden Branchen, Sicherstellung einer nachhaltigen Zusammenarbeit. (2) Verbesserung der Verknüpfung mit internationalen Marktmodellen, um Prognosen erstellen zu können. (3) Verbesserte Abbildung der ökonomischen Verhältnisse und Entscheidungssituationen in Kleinbetrieben, vor allem in Entwicklungsländern, unter Berücksichtigung von Unsicherheit und Risiko. (4) Ausdehnung auf weitere Branchen, sofern hierfür die personellen und finanziellen Voraussetzungen geschaffen werden können.

### **Literatur**

- Deblitz C (2002) Beef Report 2002, IFCN/FAL, Braunschweig  
Hemme T (2000) Ein Konzept zur international vergleichenden Analyse von Politik- und Technikfolgen in der Landwirtschaft. Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 215  
Hemme T (2003) Dairy Report 2003, IFCN/Global Farm, Braunschweig  
Parkhomenko S (2003) International Competitiveness of Soybean, Rapeseed and Palm Oil Production in Major Producing Regions. Dissertation, Braunschweig und Göttingen

## Bedeutung von Agrar-Audits als Qualitätssicherungssystem für die Nachhaltigkeit in der internationalen landwirtschaftlichen Produktion

U. Meier<sup>1</sup>

Transparenz in landwirtschaftlichen Produktionsprozessen ist eine Forderung von Handel, Lebensmittelindustrie und Verbraucher infolge von Problemen in der landwirtschaftlichen Produktion. Ferner legen Handelsunternehmen nicht nur Wert auf eine hohe Qualität der agrarischen Produkt, die sie auf dem Weltmarkt einkaufen, sondern zunehmend auch auf die Produktions- oder Prozessqualität. Aus Imagegründen wollen sie nicht mit den negativen Folgen der Globalisierung, wie Umwelt- und Sozialdumping in der Produktion, insbesondere in Drittstaaten, in Verbindung gebracht werden. Agrar-Öko-Audit-Systeme können ein Instrument sein, die möglichen negativen Folgen zu quantifizieren und zu minimieren. Diese Systeme haben das Ziel, nicht nur die Transparenz der Produktionsverfahren zu erhöhen, sondern auch über Standards und Kriterien umwelt- und sozialorientierte Produktionsverfahren international einzuführen. Damit stehen Agrar-Audit-Systeme im Kontext mit dem aus der Agenda 21 entnommenen umfassenden Begriff der Nachhaltigkeit und bieten die Grundlage für ethisch-ökologische Handlungsoptionen in der Agrarwirtschaft. Es ist das Ziel, durch internationale Kooperationen mit Handel und Anbauverbänden die Agrar-Öko-Audit-Systeme fachlich zu unterstützen und neue Handlungsoptionen aufzuzeigen.

Sowohl Umweltmanagementsysteme wie ISO EN 14001 (1996) oder EMAS II (2001) (Spindler, 1998, 2002), als auch Kriteriensysteme werden in einigen Sparten der internationalen Agrarwirtschaft bereits in die Praxis umgesetzt (Meier, 1999). Erste Agrar-Audit-Systeme auf Kriterienebene zur Bemessung der ökologischen und sozialen Nachhaltigkeit in der Produktion wurden sowohl im Gemüse-, Zierpflanzen- und Obstbau als auch in der Forstwirtschaft international eingeführt (Meier, 2002a, b). Die Standards für den umweltorientierten Pflanzenschutz im internationalen Schnittblumenanbau wurden von Meier und Feltes (1996), Feltes und Meier (1996), Meier (1999) nach ausführlicher internationaler Diskussion veröffentlicht.

Mit folgenden Organisationen bestehen bei Bedarf Beratungsk Kooperationen:

**Euro-Retailer Produce Working Group (EUREP)** ist eine Kooperation zahlreicher führender Einzelhandelsunternehmen in Europa, die sich verpflichtet haben, zukünftig nur noch Produkte aus Landwirtschaft und Gartenbau von Produzenten zu erwerben, die vorgegebene Umwelt- und Sozialstandards erfüllen. Es ist ein kriterienorientiertes Zertifizierungssystem hinsichtlich der Durchführung der guten landwirtschaftlichen Praxis (GAP) zunächst für Obst, Gemüse, Südfrüchte und Blumen (Meier, 2002c). Die deutsche Agrarwirtschaft und der deutsche Einzelhandel sind am EUREP-Programm nicht beteiligt.

**Milieu Project Sierteelt (MPS)**. MPS wurde als Stiftung 1995 von den niederländischen Zierpflanzenvermarktern gegründet und hat das Ziel, Umweltbelastungen in den teilnehmenden Zierpflanzenbetrieben zu minimieren. Das MPS ist ein Umweltmanagement-System, das auf freiwilliger Registrierung und Umweltpflichtung basiert.

**Flower Label Program (FLP)** Nach eigenem Anspruch fördert das FLP weltweit die soziale und umweltverträgliche Schnittblumenproduktion durch universelle Sozial- und Umweltstandards. Grundlage des FLP ist der internationale „Verhaltenskodex für die sozial- und umweltverträgliche Produktion von Schnittblumen“ (Code of Conduct), der Mindeststandards festlegt. Überwacht wird der Verhaltenskodex vom Direktorium des FLP, in dem die Unternehmer (Produzenten und Handel), Gewerkschaften und Nichtregierungsorganisationen paritätisch Sitz und Stimme haben.

Der **Forest Stewardship Council (FSC)** wurde 1993 von Umweltorganisationen, Vertretern betroffener Volksgruppen und Unternehmen der Forstwirtschaft gegründet. Ziel der FSC ist die Förderung einer umweltverantwortlichen, sozialverträglichen und ökonomisch tragfähigen Bewirtschaftung der Wälder der Erde. Zur Dokumentation für die Marktpartner wurde ein Gütesiegel für Holz geschaffen, das weltweit Gültigkeit hat.

Besonders zukunftsorientiert ist der internationale Blumenhandel. Die bisher konkurrierenden internationalen Systeme FLP und MPS werden zusammenarbeiten und das FFP (Fair Flower & Plant) als gemeinsames Label herausbringen. Es wird weltweit erstmalig ein einheitliches Agrar-Zertifizierungssystem entstehen mit einheitlichen Kriterien und Betriebsprüfungen, gleichberechtigt getragen von den Blumenproduzenten, dem Handel und den zahlreichen NGOs. Dieses System könnte im internationalen Agrarhandel als Beispiel für Nachhaltigkeit im Sinne der Agenda 21 gelten.

<sup>1</sup> Institut für Pflanzenschutz im Gartenbau, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA), Messeweg 11/12, 38104 Braunschweig; E-mail: U.Meier@bba.de

Die **Rainforest Alliance** ist eine US-amerikanische Naturschutzorganisation, die nach umweltorientierten und einigen sozialorientierten Kriterien agrarwirtschaftliche Unternehmen überprüft. Zahlreiche Produzenten von Bananen, Kaffee, Orangen, Zuckerrohr und Kakao im lateinamerikanischen Raum, lassen ihre Betriebe freiwillig von der „Rainforest Alliance“, überprüfen. Die Produkte aus den geprüften Betrieben können mit dem Siegel „ECO-OK“ versehen werden. Die Standards und Prüfkriterien für die Produktion wurden von Wissenschaftlern unterschiedlicher Disziplinen, im Pflanzenschutz auf der Grundlage von Feltes und Meier (1996) erstellt.

Umweltmanagementsysteme und/oder Kriteriensysteme für eine umwelt- und sozialorientierte landwirtschaftliche Produktion werden weltweit zunehmen, weil der Handel und die Lebensmittel verarbeitende Industrie dieses fordern werden. Diese Entwicklung öffnet die Option, gesicherte Forschungsergebnisse über die Standards rasch in die Systeme zu integrieren. Dieses gelingt, wenn sich die Forschung bei der Entwicklung der Systeme beratend mit einbringt. Es besteht somit die Möglichkeit, fortschrittliche Pflanzenschutzverfahren, Umwelt- und Arbeitsschutz im Pflanzenschutz über Kriterien in die Praxis umzusetzen.

Forschungsbedarf besteht im Rahmen empirischer Untersuchungen im internationalen Bereich. Es sollte untersucht werden, wie erfolgreich die Umwelt- und Kriteriensysteme und deren Kontrollen arbeiten. Schwachstellenanalysen in den Systemen sind erforderlich. Ziel dieser interdisziplinär angelegten Forschung sollte es sein, in der Praxis die Schwachstellen aufzuzeigen und gegebenenfalls Lösungsmöglichkeiten zu erarbeiten. Es sollte den Partnern Hilfestellung geleistet werden, um die Glaubwürdigkeit der Systeme langfristig im Sinne der Agenda 21 zu gewährleisten.

### Literatur

- EMAS II (2001) Verordnung (EG) Nr. 761/2001 vom 19.03.2001 über die freiwillige Beteiligung von Organisationen an einem Gemeinschaftssystem für das Umweltmanagement und die Umweltbetriebsprüfung (EMAS), erschienen im Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft L 114/1 vom 24.04.2001, in Kraft seit dem 27.04.2001. EG-Ökoaudit-Verordnung (EMAS II)
- Feltes J, Meier U (1996) Protección del trabajo, de la salud y del medio ambiente en las empresas de horticultura. Acta. Toxicologia Argentina 4, 12-16
- ISO EN 14001 (1996) Umweltmanagementsysteme. Spezifikation mit Anleitung zur Anwendung. 26 S.
- Meier U, Feltes J (1996) Bewertung von Blumenbetrieben in Nicht- EU-Ländern nach ökologischen Standards. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. 48, 80-82
- Meier U (1999) International Code of Conduct agreed for cut flower production. Horticultural Industry, 2, 22-23
- Meier U (1999) Agrar- Öko-Audit und Zertifizierung in Costa Rica. Gutachten für die GTZ. S. 31
- Meier U (2002 a) Controlled agriculture according to ethical-ecological criteria of crop growing. Proceedings XV Reunión International ACORBAT Meeting 2002 Cartagena / Kolumbien. 552-556
- Meier U (2002 b) Internationale Agrar-Zertifizierungssysteme im Vergleich, 100 - 114. In: Spindler (Hrsg.) Agrar-Öko-Audit. Agrarwende mit System. Agrarwende mit System. Frankfurt: DLG, 252 p, ISBN 3-7690-0606-2
- Meier U (2002c) Bericht – 3. Offizielle EUREPGAP-Konferenz im Oktober 2001 in Bologna, Italien. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. 54, 156 - 157
- Spindler E (1998) Agrar-Öko-Audit. Praxis und Perspektiven einer umweltorientierten Land- und Forstwirtschaft. Berlin, Heidelberg: Springer, 410 p, ISBN 3-540-62451-1
- Spindler E (2002) Agrar-Öko-Audit. Agrarwende mit System. Frankfurt: DLG, 252 p, ISBN 3-7690-0606-2

## Leistungen moderner Agrartechnik zur globalen Ernährungssicherung

R. Brunsch<sup>1</sup>, R. Schlauderer, J. Zaske

Das Leibniz-Institut für Agrartechnik Bornim hat sich zum Ziel gesetzt, mit seinen Forschungen einen Beitrag zur Verbesserung der Lebensverhältnisse und der Einkommenssituation im ländlichen Raum zu leisten, die Versorgung der Bevölkerung und der Wirtschaft mit hochwertigen Agrarprodukten zu angemessenen Preisen zu sichern, einen Beitrag zur Verbesserung der Außenwirtschaftsbeziehungen und der Welternährungslage zu leisten, sowie die Sicherung der natürlichen Lebensgrundlagen voran zu treiben.

In Bezug auf die Sicherung der Welternährungsgrundlage und der natürlichen Lebensgrundlagen werden unterschiedliche *Projekte* durch das Institut bearbeitet.

Im Bereich Wassernutzung wird an der Verbesserung der Bewässerungstechnik gearbeitet, um einen gezielteren und damit reduzierten Wasserverbrauch bei zumindest gleicher Ertragshöhe zu realisieren (*Optimierung der Steuerung von modernen Beregnungsanlagen und die ökologische und ökonomische Bewertung großflächiger Bewässerung*). Die Möglichkeiten des Einsatzes von Photovoltaik zur Betreibung von Nutztiertränken in entlegenen Gebieten (*Individuelle Tränkwasserversorgung weidender Rinder mittels einer solargetriebenen Weidezentrale*) werden erforscht.

Um die Welternährung nachhaltig zu sichern, sind die Auswirkungen der Produktion auf die relevanten Nährstoff- und Energiekreisläufe mit einzubeziehen. Aus diesem Grund werden Stoffströme eingehend analysiert (*Analyse von Bioenergie-Prozessketten hinsichtlich Umweltverträglich- und Nachhaltigkeit; Einfluss der Verfahrensgestaltung im Pflanzenbau und in der Tierhaltung auf Stoff- und Energieflüsse; Schutz von Nährstoffressourcen durch umweltverträgliche Landbewirtschaftung*) und energetische Fragestellungen v.a. für den Einsatz nachwachsender Rohstoffe beleuchtet (*Analyse von Bioenergie-Prozessketten hinsichtlich Umweltverträglich- und Nachhaltigkeit; Energielandwirtschaft - Potenzial und Risiko bei Biogas*).

Eine benötigte Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion ist vielerorts nur mit einer verbesserten Mechanisierung möglich. Diese muß den finanziellen Möglichkeiten der entsprechenden Länder angepasst sein (Entwicklung einer Linsenerntemaschine für Ägypten). Aufgrund der benannten finanziellen Engpässe und den großen Nachernteverlusten stellt sich die Frage nach effizienten Möglichkeiten der Konservierung verderblicher Produkte (Lagerung und Konservierung einweißreicher Grundfuttermittel; optimierte Steuerung von Getreide-Schachtrocknern; Vergleichende Untersuchungen von Klima, Regelungs-Algorithmen und Optimierung zur Verlustminderung lagernder Kartoffeln).

Um über cash-crops ein ausreichendes Einkommen für die Sicherung der Ernährung der bäuerlichen Familien mit erwirtschaften zu können, spielt die Erhaltung der Qualität der Erntegüter eine wichtige Rolle. Dies gilt insbesondere für die leicht verderblichen Produkte wie Obst und Früchte (Prozesskontrolle der Qualität von frischem Obst und Gemüse mit Hilfe eines Multigas-Sensors; Qualitätssicherung von gartenbaulichen Produkten bei der Vermarktung).

Für eine nachhaltige Verbesserung der Welternährungslage ist eine intensivierete Informations- und Weiterbildungsinitiative nötig. Mitarbeiter des ATB lehren u.a. an der Humboldt-Universität zu Berlin und der Technischen Universität Cottbus in internationalen Studiengängen.

### Ausgewählte Literatur seit 2000:

- Kern J, Darwich A, Förstel H (2000) Studies on the role of N<sub>2</sub> fixation in the floodplain forest in the Central Amazon. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 27: 610-614.
- Darwich A, Kern J, Robertson B, Souza E (2000) Decomposition of *Echinochloa polystachya* and its contribution to nutrient cycling in a Central Amazonian floodplain lake. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 27: 2611-2614.
- Grüneberg B, Kern J (2001) Phosphorus retention capacity of iron-ore and blast furnace slag in subsurface flow constructed wetlands. *Wat. Sci. Technol.* 44 (11-12): 69-75.
- Kern J, Brettar I (2002) Nitrogen turnover in a subsurface constructed wetland receiving dairy farm wastewater. *Proceedings of the 6<sup>th</sup> INTECOL Wetlands Conference, Quebec, 6-12.8.2000.* CH2M Hill Canada Limited: 15-21.
- Kern J, Kreibich H, Darwich A (2002) Nitrogen dynamics on the Amazon floodplain driven by the Solimões River. In: McClain M (ed) *The Ecohydrology of South American Rivers and Wetlands.* Cambridge University Press. IAHS Special Publication no. 6: 35-47.

---

<sup>1</sup> Leibniz-Institut für Agrartechnik Bornim e.V., Max-Eyth-Alle 100, 14469 Potsdam, E-Mail: rbrunsch@atb-potsdam.de

- Scholz V, Dias GD, Rodrigues DE, Coelho RF (2002) Energieeffizienz brasilianischer Hammermühlen beim Zerkleinern von Mais (Energy Efficiency of Brazilian Hammer Mills Grinding Maize) Landtechnische Forschung 8 Heft 5: 85-89, (English translation p. E85-E-89)
- El Saeidy E, Scholz V (2002) Problems and Solutions of Energetic Use of Cotton Stalks. In: Proceedings of CIGR/ERA Conference "Energy Efficiency and Agricultural Engineering", Russe, Bulgarien 4./6.4.02, S. 47-52
- Dias PD, Scholz V (2003 im Druck) Resultados obtidos nas Bancadas de Ensaio de Equipamentos Eletorrurais (Ergebnisse der Prüfstanduntersuchungen von elektrisch angetriebenen Landmaschinen) In: Tagungsband zu 30 Seminário „Energia na Agricultura“, Uberaba/Brasilien 27./29.11.02
- Scholz V, Daries W (2002) Solar Drinking Water Supply on the Pasture (Solare Tränkwasserversorgung auf der Weide). Agrartechnische Forschung 6 Heft 4: 90-96
- Scholz V, Daries W (2000) Solare Tränkwasserversorgung auf der Weide. Landtechnik 55 (2000) 4, S.302-303
- Scholz V, Richter S (2002) Capacity of Photovoltaic Pump Systems in Long Term Operation. In: Proceedings of CIGR Conference "Rational Use OF Renewable Energy Sources In The Agriculture", Budapest, Ungarn, 10./16.4.2000

## Uranbelastung von Böden in militärischen Krisengebieten – Einfluss von Bodeneigenschaften auf die Pflanzenverfügbarkeit von Uran

S. Schroetter, E. Schnug<sup>1</sup>, J. Fleckenstein, M. Lamas, M. Rivas

Uran ist ein natürlicher Bestandteil von Gesteinen und infolge von Bodenbildungsprozessen durch Verwitterung in den Böden enthalten. Der natürliche Urangelgehalt liegt zwischen 0,79 und 11  $\mu\text{g g}^{-1}$  in Abhängigkeit vom Ursprungsgestein, aus dem der Boden entstanden ist (Kabata-Pendias & Pendias, 2001). Uran wird vornehmlich im A-Horizont angereichert und seine Pflanzenverfügbarkeit wird sowohl von natürlichen als auch von anthropogen beeinflussten Bodeneigenschaften bestimmt. Ein bekanntes Problem sind die hohen Urankontaminationen von Böden im Bereich von Uranabbaugebieten und Erzaufbereitungsstätten. In der jüngsten Vergangenheit tritt eine neue, nicht zu unterschätzende Gefährdung des Ökosystems Boden auf: seit gut zehn Jahren wird bei militärischen Auseinandersetzungen Munition eingesetzt, deren Penetratoren unter Verwendung von abgereicherten Uranabfällen aus der Kernspaltung, sogenanntem „Depleted Uranium“ (DU), hergestellt werden. DU enthält noch ca. 0,2-0,3 %  $^{235}\text{U}$ . Es ist wie natürliches Uran eine instabile Substanz, die Alpha-, Beta- und Gammastrahlung abgibt. Auf Grund seiner sehr langen Halbwertszeit verbleibt DU dauerhaft im kontaminierten Material und wird kaum abgebaut (UNEP, 2001). Als weitaus bedenklicher wird jedoch die Toxizität von DU als Schwermetall angesehen. Gefahr für die menschliche Gesundheit entsteht, wenn dieses Schwermetall in den Nahrungskreislauf gelangt. Das kann direkt über Trinkwasser, Gemüse, Obst oder Körnerprodukte erfolgen oder auf indirektem Weg mit dem Verzehr von belastetem Fleisch, Milch oder Eiern.

Ziel des Projektes ist es, die Ursachen für die Mobilisierung von Uran im Boden aufzufinden, den möglichen Transfer vom Boden in die Pflanze quantitativ abzuschätzen sowie Gegenmaßnahmen im Rahmen des landwirtschaftlichen Managements zu bewerten.

Projektpartner: Department of Soil Science, University of Buenos Aires, Argentina Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), BA, Argentina

Die Untersuchungen werden in mehreren Gefäßversuchen mit unterschiedlichen Bodensubstraten und Fruchtarten seit mehr als drei Jahren durchgeführt. In einem ersten Versuch wurde der Einfluss von Bodenqualität bzw. Bodenfruchtbarkeit, pH-Wert der Bodensubstrate, U-Kontaminationsgrad des Bodens und P-Versorgung auf den Urangelgehalt in Blättern von Weidelgras (*Lolium perenne*, Sorte Lisuna) geprüft (Tab. 1).

Tabelle 1: Charakteristik der untersuchten Substrate:

Substrat	Nutzung	Bodenart	Klassifizierung	Schicht [cm]	pH	C <sub>t</sub> [%]	N <sub>t</sub> [ $\text{mg g}^{-1}$ ]	P [ $\text{mg kg}^{-1}$ ]	K [ $\text{mg kg}^{-1}$ ]
Boden 1	Dauergrünland	anlehmgiger Sand	Podsolidierte Braunerde	0...25	5,9	1,2	1,0	108	261
Boden 2				25...50	4,8	0,5	0,4	20	246
Boden 3	Wald	lehmgiger Sand	Podsol	0...25	3,5	2,0	1,1	48	25
Boden 4				25...50	3,8	0,6	0,4	20	5

Der zweite Versuch soll Aufschluss darüber geben, wie die Uraneinlagerung in juveniles Pflanzengewebe in Abhängigkeit von der Pflanzenart (Mais, Ackerbohne, Sonnenblume) und dem Ernährungszustand der Pflanzen (P-, N- und S-Düngung) differiert.

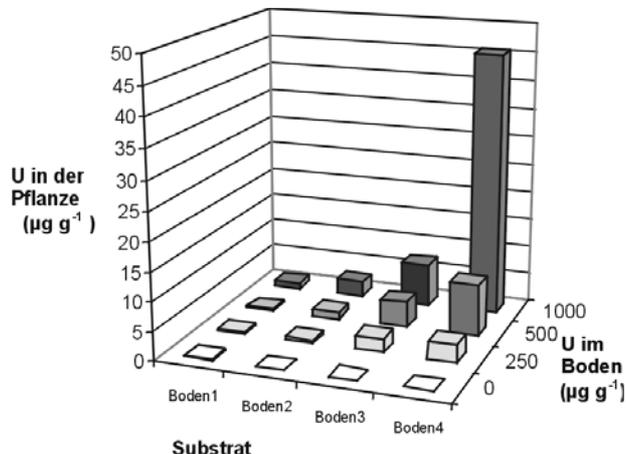
Weiterhin werden Effekte auf die mikrobiologische Aktivität in den Bodensubstraten und die daraus resultierenden Gehalte an pflanzenaufnehmbaren Uranverbindungen untersucht.

Neben dem Urangelgehalt werden in der Pflanzensubstanz der P-, K-, Mg- und Ca-Gehalt sowie eine Reihe weiterer Elemente mittels der ICP-QMS untersucht (Details sind beschrieben bei Lamas et al., 2002). Der N-Gehalt wird nach Kjeldahl ermittelt. Die biologische Aktivität wird über die Bestimmung der Dehydrogenaseaktivität verglichen.

<sup>1</sup> Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Bundesallee 50, 38116 Braunschweig, E-Mail: pb@fal.de

Die bisherigen Ergebnisse zeigen, dass Uran, einmal in den Boden gelangt, unter entsprechenden Bedingungen mobilisiert wird und dann offenbar in pflanzenaufnehmbare Form vorliegt. Die Höhe der Urankontamination des Bodens spielt dabei eine entscheidende Rolle (Abbildung 1).

Abbildung 1: Einfluss von Bodenurangehalt und Bodenqualität auf die Uranaufnahme durch Weidelgras [ $\mu\text{g g}^{-1}$ ], 4. Schnitt (40 Wochen nach der Bodenkontamination)



Der P-Gehalt des Bodens, der pH-Wert und die Bodenqualität beeinflussen die Uranaufnahme ebenfalls.

Tabelle 2: Einfluss von Bodenfruchtbarkeit, pH-Wert des Bodens und P-Düngung auf den Urangehalt in Weidelgrasblättern [ $\mu\text{g g}^{-1}$ ], 6. Schnitt (50 Wochen nach der Bodenkontamination)

Bodensubstrat	P-Düngung	Kalkung	pH-Wert des Bodens		
Urangehalt in der Pflanzensubstanz [ $\mu\text{g g}^{-1}$ U]					
Boden 1 Grünland Oberboden	ohne	0,348	ohne mit	0,441 0,254	6,30 6,87
	mit	0,182	ohne mit	0,204 0,159	6,51 6,77
Boden 2 Grünland Unterboden	ohne	1,632	ohne mit	1,718 1,546	4,96 6,73
	mit	0,176	ohne mit	0,139 0,213	5,58 6,58
Boden 3 Wald Oberboden	ohne	2,217	ohne mit	3,722 0,712	3,57 5,61
	mit	0,161	ohne mit	0,169 0,154	4,45 6,09
Boden 4 Wald Unterboden	ohne	3,171	ohne mit	4,890 1,451	4,17 5,65
	mit	0,113	ohne mit	0,114 0,113	4,86 6,28

Wichtigstes Anliegen des Projektes ist die Risikoabschätzung bei landwirtschaftlicher Nutzung uranbelasteter Böden und die Verhinderung des Urantransfers vom Boden in die Pflanze. Die Untersuchungen zeigen, dass Uran von den Pflanzenwurzeln aus kontaminiertem Boden aufgenommen und in die oberirdischen Pflanzenorgane eingelagert wird. Auf diese Weise entsteht die Gefahr des Übergangs dieses toxischen Schwermetalls in die Nahrungskette. Der Bodenfruchtbarkeitszustand ist offenbar ausschlaggebend für die Urankonzentration im Gewebe der darauf wachsenden Pflanzen. Die Regulierung des Boden-pH-Wertes durch Kalkung scheint ein Faktor zu sein, über den der Boden-Pflanze-Transfer begrenzt werden könnte. Auch eine hohe Phosphatkonzentration im Boden wirkt offenbar hemmend.

## Literatur

- Kabata-Pendias A, Pendias H (2001) Trace elements in soils and plants. Boca Raton, London, New York: CRC Press, 413 p  
 UNEP (2001) Depleted Uranium in Kosovo. Post-Conflict Environmental Assessment. Genf: SRO-KUNDIG, 186 p  
 Lamas M, Fleckenstein J, Schroetter S, Sparovek RM, Schnug E (2002) Determination of Uranium by means of ICP-QMS. Comm Soil Sci Plant Anal 33/15-18: 3469-3479

## Erzeugung hochwertiger Rohstoffe für die Phytopharmakaherstellung in Ägypten

E. Bloem, S. Haneklaus, E. Schnug<sup>1</sup>

Phytopharmaka sind Medikamente, die ohne weitergehende chemische Verarbeitung direkt aus pflanzlichen Rohstoffen hergestellt werden können. Voraussetzung für den Einsatz sind auf der einen Seite hohe natürliche Wirkstoffgehalte und auf der anderen ein von Pestiziden freier Rohstoff. In einem Projekt, das von der NATO gefördert wird, entwickeln Forscher/innen des Institutes für Pflanzenernährung und Bodenkunde der FAL und dem Nationalen Forschungszentrum in Kairo Anbaumethoden für Kapuzinerkresse und Meerrettich, die besonders hohe Senfölgelhalte bei ökologischer Anbauweise garantieren sollen.

Meerrettich, obgleich von den alten Ägyptern bereits vor Tausenden von Jahren als Heilpflanze genutzt, ist heute in Ägypten aus dem Anbau völlig verschwunden. Im Rahmen des Kooperationsprojektes wurden Fechser einer alten Deutschen Landsorte aus dem Westerwald in Kairo wieder neu eingeführt und im Anbau etabliert.

Senföle wirken im menschlichen Körper antibakteriell und sind u.a. altbekannte Heilmittel gegen Erkrankungen der Nieren und Harnwege. In Feldversuchen in der Nähe von Kairo werden die Pflanzen zu einer erhöhten Produktion an Senfölen angeregt, in dem elementarer Schwefel gezielt zu ganz bestimmten Entwicklungsstadien der Pflanze gedüngt wird. Das warme Klima Ägyptens wirkt sich besonders günstig auf die Wirkstoffgehalte aus: im Vergleich zu den in Braunschweig angebauten Kapuzinerkressepflanzen konnten die Wirkstoffgehalte in Ägypten bis zu 100% erhöht werden.

Der Anbau von Medizinalpflanzen wird in Ägypten in Anbausysteme des ökologischen Landbaus integriert, so dass die pflanzlichen Rohstoffe nicht mit Pestiziden kontaminiert werden. Ökologischer Anbau ist arbeitsaufwändiger als konventioneller, was wiederum einen Wettbewerbsvorteil für kleinbäuerliche Betriebe darstellt. Neben der Erzeugung hochwertiger Phytopharmaka hat die Kooperation mit Ägypten auch das Ziel, die Lebensbedingungen in den ländlichen Räumen Ägyptens zu verbessern.

---

<sup>1</sup> Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Bundesallee 50, 38116 Braunschweig, E-Mail: pb@fal.de



## Beitrag der milchsauen Fermentation zur Lebensmittelsicherheit in Afrika südlich der Sahara

W.H. Holzapfel<sup>1</sup>, V.M. Kimaryo, G.A. Massawe, N.A. Olasupo

Lebensmittelfermentation und ihre Entwicklung stehen in engem Zusammenhang mit der menschlichen Kultur- und Überlebensgeschichte. Zur Haltbarmachung oder Konservierung wurden Lebensmittel bereits seit frühesten Zeiten entweder getrocknet, gesalzen oder fermentiert. Dabei wurden über einen Zeitraum von mindestens 6000 Jahren die ehemals empirischen Fermentationen nach und nach optimiert. Auf der Basis biowissenschaftlicher Erkenntnisse und technischer Entwicklungen seit Ende des 19. Jahrhunderts entstand letztlich daraus die heutige moderne Biotechnologie. Dennoch sind traditionelle Fermentationen noch keine Seltenheit geworden; vielmehr spielen sie eine überlebenswichtige Rolle in der Ernährung und der Sozioökonomie vieler Staaten und Regionen. Das trifft in besonderem Maße für Afrikastaaten südlich der Sahara zu, wo milchsauer fermentierte Lebensmittel häufig eine zentrale Rolle in der täglichen Diät einnehmen. Auf Grund heutiger Erkenntnisse wissen wir, dass die Lebensmittelfermentationen eine wesentlich umfassendere Bedeutung für die menschliche Ernährung haben als bisher angenommen, und einen oder mehrere der folgenden günstigen Effekte – je nach Produkt und Fermentationsart – mit sich bringen können:

1. Konservierung, z.B. durch Milchsäure, Alkohol, Essigsäure und auch alkalische Fermentationen.
2. Verbesserung/Anreicherung der menschlichen Diät durch die Bildung von Geschmacks- und Aromastoffen und der Textur des Produktes.
3. Biologische Anreicherung mit Eiweiß, essentiellen Aminosäuren, essentiellen Fettsäuren und Vitaminen.
4. Detoxifizierung während des Fermentationsprozesses (Abbau antinutritiver Faktoren oder von natürlichen Toxinen und Mykotoxinen).
5. Verbesserung der Verdaulichkeit / Reduzierung der Zubereitungszeit und des Energiebedarfs.

Nicht allein tragen diese traditionell fermentierten Erzeugnisse täglich zur Lebensqualität und Sicherheit in vielen Entwicklungsändern bei, sondern sie dienen gleichzeitig als wertvolle Forschungsmodelle zum besseren Verständnis komplexer mikrobiologischer Stoffwechselfvorgänge und Wechselwirkungen in diesen Produkten. Ganz besonders dienten Untersuchungen in den letzten 10 Jahren dazu, traditionelle Fermentationen zu optimieren, und die Sicherheit und Qualität der Endprodukte zu verbessern. Diese sind nach wie vor Zielsetzungen der FAO und WHO, wobei die FAO einen besonderen Akzent auf die Entwicklung von Starterkulturen für mittel- und kleinbetriebliche Fermentationsverfahren in Entwicklungsländern setzt.

Dank EU-Förderungen konnten verschiedene Forschungsprojekte zur breiten Thematik der Lebensmittelfermentation, und mit dem Ziel der Verbesserung der Lebensmittelsicherheit und -Qualität, der Armutsbekämpfung und des „Capability Building“, mit mehreren Partnerinstituten in Afrika durchgeführt werden. Somit konnten zum Teil neue Erkenntnisse über die Mikrobiologie traditioneller fermentierter Produkte in Afrika und vorteilhafte Stoffwechseleinstellungen assoziierter Milchsäurebakterien gewonnen werden.

Aktuellen Statistiken nach, sterben jährlich ca. 5 Millionen Kinder < 5 Jahren in Entwicklungsländern an der Folge lebensmittelbedingter Durchfallerkrankungen. Ein Teil der Durchfallerkrankungen ist auch heute noch auf nicht ausreichend fermentierte Lebensmittel zurückzuführen, die ansonsten als „sicher“ gelten und die auch häufig als Hauptnahrung für Kleinkinder dienen. Die Tatsache, dass Lebensmittelfermentationen in Afrika breite Akzeptanz genießen und auf der anderen Seite in vielen Regionen auf Haushalts- und kleinbetrieblicher Ebene praktiziert werden, unterstreicht deren sozio-ökonomische Bedeutung und das Potenzial für positive Ansätze zur Armutsbekämpfung und Ernährungssicherung.

Die in Tabelle 1 zusammengetragene Information verdeutlicht die Vielfalt und Komplexität der verschiedenen Arten von Lebensmittelfermentationen im Zusammenhang mit den Rohprodukte bzw. Substraten.

Forschungsarbeiten zur Mikrobiologie und Sicherheit mehrerer dieser Produkte haben zu neuen Erkenntnissen geführt und dazu beigetragen, die komplexen Wechselwirkungen zwischen Mikroorganismen und Lebensmittelsubstrat besser zu verstehen und dieses Potenzial auch im Sinne der Ressortforschung zu nutzen. Dazu zählen u.a. folgende Aspekte:

---

<sup>1</sup> Institut für Hygiene und Toxikologie, Bundesforschungsanstalt für Ernährung, Haid-und-Neu-Str. 9, 76131 Karlsruhe (im Forschungsverbund Produkt- und Ernährungsforschung). E-mail: wilhelm.holzapfel@bfe.uni-karlsruhe.de  
*Hiermit wird die finanzielle Unterstützung der EU-Kommission und der Alexander von Humboldt-Stiftung dankend erwähnt.*

- Verbesserte mikrobiologische Sicherheit durch Antagonismus von erwünschten Milchsäurebakterien gegen Krankheitserreger schon im frühen Stadium einer aktiven und richtig gesteuerten Fermentation. Dies stellt auch die Basis dar für moderne Absätze zur Biokonservierung mit ausgewählten Schutzkulturen (Olasupo *et al.*, 2001).
- Antinutritive Komponenten können gesundheitsschädliche Auswirkungen besonders bei einer unausgewogenen Ernährung, besonders auf der Basis von Zerealien, haben, wie es oft der Fall in Entwicklungsländern ist. Zu solchen Faktoren zählen z.B. Enzym-Inhibitoren wie Protease- und Amylase-Inhibitoren, aber auch Polyphenole einschließlich Tannine (in Hirse und Sorghum), während Lectin verwandte Haemagglutinin-Aktivitäten in Leguminosen die Verfügbarkeit von Eiweiß und Stärke einschränken können. Darüber hinaus kann Phytat (Phytinsäure), das typisch in Zerealien vorkommt, die Bioverfügbarkeit von Mineralien wie Calcium, Eisen und Zink stark beeinträchtigen und ebenfalls zu einer Unterernährung in Entwicklungsländern beitragen. Auf der anderen Seite wurde in mehreren Arbeiten gezeigt, dass Fermentation den Nährwert von Zerealien durch eine Reduzierung antinutritiver Faktoren beitragen kann (Chavan und Kadam, 1989; Lorri, 1993; Mbugua *et al.*, 1992; Holzapfel, 1997).
  - In einem Versuchsansatz wurde der Abbau von Trypsin-Inhibitor (TI) durch ausgewählte Stämme von Milchsäurebakterien, die aus einem Maisteig („Aflata“) in Ghana stammen, auf ihre Fähigkeit untersucht, TI abzubauen. Es zeigte sich (Tab. 2), dass ca. 50 % der TI-Aktivität von Stämmen wie *Lactobacillus plantarum* Stamm 91 und *Leuconostoc* sp. Stamm 106 abgebaut wurden. Eine kinetische Untersuchung zeigte, dass mit *Leuconostoc mesenteroides* Stamm 92 ein signifikanter Abbau erst während der stationären Wachstumsphase erfolgte.
  - Verarbeitungsschritte auf Haushaltsebene (wie Essential Einweichen, Auskeimen und milchsäure Fementation) tragen zum Abbau antinutritiver Faktoren (wie Phytinsäure) in vielen Zerealien bei, z.B. bei weißem Sorghum (Svanberg und Sandberg, 1988). Die Fähigkeit Phytinsäure abzubauen ist eine Seltenheit bei den Milchsäurebakterien; trotzdem konnten positive Ergebnisse mit wenigen Stämmen von *Lb. plantarum* erzielt werden (Holzapfel, 1997, 2002).
  - Raffinose, Stachyose und Verbascose sind Oligosaccharide, die typisch mit Leguminosen und Zerealien assoziiert sind, und die Flatulenz, Durchfall und Verdauungsstörungen verursachen können. Die  $\alpha$ -D-Galactosid-Bindungen sind gegen Kochen und Verarbeitung resistent, können aber von  $\alpha$ -Galactosidasen einiger Bakterien und Schimmelpilze hydrolysiert werden, darunter auch einige Milchsäurebakterien, die mit fermentierten Lebensmitteln und dem Verdauungstrakt des Menschen assoziiert sind. Bei Milchsäurebakterien-Arten wie *Leuc. mesenteroides* ssp. *mesenteroides* und ssp. *dextranicum* sowie *Weissella paramesenteroides* werden  $\alpha$ -Galactosidasen entweder nur variierbar (Milliere *et al.*, 1989), bei *Lb. fermentum*, *Lb. brevis*, *Lb. buchneri*, *Lb. cellobiosus* und *Lb. salivarius* konstitutiv (Mital *et al.*, 1973) und bei *Lb. plantarum* (z.B. Stamm ATCC 8014) nur konstitutiv (Ahme und Molin, 1991) gebildet. *Lb. plantarum*-Stämme, die aus fermentierten Mais-Erzeugnissen in Ghana isoliert wurden, konnten Raffinose und Stachyose stark fermentieren, während für Stämme von *Ped. acidilactici* und *Ped. pentosaceus* diese Fähigkeit nicht nachgewiesen werden konnte (Holzapfel, 1997; 2002).

Tabelle 1: Beispiele traditioneller fermentierter Lebensmittel typisch für Afrika

Kategorien				
A	B	C	D	E
Ogi <sup>1,2,3</sup>	Kenkey	Dawadawa <sup>5</sup>	Palmweine <sup>13</sup>	
Uji <sup>1,2,3,4</sup>	Uji <sup>1,2</sup>	Soumbala <sup>3</sup>	Traditionelle Biere <sup>1,2,3</sup>	Enjera <sup>1,2,3</sup>
Mawe <sup>1</sup>		Ugba <sup>5</sup>		
Mahewu <sup>1</sup>		Ogiri <sup>11</sup>	Tej <sup>12</sup>	Kisra <sup>3</sup>
Gari <sup>4</sup> , Kivunde <sup>4</sup>		Okpehe <sup>5</sup>	Sherbote <sup>14</sup>	Kocho <sup>9</sup>
Ergo <sup>10</sup>			Mwenge <sup>3+15</sup>	
Laban rayeb <sup>10</sup>				Kishk <sup>10+7</sup>

A = Einzelschritt, milchsäure Fermentationen (Milchsäurebakterien); B = Einweichen mit anschließender milchsäuren Fermentation; C = Alkalische, bakterielle Fermentation; D = Milchsäure / alkoholische Misch-Fermentation; E = Teig, dominiert von Milchsäurebakterien  
 Rohwaren: 1 = Mais; 2 = Hirse; 3 = Sorghum; 4 = Cassava (Maniok); 5 = Leguminosen; 6 = Tef; 7 = Weizen;  
 8 = Gemüse; 9 = Ensete Pflanzen; 10 = Milch; 11 = Wassermelonensamen; 12 = Honig;  
 13 = Palmsaft; 14 = Datteln; 15 = Bananen

Tabelle 2: Abbau von Trypsin-Inhibitor (TI) durch ausgewählte Stämme von Milchsäurebakterien die aus einem Maisteig („Aflata“) in Ghana isoliert wurden. Der Versuchsansatz wurde modellhaft in einem synthetischen Flüssigmedium mit 5 mg TI/ml durchgeführt. Inkubation: 5 Tage bei 30°C. Die TI-Konzentration wurde unter Einsatz von Benzoyl-DL-Arginin-*p*-Nitro-anilid als Substrat bestimmt (Holzapfel, 1997).

Isolat (Stamm-Nr.)	Abnahme der TI-Konzentration (in mg)	% Reduktion
<i>Lb. plantarum</i> 91	2,41	48,0
<i>Lb. fermentum</i> 103	1,22	24,4
<i>Pediococcus</i> sp. 90	0,89	17,8
<i>Pediococcus</i> sp. 19	1,08	21,6
<i>Leuconostoc</i> sp. 106	2,68	53,6
<i>Lactobacillus</i> sp. 41	0,65	13,0
<i>Lactobacillus</i> sp. 17	1,86	37,2
<i>Lactobacillus</i> sp. 62	1,34	26,8

Tabelle 3: Einfluss der Fermentation auf den Gehalt an cyanogenen Glucosiden (mg/kg Trockengewicht) in Cassava während der Verarbeitung zu „Kivunde“, ein traditionelles Produkt aus Tansania. Die Daten repräsentieren die Mittelwerte aus drei unabhängig durchgeführten Versuchen. Die Starterkultur enthielt 4 Stämme von *Lactobacillus plantarum*, die aufgrund ihrer enzymatischen Aktivitäten ausgewählt wurden (Kimaryo et al., 2000).

Fermentationsperiode (Tage)	Initiierung der Fermentation		
	Spontan	„Back-slopping“	Starterkultur
0 (frischer Cassava)	175,9	176,8	176,3
1	94,6	132,6	144,7
2	67,2	89,3	62,5
3	45,9	62,4	38,9
4	43,5	47,7	12,6
5	39,1	32,9	8,1
Kivunde (getrocknet)	17,8	26,5	6,3

- Cassava (Maniok) ist Grundnahrung von 300 bis 400 Millionen Menschen in Entwicklungsländern. Unter den natürlich vorkommenden Toxinen haben jedoch die cyanogenen Glucoside wie Linamarin und Lotaustralin aufgrund der häufig auftretenden Intoxikationen durch Verzehr von unverarbeitetem, bitterem Cassava eine herausragende Bedeutung (Holzapfel, 1997). Eine effektive Detoxifikation kann durch Fermentation herbeigeführt werden; sie beruht hauptsächlich auf mikrobiellen Aktivitäten (Westby und Choo, 1994), vor allem von *Lactobacillus* spp. (Amoa-Awua et al., 1996; Olasupo et al., 1997), *Bacillus* spp. (Ejiofor und Okafor, 1981; Essers et al., 1995; Amoa-Awua und Jakobsen, 1996) und Hefen und Schimmelpilzen (Hahn, 1989; Essers et al., 1995). In einem an der BFE in Karlsruhe und am Institut „TIRDO“ in Dar-es-Salaam/Tansania gemeinsam durchgeführten und von der EU geförderten Projekt wurde die spontane „traditionelle“ Fermentation von Cassava mit einer durch sog. „Back-slopping“ und einer mit ausgewählten Stämmen von *Lb. plantarum* initiierten Fermentation verglichen. Alle drei Fermentationsansätze trugen eindeutig zu einer Reduzierung der cyanogenen Glucoside über einen Zeitverlauf von 5 Tagen bei. Eine signifikante Detoxifikation mit einer Reduzierung des Linamarins bis unterhalb des von der CODEX TAN 151-1985 vorgeschlagenen regionalen Standards von 10 mg CN-Äquivalenten /kg TG konnte innerhalb dieses Zeitraums jedoch nur unter Einsatz der erwähnten *Lb. plantarum*-Starterkultur erreicht werden (Kimaryo et al., 2000) – s. Tabelle 3. Es zeigte sich gleichzeitig, dass die Einleitung der Fermentation mit einer Beimpfung zu einer erfolgreichen Unterdrückung der *Enterobacteriaceae* („Coliforme“) unter der Nachweisgrenze von 10 KBE/ml führte (Kimaryo et al., 2000).

### Schlussfolgerungen

Dank verstärkter Forschungsförderung nehmen Kenntnisse über traditionelle Lebensmittelfermentationen ständig zu. Neue Erkenntnisse dienen dem Zweck der gezielten Problemlösung, z.B. zur Verbesserung der Sicherheit und Qualität bei traditionellen Fermentationsprozessen in Entwicklungsländern. Gleichzeitig tragen die wissenschaftlich fundierten Informationen zu einem besseren Verständnis der komplexen Wechselwirkungen zwischen Mikroorganismen und Lebensmittelökosystemen bei und dienen somit auch wesentlichen Zielsetzungen der Ressortforschung. Dazu dienen vor allem Untersuchungen zur mikrobiologischen Dynamik, substrat-relevante Wechselwirkungen und Stoffwechselaktivitäten verschiedener Mikroben, sowie deren Schlüsselenzymen und ihre Funktionen in Verbindung mit technischen und anderen Prozessparametern. Neben der Handhabung von HACCP-

Prinzipien und von guten Verarbeitungspraxen (GMP), sieht z.B. auch die FAO einen wichtigen zukünftigen Ansatz zur Verbesserung der Qualität und Sicherheit von fermentierten Lebensmitteln in der Einführung multifunktionaler Starterkulturen, auch für kleinbetriebliche Herstellungsverfahren. Dieser Ansatz stellt eine große Herausforderung dar.

## Literatur

- Ahrné S, Molin G (1991) Spontaneous mutations changing the raffinose metabolism of *Lactobacillus plantarum*. *Antonie Van Leeuwenhoek* 60: 87-93.
- Amoa-Awua WK, Appoh FE, Jakobsen M (1996) Lactic acid fermentation of cassava dough into *agbelima*. *Int. J. Food Microbiol.* 31: 87-98.
- Amoa-Awua WK, Jakobsen M (1996) The role of microorganisms in the fermentation of *agbelima* cassava dough. In Halm M, Jakobsen M (Eds.) *Traditional Fermented Food Processing. The Third Biennial Seminar on African Fermented Food*. Ghana, July 1996; ISBN 87-87047-23-3.
- Chavan JK, Kadam SS (1989) Nutritional improvement of cereals by fermentation. *Critical Rev. Food Sci. Nutr.* 28: 349-400.
- Ejirofor MAN, Okafor N (1981) Comparison of pressed and unpressed cassava pulp for gari making. In Terry ER, Oduro KA, Caveness F (Eds.) *Tropical Root Crops: Research Strategies for the 1980's*, Ottawa, Canada IDRC, 154-158.
- Essers AJA, Jurgens CMGA, Nout MJR (1995) Contribution of selected fungi to the reduction of cyanogen levels during solid substrate fermentation of cassava. *Int. J. Food Microbiol.* 26: 251-257.
- Hahn SK (1989) An overview of African traditional cassava processing and utilization. *Outlook on Agric.* 18: 110-118.
- Holzappel WH (1997) Use of starter cultures in fermentation on a household scale. *Food Control* 8: 241-258.
- Holzappel WH (2002) Appropriate starter culture technologies for small-scale fermentation in developing countries. *International Journal of Food Microbiology* 75: 197-212.
- Kimaryo VM, Massawe GA, Olasupo N.A, Holzappel WH (2000) The use of starter culture in the fermentation of cassava for the production of „kivunde“, a traditional Tanzanian food product. *International Journal of Food Microbiology* 56, 179-190.
- Lorri WSM (1993) *Nutritional and Microbiological evaluation of Fermented Cereal Weaning Foods*. Ph.D.-Thesis, Chalmers University of Technology, Göteborg, Sweden.
- Milliere JB, Mathot AG, Schmitt P, Divies C. (1989) Phenotypic characterisation of *Leuconostoc* species. *J. Appl. Bacteriol.* 67: 529-542.
- Mital BK, Schallenger RS, Steinkraus KH (1973) Alpha-galactosidase activity of lactobacilli. *Appl. Microbiol.* 26: 783-788.
- Mbugua SK, Ahrens RH, Kigutha HN, Subramanian V (1992) Effect of fermentation, malted flour treatment and drum drying on nutritional quality of Uji. *Ecol. Food Nutr.* 28, 271-277.
- Olasupo NA, Olukoya DK, Odunfa SA (1997) Identification of *Lactobacillus* species associated with selected African fermented food. *Zeitschrift für Naturforschung C-J Biosci.* 52: 105-108.
- Olasupo NA, Schillinger U, Holzappel WH (2001) Studies on some technological properties of predominant lactic acid bacteria isolated from nigerian fermented foods. *Food Biotechnology* 15(3), 157-167.
- Svanberg U, Sandberg A-S (1988) Improving iron availability in weaning foods through the use of germination and fermentation. In: *Improving young child feeding in Eastern and Southern Africa: Household level Food Technology*", ed. Aldwick D, Moses S, Schmidt OG: Proceedings of a Workshop: Nairobi, Kenya, Oct. 1987, pp. 366-373. IDRC-265e, Ottawa, Canada.
- Westby A, Choo BK (1994) Cyanogen reduction during the lactic fermentation of cassava. *Acta Horticulturae* 376: 209-215.

## Ressourcenschonung und Pflanzenprotein: Enzymatische Modifikation von Kartoffelprotein für die Ernährung

S. Darwish, B. Fretzdorff, E. Flaschel, T. Betsche<sup>1</sup>

**Ernährungslage, Ressourcen, Umwelt.** Protein-Unterernährung ist in vielen Ländern mit Entwicklungsbedarf ein häufiges Mangelsyndrom. Der hohe Verbrauch an Ressourcen bei der Produktion von tierischem Protein ist ein Grund unter anderen für diese prekäre Situation. Überweidung in Entwicklungsländern und Methanemissionen und Belastung von Boden und Grundwasser (Gülle) in entwickelten Ländern bedeuten große Risiken für die Umwelt und die Nachhaltigkeit der Nahrungsproduktion. Was ist zu tun? Die verstärkte Nutzung von pflanzlichen Produkten, vor allem Protein, könnte zur Lösung dieser Probleme beitragen, sowohl in Ländern mit Entwicklungsbedarf als auch besonders in Ländern mit intensiv betriebener Landwirtschaft, denn die Produktion von hochwertigem pflanzlichen Protein und seine Nutzung als Lebensmittel bedeutet Ressourcenersparnis, d. h. mehr Protein für die Ernährung bei gleichem Aufwand an Fläche und Energie. Wenn Protein als Reststoff bei der industriellen Verarbeitung von pflanzlichen Rohstoffen anfällt, oder wenn für die Protein-Urproduktion Luftstickstoff assimilierende Leguminosen (siehe z. B. Beitrag „Afrikanische Yambohnen“) eingesetzt werden, treten die Vorteile der direkten Nutzung von Pflanzenprotein für die Umwelt besonders deutlich zu Tage (weniger Emission an Treibhausgasen wie Kohlendioxid, Methan, Ammoniak; weniger Belastung des Grundwassers mit Nitrat von Primärproduktion und Gülle). Forschung zur direkten Nutzung von Pflanzenprotein für die Ernährung kann deshalb als mehrfach lohnendes wirtschaftliches und politisches Ziel gesehen werden.

**Ernährungsphysiologie.** Pflanzenprotein hat zudem besondere Vorteile für die Gesundheit. Kontaminationen mit tierischen Krankheitserregern oder Hormonen sind praktisch auszuschließen. Harnsäure (Gicht) und Cholesterin (Kreislaufkrankungen) sind in Pflanzenprotein-Isolaten nicht zu erwarten. Neue Forschungsergebnisse lassen darüber hinaus erkennen, dass Pflanzenprotein (Samenspeicherprotein von Soja und von der heimischen Lupine) den Cholesterinspiegel im Blut senken kann. Das Protein der Kartoffelknollen steht in seiner Wertigkeit (Aminosäurezusammensetzung) dem Casein der Milch wenig nach und ist diesbezüglich besser zu bewerten als Getreideprotein (Weizenkleber).

**Stand der Technik und Forschungsziele.** Kartoffelprotein fällt in großen Mengen (ca. 80 000 t jährlich in Deutschland) als Nebenprodukt der Stärkeherstellung an. Erstaunlicherweise wird es aber als Nebenprodukt der Stärkegewinnung ‚unter Wert‘ als Dünger oder Futtermittelzusatz genutzt, nicht als Lebensmittel. Der industrielle Prozess beinhaltet Hitzefällung von im Kartoffelfruchtwasser in relativ geringer Konzentration enthaltenem Protein und Einengen des Rests. Der Energieaufwand ist im Verhältnis zur Wertschöpfung und zum großen ernährungsphysiologischen Potenzial von Kartoffelprotein sehr hoch.

Was sind die Gründe, warum Kartoffelprotein nicht für Lebensmittel genutzt wird? Die nach dem Stand der Technik gewonnenen Kartoffelprotein-Isolate (Hitzekoagulation) sind unansehnlich und von strengem Geruch, was z. T. daher rührt, dass bei der Verarbeitung von ungeschälten Stärkekartoffeln u. a. reichlich Glykoalkaloide in das Kartoffelfruchtwasser gelangen. Bei der Proteinfällung werden diese teilweise mitgerissen. Änderungen im Verarbeitungsprozess sind erforderlich, um (a) die Kontamination der Protein-Isolate mit Unerwünschten Inhaltsstoffen zu reduzieren und (b) Kartoffelproteinfraktionen zu erhalten, die biotechnische Modifikationen zur Verbesserung der funktionalen Eigenschaften des Proteins erleichtern. Erst nach Modifikation könnte Kartoffelprotein andere in der Lebensmittelwirtschaft verwendete Proteine (Soja) ersetzen oder ergänzen, oder als Grundstoff für neue Einsatzfelder dienen, z. B. der industriellen Entwicklung von Neuartigen Lebensmitteln auf der Basis von Pflanzenproteinen. Die Marktchancen von ernährungsphysiologisch und sensorisch hochwertigem Kartoffelprotein werden als „wachsend“ eingeschätzt.

Die vorgestellten Forschungsarbeiten für eine Dissertation (Darwish 2002) hatten zum Ziel, die Grundlagen für technische/biotechnische Prozesse zu erarbeiten, die Kartoffelprotein in einer für die menschliche Ernährung geeigneten Qualität und Funktionalität liefern können.

**Ergebnisse.** Kartoffelprotein-Konzentrate („Isolate“) wurden aus industriell gewonnenem Kartoffelfruchtwasser oder eigen hergestelltem Kartoffelsaft durch verschiedene Säurefällungen und Sprühtrocknung gewonnen. Die Proteinzusammensetzung der Isolate war unterschiedlich. Aktive Enzyme wurden nachgewiesen, was einen relativ nativen Zustand der Proteine nahe legt. Ernährungsphysiologisch unerwünschte Stoffe wie Glykoalkaloide (vornehmlich Solanin) und Schwermetalle (Blei, Cadmium) wurden gefunden. Es gelang, durch Behandlung mit

---

<sup>1</sup> Institut für Biochemie von Getreide und Kartoffeln, Bundesanstalt für Getreide-, Kartoffel- und Fettforschung, Detmold im Forschungsverbund Produkt- und Ernährungsforschung, E-Mail: t.betsche@bagkf.de

schwacher Säure und NaCl, gefolgt von Dialyse, Solanin, Cadmium und Zink, nicht aber Blei, weitgehend zu entfernen. Farbe und Geruch der Proteinkonzentrate waren deutlich verbessert, besonders wenn geschälte Kartoffeln verarbeitet wurden. Bei der erzielten Qualität der Protein-Isolate erschienen Forschungsarbeiten zur Modifikation des Proteins für Lebensmittel sinnvoll.

Hohe Gehalte an ernährungsphysiologisch wertvollem Lysin und ausreichend Glutamin eröffneten die Möglichkeit, Vernetzung mit kommerzieller Transglutaminase zu erproben, um die Viskosität zu erhöhen oder gar Gelbildung zu erreichen (Motoki et al., 1998). Trotz geeigneter Aminosäurezusammensetzung wurde aber unter verschiedenen Bedingungen keine Proteinvernetzung festgestellt, wohl aus sterischen Gründen. Um diese Hypothese zu prüfen, wurde das Protein chemisch entfaltet. Transglutaminase führte danach mit gereinigten Proteinkonzentraten zu Vernetzung, d. h. zu Bildung fester Proteingele. Diese Versuche zeigen, dass Kartoffelprotein das Potenzial besitzt, transglutaminase-katalysiert Netzwerke zu bilden.

Die Entfaltung des Proteins mit toxischen Stoffen kann für Lebensmitteln nicht eingesetzt werden. Um geeignete sterische Verhältnisse ohne Einsatz solcher Stoffe zu schaffen, wurden andere Proteine zugesetzt. Hydrolysiertes Weizenkleber ist nachweislich ein gutes Substrat für Transglutaminase (Larré et al., 1998). Je nach Mischungsverhältnis und Konzentration gelang es so, zusammen mit kommerziellem hydrolysiertem Weizenprotein (Kleber) – auch mit Milchprotein (Casein) – viskose Lösungen oder Gele zu erhalten. Zusätze oder Vorbehandlung (außer o. g. Reinigung) waren nicht erforderlich.

Das Kartoffelprotein war nach Transglutaminase-Inkubation in 6 M Harnstoff unlöslich, d. h. fest gebunden oder eingebettet. Die Molmassen lagen über 100 kDa. Rheologische Messungen zeigten Anstiege der Viskosität und bestätigten Netzwerkbildung.

**Zusammenfassung/Ausblick:** Auf der Grundlage von Kartoffelprotein und Weizenkleber wurden auf biologisch-enzymatischem Weg viskose Proteinlösungen und Gele produziert. Mit einfachen Maßnahmen gelang es, die Gehalte an Unerwünschten Stoffen zu senken. Farbe und Geruch sind allerdings noch zu verbessern. Die Ergebnisse können als Grundlage dienen für die Entwicklung von Zutaten aus Kartoffel-/Weizenprotein für Lebensmittel oder von „Neuartigen Lebensmitteln“ auf der Basis von Pflanzenproteinen als Nebenprodukte der Verarbeitung von Kartoffeln und Weizen. Forschungsbedarf besteht hinsichtlich der Optimierung der Proteingewinnung, der Aufbereitung des Proteins und Modifikation unter Einsatz von anderen Enzymen für verschiedene Einsatzfelder. An die jeweiligen heimischen Verhältnisse angepasste „Proteinpflanzen“ (Leguminosen, z.B. Lupinen für Deutschland, (Schneider, 1995); Afrikanische Yambohnen für Nigeria, siehe auch Beitrag „Afrikanische Yambohnen“) bieten weitere Chancen für die direkte Nutzung von Pflanzenprotein in der Welternährung.

#### Literatur

- Darwish, S (2002) Charakterisierung von Proteinfractionen aus Kartoffelfruchtwasser und deren Einsatz zur Herstellung von Proteingelen mit Hilfe einer mikrobiellen Transglutaminase. Dissertation, Technische Fakultät der Universität Bielefeld
- Motoki M und Seguro K (1998) Transglutaminase and its use for food processing. Trends in Food Science & Technology 9: 204-210
- Larré C, Deshayes G, Lefbvre J und Popineau Y (1998) Hydrated gluten modified by transglutaminase. Nahrung 42: 155-157
- Schneider M (1995) Soja des Nordens. Zusatz von Lupinensamen zu Backwaren. Konditorei und Café 48.19: 60

## Nutzung und Sicherung lebender mariner Ressourcen in der Antarktis: der Krill

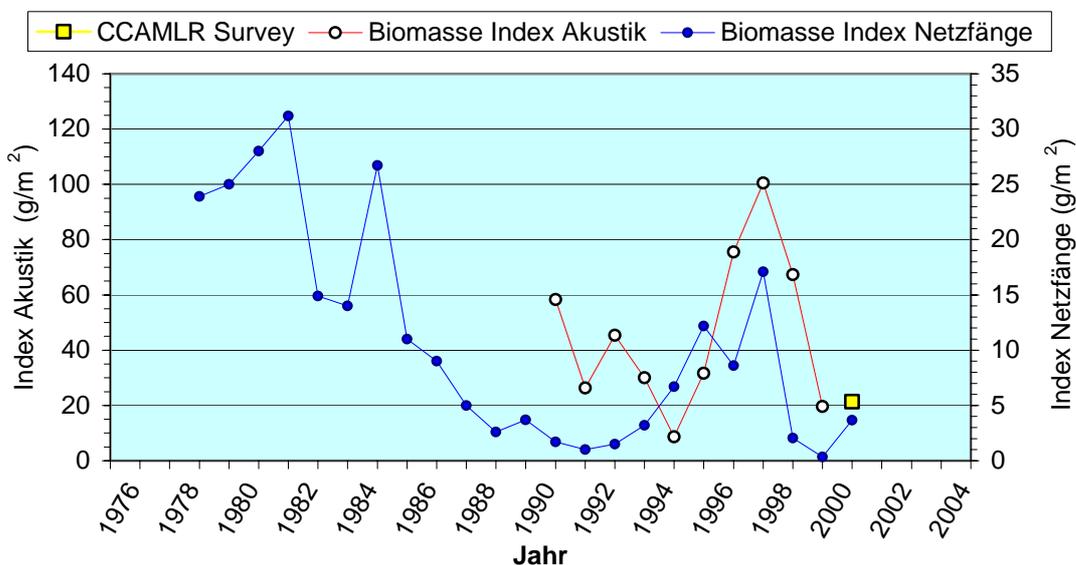
V. Siegel<sup>1</sup>

Als die Bundesrepublik Deutschland die Konvention zum Schutz der lebenden Meeresschätze der Antarktis (CCAMLR) 1982 ratifizierte, waren die Intentionen auf die Gestaltung der Konvention Einfluss zu nehmen durchaus mehrschichtig. Zum einen war es die Absicht, mögliche eigene Fischereiinteressen langfristig zu wahren und den Zugang zu den marinen Ressourcen nicht von vornherein aufzugeben. Zum anderen bestand die begründete Sorge um die Überfischung eines empfindlichen Ökosystems, das durch keine Schutzmaßnahmen international reguliert wurde und als eines der letzten Seegebiete für jegliche Nutzung frei zugänglich war. Der Schutzgedanke stand dem Interesse einer nachhaltigen Nutzung gleichwertig gegenüber. Beide Aspekte sind im Artikel II der Konvention ausdrücklich festgelegt.

### Die Krillbestände

Der Antarktische Krill ist rund um den südlichen Kontinent verbreitet, zeigt aber einige Kerngebiete mit besonders hoher Dichte. Dabei scheint der Atlantische Sektor eine herausragende Rolle zu spielen. Die Krillbestände unterliegen starken saisonalen Schwankungen, die durch Wanderungen des Laicherbestandes im Sommers begründet sind. Die Krillbestände im Südatlantik unterliegen aber nicht nur saisonalen Fluktuationen, sondern zeigen außerdem deutliche Schwankungen zwischen den Jahren (Abb. 1). In den späten 70er bis frühen 80er Jahren befand sich die Krillbiomasse im Atlantik auf einem relativ hohen Niveau. Mitte der 80er Jahre nahm die Krillbiomasse kontinuierlich ab und erreichte um 1990 einen Tiefstand. Nach kurzfristiger zwischenzeitlicher Bestandserholung war die Bestandsgröße jedoch in den letzten Jahren wieder rückläufig. Die Ursachen sind sehr wahrscheinlich in klimatischen Änderungen zu suchen. Eine erfolgreiche Rekrutierung eines Krill-Nachwuchsjahrganges ist von starken Eiswintern abhängig (Siegel und Loeb, 1995). Bedenklich ist dabei die zunehmende Erwärmung der Antarktischen Meeresgebiete in den vergangenen 40 Jahren (Smith et al., 1996). Mit der langfristigen Temperaturerhöhung der oberen Wasserschichten wächst auch die Wahrscheinlichkeit der Zunahme eisarmer Winter im Südpolarmeer und somit das häufigere Auftreten schwacher Krill-Nachwuchsjahrgänge.

Abbildung 1: Krill Biomasse Indizes zur Bestimmung der Bestandsstärke im Südatlantik



### Die Krillfischerei

Nach Einsetzen der kommerziellen Nutzung der Krillbestände im Jahre 1973 expandierte die Krillfischerei innerhalb weniger Jahre und erreichte bereits 1982 mit 530 000 t ihren ersten Höhepunkt. Seit etwa 1993 schwankt der

<sup>1</sup> Bundesforschungsanstalt für Fischerei, 22767 Hamburg, E-Mail: volker.siegel@ish.bfa-fisch.de

jährliche Gesamtertrag zwischen 80 000 und 120 000 t. Neben Japan, Polen, Korea und der Ukraine haben sich auch die USA in der Krillfischerei etabliert.

Lag in der Anfangsphase der Krillfischerei das Hauptinteresse noch auf Produkten, die für den menschlichen Konsum geeignet waren (gekochter und geschälter Krill, Krill in Dosen, Proteinderivate), so hat sich mit den Jahren der Schwerpunkt der Produktpalette verlagert. Nach Nicol und Endo (1997) werden zur Zeit vier Produkte hergestellt: frisch gefrosteter Krill (zu 34 %), gekocht und anschließend gefrosteter Krill (11 %), geschältes Krillfleisch (23 %) und Krillmehl als Fischmehlersatz (32 % des Fanges). Somit kommt Krill in erster Linie für die Aquakultur-Industrie und für die Sportfischerei auf den Markt. Ein kleinerer Teil wird als hochwertiges Nahrungsmittel für die menschliche Ernährung produziert.

Die Produktpalette könnte sich in naher Zukunft jedoch weiter wandeln. Forschungen haben ergeben, dass Krill eine Reihe von biochemisch interessanten Verbindungen enthält, z.B. Carotinoide, hochungesättigte Fettsäuren, proteolytische Enzyme zur Gewinnung von Proteinprodukten, Hydrolysate-Produkte für die Tierfuttermittelindustrie, Proteinkonzentrate als Additive für Lebensmittel, Chitin und Chitosan als Grundstoff für die chemische Industrie, eine Reihe von Enzymen wie Proteasen, Carbohydrasen, Phospholipasen mit hohem Wert für die pharmazeutische Industrie. Die sogenannte Krillasen sind in Deutschland und Schweden zum Teil schon bis zur Medikamentreife entwickelt. Der Fang von Krill könnte dann zusätzlich auf die Gewinnung hochwertiger chemischer Produkte zielen und würde die kommerzielle Nutzung weitaus rentabler machen und damit neue Anreize schaffen.

### Regulierungsmaßnahmen

Vor dem Hintergrund einer möglichen Ausweitung einer Krillfischerei ist CCAMLR bestrebt, frühzeitig Schutzmaßnahmen für die Krillbestände und Management Strategien für die Fischerei zu entwickeln, bevor diese Krillfischerei unkontrolliert expandiert. Ein erster Schritt war die Festsetzung einer vorsorglichen Höchstfangmenge für den Atlantischen Sektor. Ein internationaler, großskaliger Survey wurde daher im Januar/Februar 2000 im Südatlantik durchgeführt. Die geschätzte Krillbiomasse betrug 44 Mio. Tonnen. Dieser Biomassewert stellt einen zentralen Parameter in der Berechnung eines möglichen Dauerertrages dar. In das Krilltragsmodell gehen neben der Bestandsbiomasse auch Parameter wie Reifungsalter, Reifungslänge, Wachstumsparameter, Sterblichkeitsraten und Rekrutierungsindizes ein. Die Berechnung ergab für das Gebiet Süd-Atlantik eine mögliche jährliche Höchstfangmenge von 4,0 Mio. Tonnen. Um das Risiko zu verringern, dass die Fischerei den gesamten Ertrag aus einem engbegrenzten Gebiet entnimmt, und somit negative Auswirkungen für das Ökosystem oder für Krill-abhängige Arten (Pinguine und Robben) eintreten können, wurde die Höchstfangmenge anteilmäßig auf mehrere statistischen Untergebiete zu verteilt.

Zwei Befürchtungen werden die Erforschung der Krillbestände und weitergehende Regulierung der Krillfischerei vorantreiben. Die erste ist die potenzielle Expandierung der Krillfischerei, die aufgrund neuer Produkte sowie verbesserter und mengenmäßig steigender Absatzmöglichkeiten sehr schnell einsetzen könnte. Die zweite ist die starke Abnahme der Krillbestände in den vergangenen Jahrzehnten, ausgelöst durch klimatische Umweltbedingungen (Stichwort „global warming“). Dabei ist nicht klar, ob es sich um mittelfristige Schwankungen im Krillbestand handelt oder ob die Ergebnisse der Bestandsuntersuchungen einen langfristigen Trend anzeigen. Sollte es sich um natürliche Schwankungen im Bestand handeln, dann wäre die Krillbiomasse durch den Survey 2000 zu einem Zeitpunkt erfasst worden, an dem sie ein relativ niedriges Niveau erreicht hatte, und die festgelegten Höchstfangmengen wären auch nach dem Vorsorgeprinzip sehr konservativ. Würde sich der Abwärtstrend in der Krillbestandsbiomasse fortsetzen, wären zur Zeit die Krillfänge im Verhältnis zum möglichen Ertrag trotzdem noch gering und es verbliebe trotz weitergehender Regulierungsmaßnahmen noch ein erheblicher Spielraum für ein kontrolliertes Wachstum einer Krillfischerei in der Antarktis.

### Literatur

- Nicol S, Endo Y (1997) Krill fisheries of the world. FAO Fisheries Technical Paper 367: 1-100
- Smith RC, Stammerjohn SE, Baker KS (1996) Surface air temperature variations in the western Antarctic Peninsula region. In: Ross R M, Hofmann EE, Quetin LB (eds) Foundations for ecological research west of the Antarctic Peninsula. Antarctic Research Series 70: 105-121
- Siegel V, Loeb V (1995) Recruitment of Antarctic krill *Euphausia superba* and possible causes for its variability. Mar Ecol Prog Ser 123: 45-56

## Verbesserung ‘nach der Ernte’ der ernährungsphysiologischen Qualität von Afrikanischen Yambohnen (*Sphenostylis stenocarpa*) durch Fermentation: Ein Beitrag zur Ernährungssicherung mit einer „Wenig genutzten Pflanze“?

M.A. Azeke, H. Buening-Pfaue, B. Fretzdorff, W. Holzapfel, T. Betsche<sup>1</sup>

Das Verhältnis Agrarressourcen zu Bevölkerungszahl bestimmt die Ernährungslage in der ersten Linie. Die gesellschaftlichen Verhältnisse sind ein weiterer entscheidender Faktor.

Ein Weg, die Agrarproduktion zu steigern, besteht in der Züchtung angepasster ertragreicher Sorten bei starker Resistenz gegen Pflanzenkrankheiten und hohem Ernährungswert. Molekularbiologische Methoden bieten besondere Chancen, z. B. bei Koch-Bananen. Bezüglich der Ernährungssicherung findet zu wenig Beachtung, dass weltweit ein großer Teil der produzierten Rohstoffe nach der Ernte verloren geht, z. B. durch Schimmel, nach Schätzungen ca. 25 %, in wenig begünstigten Ländern bis 40 %.

Produktionssteigerungen durch bessere Agrartechnologien bei weltweit beliebten Feldfrüchten wie Weizen oder Reis sind oft zu teuer und vor allem nicht überall dauerhaft realisierbar. Welche alternativen oder ergänzenden Maßnahmen gibt es, um die Ernährungslage in Ländern mit Entwicklungsbedarf zu verbessern? Einem Ansatz wird ein großes Potenzial zugeschrieben: dem Anbau von „Wenig genutzten Pflanzen“ (underutilized crops).

Was sind Vorteile von „Wenig genutzten Pflanzen“? Sie sind in der Regel gut an die Verhältnisse vor Ort (Witterung u. a.) angepasst. Ein anderes Charakteristikum von „Wenig genutzten Pflanzen“ ist ausgeprägte Resistenz gegen Pflanzenschädlinge oder -krankheiten. Dass diese Feldfrüchte nicht sehr beliebt sind, hat aber in der Regel triftige Gründe: mäßiger Geschmack, aufwendige Verarbeitung, schlechte Verträglichkeit, oder alles zusammen. Robust sind diese Pflanzen auf dem Feld, aber leider oft auch bei Tisch, und danach.

Im folgenden werden Forschungsarbeiten von M.A. Azeke aus Nigeria (Dissertation, 2003, BAGKF) vorgestellt, die aufzeigen, wie der ernährungsphysiologische Wert einer westafrikanischen „Wenig genutzten Pflanze“ durch unkonventionelle Verarbeitung gesteigert werden kann (Prinzip: höhere Attraktivität, deshalb mehr Anbau).

Die Afrikanische Yambohne, *Sphenostylis stenocarpa*, ist eine sehr widerstandsfähige, anspruchslose und ertragreiche Hülsenfrucht, die traditionell einen Beitrag zur Proteinversorgung liefert, vor allem auf dem Land. Sie wird oft mit Yams co-kultiviert, was wohl ihren Ertrag steigert, vielleicht durch besonders effektive Fixierung von Luftstickstoff? Es gibt aber auch schwerwiegende Nachteile: Afrikanische Yambohnen führen häufig zu erheblichen gesundheitlichen Beschwerden wie Magenkrämpfen, Flatulenz und Durchfall. Letztere werden  $\alpha$ -Galactosiden zugeschrieben. In großen Mengen verzehrt, sollen die Bohnen Schwindel verursachen; andere Ursachen sind zu vermuten. Um Afrikanische Yambohnen einigermaßen verzehrtauglich zu machen, ist eine zeit- und energieintensive (4 bis 6 Stunden kochen!) und damit ressourcenzehrende (Energie, z. B. Holz) Verarbeitung unabdingbar.

Die Dissertation hatte als erstes Ziel, drei Landsorten bezüglich ihrer Unerwünschten Inhaltsstoffe zu charakterisieren. Das zweite Ziel war die Entwicklung/Erprobung von unkonventionellen Verarbeitungsmethoden, um (a) kritische Stoffe abzubauen und (b) den exzessiven Energieverbrauch bei der Verarbeitung zu senken.

Die Untersuchungen bestätigten den hohen Proteingehalt von 22-25 g  $100^{-1}$  g TS Protein, d. h. diese „Wenig genutzte Pflanze“ könnte einen großen Beitrag zur Proteinversorgung der Bevölkerung Nigerias leisten, denn der Verzehr von 220 g/Tag würde die Empfehlung der WHO bezüglich der notwendigen Proteinzufuhr erfüllen.

Unsere Experimente zeigten weiterhin, dass das traditionelle stundenlange Kochen unerwünschte Stoffe nicht ausreichend beseitigt (Tab. 1). Effektive Verfahren waren zu entwickeln: Mikroorganismen können viele unerwünschte Stoffe biologisch beseitigen. In der Tat ergab Fermentation mit Milchsäurebakterien eine erhebliche Verbesserung der ernährungsphysiologischen Qualität der Afrikanischen Yambohnen. Die Flatulenz verursachenden  $\alpha$ -Galactoside und, wichtiger, die cyanogenen Glycoside wurden weitgehend abgebaut (Tab. 2).

---

<sup>1</sup> Institut für Biochemie von Getreide und Kartoffeln, Bundesanstalt für Getreide-, Kartoffel- und Fettforschung, Detmold im Forschungsverbund Produkt- und Ernährungsforschung; t.betsche@bagkf.de

Wir danken dem Deutschen Akademischen Auslandsdienst für das Stipendium an Dr. M. A. Azeke, das die Durchführung der Forschungsarbeiten an der Bundesforschungsanstalt für Getreide- Kartoffel- und Fettforschung ermöglichte. Unser Dank gilt auch Frau Dr. Ines Sender, ihren und anderen Mitarbeiter(innen) der BAGKF und BFE, für ihre Beratung und Hilfe.

In Asien wird der Tempeh-Pilz (*Rhizopus oligoporus*) traditionell zur Fermentation von Sojabohnen u. a. eingesetzt. Dieser Pilz wird weder in Afrika noch in Europa genutzt. Fermentation von Afrikanischen Yambohnen mit *Rhizopus oligoporus* nach Schalen führte zum Abbau von Antinährstoffen: z. B. waren  $\alpha$ -Galactoside kaum mehr nachweisbar (Tab. 2). Bedingungen wurden identifiziert, die den fast vollständigen Abbau der in einer Sorte extrem hochkonzentrierten cyanogenen Glycoside erlauben (Tab. 3). Auch Fremdkeime waren nun kein Problem mehr. Die erforderliche Kochzeit betrug nur noch 30 min. Ein Gericht aus fermentierten Yambohnen, als „Schnitzel“ gebraten, Spaghetti und einer „Curry-Soße mit Gemüseinlage“, wurde von „Probanden“ sensorisch akzeptiert.

Die Ergebnisse zeigen, dass mit einem verhältnismäßig einfachen Verfahren, Fermentation, das lediglich haushaltsübliche Geräte erfordert, der ernährungsphysiologische Wert einer „Wenig genutzten Pflanze“ deutlich verbessert werden kann. Weil das Verfahren nach der Ernte ansetzt, bleibt den Afrikanischen Yambohnen der Resistenzfaktor ‚Cyanogene Glycoside‘ gegen Schädlinge auf dem Feld oder im Lager erhalten. Fermentation senkt außerdem den Energieverbrauch bei der Verarbeitung erheblich (Tab. 4). Ob es gelingt, diese für Afrikanische Yambohnen neuartigen Verfahren in Nigeria zu etablieren und damit den Anbau der Afrikanischen Yambohne zu fördern, ist zu hoffen. M.A. Azeke hat die dafür erforderlichen Grundlagen in der BAGKF in Detmold schaffen können und will sich nun der schwierigen Aufgabe der praktischen Umsetzung vor Ort widmen.

Tabelle 1: Geringe Effektivität des traditionellen Kochens bei der Beseitigung von Flatulenz erzeugenden  $\alpha$ -Galactosiden aus Afrikanischen Yambohnen im Vergleich zu anderen Bohnen: *Stundenlanges Kochen verringert  $\alpha$ -Galactoside kaum.*

	Afrikanische Yambohne (4 h)	Kuhbohnen <sup>1</sup> (45 min)	Faba-Bohnen <sup>2</sup> (60 min)	Linsen <sup>2</sup> (60 min)	Bohnen <sup>2</sup> (60 min)
Entfernter Anteil $\alpha$ -Galactosiden (%)	17,5	100	42,0	46,3	47,2

Die übliche Kochzeit ist in Klammern angegeben. - 1 Ibrahim *et al.* (2002). - 2 Abdel-Gawad (1994).

Tabelle 2: Flatulenz-Potenzial (mL Gas 200 g<sup>-1</sup> von Afrikanischen Yambohnen in Abhängigkeit von der Verarbeitung: *Rhizopus-Fermentation oder Milchsäure-Fermentation reduzieren Flatulenz viel effektiver als stundenlanges Kochen.*

Verarbeitungsstufe	Flatuspotenzial
Rohe Bohnen	350
<i>Rhizopus</i> -Fermentation	6
Milchsäure-Fermentation	26
Kochen für 4 Stunden	278

Tabelle 3: Veränderung der Konzentration an cyanogenen Glycosiden in Afrikanischen Yambohnen bei unterschiedlicher Verarbeitung: *Fermentation mit Rhizopus führt zu vollständigem Abbau.*

Verarbeitung	Cyanogene Glycoside (mg HCN equiv. kg <sup>-1</sup> )
Rohe Bohnen	224,81 <sup>a</sup> ± 12,31
Geschält	105,23 <sup>b</sup> ± 5,74
<i>Rhizopus</i> -Fermentation	Nicht nachweisbar
Kochen für 4 Stunden	47,25 <sup>d</sup> ± 4,34

Tabelle 4: Energieverbrauch (bezogen auf Kerosin) beim traditionellen Kochen oder bei Fermentation mit Verarbeitung zum verzehrfertigen Produkt von 1 kg Afrikanischer Yambohnen: *Der Energieverbrauch sinkt durch Fermentation auf ein Viertel oder weniger.*

Verarbeitung	Benötigte Kochzeit (h)	Kerosinverbrauch (Liter)	Energiekosten (Euro)
Traditionelles Kochen	5	4	1,0
<i>Rhizopus</i> -Fermentation	1	0,8	0,2
Milchsäure-Fermentation	0,5	0,4	0,1

## Wahre Verdaulichkeit und stimulierender Effekt von Phaseolin, dem Speicherprotein der Bohnen, auf die endogene Sekretion bei Ratten

W.B. Souffrant<sup>1</sup>, P. Leterme, S. Beebe

Die gemeine Bohne (*Phaseolus vulgaris*) ist mit einer Jahresproduktion von ca. 12 Mio. t die wichtigste Körnerleguminose für die menschliche Ernährung in der sogenannten „Dritten Welt“. Wegen ihres hohen Proteingehaltes wird sie auch als „das Fleisch der armen Leute“ bezeichnet. Das Hauptspeicherprotein der Bohnen (50-75 % des Gesamtproteins) ist das Phaseolin. Bisher wurden ca. 20 verschiedene Formen von Phaseolin gefunden, die sich durch unterschiedliche Anzahl von polypeptischen Untereinheiten unterscheiden. Das Internationale Zentrum für Tropische Landwirtschaft (CIAT, Cali, Kolumbien) ist die führende Forschungseinrichtung auf dem Gebiet der Züchtung von Bohnen. Dank der Forschungsergebnisse dieser Einrichtung konnten in den letzten Jahren neue Sorten mit höherer Ertragssicherheit und verbesserten Nährstoffgehalten gezüchtet werden.

Die rohen Phaseoline sind weitestgehend unverdaulich. Nach dem Kochen beträgt ihre in-vitro Verdaulichkeit ca. 90 %. In in-vivo Untersuchungen konnten bisher jedoch nur scheinbare Verdaulichkeiten von bis zu 70 % gemessen werden. Diese Differenz lässt den Schluss auf eine stimulierte endogene Enzymsekretion bzw. erhöhte endogene Proteinverluste zu.

Das vorliegende, von der „VolkswagenStiftung“ finanzierte, Projekt hat das Ziel, mittels in-vitro und in-vivo Untersuchungen die sekretorische Wirkung und die Verdaulichkeit verschiedener roher und gekochter Phaseoline zu beurteilen. Die in-vivo Untersuchungen werden an Ratten durchgeführt, wobei zur Bestimmung der endogenen Sekretionsverluste im Kot die Tracertechnik (<sup>15</sup>N) genutzt werden soll.

Im Projekt arbeiten folgende Einrichtungen zusammen:

- Nationale Universität Kolumbien, Sitz Palmira: In-vitro und in-vivo Untersuchungen
- Internationale Zentrum für Tropische Landwirtschaft (CIAT, Cali, Kolumbien): Züchtung und Bereitstellung von Bohnen mit unterschiedlichen Phaseolingegehalten, Phaseolin-Analytik
- Forschungsinstitut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere (FBN), Bereich Ernährungsphysiologie „Oskar Kellner“, Dummerstorf, Deutschland: Nährstoff-, Aminosäuren- und Traceranalytik

Das Projekt hat eine Laufzeit von drei Jahren (bis 12/2004). Ergebnisse können noch nicht vorgestellt werden, weil die Labor- und Tierversuche noch nicht abgeschlossen sind.

---

<sup>1</sup> FBN Dummerstorf; wbsouffrant@fbn-dummerstorf.de



## Verbesserung der Futterqualität von Weideland in der Innermongolischen Steppe

S. Wang, Y. Wang, Z. Chen, E. Schnug<sup>1</sup>, S. Haneklaus

Schwefelmangel ist nicht nur in Nordeuropa ein wichtiger Minimumfaktor in der landwirtschaftlichen Produktion, sondern auch auf Weideland in der Innermongolischen Steppe Chinas. Schwefeldüngung führte zu einer signifikanten Ertrags- und Qualitätssteigerung der Pflanzen (Wang et al., 2003; Tab. 1). Auf anderen Standorten in der Innermongolischen Steppe wurden ähnliche Ergebnisse erzielt (Wang et al., 2001). Mit einem Schwefelgehalt von  $1.8 \text{ mg S g}^{-1}$  war dieser nicht ausreichend, um den Anspruch der Mikroorganismen im Pansen von Schafen, der zwischen  $1.8$  und  $3.1 \text{ mg S g}^{-1}$  liegt (NRC, 1985; Qi et al., 1994) zu decken, da die Wollqualität signifikant durch die Schwefeldüngung verbessert wurde (Wang et al., 2003; Tab. 2). Schafe zeigen wegen der Wollproduktion einen sehr viel höheren Schwefelbedarf als Rinder (Murphy et al., 1983), da diese eng mit einem hohen Bedarf an schwefelhaltigen Aminosäuren verbunden ist, und die Epidermis, insbesondere jedoch die Keratinschicht der Wollfasern sehr reich an schwefelhaltigen Aminosäuren ist (Qi et al., 1994).

Tabelle 1: Einfluss der Schwefeldüngung auf den Biomasse-Ertrag und den Gesamtgehalt an Stickstoff, Schwefel und Phosphor in der natürlichen Grünlandvegetation (*Leymus chinense*, *Cleistogenes squarrosa*, *Artemisia frigida*) in der Innermongolischen Steppe Chinas.

Parameter	S Düngung (kg S ha <sup>-1</sup> )		
	0	30	60
Biomasse (g Trockenmasse m <sup>-2</sup> )	117,4a	137,1b	143,4b
N (mg g <sup>-1</sup> )	18,2a	18,3c	19,6a
S (mg g <sup>-1</sup> )	1,8a	2,5c	2,6c
P (mg g <sup>-1</sup> )	1,6a	2,3c	2,7c

a und b oder b und c (p<0.05), a und c (p<0.01)

Schwefeldüngung erhöhte die scheinbare Verdaulichkeit signifikant um 5 %, während die Futteraufnahme und die tägliche Zunahme der Tiere nicht durch die Behandlung beeinflusst wurden (Wang et al., 1998).

Tabelle 2: Einfluss der Schwefeldüngung auf Ertrag und Qualität der erzeugten Wolle.

S Düngung (kg S ha <sup>-1</sup> )	Absolute Länge (cm)	Durchmesser (mm)	Stärke (g)	Dehnbarkeit (%)	gereinigtes Wollgewicht (kg)
0	3,6a	21,2a	8,1a	41,4a	0,5a
30	4,0b	23,3b	9,7b	51,6c	0,7b
60	4,1b	24,9b	10,9b	51,5c	0,7b

a und b oder b und c (p<0.05), a und c (p<0.01)

Die Ergebnisse der Untersuchungen zeigen, dass die Schwefelversorgung auf extensiv genutztem, natürlichem Weideland in der Innermongolischen Steppe nicht ausreichend ist, um den Ansprüchen von Pflanzen und Tieren gerecht zu werden. Eine Umsetzung der Forschungsergebnisse in die Praxis kann daher einen wesentlichen Beitrag zur nachhaltigen und qualitätsbezogenen landwirtschaftlichen Produktion in dieser Region leisten.

### Literatur

- Murphy M K, Brogan J C and Noonan D G (1983) Sulphur fertilisation of pasture improves cattle performance. *Sulphur in Agriculture* 17:1-5.
- NRC. 1985. Nutrient requirements of sheep. *National Academy of Science* 70:2828-2837.
- Qi K, Lu C D, Owens F N, Lu C D (1994) Effects of sulphur deficiency on performance of fibre-producing sheep and goats: A review. *Small Ruminant Res.* 14:118-126.
- Wang S, Wang Y, Chen Z, Schnug E (1998) Effects of sulphur fertilisation on forage yield and quality, and sheep performance and wool quality in Inner Mongolia Steppe. In: Proc. 11<sup>th</sup> Int. Symp. "Codes of good fertilizer practice and balanced fertilization", E Schnug and M Fotyma, Eds, 264-274.

<sup>1</sup> Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Bundesallee 50, 38116 Braunschweig, E-Mail: pb@fal.de

- Wang S P, Wang Y F, Chen Z Z, Schnug E, Haneklaus S (2001) Sulphur Status of Soils and Plants Selected in Inner Mongolia Steppe. *Acta Phytoecologica Sinica* 25(4):465-471
- Wang S, Wang Y, Chen Z-Z, Schnug E, Haneklaus S (2003) Wool quality and sulfur supply. In: Davidian J-C (ed) 5<sup>th</sup> Workshop on Sulfur Transport and Assimilation: Regulation, Interaction, Signaling, Montpellier, France (in press)

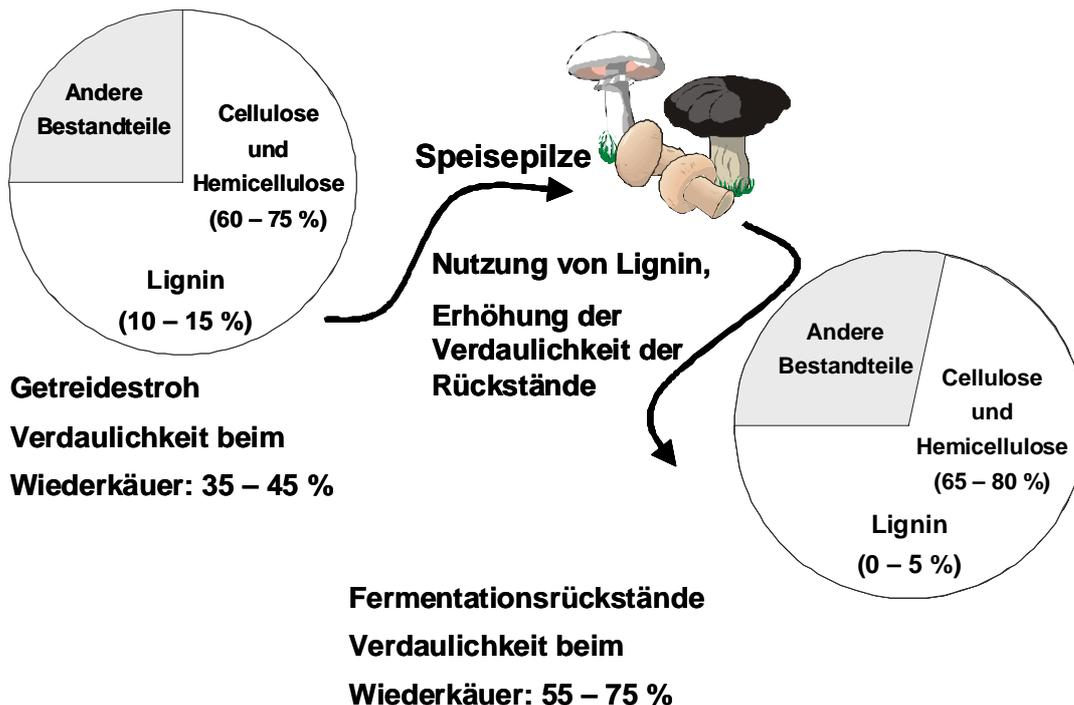
## Zum Potenzial höherer Pilze bei der Umwandlung von Getreidestroh in Futter- und Lebensmittel

P. Lebzien<sup>1</sup>, G. Flachowsky, C. in der Wiesche, F. Zadrazil

### Einleitung

Die weltweit gesehen zunehmende Verknappung der Nährstoffreserven zwingt dazu, diese immer intensiver zu nutzen. Getreidestroh, als einer der mengenmäßig bedeutendsten nachwachsenden Rohstoffe, fällt zwar Jahr für Jahr in sehr großen Mengen (2-3 Milliarden Tonnen) an, ist jedoch als Nahrungsquelle für Menschen, Schweine und Geflügel nicht nutzbar, da ihnen die Verdauungsenzyme zum Abbau der Zellwandkohlenhydrate fehlen. Die Mikroorganismen im Pansen der Wiederkäuer sind zwar in der Lage, einen Teil der Zellwandkohlenhydrate, die 70-90% des Getreidestrohs ausmachen, abzubauen, werden dabei jedoch durch das in die Zellwände zu 10-15 % eingebaute Lignin behindert. Das hat zur Folge, dass die Verdaulichkeit des Strohs durch den Wiederkäuer mit 35-45 % nur sehr gering ist und somit sein relativ hoher Bruttoenergiegehalt nur schlecht genutzt werden kann. Aus diesem Grunde ist in den vergangenen Jahren eine Vielzahl von Versuchen durchgeführt worden, um die Verdaulichkeit des Strohs zu verbessern. Eine interessante Möglichkeit stellt der Aufschluss des Strohs durch Pilze dar. So sind eine Reihe höherer Pilze (*Basidiomyceten*) in der Lage Lignin weitgehend abzubauen und somit ansonsten unverdauliche Nährstoffe freizusetzen. Neben dem Aufschluss von Stroh für die Wiederkäuerernährung können hierbei Pilze produziert werden, die sowohl zu medizinischen Zwecken als auch als Nahrungsmittel nutzbar sind (Abb. 1).

Abbildung 1: Nutzung von Getreidestroh zur Produktion von Nahrungs- und Futtermitteln



### Versuche an der FAL

Im Laufe der letzten Jahre ist am Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde der FAL in Zusammenarbeit mit Gastwissenschaftlern aus Indien, Indonesien, Tschechien und Nigeria ein Screening mit ca. 300 Basidiomyceten-Stämmen durchgeführt worden. Aufgrund dessen wurden bestimmte Spezies ausgewählt, die eine besonders gute Eignung zur mikrobiellen Aufbereitung von Stroh erwarten ließen. Mit diesen wurde im Labormaßstab Weizenstroh beimpft und für eine unterschiedliche Anzahl von Tagen sowie bei unterschiedlichen Temperaturen

<sup>1</sup> Institut für Tierernährung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), 38116 Braunschweig, Bundesallee 50, E-Mail: peter.lebzien@fal.de

bebrütet. Anschließend wurden die Substratverluste, die Zusammensetzung und die *in vitro*- (Tilley und Terry, 1963) oder *in situ*- (Ørskov und McDonald, 1979) Verdaulichkeiten des Pilzmycel-Weizenstroh-Gemisches bestimmt. Die getesteten Pilzarten ließen sich nach ihrer Fähigkeit – die *In-vitro* Verdaulichkeit des Substrates zu verändern, in drei Gruppen einteilen:

- Gruppe 1: Die *In-vitro*-Verdaulichkeit des Substrates stieg durch die Bebrütung an
- Gruppe 2: Die *In-vitro*-Verdaulichkeit des Substrates war nur unwesentlich beeinflusst
- Gruppe 3: Die *In-vitro*-Verdaulichkeit des Substrates wurde durch die Bebrütung verschlechtert.

Dabei wurde bei einigen Pilzarten der jeweilige Effekt durch eine höhere Bebrütungstemperatur gesteigert und bei anderen vermindert.

Die Ergebnisse mit einem typischen Vertreter der Gruppe 3 sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Änderungen im Ligningehalt und in der Substratverdaulichkeit nach 30- und 60-tägiger Bebrütung von Weizenstroh mit *Volvaria Volvacea* bei 30, 35 und 40°C (in der Wiesche et al., 2003)

Bebrütungs- Temperatur	Bebrütungsdauer			
	30 Tage		60 Tage	
	Verdaulichkeit (%)	Ligningehalt (%)	Verdaulichkeit (%)	Ligningehalt (%)
Unbeh. Stroh	40,0	19,6	40,0	19,6
30°C	29,2	23,0	19,0	23,2
35°C	21,6	23,3	14,4	25,1
40°C	18,8	24,8	9,7	25,6

Im Verlauf der Bebrütung reicherte sich Lignin an und die Verdaulichkeit des Substrates nahm ab. Dies war umso ausgeprägter je höher die Bebrütungstemperatur war. In den meisten Fällen konnte jedoch ein Abbau des Lignins und eine Erhöhung der *In-vitro*- bzw. *In-sacco*-Verdaulichkeit beobachtet werden (Tabellen 2 und 3).

Tabelle 2: Ligninabbau und *In-vitro*-Verdaulichkeit nach der Inkubation von Weizenstroh mit verschiedenen Pilzen (Permana et al., 2002)

Pilz	Ligninabbau (%)	<i>In-vitro</i> -Verdaulichkeit (%)
Kontrolle	--	47,5 <sup>a</sup>
<i>Auricularia sp.</i>	28,2 <sup>c</sup>	58,9 <sup>d</sup>
<i>Coriolus versicolor</i>	43,9 <sup>d</sup>	60,0 <sup>d</sup>
<i>Lentinus edodes</i>	20,5 <sup>a</sup>	64,4 <sup>e</sup>
<i>Pleurotus ostreatus</i>	25,5 <sup>bc</sup>	52,6 <sup>b</sup>
<i>Polyporus sp.</i>	23,4 <sup>ab</sup>	57,0 <sup>c</sup>

Ungleiche Buchstaben in einer Spalte kennzeichnen sign. Differenzen ( $P < 0.05$ )

Je nach Art des Pilzes wurden zwischen 20 und 44 % des Lignins abgebaut, was zu einer Erhöhung der *In-vitro*-Verdaulichkeit um 5.1 bis 16.9 Prozentpunkte führte. Allerdings ging nicht zwangsläufig der höchste Ligninabbau mit der größten Steigerung in der *In-vitro*-Verdaulichkeit einher.

Tabelle 3: *In-sacco*-Trockensubstanzabbau (%) von Weizenstroh nach Bebrütung mit *Pleurotus tuber-regium* unter unterschiedlichen Bedingungen und unter Annahme unterschiedlicher Passageraten (%/h) durch den Pansen (Loose et al., 1998)

Inkubationsdauer (Tage)	Inkubationtemp. (°C)	Angenommene Passagerate durch den Pansen (%/h)			
		2	4	6	8
0	Raumtemp.	38,5	32,2	29,0	27,0
117	25	49,5	41,4	38,0	35,4
120	25	55,2	43,5	39,5	37,4
121	28	57,7	50,1	47,5	46,3
124	35	69,0	64,4	62,3	61,1

Alle Behandlungen führten zu einer deutlichen Verbesserung des *in sacco* ermittelten Trockensubstanzabbaus. Am ausgeprägtesten war dieser Effekt bei der Annahme hoher Passageraten, wie sie vor allem bei Tieren mit hoher Futteraufnahme zu erwarten sind. Allerdings war dann das Niveau des Abbaus, wie zu erwarten, insgesamt niedriger. Zudem nahm der Effekt mit der Dauer und der Temperatur der Bebrütung zu.

Bezüglich der Speisepilzproduktion gehen in der Wiesche et al. (2003), davon aus, dass aus einem kg Stroh ohne weitere Zusätze bis zu 1 kg Speisepilze (Frischmasse) produziert werden können.

### Schlussfolgerungen und weiterer Forschungsbedarf

Die Beimpfung von Getreidestroh mit Pilzen bietet potenziell die Möglichkeit, gleichzeitig den Futterwert des Strohs für Wiederkäuer zu erhöhen, als auch Speisepilze zu erzeugen. Dies könnte insbesondere in Ländern interessant sein, in denen nur unzureichende Mengen an hochwertigen Futtermitteln zur Verfügung stehen.

Vor der Einführung dieser Technologie zur Produktion von Wiederkäuerfutter im großtechnischen Maßstab, wäre aus Sicht der Tierernährung jedoch zu klären, ob die im *In-vitro*- bzw. *In-situ*-Versuch beobachteten Verbesserungen im Nährwert des Getreidestrohs auch im Tierexperiment nachzuvollziehen sind. Da bei der Anwendung von *In-vitro*- bzw. *In-situ*-Techniken weder die Akzeptanz des Produktes durch die Tiere, noch eine eventuelle Beeinflussung des Wiederkäuerhaltens oder der Passagegeschwindigkeit durch den Verdauungstrakt durch die Behandlung erfasst werden, sind die mit ihnen gewonnenen Ergebnisse nicht ungeprüft zu übertragen. Zudem wäre für einen gezielten Einsatz dieser Produkte die zu Verfügungstellung größerer Mengen an exakt definiertem und homogenem Material erforderlich.

In der Wiesche et al. (2003) kommen zu dem Schluss, dass insbesondere äußere Bedingungen die weitere Entwicklung dieser Technologie beeinflussen werden und dass zur Zeit insbesondere ökonomische Gründe ihre Anwendung begrenzen. In Zukunft könnten jedoch auch genetisch verbesserte Organismen Beiträge zur effektiveren Nutzung der Strohinhaltsstoffe leisten.

### Literatur

- In der Wiesche C, Zadrazil F, Flachowsky G (2003) Zur Umwandlung von Getreidestroh in Futter- und Lebensmittel durch höhere Pilze. *Mühle + Mischfutter* 140: 395-397
- Loose K, Isikhuemhen O S, Wagner K, Zadrazil F, Flachowsky G (1998) Trockensubstanzabbaubarkeiten von Weizenstroh nach Inkubation mit *Pleurotus tuber regium* im Pansen von Schafen. *Proc Soc Nutr Physiol* 7: 32 (abstract)
- Ørskov E R, McDonald J (1979) The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J Agric Sci* 92: 499-503
- Permana I G, ter Meulen U, Zadrazil F (2002) *In vitro* digestibility of wheat straw after fermentation with wood-decaying fungi. *Proc Soc Nutr Physiol* 11: 141 (abstract)
- Tilley J M A, Terry R A (1963) A two stage technique for *in vitro* digestion of forage crops. *J Br Grassl Soc* 18: 391-396



## Ernährungssicherheit durch Vermeidung von Mykotoxinen in Getreide

B. Rodemann<sup>1</sup>

### Zielsetzung

Die Belastung unserer Nahrung steht oft im Mittelpunkt der öffentlichen Diskussion. Besonders in den letzten Jahren ist die Erkenntnis gestiegen, dass unter natürlichen Bedingungen durch Schimmelpilze gebildete Giftstoffe, die regelmäßig in Ernteprodukten wie Getreide, ölhaltiger Samen und Früchten vorkommen, Vergiftungen bei Mensch und Tier hervorgerufen werden können. Immerhin führen diese Stoffe zu einer eingeschränkten Verwendung des Rohstoffs für die Nahrungsmittel- und Futtermittelherstellung. Die schon in geringen Mengen für Warmblüter toxisch wirkenden Stoffwechselprodukte der Pilze können schwere, irreparable Schädigungen des Organismus verursachen.

Im Getreideanbau handelt es vorwiegend um Fusarientoxine wie z.B. Deoxynivalenol, Zearalenon, Nivalenol und T2-Toxin (Eriksen und Alexander, 1998), sowie durch den Mutterkornpilz *Claviceps purpurea* gebildeten Ergoalkaloide (z.B. Ergotamin und Ergokryptin). Darüber hinaus droht eine weitere Gefährdung bei unsachgemäßer Lagerung durch Ochratoxin A und Aflatoxine, die durch Penicillien und Aspergillen produziert werden.

Diese Mykotoxine können dabei durch belastete Lebensmittelrohstoffe, unsachgemäße Lagerung fertiger Lebensmittel oder Rohstoffe und einem „carry over“ in die Nahrungsmittelkette gelangen. Um den Ansprüchen eines vorbeugenden Verbraucherschutzes und einer hohen Lebensmittelsicherheit zu genügen, gilt es gesunde, qualitativ hochwertige Rohprodukte zu erzeugen und bei der Herstellung von Nahrungsmitteln zu verwenden.

### Methoden und Ergebnisse

Um die Belastung von Nahrungsmitteln mit Mykotoxinen zu vermeiden ist es erforderlich, Konzepte und Vermeidungsstrategien zu erarbeiten. Dazu zählen Hygienekonzepte (z.B. HACCP) bei der Erzeugung und Lagerung der Rohprodukte sowie auch die Festlegung von sog. „action limits“ für die Toxinbelastung im Erntegut.

Die Bildung von Toxinen, als Folge von Pilzinfektionen unter natürlichen Bedingungen, sollte durch vorbeugende Präventionsmaßnahmen im Vorerntebereich z.B. Nutzung geeigneter Anbaukonzepte gezielt unterbunden werden. Im Produktionsverfahren lassen sich derzeit sehr wirksame Effekte erzielen.

Zu diesen Maßnahmen zählen vorrangig pflanzenbauliche und pflanzenschutztechnische Maßnahmen wie Bodenbearbeitungsverfahren, Fruchtfolge, Sortenwahl, Pflanzenschutz und eingeschränkt die Düngungsintensität. Darüber hinaus gilt es bei der Ernte und der anschließenden Lagerung sehr sorgfältig und sachgerecht vorzugehen, um eine Kontamination gesamter Getreidepartien ausgehend von einzelnen Korninfektionen zu vermeiden. Insbesondere bei der Lagerung erreichen Maßnahmen von Hygienekonzepten für die Getreideproduktion eine große Bedeutung.

Damit belastete Getreidepartien, die unter dem Einfluss natürlicher Bedingungen erzeugt werden können, nicht in die Nahrungsmittelkette gelangen, sollten über Mykotoxinuntersuchungen die Belastungen von Ernteproben aus Risikoanbaugebieten ermittelt werden.

Verschiedene Untersuchungen zum Produktionsverfahren belegen, dass die Bodenbearbeitung und Vorfrucht einen entscheidenden Einfluss auf das Inokulum des Schaderregers und damit auf die spätere mögliche Gefährdung der Pflanze besitzen. Ergebnisse von Beck et al. (2000) zeigen, dass je nach Vorfrucht eine Zunahme des Risikos bis zum Faktor vier bei Körnermais als vorhergehende Frucht möglich sein kann. Wird gleichzeitig auf eine wendende Bodenbearbeitung aus Erosionsschutz- und Kostengründen verzichtet, kann sich diese Gefährdung auf den Faktor 10-12 erhöhen. Durch den Anbau gering anfälliger Weizensorten können Befalls- und Belastungsrisiko um den Faktor 6-10 reduziert werden, wie Resistenzuntersuchungen von Mielke et al. (2000) und Rodemann (2003) es zeigen.

Der Einsatz von Fungiziden zur Bekämpfung des Schaderregers und damit zur Vermeidung der Toxinbildung gestaltet sich schwierig, da einerseits keine zufriedenstellenden Prognosesysteme derzeit zur Verfügung stehen und andererseits eine optimale Bekämpfung nur innerhalb eines Spritzfensters von 5-6 Tagen um den Infektionstermin möglich ist. Im günstigsten Fall lassen sich Wirkungsgrade von 45-70 % erzielen (Mielke et al., 2000), die

---

<sup>1</sup> Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA), Messeweg 11-12, 38104 Braunschweig; E-Mail: B.Rodemann@bba.de

aber bei einer möglichen Höchstmengenfestsetzung in Risikoanbaugebieten nicht ausreichend sein können. Der Fungizideinsatz sollte dabei immer nur eine Notfallmaßnahme bei starker Risikogefährdung darstellen.

Hinsichtlich der Mutterkornproblematik des Roggens sind derzeit keine Fungizide zur Bekämpfung zugelassen. Eine Unterbindung der Gefährdung und des Mutterkornbefalls lässt sich nur durch den Anbau von Roggensorten mit einem hohen Resistenzgrad und der Beseitigung von Wirtspflanzen (z.B. Gräser, Gemeine Quecke) erreichen (Engelke, 2002).

### **Kooperation**

Untersuchungen zur Belastung von Ernteproben mit Mykotoxinen und die Erarbeitung von Vermeidungsstrategien erfolgen in Drittmittelprojekten und sind ein ständiger Forschungsschwerpunkt. Zur Bearbeitung dieser komplexen Aufgabe besteht hier Zusammenarbeit innerhalb der Ressortforschung des BMVEL, mit der Pflanzenzüchtung, mit der Pflanzenschutzberatung der Länder, den Hochschulen und Fachhochschulen, der Pflanzenschutzindustrie und der weiterverarbeitenden Industrie wie Mälzereien und Brauereien.

### **Forschungsbedarf**

Die Vermeidung von Mykotoxinen im Erntegut des Getreides stellt eine entscheidende Aufgabe dar, um im Sinne eines vorbeugenden Verbraucherschutzes eine Belastung der Nahrungsmittel und damit eine Gefährdung der Gesundheit von Mensch und Tier zu vermeiden. Beschriebene methodische Ansätze zeigen Möglichkeiten und erste Erfolge auf. Dennoch lassen sich die Toxinbelastungen bei der Komplexität dieser Problematik nicht durch einzelne Maßnahmen vermeiden, sondern erst durch einen integrierten Bekämpfungsansatz (Bartels und Rodemann, 2003) können Schaderregerinfektionen mit anschließender Ausscheidung toxischer Stoffwechselmetabolite weitgehende unterbunden werden.

In der praktischen Umsetzung bedeutet das eine exakte Formulierung von Präventionsprogrammen, u.u. die Festsetzung von Höchstmengen für verschiedene Toxine in den unterschiedlichsten Produkten und die Bereitstellung von justitiablen Probenahmeverfahren und Analysemethoden.

Die Gewährleistung der Ernährungssicherheit ist allerdings nur dann zu realisieren, wenn diese länderübergreifend in der EU durchgesetzt wird. Insbesondere für die Importe von Getreidepartien von außerhalb der Europäischen Gemeinschaft sollten die gleichen Anforderungen gelten. Eine verstärkte internationale Zusammenarbeit wäre hier dringend erforderlich.

### **Literatur**

- Rodemann B (2003) Sortenwahl contra Ährenfusariosen. Getreidemagazin 3:152-156
- Bartels G, Rodemann (2003) Strategien zur Vermeidung von Mykotoxinen im Getreide. Gesunde Pflanze 5:125-135
- Beck R, Lepschy J (2000) Ergebnisse aus dem Fusarium-Monitoring 1989-199 – Einfluss der proktionstechnischen Faktoren Fruchtfolge und Bodenbearbeitung. Schriftenreihe der bayerischen Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau 3/00:39-48
- Engelke T (2002) Ansätze zur integrierten Bekämpfung des Mutterkorns (*Claviceps purpurea* [Fr.] Tul.) in Roggen. Göttingen: Cuvillier Verlag, 158 p, ISBN 3-89873-439-0
- Eriksen GS, Alexander J (1998) Fusarium toxins in cereals – a risk assessment. Tema Nord 502, Kopenhagen: Ekspressen Tryk & Kopicenter 115p, ISBN 92-893-0149-X
- Mielke H, Rodemann B (2000) Ährenfusariosen im Weizenanbau – Sortenanfälligkeit und Bekämpfungsmöglichkeiten. Getreidemagazin 3:104-108

## Ansätze zum mikrobiellen Abbau von Mykotoxinen

P. Färber, R. Geisen, D. Teniola, P. Addo, W. H. Holzapfel<sup>1</sup>

Als Produkte des Sekundärmetabolismus filamentöser Pilze sind Mykotoxine in Form von Rückständen auf verschiedenen Produktgruppen von Lebens- und Futtermitteln zu finden. Je nach Mykotoxin und Konzentration der Belastung können sie zu unterschiedlichen toxischen Wirkungen bei Mensch und Tier führen, diese reichen von allgemeintoxischen bis hin zu hormonähnlichen und immunsuppressiven Effekten, sowie auch von genotoxischen bis hin zu kanzerogenen Wirkungen. Sind Mykotoxine wie Ochratoxin A (OTA), Deoxynivalenol (DON) und Zearalenon (ZEA) eher typisch für die gemäßigten Klimazonen Europas und Nordamerikas, so sind für die Tropen und Subtropen vor allem die Aflatoxine (besonders Aflatoxin B<sub>1</sub>; AFB<sub>1</sub>) und die Fumonisine von Bedeutung. Dennoch wird OTA auch in den Tropen und Subtropen gefunden, hier wird es jedoch von anderen Schimmelpilz-Arten, nämlich Spezies der Gattung *Aspergillus* (im Gegensatz zu Spezies der Gattung *Penicillium* in den gemäßigten Klimazonen) gebildet.

Aflatoxin B<sub>1</sub> (AFB<sub>1</sub>) ist eines der potentesten, natürlich vorkommenden Mutagene und Kanzerogene; es wird häufig in Lebens- und Futtermitteln aus tropischen und subtropischen Gebieten gefunden. Häufig belastete Lebensmittel sind z.B. Erdnüsse und Erdnussbutter, Mehle verschiedenen Ursprungs, Sojabohnen, Mehl aus Baumwollsamens, Sorghum, Hirse, Mais, sowie auch Gewürze (Ciegler et al., 1966; Nwokolo and Okonkwo, 1978; Salifu, 1981; Hao and Brackett, 1988; Hudson et al., 1992). Die Belastung von Lebensmitteln mit AFB<sub>1</sub> ist in Afrika keine Seltenheit, sie stellt für Mensch und Tier ein erhebliches Gesundheitsrisiko dar. In den vorliegenden Untersuchungen wurden daher Möglichkeiten zum biologischen Abbau bzw. zur Detoxifizierung unter Einsatz ausgewählter Bakterienstämme gesucht. Dabei wurden Mykotoxine wie AFB<sub>1</sub>, OTA, ZEA und Patulin, die sowohl für Europa als auch die Entwicklungsländer von Bedeutung sind, einbezogen. Ein wesentlicher Ansatzpunkt bei diesen Untersuchungen war eine unter sensorischen Aspekten akzeptable, schonende Methode zu finden, die eine sichere Detoxifizierung ermöglicht und gleichzeitig ein für den Verbraucher noch genießbares Erzeugnis liefert. Dazu bieten die traditionellen Lebensmittelfermentationen, wie sie seit Jahrhunderten in Afrika praktiziert werden, interessante und auch praktikable Lösungsansätze (Holzapfel, 1997; 2002).

Eine Detoxifizierung von AFB<sub>1</sub> und anderen Mykotoxinen ist entweder über physikalische oder chemische Verfahren möglich, jedoch mit solch drastischen Effekten auf die Sensorik der Lebensmittel, dass das Produkt meist für den Menschen nicht mehr genießbar ist. Daher wird heute der Akzent eher auf die Möglichkeiten eines biologischen Abbaus gesetzt (Nkana, 1987; Park, 1993; Samarajeewa et al., 1990; Philips et al., 1994). Bisherige mikrobiologische Untersuchungen haben recht wenig Aussicht auf Erfolg gezeigt. Die in Versuchen von El-Nezami et al. (1998) erkannte Reduktion der AFB<sub>1</sub>-Konzentration ist jedoch nach heutigem Kenntnisstand eher auf eine Adsorption und/oder Desorption sowohl an die Zellwände der in diesen Versuchen eingesetzten Bakterien als auch den Inhaltsstoffen der Lebensmittel selber (z.B. Zellulose, Proteine u.a.) zurückzuführen. Für einen bisher in der Literatur als *Flavobacterium aurantiacum* bezeichneten Stamm konnte jedoch die deutliche Fähigkeit zum Abbau von AFB<sub>1</sub> bestätigt, und der Stamm als *Nocardia corynebacterioides* reklassifiziert und mittlerweile unter der DSM-Nr. 12606 hinterlegt werden (Holzapfel et al., Manuskript in Vorbereitung). Die einem entsprechenden EU-Projekt (Titel: „Biological degradation of AFB<sub>1</sub> in fermented maize and sorghum products“) zugrunde liegenden Arbeiten wurden durchgeführt, um für vier Bakterien-Stämme, einschließlich *Rhodococcus erythropolis* und die neue Spezies *Mycobacterium fluoranthenicum* sp. nov. (Manuskript in Vorbereitung), Informationen über den Abbau von AFB<sub>1</sub> zu gewinnen. Zu diesem Zweck wurden von diesen Stämmen mit Hilfe einer Zelmühle (French Press) und sich daran anschließenden Aufarbeitungsschritten zellfreie Protein-Rohextrakte hergestellt. Das Ziel dabei war es, für die unter standardisierten Bedingungen gewachsenen Bakterien die Fähigkeit zum Abbau von AFB<sub>1</sub> und anderen Mykotoxinen nachzuweisen. Darüber hinaus wurde die optimale Temperatur und die Reaktionskinetik der Abbaureaktion untersucht und bestimmt. Das letztendliche Ziel dieser Forschungen ist es, einen Beitrag zur Erhöhung der Sicherheit afrikanischer Lebens- und Futtermittel zu leisten. Dazu soll der biologische Abbau der Mykotoxine an den traditionellen Prozeß der Lebensmittel-Fermentation angepasst werden.

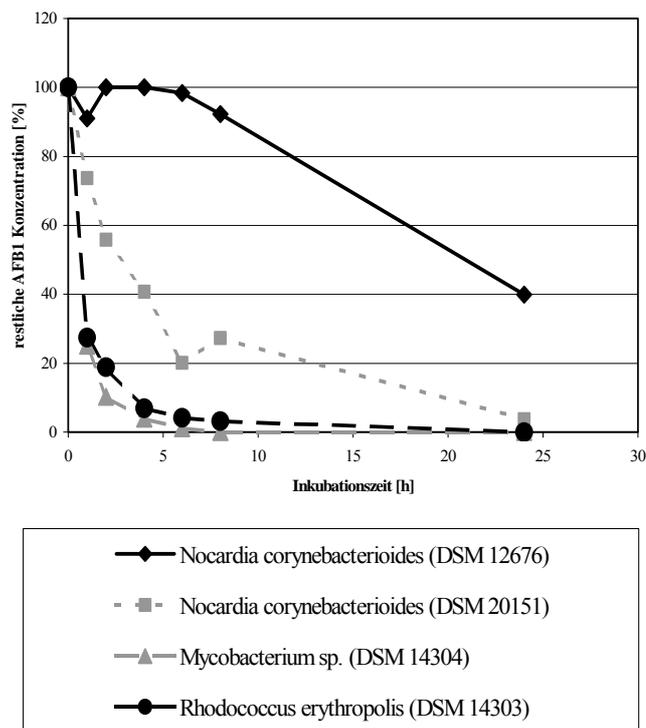
In Abbildung 1 wird die Abbaukinetik von AFB<sub>1</sub> für zellfreie Extrakte von 4 Stämmen dargestellt. Im Vergleich zu dem bisher in der Literatur zitierten „*Flavobacterium aurantiacum*“-Stamm (jetzt *Nocardia corynebacterioides* DSM 12676) und einem authentischen *Nocardia corynebacterioides*-Stamm (DSM 20151), zeigten die zwei neuen Stämme (*Rhodococcus erythropolis* DSM 14303 und *Mycobacterium* sp. DSM 14304) einen sehr raschen > 95%igen Abbau innerhalb von 3-5 Stunden. Die letzteren zwei Stämme sind bei der DSM

<sup>1</sup> Institut für Hygiene und Toxikologie, Bundesforschungsanstalt für Ernährung, Haid-und-Neu-Str. 9, 76131 Karlsruhe (im Forschungsverbund Produkt- und Ernährungsforschung), E-Mail: wilhelm.holzapfel@bfe.uni-karlsruhe.de

hinterlegt, und diese Erfindung als Patent unter dem Titel: „Actinomyceten zum Abbau von Aflatoxin B<sub>1</sub>, Ochratoxin A und/oder Zearalenon“ angemeldet (Offenlegungsschrift DE 101 30 024 A1; Internationale Patentanmeldung Nr. PCT/EP02/05966). Wie im Titel angedeutet, wurde ein Abbau auch für Zearalenon und (bedingt) auch für OTA festgestellt.

Eine Herausforderung besteht jetzt darin, die Möglichkeiten, die die beiden hinterlegten Stämme (*Rhodococcus erythropolis* DSM 14303 und *Mycobacterium* sp. DSM 14304) bieten, weiter zu entwickeln und auf die *in situ*-Situation anzuwenden.

Abbildung 1: Kinetik des Aflatoxin B<sub>1</sub>-Abbaus durch vier verschiedene ausgewählte Bakterien-Stämme. Zur Durchführung der Abbauprobe wurden zellfreie Protein-Rohextrakte benutzt.



## Literatur

- Ciegler A, Lillehoj EB, Peterson RE, Hall HH (1966). Microbial detoxification of Aflatoxin. *Appl. Microbiol.* 14 (6): 934-938
- El-Nezami H, Kankaanpaa P, Salminen S, Ahokas J (1998). Ability of dairy strains of lactic acid bacteria to bind a common food carcinogen, Aflatoxin B<sub>1</sub>. *Food and Chemical Toxicology* 36: 361-326
- Hao, YY, Brackett RE (1988). Removal of aflatoxin B<sub>1</sub> from peanut milk inoculated with *Flavobacterium aurantiacum*. *J. Food Sci.* 53: 1384-1386.
- Holzappel WH (1997) Use of starter cultures in fermentation on a household scale. *Food Control* 8: 241-258.
- Holzappel WH (2002) Appropriate starter culture technologies for small-scale fermentation in developing countries. *International Journal of Food Microbiology* 75: 197-212.
- Hudson GJ, Wild CP, Zarbra A, Groopman JD (1992) Aflatoxins isolated by immunoaffinity chromatography from foods consumed in Gambia, West Africa. *Nat. Toxins* 1: 100-105.
- Nkana I (1987) Review: Prevention, elimination and detoxification of aflatoxins in foods and agricultural commodities. *Nigerian Food J.* 5: 90-100.
- Nwokolo C, Okonkwo P (1978). Aflatoxin load of common food in savanna and forest regions of Nigeria. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.* 72 (4): 329-332.
- Park DL, (1993) Controlling aflatoxin in food and feeds. *Food Technology* 47 (10): 92-96.
- Philips TD, Clement BV, Park DL (1994) Approaches to reduction of aflatoxins in foods and feeds. In the toxicology of aflatoxin: human and health, veterinary and agricultural significance. Edited by D.L. Eaton and J.D. Groopman. Pp 383-406. *Academic Press*, London.
- Salifu A (1981) Mycotoxins in short season sorghums in Northern Nigeria. *Samaru J. Agric. Res.* 1 (1): 83-88
- Samarajeewa U, Sen AC, Cohen MD, Wei CI (1990) Detoxification of aflatoxins in foods and feeds by physical and chemical methods. *J. Food Prot.* 53: 489-501. Sicherung der Pflanzenproduktion durch

## Quarantänemaßnahmen gegen die Einschleppung von gebietsfremden Schadorganismen

J.-G. Unger<sup>1</sup>, P. Müller

Die Pflanzenproduktion wird weltweit durch die Verschleppung von Schadorganismen bedroht. Allein für die USA (für andere Staaten liegen keine entsprechenden Daten vor) belaufen sich die jährlichen Schäden durch eingeschleppte invasive Arten auf 138 Milliarden US Dollar (Pimentel et al., 2000). Diese Schäden sind um so schwerwiegender, wenn, wie in vielen Entwicklungsländern, Pflanzenschutzmittel nur eingeschränkt verfügbar sind. Die Nachhaltigkeit der Pflanzenproduktion wird durch eingeschleppte Schadorganismen teilweise in Frage gestellt; bestimmte Anbauverfahren und Produktionsausrichtungen können durch eingeschleppte Schadorganismen unmöglich gemacht werden. Auch können andere Ressourcen, die für die Ernährungssicherheit von Bedeutung sind, erheblich durch eingeschleppte Schadorganismen beeinträchtigt werden. Beispielsweise verbrauchen in Südafrika invasive gebietsfremde Pflanzenarten 3.3 Milliarden Kubikmeter Wasser mehr als die heimischen Pflanzen. Im Projekt „Working for Water“ zur Bekämpfung dieser gebietsfremden Arten sind in Südafrika insgesamt 40 000 Personen engagiert.

Um die Einschleppung zu minimieren, werden in vielen Staaten Quarantänemaßnahmen für Pflanzen und Pflanzenprodukte, wie Einfuhrverbote, Behandlungsaufgaben oder besondere Anforderungen an die Produkte, ergriffen. In der Europäischen Union sind in der Richtlinie 2000/29/EG die Anforderungen und Maßnahmen zur Pflanzengesundheit geregelt.

Die internationale Kooperation und internationale pflanzengesundheitliche Standards sind in diesem Zusammenhang von besonderer Bedeutung. Zum einen ist weiterhin eine gezielte technische Hilfe zum Aufbau und der Fortentwicklung der Quarantänedienste in den Entwicklungsländern erforderlich, zum anderen ist eine Kooperation beim Handel mit Pflanzen und Pflanzenprodukten zur Gewährleistung der Einhaltung der erforderlichen Schutzvorschriften unerlässlich. Das Internationale Pflanzenschutzabkommen (IPPC), in der 1997 revidierten Fassung, leistet hierzu einen zentralen Beitrag. Hervorzuheben sind die hier entwickelten Standards, die auch dazu beitragen, ungerechtfertigte Handelsbeschränkungen für Produkte aus Drittländern zu minimieren.

Die Abteilung für nationale und internationale Angelegenheiten der Pflanzengesundheit der BBA leistet als zentrale Stelle für Information und Koordination einen Hauptbeitrag für die Bundesrepublik Deutschland vor diesem Hintergrund.

Im Einzelnen sind hervorzuheben:

- Schaffung, Aufbereitung und Bereitstellung der phytosanitären Schutzvorschriften, die bei der Ausfuhr von Produkten aus Deutschland in ein Drittland zu berücksichtigen sind. Derzeit liegen Daten aus 178 Ländern vor, sie werden ständig aktualisiert und, unter Berücksichtigung des sich bildenden internationalen Netzwerks (IPPC Informationssystem) auch für Exporteure und die verantwortlichen Pflanzenschutzdienste in den Bundesländern in Deutschland, im Internet entsprechend aufbereitet bereitgestellt. (<http://www.bba.de/ag/gesund/internat/internat.htm>)
- Erhebung, Aufbereitung und Bereitstellung von Daten über Schadorganismen in Deutschland, die u.a. auch für die Handelspartner, d.h. die Einfuhrländer, gefährlich werden könnten. Hintergrund hierfür ist der IPPC-Standard „Pest Reporting“. Hiermit wird der deutsche Beitrag zum Internationalen Frühwarnsystem im Bereich der Pflanzengesundheit geleistet, allerdings ist noch viel Entwicklungsarbeit erforderlich.
- Internationaler Erfahrungsaustausch zu dem Problem invasiver Schadorganismen und den erforderlichen Gegenmaßnahmen (FAO/IPPC-Workshop in Braunschweig im September 2003).
- Intensive Mitarbeit bei der Entwicklung der Internationalen Standards des IPPC (Mitarbeit in vielen Expertengruppen, Kommentierung und Überarbeitung von Entwürfen, Vertretung der EU-Mitgliedstaaten im IPPC-Standardsetzungskomitee ab 2004).
- Regelmäßige Betreuung von Delegationen aus Entwicklungsländern, die sich über das deutsche/das EU-Pflanzengesundheitssystem informieren, um ihre jeweiligen Schutzsysteme entsprechend anpassen zu können.

---

<sup>1</sup> Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin und Braunschweig, Abteilung für nationale und internationale Angelegenheiten der Pflanzengesundheit J.G.Unger@bba.de

- Regelmäßige Bearbeitung von Anfragen von Drittländern zum Auftreten von Schadorganismen an bestimmten Produkten in Deutschland, die in das Drittland ausgeführt werden sollen. Diese Informationen werden von dem entsprechenden Drittland zur Durchführung einer pflanzengesundheitlichen Risikobewertung verwendet, die in die Einrichtung konkreter Schutzvorschriften des Drittlandes mündet.

### **Literatur**

- Pimentel D, Lach L, Zuniga R, Morrison D (2000) Environmental and economic costs of non-indigenous species in the United States. *BioScience, American Institute of Biological Sciences* 50 (1):53-65
- Richtlinie 2000/29/EG des Rates vom 8. Mai 2000 über Maßnahmen zum Schutz der Gemeinschaft gegen die Einschleppung und Ausbreitung von Schadorganismen der Pflanzen und Pflanzenerzeugnisse. *Abl. L 169 vom 10.7.2000: 1-112*
- IPPC (1997): Internationales Pflanzenschutzübereinkommen, neuer revidierter Text, FAO, Rom

## Integrierter Pflanzenschutz – Leitbild für den Pflanzenschutz in einer nachhaltigen Landnutzung

B. Freier<sup>1</sup>, U. Burth

Die Konzeption des integrierten Pflanzenschutzes wurde in den 50er Jahren geboren als kritische Reaktion auf die in dieser Zeit sich ausweitende Anwendung synthetischer chemischer Pflanzenschutzmittel vor allem im Obstbau (Stern et al., 1959). Im gleichen Jahr entstand im Rahmen der „International Organisation for Biological Control of noxious Plants and Animals“ (IOBC) die weltweit erste Expertengruppe zum integrierten Pflanzenschutz: „Working Group for integrated Plant Protection in Orchards“. Zunehmend wurde der integrierte Pflanzenschutz nicht nur als Addition chemischer und nichtchemischer Maßnahmen interpretiert, sondern als ein ganzheitliches komplexes Pflanzenschutzsystem verstanden. Das zeigte dann auch die erste ernsthafte Definition der FAO aus dem Jahre 1964:

„System von vielfältigen wirtschaftlich, ökologisch und toxikologisch vertretbaren Methoden, um Schadorganismen unter der wirtschaftlichen Schadensschwelle zu halten, wobei die bewusste Ausnutzung natürlicher Begrenzungsfaktoren und Regelmechanismen im Vordergrund steht.“

Seitdem wurden unzählige zum Teil auch recht abweichende Definitionen vorgelegt. Im Pflanzenschutzgesetz der Bundesrepublik Deutschland heißt es: „Integrierter Pflanzenschutz. Eine Kombination von Verfahren, bei denen unter vorrangiger Berücksichtigung biologischer, biotechnischer, pflanzenzüchterischer sowie anbau- und kulturtechnischer Maßnahmen die Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel auf das notwendige Maß beschränkt wird.“

Auch in der AGENDA 21 (1992) findet sich eine Definition des integrierten Pflanzenschutzes. Außerdem wird in diesem Dokument der integrierte Pflanzenschutz als Leitbild für den praktischen Pflanzenschutz weltweit propagiert.

Bei aller Vielfalt der Definitionen lassen sich folgende Kriterien verallgemeinern:

1. Systemarer Ansatz und komplexes ganzheitliches Vorgehen
2. Gleichrangige Berücksichtigung ökonomischer und ökologischer Forderungen
3. Vorrang der vorbeugenden Maßnahmen und nichtchemischen Bekämpfung der Schadorganismen, wobei die Anwendung chemischer Maßnahmen auf das notwendige Maß begrenzt wird.

Hieraus lassen sich bestimmte Handlungsnormen ableiten, z.B. die Anwendung von Schwellenwerten und die Anlage von Saumstrukturen zur Nützlingsförderung, die im Rahmen von Richtlinien für den integrierten Pflanzenschutz bzw. die integrierte Produktion eingehalten werden müssen. Dabei handelt es sich um einen sehr hohen Anspruch, der nur mit großen Anstrengungen und oft leider auch mit finanziellen Mehraufwendungen erfüllt werden kann. Aber nur auf diesem Niveau sind die Ziele des integrierten Pflanzenschutzes zu erfüllen und die besondere Nachhaltigkeit der Strategie zu gewährleisten. Leider wird der inhaltlich hohe Anspruch des integrierten Pflanzenschutzes weltweit oft verwässert. Der integrierte Pflanzenschutz darf nicht mit der guten fachlichen Praxis im Pflanzenschutz (good plant protection practice) verwechselt werden. Der integrierte Pflanzenschutz hat einen deutlich höheren Anspruch als der heutige Stand der guten fachlichen Praxis, die nur das geschickte und kluge Agieren der Praktiker im Rahmen der rechtlichen Regelungen beschreibt.

Die besten Erfahrungen gibt es mit dem integrierten Pflanzenschutz weltweit im Obstbau, weil dort gut funktionierende natürliche Regelmechanismen ausgenutzt werden können, biologische Methoden eine Chance haben und der Markt den kontrollierten integrierten Anbau honoriert.

Einige weltweit agierende Organisationen unternehmen große Anstrengungen, die Umsetzung der Konzeption des integrierten Pflanzenschutzes zu fördern und zu einer langfristig tragenden Handlungsnorm zu entwickeln. Hierzu zählen:

- Global Integrated Pest Management (IPM) Facility der FAO,
- OECD,
- International Organisation for Biological Control of noxious plants and animals (IOBC) and
- IPM Europe .

---

<sup>1</sup> Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für integrierten Pflanzenschutz, 14532 Kleinmachnow, E-Mail: b.freier@bba.de

Aber die breite Umsetzung ist schwierig. Angesichts der realen Probleme konzentrieren sich die Bemühungen auf spezifische Projekte der Entwicklungsländer. Sie kreieren nationale und lokale Programme, die auf Fruchtfolgen oder Kulturen bezogen sind. Die Betreiber dieser Projekte setzen auf die nachhaltige Sicherung eines hohen Qualitätsstandards der Agrarprodukte durch Guidelines für die integrierte Produktion, ständige Weiterbildung und Kontrollen. Sie versuchen dabei auch Einfluss auf die politischen Rahmenbedingungen auszuüben.

Parallel zu diesen Aktivitäten, bemühen sich internationale Handelsorganisationen zunehmend um hohe Qualitätsstandards bei der Produktion von Agrarprodukten (Qualitätssicherungssysteme, Zertifizierung von Agrarprodukten, Standards for Good Agricultural Practice), die auch den Pflanzenschutz betreffen. Allerdings sind diese Standards sehr stark auf den korrekten Umgang mit chemischen Pflanzenschutzmitteln und die Vermeidung von Überschreitungen von Pflanzenschutzmittel-Rückstandshöchstmengen ausgerichtet. Die ökologischen Herausforderungen des integrierten Pflanzenschutzes stehen weniger im Mittelpunkt.

Fast 50 Jahre nach der Geburtsstunde des integrierten Pflanzenschutzes, der die Nachhaltigkeit der konventionellen Produktion sichert und weltweit als Leitbild für den praktischen Pflanzenschutz anerkannt wird, gibt es immer noch große Probleme bei der Interpretation seines Anspruchs und Defizite bei der Umsetzung.

### **Literatur**

Stern VM, Smith RF, Bosch R, Hagen KS (1959) The integrated control concept. *Hilgardia* 29: 81-101

## Nachhaltige Nutzung von Pflanzenschutzmitteln

U. Heimbach<sup>1</sup>

Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln sichert weltweit einen großen Teil der erzielbaren Ernten, trotzdem gehen noch Teile der Ernte vor allem auch während der Vorratslagerung zugrunde. Pflanzenschutzmittel sind daher wichtige Hilfsstoffe, um eine ausreichende Ernährung der Weltbevölkerung zu erzielen. Die Entwicklung, staatlich anerkannte Zulassung und der Vertrieb von Pflanzenschutzmitteln ist durch die stetig steigenden und sicher auch begründeten Ansprüche an die Sicherheit von Mensch und Umwelt sehr kostenaufwendig. So verschlingt allein die Entwicklung und Zulassung eines neuen Wirkstoffes in der EU fast 200 Millionen € (Leonard und Dutton, 2002), was dazu geführt hat, dass die Anzahl an zur Verfügung stehenden Wirkstoffen z.B. in Deutschland von gut 300 (1980-1985) auf 258 Ende 2002 gesunken ist und auch die Anzahl der Vertriebsfirmen mit eigener Forschung stetig sinkt. Die Anzahl der vertriebenen Pflanzenschutzmittel in Deutschland ist in den gleichen Zeiträumen von etwa 1800 auf unter 800 gesunken. Besonders betroffen von dem Rückgang der Wirkstoffe sind Fungizide und Insektizide, die im Vergleich zu Herbiziden oft größere Probleme im Bereich der Ökotoxikologie haben.

Als großes Problem für eine nachhaltige Nutzung von Pflanzenschutzmitteln hat sich in den letzten Jahren vermehrt die Resistenzbildung von Schadorganismen gegen Pflanzenschutzmittelwirkstoffe herausgestellt. So gibt es schon lange Resistenzprobleme bei Schadorganismen in wärmeren Ländern und in Gewächshäusern (z.B. Kohlmotte und weiße Fliegen) oder bei Schadorganismen, die eine mehrfache Behandlung erfordern (z.B. Kraut- und Knollenfäule, Kartoffelkäfer, Apfelschorf oder auch Ratten). Resistenzbildung hat zur Folge, dass die noch zur Verfügung stehenden Wirkstoffe nicht mehr wirksam sind und oft keine oder nur kaum erschwingliche Bekämpfungsmethoden für die Agrarwirtschaft zur Verfügung stehen. In neuerer Zeit sind vermehrt Probleme in Europa bei bedeutenden Wirkstoffen und wichtigen Schadorganismen aufgetaucht, bei denen es kaum Alternativlösungen gibt, z.B. Wirkstoffe aus der Gruppe der Strobilurine und Getreidemehltau (Ahlers und Preuß, 2000) und bei Pyrethroiden und dem Rapsglanzkäfer. Auch sind unerwartet innerhalb der letzten Jahre in verschiedenen Kontinenten Resistenzen bei Wirkstoffen aufgetaucht, die nach langjähriger Nutzung ohne Resistenzbildung als sicher galten, z.B. beim Herbizid Glyphosat nach etwa 30 Jahren Nutzung (Hunt et al., 2001).

Eine nachhaltige Nutzung von Pflanzenschutzmitteln muss daher von Anfang an die Bildung von Resistenzen bei Schadorganismen vermeiden oder verzögern. Dem sollen auch neue Anforderungen in der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln in diesem Bereich dienen (Anonym, 2003). Grundsätzlich ist eine Vermeidung von Resistenzbildung nur durch eine Reduktion des Selektionsdrucks auf Resistenz möglich, das heißt durch Schadensverhinderung mit möglichst vielen unterschiedlich wirkenden Methoden (z.B. durch Vermeidung eines schädlichen Auftretens durch pflanzenbauliche oder andere Maßnahmen, Bekämpfung durch biologische oder technische Methoden oder durch Anwendung anderer Wirkstoffe ohne Kreuzresistenz in Kombination oder zeitlichem Wechsel). Für Schadorganismen mit bekannter Neigung zur Resistenzbildung sind daher dringend auch praktikable nicht chemische Kontroll- und Verhinderungsmethoden zu entwickeln. Zusätzlich müssen mehrere Wirkstoffe mit verschiedenen Wirkmechanismen zur Verfügung stehen, mit denen sich durch zeitlichen Wirkstoffwechsel bzw. Wirkstoffkombination die Resistenzbildung verhindern oder zumindest verzögern lässt.

Dafür müssen Zulassungsbehörden lernen, die Bedeutung der Wirkstoffe auch für das Resistenzmanagement zu erkennen und gegen Nachteile in anderen Bereichen abzuwägen. Firmen müssen verstärkt berücksichtigen, dass kurzfristige Marketingaspekte, die möglichst wenig Wirkstoffe fordern, zu echten mittelfristigen Problemen führen können. Zum Wohle der Welternährung ist die Vermeidung von Resistenzbildung und eine Ermöglichung einer langfristigen Nutzung von Pflanzenschutzmittelwirkstoffen notwendig. Dies erfordert eine verstärkte Zusammenarbeit sowohl zwischen den verschiedenen Vertriebsfirmen als auch zwischen den Firmen, der Beratung und der Agrar- bzw. Forstwirtschaft. Die bisher schon von der Industrie betriebenen Anstrengungen zur Vermeidung von Resistenzbildung und zur Entwicklung von Resistenz-Managementoptionen, um Wirkstoffe mit vorhandener Resistenz weiterhin nutzen zu können, (siehe für Fungizide: [www.frac.info](http://www.frac.info), für Herbizide: [www.plantprotection.org/HRAC](http://www.plantprotection.org/HRAC) und für Insektizide: [www.plantprotection.org/IRAC](http://www.plantprotection.org/IRAC)) müssen ausgeweitet werden und offener auch mit der Beratung, der Agrar- und Forstwirtschaft und den Zulassungsbehörden diskutiert werden. Die Praktische Landwirtschaft und Beratung muss stärker den Resistenzgedanken berücksichtigen und neben dem Einsatz von Pflanzenschutzmitteln auch verstärkt zumutbare nicht chemische Kontroll- bzw. Vermeidungsstrategien einsetzen.

---

<sup>1</sup> Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland, E-Mail: [U.Heimbach@BBA.de](mailto:U.Heimbach@BBA.de)

Die wegen hoher Investitionskosten und anspruchsvoller Risikovorsorge insbesondere im Umweltbereich immer kleiner werdende Palette der zur Verfügung stehenden Wirkstoffe zwingt zum Umdenken und zur stärkeren Berücksichtigung einer möglichen Resistenzbildung bei den Schadorganismen, wenn nicht riskiert werden soll, dass, trotz steigender Weltbevölkerung, durch fehlende Bekämpfungsverfahren noch größere Nahrungsmittelverluste für die Welternährung entstehen.

### **Literatur**

- Ahlers D, Preuße T (2000) Ist Mehltau noch zu bekämpfen? DLG Mitteilungen 3: 46-47  
Anonym (2003) EPPO-Standard PP 1/213 (2): Resistance Risk Analysis. EPPO Bulletin 33: 37 – 63  
Hunt B, Bonnet M, Brandts I (2001) Glyphosate resistance: an overview. Kurzfassung Tagung: Resistance 2001, IACR Rothamsted 2001  
Leonard PK, Dutton R (2002) What impact will EPPO's new resistance risk assessment guideline have on selection pressure in the European Union? Pest Manag. Sci. 58: 939-943

## Kommunikations- und Informationsmedien in der internationalen Kooperation

M. Bernard<sup>1</sup>

### Ziele

Der Bedarf an modernen Informationssystemen in der internationalen Kooperation zur Ernährungssicherung ist groß. Zwar gibt es zahlreiche bestehende internationale Netzwerke und Kooperationen in diesem Bereich, doch fehlt es an gemeinsamen Kommunikations- und Informationsmedien, um Forschungsbedarf zu ermitteln und bestehende Vorhaben effizient planen und umsetzen zu können.

Um die Kompetenzen und die Kapazitäten der ZADI in der internationalen Kooperation und Kommunikation fachübergreifend zu bündeln, wurde eine Arbeitsgruppe (Information Systems for Cooperation in Agricultural Research and Rural Development ISICAD - <http://www.isicad.org>) gebildet, die im Informationszentrum Land- und Forstwirtschaft ILF/ZADI angesiedelt ist.

Ziel der Arbeitsgruppe ist es, die Forschungsaktivitäten im Bereich internationale Agrarforschung für Entwicklung zu unterstützen, indem sie den operativen Rahmen schafft für eine bessere Kommunikation zwischen den einzelnen Akteuren. Dabei steht die sinnvolle Integration unterschiedlicher Daten- und Informationsquellen sowie die Einbindung unterschiedlicher Akteure in Netzwerken im Vordergrund. Auf der Grundlage der bestehenden Expertise im Bereich Landwirtschaft, Entwicklungszusammenarbeit und Netzwerkkoordination werden fortlaufend effiziente Lösungen durch den Einsatz von IKT erarbeitet. Diese sind Grundlage für Module, die im Bereich Entwicklung des ländlichen Raumes und der internationalen Agrarforschung eingesetzt werden können.

Durch die koordinatorischen Aufgaben im Bereich Forschung für Entwicklung ist die ZADI eingebunden in die Zusammenarbeit mit anderen internationalen Organisationen. Auf Betreiben der Europäischen Kommission ist die Arbeitsgruppe ISICAD / ILF am Aufbau eines globalen Netzwerkes beteiligt (Global Forum GFAR) und übernimmt Beratungsaufgaben für die technische Umsetzung von regionalen Informationssystemen. Die Bedeutung von GFAR für die Verbesserung der landwirtschaftlichen Produktivität in Entwicklungsländern wurde auf dem G8 Gipfel in Evian noch einmal ausdrücklich hervorgehoben.

Auf Initiative der ZADI wurde in Zusammenarbeit mit dem Agrar-Informationszentrum ISNAR/CGIAR eine Arbeitsgruppe von internationalen Informationsspezialisten gegründet, um Erfahrungen und Lösungen im Bereich Informations- und Kommunikations Technologien auszutauschen.

Ein Mitwirken Deutschlands im Rahmen der Koordinationsaufgaben der Agrarforschung für Entwicklung ist von großer Bedeutung. Der Anteil Europas an der Finanzierung der CGIAR-Institute (Consultative Group for International Agricultural Research) beläuft sich auf 60 Prozent; die Bundesrepublik ist in sehr hohem Maße an der internationalen Forschung und Entwicklungszusammenarbeit beteiligt.

### Arbeitsschwerpunkte

Die Arbeitsgruppe ISICAD / ILF operiert auf zwei Ebenen:

1. Auf der institutionellen Ebene, um die Kooperation im Bereich der Agrarforschung für Entwicklung zu unterstützen.

Im Rahmen des Projektes EARD-InfoSys+ betreibt die ZADI ein internetbasiertes Informationssystem zur Europäischen Agrarforschung für Entwicklung. Es dient sowohl zur Unterstützung der Entscheidungsfindung auf ministerieller Ebene als auch als Informations- und Kommunikationsplattform für alle Beteiligten. Ins Leben gerufen wurde EARD-InfoSys+ durch die Europäische Initiative für Agrarforschung für Entwicklung (EIARD), welche auf Europäischer Ebene die Agrarforschung für Entwicklung koordiniert. EARD-InfoSys+ wird unterstützt von einem Netzwerk aus 18 europäischen Partnern. Die Zadi übernimmt innerhalb dieses Netzwerkes die koordinierende Funktion und entwickelt Kommunikationskonzepte und IKT-Module. Das BMVEL stellt das ebenfalls an der ZADI angesiedelte Deutsche Informationssystem GARDEN-InfoSys als Beitrag zum InfoSys+ Netzwerk.

---

<sup>1</sup> Zentralstelle für Agradokumentation und -information (ZADI) Marc Bernard, [bernard@isicad.org](mailto:bernard@isicad.org) | Informationszentrum Land- und forstwirtschaft (ILF) / Arbeitsgruppe ISICAD (Information Systems for Cooperation in Agricultural Research and Rural Development), Villichgasse 17, D-53177 Bonn, [www.isicad.org](http://www.isicad.org)

Die Datenbank von EARD-InfoSys+ bietet Informationen zu Projekten, Organisationen und Experten aus dem Bereich Agrarforschung für Entwicklung an. Zur Zeit wird diese Datenbank restrukturiert und wird in Zukunft auch die Verbindungen und Zusammenhänge dieser Einzelbereiche abbilden. Darüber hinaus werden Veranstaltungen und Nachrichten aus dem Forschungsbereich auf der Seite gesammelt. Per E-Mail Alert Service können sich registrierte Nutzer über Neueinträge benachrichtigen lassen und bleiben so automatisch auf dem neuesten Informationsstand.

Um die Zusammenarbeit von Arbeitsgruppen zu erleichtern bietet EARD-InfoSys+ außerdem die Nutzung der Groupware PHProjekt an. PHProjekt ist über das Internet zugänglich und kann wie ein Intranet genutzt werden. Es ermöglicht den Austausch von Dokumenten, gemeinsame Projektplanung, Aufgabenverteilung, Diskussionsforen und bietet weitere Tools an, die die effektive Zusammenarbeit von Arbeitsgruppen unterstützen.

Weiterhin ist die ZADI im Rahmen der Informationssysteme ISRED und des FAO-Netzwerkes AgroWeb am Aufbau eines Informationsnetzwerkes in Osteuropa beteiligt.

2. Zur Verstärkung des Dialoges mit der Zielgruppe der landwirtschaftlichen Forschung für Entwicklung – den Landwirten im Süden – hat die ZADI im Wesentlichen zwei Module entwickelt:

- Die Internet-Plattform „Rural Universe Network“ (RUNetwork) ermöglicht es Bauern in Entwicklungsländern, ihre Anliegen via Internet vorzubringen und ein Frage-Antwort-System zu nutzen, um sich von Landwirtschafts-Experten beraten zu lassen. Auf der Grundlage bestehender Internetcafés wurden Netzwerke für den ländlichen Raum aufgebaut. Das System wird durch ein Gutscheinsystem finanziert, das den effektiven Einsatz von Fördergeldern gewährleistet.
- Das Marktinformationssystem InfoPrix: Zur Erhebung und Verbreitung relevanter Daten hat die ZADI eine angepasste Technologie entwickelt, die es ermöglicht, Marktpreise per SMS zu erhalten. Das System wurde in Benin erfolgreich implementiert. Im weiteren Verlauf sollen vergleichbare Systeme auch in den Nachbarländern zum Einsatz kommen. Die Technologie kann auch zur Erhebung anderer entwicklungsrelevanter Daten genutzt werden.

## Literatur

- Arbeitsgruppe ISICAD/ILF/ZADI (2003) Features of a new database on ARD – InfoSys+ [online]. Germany, zu finden in <[http://www.isicad.org/infosysplus\\_work/index.htm](http://www.isicad.org/infosysplus_work/index.htm)>
- Arbeitsgruppe ISICAD/ILF/ZADI and IAO Firenze (2003) nodeXML - a prototype implementation of a mechanism for data exchange in a distributed system [online]. Germany, zu finden in <<http://nodexml.sourceforge.net/>>
- Arbeitsgruppe ICRA, NATURA, ISICAD/ILF/ZADI (2003) Mobilising partnerships for agricultural research in sub-Saharan Africa [Forum, online]. <[http://www.isicad.org/iar4d/forum\\_en/index.html](http://www.isicad.org/iar4d/forum_en/index.html)>
- Arbeitsgruppe ISICAD/ILF/ZADI (24.3.2003) Demand driven systems in information management and rural development, ZADI, Vortrag . Agroweb Meeting in Nitra, Bratislava
- Arbeitsgruppe ISICAD/ILF/ZADI (22.5.2003) The use of vouchers for financial transactions in rural development, ZADI, Vortrag . GFAR-Congress, Dakar
- Arbeitsgruppe ISICAD/ILF/ZADI (22.5.2003) ICT in rural Development – [www.runetwork.de](http://www.runetwork.de) ZADI, Vortrag. Workshop: Media use in rural development - Feldafingen - GTZ - INWENT

## Resistenzzüchtung – Grundlage für eine sichere und ökologisch verträgliche Pflanzenproduktion

F. Ordon<sup>1</sup>

Die Erhöhung der Resistenz gegen biotische Schadfaktoren (Pilze, Viren, Insekten, Bakterien) stellt die kostengünstigste sowie umwelt- und verbraucherfreundlichste Art des Pflanzenschutzes dar und resistente Sorten sind essentieller Bestandteil der Ernährungssicherung sowie einer umweltschonenden Landbewirtschaftung. In Bezug auf die Resistenz konnten beispielsweise bei der Wintergerste in Deutschland in den vergangenen Jahren erhebliche Fortschritte erzielt werden; waren 1986 lediglich 3 Sorten mit guten Resistenzeigenschaften (Boniturnote 1-3) gegenüber *Blumeria graminis* zugelassen, so sind es 2003 bereits 33 (Bundessortenamt, 1986, 2003). Ähnliches gilt für die Resistenz gegenüber Zwergrost (*Puccinia hordei*), wo inzwischen 16 Sorten mit guten Resistenzeigenschaften zugelassen sind. Darüber hinaus ist es gelungen Resistenzen gegen die bedeutendsten Pathogene mit guten Ertrageigenschaften zu kombinieren (Friedt et al., 2000, Bundessortenamt, 2003).

Ausgangspunkt einer erfolgreichen Resistenzzüchtung ist die Identifikation von Resistenzträgern, z.B. in Genbankkollektion, gefolgt von der Aufklärung der Genetik der Resistenz und der züchterischen Nutzbarmachung. Im Allgemeinen wird die Kombination verschiedener Resistenzgene oder die Introgression neuer Resistenzgene aus nicht adaptierten Wildformen oder nahe verwandten Arten und Gattungen durch sexuelle Rekombination erreicht, d.h. einer Kreuzung geeigneter Elternlinien folgt eine phänotypische Selektion in der spaltenden Nachkommenchaft. Der Erfolg der Züchtung beruht dabei ausschließlich auf der verlässlichen und wiederholbaren Durchführbarkeit von Resistenztests im Feld oder Gewächshaus im Hinblick auf das zu selektierende Merkmal. Da Kulturarten, wie z.B. die Getreidearten, denen im Hinblick auf die Welternährung eine besondere Bedeutung zukommt, i.d.R. von einer Vielzahl von Pathogenen befallen werden, ist die Züchtung resistenter Sorten eine komplexe Aufgabe und das Auffinden gewünschter Rekombinanten mit Hilfe der klassischen phänotypischen Selektion stellt sehr hohe Anforderungen an den Züchter und hat nahezu die Grenzen der Durchführbarkeit erreicht.

In der Pflanzenzüchtung – insbesondere der Resistenzzüchtung – haben in den vergangenen Jahren molekulare Techniken zunehmend an Bedeutung gewonnen. Dies waren zunächst die Restriction Fragment Length Polymorphisms (RFLPs) und heute i.d.R. PCR-basierte Techniken, wie z.B. die Random Amplified Polymorphic DNAs (RAPDs), die Mikrosatelliten-Polymorphismen (Simple sequence repeats (SSRs)) sowie die Amplified Fragment Length Polymorphisms (AFLPs). So konnten beispielsweise bei der Gerste mit Hilfe dieser Techniken eine Vielzahl von Resistenzgenen, z.B. gegenüber der Gelbmosaikvirose, im Genom lokalisiert (Graner et al., 2000), bzw. Quantitative Trait Loci (QTL) für entsprechende Resistenzen, z.B. gegenüber Barley Yellow Dwarf Virus, identifiziert werden (Scheurer et al., 2001). Die Kenntnis der chromosomalen Lokalisation erlaubt zunächst eine Abschätzung, inwieweit entsprechende Gene kombiniert werden können, sowie in einem nächsten Schritt die markergestützte Kombination unabhängig von Auftreten entsprechender Pathogene.

Eine besondere Bedeutung kommt der Resistenzzüchtung bei solchen Pathogenen zu, welche chemisch nicht bekämpft werden können. In Europa ist in diesem Zusammenhang in den vergangenen Jahren die Gelbmosaikvirose der Gerste – verursacht durch einen Erregerkomplex bestehend aus Barley Mild Mosaic Virus (BaMMV), Barley Yellow Mosaic Virus (BaYMV) und BaYMV-2 – verstärkt in das Zentrum züchterischer Bemühungen getreten. Bedingt durch eine ständige Ausweitung der Befallsflächen sowie erheblicher Ertragsverluste, welche durchaus im Bereich von 50 % liegen können, stellt diese Krankheit inzwischen ein bedeutendes Problem im Wintergerstenanbau dar. Aufgrund der vektoruellen Übertragung dieser Virose durch den bodenbürtigen Pilz *Polymyxa graminis* ist eine chemische Bekämpfung der Vektoren, wie beispielsweise bei dem aphidenübertragenen Barley Yellow Dwarf Virus (BYDV), aus ökonomischen und ökologischen Gründen nicht durchführbar, sodass die einzige Möglichkeit, eine ökonomische Wintergerstenproduktion auf Befallsflächen zu gewährleisten, im Anbau resistenter Sorten besteht. Nach Huth (1988) müssen 50 % der Wintergerstenanbaufläche als potenziell von der Gelbmosaikvirose gefährdet gelten. Dies entspricht für das Jahr 2002 ca. 684 000 ha (BMVEL, 2002). Unter Zugrundelegung von moderaten Ertragsverlusten anfälliger Sorten von durchschnittlich 20 % würde dies bei einem Durchschnittsertrag von 60,7 dt/ha in diesem Jahr einen potenziellen Ernteverlust durch die Gelbmosaikvirose von 830 376 t bedingen.

Resistente Sorten gegen die Gelbmosaikvirose konnten bereits kurze Zeit nach dem ersten Auftreten im Jahre 1978 im damaligen Wintergerstensortiment identifiziert werden (Huth, 1982). Genetische Studien zeigten jedoch, dass die Resistenz auf ein einziges rezessives Resistenzgen (*rym4*) zurückzuführen ist (Friedt et al., 1983), welches ge-

<sup>1</sup> Institut für Epidemiologie und Resistenz, Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen, Theodor-Roemer-Weg 4, 06449 Aschersleben, E-Mail: f.ordon@bafz.de

genüber dem erstmals 1989 identifizierten BaYMV-2 nicht wirksam ist (Huth, 1989) und auf dem langen Arm von Chromosom 3H in die RFLP Karte der Gerste integriert werden konnte (Graner & Bauer, 1993). In Arbeiten zur Erweiterung der genetischen Basis der Resistenz konnten weitere Resistenzträger – insbesondere in ostasiatischen Herkünften – identifiziert werden und genetische Analysen zeigten, dass mehrere rezessive Resistenzgene im primären Genpool der Gerste vorhanden sind (Ordon & Friedt, 1993). Diese Gene, z.B. *rym5*, *rym9* und *rym11* wurden in die RFLP Karte der Gerste integriert (Bauer et al., 1997) und es wurden einfach zu handhabende PCR-basierte Marker (RAPDs, SSRs, AFLPs, STSs) entwickelt (Graner et al., 1999, Ordon, 1999). Die im Rahmen dieser Arbeiten gewonnenen klassisch-genetischen und molekularen Erkenntnisse bilden heute die Grundlage, die genetische Basis der Resistenz, unter Anwendung effektiver markergestützter Selektionsmethoden, z.B. markergestützte Rückkreuzungsprogramme, Pyramidisierung von Resistenzgenen, zu erweitern (vgl. Ordon et al., 1999, 2003) und den Wintergerstenanbau in den sich ausdehnenden Befallsgebieten langfristig zu sichern. So sind in diesem Jahr bereits 4 Sorten mit dem Resistenzgen *rym5* zugelassen, welches im Gegensatz zu *rym4* zusätzlich Resistenz gegenüber BaYMV-2 bedingt (Bundessortenamt, 2003).

Wie am Beispiel der Gerste und der Gelbmosaikvirose gezeigt, kommt der Resistenzzüchtung im Hinblick auf eine sichere und ökologisch verträgliche Pflanzenproduktion eine erhebliche Bedeutung zu. Dabei kann die Resistenzzüchtung heute durch den Einsatz molekularer Techniken effektiver gestaltet werden. Da die Anzahl einfach zu handhabender und zu detektierender Marker rasch zunimmt, ist davon auszugehen, dass die markergestützte Selektion auf multiple Resistenz zukünftig in der Realisierung entsprechender Zuchtziele an Bedeutung gewinnen wird, d.h. bei der Kombination von Ertrag mit den geforderten Qualitäts- und insbesondere Resistenzeigenschaften.

## Literatur

- Bauer E, Weyen J, Schiemann A, Graner A, Ordon F (1997) Molecular mapping of novel resistance genes against barley mild mosaic virus (BaMMV). *Theor Appl Genet* 95: 1263-1269
- BMVEL (2002) Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten der Bundesrepublik Deutschland. Münster-Hiltrup, Landwirtschaftsverlag, ISBN 3-7843-3208-0
- Bundessortenamt (1986, 2003). Beschreibende Sortenliste für Getreide, Mais, Ölfrüchte, Leguminosen (großkörnig), Hackfrüchte (außer Kartoffeln). Hannover, Landbuch Verlagsgesellschaft 239 p, ISSN 0948 – 4167
- Friedt W, Fouroughi-Wehr B, Huth W (1983) Züchtung auf Gelbmosaikresistenz der Wintergerste. *Vort Pflanzenzüchtg* 3: 169-179
- Friedt W, Werner K, Ordon F (2000) Genetic progress as reflected in highly successful and productive modern barley cultivars. *Proc. 8th Int. Barley Genetics Symp.* 22-27 Oct. 2000, Adelaide, Australia, Vol I, 271-279
- Graner A, Bauer E (1993) RFLP mapping of the *ym4* virus resistance gene in barley. *Theor Appl Genet* 86: 689-693
- Graner A, Michalek W, Streng S (2000) Molecular mapping of genes conferring resistance to viral and fungal pathogens. *Proc. 8th Int. Barley Genetics Symp.* 22-27 Oct. 2000, Adelaide, Australia, Vol I, 45-52
- Graner A, Streng S, Kellermann A, Schiemann A, Bauer E, Waugh R, Pellio B, Ordon F (1999) Molecular mapping and genetic fine-structure of the *rym5* locus encoding resistance to different strains of the barley yellow mosaic virus complex. *Theor Appl Genet* 98: 285-290
- Huth W (1982) Evaluation of sources of resistance to barley yellow mosaic virus in winter barley. *Z Pflanzenzüchtg* 89: 158-164
- Huth W (1988) Ein Jahrzehnt Barley Yellow Mosaic Virus in der Bundesrepublik Deutschland *Nachrichtenbl Deut Pflanzenschutz* 40: 49-55
- Huth W (1989) Ein weiterer Stamm des Barley yellow mosaic virus (BaYMV) gefunden. *Nachrichtbl Deut Pflanzenschutz* 41, 6-7
- Ordon F, 1999. Markergestützte Selektion in der Resistenzzüchtung beim Getreide – unter besonderer Berücksichtigung des Pathosystems Gerste (*Hordeum vulgare* L.) – Bymoviren (BaMMV, BaYMV, BaYMV-2). Verlag Shaker, Aachen, 131p, ISBN 3-8265-4739-x
- Ordon, F., W. Friedt, 1993. Mode of inheritance and genetic diversity of BaMMV-resistance of exotic barley germplasms carrying genes different from '*ym4*'. *Theor Appl Genet* 86: 229-233
- Ordon F, Pellio B, Werner K, Schiemann A, Friedt W, Graner A (2003). Molecular breeding for resistance to soil-borne viruses (BaMMV, BaYMV, BaYMV-2) of barley (*Hordeum vulgare* L.) *J Plant Diseases and Protection* 110: 287-295
- Ordon F, Schiemann A, Pellio B, Dauck V, Bauer E, Streng S, Friedt W, Graner A (1999) Application of molecular markers in breeding for resistance to the barley yellow mosaic virus complex. *J Plant Diseases and Protection* 106: 256-264
- Scheurer KS, Friedt W, Huth W, Waugh R, Ordon F (2001) QTL analysis of tolerance to a German strain of BYDV-PAV in barley (*Hordeum vulgare* L.). *Theor Appl Genet* 103: 1074-1083

## Virusfreies Anbaumaterial und seine Bedeutung für die Produktion gesunden und qualitativ hochwertigen Obstes

W. Jelkmann<sup>1</sup>

Eine integrierte und an die Umwelt angepasste Erwerbsobstproduktion wird durch die Auswahl von gesundem und qualitativ hochwertigem Anbaumaterial entscheidend beeinflusst. Dies gilt in besonderem Maße für Pathogene wie Viren, Viroide und Phytoplasmen, die nicht bekämpft werden können. Weltweit ist durch eine Vielzahl von Untersuchungen der negative Einfluss von Viren auf Obstpflanzen belegt. Die Auswirkungen sind vielfältig und unter anderem abhängig vom Pathogen, den klimatischen Bedingungen, den Eigenschaften der Obstsorten, dem Ernährungs- und allgemeinen Gesundheitszustand der Pflanzen, dem Pflanzenalter bei Infektion und nicht zuletzt von Mischinfektionen mit verschiedenen Viren. Der Befall mit Viren kann zu deutlich sichtbaren Veränderungen in der Anlage generativer Organe sowie im vegetativen Wachstum der Obstpflanzen führen. Beispielhaft können hier Symptome wie Mosaik an Blättern, gestauchtes Wachstum, Veränderungen der Blattform, Rindenrissigkeit oder vielfältige Veränderungen in Form, Farbe und Inhaltsstoffen von Früchten genannt werden. In Abhängigkeit der Sorte führt die Infektion mit dem Apfelmosaikvirus (Apple mosaic virus; ApMV) zu chlorotischen Aufhellungen der Blätter und damit einhergehend zu einer eingeschränkten Photosynthese. Das Scharkavirus an Pflaumen und Zwetschen, Pfirsichen und Aprikosen führt zu vielfältigen Symptomen. Hierzu gehören unregelmäßige Aufhellungen der Blätter, Rindenrissigkeit, pockenartige Narben und Einsenkungen an Früchten, Veränderungen der Inhaltsstoffe der Früchte sowie frühzeitiger Fruchtfall. Die Kleinfrüchtigkeit der Süßkirsche (Little cherry virus(es); LChV-1, LChV-2) führt zu einem deutlich geringeren vegetativen Wachstum von anfälligen Sorten, einer frühzeitigen Rotverfärbung der Blätter und zu deutlich kleineren und geschmacklich negativ veränderten Früchten. Neben den Viren, die nach Infektion sehr schnell zu deutlich sichtbaren Symptomen führen, sind an Obstarten eine Vielzahl sogenannter latenter Viren bekannt. Der Befall von Pflanzen mit diesen Viren führt an den meisten Sorten nicht zu deutlich sichtbaren Symptomen, dennoch ist das vegetative Wachstum der Pflanzen beeinträchtigt. Durch Mischinfektionen mit verschiedenen Viren potenzieren sich die Auswirkungen der latenten Viren oftmals deutlich. Latente Viren an Apfelsorten werden zudem in noch mehrfach ungeklärten Zusammenhängen für verschiedene Veränderungen an Früchten verantwortlich gemacht. Hierzu gehören unter anderem die Rauhschaligkeit und die Rindenrissigkeit des Apfels. Befallene Früchte können nicht vermarktet werden. Der Befall von Baumobstarten mit Viren führt generell zu einer erhöhten Stressanfälligkeit, schlechteren Nutzung von Dünger sowie zu Problemen im Nachbau.

Die Übertragung von Viren an Obstarten findet bei der vegetativen Vermehrung infizierter Sorten und Unterlagen statt. In Abhängigkeit der einzelnen Viren erfolgt zudem eine Übertragung durch Wasser, den Boden, Wurzelverwachsungen, Pollen, Samen und verschiedene Vektoren. Bedeutsame Vektoren für die Virusübertragung im Obstbau sind Nematoden sowie Insekten. Unter den Insekten nehmen die Blattläuse eine herausragende Stellung ein. Ihrer Bekämpfung kommt im Einzelfall eine besondere Bedeutung zu. Gelingt eine Bekämpfung nicht, können Probleme durch Anbau resistenter bzw. toleranter Sorten, soweit verfügbar, minimiert werden. Um dem Problem von Viruserkrankungen im Obstbau sachgerecht zu begegnen, sollte zunächst nur virusfreies (VF) Anbaumaterial in den Handel gelangen. Da insbesondere im Apfelanbau für verschiedene wirtschaftlich relevante Viren keine vektorielle Übertragung bekannt ist, kommt VF-Material hier eine herausragende Bedeutung zu. Liegen keine virusfreien Sorten vor, können sie durch das System der Wärmetherapie, gefolgt von verschiedenen Vermehrungssystemen, virusfrei erstellt werden. Die dazu notwendigen Methoden und Testsysteme sind für viele Viren an Obstarten erarbeitet.

Innerhalb der Europäischen Gemeinschaften regelt die „Richtlinie 92/34/EWG des Rates vom 28. April 1992 über das Inverkehrbringen von Vermehrungsmaterial und Pflanzen von Obstarten zur Fruchterzeugung“ einen harmonisierten Standard. Er wurde durch die Verordnung über das Inverkehrbringen von Anbaumaterial von Gemüse-, Obst- und Zierpflanzenarten sowie zur Aufhebung der Verordnung zur Bekämpfung von Viruskrankheiten im Obstbau vom 16. Juni 1998 (BGBl. I S. 1322) in nationales Recht umgesetzt. In der Richtlinie werden zudem für Kern- und Steinobst in Deutschland die Anforderungen zur Untersuchung auf Viren, virusähnliche Schadorganismen und Viruskrankheiten im Rahmen der Anerkennung von Anbaumaterial festgelegt. Weitergehende Empfehlungen im europäischen und mediterranen Raum sind in veröffentlichten Standards der Eppo festgelegt (<http://www.eppo.org/Standards/certification.html>).

<sup>1</sup> Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Pflanzenschutz im Obstbau, Schwabenheimer Str. 101, 69221 Dossenheim, E-Mail: [Wilhelm.Jelkmann@urz.uni-heidelberg.de](mailto:Wilhelm.Jelkmann@urz.uni-heidelberg.de)

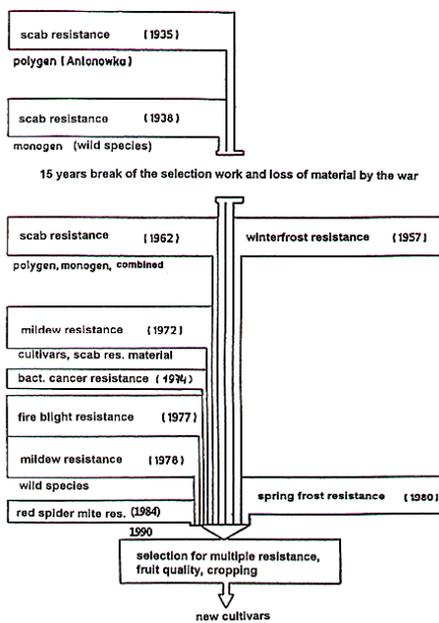


## Züchtung von Apfelsorten für eine nachhaltige und umweltgerechte Apfelproduktion

A. Peil<sup>1</sup>, C. Fischer, V. Hanke

Im Rahmen der Ressortforschung zur globalen Ernährungssicherung und Lebensmittelsicherheit ist insbesondere der Teilaspekt der Nachhaltigkeit zunehmend in das Zentrum der praktischen Apfelzüchtung gerückt. Das Ziel ist die Züchtung von Apfelsorten, die zur Produktion von gesundem Obst bei einer Verringerung des Pflanzenschutz-aufwandes geeignet sind, die unempfindlich gegen biotischen und abiotischen Stress und an die unterschiedlichen Standortansprüche Deutschlands angepasst sind und die gleichzeitig eine ausgezeichnete Fruchtqualität mit einer stabilen Ertragssicherheit in sich vereinen.

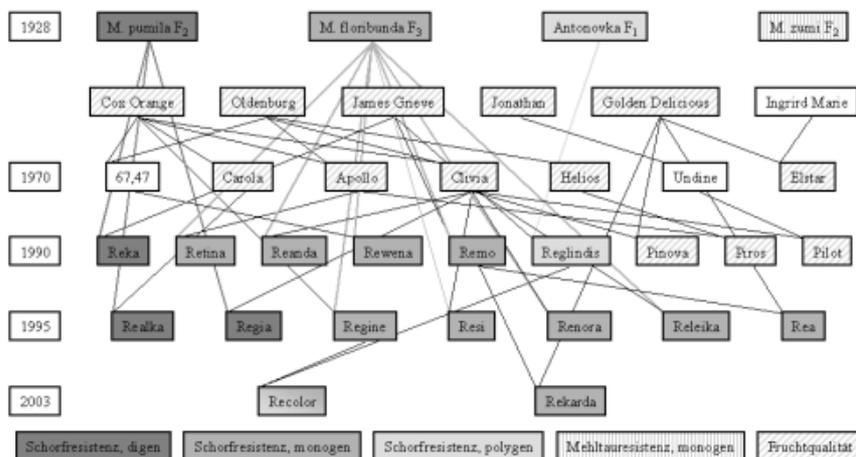
Abbildung 1: Etappen der Resistenz-züchtung im Münchberg/Pillnitzer Apfelzuchtprogramm



Besondere Bedeutung bei der Züchtung von Apfelsorten mit Resistenz gegen biotische und abiotische Schadfaktoren hat die Vereinigung verschiedener Resistenzen, vor allem gegen Schorf, Mehltau und Feuerbrand als die ökonomisch wichtigsten Krankheiten, in einer Sorte. Dies beinhaltet die Herstellung multipel resistenter Donoren, die Prüfung der Stabilität der Resistenzen im Feldbestand und die Analyse der Genetik von Resistenzen und obstbaulichen Merkmalen. Die Bereitstellung einer marktfähigen Sorte setzt eine qualitativ hochwertige und attraktive Frucht voraus.

Die systematische Resistenzzüchtung zur Erreichung der oben beschriebenen Ziele begann bereits um 1928 in Müncheberg und wurde mit der Verlagerung des Materials nach Dresden-Pillnitz dort weitergeführt und weiterentwickelt. Abbildung 1 zeigt den züchterischen Ansatz, in dessen zeitlichem Verlauf verschiedene Resistenzgene in Klonen vereinigt wurden (und *M. zumi*, der in Zukunft als Donor geplant ist). Als Resistenzdonoren wurden unter anderem die Wildarten *Malus X floribunda* und *M. pumila*, die beide unterschiedliche Schorffresistenzgene besitzen, und außerdem die russische Sorte ‚Antonovka‘ eingesetzt. Die Kreuzung von Wildarten mit dem Kulturapfel zur Übertragung gewünschter Merkmale erfordert wiederholte Rückkreuzungen mit Kulturäpfeln, um die unerwünschten Anteile des Wildartengenoms zu verdrängen. Zur Erzielung der erforderlichen Fruchtqualität fanden vor allem die Sorten ‚Clivia‘, ‚Cox Orange‘, ‚Golden Delicious‘ und auch ‚Oldenburg‘ Verwendung. Der Stammbaum von bereits entwickelten resistenten Sorten (die resistenten Pillnitzer Sorten werden unter dem Warenzeichen ‚Re-Sorte®‘ zusammengefasst) ist in Abbildung 2 dargestellt.

Abbildung 2: Abstammung der mehrfach resistenten Pillnitzer Apfelsorten



<sup>1</sup> BAZ, Dresden-Pillnitz, E-Mail: a.peil@bafz.de

Der entscheidende Punkt bei der Bewertung von Resistenzmerkmalen ist die Infektion der entsprechenden Populationen mit dem Pathogen und die anschließende Bonitur der Symptome. Für das Screening nach Schorf-resistenten Apfelbäumen wurde ein Sämlingstest im Gewächshaus entwickelt. Nach der Pflanzung der Apfelbäume in das Freiland wurde z.B. der Schorfbefall und auch der Mehltaubefall über mehrere Jahre unter natürlichen Infektionsbedingungen beobachtet. Die Testung auf Empfindlichkeit gegenüber dem Erreger des Feuerbrandes *Erwinia amylovora* erfolgte durch eine künstliche Triebinfektion im Gewächshaus. Das Maß für die Empfindlichkeit bzw. Unempfindlichkeit eines Klons ist die Beziehung der Länge des befallenen Triebes zur Gesamtlänge des inokulierten Triebes.

Abbildung 3: Remo



Bei der Selektion resistenter Klone werden also eine Vielzahl von Merkmalen berücksichtigt. Dazu zählen neben den oben erwähnten Resistenzbonituren auch die Bewertung der inneren und äußeren Qualität, die Lagerungseignung, das Baumwachstum und vieles mehr. Im bisherigen Verlauf der Forschungsarbeiten konnten verschiedene resistente Sorten und Ertragsorten bereitgestellt werden. Diese Sorten werden u.a. hinsichtlich der Reifezeit, der Nutzungsrichtung und der Anbaueignung unterschieden. Besonders die mehrfach resistenten Sorten, wie z.B. Reanda, Rebella, Remo (Abb. 3) oder Rewena, sind für den integrierten und umweltschonenden Anbau vorzüglich geeignet. Die Ta-

belle zeigt ausgewählte Re-Sorten und deren Resistenzeigenschaften.

Tabelle: Multiple Resistenzen im Pillnitzer Re-Sortiment (nach Fischer, 1998, verändert)

Re-Sorten®	Schorf	Resistenzquelle	Mehltau	Feuerbrand	Bakterienbrand	Obstbaum Spinnmilbe	Spätfrost	Winterfrost
Reanda	x	Vf	(x)	x	o	#	x	o
Rebella	x	Vf	x	x	x	x	x	x
Regine	x	Vf	(x)	x	(x)	x	x	x
Reglindis	x	VA	(x)	(x)	o	x	x	x
Releika	x	Vf	o	(x)	x	x	x	#
Remo	x	Vf	x	x	o	o	x	x
Renora	x	Vf	(x)	o	o	o	(x)	(x)
Resi	x	Vf	o	o	x	#	x	#
Retina	x	Vf	(x)	o	o	(x)	x	#
Rewena	x	Vf	x	x	x	o	x	o

x: resistent; (x): mäßig resistent; o: mäßig anfällig; #: anfällig

Bei der Züchtung auf Resistenz muss beachtet werden, dass die Reaktion Pathogen – Wirt ein dynamischer Prozess ist, d.h., dass sich neue Pathogenrassen entwickeln können, die vorhandene Resistenzen durchbrechen. Der Züchter hat hier die Aufgabe, nach neuen Resistenzquellen zu suchen und diese in Sorten zur Verfügung zu stellen, um im Sinne des Verbraucherschutzes und der Sicherung der Welternährung die Reduzierung des chemischen Pflanzenschutzes zu ermöglichen und den Ertrag zu sichern. Im Verlaufe von über 20 Jahren konnte zwar eine Anzahl resistenter Sorten entwickelt werden, aber die qualitativen Eigenschaften überzeugen noch nicht restlos, was sich in der mangelnden Akzeptanz der Sorten im Markt niederschlägt. Durch kontinuierliche Züchtungsarbeit wird daran gearbeitet, wettbewerbsfähige, hochqualitative, resistente Apfelsorten zu produzieren.

## Literatur

Fischer C, Richter K (1999) Ergebnisse der Resistenzzüchtung gegenüber Feuerbrand im Pillnitzer Apfelzüchtungsprogramm. Erwerbsobstbau 41: 50-60.

## Beitrag der *Phytophthora*-Resistenzzüchtung bei Kartoffeln zur globalen Ernährungssicherung

U. Darsow<sup>1</sup>

### Ursachen der anhaltend hohen Schadwirkung von *Phytophthora infestans* und Methode der Schadreduzierung

Trotz fast 160jähriger Bekämpfungserfahrung gegen diese Krankheit führen anthropogene Faktoren zu anhaltend hohen Verlusten und Gefahren. Ursachen sind:

1. Globale Ausbreitung des Paarungstyps A 2 erfolgte aus Mexiko vor etwa 20 Jahren mit Pflanzkartoffeln und damit erhöhte sich weltweit die Anpassungsfähigkeit der Erregerpopulationen an Sorten, Klimate und Fungizide. Durch die in letzten Jahren vielfach nachgewiesene Oosporenbildung ist *Phytophthora infestans* prinzipiell auf dem Wege, ein Fruchtfolgeschadenderreger zu werden (Kessel et al., 2002).
2. In Europa wird die Entwicklung hoch pathogener Erregerpopulationen durch Nichteinhaltung dreijähriger Anbaupausen für Kartoffeln in der Fruchtfolge in Frühkartoffel-Erzeugergebieten, Stärkekartoffel-Anbauregionen und Kleingärten ebenso gefördert wie durch Vernachlässigung weiterer Bekämpfungsmaßnahmen wie Vermeidung der Anfangsinfektionen von Abfallhaufen her und Handauslese des Pflanzgutes.
3. Sowohl Kostengründe als auch Aspekte des Umwelt- und Gesundheitsschutzes begrenzen die Fungizid-anwendung (Zimnoch-Guzowska, 1999, Wei et. al., 1999) mit der Folge hoher Verluste. Durch zu lange vernachlässigte Vorzüchtung (prebreeding) auf der Basis quantitativer (polygener) Resistenz in der Züchtungsforschung in den Industrie- und Entwicklungsländern fehlt Wirtsresistenz als teilweise Alternative für die Bekämpfung durch Fungizide in allen Verwertungsrichtungen der Kartoffel. Intensive und erfolgreiche Resistenzzüchtung gibt es im internationalen Kartoffelzentrum Lima in Peru für Kurztaggebiete. „Prebreeding“ für Langtaggebiete erfolgt seit 1964 in Groß Lüsewitz.

### Methoden

- Polygen bedingte, quantitative Resistenz wird umweltabhängig ausgebildet und ist dadurch aufwendig zu untersuchen und quantitativ zu charakterisieren.
- Methodische Unzulänglichkeiten sind bei der Prüfung der Krautfäuleresistenz international üblich. Nur Inokulation mit komplexer Virulenz und Beregnung sichert vertrauenswürdige Ergebnisse, während die Beobachtung natürlichen Befalls mit wechselndem Rassenauftreten, Resistenzdurchbrüchen und ergebnislosen Jahren verbunden ist. Reifeunterschiede werden unzureichend als Einflussfaktor berücksichtigt (Darsow, 2000).
- Durch Beteiligung vieler Gene ist die Vererbung kompliziert und der Wert einer Kreuzungsnachkommenschaft nur begrenzt vorhersagbar. Der tetrasome Erbgang macht die Interpretation von Vererbungsuntersuchungen schwierig. Der Mechanismus relativer Resistenz ist weitgehend unbekannt.
- Die Resistenzgene wurden aus Wildarten übertragen. Wildarten vererben aber nicht nur die gewünschte Resistenz, sondern auch lange Stolonen, unakzeptablen Geschmack und viele andere negative Effekte. Weil Polygene für Resistenz, Ertrag und alle wertgebenden Eigenschaften der Kartoffel kombiniert und zusammengehalten werden müssen, ist bei dieser Resistenzform stärker als üblich der Züchter gefordert. Während bei Überempfindlichkeitsresistenzzüchtung aus Forschungsprogrammen brauchbare Kreuzungseltern für die Sortenzüchtung als Nebenprodukt anfallen, ist polygene Resistenzzüchtung darauf angewiesen, die seltenen Rekombinanten mit überdurchschnittlicher Resistenz und unterdurchschnittlicher Ausprägung sonstiger Wildmerkmale zu finden. Deshalb hat Resistenzzüchtung auf der Basis relativer Resistenz alle Merkmale der Sortenzüchtung mit zu berücksichtigen und kann deshalb Züchtungsfortschritt nur in kleinen Schritten erzielen. Über 6-8 Kreuzungsschritte gelangt man in etwa 40 Jahren von der Wildart zu neuen Sorten mit erhöhter quantitativer Resistenz, die mindestens um ein Drittel geringeren Fungizidaufwand erfordern. Diese langfristige Züchtungsarbeit lohnt sich trotz aller Widrigkeiten, weil sie **dauerhafte** Resistenz verspricht (Darsow, 2000).
- Nur wo Züchtungsforschung diesen zeitlichen Vorsprung sichergestellt hat und mit großer genetischer Diversität systematisch arbeitet, kann heute die Sortenzüchtung erfolgreich *Phytophthora*-Resistenz zusätzlich als Zuchtziel aufzunehmen.

---

<sup>1</sup> Institut für landwirtschaftliche Kulturen Groß Lüsewitz, BAZ, Emailadresse: u.darsow@bafz.de

## Ergebnisse

An der BAZ wurden überzeugende praktische Erfolge in der Lösung international bisher ungelöster Probleme erzielt: 1. in der Brechung der Korrelation von Spätreife und Krautfäuleresistenz, 2. in der Kombination von Krautfäule- und Braunfäuleresistenz untereinander, 3. in der Kombination der *Phytophthora*-Resistenz mit guter Ausprägung von Qualitätsmerkmalen (Darsow, 2002a). Seit 1992 wurden etwa 40 Vererber für *Phytophthora*-Resistenz mit zunehmend früherer Reifezeit und besserer Eignung zur Erzeugung von Sorten für Speise- oder Stärkekartoffelproduktion an deutsche Zuchtfirmen abgegeben und von diesen genutzt. Da wir über eine genetisch breite Palette resistenter Zuchtklone aus etwa 10 Wildarten verfügen, die bereits an Langtagbedingungen angepasst sind, sehen wir gute Möglichkeiten, diesen wissenschaftlichen Vorlauf auch zur globalen Sicherung der Ernährung in nicht äquatornahen Entwicklungsländern einzusetzen (Darsow, 2000).

## Schlussfolgerung und weiterer Forschungsbedarf

Von Seiten der BAZ wird bilaterale Forschungskooperation vorgeschlagen, die gleichzeitig einen wesentlichen Aspekt der Entwicklungshilfe enthält. Zielländer könnten sein: China (zweitgrößter Kartoffelerzeuger), Korea, Indien (viertgrößter Kartoffelerzeuger), Pakistan, Argentinien, Chile, Russland, Ukraine, Südafrika, Marokko, Algerien, Libyen, Ägypten. Eine gut entwickelte Kartoffelzüchtung ist eine Voraussetzung für erfolgreiche *Phytophthora*-Resistenzzüchtung und ein großer Binnenmarkt erleichtert die Umsetzung in die Praxis. Die Forschungskooperation zielt auf eine Vererbungsstudie unter verschiedenen Umweltbedingungen. Bisher gibt es nur wenige klassische Vererbungsuntersuchungen mit widersprüchlichen Ergebnissen (Killick & Malcolmson, 1973, Tai & Hodgson, 1975). Mit Material aus der BAZ soll parallel in Deutschland und 1-2 Partnerländern diese Untersuchung mit gleicher Methodik durchgeführt werden. In einem vierjährigen Vorprojekt erfolgen die In-vitro-Anzucht der Eltern, die Durchführung der Kreuzungen und Überstellung der Samen sowie Elternklone in vitro an die Partner. Ferner laufen die Anzucht der Sämlinge und deren Vermehrung im folgenden Jahr in jedem Teilnehmerland. Danach beginnt im Hauptprojekt die eigentliche Untersuchung als Feldprüfung über drei Jahre mit Inokulation. Aufenthalte von Wissenschaftlern aus den Partnerländern dienen dazu, unsere Methodik der Resistenzprüfung zu adaptieren. Die Vererbungsuntersuchung wird als Top-cross mit 15 Müttern und 5 Vätern angelegt, durch ANOVA einschließlich Varianzkomponentenschätzung berechnet. Gleichzeitig führen die Freigabe der eingesetzten Kreuzungseltern für die Züchtung der Empfängerländer und der Methodentransfer zur Stärkung der dortigen Züchtung. Kreuzungen mit den resistenten Klonen können direkt zu resistenten neuen Sorten führen und damit zur Ernährungssicherung im Partnerland beitragen.

## Literatur

- Darsow U (2000) 50 Jahre Züchtungsforschung zu *Phytophthora infestans* bei Kartoffeln in Groß Lüsewitz.. Beiträge zur Züchtungsforschung 6, Heft 1
- Darsow U (2002) *Phytophthora*-Resistenz der Kartoffel - Das Wunschmerkmal für den ökologischen Kartoffelanbau. ForschungsReport 1/2002, 16-19
- Darsow U (2002a) Systematic prebreeding of potato for late blight resistance on tetraploid and diploid level. Abstracts 15<sup>th</sup> triennial conference of EAPR. Vorträge für Pflanzenzüchtung. Supplement 1, Bonn , 116
- Dahiya PS, Pandey NK, Srinivas K, Tondon ML (1999) World potato statistics. Technical Bulletin 52, Chandigarh, 70p.
- Kessel GJT et al. (2002) *Phytophthora infestans* oospores in the Netherlands: occurrence and effects of cultivars and fungicides. Abstracts 15<sup>th</sup> triennial conference of EAPR. Vorträge für Pflanzenzüchtung. Supplement 1, Bonn , 114
- Killick R.J, Malcolmson JF (1973) Inheritance in potatoes of field resistance to late blight (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary). Physiological Plant Pathology 3: 121-131
- Niederhauser J (1999) Late blight: A threat to global food security. Proceedings of conference of GILB, Quito, Ecuador, March 16-19, 7-8
- Oerke E-C, Dehne H-W (1997) Global crop production and the efficacy of crop protection - current situation and future trends. Eur. J. Plant Pathology 103: 203-215
- Singh BP, Shekhawat, GS (1999) Potato late blight in India. Central Potato Research Institute Shimla, India, Technical Bulletin No. 27, 85 p.
- Tai GCC, Hodgson WA (1975) Estimating general combining ability of potato parents for field resistance to late blight. Euphytica 24: 285 – 289
- Zimnoch-Guzowska E (1999) Late blight and late blight research in central and eastern Europe. Proceedings of conference of GILB, Quito, Ecuador, March 16-19, 9-14
- Wei H et al. (1999) Potato late blight (*Phytophthora infestans*) situation in Asia with special reference to China. Proceedings of conference of GILB, Quito, Ecuador, March 16-19, 22-24

## Die *Erwinia* Nassfäule, nach wie vor ein Problem in der Produktion sowie bei der Lagerung und Vermarktung von Kartoffeln

C. B. Wegener<sup>1</sup>

Die bakterielle Knollennassfäule der Kartoffel (*Solanum tuberosum* L.) führt immer wieder zu enormen Verlusten in der Produktion sowie bei der Lagerung und Vermarktung von Kartoffeln. Vor allem Staunässe während des Anbaus, zu viel Feuchtigkeit während der Einlagerung und eine zu starke mechanische Belastung der Knollen verbunden mit einer Limitierung des Sauerstoffes, z. B. durch lange Transportwege in dichter Packung, fördern die Ausbreitung dieser Krankheit. Eine große Rolle spielt oftmals auch die Verwendung von Pflanzgut, das mit den Erregern latent belastet ist.

Die Krankheit wird durch *Erwinia carotovora* (Ec) Bakterien verursacht. Die Bakterien gelangen über Wunden oder Haarrisse in den Lentizellen, die sich unter sehr feuchten Bedingungen bilden, in die Knollen. Sie breiten sich über die Interzellularräume sehr schnell im Gewebe aus und produzieren ein Gemisch von zellwandlytischen Enzymen (u. a. Pektinasen, Cellulase, Proteasen), die zur Ausprägung der typischen Nassfäule-Symptome führen. Das Knollengewebe wird in eine weich-faule, cremefarbene bis dunkelbraune Masse verwandelt und später verflüssigt. Dieser Faulsaft enthält die pathogenen Bakterien in hoher Dichte und ist daher der wichtigste Ausgangspunkt für neue Infektionen. Die Kartoffelsorten sind alle mehr oder weniger anfällig gegenüber der *Erwinia*-Nassfäule. Der hohen Vermehrungs- und Enzymsyntheserate der Bakterien können daher kaum tatsächlich wirksame Barrieren entgegen gesetzt werden. Deshalb ist es sehr wichtig, dass erste eindringende Ec-Bakterien sehr schnell von der Pflanze wahrgenommen und durch Abwehrreaktionen bekämpft werden. Pflanzen sind in der Lage, eindringende Krankheitserreger an Signalstoffen (Elicitoren), die in Verbindung mit dem pathogenen Angriff entstehen, zu erkennen und entsprechend zu reagieren. So wird z. B. autolytischer Zelltod ausgelöst, der phenolische Verbindungen aus den Zellen freisetzt, die ähnlich wie ihre Oxidationsprodukte bakterizid wirken. Außerdem werden Polyphenoloxidasen, Phytolaxine und Inhibitor-Proteine gebildet. Später kommt es zur Einlagerung von Lignin und Suberin in die Zellwände. Beide Stoffe können eine wirksame Barriere gegen ein weiteres Vordringen der Erreger bilden. Denn sie werden von den *Erwinia* Enzymen nicht angegriffen. Voraussetzung für die Bildung einer solchen Barriere ist jedoch, dass die pflanzliche Abwehr möglichst frühzeitig einsetzt. Der folgende transgene Ansatz ist darauf gerichtet.

So wurde das Gen einer *Erwinia* Pektatlyase (PL3) mittels *Agrobacterium tumefaciens* in die Kartoffel der Sorte Désirée übertragen (Wegener et al., 1996). Denn PL-Enzyme bauen pflanzliche Zellwandpektine zu ungesättigten Oligogalacturoniden (OG) ab, die als Elicitoren fungieren. Im Gewebe der transgenen Pflanzen in geringen Mengen produziert, sollte die PL die Bildung von OG-Elicitoren und damit eine Aktivierung der pflanzlichen Abwehr auslösen. Das Knollengewebe würde sensibilisiert und so besser auf einen pathogenen Angriff vorbereitet sein. Langjährige Feldexperimente (1997-2000) mit PL-transgenen Kartoffellinien haben inzwischen gezeigt, dass die endogene PL tatsächlich eine Verbesserung der Resistenz des Gewebes gegenüber der *Erwinia*-Nassfäule bewirkt (Wegener, 2001/2002). Im Vergleich zur nicht-transgenen Kontrolle war so z. B. die bakterielle Mazeration am Knollengewebe der vier PL-transgenen Linien in allen Anbaujahren signifikant ( $P < 0.05$ ) vermindert (Abb. 1). Auf der Wundoberfläche der transgenen Knollen bildeten sich verstärkt Nekrosen, ein deutliches Zeichen für eine aktive pflanzliche Abwehr (Wegener, 2001). Nur Spuren des PL-Enzyms ( $< 50$  mU) sind ausreichend, um die Resistenzmechanismen zu induzieren, so dass für den Feldanbau generell Linien mit einer sehr schwachen PL-Expression ausgewählt werden sollten. Denn die PL ist ein Patho-Enzym mit der Potenz pflanzliche Zellwände zu lysieren und darin liegt das Risiko eines solchen Ansatzes. Mit dem enormen Fortschritt in der Gentechnologie werden sich langfristig sicher noch bessere Wege einer Resistenzinduktion ergeben.

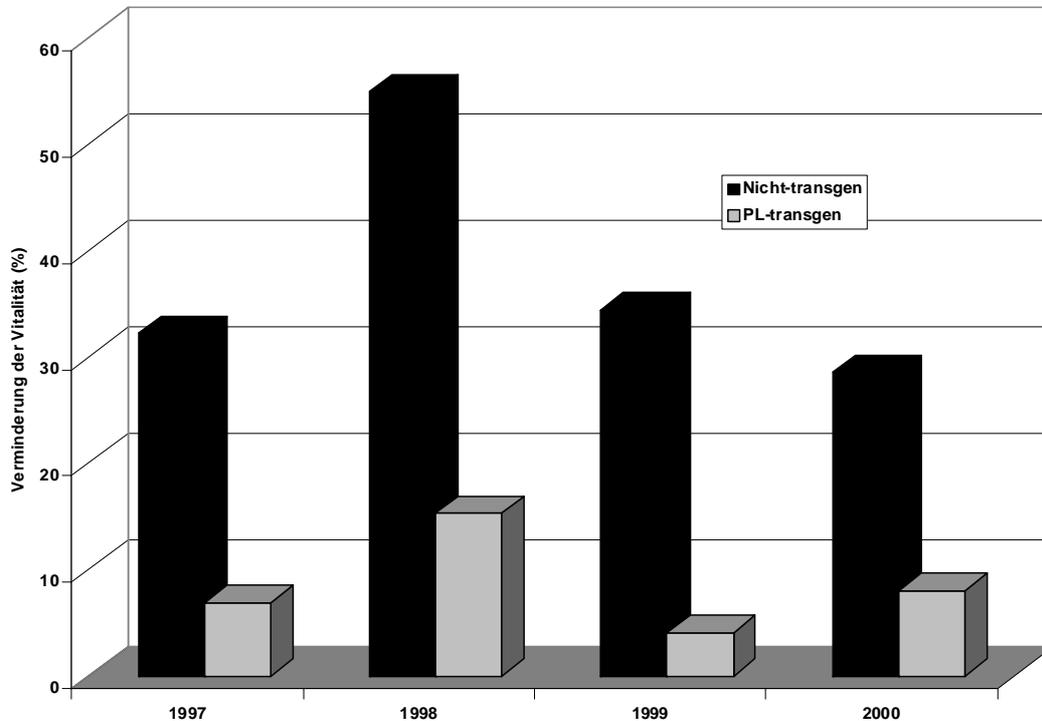
Diese Ergebnisse zeigen aber auch (Abb. 1), dass die Schaffung von optimalen Bedingungen für die pflanzliche Pathogen-Abwehr eine wichtige Voraussetzung ist, um das Fäulerisiko in der landwirtschaftlichen Praxis zu minimieren. So benötigen die pflanzlichen Abwehrmechanismen vor allem streng aerobe Bedingungen, um voll wirksam zu werden. Es ist daher sehr wichtig, die Kartoffeln nach der Ernte oder auch nach dem Waschen gut abzutrocknen und für ausreichend Belüftung zu sorgen, damit vor allem Wundheilungsprozesse ungestört ablaufen können. Andernfalls würde man den Bakterien, die auch unter anaeroben Bedingungen leben können, einen Kon-

---

<sup>1</sup> Institut für Stressphysiologie und Rohstoffqualität, Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen, Rudolf-Schick-Platz 3, 18190 Groß Lüsewitz, E-Mail: C.Wegener@bafz.de  
Diese Arbeiten wurden in Kooperation mit dem Carlsberg Laboratorium, Kopenhagen (Prof. D. von Wettstein) durchgeführt. Gegenwärtig besteht eine Zusammenarbeit mit dem Carlsberg Research Center (Dr. O. Olsen).

kurrenzvorteil schaffen. Entscheidend für den Erfolg einer Pathogen-Abwehr ist also in jedem Fall der Zeitpunkt ihrer Aktivierung. Denn die *Erwinia* Bakterien dürfen sich gar nicht erst etablieren.

Abbildung 1: Mazeration von Knollengewebescheiben PL-transgener Linien (n=4) im Vergleich zur nicht-transgenen Kontrolle nach Inkubation mit *Erwinia* Bakterien (16 h, 20 °C,  $5 \times 10^6$  cfu ml<sup>-1</sup>). Die Verminderung der Vitalität der Zellen wurde mittels Neutralrot-Vitalfärbung gemessen (Wegener & Wegener, 1986). Feldanbau, 1997-2000.



Die PL-transgenen Kartoffeln sind ein sehr gutes Modell, um vor allem die biochemischen Zusammenhänge der Wirt-/Pathogen Beziehung in der *Erwinia*-Nassfäule näher zu betrachten. In weiterführenden Experimenten bilden sie das Ausgangsmaterial für die Untersuchung des Proteoms der Kartoffel im Stadium einer induzierten Resistenz. Dafür stehen inzwischen auch eine Reihe von Nachkommen aus Kreuzungsexperimenten mit PL-transgenen Kartoffellinien zur Verfügung. All diese Arbeiten sollen langfristig zu weiteren neuen Strategien in der Nassfäule Resistenzzüchtung führen. Denn hier besteht nach wie vor Forschungsbedarf.

#### Literatur:

- Weber J, Wegener C (1986) Virulence and enzyme production of *Erwinia carototovora* ssp. *atroseptica* on potato tuber tissue. *Journal of Phytopathology* 117:97-106
- Wegener C, Bartling S, Olsen O, Weber J, von Wettstein D (1996) Pectate lyase in transgenic potatoes confers pre-activation of defence against *Erwinia carotovora*. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 49:359-376
- Wegener C (2001) Transgenic potatoes expressing an *Erwinia* pectate lyase gene – results of a 4-year field experiment. *Potato Research* 44:401-410
- Wegener C (2002) Induction of defence responses against *Erwinia* soft rot by an endogenous pectate lyase. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 60:91-100

## Biologische Sicherheitsforschung – ein Beitrag zur globalen Sicherheitsbewertung gentechnisch veränderter Organismen in Futter- und Lebensmitteln

J. Schiemann<sup>1</sup>

Seit den Anfängen der gentechnischen Forschung und Anwendung besteht eine enge Verbindung zwischen Grundlagenforschung, biologischer Sicherheitsforschung, Regulierung und Produktentwicklung. In der EU werden gentechnisch veränderte Pflanzen auf der Grundlage der Freisetzungsrichtlinie 2001/18/EC auf ihre Sicherheit für die menschliche Gesundheit und die Umwelt überprüft. Über eine Marktzulassung wird auf EU-Ebene entschieden. Hierbei wurde der Wissenschaftliche Ausschuss Pflanzen (SCP) von der Kommission in Fragen der Sicherheitsbewertung konsultiert. Seit seiner Etablierung im Jahre 1997 hat der SCP, der aus unabhängigen Europäischen Wissenschaftlern bestand, 32 Stellungnahmen zu gentechnisch veränderten Organismen im Internet veröffentlicht ([http://europa.eu.int/comm/food/fs/sc/scp/index\\_en.html](http://europa.eu.int/comm/food/fs/sc/scp/index_en.html)). Die neu gegründete Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) hat kürzlich die Rolle der Kommission in Fragen der Sicherheitsbewertung übernommen und wird von einem Wissenschaftlichen Gremium ([www.efsa.eu.int/p\\_gmo\\_en.html](http://www.efsa.eu.int/p_gmo_en.html)) beraten, das den SCP im Mai 2003 ersetzt hat.

Die Mehrheit der deutschen Bevölkerung bejaht den Einsatz der Bio- und Gentechnologie in der Grundlagenforschung und in der Medizin. Sie erwartet gleichzeitig vom Staat Gefahrenabwehr und Risikoversorge, wo dies im Einzelfall erforderlich ist. Auch die Entwicklung und Anwendung der Gentechnik in der Landwirtschaft und Nahrungsmittelherstellung wirft Fragen nach Auswirkungen auf Mensch und Umwelt auf. In ihrer Koalitionsvereinbarung von 1998 wies die Bundesregierung ausdrücklich auf die besondere Bedeutung der biologischen Sicherheitsforschung hin. Eine sachgerechte, vorurteilsfreie Bewertung der Chancen und Risiken gentechnischer Verfahren und Produkte für Mensch und Umwelt ist nur auf der Basis fundierter und umfassender wissenschaftlicher Untersuchungen möglich. Daher hat z.B. das BMBF die Forschungsförderung in diesem Bereich seit dem Jahr 2001 auf ca. 8,5 Mio. € erhöht und fördert im Rahmen des Förderkonzeptes „Sicherheitsforschung und Monitoring“ neun Verbundvorhaben mit folgenden Zielstellungen:

Koordinator	Thema
Dr. J. Schiemann, BBA Braunschweig	Gezielte Übertragung minimierter Transgensequenzen mit optimierter Funktion
Dr. A. Dietz-Pfeilstetter, BBA Braunschweig	Potenzielle Auswirkungen des Anbaus von transgenem Raps
Dr. B. Breckling, UFT Uni Bremen	GenEERA – Generische Erfassungs- und Extrapolationsmethoden der Raps-Ausbreitung
Dr. B. Hommel, BBA Kleinmachnow	Im Kohlenhydratmetabolismus gentechnisch veränderte Kartoffellinien im Freisetzungsversuch
Prof. Dr. I. Schuphan, RWTH Aachen	Sicherheitsforschung und Monitoringmethoden zum Anbau von Bt-Mais
Dr. M. Fladung, BFH Hamburg	Spezifische Umweltwirkungen transgener Gehölze
Dr. J. Schiemann, BBA Braunschweig	Methodenentwicklung für ein anbaubegleitendes Monitoring von GVP im Agrarökosystem
Dr. K. Smalla, BBA Braunschweig	Querschnittsverbund: Methoden zur Untersuchung von Mikrobengemeinschaften für das anbaubegleitende Monitoring von transgenen Pflanzen
Dr. K. Sinemus, Genius GmbH Darmstadt	Kommunikationsmanagement in der Biologischen Sicherheitsforschung

Die Ergebnisse der biologischen Sicherheitsforschung stellen eine wichtige Grundlage für die Tätigkeit von Genehmigungs- und Vollzugsbehörden dar und sind von großer Bedeutung für eine angemessene und ausgewogene öffentliche Diskussion über die Anwendung der Gentechnik in der Landwirtschaft und Nahrungsmittelherstellung. Vom BMBF wird daher das Projekt „Kommunikationsmanagement in der biologischen Sicherheitsforschung“ ([www.biosicherheit.de](http://www.biosicherheit.de)) gefördert, dessen Aufgabe u.a. darin besteht, bisherige und zukünftige Ergebnisse der

<sup>1</sup> Institut für Pflanzenvirologie, Mikrobiologie und biologische Sicherheit Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, E-Mail: [j.schiemann@bba.de](mailto:j.schiemann@bba.de)

biologischen Sicherheitsforschung auf dem Gebiet der „Grünen Gentechnik“ in Richtung Politik, Verwaltung und Öffentlichkeit zu vermitteln und die Transparenz sowie Zugänglichkeit von Daten und Informationen auf diesem Gebiet sicherzustellen. Damit wird ein wichtiger Beitrag zur schnellen Umsetzung der Forschungsergebnisse in der politischen Praxis, zur Transparenz der Ergebnisse für die breite Öffentlichkeit und zur Versachlichung der öffentlichen Diskussion auf diesem Gebiet geleistet.

Die BBA ist Kooperationspartner in dem BMZ-geförderten Verbundvorhaben „Gene Flow Analysis for Assessing the Safety of Bio-Engineered Crops in the Tropics“, das vom CIAT (Cali, Colombia) koordiniert wird. Weitere Partner sind die Universität Hannover, das ICA (Colombian Agricultural Institute) und die University of Costa Rica, San José.

Um Fragen nach Umfang und Konsequenzen des Gentransfers zu beantworten, wurden Reis und Bohne als Modellpflanzen ausgewählt. Bohnen haben ihr center of origin and biodiversity in den Neotropen. Reis wurde aus Afrika und Asien eingeführt, besitzt aber wild- und unkrautverwandte Arten in Zentral- und Südamerika. Das Projekt wird unter kontrollierten Freiland- und lokalen Anbaubedingungen in Costa Rica und Colombia durchgeführt, wo Wildformen von Reis und Bohne vorkommen.

## Zur Bewertung gentechnischer Veränderungen an Pflanzen aus der Sicht der globalen Ernährungssicherung

G. Flachowsky<sup>1</sup>

Gegenwärtig wird sowohl in der Öffentlichkeit als auch unter Wissenschaftlern sehr kontrovers über die grüne Gentechnik diskutiert. Dabei geht es u.a. um die Koexistenz zwischen den Feldern der Ökobauern und dem benachbarten Anbau von gentechnisch veränderten Pflanzen (GVP), die Höhe der Schwellenwerte in Saatgut, Futter- oder Lebensmitteln oder um die Nutzung von GVP in der Ernährung und die evtl. damit verbundenen Risiken. Bei diesen Diskussionen werden häufig die Potenziale, Chancen bzw. Herausforderungen der grünen Gentechnik vergessen oder vernachlässigt.

Mit der Gentechnik verfügt der Mensch über ein Instrumentarium, mit dem er bestimmte Eigenschaften auf andere Organismen übertragen kann. In der Pflanzenzüchtung hat sie schon eine beachtliche Bedeutung erlangt. Weltweit wurden im Jahre 2002 bereits nahezu 60 Mio. ha mit GVP angebaut (James, 2002). Dabei dominierten GVP, die Resistenzen gegen verschiedene Pflanzenschutzmittel (77 %) aufwiesen. Lediglich 15 % der Fläche wurden mit GVP bestellt, die gegen pflanzliche Schädlinge (z.B. Maiszünsler) resistent waren.

Weitere GVP mit erhöhten Resistenzen bzw. veränderten Inhaltsstoffen (z.B. erhöhter Gehalt an bestimmten Fettsäuren, Aminosäuren, Vitaminen oder anderen erwünschten Substanzen) sind in der Entwicklung oder im Versuchsanbau. Vom USDA (2002) wurde eine Zusammenstellung von Freisetzungsanträgen im Jahre 2001 vorgelegt. Dabei handelt es sich um über 100 Veränderungen bei 26 Kulturpflanzen.

### Beiträge zur effizienten Ressourcennutzung

Aus der Betrachtung des gegenwärtigen Standes des Anbaues von GVP und Informationen zum Stand der Forschung resultiert die Frage, ob damit den Herausforderungen unserer Zeit, wie Ressourcenschonung bzw. effiziente Ressourcennutzung, Nachhaltigkeit der Produktion, Beiträge zur globalen Ernährungssicherung umfassend Rechnung getragen wird. Bei dieser kritischen Nachfrage sollte allerdings nicht verkannt werden, dass es sich bei der Biotechnologie und damit der Teildisziplin Gentechnik um eine junge Wissenschaftsdisziplin bzw. um die Anfänge einer Entwicklung handelt.

Unter dem Blickwinkel einer effizienten Ressourcennutzung und von Beiträgen zur globalen Ernährungssicherung erscheint vor allem eine Orientierung der Pflanzenzüchtung als Startpunkt der Nahrungskette auf folgende Zielstellungen wünschenswert:

- Effiziente Nutzung der Ressourcen:
  - Wasser
  - Mineralische Rohstoffe (z.B. Phosphor)
  - Fossile Energie (geringer Einsatz von Produktionshilfsmitteln)
- Erhöhte Dürre-resistenz
- Nutzung von Salzwasser
- Resistenz gegenüber tierischen und pflanzlichen Schädlingen
- Geringer Flächenverbrauch.

Eine bessere Phosphorausnutzung im phytatarmen Mais kann als ein Beispiel für effektive Ressourcennutzung erwähnt werden (Spencer et al. 2000 a,b).

### Lebensmittelqualität und -sicherheit

Die Ernährung von Mensch und Tier kann durch eine entsprechende Diätzusammensetzung (z.B. Kombination verschiedener Lebens- bzw. Futtermittel) und durch Zusatzstoffe (z.B. Aminosäuren, Mengen- und Spurenelemente, Vitamine, Enzyme) optimal und bedarfsdeckend gestaltet werden.

Dagegen können unerwünschte Inhaltsstoffe (wie z.B. allergene Substanzen, Mykotoxine, Alkaloide, Glukosinolate, aber auch Substanzen als Ergebnis menschlicher Aktivitäten, wie z.B. verschiedene Chlorverbindungen) nicht oder nur mit sehr hohem Aufwand aus der Nahrungskette entfernt werden.

---

<sup>1</sup> Institut für Tierernährung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig (FAL), Bundesallee 50, 38116 Braunschweig, E-Mail: gerhard.flachowsky@fal.de

Daraus resultiert der Wunsch, durch gentechnische Maßnahmen den Gehalt an unerwünschten Inhaltsstoffen in den Pflanzen zu minimieren. Ein geringerer Mykotoxingehalt in gentechnisch verändertem Mais (Bt-Mais) kann bereits als ein Erfolg auf diesem Weg gewertet werden (Zus. bei Flachowsky und Aulrich 2002).

In der öffentlichen Diskussion werden häufig Wünsche nach der Erhöhung wertbestimmender Inhaltsstoffe in den Nahrungsmitteln im Sinne von „Functional Foods“ geäußert. Es soll nicht unerwähnt bleiben, dass durch derartige Pflanzen durchaus Beiträge zur besseren Versorgung der Menschen mit verschiedenen Spurennährstoffen in Defizitregionen geleistet werden können (z.B. mehr  $\beta$ -Carotin als Vitamin A-Vorstufe im „Golden Rice“, mehr Aminosäuren in Kartoffeln oder im Getreide usw.). So sehr diese Wünsche verständlich sind und so gut sich vielleicht solche Produkte verkaufen lassen, aus strategischer Sicht sollten sie erst an dritter Stelle rangieren. Die Nutzung (Bioverfügbarkeit) der Inhaltsstoffe ist in entsprechenden Experimenten zu demonstrieren.

### Gegenwärtige Situation und Erwartungen

Die gegenwärtig angebauten GVP (vor allem Sojabohne, Mais, Baumwolle und Raps) werden nur in geringem Umfang den Wünschen Eins (Ressourcenschonung) und Zwei (Minimierung unerwünschter Inhaltsstoffe) bezüglich der Beiträge zur globalen Ernährungssicherung gerecht (Tab. 1).

Tabelle 1: Bewertung der gegenwärtig vorgenommenen gentechnischen Veränderungen an Pflanzen aus der Sicht der globalen Ernährungssicherung

Ziel der Veränderung	Gegenwärtige praktische Bedeutung	Beiträge zur	
		Lebensmittelsicherheit	Globalen Ernährungssicherung
Erhöhung der Resistenz gegen Pflanzenschutzmittel	↑↑↑↑	↑	↑
Erhöhung der Toleranz gegen Schädlinge	↑↑	↑	↑↑
Erhöhung des Gehaltes an erwünschten Stoffen	(↑)	(↑)	↑
Reduzierung des Gehaltes an unerwünschten Stoffen	(↑)	↑↑↑	↑
Effiziente Ressourcennutzung (z.B. Wasser, P. u.a.)	~	↑	↑↑↑
Bedeutung:	↑↑↑↑ überaus groß.		
	↑↑↑ sehr groß.		
	↑ groß.		
	~ kaum Bedeutung.		

Diese Situation ist nicht verwunderlich, da wir uns am Anfang einer Entwicklung befinden, die Forschung auf diesem Gebiet sehr kostenintensiv ist und somit vor allem von großen Unternehmen geleistet wird, die verständlicherweise versuchen, die Endprodukte ihrer Entwicklungen gewinnbringend umzusetzen.

Andererseits sind die öffentlich geförderte Forschung und damit die Gesellschaft angehalten, nicht den Anschluss an die zügige Entwicklung zu verlieren. Patente und andere Absicherungen von Befunden erschweren bereits jetzt den Zugang zu den Biotechnologien und damit deren Nutzung. Nicht unerwähnt soll die Gefahr der Abwanderung von innovativen Wissenschaftlern (brain drain) bleiben.

Durch eine gezielte Förderung der Grundlagenforschung auf dem Gebiet der Gentechnik und eine agrarökologische Begleitforschung (vom Boden bis zum Verbraucher) in öffentlichen Forschungseinrichtungen sollten die Voraussetzungen für nachhaltige Beiträge der grünen Gentechnik zur globalen Ernährungssicherung geschaffen werden. Ansonsten besteht die Gefahr, den Anschluss an eine Entwicklung zu verlieren.

### Literatur:

- Flachowsky G, Aulrich K (2002) Lebensmittel tierischer Herkunft nach Einsatz von Futtermitteln aus gentechnisch veränderten Pflanzen (GVP). Ernährungsumschau 49: 84-93
- James C (2002) Global review of commercialised transgenic crops:2002. ISAA Brief No. 24, ISAAA, Ithaca, USA (see <http://www.isaaa.org> for annual update)
- Spencer JD, Allee GI, Sauder Te (2000a) Phosphorus availability and digestibility of normal and genetically modified low-phytate corn for pigs. J. Anim. Sci. 78: 675-681
- Spencer JD, Allee GI, Sauder Te (2000b) Growing-finishing performance and carcass characteristics of pigs fed normal and genetically modified low-phytate corn. J. Anim. Sci. 78: 1529-1536
- USDA (2002) Lists of field test release in the U.S.; <http://www.isb.vt.edu/cfdocs/ISBlists1.cfm> (Accessed April 2002)

## Transgenes Obst – Analyse, Stand und Forschungsziele

H. Flachowsky<sup>1</sup>, S. Reim, V. Hanke

Die Bedeutung der Gentechnik für die Pflanzenzüchtung und die Züchtungsforschung hat in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen. Die Gründe dafür sind sowohl in den ständig wachsenden Anforderungen von Seiten der Verbraucher als auch in der raschen Weiterentwicklung von Methoden und Verfahren zur Erzeugung gentechnisch veränderter Organismen zu sehen. Auch in der Obstzüchtung und dort in erster Linie beim Apfel *Malus domestica* Borkh. wurden bereits zahlreiche Arbeiten auf dem Gebiet der Gentechnik durchgeführt.

Ein Großteil dieser Studien befasst sich mit der Verbesserung der Resistenz bereits am Markt etablierter Sorten gegenüber biotischen Schaderregern. Das Hauptaugenmerk liegt dabei auf obstbaulich bedeutungsvollen pilzlichen und bakteriellen Krankheiten. Bei den pilzlichen Erkrankungen spielen vor allem Resistenzen gegenüber den Erregern des Echten Mehltaus *Podosphaera leucotricha* und des Apfelschorfes *Venturia inaequalis* eine wichtige Rolle. Für die Erzeugung solcher Resistenzen wurden unterschiedliche Strategien verfolgt. Tabelle 1 zeigt einen Ausschnitt aus den aktuellen Projekten auf diesem Gebiet. Auffällig ist dabei, dass diese Arbeiten fast ausschließlich auf einer konstitutiven Expression unter Kontrolle des *CAMV35S*-Promotors beruhen. Erste Arbeiten zu gezielten Strategien (zeit- und gewebespezifische Expression) befinden sich noch am Anfang.

Tabelle 1: Aktuelle Arbeiten auf dem Gebiet der Erzeugung von Resistenz gegenüber pilzlichen Erregern

Gen	Herkunft	Promotor	Expression	Institution
Endochitinase	<i>ech42</i> , <i>Trichoderma harzianum</i>	<i>35S</i> <sup>1</sup>	konstitutiv	BAZ, IOZ Dresden
Exochitinase	<i>nag70</i> , <i>Trichoderma harzianum</i>	<i>35S</i>	konstitutiv	BAZ, IOZ Dresden
Endochitinase	<i>ech42</i> , <i>Trichoderma atroviride</i>	<i>35S</i>	konstitutiv	INRA, Frankreich
Exochitinase	<i>nag70</i> , <i>Trichoderma atroviride</i>	<i>35S</i>	konstitutiv	INRA, Frankreich
Stilbensynthese	<i>Vst1</i> , <i>Vitis vinifera</i> L.	<i>Vst1</i> , <i>PGIP</i> <sup>2</sup>	konstitutiv Zellwand	Universität Hannover
Puroindolin B	<i>pinB</i> , <i>Triticum ssp.</i>	<i>35S</i>	konstitutiv	INRA, Frankreich
Vf-Resistenzgen	<i>HcrVf2</i> , <i>Malus floribunda</i>	<i>35S</i>	konstitutiv	Universität Bologna, Italien
NPR1 Analoga	<i>MpNPR1</i> , <i>Malus x domestica</i>	<i>Pin2</i> <sup>3</sup> , <i>35S</i>	konstitutiv konstitutiv	Cornell Universität, Geneva, New York
Flavanon 3β-hydroxylase	<i>FHT</i> , <i>Malus x domestica</i>	<i>35S</i>	konstitutiv	BAZ, IOZ Dresden, TU Weihenstephan
Thaumatococin II	<i>thauII</i> , <i>Malus x domestica</i>	<i>35S</i>	konstitutiv	Institut für Bioorganische Chemie Moskau, Russland

1) *35S* = *CAMV35S*. - 2) *PGIP* = Polygalacturonase-Inhibitor-Protein (Kiwi). - 3) *Pin2* = Proteinase-Inhibitor-II (Kartoffel).

Neben den Pilzkrankheiten gewinnen im Obstbau zunehmend verschiedene Bakterienerkrankungen an Bedeutung. Eine dieser Erkrankungen ist neben dem Bakterienbrand *Pseudomonas syringae* der bakterielle Feuerbrand *Erwinia amylovora*. Diese Krankheit hat sich in den letzten 25 Jahren in vielen Ländern zu einer der wirtschaftlich bedeutendsten Krankheiten entwickelt. Ihre Bekämpfung bereitet große Schwierigkeiten. Zum einen fehlt es an natürlichen Resistenzdonoren im Zuchtmaterial und zum anderen mangelt es an wirksamen Bakteriziden, die darüber hinaus sowohl aus humanmedizinischer Sicht als auch für den integrierten Obstbau vertretbar sind. Deshalb wurde auch auf diesem Gebiet mit Entwicklung von Resistenzstrategien unter Verwendung gentechnischer Methoden begonnen. Diese basieren im wesentlichen auf der Übertragung antibakteriell wirkender Gene verschiedener Bakteriophagen (*T4*, *Eal1h*) sowie der Seidenspinneraupe *Hyalophora cecropia*. Tabelle 2 zeigt einen Ausschnitt aus den aktuellen Arbeiten des Institutes für Obstzüchtung der Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen in Dresden Pillnitz. Neben diesen Strategien wurden bereits erste Arbeiten zur Identifikation und Übertragung artemischer Gene begonnen. Für alle in Tabellen 1 und 2 aufgeführten Gene existieren bereits transgene Apfelinien, die zum Zeitpunkt in Gewächshaus- und Freilandversuchen auf ihr Resistenzverhalten hin evaluiert werden.

Neben der Erzeugung von Resistenz beschäftigen sich andere Projekte im Rahmen der biologischen Risikoforschung mit dem Auskreuzungsverhalten des Apfels, sowie mit der Stabilität und dem Transport von Transgenen und Transgenprodukten. Über das Auskreuzungsverhalten des Apfels ist noch recht wenig bekannt. Generell werden zwei Wege des Genflusses in Betracht gezogen. Der erste Weg ist über den Pollen transgener

<sup>1</sup> Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen, Institut für Obstzüchtung, Pillnitzer Platz 3a, 01326 Dresden, E-Mail: h.flachowsky@bafz.de

Pflanzen. Dieser Pollen wird von Insekten verfliegen und kann somit zur Befruchtung nicht-transgener Blüten führen. Da man über die Entfernung des Pollentransportes durch die Biene noch keine genauen Angaben hat, wird angenommen, dass er dem maximalen Flugradius von 14 km entsprechen kann. Es ist jedoch fraglich, ob Bienen bei ausreichendem Futterangebot in einer geschlossenen Obstanlage so weite Strecken zurücklegen. Der zweite Weg ist über den Samen der Früchte gentechnisch veränderter Pflanzen. Abgefallene Früchte werden von Tieren gefressen, die den Samen dieser Früchte über ihren Kot verbreiten. Da der Apfel unter natürlichen Bedingungen nicht zur generativen Regeneration befähigt ist, besteht die berechnete Frage, wie hoch ein solches Risiko zu bewerten ist. Ebenfalls wenig ist über den Transport von Fremdgenen und deren Produkten innerhalb einer Pflanze bekannt. So ist zum Beispiel fraglich, ob Genprodukte aus transgenen Apfelunterlagen in das nicht-transgene Edelreis gelangen können und umgekehrt. Letztendlich bleibt zu klären, ob und wie lange übertragene Gene in bestehenden Obstanlagen unter natürlichen Bedingungen stabil exprimiert werden.

Tabelle 2: Ausschnitt aus den aktuellen Arbeiten auf dem Gebiet der Erzeugung von Bakterienresistenz am Institut für Obstzüchtung

Gen	Herkunft	Promotor	Expression
Lysozym <i>T4L</i>	Bakteriophage T4	<i>CAMV35S</i>	konstitutiv
Attacin <i>Att-E</i>	<i>Hyalophora cecropia</i>	<i>Proteinase-Inhibitor-II</i> <sup>1</sup>	konstitutiv
Depolymerase <i>EPS</i>	Bakteriophage Ea1h	<i>CAMV35S</i>	konstitutiv

1 *Proteinase-Inhibitor-II* – *Solanum tuberosum*.

Ein anderes Projekt befasst sich mit der Verhinderung des Risikos einer Auskreuzung von Transgenen auf Kultursorten und nahe verwandte Wildarten durch die Erzeugung von männlicher Sterilität und Parthenokarpie. Für die Erzeugung von männlicher Sterilität gibt es verschiedene Lösungsansätze (Tabelle 3). Ein Teil dieser Strategien basiert auf der Blockierung der Flavonoidbiosynthese. Flavonoide und da besonders die Flavonole (Quercetin, Kaempferol) spielen eine Rolle während der Pollenreife. Bei einer Blockierung dieses Syntheseweges ist somit ein gestörtes Pollenwachstum zu erwarten. Realisiert werden soll dies einerseits durch die Überexpression der Stilbensynthase. Dieses Enzym steht in Substratkonkurrenz zur Chalkonsynthase, einem Schlüsselenzym des Flavonoidstoffwechsels. Zum anderen werden gezielt Gene dieses Stoffwechsels (FHT-Flavanon 3 $\beta$ -hydroxylase, FLS-Flavonolsynthase) ausgeschaltet. Eine andere Strategie ist die Induktion eines gewebespezifischen Zelltodes durch Expression einer Ribonuklease (*Barnase*) in den Tapetumzellen der Antheren. Vielversprechend ist auch ein Eingriff in den Zuckerstoffwechsel durch eine spezifische Blockierung von extrazellulären Invertasen. So konnte durch Regulation der Expression des *Nin88* Gens männliche Sterilität an Tabak und Tomate erzeugt werden (Goetz et al., 2001).

Tabelle 3: Erzeugung von männlicher Sterilität und Parthenokarpie zur Verhinderung einer Auskreuzung transgener Pflanzen bei Apfel

Erzeugung männlicher Sterilität					
Gen	Herkunft	Promotor	Expression	Institution	
Stilbensynthase	<i>Vst1</i>	<i>Vitis vinifera</i>	<i>PTA29</i> <sup>1</sup>	Tapetum	BAZ, IOZ Dresden
			<i>CIGPDHC</i> <sup>2</sup>	Pollen	
Barnase	<i>Bar</i>	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	<i>PTA29</i>	Tapetum	BAZ, IOZ Dresden
			<i>CIGPDHC</i>	Pollen	
FHT-Flavanon 3 $\beta$ -hydroxylase	FHT	<i>Malus domestica</i>	<i>CAMV35S</i>	konstitutiv	BAZ, IOZ Dresden
Extrazelluläre Invertase	<i>Nin88</i>	<i>Nicotiana tabaccum</i>	<i>CAMV35S</i>	konstitutiv	BAZ, IOZ Dresden
Etablierung eines parthenokarpen Fruchtwachstums					
Gen	Herkunft	Promotor	Ex-pression	Institution	
Indolessigsäure	<i>iaaM</i>	<i>Pseudomonas syringae</i>	<i>DefH9</i> <sup>3</sup>	Stigma	BAZ, IOZ Dresden

1 *PTA29* – *Nicotiana tabaccum*. - 2 *CIGPDHC* – *Vitis vinifera*. - 3 *DefH9* – *Anthrrium majus*

Für die Etablierung eines parthenokarpen Fruchtwachstums steht zum Zeitpunkt nur ein Konstrukt zur Verfügung (Tabelle 3). Diese Konstrukt beruht auf der stigmaspezifischen Expression einer Indolessigsäure (Rotino et al., 1997) und wurde bereits erfolgreich zur Erzeugung kernloser Früchte bei Tomate und Aubergine verwendet. Weitere Konstrukte zur gewebespezifischen Expression der *Barnase* sind noch in Arbeit.

In den meisten durchgeführten Studien erfolgte die Selektion transgener Regenerate auf der Basis von Antibiotikaresistenzgenen. Den Hauptanteil nimmt dabei das wegen seiner negativen Einflüsse während des

Regenerationsprozesses zunehmend in der Diskussion stehende Kanamycinresistenzgen *nptII* ein. In einigen anderen Arbeiten basiert die Selektion auf Genen, welche eine Herbizidresistenz induzieren. Darüber hinaus wurde auch mit der Etablierung alternativer Selektionsstrategien begonnen. Bisher waren diese Versuche jedoch nicht erfolgreich.

Aus diesem Grund wurde im letzten Jahr am Institut für Obstzüchtung in Dresden-Pillnitz damit begonnen, solche Strategien an Apfel zu etablieren. Im Rahmen dieser Arbeiten werden drei verschiedene Ansätze verfolgt. Beim ersten handelt es sich um die Selektion auf der Basis des *Phosphomannoseisomerase*-Systems (Syngenta). Dieses zur Gruppe der Positivmarker zählende Gen ermöglicht es Pflanzen, Mannose als Kohlenstoffquelle aufzuschließen. Weiterhin wurden Versuche zur transienten und stabilen Expression des Reportergens *gfp* aus *Aequorea victoria* durchgeführt. Hier erfolgt die Selektion infolge einer Fluoreszenz des transgenen Gewebes. Seit kurzem wurde mit der Etablierung des pMAT Systems (Ebinuma and Komamine, 2001) begonnen. Dieses System basiert auf der Entfernung des Markergens im Anschluss an die Selektion unter der Nutzung einer site-spezifischen Rekombinase aus *Zygosaccharomyces rouxii*.

### Literatur

- Ebinuma H, Komamine A (2001) MAT (Multi-Auto-Transformation) vector system. The oncogenes of *Agrobacterium* as positive markers for regeneration and selection of marker-free transgenic plants. In Vitro Cell. Dev. Biol.-Plant 37: 103-113.
- Goetz M, Godt DE, Guivarc'h A, Kahmann U, Chriqui D, Roitsch T (2001) Induction of male sterility in plants by metabolic engineering of the carbohydrate supply. PNAS (98) 11: 6522-6527.
- Rotino G, Perri E, Bottini M, Sommer H, Spina A (1997) Genetic engineering of parthenocarpic plants. Nature Biotechnology 15: 1398-1401.



## Einfluss von Umweltfaktoren (unterschiedliche Temperaturen) auf die Stabilität von Gerstenmutanten bezüglich Ertrags- und Qualitätsparameter

G. Jansen<sup>1</sup>, C. Balko, S. Seddig, W. Flamme

Sowohl die Einsatzmöglichkeiten von Gerste auf dem Nahrungssektor als auch die industrielle Verwertbarkeit von Gerstenstärke lassen sich erweitern, wenn man züchterische Möglichkeiten von Qualitätsveränderungen nutzt.

Bei den Gersten kann man im Bereich der konventionellen Pflanzenzüchtung auf Mutanten mit verändertem Amylose/Amylopektinverhältnis in den Stärken zurückgreifen. Es wurden Stärken mit erhöhtem Amylosegehalt, etwa zwischen 35-40% Amylose, und Stärken, die fast ausschließlich aus Amylopektin bestehen, die sogenannten Waxy-Stärken, verwendet. Amylosereiche bzw. amylopektinreiche Stärkemutanten der Gerste können durch ihre veränderten Eigenschaften gegenüber herkömmlichen Sorten für spezielle Anwendungen genutzt werden. Die Stabilität dieser veränderten Eigenschaften ist jedoch neben der Ertragsstabilität eine Grundvoraussetzung für eine breite Anwendung.

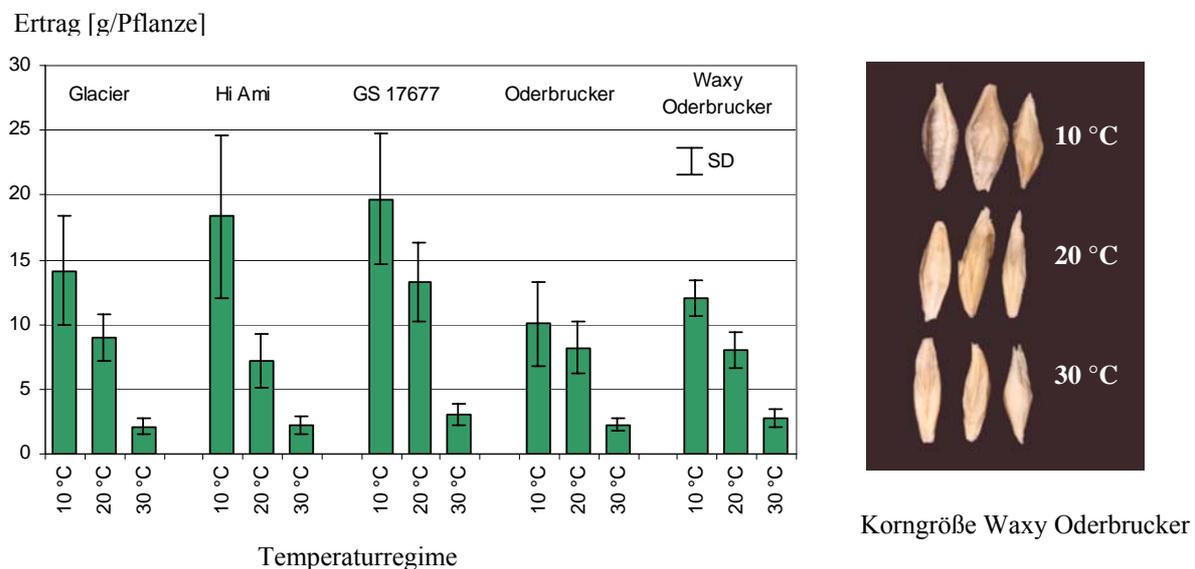
Die Prüfung des Einflusses von verschiedenen Temperaturen während der Kornfüllung auf die Ertrags- und Qualitätsparameter erfolgte an zwei amylosereichen Gersten mit etwa 35 % Amylose (Hi Ami, GS 17677) und an einer amylopektinreichen Gerste (Waxy Oderbrucker) mit mehr als 95 % Amylopektin im Vergleich zu den Ausgangssorten (Oderbrucker, Glacier) mit etwa 25 % Amylose.

Ziel der Qualitätsuntersuchungen war, nicht nur den Einfluss auf den Amylosegehalt selbst, sondern auch auf weitere qualitätsbestimmende Inhaltsstoffe, sowie auf rheologische Eigenschaften und das Verhalten stärkeabbauender Enzyme, zu untersuchen.

Bis zur Anthese wurden die Pflanzen im Gewächshaus bei 20°C angezogen und dann bis zur Abreife in Gewächshauskammern bei jeweils 10, 20 und 30 °C weiter kultiviert.

Die untersuchten Genotypen zeigten alle, dass die Temperatur auf Ertrag und Ertrags-Komponenten (Ährenzahl, Tausendkorngewicht) sowie weitere Merkmale (Vegetationsdauer, Pflanzenhöhe ...) einen signifikanten Einfluss hatte. Geringere Temperaturen führten zu höheren Erträgen und umgekehrt (Abb. 1). Dabei reagierten die Genotypen jedoch unterschiedlich stark auf die Temperatur. Die deutlichsten Unterschiede wurden bei den beiden Mutanten mit erhöhtem Amylosegehalt gefunden.

Abbildung 1: Einfluss unterschiedlicher Temperatur auf den Ertrag von Gersten



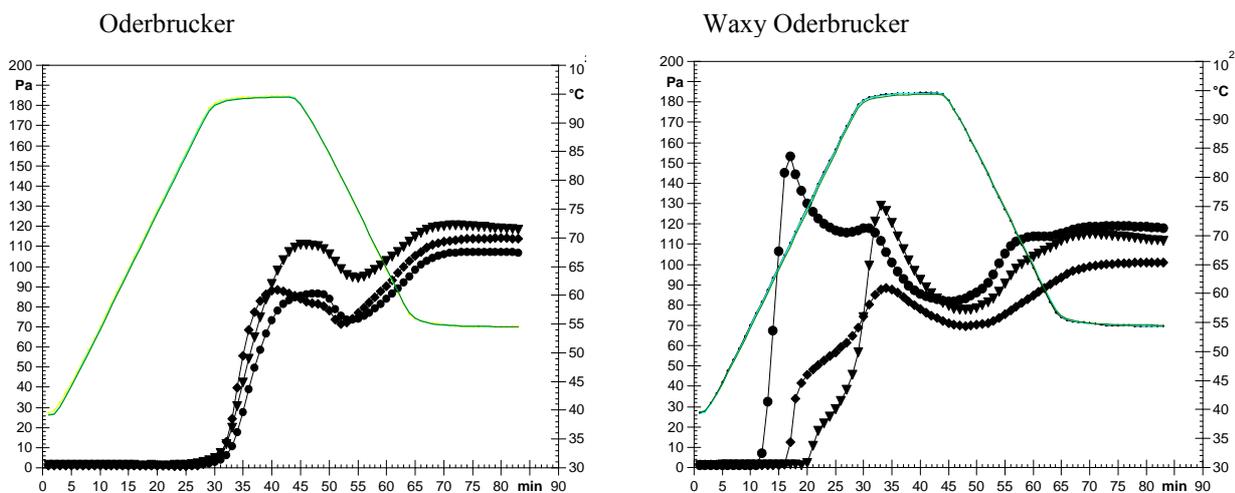
Von den Gersten-Genotypen wurde aus Schrot Stärke isoliert und diese Stärke bezüglich Qualitätsparameter, wie Amylose/Amylopektinengehalt, Partikelgröße der Stärkekörner und Verkleisterungseigenschaften, untersucht. Hohe Temperaturen führten bei den Mutanten mit hohem Amylosegehalt zu deutlich niedrigeren Amylosegehalten, während der Amylosegehalt der Sorten und der Amylopektinengehalt der Waxy-Mutante relativ stabil blieb. Die

<sup>1</sup> Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen, Institut für Stressphysiologie und Rohstoffqualität, Rudolf-Schick-Platz 3, 18190 Groß Lüsewitz, E-mail: G. Jansen@bafz.de

Mutanten mit dem hohen Amylosegehalt zeigten bei unterschiedlichen Temperaturen ebenfalls eine deutliche Reaktion auf die Partikelgröße der Stärkekörner. Niedrigere Temperaturen führten zu niedrigeren Partikel-Durchmessern. Die anderen untersuchten Genotypen reagierten mit leicht erhöhten Durchmessern.

Rheologische Eigenschaften, wie z.B. die Verkleisterungseigenschaften der Stärken, spielen in der Lebensmittelindustrie bei der Produktion und Qualitätssicherung der Erzeugnisse eine große Rolle. Deshalb wurde bei den Gersten-Genotypen auch der Einfluss der Temperatur auf die Stabilität rheologischer Parameter untersucht. Waxy-Mutanten zeigen gegenüber den Ausgangssorten stark veränderte Verkleisterungseigenschaften. Die Verkleisterung beginnt bei den Waxy-Formen bei wesentlich niedrigeren Temperaturen. Dieser Effekt wird durch niedrigere Temperaturen in der Kornfüllungsphase noch intensiviert. In Abbildung 2 sind die Verkleisterungskurven der Ausgangsform Oderbrucker und der Waxy-Mutante Waxy Oderbrucker dargestellt, wobei deutlich zu erkennen ist, dass die Mutante wesentlich stärker auf unterschiedliche Temperaturen reagiert.

Abbildung 2: Verkleisterungskurven von Gerstenstärken ● 10 °C ◆ 20 °C ▼ 30 °C



Die Ergebnisse zeigten, dass die Stärkemutanten insgesamt eine geringere Temperaturstabilität im Vergleich zu herkömmlichen Sorten aufwiesen. Ähnliche Ergebnisse sind in Arbeiten über Weizen (Shi et al., 1994) und Gerste (Tester, 1991) beschrieben.

Die komplexe Bearbeitung der Gerste, angefangen von der Qualitätsforschung, Züchtung von Gersten mit veränderten Stärkeeigenschaften bis zur Verarbeitung und Applikation wurde in Kooperation mit folgenden Einrichtungen realisiert:

- Qualitätsforschung - Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen, Institut für Stressphysiologie und Rohstoffqualität Groß Lüsewitz
- Züchtung - Pflanzenzucht Dr. h.c. Carsten Bad Schwartau
- Verarbeitung - Institut für Getreideverarbeitung Bergholz-Rehbrücke
- Applikation - Deutsches Institut für Ernährungsforschung Bergholz-Rehbrücke

Die Untersuchungen werden am Institut für Stressphysiologie und Rohstoffqualität der BAZ Groß Lüsewitz zukünftig auf Versuche mit Waxy-Weizen ausgedehnt.

### Literatur

- Jansen G, Balko C, Seddig S and Flamme W (2001) Effect of temperature on stability of yield and starch quality parameters of barley mutants. In: Conference Stress Tolerance in Seeds, July 04-07 in Wageningen, Niederlande; Proceedings; p 14
- Shi Y C, Seib P A, Bernardin J E (1994) Effects of temperature during grain-filling on starches from six wheat cultivars. Cereal Chemistry 71, 4:369-383
- Tester R F, South J B, Morrison W R, Ellis R P (1991) The effect of ambient temperature during the grain-filling period on the composition and properties of starches from four barley genotypes. Journal of Cereal Science 13:113-127

## Biologische Bekämpfung Afrikanischer Wanderheuschrecken

D. Stephan<sup>1</sup>

Migrierende Heuschrecken nehmen aufgrund ihrer schwer einschätzbaren Massenvermehrung, ihrer Fähigkeit zur Schwarmbildung und des grenzüberschreitenden Wanderverhaltens eine Sonderstellung unter den Schadinsekten ein. Sie stellen eine nahezu permanente Bedrohung der Nahrungs- und Exportkulturen in Afrika dar und werden seit über 100 Jahren mit Chemikalien bekämpft. Die biologische Schädlingsbekämpfung gewinnt jedoch zunehmend an Bedeutung, weil solche Produkte die Umwelt weniger beeinträchtigen als chemische Insektizide.

Im Jahr 1990 wurde das Forschungsprojekt „Biologisch Integrierte Heuschreckenbekämpfung“ als Reaktion auf eine Wüstenheuschreckenplage im Sahel vom Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) ins Leben gerufen. Unter Federführung der Deutschen Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) sollten unterschiedliche Strategien und Verfahren zur Heuschreckenbekämpfung entwickelt werden, wobei das Institut für biologischen Pflanzenschutz der BBA für die Entwicklung mikrobiologischer Pflanzenschutzmittel zuständig war.

In der ersten Projektphase (1990-1992) konzentrierte man sich auf die Isolierung, Identifikation und Wirksamkeitsprüfung von Heuschrecken spezifischen Krankheitserregern. Im Rahmen des Screenings potenzieller Krankheitserreger zeigte sich, dass keines der 350 getesteten *Bacillus thuringiensis* Isolate gegen Wanderheuschrecken wirkte. Allerdings konnte eine gute Wirkung insektenpathogener Pilze auf Heuschrecken nachgewiesen werden (Zelazny et al., 1991), sodass erste Untersuchungen zur Flüssigkultivierung durchgeführt wurden (Kleespies und Zimmermann, 1992). Von 1989 bis 1992 wurde außerdem das von der EU finanzierte Projekt „Biological Control of Locusts with Entomopathogens“ vom Institut koordiniert. Während der zweiten GTZ-Projektphase (1993-1995) fokussierten sich die Arbeiten auf den in Madagaskar isolierten Pilz *Metarhizium anisopliae* var. *acridum*. Dieser zeichnet sich durch eine hohe Wirtsspezifität und durch eine gute Vermehrbarkeit in Flüssigkultur aus. Für dieses Isolat wurden ein Fermentations- und Trocknungsverfahren entwickelt und entsprechende Formulierungen in Mauretanien getestet. In der dritten Projektphase (1995-1998) stand die technische Umsetzbarkeit im Vordergrund (Stephan, 2000). Unter anderem wurden in Zusammenarbeit mit internationalen Projekten zur biologischen Heuschreckenbekämpfung (LUBILOSA, EMPRES-FAO, USAID) regionale Workshops und Evaluierungen zur möglichen Implementierung von Myko-insektiziden in Afrika durchgeführt (Kooyman et al., 1998).

Das Forschungsprojekt wurde durch das erste Public-Private Partnership-Projekt (PPP-Projekt) der GTZ unter Beteiligung der FZB Biotechnik GmbH, der Universität Addis Abeba, der Ethiopian Agricultural Research Organization, der GTZ und der BBA abgelöst. Ziel dieses PPP-Projektes war die Markteinfuhr eines Myko-insektizides in Äthiopien. Von der Firma FZB-Biotechnik GmbH wurde das von der BBA entwickelte Verfahren übernommen und auf die betriebspezifischen Produktionsbedingungen angepasst. Anbahnungsreisen wurden durchgeführt, um eine mögliche Produkttestung mit folgender Produkteinfuhr vorzubereiten (Stephan et al., 2000). Diese zeigten allerdings, dass eine Produkteinfuhr in Äthiopien im Rahmen des PPP-Projektes aus folgenden Gründen nicht realisiert werden konnte: Entscheidend war, dass erstens die Einfuhr „exotischer“ Mikroorganismen in Äthiopien sehr kritisch diskutiert wird und eine Einfuhr nicht-einheimischer Isolate verboten blieb, und zweitens die Zulassungsbedingungen von biologischen Pflanzenschutzmitteln in vielen afrikanischen Ländern nicht geklärt sind. Solange sich diese Situation nicht ändert, wird ein Unternehmen nur begrenzt sowohl in die Forschung und Entwicklung als auch in die Vermarktung solcher Produkte investieren. Erschwerend kommt hinzu, dass biologische Produkte zur Bekämpfung von Wanderheuschrecken keinen kontinuierlichen Absatz garantieren. Auch wegen der ökologisch positiv zu bewertenden hohen Wirtsspezifität handelt es sich um Nischenprodukte mit kleinem Marktvolumen und solche Produkte sind für Unternehmen von untergeordnetem Interesse. Da die Wanderheuschreckenbekämpfung in staatlicher Hand liegt, sind private Unternehmen an dem Verkauf und Vertrieb von Pflanzenschutzmitteln zur Heuschreckenbekämpfung nur begrenzt beteiligt. Auch die im Vergleich zu chemischen Insektiziden langsamere Wirkung – es handelt sich um einen Krankheitserreger – verlangt eine gute Aufklärung der Anwender. Erschwerend kam hinzu, dass parallel zum GTZ-Projekt das international finanzierte „LUBILOSA“ F&E-Projekt ein vergleichbares Myko-insektizid zur Heuschreckenbekämpfung entwickelte, und dieses in Zusammenarbeit mit einer südafrikanischen Firma in Südafrika registrieren ließ. Wurde dieses Produkt (Green Muscle™) mit dem eigenen Versuchspräparat in Freilandversuchen am Agrhymet Regional Centre in Niger verglichen, erwies sich Green Muscle™ als wirksamer, sodass für den Erhalt einer vergleichbaren Wirkung noch in intensive Entwicklungsarbeit hätte investiert werden müssen (Kassa et al., im Druck).

---

<sup>1</sup> Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Biologischen Pflanzenschutz, 64287 Darmstadt, Heinrichstrasse 243, d.stephan@bba.de

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass durch die langfristige Konzeption dieses nationalen Projektes und anderer internationaler Projekte das Interesse an der Entwicklung des mikrobiologischen Pflanzenschutzes in Afrika stark gefördert wurde. Durch eine intensive Einbindung afrikanischer Organisationen in die Forschungsaktivitäten und projektbegleitenden Fortbildungsmaßnahmen konnten Möglichkeiten und Grenzen des biologischen Pflanzenschutzes sowohl aus deutscher als auch afrikanischer Sicht besser eingeschätzt werden. Durch die Einbeziehung deutscher Industriepartner (BAYER AG, Monheim und FZB Biotechnik, Berlin) konnten Verfahren zur industriellen Produktion von biologischen Pflanzenschutzmitteln entwickelt werden. Diese Entwicklungsarbeiten kommen auch national ausgerichteten F&E Projekten zugute.

Da der biologische Pflanzenschutz einen wichtigen Beitrag zur quantitativen und qualitativen Verbesserung der Welternährung leisten kann, und im Gegensatz zu Südamerika dieser in Afrika nur sehr begrenzt praktiziert wird, sollten folgende Aktivitäten prioritär bearbeitet werden:

1. Intensive Erfassung und Nutzung der in Afrika vorhandenen Biodiversität, mit dem Ziel zu klären, welche Mikroorganismen als „exotisch“ zu bezeichnen sind und welches genetische Potenzial für die Entwicklung biologischer Pflanzenschutzmittel (PSM) vorhanden ist.
2. Wirksamkeitsprüfung biologischer PSM unter tropischen Bedingungen und unterschiedlichen Anbausystemen
3. Prüfung der Umweltunbedenklichkeit.
4. Sozio-ökonomische Studien zur Einsetzbarkeit biologischer PSM.
5. Politikunterstützende Beratung zur regionalen Harmonisierung der Zulassung biologischer PSM.
6. Ausbau der fachlichen und technischen Forschungskapazitäten in Afrika.
7. Wissenschaftlich-technische Unterstützung der Produktion und Vermarktung biologischer PSM.

## Literatur

- Abate T, Pantenius C (1999) Towards implementation of biological control against desert locust. Proceedings of the Regional Workshop on Biological Control, Cairo, Egypt, 27-29 April 1999, FAO Bericht
- Kassa, A, Stephan D, Vidal S, Zimmermann G (2003) Laboratory and field evaluation of different formulations of *Metarhizium anisopliae* var. *acridum* submerged spores and aerial conidia for the control of locusts and grasshoppers. BioControl. (in press)
- Kleespies R G, Zimmermann G (1992) Production of blastospores by three strains of *Metarhizium anisopliae* (Metch.) Sorokin in submerged culture. Biocontrol Science and Technology 2: 127-135
- Kooyman C, Swanson D, Zelazny B, (1998) Potential for the implementation of microbial control of desert locusts in the Central Region, Report of the EMPRES Biocontrol Scoping mission, FAO-Bericht
- Stephan D, Junge H, Zweigert M (2000) Aufbau von Kontakten zu Unternehmen, Behörden und Instituten zur Herstellung, Einfuhr und Anwendung eines Mykoinsektizides zur Heuschreckenbekämpfung. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. 52: 285 -286.
- Stephan D (1998) Untersuchungen zur Entwicklung eines Präparates der entomopathogenen Pilze *Metarhizium anisopliae* und *M. flavoviride* zur biologischen Bekämpfung der Afrikanischen Wanderheuschrecke *Locusta migratoria* und der Wüstenheuschrecke *Schistocerca gregaria*. Dissertation, Rhein. Friedrich Wilhelms-Universität, Bonn, 171 pp
- Zelazny B, Zimmermann G, Kleespies RG (1991) Biologische Bekämpfung von Heuschrecken mit Krankheitserregern von Insekten. GTZ-Projekt: Biologisch-Integrierte Heuschreckenbekämpfung (Vorläufige Forschungsergebnisse). Hrsg: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), Eschborn; GTZ-Mitteilungen, Eschborn: 33-38

## Entwicklung von Verfahren zur nichtchemischen Bekämpfung von Wurzelgallennematoden

J. Hallmann<sup>1</sup>

Wurzelgallennematoden der Gattung *Meloidogyne* zählen zu den bedeutendsten Schaderregern weltweit (Barker, 1998). Vor allem in den Tropen und Subtropen verursachen diese Nematoden erhebliche Schäden an den Kulturpflanzen (Abb. 1). Aufgrund ihres breiten Wirtspflanzenspektrums von über 2000 Pflanzenarten sind Wurzelgallennematoden allein durch Fruchtfolgemaßnahmen nur schwer zu bekämpfen und umso wichtiger ist daher die korrekte Bestimmung der jeweiligen *Meloidogyne*-Art. Resistente Sorten stehen nur für wenige Kulturen zur Verfügung. Chemische Verfahren sind aufgrund ihrer hohen Toxizität für Mensch und Umwelt sehr bedenklich. Das Institut für Nematologie und Wirbeltierkunde der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft verfolgt verschiedene Ansätze zur Reduzierung der Wurzelgallennematoden: 1. Einsatz antagonistischer Bakterien und Pilze, 2. Verwendung nachwachsender Rohstoffe/Naturprodukte und 3. Anbau resistenter Zwischenfrüchte. Weiterhin wird die Artbestimmung mithilfe morphologischer und molekularbiologischer Techniken kontinuierlich optimiert. Ziel dieser Arbeiten ist es, nichtchemische Bekämpfungsstrategien zur nachhaltigen Reduzierung von *Meloidogyne* sp. zu entwickeln und in der Praxis zu etablieren, wobei die Maßnahmen die Richtlinien des ökologischen Landbaus erfüllen sollen.

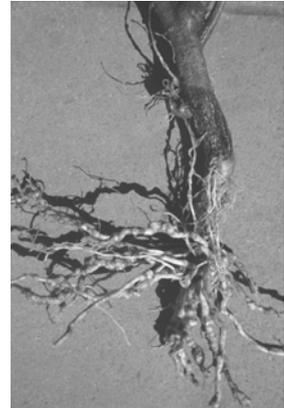


Abb. 1: Befall von Tomate mit *Meloidogyne incognita*

### Methoden

**Einsatz antagonistischer Bakterien und Pilze:** Für den nematophagen Pilz *Hirsutella rhossiliensis* werden verschiedene Polymere auf Basis nachwachsender Rohstoffe zur Verkapselung eingesetzt. Getrocknete und feuchte Kapseln mit Pilz werden in einen mit *Meloidogyne* verseuchten Boden eingemischt. Der Boden wird mit Tomaten bepflanzt. Nach 8 Wochen wird der Bekämpfungserfolg gegen *Meloidogyne* ermittelt. Versuchsvarianten umfassen Bestimmung von optimaler Aufwandmenge und Applikationszeitpunkt, Wirkungsdauer und Lagerungsfähigkeit der Kapseln bei unterschiedlichen Temperaturen. Endophytische Bakterien wurden aus Tomaten in Indonesien und Deutschland isoliert und auf ihre antagonistische Wirkung gegen *Meloidogyne* an Tomaten getestet. Wirksame Bakterien wurden untersucht hinsichtlich optimalem Applikationsverfahren, endophytischer Besiedlung der Wirtspflanze, Wirkungsspektrum und Wirkungsmechanismen.

**Verwendung nachwachsender Rohstoffe/Naturprodukte:** Einsatz von Chitin und TerraPy® zur Förderung des Bodenlebens und Reduzierung des *Meloidogyne*-Befalls. Die Untersuchungen umfassten wirksame Aufwandmenge, Wirkungsspektrum, Applikationszeitpunkt, Wirkungsmechanismus, Kombinationswirkung mit antagonistischen Bakterien sowie deren Einfluss auf die mikrobielle Diversität im Boden.

**Anbau resistenter Zwischenfrüchte:** Charakterisierung der in der Beschreibenden Sortenliste 2002 aufgeführten Ölrettichsorten hinsichtlich ihrer Anfälligkeit für *Meloidogyne hapla* in Gefäßversuchen. Feldversuche mit der am wenigsten anfälligen Ölrettichsorte 'Commodore' auf Praxisbetrieben sowie mit Tagetes 'Single Gold' auf dem Versuchsfeld der BBA in Münster. Jeweils Bestimmung der Vermehrungsrate.

### Ergebnisse

**Einsatz antagonistischer Bakterien und Pilze:** Durch Applikation sowohl von *H. rhossiliensis* als auch verschiedener endophytischer Bakterien kann der Befall von Wirtspflanzen durch *Meloidogyne* sp. signifikant reduziert werden. Der Wirkungsgrad liegt im Durchschnitt bei 50 % und kann durch Optimierung von Formulierung und Applikationsverfahren noch weiter erhöht werden (Krechel et al., 2002; Munif et al., 2000). Folgende Wirkungsmechanismen wurden ermittelt: Parasitierung der infektiösen Larven durch *H. rhossiliensis*, Stimulierung pflanzlicher Abwehrmechanismen durch endophytische Bakterien (Munif et al., 2001). Die endophytischen Bakterien besiedeln die Wirtspflanze und sind in Nematodengallen sowie in der Wurzelrinde und in Epidermiszellen lokalisiert (Hallmann et al., 2001).

<sup>1</sup> Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Nematologie und Wirbeltierkunde, Topphaideweg 88, 48161 Münster, E-Mail: j.hallmann@bba.de

**Verwendung nachwachsender Rohstoffe/Naturprodukte:** Nachwachsende Rohstoffe bzw. Naturprodukte stimulieren die Mikroflora im Boden und erhöhen den Anteil antagonistisch wirkender Mikroorganismen. Nach Applikation von TerraPy® wurden insbesondere Phosphat-mobilisierende Bakterien gefördert (Mulawarman et al., 2001), wohingegen Chitin vor allem den Anteil der antagonistisch wirksamen Art *Burkholderia cepacia* im Boden erhöhte (Hallmann, unveröffentlicht). Bereits Aufwandmengen von 2 kg/ha TerraPy® führten zu einem signifikanten Befallsrückgang von *M. incognita* an Tomate (Mulawarman et al., 2000). Die Wirkung gegen *M. incognita* konnte durch Kombination von TerraPy® mit Mykorrhiza sogar noch signifikant gesteigert werden.

**Anbau resistenter Zwischenfrüchte:** Die Ölrettichsorte 'Commodore' führt bei hoher Ausgangsverseuchung mit *M. hapla* zu einer signifikanten Reduzierung der Besatzdichte des Nematoden im Boden (Hallmann, unveröffentlicht). Bei geringer Verseuchungsdichte (< 300 Larven/100 ml Boden) hielt sich die Nematodendichte auf dem Ausgangsniveau. Im Vergleich zu 'Commodore' konnte durch Tagetes 'Single Gold' eine deutlich bessere Reduzierung von *M. hapla* erzielt werden. Einarbeiten der Pflanzenrückstände führte sowohl bei Ölrettich als auch Tagetes zu einer weiteren Wirkungssteigerung.

### Kooperationen (International)

- Dr. Abdul Munif, Faculty of Agriculture, Bogor Agricultural University, Indonesien (10.1997 - 11.2001): Studies on the importance of endophytic bacteria for the biological control of the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* on tomato.
- Dr. Mulawarman, Faculty of Agriculture, Department of Plant Pest and Disease, Sriwijaya University, Palembang, Indonesien (10.1998 - 08.2002): Use of natural products based on renewable raw materials to stimulate soil health and control of *Meloidogyne incognita*.
- Tesfamariam Mekete, National Plant Protection Research Center, Ambo, Äthiopien (10.2003 - 09.2006): Identification and occurrence of plant parasitic nematodes in coffee in Ethiopia and their control by antagonistic microorganisms.
- Prof. Dr. Sakwe Pierre Nekongo, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, University of Dschang, Dschang, Kamerun (Frühjahr 2004): Characterisation and identification of *Meloidogyne* species of vegetables in the western highlands of Cameroon using the polymerase chain reaction (PCR) method.

### Schlussfolgerungen und weiterer Forschungsbedarf

Antagonistische Mikroorganismen, Naturprodukte und Zwischenfrüchte stellen wirkungsvolle, nichtchemische Alternativen für die Reduzierung von *Meloidogyne* sp. dar. Für eine nachhaltige Reduzierung des *Meloidogyne*-Befalls sollten die verschiedenen Verfahren innerhalb einer integrierten Bekämpfungsstrategie miteinander kombiniert werden. Da jedoch bei starkem Ausgangsbefall mit *Meloidogyne* sp. selbst unter optimalen Bedingungen nicht immer eine ausreichende Bekämpfung gewährleistet ist, besteht weiterhin Forschungsbedarf hinsichtlich der Steigerung von Wirkungshöhe, Wirkungsdauer und Wirkungssicherheit sowie einer schnellen und sicheren Diagnose des Schaderregers.

### Literaturangaben

- Barker K R (1998) Introduction and synopsis of advancements in nematology. In: K R Barker, G A Peerson, G L Windham (eds) Plant and Nematode Interactions, Agronomy Monograph no. 26. Madison, American Society of Agronomy Publishers, pp 1-20
- Hallmann J, Quadt-Hallmann A, Miller W G, Sikora R A, Lindow S E (2001) Endophytic colonization of plants by the biocontrol agent *Rhizobium etli* G12 in relation to *Meloidogyne incognita* infection. *Phytopathology* 91: 415-422
- Krechel A, Faupel A, Hallmann J, Ulrich A, Berg G (2002) Potato-associated bacteria and their antagonistic potential towards plant-pathogenic fungi and the plant-parasitic nematode *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood. *Can. J. Microbiol.* 48: 722-786
- Mulawarman, Hallmann J, Schuster R-P, Bell D, Kopp-Holtwiesche B, Sikora R A (2000) TerraPy®, a natural product with plant growth enhancing effect and nematode control. *Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent* 65/2b: 537-544.
- Mulawarman, Hallmann J, Bell D, Kopp-Holtwiesche B, Sikora R A (2000) Effects of natural products on soil organisms and plant health enhancement. *Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent* 66/2b: 609-617.
- Munif A, Hallmann J, Sikora R A (2000) Evaluation of the biocontrol activity of endophytic bacteria from tomato against *Meloidogyn incognita*. *Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent* 65/2b: 471-480
- Munif A, Hallmann J, Sikora R A (2001) Induced systemic resistance of selected endophytic bacteria against *Meloidogyne incognita* on tomato. *Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent* 66/2b: 663-669

## Kann der Ökolandbau die Welternährung sichern?

G. Rahmann<sup>1</sup>

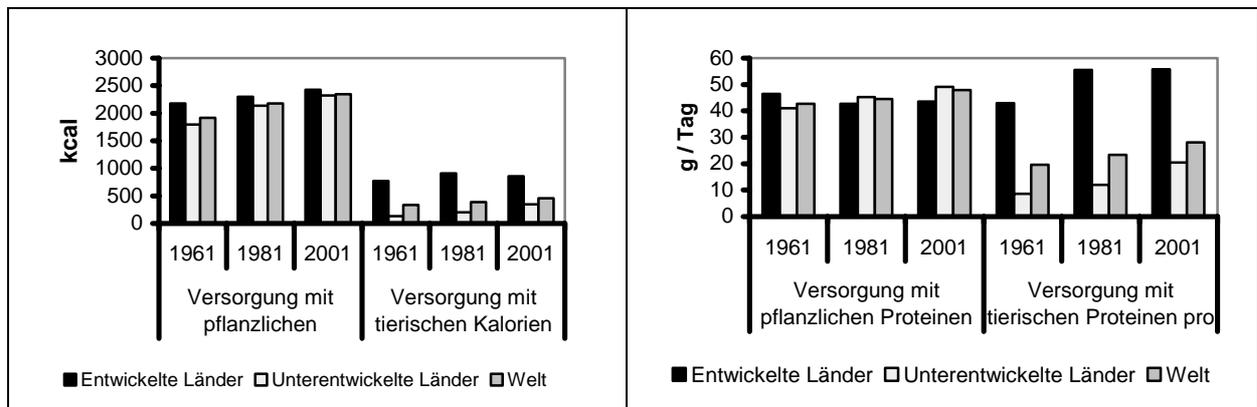
### Zielsetzung

Gegenwärtig wird von rund 800 Millionen hungernden Menschen auf der Erde ausgegangen. Unter diesem Gesichtspunkt muss die Ernährung der Weltbevölkerung das zentrale Ziel der Landwirtschaft sein und bleiben. Seit Erkenntnis der Ernährungsproblematik im letzten Jahrhundert – insbesondere nach dem Zweiten Weltkrieg – wird eine sehr kontroverse Diskussion über die notwendigen Erfordernisse für die Produktion, die Verarbeitung, den Handel und nicht zuletzt für die Wissenschaft geführt. Außer Frage steht, dass in den nächsten Jahrzehnten quantitativ und qualitativ ausreichend Lebensmittel für alle Menschen produziert werden müssen. Ob dieses nur durch die an konventionelle Bewirtschaftungsstrukturen orientierte Intensivierung der Produktion oder auch durch den Ökologischen Landbau erreicht werden kann, soll hier diskutiert werden.

### Wie hat sich die weltweite Ernährungslage in den letzten Jahrzehnten entwickelt?

Nahrungsmittelmangel wird sowohl der starken Bevölkerungszunahme als auch der – an westlichen Standards gemessenen – unzureichenden Lebensmittelproduktion angelastet. Das entspricht jedoch nicht der Realität, wie es die Versorgungszahlen der letzten Jahrzehnte zeigen (s. Abbildung). Trotz des Bevölkerungsanstiegs von über 200 % in den letzten 50 Jahren hat die Lebensmittelproduktion sowohl quantitativ als auch qualitativ mitgehalten. Trotz ausreichender Versorgung mit Lebensmitteln ist nicht gesagt, dass alle Menschen in diesen Ländern genügend zu essen haben. Rund 800 Millionen Menschen dieser Erde hungern trotz genügend Lebensmitteln. In der Regel fehlt hungernden Menschen das notwendige Einkommen (Ressourcen), um sich Lebensmittel kaufen zu können.

Abbildung: Weltweite Kalorien- und Proteinversorgung mit pflanzlichen und tierischen Lebensmitteln seit 1961 (zusammengestellt nach Zahlen der FAO 2003)



In einigen Ländern in Asien, Afrika und auch Südamerika ist die Lebensmittelversorgung durch unproduktive Wirtschaftsweisen (no/low input – low output Systeme), Verschlechterung der Produktionsbedingungen (Dürren, Überschwemmungen, Stürme, Erdbeben), schwierige gesellschaftliche Rahmenbedingungen (Kriege, mangelhafte Infrastruktur, Wirtschaftskrisen) und nicht zuletzt durch unnötige Lagerverluste gefährdet. Die Ursachen sind also nur peripher mit der Fähigkeit der Lebensmittelproduktion verbunden.

### Ökologischer Landbau weltweit

Der ökologische Landbau wird im weltweiten Kontext auf der Basis der IFOAM basic standards (IFOAM, 2002) und des codex alimentarius der FAO/WHO (1999) definiert. Grundprinzipien des Ökolandbaus sind z.B. der vollständige Verzicht auf chemisch-synthetisch hergestellte Pflanzenschutzmittel und Düngemittel sowie gentechnisch veränderte Organismen. Die artgerechte Tierhaltung, die schonende Nutzung der natürlichen Ressourcen und menschenwürdige Arbeitsbedingungen sind weitere wichtige Grundsätze. Eine durch Wissen geprägte Land-

<sup>1</sup> Institut für ökologischen Landbau der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), 23847 Trenthorst, E-Mail: oel@fal.de

und Ernährungswirtschaft auf der Basis von lokal angepassten Systemen soll hohe Lebens(mittel-)qualitäten sichern und entwickeln (IFOAM, 2002). Die Standards werden durch Richtlinien definiert und durch Kontrollen überprüft (kontrollierter ökologischer Landbau). In vielen Ländern der Erde sind die Richtlinien für den ökologischen Landbau per Gesetz festgelegt, in der EU zum Beispiel durch die Verordnung 2092/91/EWG.

Der ökologische Landbau nimmt kontinuierlich zu. Gegenwärtig wird in rund 100 Ländern der Erde auf 23 Millionen Hektar kontrollierter ökologischer Landbau betrieben (Yussefi und Willer, 2003, Stand Februar 2003), davon in Australien/Ozeanien 10,5 Mio. ha (46 %), in Europa 5 Mio. ha (23 %), in Lateinamerika 4,7 Mio. ha (21 %), in Nordamerika 1,5 (7 %), in Asien 0,6 Mio. ha (3 %) und in Afrika 0,2 Mio. ha (1 %). Die meisten der 400 000 Ökobetriebe liegen in Europa (44 %), gefolgt von Südamerika (19 %), Asien (15 %), Nordamerika (11 %), Afrika (10 %) und Ozeanien (1 %). Den größten Flächenanteil hat der Ökolandbau in Europa mit rund 2 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche. Die Hälfte der weltweit ökologisch bewirtschafteten Fläche wird ackerbaulich genutzt. Weitere 10,7 Millionen Hektar sind dem ökologischen Landbau nahe kommende zertifizierte Flächen, auf denen wilde Pflanzen gesammelt werden. In vielen Regionen der südlichen Erdhalbkugel und besonders in ärmeren Ländern von Afrika, Asien, Ozeanien und Südamerika gibt es viele landwirtschaftliche Betriebe, die grundsätzlich die Richtlinien für den ökologischen Landbau erfüllen, jedoch aus unterschiedlichen Gründen nicht zertifiziert sind. Hierbei handelt es sich meistens um traditionelle, kleinbäuerliche Systeme, die mehr oder weniger für den Eigenverbrauch oder den lokalen Markt produzieren (FAO, 2002). Es kann davon ausgegangen werden, dass diese Betriebe die Mehrheit aller Betriebe darstellen und sie Lebensmittel für die lokale Bevölkerung produzieren (Doppler, 1991).

Der weltweite Marktwert von Ökoprodukten – erhoben auf der Basis von 23 europäischen Ländern, den USA und Japan – hat kontinuierlich zugenommen. Waren es 1997 noch 10 Mrd. US-\$, so ist der Wert auf 21 Mrd. US-\$ im Jahr 2001 gestiegen. Für 2003 wird mit fortgesetzten Steigerungsraten von 10 bis 20 % ausgegangen. Damit wird der Marktwert von Ökoprodukten auf 23 Mrd. US-\$ (Europa 10-11 Mrd. US-\$, USA 11-13 Mrd. US-\$, Asien (insbesondere Japan) 0,5 Mrd. US-\$ und Ozeanien 0,1 Mrd. US-\$) und für 2005 auf 29 bis 31 Mrd. US-\$ steigen (ITC 2002; 1 US-\$ = 1 €).

### Schlussfolgerungen und weiterer Forschungsbedarf

Der ökologische Landbau ist in der Lage, die weltweite Lebensmittelversorgung sicher zu stellen. Die konzeptionelle Basis bilden die an die lokalen natürlichen Umwelt- und Gesellschaftsbedingungen angepassten Agrarsysteme, die ressourcenschonend wirtschaften. Die meisten Betriebe der Erde arbeiten auf dieser Basis, jedoch häufig suboptimal im Ergebnis. Hier versucht der ökologische Landbau die Produktivität (vertikal und/oder horizontal) und die Lebensmittelqualität durch mehr Wissen über die natürlichen Bedingungen zu verbessern. Angepasste Betriebssysteme arbeiten mit lokalen Kulturpflanzensorten bzw. Nutztierassen, nutzen die natürlichen Regelsysteme für Pflanzenschutz und Tiergesundheit sowie die Kreisläufe von Nährstoffen und Energieflüsse für quantitativ und qualitativ gute Erträge. Erfahrungen aus hoch entwickelten Ländern wie in Westeuropa und den USA zeigen, dass bei optimierten Systemen des Ökolandbaus bis zu 80 % der Optimalerträge der konventionellen Produktion möglich sind (Mäder et al., 2002). Da gegenwärtig die meisten Betriebe der Erde nicht optimal produzieren sind Produktionssteigerungen durch endogene Systemoptimierungen möglich (Parrott und Marsden, 2002). Dieses kann durch die Weiterentwicklung auf der Basis des ökologischen Landbaus am leichtesten erfolgen, da die meisten Betriebe noch sehr nahe an den Prinzipien des Ökolandbaus wirtschaften. Die wissenschaftliche Auseinandersetzung mit dem Ökolandbau zur Weiterentwicklung und Optimierung ist gerade von staatlichen Einrichtungen zu intensivieren, da ein privatwirtschaftliches Engagement von finanzkräftigen Unternehmen aufgrund geringer Gewinnpotenziale nicht zu erwarten ist.

### Literatur

- Doppler W (1991): Landwirtschaftliche Betriebssysteme der Tropen und Subtropen. Stuttgart  
 FAO (2002) Organic Agriculture, Environment and Food Security. Rome  
 FAO / WHO (1999) Codex Alimentarius Commission, Guidelines for the Production, Processing, Labelling and Marketing of organically produced foods. cac/gl, 32, Rome  
 FAO (2003) Statistical data. www.fao.org  
 IFOAM (2002): Basic Standards of Organic Farming. Tholey-Theley (neue Versionen unter www.ifoam.org)  
 ITC (2002) World Market for Organic Fruits and Vegetables. (updates: www.intracen.org/mds/sectors/organic/welcome.htm)  
 Mäder P, Fließbach A, Dubois D, Gunst L, Fried P, Niggli U. (2002) Soil fertility and biodiversity in organic farming. Science 296, 1694-1697  
 Parrott N, Marsden T (2002) The Real Green Revolution. Organic and Agro-ecological farming in the South. London  
 Yussefi M, Willer H (Hrsg.) (2003) The World of Organic Agriculture 2003 – Statistics and Future Prospects. 5<sup>th</sup> revised edition, Tholey-Theley (www.soel.de)

## Organic Farming in Bangladesh

G. Rahmann<sup>1</sup>, R. Alam (BAU)

### Goal

Bangladesh has a human density of 1000 inhabitants per km<sup>2</sup>. About 70 % of the population lives in rural areas, agriculture contributes 33 % of the GDP. It is estimated that 48 % of the population live in poverty and 27 % in absolute poverty. The average farm size is 1.5 hectare and has to feed the farmers family of 5 to 7 people. Food security was and is still one of the major problem in the country. Therefore, nearly every square meter of land and natural resource are used for food production and other human needs, mainly on subsistence level. Crop production dominates the farm activities, animal husbandry is done with cattle, small ruminants (goats, sheep), chicken and ducks.

The need to increase food production with increasing population was reached by increasing farmland productivity. This was done with the use of modern technology. But, increasing application of chemical fertilizers, pesticides in combination with irrigation, monocultures and high yielding varieties led to problems in degradation of soil fertility, water pollution and decreasing biodiversity. The conflict of food production and sustainable land use is obvious. Therefore, new means of farming need to meet the food needs of today and tomorrow as well as the ecological resources of biodiversity, climate and soil fertility.

Organic farming can be an option for economical and ecologically sound farming in Bangladesh. Because this is not practiced in the country (certified), the impact of conversion to organic farming towards production yield, biodiversity and soil fertility is not known. Particularly the impact of animal husbandry in organic farms needs scientific recognition, because it is rarely considered in developing countries. The mutual relations of animals and crops are substantial in the matter of nutrient cycles and usage of by-products in crop production. Last but not least animal products play an important part in the human diet and farm income. Therefore, countries with shortage of food and high human density livestock has to be considered with more emphasis in development of sustainable farming systems.

### Methods

The interdisciplinary research project will be done from 2003 to 2006 under the approach of the New Farming Systems Research and Development (NFSR+D). The focus will be on the triangle of animal, man and environment respectively in the scientific disciplines of animal husbandry, socio- economy and agri-ecology.

- Describing farming systems in Mymensingh
- Households, attitudes and perception of small scale farmers on organic farming.
- Measuring the effect of converting toward organic farming
- Design an appropriate organic farming system for the Mymensingh District

The project will be divided into two parts: on-farm and on-station.

1. The on-farm studies will be done on 10 selected farms which convert for the period of two years towards organic farming and 10 conventional farms adjacent to the converting farms for comparison. The farms are selected in a bigger village (150 farm households) close to the BAU (RRA approach). Experience on research and extension to the farms close to the BAU exists within the joining departments. The joining farms shall have following structure: about 2 ha crop land, livestock, willing and able to convert for the period of the project, farming with high contribution to household income (PRA approach). The farms are paid by the project for accompany the project and monitored and controlled by technical staff for the period of two years. On the farms the socio-economic impact of converting towards organic farming, the effect on crop and livestock production, their mutual relations and the effects in floristic biodiversity are of interest.
2. On the research station 4 ha of crop land converted towards organic production will be used for experiments in several natural fertilizing strategies: different qualities and quantities of manure, compost, interseeding of legumes, natural fertilizer: blue algs, stone minerals, by-products of crop farming etc. Different crops will be used for the experiments to get data about the potential of crop rotation (Soil Science/Crop production). Stock

---

<sup>1</sup> Institut für ökologischen Landbau der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), 23847 Trenthorst, E-Mail: oel@fal.de

of the research farm will be used for experiments in fodder value and digestion of organic produced roughage (weeds, by-products of crop production, legumes etc. in the dept. of Animal Science).

### **Results**

There are no result till today because the project has just started. From 2004 to 2006 there are several mutual visits planed under the umbrella of bilateral co-operation. The research will start on the scientific theme of shrubs as a fodder resource for sheep and goats and the impact on animal health and growth.

### **Co-operation**

Dept. of Animal Science, Prof. Dr. M. Raisul Alam

Dept. of Soil Science, Prof. Dr. A. Hashem

Bangladesh Agricultural University

Mymensingh 2202, Bangladesh

### **References**

Hashem A (2000): A brief note on crop farming systems in Bangladesh and need for organic farming for biodiversity and agro-ecology. Bangladesh Agricultural University, Dept. of Soil Science, Mymensingh

FAO (1999): Codex alimentarius in Organic Farming. Roma

Rahman G (2000): Biotoppflege als neue Funktion und Leistung der Tierhaltung. Agraria, Bd. 28, Hamburg

Willer H, Yussefi M (2000) Organic Agriculture Worldwide. Statistics and Future Prospects. Bad Dürkheim

## Hair Sheep Keeping in the Tropical Rainforest of Ecuador

G. Rahmann<sup>1</sup>

### Goal

With the beginning of oil exploitation in Sucumbíos and the construction of roads in the seventies, poor people from the highlands of Ecuador moved into the tropical rainforest to find jobs and to start farming. The settlements, of an average size of 50 hectare per farm, were cleared to establish cash crop production like coffee and cocoa. Later on farmers started with cattle keeping on artificial pastures. Not adapted land use led partially to degradation, mainly due to cattle keeping. Since 1991, the German Agency for Technical Cooperation (GTZ) has tried to develop more sustainable land use systems in the region (PROFORS-Project). The introduction of hair sheep into existing farming systems was part of this approach. In an interdisciplinary research project the ecological and socio-economic impacts of hair sheep keeping were evaluated in an applied research approach. The survey focussed on the ecological and socio-economic impact of hair sheep in the tropical rainforest in Sucumbios/Ecuador (Claus et al. 1999).

### Methods

Research was carried out from November 1996 to May 1998 on small scale farms in the province of Sucumbíos in Ecuador. Out of approximately 130 farms with hair sheep, 33 farms were chosen for collecting basic data and 25 farms for a detailed investigation. Together the 25 farms had approximately about 320 hair sheep. Management conditions in sheep keeping on these farms covered a basic standard. The farms chosen were classified into four different farming systems (FS):

- FS 1: separate grazing of hair sheep and cattle on artificial pastures (silvo-pastoral).
- FS 2: free range grazing of hair sheep on artificial pastures, mixed grazing with cattle (silvo-pastoral).
- FS 3: hair sheep grazing in coffee plantations (agro-silvo-pastoral).
- FS 4: combination of farming system 2 and 3 (agro-silvo-pastoral).

The farms chosen were visited regularly by scientists to collect data on ecology, animal husbandry and socio-economic aspects. The techniques of Rapid Rural Appraisal (RRA) were used to start the investigation. The livestock keeping on the farms was analysed as far as reproduction, animal health, productivity and profitability were concerned. The carrying capacities of plantations and artificial pastures and the fodder value of the vegetation were assessed, and the climatic and edaphically conditions evaluated. Vegetation sampling and measurements of the influence of animal grazing on the pastures were carried out as well.

### Results

#### Pasture productivity and carrying capacity

*Brachiaria decumbens* is the most frequently used grass for seeding on artificial pastures. The productivity amounts to 6.5 to 11 tons dry matter (DM) per hectare and year, depending on soil fertility, livestock rotation, defoliation rate and spittlebug (*Mahanarva sp.*, *Zulia sp.*) damage. The unusual mean stocking density on *B. decumbens*-pastures with rotational grazing consists of 0.6 Livestock Units (1 LU= 400 kg live weight) cattle per hectare and year. With mixed grazing, 0.5 LU ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> sheep continuously graze in addition to cattle, thus reaching a better fodder utilisation. *B. decumbens*-pastures with only sheep grazing show a mean stocking density of 0.9 LU ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>. *B. decumbens*-pastures in Sucumbíos are nowadays under grazed. In a sheep grazing experiment with short grazing cycles of four weeks (grazing rest of three weeks), a pasture yield of 11 tons DM ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> and 8 kg grain maize per 0.15 LU (1 adult sheep à 35 kg live weight) and year, a mean stocking density of 3.6 LU ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> could be achieved. In such systems 400 kg ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> live weight can be produced. *B. decumbens* shows a good fodder value (crude protein content of 14 %) for sheep after three weeks grazing rest. This decreases while grazing rests are prolonged.

---

<sup>1</sup> Institut für ökologischen Landbau der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), 23847 Trenthorst, E-Mail: oel@fal.de

Das Projekt wurde vom Tropenökologischen Begleitprogramm der Gesellschaft für technische Zusammenarbeit finanziert (No 90.2136.1-03.100). Die Projektlaufzeit war von 1996 bis 1998. Projektmitarbeiter waren J. Fischer, C. Claus, A. Herrera.

On a *B. decumbens* pasture with a yield of 6.5 ton DM ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>, rotational grazing (typical grazing cycle for cattle in the region with six weeks of grazing rest), a mean stocking density of 1.8 LU ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> without additional concentrate feeding was achieved. Live weight production was 321 kg ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>. Grass cover under agro-silvo-pastoral systems (mostly coffee) is spontaneously and yields 1 to 2.8 tons DM ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>. Usually cattle are not kept on coffee plantations, because of possible damage on the roots by trampling; that is not the case with sheep. Out of 34 classified spontaneous plant species, 14 are not eaten by sheep. Depending on the vegetation type, between 2 % (*Panicum polygonatum*-vegetation type) and 81 % (*Axonopus compressus*-vegetation type) of the biomass is grazed by sheep. The sides covered with spontaneously grazing vegetation are continuously grazed by sheep with a mean stocking density of 0.5 LU ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>, and 40 kg ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> liveweight production can be assumed. Sheep browse some invading shrubs like *Vernonia spp.* (local: Chilca) and regrowth of *Psidium guajava* (local: Guayava). Under coffee and cocoa, this is an advantage to reduce clearance efforts. On the other hand, bark stripping on coffee and citrus trees can become a problem. This happens when fodder and minerals are scarce.

### Livestock reproduction and productivity

Hair sheep do not lamb seasonal. The lambing rate is 1.4 born lambs per birth, the fertility rate is 1.4 birth per year and the total productivity rate amounts to almost two lambs per ewe and year. The average lambing interval lasts 214 days (n=84) and the age of first partition varies between 9 and 15 month. The number of weaned lambs is superior in mixed grazing of sheep in coffee plantations and on artificial pastures (FS 4). Grazing only under coffee leads to inferior performance (FS 3) as well as rotational grazing on artificial pasture.

Both cattle and sheep can adapt to perhumid conditions as in Sucumbíos. Problems arise when livestock management is bad. Particularly new born and/or weak lambs suffer through inadequate management. Therefore, 50% lamb mortality may occur, but on the farms of the survey a lamb mortality rate of only 23% was observed due to better management conditions. Infections are the major problems in livestock keeping. Umbilicus infection and weak lambs of Barbados Blackbelly multiple birth account for most mortality of lambs. Additionally, lambs die through of accidents and can be killed by dogs or pigs. Hoof-rot of adult hair sheep can be a problem in these wet locations when management is not adequate.

Rabies exists in the region (bats are the vectors). A difficult ecto-parasite is *Dermatobia hominis* (local: tupe). Concerning rabies and *Dermatobia hominis*, cattle seemed more affected than sheep. *Babesiosis* and *Anaplasmosis* have not been found, whereas *Trypanosomiasis* has been detected in blood samples of sheep and cattle. The infected animals did not show sickness caused by these blood parasites. A wide range of different endo-parasites could be found. The farmers treat cattle regularly, but sheep are neglected. The daily live weight gain of the lambs is about 100 g d<sup>-1</sup> between birth and 270 days. Lambs gain more weight on artificial pasture than under coffee with local vegetation (FS 3). Data on reproduction performance and daily live weight gain should indicate rough trends and are not based on a statistically proved sample.

### Conclusions and further research needs

It can be concluded that hair sheep keeping is possible in climates like the rainforest of Ecuador. Productivity and health of the animals show acceptable levels with basic management. People accept hair sheep. Meat of lamb and mutton are also well accepted. Nevertheless, sheep keeping will not substitute cattle keeping which has a higher status, but could supplement cattle keeping without negative ecological impacts. The ecological effects depend on the management and the frame conditions. The most valuable ecological impact is that hair sheep keeping increases farm income without further deforestation. The sheep use other wised unused resources of fodder and family labour. Sheep are less expensive than cattle, and for poor farmers it is easier to start animal husbandry with hair sheep than with cattle. The integration into permanent crop plantations represents the most profitable and ecologically acceptable keeping system. On artificial pastures keeping of some sheep in addition to the cattle stock increases intensity of land-use. Sheep have a different fodder spectrum than cattle. Improvements in hair sheep keeping in the region should focus on animal health, management, housing, fencing and breeding. Extension efforts should consider grazing in agro-silvo-pastoral systems. It is necessary, therefore to investigate rotational grazing in these farming systems. Mixed grazing on artificial pasture with cattle and sheep is viable and could be improved, but investigation is needed, too.

### Reference

Claus C, Fischer J, Herrera A, Rahmann G (1999): Ökologische und sozio-ökonomische Bewertung der Haarschafhaltung in den Randgebieten der immerfeuchten Tropen Ecuadors. *TÖB F-V/9*, Eschborn

## LARISSA – Ein Expertensystem zur Unterstützung der Landreform in Brasilien

J. van de Steeg, G. Sparovek, E. Schnug<sup>1</sup>

Die unausgewogene Landverteilung und Armut im ländlichen Raum machten eine Landreform in Brasilien erforderlich. Daher wurden Agrarreformen durchgeführt, die das Ziel hatten, die Ansiedlung kleinbäuerlicher Betriebe zu unterstützen, Arbeitsplätze in ländlichen Regionen zu schaffen sowie die Einkommensstruktur und die landwirtschaftliche Produktivität zu steigern. Das Modell LARISSA (Land Resource Information and Suitability System for Family Agriculture) wurde entwickelt, um jene ländlichen Regionen zu identifizieren, die sich am Besten für die Ansiedlung kleinbäuerlicher Betriebe eignen und um Entscheidungsprozesse bei der Agrarreform zu unterstützen. Die vorliegenden Untersuchungen wurden durchgeführt, um den Einfluss unterschiedlicher Parameter auf die jeweiligen Ergebnisse des Landnutzungsmodells LARISSA zu untersuchen. Ziel war es, die wichtigsten Indikatoren der Landqualität sowie der regionalen Gegebenheiten zu erarbeiten und deren Einfluss auf die Nutzbarkeit der Regionen für kleinbäuerliche Betriebe und die Agrarreform auf nationaler Ebene zu ermitteln (van de Steeg, 2003).

Es wurde eine Datenbank angelegt, die Indikatoren zur Landqualität sowie den regionalen Gegebenheiten enthält. Die Indikatoren zur Landqualität basieren auf Bodendaten (aktuelle Nährstoffverfügbarkeit, Möglichkeiten zur Erhaltung der Nährstoffverfügbarkeit sowie zur Bindung von Nährstoffen im Boden, Durchwurzelungsbedingungen, Wasserhaltevermögen und Bodendrainage, Erosionsrisiko, mechanische Bearbeitbarkeit, Versalzung sowie Natriumsättigung des Bodens) und klimatischen Daten, um das Wasserdefizit des Bodens zu bestimmen. Die Indikatoren der regionalen Gegebenheiten beschreiben die Verkehrsanbindung, regionale Vermarktungspotenziale sowie Berechnungsmöglichkeiten. Auf Grundlage dieser Datenbank wurde eine Landerhebungsuntersuchung mit LARISSA durchgeführt, um die ländlichen Räume zu identifizieren, die optimal für die Ansiedlung kleinbäuerlicher Betriebe sind. Die Ergebnisse dieser Untersuchung wurden mittels Einkommensdaten sowie Daten zur Gesamtproduktion der Betriebe überprüft.

Die Beziehungen zwischen Regionen, wo in Folge der Agrarreform bereits Ansiedlungsprojekte durchgeführt wurden mit den Ergebnissen des Modells wurden vergleichend untersucht und darüber hinaus wurde die Bedeutung der unterschiedlichen Indikatoren für die Evaluierungsergebnisse bestimmt.

Die Untersuchungen führten zu folgenden Ergebnissen:

- a) Die Indikatoren der Landqualität sowie der regionalen Gegebenheiten wiesen deutliche regionale Unterschiede auf. Diese Unterschiede hatten einen signifikanten Einfluss auf die Evaluierungsergebnisse des Modells LARISSA. Danach eignen sich der Süden sowie der Südosten Brasiliens am Besten für die Ansiedlung kleinbäuerlicher Betriebe und somit für die Umsetzung der Agrarreform. Die Indikatoren der Landqualität sind dabei die limitierenden Faktoren in diesen Regionen, sprechen aber dennoch nicht gegen die Eignung dieser Gebiete. Die anderen Gebiete Brasiliens sind weniger gut geeignet, da hier die regionalen Gegebenheiten (Verkehrsanbindung, regionale Vermarktungsmöglichkeiten) unzureichend sind.
- b) Die Indikatoren der Landqualität, die in Verbindung zur Bodenfruchtbarkeit stehen, hatten den grössten Einfluss auf das Ergebnis der Landerhebungsuntersuchung mit LARISSA. Diese Indikatoren wurden generell als die wichtigsten Qualitätsfaktoren identifiziert. Somit ist eine hohe Bodenfruchtbarkeit am wichtigsten für eine Landwirtschaft mit geringem Input, die charakteristisch für kleinbäuerliche Betriebe und in den Regionen, in denen die Agrarreform bereits implementiert wurde, ist.
- c) Von den Indikatoren der regionalen Gegebenheiten erwiesen sich die 'Vermarktungsmöglichkeiten' und die 'Verkehrsanbindung' am stärksten limitierend im Norden und zentralen Westen von Brasilien. Diese Regionen wurden daher im Hinblick auf die Implementierung kleinbäuerlicher Betriebe und somit die Umsetzung der Agrarreform als weniger geeignet eingestuft.
- d) Ansiedlungen, die infolge der Agrarreform vorgenommen wurden, waren bis 1995 in Regionen lokalisiert, die auch von LARISSA als geeignete Standorte identifiziert wurden. Danach zeigte sich ein negativer Trend zwischen den aktuellen Ansiedlungsregionen und den Evaluierungsergebnissen, was bedeutet, dass vermehrt Ansiedlungen in Gebieten vorgenommen wurden, in denen die Landqualität oder die regionalen Gegebenheiten limitierend für eine profitable Landwirtschaft waren. Gründe für diese Entwicklung sind zum einen, dass die

---

<sup>1</sup> Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Bundesallee 50, 38116 Braunschweig, E-Mail: pb@fal.de

Agrarreform dazu genutzt wurde, von der Infrastruktur her unterentwickelte Regionen Brasiliens zu unterstützen und zum anderen, dass die INCRA (Nationales Institut für Ansiedlung und Agrarreformen) auf diesem Wege die Kosten der Agrarreform senken konnte, da Landankauf in diesen Gebieten preiswerter ist. Somit sind die Kosten pro angesiedelter Familie niedriger, da Land von geringerer Qualität auf Basis der Indikatoren der Landqualität angekauft wird.

- e) Die Indikatoren der Landqualität allein sind relativ ungenau im Hinblick auf die Vorhersage des Erfolges der Ansiedlung eines kleinbäuerlichen Betriebes. Werden jedoch auch die regionalen Gegebenheiten berücksichtigt, so liegen die Ergebnisse des Modells für die Ansiedlung kleinbäuerlicher Betriebe sehr viel näher an der Realität.
- f) LARISSA hat sich als geeignetes Modell erwiesen, um Gebiete zu identifizieren, die für die Ansiedlung kleinbäuerlicher Betriebe in Frage kommen und kann somit genutzt werden, um Entscheidungsprozesse bei der Agrarreform zu unterstützen. Da INCRA jedoch bereits Land geringerer Qualität im Hinblick auf die Indikatoren der Landqualität angekauft hat, werden es neue kleinbäuerliche Betriebe, die in diesen Regionen angesiedelt werden, schwerer haben, wirtschaftlich erfolgreich zu produzieren. Dies bedeutet letztlich, dass die derzeitige Politik in der Agrarreform bei der Wahl zu erschließender unterentwickelter ländlicher Regionen in Brasilien die vorhandenen Indikatoren zur Landevaluierung nicht in vollem Umfang berücksichtigt.

### **Literatur**

- Stegg J van de (2003) Land evaluation for agrarian reform - A case study for Brazil. Landbauforschung Völkenrode SH 246:1-108.

## Möglichkeiten der biologischen Bekämpfung von Lagerschädlingen in Mais und Kartoffeln in Entwicklungsländern

G. Zimmermann<sup>1</sup>

Neben den an Kulturpflanzen saugenden und fressenden Schädlingen verursachen Vorratsschädlinge am gelagerten Erntegut jährlich große Verluste. Diese betragen z.B. bei Getreide weltweit im Durchschnitt etwa 15 %, bei gelagertem Mais in Afrika können sie sogar bis auf 40 % ansteigen (Reichmuth, 1997; Meikle et al., 1998). Bei der Bekämpfung von Vorratsschädlingen wird in unseren Regionen meist ein integriertes Konzept angewendet, bei dem verschiedene Maßnahmen kombiniert werden. In den meisten Entwicklungsländern werden dagegen nur oder überwiegend chemische Pflanzenschutzmittel mit den bekannten Nebenwirkungen und Risiken eingesetzt. In den letzten Jahren werden nun auch in diesen Ländern verstärkte Anstrengungen unternommen, um biologische und andere alternative Verfahren, meist im Rahmen von Projekten, zur Bekämpfung von Vorratsschädlingen zu entwickeln.

In der biologischen Schädlingsbekämpfung kommt dem Einsatz antagonistischer Mikroorganismen bei der Bekämpfung von Kultur- sowie von Lagerschädlingen eine besondere Bedeutung zu. Ein erfolgreicher Einsatz hängt aber maßgeblich von der Verfügbarkeit virulenter Isolate, geeigneter Produktions- und Formulierungsverfahren sowie von einer guten Applikation, Wirksamkeit und Lagerfähigkeit ab.

Die hier vorgestellten Arbeiten beziehen sich (A) auf eine Doktorarbeit, die anfangs im Rahmen eines von der GTZ finanzierten PPP-Projekts durchgeführt wurde, sowie (B) auf ein internationales Projekt mit dem International Potato Center (CIP) in Lima/Peru.

(A) Im Rahmen der Doktorarbeit eines äthiopischen Studenten (A. Kassa) wurden u.a. Untersuchungen zur Entwicklung von Mykoinsektiziden auf der Basis der entomopathogenen Pilze *Beauveria bassiana* und *Metarhizium anisopliae* gegen die vorwiegend an gelagertem Mais vorkommenden Lagerschädlinge *Sitophilus zeamais* und *Prostephanus truncatus* vorgenommen. Die Arbeiten wurden in Zusammenarbeit mit der Universität Göttingen, Institut für Phytopathologie und Pflanzenschutz (Prof. Vidal), durchgeführt und umfassten u.a. folgende Themenbereiche:

- 1) Produktion und Formulierung von Konidien und Submerssporen der Pilze *Beauveria bassiana* und *Metarhizium anisopliae*
- 2) Untersuchungen zum Temperaturverhalten äthiopischer Pilzisolat
- 3) Empfindlichkeit von *S. zeamais* und *P. truncatus* gegenüber entomopathogenen Pilzstämmen aus Äthiopien
- 4) Wirkung, Wirkungsdauer und Lagerfähigkeit der entwickelten Mykoinsektizide gegen die beiden Lagerschädlinge

Bei der Auswahl von Isolaten gegen Lagerschädlinge konnten unterschiedliche Temperaturpräferenzen bei *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana*, *Beauveria brongniartii* und *Paecilomyces* sp. nachgewiesen werden. Biotests mit diesen Pilzen ergaben, dass *P. truncatus* wesentlich empfindlicher reagierte als *S. zeamais*. Von zwei äthiopischen Isolaten (*M. anisopliae* PPRC-EE und *B. bassiana* PPRC-HH) wurden stäubbare Formulierungen sowohl von Luftkonidien als auch von Submerssporen entwickelt, die alle als wässrige Suspension sehr wirksam gegen *S. zeamais* waren. Nach Behandlung von Maiskörnern mit den Pulverformulierungen zeigten Luftkonidien verglichen mit Submerssporen eine bessere Wirkung und eine längere Lebensdauer nach 5 Monaten bei 4°C und 30°C (Kassa, 2003).

Die Ergebnisse haben gezeigt, dass eine biologische Bekämpfung von Lagerschädlingen mit Hilfe von entomopathogenen Pilzen und entsprechenden Formulierungen auch unter extremen Bedingungen möglich ist. Es wäre wünschenswert, wenn die Arbeiten in Äthiopien im Rahmen von gemeinsamen Projekten weiter verfolgt werden könnten.

(B) In dem folgenden Projekt "Managing the Andean potato weevil: A low-cost strategy to enhance food security for resource-poor families in the Andes" geht es um den Schutz von Lagerkartoffeln vor Schädlingen. Die Kartoffelproduktion in der Andenregion Südamerikas ist essenziell für die Ernährung der dort lebenden Bevölkerung. Leider werden Kartoffeln auch in diesen Gebieten von zahlreichen Krankheiten und Schädlingen bedroht. Zu diesen gehören mehrere Arten des sog. Anden-Kartoffel-Rüsselkäfers (*Premnotrypes* spp.), der hier vorwiegend an Lagerkartoffeln vorkommt und dort Schäden bis zu 50 % verursacht. Auf Antrag des International Potato Center

<sup>1</sup> Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für biologischen Pflanzenschutz, Heinrichstr. 243, 64287 Darmstadt; E-mail: G.Zimmermann@bba.de

(CIP) in Lima/Peru hat das Finanzministerium von Luxemburg Forschungsgelder zur Verfügung gestellt, um umweltschonende und preiswerte Strategien zur Sicherung der Ernährung zu entwickeln. Unser Institut ist Projektpartner und wurde mit der Betreuung eines Doktoranden beauftragt. Auch diese Arbeiten werden in Zusammenarbeit mit der Universität Göttingen, Institut für Phytopathologie und Pflanzenschutz (Prof. Vidal), durchgeführt.

Es ist bekannt, dass *Premnotrypes*-Arten von entomopathogenen Pilzen, insbesondere von *Beauveria bassiana* und *B. brongniartii* befallen werden. Ziel dieses Projekts ist es nun:

1. Die Probleme bei der Produktion und beim Einsatz dieser Pilze zu identifizieren.
2. Die Wirkung der üblicherweise eingesetzten Insektizide zu überprüfen und die Bedeutung alternativer Bekämpfungsverfahren zu untersuchen.
3. Neue und effektivere Pilzstämme zu isolieren und dann die Produktion, Formulierung und Applikationstechnik zu optimieren.
4. Ein integriertes Pflanzenschutzkonzept zu entwickeln und die Ausbildung der Bauern zu fördern.
5. Trainings-Programme zur Entwicklung und Anwendung wirksamer und umweltfreundlicher Pflanzenschutzmaßnahmen aufzubauen.

Eine Bestandsaufnahme der aktuellen Situation und Erhebungen zum bisherigen Einsatz des Pilzes und von Insektiziden sind durchgeführt worden. Gleichzeitig wurden erste Tests zur Wirksamkeit der Pilzstämme gegen verschiedene Stadien von *Premnotrypes* spp. vorgenommen und neue *Beauveria*-Stämme isoliert (Kühne et al., 2003).

Jede Zusammenarbeit mit Entwicklungsländern auf dem Gebiet des biologischen Pflanzenschutzes und insbesondere bei der gemeinsamen Entwicklung biologischer Pflanzenschutzmaßnahmen erfordert eine langfristige Planung und Forschung, damit erfolgversprechende Ansätze und Ergebnisse auch tatsächlich in den entsprechenden Ländern umgesetzt und etabliert werden können. Dabei ist eine fundierte Ausbildung ausländischer Wissenschaftler ebenso notwendig, wie eine an die sozialen und fachlichen Gegebenheiten des Landes angepasste Forschung sowie eine langfristige Betreuung durch deutsche Fachleute. Bewährt hat sich die Kooperation mit der Deutschen Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) und mit sog. CGIAR-Zentren im Rahmen von BMZ-finanzierten Projekten.

## Literatur

- Kassa A (2003) Development and testing of mycoinsecticides based on submerged spores and aerial conidia of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) for control of locusts, grasshoppers and storage pests. Dissertation Universität Göttingen, 170 p
- Kühne M, Vidal S, Jung K, Stephan D, Lagnaoui A (2003) Efficacy of *Beauveria* sp. in the control of adult Andean Potato Weevil (*Premnotrypes suturicallus* Kuschel). Abstract 36<sup>th</sup> Annual Meeting 'Society for Invertebrate Pathology, 26-30 July, Burlington, USA, 48
- Meikle WG, Adda C, Azoma K, Borgemeister C, Degbey P, Djomamou B, Markham RH (1998) The effects of maize variety on the density of *Prostephanus truncatus* (Coleoptera: Bostrichidae) and *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) in post-harvest stores in Benin Republic. Journal of Stored Product Research 34: 45-58
- Reichmuth C (1997) Vorratsschädlinge im Getreide: Aussehen, Biologie, Schadbild, Bekämpfung. Gelsenkirchen: Th. Mann, 119 p, ISBN 3-7862-0103-X

## Physikalische Methoden zur Vermeidung vorratsschädlicher Insekten in Lebens- und Futtermitteln

C. Adler<sup>1</sup>

In gemäßigten Klimaten kommen Vorratsschädlinge auf dem Feld i.d.R. nicht vor, sondern wandern erst nach der Ernte in die gelagerten Ernteprodukte ein. Diese Einwanderung erfolgt zielgerichtet und chemotaktisch nach einem Gradienten attraktiver Duftstoffe. Trotzdem sind viele Vorratslager der Erzeuger und Verarbeiter von Lebens- und Futtermitteln nicht unter dem Gesichtspunkt der Schädlingsvermeidung gebaut. Belüftungsöffnungen, Ritzen in Türen und Fenstern oder im Übergang von Wand zum Dach oder Fugen bei verschraubten Stahlsilozellen und Produktreste in der Nähe der Vorratslager erleichtern den meist nur wenige Millimeter großen Insekten die Orientierung und den Befall (Beispiel Getreidelager). In der Lebensmittelindustrie spielt die Einwanderung von Schadinsekten überall dort eine große Rolle, wo durch einen Verarbeitungsschritt oder durch einen Wechsel der Konsistenz ursprünglich vorhandene Arten abgetötet oder das Produkt für andere Schädlingsarten attraktiv wird (Beispiel Teigwarenhersteller). Auch auf dem Weg zum Konsumenten ist eine Einwanderung von Vorratsschädlingen möglich und die Qualität der Endverpackung entscheidet über das Befallsrisiko. Burkholder (1990) geht von Nachernteverlusten bei Vorratsgütern in Höhe von 5-10 % weltweit aus. Nimmt man für die Getreideernte am Beispiel des Industrielandes Deutschland des Jahres 2001 (Erntemenge ca. 49,7 Mio. t) einen Verlust von nur 1 % an, so errechnet sich bei einem Getreidepreis von 130,- Euro/t bereits ein reiner Masseverlust im Wert von 64,6 Mio. Euro. Hinzu kommt, dass ein Befall immer mit einem Qualitätsverlust einhergeht und dass auch nach einer erfolgreichen Schädlingsbekämpfung Kontaminationen, erhöhte Temperaturen und Feuchtegehalte im behandelten Produkt zurückbleiben. Das Risiko der Schimmel- und Mykotoxinbildung in Produkten mit erhöhtem Wassergehalt unterstreicht zusätzlich die Bedeutung einer Vermeidung des Befalls mit Vorratsschädlingen.

Bei der Lagerung und Verarbeitung von Ernteprodukten könnte ein hermetischer, also gasdichter Abschluss nach außen das Risiko einer Schädlingseinwanderung minimieren. Dies erfordert allerdings neben den Investitionen für gasdichte Silozellen bzw. gasdichte Türen und Fenster für Flachlager und Verarbeitungsbetriebe auch eine kontrollierte Belüftung, um die Vorräte zu kühlen und zu trocknen sowie eine thermische Isolierung, um die Bildung von Kondenswasser und Schimmel zu vermeiden. Auch durch eine gezielte Belüftungstechnik, besonders das Absaugen von Luft aus Eingangsbereichen und Verladezonen, kann das Entstehen eines Duftstoffgradienten vermieden werden. Die Abluft ließe sich nutzen, um Schadinsekten möglichst weit entfernt von den eigentlich befallsgefährdeten Bereichen anzulocken und abzutöten.

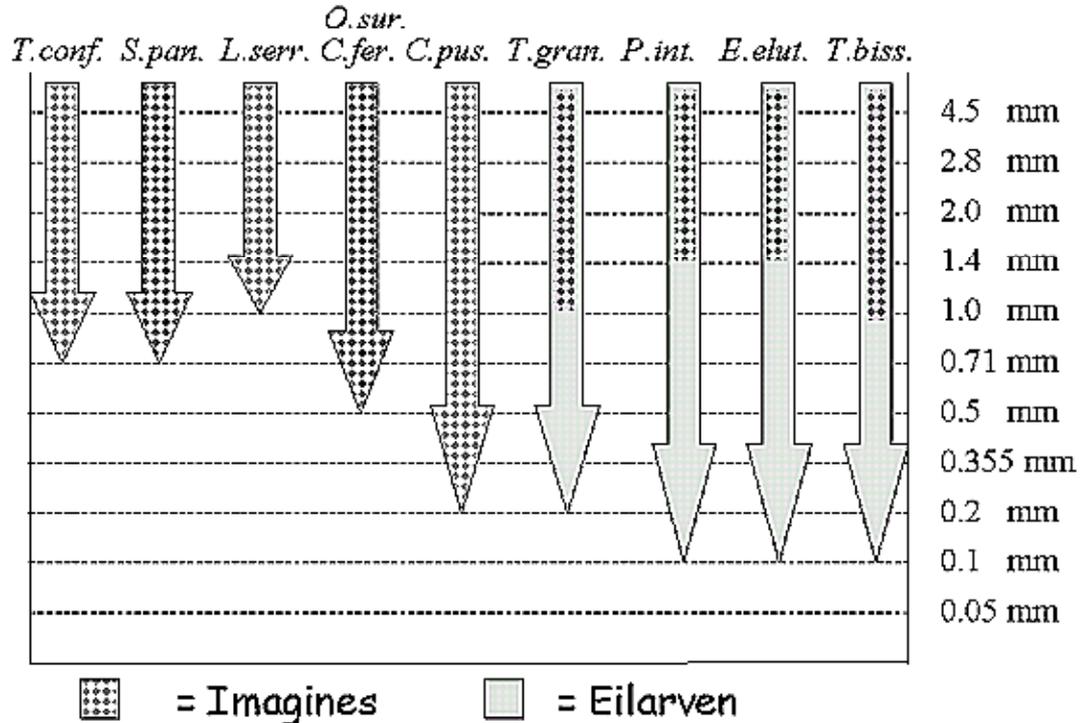
Ist es aus technischen Gründen unmöglich, einen gasdichten Verschluss herzustellen, beispielsweise bei dem Verpacken noch heißer Produkte in eine Endverpackung oder im Falle von Belüftungsfenstern in Verarbeitungsbetrieben, so spielt die Porengröße der Öffnung eine entscheidende Rolle bei der Frage, ob Vorratsschädlinge einwandern können oder nicht. Versuche haben gezeigt, dass die meisten vorratsschädlichen Käfer ohne Substrat keine Eier ablegen und deshalb durch Drahtgaze oder Materialien mit einer Porengröße von 0,5 mm oder mehr zurückgehalten werden können. Vorratsschädliche Motten hingegen legen Eier auch durch Schutzgitter hindurch ab, sodass zur Vermeidung der Einwanderung der winzigen Eilarven eine Maschenweite von höchstens 0,1 mm zulässig ist (Abbildung).

Aus den Ergebnissen lässt sich ableiten, dass die Orientierung von Schadinsekten bei Strategien zur Befallsvermeidung im Vorratsschutz zukünftig stärker berücksichtigt werden sollte. Weitere Forschung wäre nötig, um mit Hilfe der Abluft aus beispielsweise einem Getreidelager eine Falle für vorratsschädliche Insekten zu entwickeln. Versuche mit Aromastoffen zeigten in Laborversuchen eine gute Attraktivität (Adler et al., 2000), allerdings sind gerade Getreidearomen sehr flüchtig und chemisch nicht stabil, was die Nutzung der Abluft gegenüber der Verwendung synthetischer Aromen vorteilhaft erscheinen lässt. Auch die Identifizierung der für wichtige Schädlingsarten bei der Orientierung genutzten attraktiven Schlüsselaromastoffe wäre bedeutend, um diese volatilen Stoffe möglicherweise zu binden oder chemisch in nicht attraktive Substanzen umzuwandeln. Entsprechende Versuche könnten in Kooperation mit dem Institut für angewandte Zoologie der Freien Universität Berlin (Arbeitsgruppe Prof. Hilker) und dem Lehrstuhl für Zoologie der Universität Hohenheim (Arbeitsgruppe Prof. Steidle) erfolgen. Internationale Kooperationen wären beispielsweise mit der Agrarwissenschaftlichen Fakultät der Universität Ankara (Prof. Emekci) und dem Verband der ägäischen Trockenobstproduzenten der Türkei oder dem Verband der portugiesischen Reisanbauer und -verarbeiter möglich.

---

<sup>1</sup> Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Vorratsschutz, Berlin, c.adler@bba.de

**Abbildung: Ergebnisse zur Durchlässigkeit von Drahtgaze verschiedener Maschenweite für vorratsschädliche Insekten.** Käfer und Motten wurden ohne Substrat auf das Sieb mit der größten Maschenweite gegeben, Futtersubstrat befand sich in der Schale unter dem Sieb der kleinsten Maschenweite. Derzeit werden von Anbauverbänden zur Abwehr von Hygieneschädlingen Drahtgazen mit Maschenweiten bis zu 2mm empfohlen.



### Literatur

- Adler, C., Ojimekwe, P.C. & Leon, T.A. (2000) Utilisation of phytochemicals against stored product pests. In: Adler, C. and Schoeller, M. (eds.): Proceedings of the meeting of the IOBC-WPRS study group 'Integrated Protection of Stored Products', Berlin, 22-24 August 1999, IOBC-Bulletin 23 (10), 169-175.
- Burkholder, W.E. (1990) Practical use of pheromones and other attractants for stored product insects. In: Ridgway, R.L., Silverstein, R.M. & Inscoc, M.N. (eds) Behavior-Modifying Chemicals for Insect Management. Marcel Dekker: 497-516.

## Erosionsschutz durch konservierende Bodenbearbeitung – Konsequenzen für das Pflanzenschutzmanagement

H. Kreye<sup>1</sup>

Fruchtbare landwirtschaftliche Nutzfläche wurde in der Vergangenheit durch Wind und Wassererosion in sensiblen Gebieten geschädigt, z.T. irreparabel. Ermöglicht wurde und wird dies durch die Tatsache, dass Ackeroberflächen zeitweise durch wendende Bodenbearbeitung mit dem Pflug frei von Pflanzen und Pflanzenrückständen sind. Wind und Wasser können so ungebremst auf die Bodenoberfläche einwirken. Um dies zu verhindern, wurden Bodenbearbeitungssysteme in die landwirtschaftliche Praxis eingeführt, die das Ziel haben, möglichst viel organische Substanz an der Bodenoberfläche zu behalten, ohne die Entwicklung der anzubauenden Kultur zu stören. Neben der Direktsaat/Minimalbodenbearbeitung sind dies vor allem Verfahren der konservierenden Bodenbearbeitung/Mulchsaat. Mit abnehmender Intensität und Tiefe der Bodenbearbeitung verbleibt mehr organische Substanz an der Bodenoberfläche oder wird oberflächennah eingearbeitet. Gleiches gilt aber auch für die Schaderreger und deren Dauerformen. Entsprechend dem Entwicklungszyklus profitieren hiervon einige Arten. Neben verschiedenen pilzlichen Schaderregern (*Fusarium spp.*, *Drechslera tritici-repentis*, etc.), Unkräutern (*Agropyron repens*, *Bromus spp.*, etc.) können auch tierische Schaderreger (Mäuse, Schnecken, etc.) verstärkt auftreten. Hieraus ergeben sich Konsequenzen für das Pflanzenschutzmanagement.

Da bei einer Umstellung des Bodenbearbeitungssystems neben sofort erkennbaren Veränderungen im Schaderregerauftreten, wie z.B. der Zunahme von *D. tritici-repentis*, auch mit mittel- bzw. langfristigen Folgen zu rechnen ist, wurden 1995 von der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Dauerversuche mit variiertem Bodenbearbeitung angelegt. In Kombination mit der Etablierung unterschiedlicher Fruchtfolgen sollen mögliche fruchtarten- und fruchtfolgespezifische Probleme erfasst werden. Im Versuchsverlauf erkannte Pflanzenschutzprobleme wurden und werden z.T. in speziellen Einzelprojekten bearbeitet, um Lösungsmöglichkeiten aufzuzeigen und anschließend, so weit möglich, in die bestehenden Verfahren zu integrieren.

Die Untersuchungen ergaben bisher im Vergleich zu anderen Naturräumen z.B. Nordamerikas, das bei vergleichbaren Bedingungen vergleichbare Effekte im Schaderregerauftreten zu verzeichnen sind, wobei u. U. unterschiedliche Arten die entsprechenden ökologischen Nischen besetzen. Ändern sich beispielsweise die klimatischen Bedingungen oder die Fruchtfolge, sind Unterschiede im Schaderregerauftreten festzustellen. Die bisherigen Ergebnisse zeigen weiterhin, dass für eine erfolgreiche Etablierung der neuen Bodenbearbeitungssysteme auch landtechnische und pflanzenbauliche Verbesserungen bzw. Anpassungen erforderlich sind. Maßnahmen des Pflanzenschutzes sind bei konservierender Bodenbearbeitung nicht als einzelne Maßnahme in einer bestimmten Kultur zu sehen, sondern vielmehr als Baustein eines Systems über die gesamte Fruchtfolge. So ist z.B. eine erfolgreiche Bekämpfung monokotyler Unkräuter in Blattfrüchten notwendig, um der Problematik sich erhöhender Ungrasdichten in Getreidewinterungen zu begegnen. Ein weiteres Beispiel wäre der Einbau einer Sommerung in eine Fruchtfolge, bestehend aus Winterungen, welche als einzelne Frucht betrachtet eine geringere ökonomische Vorzüglichkeit besitzt, aber im System die spezifischen Pflanzenschutzprobleme der Winterungen verringert und somit über die Fruchtfolge berechnet zu einer höheren Wirtschaftlichkeit beiträgt.

Die laufenden Untersuchungen zeigen auch, dass gerade bei Bodenbearbeitungsversuchen langfristige Untersuchungen notwendig sind, um die sich langsam aufbauenden Problematiken zu erfassen. Ein Beispiel hierfür ist die erstmalige Zunahme der Befallshäufigkeit der Krankheit *Sclerotinia sclerotiorum* in Winterraps bei abnehmender Bodenbearbeitungsintensität im siebten Versuchsjahr.

Nach Lösungsmöglichkeiten für die spezielle Frage der Fusarium/Mykotoxin-Problematik in Winterweizen nach Körnermais wird derzeit in Zusammenarbeit mit Einrichtungen der Hochschulen und des amtlichen Dienstes gesucht. Die Bearbeitung des Problems „Schadfraß durch Schnecken“ wird in Zusammenarbeit mit deutschen Partnern (Hochschule, amtlicher Dienst, private Beratung) und einer britischen Forschungseinrichtung in einem Gemeinschaftsprojekt durchgeführt (UFOP gefördert). Die Untersuchungen zur Wirtschaftlichkeit spezieller Fruchtfolgen in Systemen konservierender Bodenbearbeitung erfolgt in Kooperation mit Forschungseinrichtungen des Bundes und der Länder (BLE und UFOP gefördert).

---

<sup>1</sup> Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland, E-Mail: h.kreye@bba.de



## Moderne Pflanzenschutzgeräte

H. Ganzelmeier<sup>1</sup>

Um die Menschen ausreichend mit Nahrungsmitteln zu versorgen, müssen Nutzpflanzen angebaut und gesund erhalten sowie Erntegüter geschützt werden.

Der chemische Pflanzenschutz spielt hierbei eine zentrale Rolle, insbesondere wenn man bedenkt, dass bis zum Jahr 2050 der Nahrungsmittelbedarf auf mehr als das Doppelte ansteigen wird und die Vor- und Nachernteverluste durch Schadorganismen zwischen 25 und 50 % (vorsichtige Schätzung) liegen.

Zur Durchführung von Pflanzenschutzmaßnahmen sind Pflanzenschutzgeräte erforderlich, die sowohl den praktischen Erfordernissen als auch den heutigen hohen Standards hinsichtlich Verbraucher-, Umwelt-, und Anwenderschutz entsprechen müssen. Pflanzenschutzgeräte haben sich zu leistungsstarken Maschinen mit computergestützter Dosierung und Verteilung entwickelt. Diese Entwicklung wird sich fortsetzen.

### Wo steht der Pflanzenschutz?

Der Pflanzenschutz ist gekennzeichnet durch eine hochwertige Pflanzenschutzmittel-Zulassung, um nur verantwortbare Pflanzenschutzmittel in den Markt gelangen zu lassen, durch einwandfrei und zuverlässig funktionierende Pflanzenschutzgeräte, die einem gesetzlich vorgeschriebenem technischen Mindeststandard entsprechen und unnötige Belastungen von Mensch, Tier und Naturhaushalt vermeiden helfen und durch sachkundige Anwender.

Pflanzenschutzgeräte unterliegen in Deutschland gesetzlichen Regelungen, die Hersteller und Vertriebsunternehmer verpflichten, nur Geräte auf den Markt zu bringen, die dem Stand der Technik entsprechen und die Besitzer von Pflanzenschutzgeräten verpflichten, ihre in Gebrauch befindlichen Geräte in einem zeitlichen Rhythmus von längstens zwei Jahren von autorisierten Fachwerkstätten überprüfen zu lassen. Diese umfassenden Regelungen für Pflanzenschutzgeräte sind einzigartig in der EU und haben ganz beträchtlich zu einer exakten Dosierung und gleichmäßigen Verteilung der Pflanzenschutzmittel beigetragen.

### Welchen Beitrag kann die moderne Pflanzenschutzgeräte-Technik zur weiteren Verbesserung leisten?

Der Pflanzenschutz wird auch für die nächsten Jahrzehnte von der Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel bestimmt, zu deren Ausbringung hochtechnisierte Pflanzenschutzgeräte eingesetzt werden. Verfahren und Einrichtungen, die zum Zwecke des Pflanzenschutzes eingesetzt werden und ohne bzw. mit geringen Mengen an Pflanzenschutzmitteln arbeiten, werden weiter an Bedeutung gewinnen.

Die Anwendungstechnik trägt in ganz unterschiedlicher Weise zum Pflanzenschutz und damit zur Ernährungssicherung bei:

- Sie stellt sicher, dass Pflanzenschutzmaßnahmen zeitnah, präzise, zuverlässig und umweltschonend durchgeführt werden können.
- Sie trägt in beträchtlichem Maße zur Risikominderung bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln bei.
- Sie trägt dazu bei, die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln auf das „notwendige Maß“ zu beschränken.
- Sie stellt innovative Techniken/Verfahren bereit, die ohne bzw. mit geringen Mengen Pflanzenschutzmitteln auskommen.

Im Einzelnen geht es hierbei um folgende technische Entwicklungen:

1. Durch technische Innovationen, insbesondere im Düsenbereich ist es gelungen, praxisnahe Lösungen zu erarbeiten, die eine wirksame und umweltverträgliche Verwendung der Pflanzenschutzmittel erlauben. Die BBA führt das Verzeichnis „Verlustmindernde Geräte“ und trägt **driftarme Pflanzenschutzgeräte** entsprechend ihrer Driftminderung in die Abdriftminderungsklassen 50/75/90 und 99 % ein. Die Zulassung nimmt darauf Bezug und weist in Anwendungsbestimmungen für Gewässer und Biotop verkürzte Mindestabstände für abdriftmindernde Geräte aus.
2. In Zukunft werden **Spritzcomputer** bei der Regelung der Ausbringungsmenge auch die Windgeschwindigkeit, -richtung sowie die Lage und Entfernung des Spritzgerätes zu Oberflächengewässern mit einbeziehen. Das Pflanzenschutzgerät wird dann im gewässernahen Bereich, den Abstandsaufgaben des jeweiligen Pflanzenschutzmittels entsprechend, automatisch auf abdriftarme Düsen umgeschaltet, ggf. der Spritzvorgang sogar unterbrochen.

---

<sup>1</sup> Biologische Bundesanstalt, Fachgruppe Anwendungstechnik, Messeweg 11/12, 38104 Braunschweig

3. Pflanzenschutzgeräte mit **technischen Einrichtungen zur Einsparung von Pflanzenschutzmitteln** (wie Sensorgeräte, Recyclinggeräte) können in erheblichem Umfang dazu beitragen, die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln auf das „notwendige Maß“ zu beschränken. Es ist beabsichtigt, auch Pflanzenschutzgeräte hinsichtlich ihres Einsparungspotenzials zu bewerten.
4. **Precision Farming** im Pflanzenschutz bedeutet, dass Unkraut nur dort bekämpft wird, wo es bestimmte Schadschwellen überschritten hat. Mit Hilfe von optischen Sensoren und Methoden der Bildverarbeitung wird derzeit versucht, das Unkraut zu erkennen und zu lokalisieren.  
Dem nesterweisen Auftreten von Unkräutern, z. B. der Ackerkratzdistel, kann mittelsparend durch die Nutzung von Direkteinspeiseverfahren begegnet werden. Ganzflächenbehandlungen lassen sich dadurch vermeiden.
5. In **biologischen Pflanzenschutzverfahren** werden z. B. insektenpathogene Bakterien und Viren von den zu bekämpfenden Schädlingen bei Fraß aufgenommen werden, um zur Wirkung kommen zu können. Zur Bekämpfung des Maiszünslers werden in Deutschland auf ca. 10 000 ha/Jahr Trichogramma-Schlupfwespen eingesetzt.  
Stechmückenlarven werden überwiegend mit *Bacillus thuringiensis* ssp. *israelensis* bekämpft. Hierfür wird ein Eisgranulat als Trägermedium verwendet, das mit dem Hubschrauber ausgebracht wird und die Bakterien an der Wasseroberfläche hält.

# Weiterentwickelte Bewässerungstechniken für eine sichere und umweltschonende Pflanzenproduktion

H. Sourell<sup>1</sup>

## 1 Aus globaler Sicht

Die Bewässerung landwirtschaftlicher Kulturen ist eine der effektivsten Maßnahmen zur Sicherung der Erträge. Das gilt in besonderem Maße für die semi-ariden und ariden Klimagebiete. Nach Angaben der FAO (1995) werden weltweit ca. 250 Mio. ha bewässert, das sind 17,2 % der insgesamt landwirtschaftlich genutzten Fläche (*arable land and land under permanent crops*) in der Welt. Auf dieser Fläche werden heute ca. 40 % der Nahrungsmittel erzeugt.

Die Nahrungsmittelerzeugung auf der Bewässerungsfläche wird weiter steigen müssen, wenn es gelingen soll, eine hinreichende Nahrungsmittelversorgung weltweit zu gewährleisten. Denn die globalen Probleme der Menschheit sind z. B.:

- Bevölkerungswachstum,
- Energieerzeugung und -verbrauch,
- Trinkwasserverfügbarkeit,
- Umweltbelastungen.

Um den globalen Problemen der Menschheit Rechnung zu tragen, muss in erster Linie die Welternährungslage verbessert werden. Deshalb muss die landwirtschaftliche Erzeugung vor allem durch Ertragssteigerungen auf der vorhandenen Fläche bei nachhaltiger und standortgerechter Nutzung der verfügbaren Boden- und Wasserressourcen sowie mit ökonomisch und ökologisch vertretbarem Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln und Bewässerung erhöht werden". Scholz (1997) schreibt zugespitzt: „...wenn dies nicht geschieht, gehen die globale Armut und der Hunger auf Reisen.“ Die UNESCO hat anlässlich des Internationalen Jahres des Süßwassers (2003) einen „Welt-Wasser-Entwicklungsbericht“ vorgelegt ([www.unesco.de](http://www.unesco.de)). Einleitend wird festgestellt, dass die Erde am Beginn des 21. Jahrhunderts vor einer ernsthaften Wasserkrise steht: „Es ist eine Krise des Wasser-managements, verursacht im Wesentlichen durch unsere falsche Bewirtschaftung von Wasser. Die wirkliche Tragödie bilden jedoch die Auswirkungen auf das tägliche Leben armer Menschen.“

## 2 Aus bewässerungstechnischer Sicht

Die bisher beschriebene Problematik führt zu der Forderung, dass mit jedem aufgewendeten Millimeter Wasser eine größere Menge landwirtschaftlicher Produkte erzeugt wird (Verbesserung der Effizienz der Wassernutzung). Ein Weg zur Erhöhung der Effizienz ist im technischen Fortschritt zu sehen, nämlich den Einsatz von Bewässerungsverfahren zu verbessern.

Im Verlauf der Entwicklung der Beregnungstechnik wurde eine Vielzahl von Lösungen geschaffen, die das Ziel verfolgten, den Beregnungsablauf technisch, organisatorisch und ökonomisch zu verbessern. Der mit der Mechanisierung verbundene höhere Kapitaleinsatz zwingt dazu, die für die Produktion benötigten Betriebsmittel noch effizienter als bisher einzusetzen. Übertragen auf das Betriebsmittel "Beregnung", können vor allem über einen effizienteren Einsatz von Wasser und Energie Betriebskosten gesenkt und wertvolle Ressourcen eingespart werden (Sourell, 1991).

Es ist das Anliegen betriebstechnischer Forschung, Wege für eine verfahrensbedingte Verringerung des Energie- und Wassereinsatzes bei der Beregnung landwirtschaftlicher Kulturen zu analysieren, weiterzuentwickeln und zu erproben. Es gilt, nach neuen Möglichkeiten zu suchen, um den Wasser- und Energieeinsatz bei der Feldberegnung so effizient wie möglich zu gestalten.

Aus diesen Überlegungen heraus lässt sich folgender Forschungsbedarf formulieren:

1. Weiterentwicklung von Lösungen zur Verbesserung von Einsatzsteuerung und Wasserverteilung bei der Bewässerung, und zwar nicht nur unter dem Aspekt der Optimierung der Wasserversorgung von Kulturpflanzen, sondern auch zum Zwecke einer sparsamen, ökologisch vertretbaren Nutzung des Wasserdargebots sowie zur Vermeidung bzw. Reduzierung von Stoffein- und -austrägen.

---

<sup>1</sup> Institut für Betriebstechnik und Bauforschung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL); Bundesallee 50, 38116 Braunschweig, E-Mail: [heinz.sourell@fal.de](mailto:heinz.sourell@fal.de)

2. Beurteilung der grundlegenden Eignung und Zuordnung vorhandener Bewässerungsverfahren am gegebenen Standort nach betriebstechnischen Methoden (technische, arbeitswirtschaftliche und monetäre Bewertung).
3. Weiterentwicklung einer umweltschonenden, wasser- und energiesparenden Berechnungstechnik.
4. Managementstrategien für eine intelligente Bewässerung mit teilflächenspezifischer Wasserverteilung unterstützt von einem präzisen Einsatzsteuerungsprogramm und modernen Kommunikationswegen zwischen Feld und Hof.

Aus diesen Forschungsaufgaben im Bereich der Bewässerung ist zu erkennen, dass dem Landwirt und der Administration in einer sich politisch und ökologisch rasant verändernden Welt wissenschaftlich abgesicherte Ergebnisse über neue Technologien als Entscheidungshilfe an die Hand gegeben werden müssen. Dabei sind die genannten Forschungsziele in gleichem Maße für die Länder Osteuropas und der Dritten Welt relevant. Problemlösungen sind auch dort zugänglich zu machen.

### **3 Kooperationen**

Das Institut für BB pflegt eine Reihe von Kooperationen im Bereich der Bewässerung mit: Ägypten, Jordanien, Spanien, Türkei. Gemeinsame Projekte und Wissenschaftlertausch mit Promotion werden durchgeführt.

### **Literatur**

Scholz H (1997) Die Ernährung der Menschen auf der Erde sichern. Berichte über Landwirtschaft 75: 1-11

## Relevance of Phytase Activity for the P-Utilisation in Pigs

A. Berk, U. Schlemmer, E. Schulz<sup>1</sup>

### Aim of the project

Little is known about the activity of alkaline phosphatases and phytases in the different parts of the gut of pigs and about their effects on the phytate degradation in the digestive tract. Phytate, the salt of *myo*-inositol 1,2,3,4,5,6 hexakis dihydrogen phosphate (IP<sub>6</sub>) is widely distributed in plants. As a storage form of phosphorus and minerals, phytate is essential for germination processes in seeds and hence it is present in all sorts of plant seeds. The concentration of phytate in cereals, legumes and nuts ranges from ~1 to 3 % (Ingelmann *et al.*, 1993). Predominately, phytate is present in unprocessed feed and food, but can be strongly degraded during processing including fermentation (Phillippy *et al.*, 1988) while heat treatment up to boiling temperature causes only minor degradation (Schlemmer *et al.*, 1995). Under the acidic conditions of the stomach, phytic acid binds bi- and trivalent cations and precipitates at neutral pH of the small intestine. Thereby, it inhibits the intestinal absorption of trace elements and minerals and has, therefore, been regarded as an antinutrient for decades. In the last few years, however, beneficial properties of phytic acid such as antioxidative (Graf *et al.*, 1984, Rimbach and Pallauf, 1998) and anticarcinogenic activities (Shamsuddin *et al.*, 1997) as well as 'second messenger' function of certain phytate hydrolysis products (DL-Ins(1,4,5)P<sub>3</sub> and DL-Ins(1,3,4,5)P<sub>4</sub>; Berridge and Irvine, 1989) have been reported. These findings have revived discussions of the significance of phytic acid and other inositol phosphates in nutrition. Information as to the part of the gut in which phytate degradation takes place and which enzymes are involved, however, is scarce. The present study, therefore, was designed to gain more clarity about the whole mechanism of phytate degradation in the gut.

### Methods

Finishing pigs (99-102 kg, bw) were fed two different diets (17 d), one high (control diet A) and one low (experimental diet B) in activity of feed enzymes. The composition of both diets was the same, however, the cereals of the one diet were extruded to inactivate feed enzymes. Pigs were slaughtered 5 hours after the last feeding and chyme from the stomach, small intestine and colon was removed. Chyme from stomach, small intestine and colon was collected, homogenised, pH measured, the inositol phosphate isomers analysed and the activity of phytases and alkaline phosphatases determined.

In feed and faeces, total phosphorus (P) and phytate-phosphorus were determined according to the Official Method of Analysis (1986).

### Results

Phytase activity for the control diet in feed, stomach, small intestine and colon was  $43.1 \pm 2.1$ ,  $3.7 \pm 0.6$ ,  $0.9 \pm 0.3$  and  $2.2 \pm 0.1$  and for the extruded diet  $0.2 \pm 0.1$ ,  $0.3 \pm 0.2$ ,  $0.7 \pm 0.2$  and  $1.8 \pm 0.1$  mU/mg protein, respectively. Activity of alkaline phosphatases in the small intestine and in the colon for the control diet was  $146 \pm 37$  and  $29.9 \pm 6.9$  and for the extruded diet  $153 \pm 43$  and  $39.3 \pm 5.8$  mU/mg protein, respectively.

For the control diet, high content of phytate hydrolysis products (IP<sub>2</sub>-IP<sub>5</sub>)(58.1  $\pm$  13.8 %) of total inositol phosphates was found in the gastric chyme of the stomach, indicating strong phytate degradation in the stomach of pigs fed the control diet rich in phytases. For the extruded diet 16.8 $\pm$ 4.1 % of total inositol phosphates were IP<sub>2</sub>-IP<sub>5</sub>, indicating only low phytate degradation in the stomach of pigs fed the extruded, phytase-deactivated diet. The distribution of total inositol phosphates in the liquid and solid phase of the stomach chyme at the mean pH ~ 4.3-4.6 was similar for both diets, showing 56.5  $\pm$  13.1 % (diet A) and 66.7  $\pm$  8.6 % (diet B) of total inositol phosphates as soluble. The content of soluble phytate, however, was higher for the extruded diet (51.8  $\pm$  6.9 %) than for the control diet (10.7  $\pm$  1.5 %) due to the missing degradation by inactivated phytases in the extruded diet; the content of insoluble phytate, however, was the same for both diets (31.2  $\pm$  3.5 % and 31.4  $\pm$  6.4 % for diet A and diet B, respectively), based on the insusceptibility of insoluble phytate to enzymatic hydrolysis.

In the small intestinal chyme, higher concentrations of inositol phosphates than in the stomach were determined. Compared with the stomach, the same inositol phosphate isomers were found except for DL-Ins(1,3,4,5)P<sub>4</sub> and DL-Ins(1,4,5)P<sub>3</sub>. The distribution of total inositol phosphates in the liquid and solid phase, however, varied depending on the increased pH (~ pH 6.6) and the content of soluble inositol phosphates was much lower (13.1  $\pm$  1.7 % and 4.3  $\pm$  0.9 % for diet A and diet B, respectively) than in the stomach. High phosphorylated inositol phos-

<sup>1</sup> Institute of AN, FAL and INP. BFE.

phates (IP<sub>6</sub>, IP<sub>5</sub>) showed low solubility (<14%) and lower phosphorylated inositol phosphates (IP<sub>3</sub>, IP<sub>2</sub>) higher solubility (35 to 75 %) in the small intestinal chyme, similar for both diets. Phytase activity in the chyme of the small intestine for the control diet (~ 1 mU/mg protein) was only about 1/4 of that found in the stomach.

For the control diet, the composition of inositol phosphate isomers in the colon chyme was completely different from that in the small intestine. High concentration of IP<sub>6</sub>, along with low concentration of IP<sub>2</sub> - IP<sub>5</sub> was observed. For the control diet, decreasing concentration of total inositol phosphates from small intestine to colon (2,714 ± 484 to 1,419 ± 394 nmol/g chyme, ww), parallel to an almost constant IP<sub>6</sub> concentration (1,224 ± 340 and 1,119 ± 311 nmol/g chyme, ww), showed predominant degradation of the lower phosphorylated inositol phosphates (IP<sub>2</sub> - IP<sub>5</sub>). The decrease in total inositol phosphates from small intestine to colon was similar for both diets (diet A: 47.7 %, diet B: 57.1 %), while the decrease in IP<sub>6</sub> was significantly higher ( $P < 0.05$ ) for the phytase-inactivated than for the control diet (2,213 ± 648 to 877 ± 305 and 1,224 ± 340 to 1,119 ± 311 nmol /g chyme, ww). Total phosphate concentration of P<sub>1</sub> and IP<sub>1</sub> as an indicator for intensive hydrolysis of inositol phosphates was also significantly higher ( $P < 0.05$ ) for the extruded than for the control diet. Phytase activity for the control diet increased about two fold from small intestine to colon, reaching a common level with the extruded diet at ~2 mU/mg protein, while alkaline phosphatase activity from small intestine to colon decreased strongly (~150 to ~35 mU/mg protein for both diets). The main inositol pentaphosphates were DL-Ins(1,2,4,5,6)P<sub>5</sub>, typical of microbial phytases (Cosgrove, 1970), and DL-Ins(1,2,3,4,5)P<sub>5</sub>, typical of *Escherichia coli* phytases (Greiner *et al.*, 1993). From colon to faeces a continuing decrease in inositol phosphates occurred and a high concentration of IP<sub>6</sub> along with a low concentration of IP<sub>2</sub> - IP<sub>5</sub> were determined. Distribution of inositol phosphates in the liquid and solid phase was not evaluated due to the very low quantity of soluble inositol phosphates (< 3 % of total inositol phosphates in the faeces). On the basis of the mean daily intake and excretion of phytic acid (5 d) per animal, the mean degradation of phytic during the passage throughout the digestive tract was calculated. The results show very similar degradation of phytic acid for both diets (diet A: 97.4 ± 2.3 %; diet B: 97.7 ± 2.2 %). The mean apparent digestibility of total phosphorus per day and animal, however, was significantly different ( $P < 0.05$ ) for the control and the extruded diet (45.7 ± 3.3 % and 29.5 ± 5.1 %, respectively).

### Cooperation

The present study was a cooperation between the Institute of Animal Nutrition, Federal Agricultural Research Centre, Braunschweig, (FAL), experienced in all kind of animal studies and the Institute of Nutritional Physiology of the Federal Research Centre of Nutrition, Karlsruhe, (BFE), involved in various projects concerning the nutritional activity of phytate and other inositol phosphates, using pigs as model for humans and also as target species.

### Conclusions and further research demand

For monogastric animals such as pigs, total phytate degradation in the digestive tract for both diets is almost complete. To utilise phytate-phosphorus, however, phytate hydrolysis has to take place in the stomach as phosphate is absorbed in the small intestine. To improve phytate degradation in the stomach, high phytate release from the feed matrix along with sufficient phytase activity in the gastric chyme has to be achieved. As the contribution of endogenous phytases in the stomach and small intestine to the phytate hydrolysis is neglectable the addition of microbial phytases to the feed is essential to increase phytate phosphorus digestibility. The mechanism of phytic acid degradation found in pigs can be transferred to humans. As cereals and legumes are normally heat treated during preparation, intrinsic food phytases are non active in the consumed food. The degradation of phytate from the phytase-inactivated diet, therefore, represents the phytate hydrolysis in the human gut. This means that in humans no gastric phytate hydrolysis occurs, but strong degradation in the large intestine. To use the antioxidative and anticarcinogenic activity of phytic acid for colon cancer protection, however, a high content of phytate in the colon is required.

### References

- Berridge MJ, Irvine RF (1989) Inositol phosphates and cell signalling. *Nature* 341: 197-205
- Graf E, Mahony JR, Byrant RG, Eaton JW (1984) Iron-catalyzed hydroxyl radical formation. *J. Biol. Chem.* 259: 3620-3624
- Greiner R, Konietzny U, Jany KD (1993) Purification and Characterisation of two phytases from *Escherichia coli*. *Arch. Biochem. Biophys.* 203: 107-113
- Ingelmann HJ, Rimbach G, Pallauf J (1993) Phytinsäure - ein antinutritiver Faktor? *Ernährungsumschau* 40: 400-404
- Official Methods of Analysis, Changes in Methods (1986) Phytate in foods, anion exchange method, *J. Ass. Off. Anal. Chem.* 69: 356-357
- Phillippy BQ, Johnstonn MR, Tao SH, Fox MRS (1988) Inositol phosphates in processed foods. *J. Food Sci.* 53: 496-499
- Schlemmer U (1995) Phytinsäure und Phytasen in der Human und Tierernährung *Proceedings of the 5<sup>th</sup> Symposium on: Vitamins and Additives in Human and Animal Nutrition*, University of Jena, Germany, pp 354-365
- Shamsuddin AM, Vucenik I, Cole KE (1997) IP<sub>6</sub>: A novel anticancer agent. *Life Sci.* 64: 343-354

## Einsatz von gekeimtem Getreide als Futtermittel

C. Kurpjun<sup>1</sup>, S. Seddig, G. Jansen, H.-U. Jürgens, W. Flamme

Die EU-Verordnung 1804/1999 regelt die Einbeziehung der tierischen Erzeugung in den Geltungsbereich der Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 über den ökologischen Landbau und die entsprechende Kennzeichnung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse und Lebensmittel. Danach müssen im ökologischen Landbau alle Tiere nach den Grundregeln dieser Verordnung gehalten werden. Das Futter soll den ernährungsphysiologischen Bedarf der Tiere decken und aus dem ökologischen Anbau stammen. Dafür dürfen bis August 2005 in begrenztem Umfang konventionelle Futtermittel zugesetzt werden, wenn eine ausschließliche Versorgung mit Futtermitteln aus dem ökologischen Anbau nicht möglich ist. Für die Geflügelfütterung bedeutet das einen zulässigen Höchstanteil an konventionellem Futter von 20 % im Jahr (max. 25 % Trockenmasse am Tag).

Bislang werden dafür besonders die konventionellen Komponenten Maiskleber und Kartoffeleiweiß, die als Nebenprodukte bei der Stärkegewinnung anfallen, eingesetzt. Vergleichbare ökologische Produkte sind z. Z. nicht verfügbar. Unter diesem Aspekt ist zu klären, ob eine ausreichende Nährstoff- und Eiweißversorgung über den Einsatz von 20 % Getreidekeimlingen in der Futtermischung gewährleistet werden kann, die damit zu 100 % ökologischer Herkunft ist.

In einem, im Rahmen des Bundesprogramms ökologischer Landbau, geförderten Projekt werden alle nachfolgend aufgeführten Parameter analysiert. Proteine, Stärken, Nichtstärkepolysaccharide, Zucker und Fette als wertgebende Inhaltsstoffe sowie Auswuchs, Pilzbefall und Mykotoxine als dominierende Schadfaktoren in Getreide stehen dabei im Mittelpunkt des Interesses.

Ziel ist es, Kriterien für die optimale Prozessführung der Keimung und eine hohe Produktqualität der Keimlinge zu sichern, um eine hochwertige Futterkomponente aus dem ökologischen Landbau für die Tierernährung bereitzustellen.

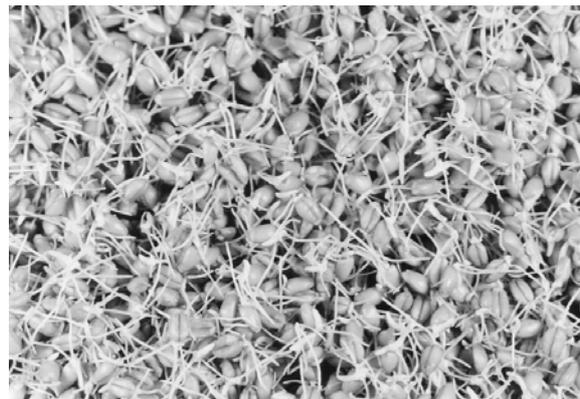
Je 3 Winterweizen-, Sommerweizen- und Triticalesorten aus dem ökologischen Anbau sind Gegenstand der analytischen Untersuchungen. Ergänzend zum Sortiment wurden eine Palerbsen-, 4 Spelzweizen-, 3 Roggen und eine Gerste zur Prüfung der Futterwertigenschaften einbezogen.

Die Sorten wurden im Berghof-Keimautomat (BK 8), ausgestattet mit Spezialprogrammen von OWISAN, 48 h gekeimt (Abb. 1). Anschließend wurden die Keimlinge bei  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  eingefroren, 48 h gefriergetrocknet und dann zu Vollschrot vermahlen. Mit dem Keimautomat kann die Herstellung von Keimlingen konstanter Qualität erzielt werden (Abb. 2).

Abbildung 1: Keimautomat der Firma Berghof Elektronik und Umwelttechnik GmbH Nfg KG



Abbildung 2: Weizen (Drifter) 48 h im Keimautomat gekeimt



Folgende Inhaltsstoffe und Eigenschaften wurden ermittelt:

- Rohproteingehalt und Reinproteingehalt nach Fällung mit Trichloressigsäure ( $N \times 6.25$ ) nach Kjeldahl
- Gesamtstickstoffgehalt mit dem C-N-S Analysator
- Stärkegehalt polarimetrisch nach Ewers

<sup>1</sup> Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen, Institut für Stressphysiologie und Rohstoffqualität, Rudolf-Schick-Platz 3, 18190 Groß Lüsewitz, bafz-sr@bafz.de

- Pentosane (Nichtstärkepolysaccharide) nach Hydrolyse und Messung von Arabinose und Xylose mittels HPLC (Jürgens u.a., 2002)
- $\alpha$ -Amylaseaktivität mit der Ceralpha-Methode (McCleary und Sheehan, 1987)
- $\beta$ -Amylase mittels Betamyl-Methode (Mathewson und Seabourn, 1983; McCleary und Codd, 1989)
- Limit-Dextrinase mit der Limit-Dextrizym Methode (McCleary, 1992)
- Mykotoxine mit dem ELISA-Test (NEOGEN Veratox® Testkit der Fa. BAG)
- Verkleisterungskurve mittels modifiziertem Rheometer (Flamme u.a., 1985)

$\alpha$ -Amylase als stärkeabbauendes Enzym ist ein sensibler temperaturabhängiger Indikator für die Beschreibung des Keimungsverlaufes. Zur Ermittlung optimaler Keimbedingungen wurden ausgewählte Sorten bei 20 °C, 25 °C und 30 °C für eine Dauer von 24-144 h gekeimt. Durch den schnellen Anstieg der  $\alpha$ -Amylaseaktivität während der Keimung (Abb. 3) wird Stärke zunächst geschädigt und dann mit Hilfe der vorhandenen  $\beta$ -Amylase und Limit-Dextrinase zu niedermolekularen Zuckern abgebaut. Das Ausmaß des Stärkeabbaus geht aus den rheologischen Untersuchungen hervor. Nach ca. 72 h Keimung steigt auch die Aktivität der Limit-Dextrinase sehr schnell an. Die  $\beta$ -Amylase bleibt bis 96 h Keimdauer nahezu konstant. Beim Rohproteingehalt (Abb. 4) und den Nichtstärkepolysacchariden wurden nur geringe Zunahmen beobachtet.

Abbildung 3: Veränderung der  $\alpha$ -Amylaseaktivität bei unterschiedlichen Keimbedingungen in Feuchtekammern und im Keimautomat (KA), Weizen (Drifter)

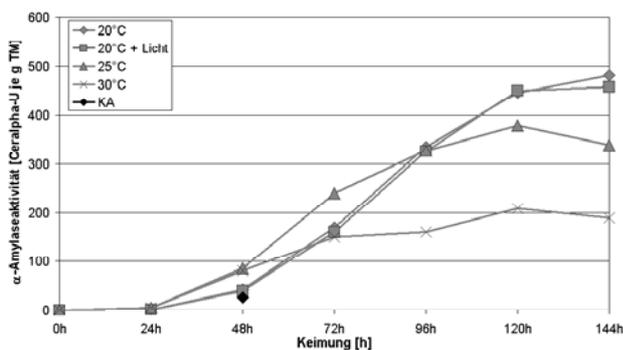
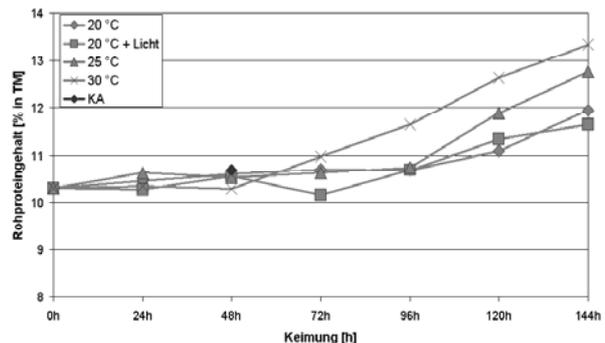


Abbildung 4: Veränderung des Rohproteingehalts bei unterschiedlichen Keimbedingungen in Feuchtekammern und im Keimautomat (KA), Weizen (Drifter)



Eine Belastung des Untersuchungssortimentes mit Mykotoxinen konnte nicht festgestellt werden.

Das aufgezeigte Konzept und die Untersuchungsergebnisse sind Bestandteil eines Verbundprojektes. So ist die Fa. OWISAN verantwortlich für die Analyse des Getreideinhaltsstoffes Phytinsäure, welcher durch Komplexbildung mit Metallen und Spurenelementen den Futterwert mindert.

Die Arbeitsgruppe Angewandte Nutztierethologie und Artgemäße Tierhaltung der Universität Kassel verfüttert die Keimlinge an Hühner und ermittelt den Futterverzehr, die Legeleistung, die Gewichtszunahme und den Gesundheitszustand der Tiere.

Aminosäure- und Vitamingehalte der Keimlinge werden in der ersten Projektphase von der LUFA Kiel bestimmt.

## Literatur

- Flamme W, Stölken B, Passenheim M, Flamme E, Richter G, Müller E (1985) Bestimmung der Verkleisterungseigenschaften von Roggenschrot, -mehl oder -stärke mit dem modifizierten Rotationsviskosimeter Rheotest. 2. Information der ZG Winterroggen 10:327-329
- Jürgens H-U, Flamme W, Jansen G (2002) Content, Composition and Characteristics of Pentosans (Arabinoxylans) in Rye Grain. Hannover: DGQ, pp 81-86, XXXVII Vortragstagung
- Mathewson P R, Seabourn B W (1983) A new procedure for specific determination of  $\beta$ -amylase in cereals. Journal of Agriculture and Food Chemistry 31:1322-1326
- McCleary BV (1992) Measurement of the content of limit-dextrinase in cereal flours. Carbohydrate Research 227:257-268
- McCleary BV, Codd R (1989) Measurement of  $\beta$ -amylase in cereal flours and commercial enzyme preparations. Journal of Cereal Science 9:17-33
- McCleary B V, Sheehan H (1987) Measurement of Cereal  $\alpha$ -Amylase: A New Assay Procedure. Journal of Cereal Science 6:237-251

## Alphabetisches Verfasserverzeichnis

Addo, P.	57	Ganzelmeier, H.	105	Rahmann, G.	91, 93, 95
Adler, C.	101	Geisen, R.	57	Reim, S.	81
Alam, R.	93	Hallmann, J.	89	Rivas, M.	33
Azeke, M.A.	45	Haneklaus, S.	35, 49	Rodemann, B.	55
Balko, C.	85	Hanke, V.	71, 81	Salamon, P.	19
Beebe, S.	47	Heimbach, U.	63	Schiemann, J.	77
Bender, J.	15	Hemme, T.	27	Schlauder, R.	31
Berk, A.	109	Holzapfel, W.H.	37, 45, 57	Schlemmer, U.	109
Bernard, M.	65	Isermeyer, F.	27	Schnug, E.	33, 35, 49, 97
Betsche, T.	41, 45	Jansen, G.	85, 111	Schroetter, S.	33
Bloem, E.	35	Jelkmann, W.	69	Schulz, E.	109
Brockmeier, M.	3, 19	Jürgens, H.-U.	111	Seddig, S.	85, 111
Brunsch, R.	31	Kimaryo, V.M.	37	Siegel, V.	43
Buening-Pfaue, H.	45	Kreye, H.	103	Souffrant, W.B.	47
Burth, U.	61	Kurpjun, C.	111	Sourell, H.	107
Chen, Z.	49	Lamas, M.	33	Sparovek, G.	97
Darsow, U.	73	Lebzien, P.	51	van der Steeg, J.	97
Darwish, S.	41	Leterne, P.	47	Stephan, D.	87
Deblitz, C.	27	Lindhauer, M.G.	11	Teniola, D.	57
Färber, P.	57	Massawe, G.A.	37	Unger, J-G.	59
Feldmann, F.	23	Meier, U.	29	Wang, S.	49
Fischer, C.	71	Müller, A.	5	Wang, Y.	49
Flachowsky, G.	3, 21, 51, 79	Müller, P.	59	Wegener, C.B.	75
Flachowsky, H.	81	Olasupo, N.A.	37	Weigel, H-J.	15, 17
Flamme, W.	85, 111	Ordon, F.	67	in der Wiesche, C.	51
Flaschel, E.	41	Peil, A.	71	Wohlleben, S.	25
Fleckenstein, J.	33	von Poschinger-Camphausen, U.	3	Zadril, F.	51
Freier, B.	61			Zaske, J.	31
Fretzdorff, B.	41, 45			Zimmermann, G.	99



220	Ingo Hagel (2000) <b>Auswirkungen einer Schwefeldüngung auf Ertrag und Qualität von Weizen schwefelmangelgefährdeter Standorte des Ökologischen Landbaus</b>	7,00€
221	Franz-Josef Bockisch (Hrsg.) (2000) <b>Beurteilung der raumklimatischen Wirkungen von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen</b>	7,00€
222	Margret Lahmann (2001) <b>Prognose der Nachfrage nach Milch und Milcherzeugnissen in Deutschland und Frankreich bis zum Jahre 2005</b>	12,00€
223	Josef Kamphues und Gerhard Flachowsky (Hrsg.) (2001) <b>Tiernäherung - Ressourcen und neue Aufgaben</b>	17,00€
225	Hans-Wilhelm Windhorst and Aalt A.Dijkhuizen (eds.) (2002) <b>Product Safety and Quality Assurance</b>	7,00€
226	Jörg Hartung and Christopher M. Wathes (eds.) (2001) <b>Livestock Farming and the Environment</b>	7,00€
227	Franz Ellendorff . Volker Moennig . Jan Ladewig and Lorne Babiuk (eds.) (2002) <b>Animal Welfare and Animal Health</b>	7,00€
228	Eildert Groeneveld and Peter Glodek (eds.) (2002) <b>Animal Breeding and Animal Genetic Resources</b>	7,00€
229	Volker Moennig and Alex B. Thiermann (eds.) (2001) <b>Safeguarding Animal Health and in Global Trade</b>	7,00€
230	Nežika Petric (2001) <b>Pränatale Regulation des sexuellen Differenzierung von Luteinisierungshormon und Wachstumshormon, Genexpression und Sekretion beim Schwein</b>	7,00€
231	Bernhard Osterburg und Hiltrud Nieberg (Hrsg.) (2001) <b>Agrarumweltprogramme — Konzepte, Entwicklungen, künftige Ausgestaltung</b>	7,00€
232	Kerstin Panten (2002) <b>Ein Beitrag zur Fernerkundung der räumlichen Variabilität von Boden- und Bestandesmerkmalen</b>	7,00€
233	Jürgen Krahl (2002) <b>Rapsölmethylester in dieselmotorischer Verbrennung — Emmissionen, Umwelteffekte, Optimierungspotenziale</b>	10,00€
234	Roger J. Wilkins and Christian Paul (eds.) (2002) <b>Legume Silages for Animal Production — LEGSIL</b>	7,00€
235	Torsten Hinz . Birgit Rönnpagel and Stefan Linke (eds.) (2002) <b>Particulate Matter in and from Agriculture</b>	7,00€
236	Mohamed A. Yaseen (2002) <b>A Molecular Biological Study of the Preimplantation Expression of Insulin-Like Growth Factor Genes and Their Receptors in <i>In Vitro</i> Produced Bovine Embryos to Improve <i>In Vitro</i> Culture Systems and Embryo Quality</b>	8,00€
237	Mohamed Ali Mahmoud Hussein Kandil (2002) <b>The effect of fertilizers for conventional and organic farming on yield and oil quality of fennel (<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.) in Egypt</b>	7,00€
238	Mohamed Abd El-Rehim Abd El-Aziz Hassan (2002) <b>Environmental studies on coastal zone soils of the north Sinai peninsula (Egypt) using remote sensing techniques</b>	7,00€
239	Axel Munack und Jürgen Krahl (Hrsg.) (2002) <b>Biodiesel — Potenziale, Umweltwirkungen, Praxiserfahrungen —</b>	7,00€

240	Sylvia Kratz (2002) <b>Nährstoffbilanzen konventioneller und ökologischer Broilerproduktion unter besonderer Berücksichtigung der Belastung von Böden in Grünausläufen</b>	7,00€
241	Ulf Prübe and Klaus-Dieter Vorlop (eds.) (2002) <b>Practical Aspects of Encapsulation Technologies</b>	9,00€
242	Folkhard Isermeyer (Hrsg.) (2002) <b>Milchproduktion 2025</b>	9,00€
243	Franz-Josef Bockisch und Siegfried Kleisinger (Hrsg.) (2003) <b>13. Arbeitswissenschaftliches Seminar</b>	8,00€
244	Anja Gassner (2003) <b>Factors controlling the spatial specification of phosphorous in agricultural soils</b>	9,00€
245	Martin Kücke (Hrsg.) (2003) <b>Anbauverfahren mit N-Injektion (CULTAN) — Ergebnisse, Perspektiven, Erfahrungen</b>	7,00€
246	Jeannette van de Steeg (2003) <b>Land evaluation for agrarian reform. A case study for Brazil</b>	7,00€
247	Mohamed Faisal b. Mohd Noor (2003) <b>Critical assessment of a ground based sensor technique for addressing the nitrogen requirements of cereals</b>	7,00€
248	Esmat W. A. Al-Karadsheh (2003) <b>Potentials and development of precision irrigation technology</b>	8,00€
249	Andreas Siegfried Pacholsky (2003) <b>Calibration of a Simple Method for Determining Ammonia Volatilisation in the Field — Experiments in Henan, China, and Modelling Results</b>	9,00€
250	Asaad Abdelkader Abdalla Derbala (2003) <b>Development and evaluation of mobile drip irrigation with center pivot irrigation machines</b>	9,00€
251	Susanne Freifrau von Münchhausen (2003) <b>Modellgestützte Analyse der Wirtschaftlichkeit extensiver Grünlandnutzung mit Mutterkühen</b>	8,00€
252	Axel Munack . Olaf Schröder . Hendrik Stein . Jürgen Krahl und Jürgen Bünger (2003) <b>Systematische Untersuchungen der Emissionen aus der motorischen Verbrennung vom RME, MK1 und DK</b>	5,00€
253	Andrea Hesse (2003) <b>Entwicklung einer automatisierten Konditionsfütterung für Sauen unter besonderer Berücksichtigung der Tierleistung</b>	8,00€
254	Holger Lilienthal (2003) <b>Entwicklung eines bodengestützten Fernerkundungssystems für die Landwirtschaft</b>	8,00€
255	Herwart Böhm . Thomas Engelke . Jana Finze . Andreas Häusler . Bernhard Pallutt . Arnd Verschwele und Peter Zwerger (Hrsg.) (2003) <b>Strategien zur Regulierung von Wurzelunkräutern im ökologischen Landbau</b>	10,00€
256	Rudolf Artmann und Franz-Josef Bockisch (Hrsg.) (2003) <b>Nachhaltige Bodennutzung — aus technischer, pflanzenbaulicher, ökologischer und ökonomischer Sicht</b>	9,00€
257	Axel Munack und Jürgen Krahl (Hrsg.) (2003) <b>Erkennung des RME-Betriebes mittels eines Biodiesel-Kraftstoffsensors</b>	5,00€
258	Martina Brockmeier . Gerhard Flachowsky und Ulrich von Poschinger-Camphausen (Hrsg.) (2003) <b>Statusseminar Welternährung Beiträge zur globalen Ernährungssicherung</b>	9,00€

Viele frühere Sonderhefte sind weiterhin lieferbar.

Bei Interesse setzen Sie sich bitte mit Frau Röhm unter 0531-596-1403 oder [landbauforschung@fal.de](mailto:landbauforschung@fal.de) in Verbindung.