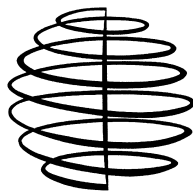

Beitrag der ökologischen Landwirtschaft zur Welternährung

- Forschung zur Lösung des Welternährungsproblems -

**Gutachten im Auftrag des Büros für
Technikfolgeabschätzung (TAB)**



**Johannes Kotschi
AGRECOL
Marburg
Januar 2010**

Inhaltsverzeichnis

0.	Zusammenfassung	4
1.	Einleitung	6
2.	Begründungszusammenhang	8
3.	Definition Ökologische Landwirtschaft	13
4.	Potentiale und Leistungen der ökologischen Landwirtschaft	16
	4.1 Produktion	
	4.2 Biodiversität	
	4.3 Klimaschutz und Anpassung an Klimawandel	
5.	Agrarforschung für Ökologische Landwirtschaft	22
	5.1 Die Entwicklung der Forschung im Ökolandbau	
	5.2 Wissenschaftsverständnis und Forschungsmethodik	
6.	Zukünftige Ausrichtung der Forschung - eine Ideensammlung	29
	6.1 Tropen und Subtropen	
	6.2 Gemäßigte Klimate	
	6.3 Standortübergreifende Fragen	
7.	Schlussfolgerungen und Empfehlungen	35
	ANHANG: Literaturnachweis	37

Danksagung

Bei der Erstellung dieser Studie standen zahlreiche Personen für Gespräche und die Beantwortung von Fragen zur Verfügung. Besonders danken möchte ich: Thomas Becker, Edward Cocking, Maria Finckh, Bo van Elzakker, Andreas Fließbach, Nikolai Fuchs, Manfred Fürst, Joachim Gabriel, Alexander Gerber, Manon Haccius, Jürgen Hess, Lukas Kilcher, Martin Körschens, Laszlo Radics, Gerold Rahmann, Joachim Raupp, Gunnar Rundgren, Winfried Schäfer, Otto Schmid, Eva Schmidtner, Berthold Schrimpf, Bernhard Schulz, Hartmut Spiess, Christine Stark, Charles Walaga, Bernhard Walter, Klaus- Peter Wilbois, Christine Zundel.

Abkürzungsverzeichnis

BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
CGIAR	Consultative Group on International Agricultural Research
CORE	Coordination of European Transnational Research in Organic Food
DFG	Deutsche Forschungsgemeinschaft
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EU	Europäische Union
FAO	Food and Agriculture Organization, United Nations
HUSHA	Centre on Humid and Semi-Humid Areas
ICARDA	International Center for Agricultural Research in the Dry Areas
ICRISAT	International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics
IFOAM	International Federation of Organic Agriculture Movements
ISOFAR	International Society of Organic Agriculture Research
NRO	Nicht Regierungsorganisation
ORCA	Organic Research Centre Alliance
Oxfam	Hilfs- und Entwicklungsorganisation
TP Organics	Technology Platform for organic food and farming
UBA	Umweltbundesamt

0. Zusammenfassung

Die Sicherung der Welternährung ist komplexer Natur. Produktionssteigerung allein führt nicht zum Ziel. Es geht um globale Verteilungsgerechtigkeit beim Zugang zu Produktionsmitteln (Boden, Wasser, Saatgut etc.) , um Ernährungsgewohnheiten mit unterschiedlichem Ressourcenverbrauch (z.B. Fleisch versus Pflanze) , um konkurrierende Formen von Landnutzung (Nahrungs- versus Bioenergieproduktion) um die Vermeidung von Ernteverlusten und letztlich um die alles verbindende Klammer eines Welthandels, für den Ernährungssicherung keine Zielgröße darstellt, und in dem Nahrungsmittelpreise zunehmend durch Spekulation geprägt sind.

Gegenstand dieses Gutachtens ist die Nahrungsproduktion. Mehr denn je stellt sich die Frage, wie angesichts begrenzter natürlicher Ressourcen (Boden, Wasser, Ökosystemleistungen, Biodiversitätsverlust und Klimawandel) mehr und dauerhaft produziert werden kann, um nicht nur die gegenwärtig Hungernden zu versorgen, sondern auch die für das Jahr 2050 prognostizierten 9 Milliarden Menschen.

Das vorliegende Kurzgutachten ist eine Materialie neben weiteren Studien und Materialien des TA-Projektes „Welchen Beitrag kann die Forschung zur Lösung des Welternährungsproblems leisten?“ im Auftrage des Deutschen Bundestages. Es untersucht die Leistungen der Ökologischen Landwirtschaft. Mit Blick auf die Produktion widmet es sich der Frage, welchen Beitrag die Forschung im Ökolandbau geleistet hat und zukünftig leisten kann.

Begründungszusammenhang

Seit Mitte des letzten Jahrhunderts und innerhalb von 50 Jahren hat sich die Weltgetreideproduktion verdreifacht. Im Wesentlichen gelang diese beispiellose Steigerung auf fruchtbaren Böden und mit intensivem Produktionsmitteleinsatz. Im Gegensatz dazu konnten kleinbäuerliche, ökologisch benachteiligte Regionen von diesem Trend kaum profitieren; vor allem in Afrika blieb das Produktionsniveau weitgehend unverändert und niedrig.

Dieser klassische Intensivierungsweg ist wenig geeignet für die weitere Steigerung globaler Nahrungsproduktion. In der Intensivlandwirtschaft auf Gunststandorten hat der Zuwachs der Flächenproduktivität kontinuierlich abgenommen, und die Produktion gelangt an ökonomische und ökologische Grenzen. An den weniger fruchtbaren, kleinbäuerlich bewirtschafteten Standorten haben sich gegenwärtige Intensivierungsstrategien als weniger geeignet erwiesen.

Deshalb muss über neue Strategien und über ein Neuverständnis von Intensivierung nachgedacht werden. Dabei liegt auf der Hand, dass Produktionsmittel (letztlich Nährstoffe, Energie und Wasser) effizienter genutzt werden müssen und die kleinbäuerliche Landwirtschaft (als bisher zu wenig genutztes Potential) wesentlicher Sub-Sektor einer zukünftigen Ernährungssicherungsstrategie werden muss. Für beide Aspekte liefert die konventionelle Landwirtschaft bisher kaum Ansatzpunkte. Inwieweit die ökologische Landwirtschaft dem gerecht werden kann, wird im Rahmen des Gutachtens untersucht.

Definition Ökologische Landwirtschaft

Leitgedanke der Ökologischen Landwirtschaft ist das Wirtschaften nach den Gesetzmäßigkeiten von Ökosystemen. Die Ökologische Landwirtschaft bedient sich dazu der Erkenntnisse der Ökosystemforschung. Sie verfolgt ökologische, wirtschaftliche und soziale Ziele und bedient sich detaillierter und verbindlicher Richtlinien um diese zu erreichen. Kontrolle und Zertifizierung sichern ihre Einhaltung, und in zahlreichen Ländern ist die Ökologische Landwirtschaft gesetz-

lich geregelt. Die Ökologische Landwirtschaft verfügt über 80 Jahre Erfahrung, hat einen Anteil von 5% am deutschen Lebensmittelmarkt und ist zu einem Motor für Innovation in der Landwirtschaft geworden.

Leistungen Ökologischer Landwirtschaft - Produktion

Weltweit besitzen Standorte mit mittlerer und niedriger Bodenproduktivität noch erhebliches Potential für Produktionssteigerung. Dies betrifft besonders den Klimagürtel der Tropen und Subtropen. Nach bisherigen Ergebnissen sind ökologische Produktionsmethoden gerade für diese Standorte sehr geeignet und den Methoden konventioneller Produktion häufig überlegen. Dagegen erbringt die konventionelle Landwirtschaft auf fruchtbaren Böden deutlich höhere Erträge. Betriebswirtschaftlich betrachtet ist der Ökolandbau in beiden Fällen sehr konkurrenzfähig.

Leistungen Ökologischer Landwirtschaft - Schutz der biologischen Vielfalt

Die Erhaltung der landwirtschaftlich biologischen Vielfalt nimmt seit etwa 150 Jahren beständig ab, und ihre Erhaltung ist inzwischen zu einer unabweisbaren Forderung an die Landwirtschaft geworden. In der Ökologischen Landwirtschaft ist die Biodiversität ein durchgängiges Gestaltungsprinzip, und wissenschaftlich ist belegt, dass ökologisch bewirtschaftete Landnutzungssysteme eine höhere Artenvielfalt aufweisen und dadurch elastischer auf Umweltstress-Faktoren reagieren können. Darüber hinaus lehrt die Pflanzenzüchtung, dass durch erhöhte genetische Vielfalt im Agrarökosystem die Ernährungssicherung verbessert werden kann.

Leistungen Ökologischer Landwirtschaft - Anpassung an den Klimawandel

Die Landwirtschaft gehört zu den Hauptverursachern der Klimaerwärmung. Das lässt sich ändern. Landwirtschaftliche Emissionen von Treibhausgasen können durch ökologische Produktionsmethoden z.T. deutlich gesenkt werden, zum einen durch geringeren Verbrauch fossiler Energie, zum anderen, indem die Verwendung von mineralischem Stickstoff reduziert oder wie im Ökolandbau gar nicht verwendet wird, denn dieser ist für die besonders klimaschädlichen Lachgas-Emissionen der Böden verantwortlich. Gleichzeitig kann die CO₂ Bindung durch Humusanreicherung im Boden und durch Agroforstwirtschaft in der Vegetation deutlich erhöht werden, letztlich mit dem Ergebnis, dass die Landwirtschaft trotz erhöhter Produktion klimaneutral wird.

Entwicklung der Agrarforschung im Ökolandbau

Über viele Jahrzehnte war die Ökolandbau-Forschung fast ausschließlich auf private Finanzierung angewiesen, denn nennenswerte staatliche Unterstützung wird erst seit etwa 25 Jahren gewährt. Auch heute ist die Zuweisung öffentlicher Gelder für diesen Sub-Sektor immer noch sehr gering. Immerhin ist das Forschungsvolumen deutlich gewachsen und die Anzahl beteiligter Organisationen stark angestiegen. In jüngster Zeit ist vor allem eine verstärkte Internationalisierung und Netzwerkbildung zu beobachten.

Wissenschaftsverständnis und Forschungsmethodik

Die Forschung im Ökolandbau beteiligt sich an einem Werte-Diskurs, den die Ökolandbau Bewegung seit ihren Anfängen führt. Dementsprechend orientieren sich neuere Planungen von Forschungsprogrammen an Leitbildern und Visionen zukünftiger Landwirtschaft. Wissenschafts-

theoretisch und Forschungsmethodisch werden in der Ökolandbau-Forschung neue Wege gesucht. Allerdings unterscheiden sich die aktuellen Methoden der Ökolandbau-Forschung nicht grundsätzlich von denen der allgemeinen Agrarforschung. Aber sie weisen andere Schwerpunkte auf, und ein Anfang in der Anwendung neuer Forschungsmethodiken ist zu erkennen.

Zukünftige Ausrichtung der Forschung – Grundsätzliches

Die Forschung zur Ökologischen Landwirtschaft sollte sich forschungsmethodisch, räumlich und inhaltlich neu ausrichten. Wesentliche Punkte sind:

- Der Ökosystem-Ansatz erfordert Forschungsmethoden, die stärker auf Transdisziplinarität und Interdisziplinarität setzen und neben den formalen Wissenssystemen auch traditionelle und gemeinschaftliche Wissens- und Erfahrungssysteme einbeziehen.
- Erhebliche Steigerungspotentiale globaler Nahrungsproduktion liegen in den Tropen und Subtropen. Deshalb sollte sich die Ökolandbau-Forschung in diesem Klimagürtel ebenso intensiv engagieren, wie unter gemäßigten Klimabedingungen.
- Den Aspekten Ernährungssicherung, Ertragssteigerung und nachhaltiger Intensivierung sollte im Verhältnis zu anderen Forschungsfragen mehr Gewicht beigemessen werden, als bisher.

Zukünftige Ausrichtung der Forschung - Ideensammlung

- Vorrangige Themen in den Tropen und Subtropen sind: verbesserte organische Düngung, die Rehabilitation nährstoffarmer Böden, optimiertes Wassermanagement im Regenfeldbau, züchterische Bearbeitung von Kulturpflanzen und Haustieren, sowie die Minderung der Methanproduktion in der Tierhaltung.
- Zu den vorrangigen Themen in den gemäßigten Breiten gehören: Pflanzenzüchtung (allgemein), Anbau und züchterische Bearbeitung von Körner-Leguminosen, Weiterentwicklung von Direktsaatsystemen, und die Entwicklung von Betriebsformen, die betriebliche Spezialisierung mit dem Ökosystem-Ansatz in Einklang bringen.
- Standortübergreifende Fragen betreffen vor allem: Grundlagenforschung zur Multifunktionalität von Agrar-Ökosystemen, Grundlagenforschung zur Humusdynamik und Humuszusammensetzung in Böden, sowie die Neufassung und Anpassung von Saatgutgesetzen und -verordnungen.

Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Für eine Re-Orientierung der Landwirtschaft hat der Ökolandbau bereits wesentliche Impulse gegeben und hat auch für die Zukunft großes Potential. Das gilt für beide Bereiche einer dualen Landwirtschaft, für die hochintensive, industrialisierte Landwirtschaft und für die bäuerliche Landwirtschaft. Der noch jungen Agrarforschung im Ökolandbau kommt dabei die Aufgabe zu, dieses Potential zu erschließen.

Für die Erfüllung dieser Aufgabe sollten die bisher verfügbaren Finanzmittel erheblich aufgestockt werden. Gleichzeitig sollte ein gesamtgesellschaftlicher Diskurs über Ziele, Strategien und Methoden zukünftiger Landwirtschaft geführt werden, in dem die Ökologische Landwirtschaft anderen Strategien gegenübergestellt wird. Im Ergebnis könnten daraus agrarpolitische Visionen (Entwicklungspolitik eingeschlossen) und eine kohärente Agrarforschungs-Agenda für die Bundesrepublik Deutschland entstehen.

1. Einleitung

Seit Malthus vor 200 Jahren seine Bevölkerungstheorie veröffentlichte, stellt sich mit wiederkehrender Regelmäßigkeit die Frage, wie die Welt langfristig ernährt werden kann. Mit der Verteuerung und Verknappung von Nahrungsmitteln 2007/2008 und dem Anstieg der weltweit Hungernden auf mittlerweile über eine Milliarde Menschen hat diese Frage neue Aktualität erhalten. Gleichzeitig sind für die Landwirtschaft neue und weitere Aufgaben hinzugekommen. Dies betrifft vor allem die Erhaltung der Umwelt, wie die Minderung des Klimawandels, den Erhalt der biologischen Vielfalt, die nachhaltige Nutzung der Wasser-Ressourcen und den Schutz von Kulturlandschaften mit ihren verschiedenen Ökosystem-Leistungen (Trinkwasser, saubere Luft, Erholungsraum usw.). Ernährungssicherung kann heute also nicht mehr isoliert betrachtet werden, sondern ist Bestandteil einer mehrdimensionalen Zielfunktion von Landwirtschaft, die auch zahlreichen Umweltaufgaben gerecht werden muss. Landwirtschaft heute ist somit ein hochkomplexes Unterfangen.

Nicht weniger komplex sind die Ursachen, die zu Hunger, Mangel- und Fehlernährung führen. Es geht um globale Verteilungsgerechtigkeit beim Zugang zu Produktionsmitteln (Boden, Wasser, Saatgut etc.) , um Ernährungsgewohnheiten mit unterschiedlichem Ressourcenverbrauch (z.B. Fleisch versus Pflanze) , um konkurrierende Formen von Landnutzung (Nahrungs- versus Bioenergieproduktion) und letztlich um die alles verbindende Klammer eines Welthandels, für den Ernährungssicherung keine Zielgröße darstellt, und in dem Nahrungsmittelpreise zunehmend durch Spekulation geprägt sind. In diesem Ursachen- und Wirkungsgefüge ist vorrangig die Politik gefragt, um regelnd einzugreifen und strukturelle Veränderungen herbeizuführen.

Der Aspekt, wie die Nahrungsproduktion weltweit erhöht werden kann, ist demgegenüber nachrangig, aber keineswegs zu vernachlässigen. Mehr denn je stellt sich die Frage, wie angesichts begrenzter Ressourcen (Boden, Wasser, Ökosystemleistungen, Biodiversitätsverlust und Klimawandel) mehr und dauerhaft produziert werden kann, um nicht nur die gegenwärtig Hungernden zu versorgen, sondern auch die für das Jahr 2050 prognostizierten 9 Milliarden Menschen.

Das vorliegende Kurzgutachten ist Bestandteil des TA-Projektes „Welchen Beitrag kann die Forschung zur Lösung des Welternährungsproblems leisten?“, das vom Büro für Technikfolgeabschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) durchgeführt wird. Als eines von 13 Einzelexpertisen widmet sich dieses Gutachten der Ökologischen Landwirtschaft und geht der Frage nach, welchen Beitrag die Forschung im Ökolandbau erbringen kann. Dabei konzentriert sich die Betrachtungsweise auf den Aspekt der Produktion. Andere Glieder der Wertschöpfungskette, die ebenfalls direkt oder indirekt zur Ernährungssicherung beitragen, wie z.B. Nachernteschutz, Verarbeitung, Veredelung, Handel und Verbrauch, wurden bewusst ausgeklammert, um die Studie nicht zu überfrachten.

Das Gutachten gibt zunächst einen Überblick über die bisherige Entwicklung globaler Nahrungsproduktion, es diskutiert verschiedene Strategien für weitere Produktionssteigerungen, beschreibt die Potentiale und Leistungen der Ökologischen Landwirtschaft und entwirft schließlich ein Leitbild für zukünftige Forschung in diesem Bereich.

Das Gutachten stützt sich auf aktuell verfügbare, wissenschaftliche Literatur, auf eigene Forschungsarbeiten und Beratungstätigkeit und auf eine kleine Erhebung bei Agrarwissenschaftlern und Forschungsinstituten, die in der ökologischen Landbauforschung tätig sind. Zu letzterem gehören Universitäten, staatliche und nicht-staatliche Forschungseinrichtungen, sowie internationale Arbeitsgruppen.

Mit dem vorgelegten Gutachten wird nicht beansprucht, das Thema vollständig, er gar erschöpfend behandeln zu können. Beabsichtigt ist vielmehr, der gegenwärtigen Diskussion um Ernährungssicherung Impulse zu geben und Prioritäten aufzuzeigen.

2. Begründungszusammenhang

Seit Mitte des letzten Jahrhunderts hat die Landwirtschaft eine nie dagewesene Intensivierung erfahren. Innerhalb von 50 Jahren (1950-2000) konnte sich die globale Getreideproduktion nahezu verdreifachen (Dyson 1999a). Diese grüne Revolution wurde im Wesentlichen ermöglicht durch enorme Fortschritte in der Pflanzenzüchtung, durch die großtechnische Produktion von synthetischem Stickstoff zu relativ niedrigen Energiekosten, und drittens durch den systematischen Einsatz von Herbiziden zur Unkrautkontrolle und Pestiziden zur Krankheits- und Schädlingsbekämpfung.

So gelang eine enorme Steigerung der Flächenproduktivität. Dieser Erfolg geht im Wesentlichen auf das Konto fruchtbarer Böden, auf denen unter optimalen Bedingungen (bezüglich Nährstoff- und Wasserversorgung) produziert wird. Weltweit betrifft dies nur einen Teil der landwirtschaftlich nutzbaren Fläche. Nach Schätzungen von Pimbert (2008), wirtschaften immer noch 95% aller Betriebe weitgehend traditionell. In den 80er Jahren schätzte man ihren Anteil an der globalen landwirtschaftlichen Nutzfläche auf ca. 60% (Francis 1986). Aktuelle Zahlen sind nicht bekannt, eine Größenordnung von 40% oder mehr ist denkbar. Auf jeden Fall trägt dieses Segment auch heute erheblich zur Weltnahrungsproduktion bei.

Mit anderen Worten: der überwiegende Teil der von Landwirtschaft lebenden Menschen hat von den Intensivierungsstrategien der vergangenen Jahrzehnte kaum oder gar nicht profitiert, und das betrifft einen erheblichen Teil der globalen landwirtschaftlichen Nutzfläche. In vielen kleinbäuerlichen Regionen stagniert die Flächenproduktivität, und Ernährungssicherung ist immer mehr zu einem Problem geworden. Dazu passt das zunächst überraschende Ergebnis einer größeren Studie, dass 80% der weltweit Hungernen nicht in den Städten, sondern auf dem Lande leben. Zwei Drittel davon sind Kleinbauern (Task Force on Hunger 2004). Die Gründe dafür sind vielfältig: Menschen haben keinen Zugang zu Land oder Wasser, die Kosten für Dünger, Saatgut und Pestizide sind zu hoch, die Preise für landwirtschaftliche Produkte zu gering, es fehlen Vermarktungsmöglichkeiten, usw.

Ernährungssicherung ist also nicht nur globale Ertragssteigerung, sondern Menschen müssen in die Lage versetzt werden, ihre eigene Nahrung zu produzieren, indem die oben genannten Engpässe überwunden werden. Deshalb wird heute auch zunehmend Ernährungssouveränität gefordert (Windfuhr und Jonsén 2005), also das Recht lokaler Bevölkerungsgruppen auf eine selbstbestimmte, lokale landwirtschaftliche Produktion. Auch der Weltagrarbericht (IAASTD 2008) bestätigt, dass zur Verbesserung der Welternährung zwei Faktoren zentral sind: ausreichende Produktion von Nahrungsmitteln und der Zugang für diejenigen, die sie benötigen. Dabei geht es um die Steigerung der landwirtschaftlichen Produktion und die Steigerung des Einkommens aus der Landwirtschaft (Schmidtner und Dabbert 2009).

Nun wird bis zum Jahr 2050 mit einem Anstieg des globalen Nahrungsmittelbedarfs von 70% gerechnet (Bruinsma 2009), um die bis dahin um 40% gewachsene Weltbevölke-

nung zu ernähren. Allerdings ist solche eine Aussage angreifbar, denn Modellberechnungen extrapolieren gegenwärtige Trends wie die weltweite Zunahme des Fleischkonsums, schreiben gegenwärtige Verluste fort, wie z.B. die Vernichtung von bis zu 40% der Nahrungsmittel in Industrieländern, oder betrachten Nachernteverluste in vielen Entwicklungsländern in Höhe von 30% als unveränderbar. Hier existiert also enormes Einsparpotential, so dass die 70% sich erheblich nach unten korrigieren lassen.

Andererseits ist auch eine Steigerung der Nahrungsproduktion um 70% keine Garantie für Ernährungssicherung. Wenn die Bedürftigen weiterhin nicht über die notwendige Kaufkraft verfügen, oder über Ressourcen, mit denen sie ihre eigene Nahrung zu erzeugen können, wird die geforderte Produktionssteigerung das Hungerproblem nicht lösen können.

In jedem Fall ist davon auszugehen, dass die landwirtschaftlich nutzbare Fläche kaum erweiterbar ist, so dass Produktionssteigerung nur über Intensivierung erreicht werden kann. Die in Konkurrenz zum Nahrungsanbau stehende Bioenergie-Produktion wird diesen Druck zur Intensivierung verstärken.

Technologische Optimisten gehen davon aus, dass mit dem bisherigen Intensivierungsansatz weitere Steigerungen der Flächenproduktivität erreichbar sind (Dyson 1999a, Waggoner et al. 2001). Auch sie fordern höhere Nutzungseffizienz der eingesetzten Produktionsmittel und beziehen die ökologisch benachteiligten Regionen in ihre Überlegungen ein.

Andere sehen in der Agro-Gentechnik eine neue Züchtungsmethode mit großem Potential für landwirtschaftliche Intensivierung. Die bisherigen Ergebnisse sind allerdings ernüchternd. Auch nach mehr als 20 Jahren Forschung und Entwicklung haben nur zwei gentechnisch erzeugte Eigenschaften wirtschaftliche Bedeutung erlangt: die Herbizid-Toleranz und die insektizide Wirkung von Kulturpflanzen, in die ein Gen des *Bacillus thuringiensis* (Bt) eingebaut wurde. Dagegen gelang es der Gentechnik bisher nicht, das Ertragspotential von Kulturpflanzen zu erhöhen, oder negative Umwelteinflüsse auf das Pflanzenwachstum zu verringern, etwa durch erhöhte Trockenheits-Resistenz oder Salz-Toleranz. Bis heute werden die großen Fortschritte in der Pflanzenzüchtung mit konventionellen Zuchtmethoden erzielt (Meyer 2007), allerdings erweitert um das Verfahren der Marker gestützten Selektion¹. So stellt auch das TAB in seinem umfangreichen Agro-Gentechnik Gutachten für den Deutschen Bundestag fest, dass Gentechnik die Ernährungssicherheit bisher nicht verbessern konnte (Sauter 2008). Abgesehen davon sind die mit der Agro-Gentechnik verbundenen Risiken nicht ausreichend untersucht.

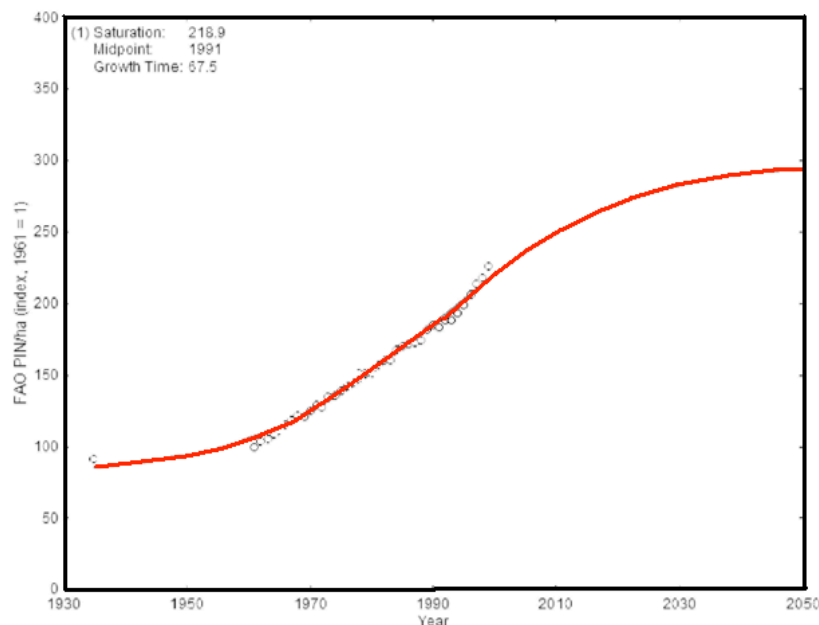
Gegen die Fortsetzung bisheriger Intensivierungsstrategien sprechen zwei gewichtige Argumente: Die Belastbarkeit von Ökosystemen und das Gesetz vom abnehmenden Ertragszuwachs. Die Belastungen von Ökosystemen und der Verlust ihrer Leistungen sind heute vielfach erkennbar. In den Industrieländern ist vor allem die Chemie intensive

¹ Mit Gen-Markern werden Pflanzeigenschaften identifiziert, so dass sich der Züchtungsvorgang erheblich beschleunigen lässt.

Produktion zu nennen. Die Nitratanreicherungen im Trinkwasser durch synthetischen Stickstoff und das „Umkippen“ überdüngter Gewässer durch den Nährstoff-Austrag landwirtschaftlicher Böden sind heute Allgemeinwissen. Weniger bekannt ist, dass Lachgas-Emissionen aus mineralischem Stickstoff den größten Teil des durch die Landwirtschaft bedingten Treibhauseffektes ausmachen² (Bellarby et al. 2008). In vielen Entwicklungsländern sind Bodenerosion, Bodenversalzung und Abnahme der Bodenfruchtbarkeit auf dem Vormarsch. So ist für beide Gruppen - die Chemie intensive, industrielle Landwirtschaft, wie auch die Produktionsmittel arme, kleinbäuerliche Landwirtschaft - eine Neuorientierung erforderlich.

Das zweite Argument, das gegen die Fortsetzung bisheriger Intensivierung spricht, ist wirtschaftlicher Natur. Das Gesetz vom abnehmenden Ertragszuwachs zeigt die Grenzen gegenwärtiger Intensivierungsstrategien auf. Es besagt, dass mit jeder weiteren Einheit eines verabreichten Produktionsmittels (Nährstoffe, Pflanzenschutz) der erzielte Mehrertrag geringer wird. Diesem Gesetz folgend, ist von einem S-kurvenförmigen Verlauf der bisherigen Intensivierung auszugehen, wie z.B. von Kemp-Benedict (2003) vorgeschlagen (Graphik 1). FAO Statistiken zur Weltnahrungsproduktion bestätigen diesen Trend: der relative Ertragszuwachs von 3% im Jahr 1950 war auf 1% im Jahr 2001 gesunken.

Graphik 1: Prognostizierte Entwicklung der Getreideerträge (1930-2050)
(Kemp-Benedict 2003)



² Rodung und Brandrodung nicht eingerechnet.

Daraus lässt sich schlussfolgern: die bisherigen Intensivierungsstrategien sind für die weitere Steigerung der globalen Nahrungsproduktion kaum geeignet, denn an Hohertragsstandorten ist der zu erwartende Ertragszuwachs zu gering oder zu teuer.

Aber offensichtlich sind klassische Intensivierungsstrategien auch für die andere Gruppe, der ökologisch sub-optimalen Standorte die kleinbäuerlich bewirtschaftet werden, wenig geeignet. An diesen Standorten ist der Ertragszuwachs über die letzten Jahrzehnte nur sehr gering gewesen, ausgeblieben oder sogar negativ ausgefallen. Neben all den genannten Faktoren fehlender oder verfehlter ländlicher Entwicklung in diesen Regionen, zeigt sich immer wieder, dass klassische konventionelle Produktionsverfahren oft nicht geeignet sind, um nachhaltige Intensivierung herbeizuführen. Dazu einige Beispiele:

- Düngung mit Stickstoff Mineraldünger (Harnstoff, Ammoniumsulfat) fördert die Bodenversauerung, vor allem wenn er einseitig ausgebracht wird. Dies verschärft das Problem niedriger pH-Werte eines Großteils tropischer Böden. Infolgedessen werden Phosphat-Dünger (vor allem die leicht löslichen) überwiegend im Boden festgelegt, sind kaum pflanzenverfügbar und somit wenig ertragssteigernd.
- Viele tropische Böden sind, bedingt durch Verwitterung und Ausgangsgestein, sorptionsarm, d.h. sie können die über Mineraldüngung verabreichten Nährstoffe nur in sehr geringem Maße binden (sozusagen als Zwischenspeicher bis von der Pflanze benötigt). Dadurch wird ein Großteil ausgewaschen, geht verloren und die Ertragswirkung der Düngung ist gering. Nur durch einen systematischen Humusaufbau über organische Düngung kann Abhilfe geschaffen werden; die organische Substanz übernimmt dann die Rolle der Tonminerale in dem sie zum Nährstoffspeicher wird.
- Hohertragsorten schneiden unter schwierigen Anbaubedingungen (z.B. bei Niederschlagsmangel) häufig schlechter ab, als lokale Landsorten. Gezüchtet für Hohertragsstandorte und ausgestattet mit einer geringen genetischen Variabilität, können sie auf variable Umweltbedingungen oft nur schlecht reagieren und Ertragsausfälle sind keine Seltenheit.

Diese und andere Faktoren führen dazu, dass mit konventionell propagierten Methoden landwirtschaftlicher Produktion oft nicht die gewünschte Ertragssteigerung erzielt wird und die Mehrkosten für den Kauf von Mineraldünger, chemischen Pflanzenschutz und Saatgut bei weitem den erzielbaren Mehrertrag überschreiten können.

Deshalb wird inzwischen auf breiter Basis über einen Paradigmenwechsel in der Landwirtschaft nachgedacht. Stellvertretend für die Vielzahl der Publikationen sei auf zwei besonders aktuelle hingewiesen. Ein in jüngster Zeit viel zitiertes Beispiel ist der sogenannte Weltagrarbericht³ (IAASTD 2008), der die Ergebnisse eines von der Weltbank initiierten, dreijährigen Konsultationsprozesses von Wissenschaftlern aus aller Welt

³ International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology.

zusammenfasst. Die Existenz des zweiten Berichtes ist insofern bemerkenswert, als er von einer Großbank in Auftrag gegeben wurde, die Investitionsmöglichkeiten in der Landwirtschaft sucht (Deutsche Bank Research 2009). Beide Berichte legen einen Schwerpunkt auf die Entwicklung der kleinbäuerlichen Landwirtschaft und fordern nachhaltige Produktion. Der Weltagrarbericht legt darüber hinaus einen umfangreichen Maßnahmenkatalog zur Neufassung der landwirtschaftlichen Entwicklung vor und betont dabei auch die Ökologisierung der Landwirtschaft. Als wichtige Punkte (zit. in Schmidtner und Dabbert 2009) werden u.a. genannt:

- Förderung nachhaltiger Bewirtschaftungsweisen und Unterstützung agrarökologischer Konzepte (z.B. Entlohnung agrarökologischer Leistungen, Schaffung von Anreizen für alternative Märkte);
- Fundierte Forschung und Wissenstransfer (zu Themen wie der Wechselwirkung zwischen Landwirtschaft und Klimawandel, Steigerung des Wirkungsgrades bei der Wassernutzung und Reduzierung der Wasserverschmutzung);
- Stärkere Diversifizierung landwirtschaftlicher Betriebe (etwa durch verstärkte Nutzung der Biodiversität);
- Verringerung der Abhängigkeit von fossilen Kraftstoffen im Agrarsektor.

Um dies zu erreichen, ist - mehr denn je - eine erhöhte Effizienz in der Ressourcennutzung dringend geboten, aus ökologischen wie ökonomischen Gründen. Über viele Jahrzehnte nahm die Ressourcenproduktivität kontinuierlich ab. Der Verbrauch an synthetischem Stickstoff weltweit demonstriert dies eindrucksvoll: mit der Verdreifachung der globalen Getreideproduktion hat sich der Stickstoff-Einsatz verachtfacht⁴. Eine Trendwende trat in den 90er Jahren ein, und seitdem steigt die Ressourcenproduktivität wieder. Ein langfristiger Trend zu erhöhter Effizienz bei der Nutzung von Produktionsmitteln (Rohstoffe und natürliche Ressourcen) ist absehbar, denn Ressourcenknappheit und steigende Rohstoffpreise werden weitere Produktivitätssteigerungen erzwingen. In seinem angekündigten Buch „Faktor 5“ fordert der Umweltpolitiker Ernst Ulrich von Weizsäcker eine Verfünffachung der Ressourcenproduktivität und hält diese Steigerung auch für möglich (Weizsäcker 2008).

Für diese Vorgabe, dass weitere Intensivierung in der Landwirtschaft mit stark erhöhter Effizienz in der Ressourcen-Nutzung verbunden werden muss, liefert die konventionelle Landwirtschaft bisher kaum Ansatzpunkte. Inwieweit die ökologische Landwirtschaft dem gerecht werden kann, soll in den folgenden Abschnitten untersucht werden.

⁴ Nach Angaben von Tilman et al. (2002) hat sich die Stickstoff-Düngerproduktion allein im Zeitraum von 1960 bis 1995 versiebenfacht.

3. Definition Ökologische Landwirtschaft

Bevor mögliche Beiträge und Leistungen der Ökologischen Landwirtschaft zur Diskussion gestellt werden, sollen Produktionsmethode und Strategie dieses Ansatzes kurz dargestellt werden.

Leitgedanke der Ökologischen Landwirtschaft ist das Wirtschaften im Einklang mit der Natur oder moderner ausgedrückt: nach den Gesetzmäßigkeiten von Ökosystemen. Die Ökologische Landwirtschaft bedient sich dazu der Erkenntnisse der Ökosystemforschung. Natürliche Lebensprozesse sollen gefördert, Stoff- und Energiekreisläufe weitgehend geschlossen, Pflanzenbau und Tierhaltung miteinander verbunden werden. Der landwirtschaftliche Betrieb mit seinen Menschen, Böden, Pflanzen und Tieren wird als lebendiges Ganzes, als Organismus verstanden (Koepf et al. 1976). In der biologisch-dynamischen Landwirtschaft spricht man sogar von der Individualität des landwirtschaftlichen Betriebs (Steiner 1975). In physisch-naturwissenschaftlicher Sicht findet dieses Organismusverständnis seinen Ausdruck, indem Stoff- und Energieflüsse in Kreisläufen gelenkt werden, in ökonomisch-sozialer Sicht, indem Betriebe ein hohes Maß an wirtschaftlicher Autonomie besitzen. Hier kommt der Aspekt der Ernährungssouveränität wieder zum Tragen.

Die Ökologische Landwirtschaft verfolgt den Weg einer Ressourcen schonenden Produktion seit mehr als 80 Jahren. Input-Optimierung statt Output-Maximierung ist der grundlegende Unterschied zur konventionellen Landwirtschaft. Nährstoffe sollen so effizient und so wieder verwendbar wie möglich genutzt werden. Auch in der Ökologischen Landwirtschaft wird Mineraldünger verwendet, aber Art und Menge der Nutzung sind eingeschränkt, und die Düngung dient primär der Pflege und dem Aufbau der Bodenfruchtbarkeit. Auch die Ökologische Landwirtschaft strebt Produktionssteigerungen an, hat aber ein anderes Verständnis von Intensivierung; man könnte es ökologische Intensivierung nennen (Kotschi 2009). Halberg (2009) spricht von „Ökofunktionaler Intensivierung“ und meint dabei ein gesteigertes Zusammenspiel und zunehmende Synergiebildung zwischen den verschiedenen Komponenten des Agrar-Ökosystems mit dem Ziel, Produktivität zu steigern, Ertragsstabilität zu erhöhen und die Gesundheit aller Komponenten im System zu fördern.

Ziele. Ökologische Landwirtschaft bedient sich dabei klarer Ziele. Diese lassen sich am besten mit den vier Prinzipien der IFOAM, des internationalen Verbands für ökologische Landbaubewegungen darstellen (Box 1).

Box 1: Die vier IFOAM Prinzipien

Prinzip Gesundheit

Ökologische Landwirtschaft soll die Gesundheit von Böden, Pflanzen, Tieren, Menschen und des ganzen Planeten als untrennbare Einheit aufrechterhalten und verbessern.

Prinzip Ökologie

Ökologische Landwirtschaft soll auf lebendigen ökologischen Systemen und Zyklen basieren, mit ihnen arbeiten, ihnen naheifern und helfen, sie aufrecht zu erhalten.

Prinzip Gerechtigkeit

Ökologische Landwirtschaft soll auf Beziehungen aufgebaut sein, die Gerechtigkeit sicherstellen, unter Berücksichtigung gemeinsamer Umweltbedingungen und Lebenschancen.

Prinzip Fürsorge

Ökologische Landwirtschaft soll auf eine vorbeugende und verantwortungsvolle Art betrieben werden, um die Gesundheit und das Wohlbefinden der gegenwärtigen und zukünftigen Generationen sowie die Umwelt zu schützen.

Quelle: IFOAM (2009)

Mit diesen vier Prinzipien werden die Dimensionen Ökologie, Ökonomie und Soziales gleichermaßen angesprochen. Damit erfüllt die Ökologische Landwirtschaft auf Zielebene die Forderung einer nachhaltigen Entwicklung, wie diese seit der UN-Konferenz von Rio (1992) festgeschrieben ist. Die Förderung einer nachhaltigen Landwirtschaft und der ländlichen Entwicklung ist ein wesentlicher Baustein der Agenda 21.

Strategie. Ökologische Landwirtschaft ist nicht nur Anbaumethode, sondern auch Strategie. Wichtige Bestandteile derselben sind:

- **Verbindliche Richtlinien:** Die Ökologische Landwirtschaft folgt detaillierten und verbindlichen Richtlinien in Produktion und Verarbeitung. Ursprünglich von Produzenten definiert, halfen sie diesen zur Orientierung und Positionsbestimmung. Heute dienen sie vor allem dem Verbraucherschutz. Anbauverbände wie Demeter, Bioland und Naturland sorgen nun für die Weiterentwicklung der Richtlinien und die Beratung der Landwirte. Ähnliche Entwicklungen fanden – zeitlich verzögert – auch in vielen Entwicklungsländern statt. Auf internationaler Ebene hat der Dachverband IFOAM wesentlich zur Richtlinienentwicklung beigetragen.
- **Kontrolle und Zertifizierung:** In zahlreichen Ländern wird die Einhaltung der Richtlinien durch ein wirksames System der Kontrolle und Zertifizierung sichergestellt. Das Streben nach Äquivalenz und Harmonisierung zwischen nationalen

Systemen bildet die Grundlage für einen stark expandierenden internationalen Markt.

- **Gesetze:** Erstmals im Rahmen eines Gesetzes wurde 1989 von der Europäischen Union Ökologische Landwirtschaft so beschrieben, wie sie bis dahin nur privatrechtlich im Rahmen der Verbände existierte. Heute werden in der EU-Verordnung 2092/91/EWG Mindeststandards für Ökologische Landwirtschaft definiert und umfangreiche Kontrollen für Produktion und Verarbeitung gefordert. Staatlich anerkannte Kontrollstellen überprüfen diese Anforderungen mindestens einmal jährlich. Ähnliche staatliche Verordnungen traten vor kurzem auch in Japan (2001) und in den USA (2002) in Kraft.

Das Zusammenspiel all dieser Elemente macht Ökologische Landwirtschaft zu einer in ihrer Konsequenz sehr durchsetzungsfähigen Strategie. Verbindliche Richtlinien schaffen Vertrauen bei den Konsumenten. Der Anteil am deutschen Lebensmittelmarkt liegt bei ca. 5% und einem Umsatz von knapp 6 Milliarden Euro. Bei den Produzenten und Verarbeitern sorgen die Richtlinien oft für eine kompromisslose Suche nach technologischen Alternativen. Dadurch ist die Ökologische Landwirtschaft zu einem Motor für Innovation in der Landwirtschaft geworden – ein Ansatz, der auf 80 Jahre praktische Erfahrung, Forschung und Entwicklung zurückblickt.

4. Potentiale und Leistungen ökologischer Ansätze

4.1 Produktion

Ein erhebliches Potential für Produktionssteigerung besitzen die Standorte mit mittlerem und niedrigem Produktionspotential. Damit sind vor allem kleinbäuerliche Regionen in den Tropen und Subtropen angesprochen. Für die globale Nahrungsproduktion geht es deshalb weniger darum, auf bereits hochintensiv genutzten Gunststandorten die Erträge zu steigern (z.B. von 8 auf 10 oder 12 t/ha), sondern vor allem mittlere und arme Standorte in Wert zu setzen, und die 95% der überwiegend bäuerlich strukturierten Betriebe zu befähigen, mit begrenzt verfügbaren Betriebsmitteln Produktion zu steigern, Ernährung zu sichern und Vermarktungsüberschüsse zu erhöhen (Kotschi 2004). Getreide-Erträge von 1t/ha sind auf 2 oder 4 t/ha anzuheben. Gleichzeitig gilt es, durch eine Erhöhung der Vielfalt in den Anbausystemen das Produktionsrisiko zu verringern. Harris (2001) hält sogar für möglich, dass über mehrere Jahrzehnte der Ertrag bis auf 6 t/ha angehoben und damit eine verdoppelte Weltbevölkerung mit Leichtigkeit ernährt werden könne.

Ökologische Produktionsmethoden sind hierfür besonders geeignet. An einem Beispiel sei verdeutlicht, wie selbst ein Kleinstbetrieb durch Einführung ökologischer Maßnahmen landwirtschaftliche Produktion steigern kann. Ein kleiner Familienbetrieb in Ruanda (Betriebsgröße 0,4 ha) sichert sein Feld am Hang durch einen Heckenstreifen mit Bäumen und Sträuchern gegen Erosion. Durch den Laubfall des Streifens wird der Oberboden mit Nährstoffen angereichert (vor allem N, K, Ca und Mg), der Streifen liefert Viehfutter und damit mehr tierischen Dünger im Betrieb, so dass die Nahrungskulturen trotz Flächenverlust (ca. 10% für den Erosionsschutz) einen Mehrertrag von 150% liefern und die Ernährung im Gesamtbetrieb um 4 Prozent verbessern. Darüber hinaus deckt der Erosionsschutzstreifen 89% des Feuerholzbedarfs. Im Gegensatz dazu verliert der Betrieb ohne Erosionsschutz sukzessive an Produktivität (Kotschi et al. 1991). Dies ist nur eine Maßnahme. Das Potential für weitere Intensivierung ist beträchtlich – auch in diesem Kleinstbetrieb.

Physische Leistungsfähigkeit. Inzwischen gibt es eine ganze Reihe von Untersuchungen, die ökologische mit konventioneller Produktion vergleichen. Betrachtet man die kleinbäuerliche Landwirtschaft in den Tropen, so erzielen ökologisch wirtschaftende Betriebe häufig bessere Erträge als ihre konventionell wirtschaftenden Nachbarn (Parrot and Marsden 2002, Pretty and Hine 2001). Das gilt besonders unter ökologisch schwierigen Produktionsbedingungen und auf einem insgesamt niedrigen Ertragsniveau (Kotschi 2004).

Anders stellt sich die Situation in Europa und Nordamerika dar. Auf vergleichsweise fruchtbaren Böden sind die Erträge von Bio-Betrieben allgemein geringer als bei konventioneller Produktion. Für Weizen liegen sie in Deutschland in der Größenordnung von 58-63% im Vergleich zu konventioneller Produktion, für Europa gibt es eine Bandbreite von durchschnittlich 44-98% (Sanders 2007 zit. in TPO 2009b). Für andere Kul-

turpflanzen gibt es Beispiele, in denen sich ökologische und konventionelle Erträge nicht unterscheiden (Pimentel et al. 2005) und wieder andere, bei denen die Erträge aus ökologischer Produktion deutlich über den konventionellen liegen (Bradford 2008). Die große Varianz bei diesen Systemvergleichen ist ein Indikator dafür, dass das Intensivierungspotential ökologischer Produktion noch nicht voll ausgeschöpft ist. Ebenso wenig lässt sich daraus ableiten, der Ökolandbau könne die Welt weniger gut ernähren als die konventionelle Produktion.

Allerdings sind die bisherigen Vergleichsuntersuchungen unbefriedigend. Vertiefende Analyse und Verbesserung der Datengrundlage im Einzelfall sind eine wichtige Aufgabe, um von qualitativen Urteilen zunehmend zu gesicherten Erkenntnissen zu gelangen. Gleichzeitig wäre es interessant, auf Grundlage vorliegender Ergebnisse eine globale Hochrechnung der Nahrungsproduktion durchzuführen.

Intensivierung ein Nährstoffproblem? Gegen den Ökolandbau wird häufig ins Feld geführt, dass die organisch gedüngte Pflanze nicht ausreichend mit Nährstoffen versorgt werden könne, so dass nur geringere Erträge und nur eine extensive Produktion möglich sei, die den Anforderungen an gegenwärtige und zukünftige Welternährung nicht genüge. Quantitativ betrachtet ist dieses Argument nicht haltbar. Kalium und Phosphor sind als nicht-synthetische Mineraldünger ebenso zugelassen wie in der konventionellen Landwirtschaft, des weiteren Kalk und Spurenelemente. Der Hauptunterschied liegt in der Stickstoffversorgung. Die Frage ist, ob der Ökolandbau ohne den (nicht zugelassenen) synthetischen Stickstoffdünger ausreichend Nahrung erzeugen kann, denn zur Ertragssteigerung ist erhöhte Stickstoffzufuhr unverzichtbar. Dem halten Badgley et al. (2006) entgegen, dass mit den Methoden biologischer Stickstoffbindung über Leguminosen (Futterpflanzen, Gründüngung, Agroforstwirtschaft) sowie über andere Techniken (Azolla in Reis etc.) mehr als ausreichend organischer Stickstoff erzeugt werden könne, ausreichend um den Einsatz von mineralischem Stickstoff-Dünger für gegenwärtige und zukünftige Nahrungsproduktion vollkommen zu ersetzen. Allerdings bleibt festzuhalten, dass die Stickstoffverfügbarkeit im Boden bei organischer Düngung stärker von biologischen Prozessen gesteuert wird und dadurch zwar kontinuierlicher aber eben auch langsamer erfolgt. Das macht sich vor allem unter gemäßigten Klimabedingungen im Frühjahr bemerkbar.

Ökonomische Leistungen. Im ökonomischen Vergleich steht die Ökologische Landwirtschaft häufig besser da. Das gilt nicht nur für europäische Verhältnisse, sondern ebenso für die ökologische Produktion in den Tropen. Typische Ergebnisse liefert eine kürzlich erschienene Studie, die auf den Philippinen in drei Regionen (Luzon, Mindanao und Visayas) durchgeführt wurde (Bachmann et al. 2009). Eine relativ große Stichprobe ökologischer und konventioneller Betriebe wurde miteinander verglichen; im Ergebnis (Tabelle 1) unterscheidet sich der physische Ertrag – also die Flächenproduktivität – kaum zwischen den beiden Produktionsweisen, aber aufgrund geringerer Betriebskosten wirtschaften die ökologischen Betriebe wesentlich günstiger und erzielen deutlich höhere Einnahmen, obwohl sie zu gleichen Preisen vermarkten.

Tabelle 1: Leistungsvergleich zwischen ökologisch und konventionell wirtschaftenden Betriebe auf den Philippinen

	ökologisch N = 280		konventionell N = 280	
		(%)		(%)
Reis kg/ha und Saison (2007)	3.424,00	98,45	3.478,00	100,00
Bruttoeinkommen Peso/ha	51.110,71	98,52	51.878,00	100,00
Betriebskosten Peso/ha	8.473,57	55,50	15.268,00	100,00
Nettobetriebseinkommen Peso/ha	42.637,14	116,46	36.610,00	100,00

Durchschnittliche Betriebsgröße: ökologisch 1,4 ha, konventionell 1,5 ha
N = Anzahl der untersuchten Betriebe

Quelle: berechnet nach Bachmann et al. (2009)

Zu ähnlichen Ergebnissen kommen Eyhorn et al. (2007), Reganold et al. (2001) und Welsh (1999). Hinzu kommt, dass die sich stetig verschlechternden *Terms of Trade* – überproportional steigende Kosten für Produktionsmittel bei stagnierenden oder gar sinkenden Erzeugerpreisen – diesen Trend verstärken. Aber das wohl wichtigste Argument zur Vermeidung von Hunger in Armutsgemeinden ist die geringere Risikoanfälligkeit ökologischer Produktion gegenüber Dürreperioden – augenfällig immer wieder in Afrika.

Unabhängig von den Forschungsergebnissen, sind Ökologische Produktionsmethoden in den vergangenen 30 Jahren immer beliebter geworden. Inzwischen gibt es eine breite zivilgesellschaftliche Bewegung Ökologie orientierter Basisinitiativen, die nicht länger bereit sind, die ökologischen, wirtschaftlichen und gesundheitlichen Nachteile einer Chemie intensiven Landwirtschaft in ihren Ländern zu akzeptieren.

4.2 Biodiversität

Seit etwa 150 Jahren nimmt die landwirtschaftliche biologische Vielfalt – auch Agrobiodiversität genannt - beständig ab. Immer weniger Arten werden landwirtschaftlich genutzt, und lediglich drei Nutzpflanzen (Reis, Mais, Weizen) liefern 60% der Nahrung weltweit⁵. Nicht nur die Artenzahl landwirtschaftlich genutzter Pflanzen ist rückläufig, auch innerhalb der Arten geht die genetische Variabilität zurück. Die Pflanzenzüchtung – so grundlegend ihr Beitrag zur Steigerung der Produktion auch war – hat zur genetischen Verarmung von Kulturpflanzen maßgeblich beigetragen. Die Anzahl der Sorten einer Nutzpflanzenart nimmt beständig ab und die Homogenität zwischen den Sorten nimmt zu (Vellvé 1992, Finckh 2007, Teklu und Hammer 2006). Auf diese Weise gehen potentiell wertvolle Eigenschaften verloren. Angesichts der Notwendigkeit zur Anpas-

⁵ Berechnet in Kalorien

sung an den Klimawandel und zur weltweiten Ernährungssicherung ist diese „genetische Erosion“ Existenz bedrohend für die Weltbevölkerung. Um zukünftige, teilweise noch unbekannte, Herausforderungen zu meistern, braucht die Menschheit die noch vorhandene pflanzengenetische Vielfalt.

Deshalb ist die Erhaltung der Agrobiodiversität eine zentrale Forderung die heute an die Landwirtschaft gestellt wird. Genbanken erfüllen zwar eine wichtige Aufgabe, aber die Saatgutkonservierung *ex-situ* im Tiefkühlager oder in botanischen Gärten greift in ihrer Zielsetzung zu kurz, ist quantitativ bei weitem nicht ausreichend und extrem teuer. Eine umfassende Erhaltungsstrategie muss deshalb ebenso nachdrücklich die *in-situ* Erhaltung zu fördern. Das heißt, die Kulturpflanzen und ihre Sorten, die Nutztiere und ihre Rassen werden von bäuerlichen Gemeinschaften erhalten und weitergezüchtet. Im Gegensatz zur *ex-situ* Konservierung erlaubt diese Strategie, dass sich Pflanzensorten und Tierrassen an Umweltänderungen anpassen können.

Während die Agrobiodiversität in der konventionellen Landwirtschaft kaum ein Rolle spielt, ist sie ein durchgängiges Gestaltungsprinzip in der Ökologischen Landwirtschaft. Genetische Vielfalt der verwendeten Sorten, zahlreiche Kulturpflanzen, weite Fruchtfolgen, ein Pflanzenschutz der natürliche Feinde fördert, viele Betriebszweige und eine abwechslungsreiche Landschaftsgestaltung sind wesentliche Merkmale bei der Wahrnehmung dieser Aufgabe. In zahlreichen Publikationen ist inzwischen dargestellt, dass ökologisch bewirtschaftete Landnutzungssysteme eine höhere Artenvielfalt aufweisen und dass dies entscheidende Auswirkungen auf die Produktivität und die Elastizität (Resilienz) von Agrar-Ökosystemen hat (Altieri 1999, FAO 2002).

Mit Blick auf die Frage, wie Ernährungssicherung und Biodiversitätserhalt gemeinsam erreicht werden können, verdienen zwei Aspekte besondere Aufmerksamkeit.

- **Steigerung der Artenvielfalt im Betrieb:** Durch die verstärkte Nutzung von Nahrungskulturpflanzen, die bisher keine wirtschaftliche Bedeutung besitzen, aber einen hohen Nährwert haben und ökologisch sehr anpassungsfähig sind, können Unter- und Mangelernährung oft entscheidend vermindert werden.
- **Steigerung der genetischen Vielfalt innerhalb der Kulturpflanzen:** Durch den Anbau von standortspezifischen, genetisch vielfältigen Sorten können befriedigende Erträge auch unter schwierigen Umweltbedingungen erzielt und Risiken eines völligen Ernteausfalls vermieden werden.

Inzwischen existieren Alternativen der Pflanzenzüchtung, mit denen beide Ziele verfolgt werden können: die landwirtschaftliche Intensivierung und die Erhaltung der genetischen Vielfalt von Kulturpflanzen. Zwei Innovationen kommen zusammen, eine neue Züchtungsmethode, die evolutionäre Pflanzenzüchtung, und eine verbesserte Züchtungsorganisation, die partizipative Züchtung.

Evolutionäre Pflanzenzüchtung. Um neue Sorten zu schaffen, werden z.B. genetisch unterschiedliche, ökologisch angepasste, lokale Landrassen verschiedener Herkunft zusammengebracht und durch Kreuzung rekombiniert (Phillips and Wolfe 2005). Die so entstehenden Mischungen („Evolutionssramsche“) können auch mit Hochleistungssorten gekreuzt werden. Davon werden die besten Nachkommen selektiert und an verschiedenen Standorten wieder in Mischung angebaut. Auf diese Weise sind die Populationen natürlichen und künstlichen Selektionsprozessen unterworfen, die letztendlich moderne, aber genetisch vielfältige lokale Landsorten hervorbringen, die selbst konventionell gezüchteten Hochleistungssorten überlegen sein können (Ceccarelli 2006). Das gilt vor allem im Hinblick auf Ertragsstabilität an ökologisch benachteiligten Standorten. Erhöhte Krankheitsresistenz ist dabei ein wesentliches Merkmal. Die Züchtungsmethode bedient sich des Prinzips der Koevolution von Pflanzen und Krankheitserregern (Murphy et al. 2005).

Partizipative Züchtung. Im Gegensatz zu klassischen Ansätzen wird hier die Arbeit nicht alleine von Züchtern durchgeführt. Sie findet auch nicht nur auf Versuchsfeldern oder im Labor statt. Bäuerinnen und Bauern sind am gesamten Züchtungsprozess gleichberechtigt beteiligt und züchten überwiegend auf den eigenen Feldern. Dadurch wird die ökologische Anpassungsfähigkeit der Populationen gefördert, denn auf den Feldern sind die Nutzpflanzen einer großen Bandbreite unterschiedlicher Umweltbedingungen und individueller Bewirtschaftungsmethoden ausgesetzt. Dagegen befinden sich Versuchsstationen kommerzieller Züchter meist auf fruchtbareren Böden und haben einheitlichere Umwelt- und Anbaubedingungen als sie im bäuerlichen Kontext vorzufinden sind, mit dem Ergebnis, dass Sorten nicht ausreichend an variable Standortbedingungen angepasst sind. Dagegen führt der partizipative Ansatz zu folgenden Ergebnissen:

- Die Wirksamkeit der Züchtung wird verbessert, weil Bäuerinnen und Bauern ihre Erfahrung und ihr ackerbauliches Wissen und Können in den gesamten Züchtungsprozess einbringen.
- Die Akzeptanz neuer Sorten bei den Nutzern wird gesteigert, da sie selbst ihre Bedürfnisse und Vorlieben in die Züchtung einbringen können.
- Die Züchtungsdauer lässt sich deutlich verkürzen, weil geringere Ansprüche an Unterscheidbarkeit, Homogenität und Beständigkeit (DUS-Kriterien) von Sorten angestrebt wird, und weil die Sorteneignungsversuche in den Zuchtprozess integriert sind.

Die evolutionäre, partizipative Pflanzenzüchtung entwickelte sich in den letzten 10 Jahren in Entwicklungsländern und wurde von internationalen Agrarforschungszentren (vor allem ICARDA und ICRISAT), und von zivilgesellschaftlichen Organisationen (wie z.B. Misereor und Oxfam) vorangetrieben. Mit diesem Ansatz gelang es, Sorten mit höherer Trockenheitsresistenz und besserer Anpassung an niederschlagsarme Standorte zu züchten. Initiativen in Europa (z.B. Kultursaat e.V.) nutzen diese Methode für die Entwicklung von Sorten, die sich für die ökologische Landwirtschaft eignen (Finckh 2007).

Nach den bisherigen Erkenntnissen und Erfahrungen birgt die Methode ein großes Potential zur Verbesserung der weltweiten Nahrungsproduktion. Das gilt besonders für ökologisch benachteiligte Standorte und ganz generell angesichts der Notwendigkeit, Landnutzungssysteme an den Klimawandel anzupassen (Kotschi 2010).

4.4 Klimaschutz und Anpassung an Klimawandel

Die Landwirtschaft gehört zu den Hauptverursachern der Klimaerwärmung. Innerhalb dieses Sektors entfallen nach neueren Schätzungen 47% allein auf Rodung und Brandrodung zur Erschließung landwirtschaftlicher Nutzflächen, ca. 17% auf Lachgas aus Böden (N_2O), das überwiegend aus überschüssigem mineralischen Stickstoff entstammt, und ca. 14% auf die Methanproduktion (CH_4) aus der Tierhaltung (Bellarby et al. 2007).

Es gibt vielfältige Möglichkeiten, um die Treibhausgasemissionen aus der Landwirtschaft zu verringern, und ökologische Produktionsmethoden haben dabei große Bedeutung. Der Verzicht auf synthetischen Stickstoff in der ökologischen Landwirtschaft wirkt sich dabei am stärksten aus. Dadurch wird der Verbrauch fossiler Brennstoffe gesenkt (CO_2) und die Lachgas-Emissionen der Böden stark reduziert (N_2O). Dagegen sind die tierhaltungsbedingten Emissionen auch bei ökologischer Produktion hoch.

Gleichzeitig besitzt die Landwirtschaft erhebliches Potential, Kohlendioxid zu binden, und es sind gerade ökologische Methoden, die dies bewirken können: Agroforstwirtschaft in den Tropen, sowie Humusanreicherung von Ackerböden und verbesserte Weidewirtschaft bieten beachtliche Potentiale für CO_2 Bindung.

Beide Aspekte, Emissionsvermeidung und die CO_2 Bindung durch Maßnahmen ökologischer Landwirtschaft, werden zunehmend wissenschaftlich untersucht und sind in mehreren Studien inzwischen zusammenfassend dokumentiert (z.B. Kotschi und Müller-Sämann 2004, ITC/FIBL 2007). Insgesamt ist der mögliche Beitrag der Landwirtschaft zu Klimaschutz groß. Als realisierbares Mindestziel ist dabei Klimaneutralität anzustreben.

Mit Blick auf die Welternährung ist jedoch ein anderer Aspekt wichtiger: Die Anpassung der Landwirtschaft an den Klimawandel. Schon jetzt ist der Klimawandel für die Landwirtschaft deutlich spürbar, und es mehren sich die Prognosen, dass die Folgen für Landwirtschaft und Ernährung sehr einschneidend sein werden. Besonders für viele Entwicklungsländer in den Tropen wird erwartet, dass Erträge klimabedingt deutlich zurückgehen werden (Rosenzweig and Parry 1994, Fischer et al. 2002), wenn nicht Maßnahmen zur Anpassung ergriffen werden. Wassermangel, Hitzestress und erhöhte Krankheitsanfälligkeit sind einige der erwarteten Ursachen. Insgesamt wird die räumliche und zeitliche Variabilität der Umweltwirkungen immer mehr zunehmen. Dies erfordert erhöhte Resilienz (Elastizität) der agrarischen Landnutzungssysteme um unmittelbar auf Umweltstress reagieren zu können, sie müssen langfristig angepasst werden. Hierin sind ökologische Landbausysteme durch ihre biologische und funktionelle Vielfalt den konventionellen deutlich überlegen (Bengtsson et al. 2005, Hole et al. 2005, Kotschi 2007).

5. Agrarforschung für ökologische Landwirtschaft

5.1 Entwicklung der Ökolandbau Forschung

Die ökologische Landwirtschaft der Neuzeit hat ihre Ursprünge in **Europa**. Erste Initiativen begannen in den 20er Jahren des letzten Jahrhunderts. In den ersten Jahrzehnten widmeten sich Einzelpersonen ausgewählten Forschungsfragen, so z.B. zur Wirkung der biologisch-dynamischen Präparate. Ein erster vergleichender Dauerversuch wurde 1943 in Suffolk/England angelegt (Balfour 1943). Erste, nicht-staatliche Forschungsinstitute entstanden ab 1950, mit einer Ausnahme alle in Europa (Tabelle 2). Bis Anfang der 80er Jahre, also über 6 Jahrzehnte, wurde fast ausschließlich privat und ohne staatliche Unterstützung geforscht.

Tabelle 2: Wichtige Beispiele privater Forschungseinrichtungen

Forschungseinrichtung	Land	Arbeitsbeginn
Institut für biologische dynamische Forschung (IBDF)	Deutschland	1950
Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL)	Schweiz*	1974
Louis Bolk Institut	Niederlande	1976
Rodale Institute	USA	1976
Ludwig Boltzmann Institut	Österreich	1980
Elm Farm Research Station	Großbritannien	1982
Biologisch dynamisches Forschungsinstitut	Schweden	1986

* Inzwischen verfügt das FiBL auch über Zweigstellen in Deutschland und Österreich.
Quelle: Watson et al. (2006)

1982 nahm die Fachhochschule Witzenhausen (heute Teil der Gesamthochschule Kassel) als erste deutsche Universität den ökologischen Landbau in ihren Lehrplan auf. Heute verfügt jede landwirtschaftliche Fakultät in Deutschland zumindest über eine Arbeitseinheit zur ökologischen Landwirtschaft, und die Ökolandbau-Forschung wird inzwischen gemeinsam von Universitäten, privaten Forschungsinstituten und staatlichen Versuchsanstalten durchgeführt. Eine zweijährlich stattfindende *Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau* dient dem fachlichen Austausch und der Kooperation.

International ist eine ähnliche Entwicklung zu beobachten, wenn auch mit zeitlicher Verzögerung. Vor allem in den letzten Jahren hat die Forschung zum ökologischen Landbau sprunghaft zugenommen, ebenso die Anzahl der Forschungsinstitute, die sich diesem Sektor widmen. Länder mit deutlichem Wachstum staatlicher Forschungsförderung zum Ökolandbau sind die USA, Kanada und Australien, und in Brasilien widmet sich die staatliche Forschungseinrichtung EMBRAPA dem Thema Ökolandbau an 27 Forschungszentren (Willer 2009).

Allein für die Forschung und Entwicklung der ökologischen Landwirtschaft an humiden und subhumiden Standorten kommt ORCA (2009a) auf insgesamt 78 Forschungseinrichtungen (Tabelle 3), die entweder bereits in diesem Bereich arbeiten (49) oder daran interessiert sind (29).

Tabelle 3: Anzahl der Forschungsorganisationen zur Ökologischen Landwirtschaft der humiden und sub-humiden Tropen

	Sub-Sahara Afrika	Asien	Latein- Amerika	Indust- rielän- der	Gesamt
Staatliche Forschungsinstitute die Ökolandbauforschung betreiben	11	4	1	16	32
Nicht-staatliche Organisationen mit Ökolandbau Forschung	8	3	1	5	17
Für die Ökolandbau Forschung von Interesse	8	13	1	7	29
Gesamt	27	20	3	28	78

Quelle: ORCA 2009a

International setzen sich gegenwärtig zwei Gruppen, für die Ausweitung der Forschung ein:

- **TPorganics**, auch „Technologie Plattform Organics“ genannt ist ein Projekt auf EU Ebene. Es wird von der EU-Gruppe der IFOAM koordiniert und von der Europäischen Union finanziert. In einem breit angelegten Dialogprozess haben Wissenschaftler, Bio Groß- und Einzelhändler, sowie europaweit agierende Verbände über zwei Jahre (2007-2009) um ein Forschungsverständnis gerungen. Im Ergebnis entstanden die *Forschungsvision 2025 für die Ökologische Land- und Lebensmittelwirtschaft* (TPorganics 2009a) und die *Strategic Research Agenda* (TPorganics 2009b).
- Unter dem Dach der FAO hat sich die Organic Research Centre Alliance, **ORCA** gegründet. Initiatoren sind 5 namhafte europäische Forschungsinstitute, die Internationale Gesellschaft für Ökolandbau Forschung (ISO FAR), sowie die FAO. Ähnlich wie bei der internationalen Agrarforschung der CGIAR ist geplant, ein Netzwerk von 11 Forschungszentren aufzubauen, das die wichtigsten agrar-ökologischen Zonen bedienen und vordringliche Themen bearbeiten soll. Das Netzwerk soll von einem internationalen Gremium koordiniert und von einem Sekretariat, das der FAO angegliedert ist, unterstützt werden. In einer ersten

Phase (2010-2013) soll ein erstes Zentrum für die humiden und sub-humiden Tropen (HUSHA) gegründet werden (ORCA 2009a).

Vernetzung. Die von Deutschland und Frankreich ausgehende Gründung der Internationalen Vereinigung der ökologischen Landbaubewegungen (IFOAM) (heute mit Sitz in Bonn) erfolgte 1974. Der Verband ist inzwischen auf 750 Mitgliedsorganisationen angewachsen und in 108 Ländern vertreten. Im Rahmen der regelmäßigen IFOAM Weltkongresse nahm die Forschung eine immer größere Rolle ein, so dass im Jahre 2003 ein internationales Forschungsnetzwerk entstand, die Internationale Gesellschaft für Ökolandbau-Forschung (ISO FAR), ebenfalls mit Sitz in Bonn. Seitdem richten IFOAM und ISO FAR die Weltkongresse gemeinsam aus.

Finanzierung. Bis Anfang der 80er Jahre finanzierte sich die Forschung fast ausschließlich aus privaten und gemeinnützigen Zuwendungen. Dann erst begann die staatlich finanzierte Forschung.

In Deutschland nahm das Bundesprogramm Ökologischer Landbau im Januar 2002 mit einem Jahresbudget von 35 Mio Euro seine Arbeit auf. Heute, gekürzt auf 16 Mio Euro pro Jahr fördert es die Forschung mit jährlich 8 Millionen Euro. Andere, forschungsorientierte Institutionen in Deutschland wie DFG, BMBF und UBA sind nicht oder nur marginal an der Ökolandbauforschung beteiligt. Seit Mitte der 90er Jahre finanziert die EU, Forschungsprojekte ökologischer Landwirtschaft, so das Programm *CORE Organic* (2004- 2007).

Insgesamt ist die Zuweisung öffentlicher Mittel für die Ökologische Landwirtschaft sehr gering. Würde man ihren Anteil am Anteil ökologisch bewirtschafteter landwirtschaftlicher Nutzfläche bemessen, so müsste sie bei 5% aller Forschungsmittel für den Sektor Landwirtschaft liegen. Tatsächlich liegt der Anteil deutlich darunter. Begreift man ökologische Landwirtschaft gar als gleichberechtigte Strategie im Wettbewerb innovativer Ansätze zur Lösung globaler Probleme (Ernährungssicherung, Klimaschutz und Biodiversitätserhalt), dann wären ganz andere Größenordnungen zu verhandeln.

5.2 Wissenschaftsverständnis und Forschungsmethodik

Dem herkömmlichen Wissenschaftsverständnis folgend sollte die Forschung so wertfrei wie möglich sein, um ein Höchstmaß an Objektivität bei den Ergebnissen zu erreichen. Dies hat dazu beigetragen, dass die Agrarforschung sich von der Untersuchung komplexer Zusammenhänge immer mehr entfernt hat und zunehmend reduktionistisch geworden ist. Gleichzeitig ist ein deutliches Missverhältnis entstanden zwischen dem Wissensbedarf praktizierender Landwirte und dem überwiegend spezialisierten Grundlagenwissen das von der Agrarforschung generiert wird (Squire and Gibson 1997), und mangelnde Praxis-Relevanz der Forschungsergebnisse wird zunehmend beklagt.

Wissenschaftstheoretisch und forschungsmethodisch beschreitet die Ökolandbau Forschung neue Wege. Dabei stellt sie das Grundprinzip wertfreier, objektiver Wissenschaft

in Frage und argumentiert, Landwirtschaftswissenschaft sei eine angewandte Wissenschaft, die ihr eigenes Wissensgebiet beeinflussen müsse. Alroe und Kristensen (2001) nennen sie eine „systemische Wissenschaft“, die gar nicht wertfrei sein könne. Werte seien sogar wichtig für die Agrarwissenschaft, indem sie konstitutiv und Norm bildend für gute Wissenschaft seien und gleichzeitig helfen könnten, Zusammenhänge und Forschungsrelevanz herzustellen. Anstelle der bisher geforderten Objektivität solle die „reflektierte Objektivität“ treten, die Ergebnis eines zyklisch verlaufenden Erkenntnisprozess sei, indem der Wissenschaftler abwechselnd die Rolle des Versuchsanstellers (Innensicht) und die eines Beobachters (Außensicht) einnimmt. Letzterer bilde die Basis für den wissenschaftlichen Austausch (Alroe 2000).

Die Überlegungen von Fuchs und Flöter (2009) gehen noch einen Schritt weiter. Ausgehend vom Begriff des landwirtschaftlichen Betriebes als Organismus, sehen sie die Notwendigkeit, dass der Forscher (zumindest zeitweise) Teil dieses Organismus wird und an den „Lebensbeziehungen dieses Organismus“ teilnimmt, um „Orientierungswissen“ zu diesem Betrieb zu erwerben und damit ein Höchstmaß an Wissensrelevanz. Mit Blick auf die geforderte Objektivität verweisen sie auf Daston et al. (2007), die postulieren dass die Phase struktureller Objektivität durch die Phase des „geschulten Urteils“ abgelöst wird, da der Forscher durch vielfache Erfahrung das „Normale“ zuverlässig erkenne.

Diese wissenschaftstheoretische Diskussion befindet sich noch am Anfang und hat erst ansatzweise in die Forschungsmethodik der Ökolandbau-Wissenschaft Eingang gefunden. Es ist ein Verdienst einzelner Wissenschaftler, mit dieser Diskussion das weitgehend erstarrte Wissenschaftsverständnis und seine Forschungsmethodik in Frage zu stellen und nach notwendiger Erneuerung zu suchen.

Innovativ ist zweifellos auch der andauernde Diskurs über Werte, Prinzipien und Normen einer Landwirtschaft. Er hat den Ökolandbau seit seinen Anfängen begleitet und ist ein Alleinstellungsmerkmal dieser Landbau-Richtung.

Der Wertediskurs ist auch deshalb von Bedeutung, da er nicht abstrakt und theoretisch geführt wird. Er hat geholfen, die Methode und Strategie des Ökolandbaus auszugestalten, für jeden Anbauverband verbindliche Richtlinien zu entwickeln und ein System von Kontrolle und Zertifizierung zu etablieren. Nicht zuletzt hat er auch ermöglicht, Leitbilder und Visionen zu entwickeln, die eine Vorstellung vermitteln, wie die zukünftige Landwirtschaft aussehen könnte und sollte. Zum Beispiel wäre zu fragen: Welche Vision besteht gesamtgesellschaftlich von der Tierhaltung der Zukunft? Will man in der Tierproduktion Schweinemast Anlagen in Hochhäusern an Standorten wie dem Hafen von Rotterdam, weil dort mit Soja-Importen aus Lateinamerika Fleisch besonders kostengünstig produziert werden kann? Oder setzt man auf eine flächengebundene Tierproduktion, die Ertragsoptimierung mit Landschaftserhalt und Klimaschutz vereint? Visionen und Leitbilder sind auch die Grundlage für die Identifizierung relevanter Forschungsfragen.

Die jüngst eingerichtete EU-Technologieplattform TPorganics (2009a) formuliert drei Forschungsziele und liefert - dazu passend - Visionen für die Zukunft der Landwirtschaft (siehe Box 2).

Box 2: Visionen für zukünftige Landwirtschaft

Ökofunktionale Intensivierung der Nahrungsproduktion (...):

Im Jahr 2025 werden sich die Verfügbarkeit von Lebensmitteln und die Stabilität der Versorgung dank einer Intensivierung, welche auf ökologischen Prozessen basiert, spürbar verbessern. Durch die Wiederbelebung ländlicher Gebiete wird sich der Zugang zu Lebensmitteln wesentlich verbessern. Das Wissen der Landwirte über nachhaltige Bewirtschaftung und Nutzung von Ökosystemleistungen wird deutlich größer sein. Artgerechte Tierhaltung und umweltschonende Landwirtschaft werden als die modernsten Technologien in der Lebensmittelerzeugung gelten.

Stärkung der ländlichen Gebiete und der ländlichen Wirtschaft (...):

Im Jahr 2025 werden neue Konzepte, neues Wissen und neue Praktiken die Abwanderung der Bevölkerung aus den ländlichen Regionen stoppen oder sogar rückgängig machen. Eine vielseitige lokale Ökonomie wird Menschen wieder anziehen und neue Einkommensmöglichkeiten schaffen. Die ökologische Landwirtschaft, die handwerkliche Lebensmittelverarbeitung und der Öko-Tourismus werden wesentlich zur Stärkung der ländlichen Wirtschaft beitragen. Der Dialog zwischen städtischer und ländlicher Bevölkerung wird erheblich verbessert, und intensive Formen der Partnerschaft zwischen Verbrauchern und Erzeugern werden aufkommen.

Lebensmittelerzeugung für gesunde Ernährung und Wohlbefinden (...):

Im Jahr 2025 werden sich die Menschen gesünder und ausgewogener ernähren. Die Ernährungsgewohnheiten werden sich verändert haben: Frische und vollwertige Lebensmittel werden voll im Trend liegen, die Verarbeitungstechnologien werden die authentischen inneren Eigenschaften nur minimal verändern. Der spezifische Geschmack und dessen regionale Variante wird von den Verbrauchern mehr geschätzt als ‚Designer-Food‘.

Quelle: TPorganics (2009a)

Alle drei der oben genannten Leitbilder stellen den Bezug zur Welternährung her und behalten gleichzeitig die drei Nachhaltigkeitsdimensionen Ökologie, Ökonomie und Soziales im Blick.

An dieser Stelle ist nicht der Raum für eine umfassende Diskussion und Bewertung der inhaltlichen Aussagen dieses Diskurses. Festhalten lässt sich aber, dass ein Diskurs an sich unverzichtbar ist, um die anstehenden gesellschaftlichen Aufgaben der Landwirtschaft zu bewältigen. Feststellen lässt sich auch, dass die Ökolandbau Forschung dabei eine Vorreiter-Rolle innehat.

Aktuelle Forschungsmethoden im Ökolandbau. In der Versuchsmethodik der aktuellen Ökolandbau-Forschung findet die Diskussion um ein erneuertes Wissenschaftsverständnis bisher nur geringen Niederschlag. Nach Ansicht von Lockeretz (2000) unterscheiden sich die Forschungsmethoden im Ökolandbau nicht nennenswert von denen in der allgemeinen Landwirtschaft.

Vereinzelte Forschungsrichtungen bilden dabei eine Ausnahme. Dazu gehören u.a. die *bildschaffenden Methoden* der biologisch dynamischen Forschung. So werden z.B. mit

der Kupferchlorid-Kristallisation neue, ganzheitliche Verfahren zur Qualitätsbeurteilung von Nahrungsmitteln erprobt und entwickelt (Pfeiffer1975).

Deutlich unterscheidet sich die Ökolandbau-Forschung von der klassischen Agrarwissenschaft in der Wahl allgemein anwendbarer Untersuchungsmethodiken. Ein Schwerpunkt bei Dauerversuchen, Fallstudien und Erhebungen ist nicht zu übersehen. Auch partizipative Methoden, wie z.B. in der Pflanzenzüchtung, besitzen eine vergleichsweise große Bedeutung. Durch die Betonung dieser Methoden wird versucht, verstärkt ganzheitliches Wissen zu generieren. Gleichzeitig ist aber auch eine starke Zunahme einzeldisziplinärer Analysen und Untersuchungen zu beobachten.

Dauerversuche haben in der Ökolandbau-Forschung einen relativ hohen Stellenwert. Innerhalb des ISO FAR Forschungs-Netzwerks wurde dazu eigens eine Arbeitsgruppe eingerichtet, der mehr als 50 Wissenschaftler angehören. Die Langzeitversuche dienen vor allem dazu, die Machbarkeit ökologischer Produktion nach Umstellung zu untersuchen und sie mit konventioneller Produktion zu vergleichen (Raupp et al. 2006). Von besonderem Wert sind dabei verschiedenste Aspekte der Bodenbiologie, wie z.B. Gehalt, Zusammensetzung und Dynamik organischer Substanz, mikrobielle Biomasse und Bodenfauna. Des Weiteren lassen sich mit den Dauerversuchen grundlegende Erkenntnisse gewinnen zur Ertragssicherheit, zur Wirtschaftlichkeit ökologischer Produktion und zu den Auswirkungen des Klimawandels (Energiebilanzen und CO₂ Bindung in Böden). Besonders bekannt geworden ist der DOK⁶ Versuch, der an verschiedenen Standorten in Europa durchgeführt wird und in dem drei verschiedene Produktionsverfahren miteinander verglichen werden: die biologisch-dynamische, die organische und die konventionelle. Derartige Langzeitversuche wurden bisher fast nur unter gemäßigten Klimabedingungen durchgeführt. Seit kurzem existiert ein erster internationaler Dauerversuch, in dem das Konzept DOK nun in 3 Kontinenten mit lokalen Partnern umgesetzt wird⁷ (Zundel et al. 2009).

Fallstudien sind ebenfalls eine für die Ökologische Landwirtschaft relativ häufig angewandte Untersuchungsmethode. Sie eignen sich wohl am ehesten zur Erfassung komplexer Zusammenhänge im Betriebssystem, und der Verknüpfung von Sichtweisen verschiedener Disziplinen, wie z.B. von physisch-naturwissenschaftlichen mit ökonomischen oder sozio-ökonomischen Aspekten. Besonders interessant sind Fallstudien, um zeitliche Veränderungen zu untersuchen. So wurde beispielsweise ein biologisch-dynamischer Milchviehbetrieb in Süddeutschland über einen Zeitraum von mehr als 30 Jahren auf seine Energie- und Nährstoffbilanzen, sowie seine physischen und monetären Erträge untersucht (Kaffka 1985, Kaffka and Koepf 1989). Allein diese eine Fallstudie lieferte grundlegende Erkenntnisse zu Fragen der Nährstoff-Effizienz, des Nährstoff-Nachlieferungs-Vermögens von Böden und zur Nachhaltigkeit ökologischer Betriebe.

⁶ DOK = dynamisch, organisch und konventionell

⁷ Kenya (sub-humider Standort, Nahrungskulturen), Indien (semi-arider Standort, Baumwollanbau und Nahrungskulturen) und Bolivien (humider Standort, Dauerkulturen und Agroforstwirtschaft).

Monodisziplinäre Analysen nehmen rein quantitativ den größten Raum ein, und die Anzahl der Untersuchungen in allen Wissensgebieten der Landwirtschaft nimmt exponentiell zu.

So lässt sich zusammenfassend feststellen, dass sich die Ökolandbau Forschung zwar weitgehend konventioneller Methoden bedient aber andere Schwerpunkte setzt als die klassische Agrarwissenschaft. Sie versucht damit das Anliegen ganzheitlicherer Betrachtung von Agrar-Ökosystemen zu berücksichtigen, aber für die Weiterentwicklung des Ökolandbaus sind noch größere wissenschafts-methodische Veränderungen nötig.

6. Zukünftige Ausrichtung der Forschung – eine Ideensammlung

Die zukünftige Ausrichtung der Forschung zur Ökologischen Landwirtschaft erfordert forschungsmethodische und inhaltliche Orientierung. **Forschungsmethodisch** muss die Ökolandbau-Forschung Neuland beschreiten, um ihrem ganzheitlichen Verständnis von Landwirtschaft gerecht zu werden, bei dem Agrarlandschaften und ihre Einzelbetriebe als Ökosysteme betrachtet werden. **Inhaltlich** betrachtet geht es um die Fokussierung auf die für den Sub-Sektor Ökolandbau vordringlichen Fragen, differenziert nach Regionen. Für die zukünftige Forschung lassen sich folgende Kriterien benennen:

- **Methodenwahl:** Ökologisch angepasste Lösungen können nur mit Beteiligung lokaler Akteure gefunden werden. Deshalb rangiert das Prinzip der Transdisziplinarität an erster Stelle. Das heißt, wo immer möglich sollten relevante Forschungsthemen nicht alleine von Wissenschaftlern identifiziert, geplant und umgesetzt werden, sondern mit Beteiligung verschiedener Akteure (z.B. praktische Landwirte, Berater etc.). Die in den letzten 20 Jahren entwickelten partizipativen Methoden bieten hierfür eine gute Grundlage.

Als zweites Prinzip ist die Interdisziplinarität zu nennen. Forschungsprojekte sollten im Planungsstadium stärker daraufhin geprüft werden, in wieweit Fachgebiets übergreifende Forschungsansätze geboten sind und sollten entsprechende Untersuchungsmethoden wählen oder entwickeln. Das gilt besonders für die Zusammenarbeit zwischen Natur- und Sozialwissenschaften.

- **Kombination von Wissenssystemen:** die Generierung neuer Erkenntnisse sollte nicht nur auf dem formalen, wissenschaftlichen Wissen aufzubauen, sondern verstärkt auch traditionelle, gemeinschaftliche Wissens- und Erfahrungssysteme einbeziehen.
- **Geographische Schwerpunkte:** Erhebliche Steigerungspotentiale globaler Nahrungsproduktion – namentlich mit ökologischen Produktionsmethoden - liegen in den Tropen und Subtropen. Deshalb sollte sich die Ökolandbau-Forschung in diesem Klimagürtel ebenso intensiv engagieren, wie auf der nördlichen Hemisphäre unter gemäßigten Klimabedingungen.
- **Inhaltliche Ausrichtung:** Den Aspekten Ertragssteigerung und nachhaltiger Intensivierung sollte mehr Gewicht beigemessen werden, als bisher. Dabei sollten Klimaschutz und Biodiversitätserhalt nicht nur weiter verfolgt, sondern noch stärker als bisher berücksichtigt werden.

Die konsequente Berücksichtigung dieser Kriterien könnte das Profil der Ökolandbau Forschung erheblich schärfen und der Ökologischen Landwirtschaft bei der Ernährungssicherung eine Schlüsselrolle verleihen.

In den folgenden Abschnitten werden prioritäre Themenfelder für die Agrarforschung im Ökolandbau dargestellt. Es handelt sich dabei um eine Ideensammlung, die das

Spektrum relevanter Fragestellungen bei weitem nicht abdeckt, aber einen Eindruck vermitteln kann, in welche Richtung zukünftige Forschung gehen sollte.

6.1 Tropen und Subtropen

Die Ökologische Landwirtschaft hat ihre Ursprünge im Norden und dient bis heute im wesentlichen dazu die Bio-Märkte von Europa, Nordamerika und Japan zu bedienen. Dies erklärt, warum die Ökolandbau Forschung in und für tropische und subtropische Standorte bisher kaum eine Rolle gespielt hat. Wenn jedoch die ökologische Landwirtschaft die Welternährung in den Fokus nehmen will, sollte sie die Tropen und Subtropen zu einem räumlichen Schwerpunkt für Forschung und Entwicklung machen. In diesen Regionen geht es um die kleinbäuerliche Landwirtschaft und dabei vor allem um Standorte, an denen unter mittleren bis marginalen ökologischen Bedingungen Landwirtschaft betrieben wird. Dabei sind sozio-ökonomische und technische Fragen gleichermaßen von Bedeutung.

Vorrangige **sozio-ökonomische Fragestellungen** betreffen den Aufbau regionaler Märkte für Bioprodukte, denn diese haben unmittelbaren Einfluss auf die Produktion. Dazu gehört:

- Die Entwicklung neuer **Konzepte der regionalen Vermarktung** z.B. durch die direkte Kooperation zwischen Produzenten und Verbrauchern (*Community Supported Agriculture, CSA*), durch regionalen Abo-Kisten Vertriebssysteme und andere regionale Lebensmittelnetze⁸.
- Die **Erarbeitung von Richtlinien und Garantie-Systemen**, die auch für Kleinbauern erschwinglich und handhabbar sind und gleichzeitig die Aspekte Klimaschutz und Biodiversitätserhalt beinhalten. Verbindliche und transparente Richtlinien und Garantiesysteme schaffen Konsumentenvertrauen und helfen lokale Biomärkte anzukurbeln, nachweislicher Klimaschutz und Biodiversitätserhalt ermöglichen Kompensationszahlungen aus anderen Sektoren zur Förderung der Landwirtschaft und für ihre Leistungen zur Erbringung gesamtgesellschaftlicher Aufgaben.

Zu den **technisch-naturwissenschaftlichen Themen** und ihrer Bedeutung wurde eine kleine Erhebung unter Wissenschaftlern durchgeführt. Die Befragung (Tabelle 4) kommt zu dem Ergebnis, dass zwei Aspekte herausragende Bedeutung haben: die Steigerung der Bodenfruchtbarkeit sowie die Nutzung und Erhaltung der landwirtschaftlich biologischen Vielfalt (Agrobiodiversität).

⁸ Übernommen und verändert nach Angaben von TPorganics (2009b)

Tabelle 4: Bedeutung naturwissenschaftlicher Themenfelder für die Forschung im Ökolandbau

	Rang
Bodenfruchtbarkeit und Düngung	1
Pflanzen- und Nutztierzüchtung	2
Pflanzenschutz	3
Nachernteschutz	4
Fruchtfolgen	5
Bodenbearbeitung	6
Quelle: eigene Erhebung	

Beide Aspekte richten sich nicht nur an Bodenkunde und Pflanzenbau, sondern beziehen auch die Tierhaltung ein. Die Verwertung und Veredelung von geringwertiger Biomasse durch die Tierhaltung stärkt die Nährstoff-Kreisläufe. Deshalb besitzt die Optimierung flächengebundener tierischer Produktionssysteme einen hohen Stellenwert für die Steigerung der Bodenproduktivität und ist unverzichtbar für die Ökologische Landwirtschaft.

Von den naturwissenschaftlich-technischen Themen sind zumindest die folgenden prioritär:

- **Verbesserung der organischen Düngung:** Eine systematische Humuswirtschaft bleibt das Fundament für die ökologische Produktion. Aber pflanzliche und tierische Biomasse, die dem Boden zugeführt werden kann, ist in aller Regel knapp und ein begrenzender Faktor bei der organischen Düngung. Deshalb sind alle Möglichkeiten auszuloten, wie das Biomasse-Aufkommen im Betrieb gesteigert werden kann. Dazu gehören Methoden der Agroforstwirtschaft, der Mischkultur, der Gründüngung, sowie die Integration von Tierhaltungssystemen. Neben der quantitativen Steigerung der Biomasse-Zufuhr geht es auch um die qualitative Verbesserung der Bodenhumusgehalte in ihrer Huminstoff Zusammensetzung. Die Steuerung von Rottprozessen durch spezielle Verfahren der Kompostierung (z.B. Vermicompost) ist dabei systematisch weiterzuentwickeln.
- **Rehabilitation nährstoffarmer Böden:** Die Wirkung von Mineraldünger zur Rehabilitation nährstoffarmer Böden sollte systematisch untersucht werden⁹. Ebenso sind die Technologien biologischer Stickstoff-Fixierung weiterzuentwickeln. Schließlich bedarf es der Entwicklung praxisreifer Methoden zur Nutzung der Mykorrhiza, um die Phosphatverfügbarkeit in tropischen Böden zu erhöhen.

⁹ Das gilt vor allem für die Nährstoffe Phosphor, Kalium, Calcium und Magnesium

- **Optimiertes Wassermanagement im Regenfeldbau:** Die in den Tropen und Subtropen entwickelten Erosionsschutztechniken bieten bereits gute Möglichkeiten, nicht nur den Bodenabtrag zu unterbinden, sondern auch das oberflächlich abfließende Niederschlagswasser zurückzuhalten und dem Boden am Ort des Niederschlags zuzuführen. Diese Techniken sind zu kombinieren mit Bodenverbesserungsmaßnahmen, indem durch gezielte Humuswirtschaft Infiltrationsrate, Feldkapazität und pflanzenverfügbares Wasser im Boden erhöht werden. Da Wasser vielerorts ertragsbegrenzend ist, liegt hier ein beträchtliches Potential für Ertragssteigerung. Standortgemäße Lösungen sind für semi-aride, sub-humide und humide tropische Standorte zu entwickeln.
- **Nutzung der Agrobiodiversität zur Steigerung der Nahrungsproduktion:** Mit zunehmender Klimaveränderung werden Umweltvariationen (zeitlich und räumlich) deutlich zunehmen. Viele tropische Standorte werden davon besonders betroffen sein. Deshalb sind leistungsfähige Produktionssysteme zu schaffen, die auf Umweltveränderungen elastischer reagieren. Die systematische Nutzung der genetischen Vielfalt bei den landwirtschaftlichen Kulturpflanzen bietet dafür ein großes Potential.

Gleichzeitig gilt es, für die wichtigsten Nahrungskulturpflanzen moderne Landsorten zu züchten, die aufgrund ihrer genetischen Variabilität bei Genotyp-Umweltinteraktionen besser abschneiden (höhere Ertragssicherheit) und gleichzeitig ein deutlich höheres Ertragspotential besitzen als traditionelle Landrassen. Evolutionäre Pflanzenzüchtung, unterstützt durch markergestützte Selektion und in partizipativer Züchtung mit Bauern, bietet sich als vielversprechende Forschungsmethode an.

Auch durch eine größere Anzahl von Kulturpflanzen lassen sich Resilienz und Flächenproduktivität von Produktionssystemen deutlich steigern. In Frage kommen zahlreiche Pflanzen, die bisher vielleicht kaum wirtschaftliche Bedeutung besaßen, aber unter marginalen Bedingungen sehr wettbewerbsfähig sind. Entsprechende Anbausysteme sind zu entwickeln.

- **Tierzucht zur Optimierung der Produktionsbedingungen:** Für die flächengebundene, bäuerliche Tierhaltung (Rind, Schaf und Ziege) sollten lokale Populationen durch Einkreuzung von Hochleistungsrassen in ihrer Leistungsfähigkeit verbessert und dabei ihre genetische Variabilität weitgehend erhalten werden. Erhöhte Leistungsfähigkeit ist mit der Anpassungsfähigkeit an variierende Umweltbedingungen und zunehmenden Umweltstress zu kombinieren. Eigenschaften wie Hitzetoleranz, Krankheits-Resistenz und Verwertbarkeit geringer Futterqualität stehen dabei im Vordergrund. Die Entwicklung einer in der Praxis breit anwendbaren Methode der Zuchtorganisation besitzt dabei zentrale Bedeutung.
- **Minderung der Methanproduktion in der Tierhaltung:** Die Wiederkäuer sind eine signifikante Größe für die Klimaerwärmung, andererseits aber für eine ökologische Intensivierung der Landwirtschaft unverzichtbar. Deshalb kommt der

Erforschung zur Verringerung des Methanausstoßes von Wiederkäuern entscheidende Bedeutung zu. Nach ersten Erkenntnissen ist dies z. B. über veränderte Futterbeimengungen denkbar. So gelang es beispielsweise, durch die Beimengung tanninhaltiger Blätter und Früchte den Methanausstoß um 25% zu senken (Zeddies 2002).

6.2 Gemäßigte Breiten

Auf der nördlichen Hemisphäre, in den Industrieländern Europas und Nord-Amerikas geht es für die Landwirtschaft vordringlich um die Transformation intensiver Produktions- und Betriebssysteme dergestalt, dass sich die Effizienz von Energie- und Nährstoff-Einsatz erhöht. Darüber hinaus gilt es für den Ökolandbau, die Ertragsdifferenz zur konventionellen Produktion zu verringern. Ein dritter Schwerpunkt sollte die Nahrungsqualität in den Blick nehmen. Ausreichende Ernährung ist nicht nur eine Frage der Menge, sondern auch des Nährwertes. Die folgenden naturwissenschaftlich-technischen Themen sollten vorrangig bearbeitet werden:

- **Pflanzenzucht:** Die Züchtung regional angepasster Sorten hat hohe Priorität. Mit der Methode der evolutionären Pflanzenzüchtung lassen sich Sorteneigenschaften wie Anpassungsfähigkeit und Ertragsreichtum kombinieren und somit moderne Landsorten gewinnen, die die Resilienz von Produktionssystemen erhöhen. Partizipative Züchtung, d.h. Züchtung mit Landwirten und auf landwirtschaftlichen Betrieben, gestattet die Dauer des Züchtungsprozesses zu verkürzen und erhöht die Chancen, mit den rasch fortschreitenden Klimaveränderungen Schritt zu halten.
- **Anbau von Körnerleguminosen:** Im Hinblick auf die zunehmende Kleemüdigkeit auf Biobetrieben in Mitteleuropa sollte dem Einsatz ertragreicherer Körnerleguminosen mehr Aufmerksamkeit geschenkt werden. Dies hilft, den biologischen Stickstoffbedarf zu decken, die „Eiweißabhängigkeit“ von Lateinamerika zu reduzieren, die Regenwaldabholzung zu stoppen und dortige Sojaflächen für den Anbau von Nahrungskulturen umzuwidmen. Dementsprechend sollten Produktionssysteme zum Anbau von Körner-Leguminosen und dazu passende Fruchtfolgen entwickelt werden. Parallel dazu müssen geeignete Sorten gezüchtet werden.
- **Weiterentwicklung von Direktsaatsystemen:** Durch verringerte Bodenbearbeitung können CO₂-Bindung im Boden und Bodenhumusgehalte gesteigert, die Boden-Erosion verringert und der Energie-Einsatz für Bodenbearbeitung reduziert werden. So sollten Direktsaatsysteme entwickelt werden, die mit der Ökologischen Landwirtschaft kompatibel sind: Die Eignung biologischer oder anorganischer Herbizide (z.B. ätherische Öle, Seifen, anorganische Säuren, wie z.B. Essigsäure) ist zu prüfen, Anbau-Richtlinien sind entsprechend anzupassen.
- **Vielfalt und Spezialisierung miteinander verbinden:** Auch im Ökolandbau schreitet die Spezialisierung der Betriebe voran. Dadurch steigen die Anforder-

rungen, dem Prinzip „Wirtschaften nach den Gesetzen von Ökosystemen“ treu zu bleiben. Zwischen- und überbetriebliche Kooperationsformen sind zu finden, neue Formen von Arbeitsteiligkeit und Zusammenarbeit zu entwickeln, damit Spezialisierung in der Betriebsorganisation und ganzheitlicher Ökosystem-Ansatz in Einklang gebracht werden können.

6.3 Standortübergreifende Fragen

Standortübergreifend stehen die folgenden Themen an:

- **Multifunktionalität:** Allgemein sollte verstärkt Grundlagenforschung betrieben werden, die sich mit der Intensivierung der Landwirtschaft über eine gezielte Förderung der Multifunktionalität von Agrar-Ökosystemen beschäftigt. Dabei sind nicht nur technisch-naturwissenschaftliche Zusammenhänge zu betrachten. Auch im Handel und in der Vermarktung dürften multifunktionale Prozesse ein großes, noch unausgeschöpftes Potential bilden. Transdisziplinäres Vorgehen hat dabei einen besonders hohen Stellenwert.
- **Humusforschung:** Untersuchungen zur Zusammensetzung und Dynamik von Bodenumus bildeten die in den 60er Jahren ein wichtiger Bereich grundlagenorientierter Agrarforschung. Dieses Thema sollte wieder aufgegriffen werden mit dem Ziel, die effiziente und nachhaltige Nutzung von Nährstoffen weiter zu erhöhen.
- **Saatgut:** Die Forderung nach größerer Resilienz von Agrarökosystemen hat unmittelbare Auswirkungen auf die Pflanzenzüchtung. Insgesamt werden Sorten mit größerer genetischer Vielfalt benötigt. Aber die für das Sortenverständnis grundlegenden DUS-Kriterien deren Einhaltung national und international gesetzlich geregelt ist, behindern den Züchtungsfortschritt. So besteht die Notwendigkeit, das Sortenverständnis neu zu definieren, Verfahren zu entwickeln, die einen Interessensausgleich zwischen gesamtgesellschaftlichen Nutzungsrechten (z.B. den *Farmers' Rights*) und privaten geistigen Eigentumsrechten (IPR) herbeiführen und gegenwärtige Saatgutgesetze und Verordnungen so zu überarbeiten, dass Sorten mit großer genetischer Vielfalt gezüchtet und in Verkehr gebracht werden können.

7. Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Schlussfolgerungen: Eine grundlegende Neuorientierung der Landwirtschaft ist erforderlich, um die drei Ziele: Ernährungssicherung, Anpassung an Klimawandel, und Erhaltung der natürlichen Ressourcen gemeinsam zu erreichen. Heute wird nur noch von wenigen bestritten, dass die Ökologisierung der Landwirtschaft ein zentrales Prinzip für diese Neuausrichtung ist. Uneinigkeit besteht über den Entwicklungsweg.

Die Ökologische Landwirtschaft hat für diese Reorientierung bereits wesentliche Impulse gegeben und kann auch zukünftig als Motor für Erneuerung der Landwirtschaft gesehen werden. Sie trifft, vereinfacht gesprochen, auf ein duales System: Für die hochintensive, großflächige und industrialisierte Landwirtschaft generiert sie Innovationen, die dieser helfen kann, Ressourcen effizienter und Umwelt verträglicher zu produzieren; andererseits bietet sie einer bäuerlichen, kleinräumig strukturierten Landwirtschaft ein System der Ernährungs- und Existenzsicherung, das gegenüber anderen Landwirtschaftsformen in vielen Fällen ökologisch und ökonomisch überlegen ist.

Gemessen an den Zielen von Ernährungssicherung und nachhaltiger Produktion ist auch die Ökologische Landwirtschaft in ihrer heutigen Form noch nicht ausreichend leistungsfähig, aber sie besitzt großes Entwicklungspotential und ist vielleicht die zukunftsfähigste Option, die gegenwärtig zur Verfügung steht.

Der noch jungen Agrarforschung zum Ökolandbau kommt dabei die Aufgabe zu, dieses Potential zu erschließen. Dafür müsste dieser Forschungszweig erheblich aufgestockt und neu ausgerichtet werden.

Bei der inhaltlichen Ausrichtung zukünftiger Forschung sollte der Intensivierung der Produktion, der Ertragssteigerung und der Welternährung mehr Bedeutung beigemessen werden als bisher. In diesem Zusammenhang sind die Pflanzenzüchtung und die Bodenproduktivität vordringliche Arbeitsfelder.

Gleichzeitig ist der räumliche Fokus zu verändern. Bisher konzentriert sich die Ökolandbau Forschung auf die Industrieländer Europas und Nord-Amerikas. Für zukünftige Ernährungssicherung in den Ländern des Südens hat die Ökologische Landwirtschaft eine bedeutende Aufgabe. Dies ist bei der räumlichen Ausrichtung von Agrarforschung zu berücksichtigen.

Die Agrarforschung Ökolandbau – bis vor wenigen Jahrzehnten fast ausschließlich durch private und gemeinnützige Gelder finanziert – hat inzwischen den Sprung in die staatliche und internationale Förderung geschafft. Allerdings ist die öffentliche finanzielle Förderung immer noch äußerst gering. Sie entspricht nicht dem Flächenanteil ökologischer Produktion und schon gar nicht der Bedeutung, die der Ökolandbau für die Erneuerung der Landwirtschaft hat. Auch Kosten-Nutzen Gesichtspunkte sprechen dafür, die Finanzierung aufzustocken, denn bisher war die Effizienz eingesetzter Forschungsmittel (z.B. im Bundesprogramm Ökologischer Landbau) hoch.

Empfehlungen an die Agrarwissenschaften im Ökolandbau:

(1) Die Themen Welternährung und nachhaltige Intensivierung der Produktion sollten stärker berücksichtigt werden. Die Steigerung der Bodenproduktivität und die Pflanzenzüchtung sind dabei besonders vordringlich.

(2) Die Ökolandbau Forschung in den Ländern des Südens (Tropen und Subtropen, Entwicklungsländer) spielt bisher eine sehr geringe Rolle. Gemäß den dort vorhandenen und bisher kaum genutzten Potentialen sollte dieser Klimagürtel (neben der nördlichen Hemisphäre) zu einem zweiten Standbein gemacht werden.

(3) Für das Grundverständnis und die Weiterentwicklung der Ökologischen Landwirtschaft werden immer wieder ganzheitliche und systembezogene Forschungsmethoden gefordert. Die Umsetzung dieser Forderung steckt noch in den Anfängen. Sie sollte konsequenter als bisher vorangetrieben werden. Dabei sollten vor allem die Prinzipien Transdisziplinarität und Interdisziplinarität stärker als bisher berücksichtigt werden.

(4) Die jüngsten Initiativen verstärkter internationaler Vernetzung und Zusammenarbeit innerhalb des Sektors Ökolandbauforschung sind wegweisend und sollten weiter ausgebaut werden.

Empfehlungen an die Politik:

(5) Bisher ist die Zuweisung öffentlicher Mittel für die Ökologische Landwirtschaft sehr gering und sachlich nicht zu rechtfertigen. Die ökologische Landwirtschaft sollte begriffen werden als ernstzunehmende Strategie zur Lösung globaler Probleme (Ernährungssicherung, Klimaschutz und Erhaltung der natürlichen Ressourcen). Dementsprechend sollte die Finanzierung für Forschung und Entwicklung in der ökologischen Landwirtschaft erheblich aufgestockt werden.

(6) Die Bundesregierung sollte einen Diskurs über Ziele, Strategien und Methoden einer zukünftigen Landwirtschaft initiieren. Die ökologische Landwirtschaft ist dabei als eine Option zu sehen, der gleichrangig mit anderen Strategien Aufmerksamkeit geschenkt werden muss. An diesem Diskurs sollten einerseits alle gesellschaftlich relevanten Gruppen (Praxis, Wissenschaft, Konsumenten) beteiligt werden, und andererseits die wichtigsten politischen Ressorts (mindestens aber BMELV, BMZ, BMBF). Die Moderation des Prozesses sollte Ressort übergreifend erfolgen, um die notwendige politische Kohärenz zu erreichen. Im Ergebnis könnten daraus agrarpolitische Visionen (Entwicklungspolitik eingeschlossen) und eine kohärente Agrarforschungs-Agenda für die Bundesrepublik Deutschland entstehen.

ANHANG: Literaturnachweis

- Alroe, H.F. (2000): Science as systems learning. Some reflections on the cognitive and communicational aspects of science. *Cybernetics and Human Knowing* / (4): 57-78.
- Alroe, H.F. and E.S. Kristensen (2002): Towards a systemic research methodology in agriculture: rethinking the role of values in science. *Agriculture and Human Values* 19:3-23.
- Altieri, M. (1999): The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 74:19-31.
- Bachmann, L., E. Cruzada and S. Wright (2009): Food Security and Farmer Empowerment. A study of impacts of farmer-led sustainable agriculture in the Philippines. Masipag. Los Banos.
- Badgley, C. J., E. Quintero, E. Zakem, M.J. Chappell, K. Avilés-Vázquez, A. Samulon and I. Perfecto. 2006. Organic agriculture and the global food supply. *Renewable Agriculture and Food Systems*: 22(2); 86-108.
- Balfour, E. (1943): *The living Soil*. London. Faber and Faber.
- Bellarby, J., B. Foereid, A. Hastings, P. Smith (2007): Cool farming: climate impacts of agriculture and mitigation potential. Greenpeace International, The Netherlands.
<http://www.greenpeace.org/international/press/reports/cool-farming-full-report> .
- Bengtsson, J., Ahnström, J. and Weibull, A.-C. (2005): The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis. *Journal of Applied Ecology*, 42, pp. 261-269.
- Bradford, J.M. (2008). Organic Pecans: Another Option for Growers. November/December 2008, *Agricultural Research magazine*. US Agricultural Research Service (ARS).
- Bruinsma, J. (2009): The resource outlook to 2050: By how much do land, water and crop yields need to increase by 2050? Paper presented at the FAO Expert Meeting, 24-26 June 2009, Rome on „How to feed the World in 2050. Economic and Social Development Department. FAO. Rome.
- Cecarrelli, S. (2006): Decentralized – Participatory Plant Breeding: Lessons from the South – Perspectives in the North. In: D. Desclaux and M. Hédont (ed.): *Proceedings of the ECO-PB Workshop: „Participatory Plant Breeding: Relevance for Organic Agriculture?“* 11-13 June 2006, La Besse France.
- Daston, L., P. Galison und C. Krüger (2007): *Objektivität*. Suhrkamp
- Deutsche Bank Research (2009): *The Global Food Equation. Food Security in an environment of increasing scarcity*. Trend Research. Current Issues.
- Dyson, T. (1999a): World food trends and prospects to 2025. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. Vol. 96. 5929-2936.
- Dyson, T. (1999b): Prospects for feeding the world. *British Medical Journal*. 319(7215): 988-991.
- Eyhorn, F., M. Ramakrishnan and P. Mäder (2007): The viability of cotton-based organic farming systems in India. *International Journal of Agricultural Sustainability* 5(1), p. 25-38.
- FAO (2002): *Organic Agriculture, environment and food security*. Environment and Natural Resources Service. Sustainable Development Department. FAO. Rome.
- FAO (2008): *Declaration of the High-Level Conference on World Food Security: The Challenges of Climate Change and Bioenergy*. June Food Summit, 3-5 June 2008, Rome Italy.
http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/foodclimate/HLCdocs/declaration-E.pdf. accessed 21st May 2009.
- Finckh, M. (2007): *Erhaltung und Regenerierung genetischer Ressourcen durch die Entwicklung moderner Landrassen unserer Kulturpflanzen: Wozu wir die Ko-Evolution moderner Landrassen im Feld brauchen*. Paper presented at the *9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau*. Stuttgart, March, 20-23. <http://orgprints.org/view/projects/wissenschaftstagung-2007-0103.html>.
- Francis, C.A. (1986): *Multiple Cropping Systems*. New York: Macmillan 383 pp.
- Flörchinger, F., A. Bernd, T. Becker, B. Schrimpf and J. Kotschi (2007): *Local Marketing of Organic*

Products in Developing Countries. Guidelines for practitioners. AGRECOL, Germany.
http://www.agrecol.de/images/stories/Marketing_engl_lr_2008_06.pdf

Fischer, G., M. Shah and H.v. Veldhuisen (2002): Climate change and agricultural vulnerability. International Institute for Applied Systems Analysis. Report prepared under UN Institutional Contract Agreement 1113 for World Summit on Sustainable Development. Laxenburg, Austria.

Fuchs, N. und A. Flöter (2009): In-farm Research – a Swiss Perspective. *Ecology and Farming* 46. 36-40.

Halberg, N. (2009): Securing Food and Ecosystems by Eco-functional Intensification. *Ecology and Farming*, S. 18-21. November 2009.

Harris, J. M. (2001): Agriculture in a Global Perspective,” Global Development and Environment Institute Working Paper No. 01-04, February 2001. Available from
http://ase.tufts.edu/gdae/publications/working_papers/agric4.workingpaper.pdf

Hole, D.G., A.J. Perkins, J.D. Wilson, I.H. Alexander, P.V. Grice and A.D. Evans (2005): Does organic farming benefit biodiversity? *Biological Conservation*, 122, p 113-130.

IAASTD (2008): International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development. <http://www.agassessment.org>

IFOAM (2009): Die Prinzipien des Ökolandbaus.
http://www.ifoam.org/germanversion/ifoam/prinzipien_des_oekolandbaus.html

ITC/FiBL (2007): Organic Farming and Climate Change. International Trade Centre UNCTAD/WTO and Research Institute of Organic Agriculture (FiBL).

Kaffka, S. R. (1985): Thirty years of energy use, nutrient cycling and yield on a self-reliant dairy farm. In *Sustainable Agriculture and Integrated Farming Systems: 1984 Conference Proceedings* (Eds T. C. Edens, C. Fridgen & S. L. Butterfield), pp. 143–158. East Lansing, MI, USA: Michigan State University Press.

Kaffka, S. & Koepf, H. H. (1989). A case study on the nutrient regime in sustainable farming. *Biological Agriculture and Horticulture* 6, 89–106.

Kemp-Benedict, E. (2003): The Future of Crop Yields and Cropped Area. Case Study No 1. IPAT a scripting language for sustainability scenarios.
<http://www.altavista.com/web/results?itag=ody&q=kemp-benedict+yield&kgs=0&kls=0>

Koepf, H.H., Bo.D. Pettersson und W. Schaumann (1976): *Biologische Landwirtschaft, eine Einführung in die biologisch-dynamische Wirtschaftsweise*. Stuttgart. 303 S.

Kotschi, J. (2010): Reconciling Agriculture with Biodiversity and Innovations in Plant Breeding. *GAIA*. 19/1. 20-24.

Kotschi, J. (2007): Agricultural Biodiversity is Essential for Adapting to Climate Change. *GAIA* 16/2. 98-101.

Kotschi, J. (2004): Mehr Ökologie – weniger Hunger? Ernährungssicherung und Ökologische Landwirtschaft. *Politische Ökologie* 90, 59-61.

Kotschi, J. and K. Müller-Sämman (2004): The Role of Organic Agriculture in Mitigating Climate Change. A Scoping Study. IFOAM Bonn.

Kotschi, J., G. Weinschenck, R. Werner (1991): Ökonomische Bewertungskriterien für die Beurteilung von Beratungsvorhaben zur standortgerechten Landnutzung in bäuerlichen Familienbetrieben. *Forschungsberichte des Bundesministeriums für wirtschaftliche Zusammenarbeit*, Band 99. Köln. 353 S.

Lermieux, G. (1996): The hidden world that feeds us: the living soil. Seminars given at the International Institute for Tropical Agriculture (IITA) and at the International Centre for Research in Agroforestry (ICRAF). Publication No 59. Department of Wood and Forestry Science, Laval University, Quebec, Canada.

Lockeretz, W. (2000): Organic Farming Research today and tomorrow. In: Alföldi, T., Lockeretz, W. and Niggli U. (eds): *IFOAM 2000 – The World Grows Organic*. Proceedings of the 13th IFOAM Conference. Vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich, Basel. 718-720

- Meyer, H. (2007): Gentechnologie nicht konkurrenzfähig. Nichtgentechnische Methoden der Pflanzenzucht sind erfolgreicher. *Eins Entwicklungspolitik* 12-2007.45-47.
- Murphy, K., D. Lammer, S. Lyon, C. Brady, S.S. Jones. (2005): Breeding for organic and low-input farming systems: An evolutionary-participatory breeding method for inbred cereal grains. *Renewable Agriculture and Food Systems* 20: 48-55.
- ORCA (2009a): Project Proposal Organic Research Centres Alliance, ORCA, FAO Rome, July 2009.
- ORCA (2009b): Project Proposal Organic Research Centres Alliance (ORCA), Centre on Humid and Semi-Humid Areas (HUSHA). Budget for 2010-13. First Draft. FAO, Rome, October 2009.
- Parrot, N. and Marsden, T., (2002): *The Real Green Revolution, Organic and agro-ecological farming in the South*. Greenpeace Environmental Trust, London.
- Pfeiffer, E. (1975): *Sensitive Crystallisation Processes. A demonstration of Formative Forces in Blood*. New York. Anthroposophic Press.
- Pimbert, M. (2008): *Towards Food Sovereignty*. IIED
- Pimentel, D. P. Hepperly, J. Hanson, D. Douds and R. Seidel (2005): Environmental, Energetic and Economic Comparisons of Organic and Conventional Farming Systems. *Bioscience* 55/7. 573-582.
- Phillips S.L., M.S. Wolfe (2005): Evolutionary plant breeding for low input systems. *Journal of Agricultural Science* 143: 245-254.
- Pretty, J.N. and Hine, R.E. (2001): Reducing food poverty with sustainable agriculture. A summary of new evidence. Final report form the "SAFE World" research project. University of Essex. Essex.
- Raupp, J., C. Pekrun, M. Oltmanns, and U. Koepke (2006): *Long Term Field Experiments in Organic Farming*. ISOFAR Scientific Series 1. Verlag Köster, Berlin.
- Rosenzweig, C. and ML Parry (1994): Potential impact of climate change on world food supply. *Nature* Vol. 367. 133-138.
- Reganold, J., Glover, J., Andrews, P. and Hinman, H. (2001), Sustainability of three apple production systems. *Nature* 410, 926-930 (19 April 2001) | doi: 10.1038/35073574
- Sauter, A. (2008): *Transgenes Saatgut in Entwicklungsländern – Erfahrungen, Herausforderungen, Perspektiven*. Endbericht zum TA Projekt „Auswirkungen des Einsatzes transgenen Saatguts auf die wirtschaftlichen, gesellschaftlichen und politischen Strukturen in Entwicklungsländern. Arbeitsbericht 128. Büro für Technikfolge-Abschätzung beim Deutschen Bundestag.
- Schmidtner, E. und S. Dabbert (2009): *Nachhaltige Landwirtschaft und Ökologischer Landbau im Bericht des Weltagrarrates (International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development, IAASTD 2008)*. Institut für landw. Betriebslehre, Universität Hohenheim. Stuttgart.
- Squire, G. and G.J. Gibson (1997): Scaling up and down: matching research with requirements in land management and policy. In: Gardingen, Food and Curran (eds.): *Scaling up, from cell to landscape*. pp.17-34. Cambridge..
- Steiner, R. (1975): *Geisteswissenschaftliche Grundlagen zum Gedeihen der Landwirtschaft*. Landwirtschaftlicher Kursus. Koberwitz 1924. Dornach. 255 S.
- Task Force on Hunger (2004): *Halving hunger by 2015: A framework for action*. Interim Report, Millennium Project. United Nations, New York.
- Teklu, Y., K. Hammer (2006): Farmer's perception and genetic erosion of tetraploid wheat landraces in Ethiopia. *Genetic Resources and Crop Evolution* 53, 1099-1113.
- Tilman, D., K.G. Cassman, P.A. Matson, R. Naylor and S. Polasky (2002): Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature*. Vol. 418. 671-677.
- TPorganics (2009a): *Forschungsvision 2025 für die ökologische Lebensmittelwirtschaft*. Technologie-Plattform „Organics“. IFOAM-EU und ISOFAR. Brüssel und Bonn.
- TPorganics (2009b): *Strategic Research Agenda*. Technology Platform for organic food and farming. IFOAM-EU. Brussels

- Vellvé, R. (1992): Saving the seed. Genetic diversity and European agriculture. Earthscan, London
- Windfuhr, M. and J. Jonsén (2005) Food sovereignty: towards democracy in localized food systems" by Michael Windfuhr and Jennie Jonsén, FIAN. ITDG Publishing - working paper. 64pp.
- Waggoner, P.E. and J. Ausubel, "How Much Will Feeding More and Wealthier People Encroach on Forests?" Pop. Dev. Rev. 27(2):239-257, June 2001. Available from http://phe.rockefeller.edu/encroach/encroach_waggonerausubel.pdf.
- Watson, C.A., H. Alroe and ES Kristensen (2006): Research to support the development of organic food and farming. Chapter 15 in: Kristiansen, P. et al. (2006): Organic agriculture: a global perspective. CSIRO Australia.
- Weizsäcker, E.U. 2008. Neuartige Steuern, die gut steuern. In: Förderverein Ökologische Steuerreform e.V. (2008): Ökosteuern weltweit auf dem Vormarsch. Sonderveröffentlichung Politische Ökologie. München.
- Welsh, R. (1999). Henry A. Wallace Institute, The Economics of Organic Grain and Soybean Production in the Midwestern United States, Policy Studies Report No. 13, May 1999.
- Willer, H. (2009): Organic Farming Research Worldwide – an Overview. Ecology and Farming. S. 4-8. November 2009.
- Zeddies, J. (2002): Vermeidungspotentiale der Landwirtschaft. Ziele und Handlungsoptionen. In Böcker, R. (Hrsg.): Tagungsband zur 34. Hohenheimer Umweltagung „Globale Klimaerwärmung und Ernährungssicherung. 25. Januar 2002. Vlg. Heimbach.
- Zundel, C., M. Musyoka, R. Baruah, L. Kilcher, A. Muriuki, B. Vanlauwe, A. Chabi-Olaye, M. Mucheru und P. Mäder (2009): Langzeit-Systemvergleiche in Kenia und Indien: Konventionelle und biologische Erträge aus dem ersten Umstellungsjahr. In: Mayer, J.; Alföldi, T.; Leiber, F.; Dubois, D.; Fried, P.; Heckendorn, F.; Hillmann, E.; Klocke, P.; Lüscher, A.; Riedel, S.; Stolze, M.; Strasser, F.; van der Heijden, M. und Willer, H. (Hrsg.) (2009): Werte - Wege - Wirkungen: Biolandbau im Spannungsfeld zwischen Ernährungssicherung, Markt und Klimawandel. Beiträge zur 10. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, ETH Zürich, 11.-13. Februar 2009.