

Vorbild Ökolandbau

Die Bedeutung der Forschung zur ökologischen Lebensmittelwirtschaft für Innovationen in der Landwirtschaft und zur Sicherung der Ernährung

von Urs Niggli und Alexander Gerber

Steigende Preise für landwirtschaftliche Rohstoffe in den Jahren 2007 und 2008 ließen die Zahl der Menschen, welche an Unterernährung leiden, von 800 Millionen kurzfristig auf über eine Milliarde ansteigen. Damit rückte in den letzten Jahren die Frage der Ernährungssicherung wieder stärker in den Fokus von Gesellschaft und Politik. Produktionssteigerung wurde auf der Agenda der nationalen, europäischen und internationalen Agrarforschung wieder ganz nach oben gesetzt. In diesem Zusammenhang wird dem Ökolandbau oftmals mangelnde Produktivität und Ertragsfähigkeit vorgeworfen. Dabei wird jedoch nicht nur übersehen, dass die Belastung der Ökosysteme durch die konventionelle Landwirtschaft deutlich höher ist als durch eine ökologische Wirtschaftsweise. Auch die hohe Abhängigkeit des konventionellen Landbaus von nicht erneuerbaren Ressourcen wie fossile Energieträger oder Düngemittel (Phosphor und Kalium) geht in die Bilanz nicht ein. Der folgende Beitrag zeigt auf, dass der Ökolandbau Antworten auf die großen Herausforderungen dieser Zeit wie Ernährungssicherheit, Klimawandel und Ressourcenknappheit bietet und dass Forschung im Kontext des Ökolandbaus zukunftsweisende Impulse auch für die konventionelle Landwirtschaft geben kann.

Die bisherigen Anstrengungen der Agrarforschung wurden vom Weltagrarbericht 2008 stark kritisiert (1). Das alte Paradigma einer industriellen Landwirtschaft mit hohem Energie- und Chemikalieneinsatz führe nicht aus der derzeitigen Krise. Auch der Gentechnik komme nur untergeordnete Bedeutung in der Problemlösung zu. Lokales und indigenes Wissen müsse besser genutzt werden, Frauen, die die Hauptlast landwirtschaftlicher Arbeit in den Entwicklungsländern tragen, müssten in die Agrarprogramme einbezogen werden und die Forschung müsse auf kleinbäuerliche und agrarökologische Anbaumethoden setzen. So weit die Folgerungen und Forderungen, wie sie sich aus dem Weltagrarbericht ergeben.

Der Ökologische Landbau erfüllt sie bereits seit langem: Er ist produktiv und hinterlässt dabei einen deutlich kleineren ökologischen Fußabdruck. Und er hat bereits heute eine stark verringerte Abhängigkeit von in Zukunft knappen Ressourcen. Schließlich integriert er auch ethische Anliegen wie das Tierwohl und den Naturschutz, erhöht die Wertschöpfung in ländlichen Regionen und baut stark auf bäuerlichem Wissen und Beobachtungsfähigkeit auf. Dies sind Argumente, die deutlich für eine starke Forschung im Kontext des Ökolandbaus und seiner vor- und nachgelagerten Bereiche sprechen.

Die Forschung für die Ökologische Lebensmittelwirtschaft umfasst drei Dimensionen: *Erstens* geht es darum, die Potenziale des Ökolandbaus für die Sicherung der Ernährung und den Ressourcenschutz zu nutzen und dafür das bestehende System weiter zu entwickeln. Hierin liegt ein großes Innovationspotenzial zur Erhöhung der Flächenproduktivität bei gleichzeitigem Schutz natürlicher und nicht erneuerbarer Ressourcen. Gleichzeitig wird die Wertschöpfung der Landwirtschaft und der Lebensmittelkette erhöht, was sich positiv auf den ländlichen Raum auswirkt.

Zweitens können die Elemente des Ökolandbaus dazu genutzt werden, um traditionelle Subsistenzlandwirtschaft in diversifizierte und standortangepasste Anbausysteme zu überführen, die dauerhaft höhere Erträge, eine vielfältigere Ernährung, bessere Kapitalbildung bei den Bauern, höhere Bodenfruchtbarkeit und geringere Umweltprobleme verursachen (2). Solche Entwicklungen weiten sich zurzeit durch neue Ansätze in der Zertifizierung (z. B. Participatory Guarantee Systems [PGS]) und durch kooperative Beratung stark aus.

Drittens sind die Innovationen des Ökolandbaus, wie wir in diesem Beitrag zeigen werden, für die gesamte Landwirtschaft wegweisend, weshalb diese Forschungs-

richtung einen exklusiven und damit unverzichtbaren Beitrag zur allgemeinen Agrar- und Ernährungsforschung beisteuert.

Im Folgenden werden beispielhaft innovative Forschungsansätze dargestellt, welche nur oder vorzugsweise im Ökolandbau bzw. der Ökologischen Lebensmittelwirtschaft verfolgt werden – aber für die gesamte Landwirtschaft von Nutzen sind.

Intensivierung durch Ökologisierung

Die Forschung im Ökolandbau verfolgt auf europäischer Ebene eine Steigerung der Produktivität, welche auf einer Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit, einer Erhöhung der Artenvielfalt und der Lebensraumqualität sowie einer Verbreiterung der genetischen Vielfalt der Kulturpflanzen und Nutztiere aufbaut (3). Die zentrale Rolle, die die Bodenfruchtbarkeit und die biologische Vielfalt für die landwirtschaftliche Produktivität im Ökolandbau spielen, ist durch verschiedene Langzeitstudien dokumentiert (4, 5).

Dieses Konzept entkoppelt die Intensivierung der Produktivität von der weiteren Steigerung energiereicher Hilfsstoffe und deren zunehmend ineffizienter Nutzung. So hat in der konventionellen Landwirtschaft zwischen 1960 und 2000 die Stickstoffnutzungseffizienz bei Getreide von 80 auf 30 Prozent abgenommen. Dies bewirkte, dass heute nur noch 17 Prozent des ausgebrachten Stickstoffs von den Pflanzen verwertet werden und der Rest die Ökosysteme belastet (6).

Im Mittelpunkt dieser Forschungsbemühungen des Ökologischen Landbaus steht die Bodenfruchtbarkeit, welche nicht nur für die Produktivität, sondern auch für die Regulierung von Klima (7), Überflutungen, Trockenheit, Krankheiten, Wasserqualität und Abfallbeseitigung eine wichtige Rolle spielt.

So wurde beispielsweise in der äthiopischen Provinz Tigray in einer seit 1998 andauernden Beratungsinitiative die Praxis von 2.000 Bauernfamilien auf eine organische Kompostwirtschaft umgestellt. Die Produktivität aller angebauten Ackerfrüchte wurde dabei im Mittel von sechs Jahren um 82 Prozent gesteigert. Die Ertragssteigerungen betragen hingegen bei Mineraldüngern wegen den trockenen Bedingungen nur 34 Prozent (8).

Teilfragen dieses Forschungsansatzes betreffen die inner- und überbetriebliche Schließung der Kreisläufe von Pflanzennährstoffen und organischer Substanz und die stark verbesserte Nutzung von Leguminosen, welche gegenüber industriellem Stickstoff ökologische Vorteile haben (9). Ein Beispiel dafür ist die Entwicklung von Agroforstsystemen mit Leguminosen-Bäumen, mit denen die Biomasseproduktion je Fläche deutlich erhöht werden kann, die den benötigten Stickstoff liefern, den Humusgehalt des Bodens erhöhen und auf trockenen Standorten

für ein vorteilhaftes Mikroklima sorgen. Sie stabilisieren also nicht nur die Erträge für die zwischen den Bäumen angebauten Nahrungspflanzen, sondern entschärfen auch die „Tank oder Teller“-Debatte.

Vielfalt – im Sinne der Landschafts- oder Habitatsqualität, der betrieblichen Diversifizierung, der Artenvielfalt oder der genetischen Vielfalt im Anbau und in der Tierhaltung – verstärkt die Widerstandsfähigkeit (Resilienz) in der Landwirtschaft und macht sie für die erwarteten Klimaveränderungen anpassungsfähig. Vielfalt ist somit im Ökolandbau ein wichtiger Produktionsfaktor („funktionelle Biodiversität“) und wird zwecks höherer Produktivität vermehrt und nicht verbraucht, wie dies – so der Weltagrarbericht – in anderen Anbauformen der Fall ist. Somit wird die multifunktionale Landwirtschaft zum Modell für die Ernährungssicherheit.

Dieser Forschungsansatz des Ökolandbaus weist Alleinstellungsmerkmale auf. Er setzt eine enge interdisziplinäre wissenschaftliche Zusammenarbeit zwischen landwirtschaftlichen, sozioökonomischen und ökologischen Wissenschaften voraus und er hat eine hohe Umweltrelevanz. Die unter diesem Forschungsansatz entwickelten Lösungen verbessern die ganze Landwirtschaft. Die Lösungen werden mit zunehmender Verknappung oder Verteuerung der nicht erneuerbaren Ressourcen rasch wirtschaftlich vorteilhaft.

Fruchtwechsel statt Pestizide und Gentechnik

Die Forschung im Ökolandbau berücksichtigt in besonderem Maß die Gute Fachliche Praxis, wie sie im Bodenschutzgesetz des Bundes in § 17 oder im Bundesnaturschutzgesetz gefordert wird. Wichtige Elemente der Guten Fachlichen Praxis sind der Fruchtwechsel und das Schließen von Kreisläufen von Nährstoffen und organischen Substanzen.

So zeigen Untersuchungen, dass der Westliche Maiswurzelbohrer (*Diabrotica virgifera*), der Hauptschädling der Maispflanze in den USA, der sich seit den 1990er-Jahren auch in Europa und seit 2007 in Deutschland ausbreitet, nur ein Problem von Maismonokulturen ist (10). Bereits ein dreigliedriger Fruchtwechsel stellt eine wirksame Barriere für die Verbreitung dar. Diese einfache Maßnahme ist auch die wirksamste Strategie, um die weitere nördliche Ausdehnung, welche Agrarwissenschaftler wegen der Klimaerwärmung erwarten, zu verhindern.

Unter den von der öffentlichen und privaten Agrarforschung entwickelten Bekämpfungsstrategien gegen den Maiswurzelbohrer befinden sich human- und ökotoxikologisch problematische Insektizide (Parathion, Pyrethroide oder Clothianidin; letzteres löste, als Beizmittel angewandt, ein Bienensterben aus). Auch die in der DFG-Broschüre „Grüne Gentechnik“ (11) dargestellte zwin-

gende Begründung für den Einsatz von gentechnisch verändertem BT-Mais gegen die beiden Schädlinge Maiswurzelbohrer und Maiszünsler ist agrarwissenschaftlich falsch, da Ersterer mit einfachstem Fruchtwechsel und Letzterer mit einer gut funktionierenden, etablierten biologischen Methode (*Trichogramma*) bekämpft werden kann.

Indem die Forschung im Ökolandbau die Gute Fachliche Praxis konsequent in die Entwicklungen von Lösungen einbezieht, leistet sie einen wertvollen Beitrag zur gesamten Agrarforschung. Fehlentwicklungen in der Technologiewahl, ein häufiges Phänomen in den Agrarwissenschaften mit Konsequenzen für die Umwelt, treten so seltener auf.

Kreisläufe schließen

Die landwirtschaftlichen Betriebe sind heute aus wirtschaftlichen Gründen stark spezialisiert und rationalisiert. Dadurch funktionieren die effizienten Kreisläufe der Nährstoffe und des organischen Materials nicht mehr. Pflanzliche Erzeugerbetriebe mit wenigen Kulturen stehen spezialisierten Tierhaltungsbetrieben gegenüber. Die Ersteren haben große Defizite bei Pflanzennährstoffen und organischem Material, während bei den Letzteren beides zu einem Umweltproblem geworden ist, welches die Böden, die Wasserqualität, die Luft und die natürliche Vielfalt bedroht (12). Experimentelle Untersuchungen und Modellierungen haben ergeben, dass diese Spezialisierung in der Landwirtschaft der wichtigste Grund für die hohen Einträge von Stickstoff und Phosphor in die Nordsee ist und dort dramatische Veränderungen der ökologisch wertvollen Meeresflora und -fauna verursacht (13).

Die Ökologische Landwirtschaft hält hingegen an geschlossenen Kreisläufen fest. Da dies aus wirtschaftlichen Gründen immer weniger in Form von klassischen gemischten Betrieben geschieht, werden neue Kooperationsformen zwischen Betrieben geschaffen oder die Kreisläufe werden regional organisiert. Ökobetriebe verwerten teilweise auch organisches Material aus der Grünabfallverwertung („Grüne Tonne“). Weitergehende Kreisläufe, welche in naher Zukunft geschlossen werden müssen, sind diejenigen der Klärschlämme, wo wertvolle, nicht erneuerbare Nährstoffe wie Phosphor verloren gehen. Voraussetzung hierfür ist aber, dass insgesamt eine Kreislaufwirtschaft erreicht wird, die qualitativ hochwertige und unbedenklich einsetzbare Klärschlämme zur Verfügung stellt.

Das Konzept der geschlossenen Kreisläufe wird in wenigen Jahrzehnten für die gesamte Landwirtschaft maßgeblich sein. Es hat große sozioökonomische, organisatorische, pflanzenbauliche, ökologische sowie tierpro-

duktions- und ingenieurtechnische Implikationen und muss stärker in der Forschung berücksichtigt werden. Nachhaltige Lösungen für Umweltprobleme können nur gefunden werden, wenn die Kreisläufe in der Landwirtschaft innerbetrieblich oder regional wieder geschlossen werden – das zentrale Anliegen des Ökolandbaus in Forschung und Praxis.

Höhere Ansprüche an Pflanzen- und Tierzucht

Als Konsequenz der umweltfreundlichen Bewirtschaftung stellt der Ökologische Landbau erheblich höhere Ansprüche an die Sorten. Weil das Saatgut nicht gebeizt wird, brauchen Ökosorten eine bessere, genetisch verankerte Keimfähigkeit und Triebkraft. Die Sorten müssen eine bessere Konkurrenzkraft gegenüber dem Unkraut besitzen. Dies wiederum setzt eine schnelle Jugendentwicklung und eine gute Kältetoleranz voraus. Ökosorten müssen natürliche Resistenzen gegenüber allen relevanten Schädlingen und Krankheiten tragen. Weil keine schnell wirksamen mineralischen Dünger verwendet werden, brauchen Ökosorten eine bessere Toleranz gegenüber (temporärem) Nährstoffstress. Dies wiederum setzt ein größeres Wurzelwerk voraus und/oder die Fähigkeit, eine effektive Mykorrhiza auszubilden. Weil der organische Stickstoff später fließt, brauchen Ökosorten einen dem späteren Nährstofffluss angepassten Entwicklungsrhythmus. Der ökologische Pflanzenbau benötigt zudem Sorten, die an unterschiedliche Standorte angepasst sind.

Neuere Studien mit Mais und Weizen zeigen, dass durch die Entwicklung neuer Sorten unter den Bedingungen des Ökolandbaus die Erträge und deren Stabilität deutlich verbessert werden können (14, 15). Man erreicht einen doppelt so hohen Selektionsgewinn, wenn man Ökosorten unter Ökobedingungen entwickelt.

Eine ähnliche Steigerung des Zuchtfortschrittes wird auch in der Tierzucht erwartet, wenn unter den spezifischen Fütterungs- und Haltungsbedingungen des Ökolandbaus selektiert wird.

Während der Schwerpunkt in der heutigen Pflanzen- und Tierzucht nach wie vor die Verbesserung der Genetik unter weitgehend standardisierten und optimalen Umwelt- und Managementbedingungen ist, setzt die Züchtung im Ökolandbau einen deutlich anderen Schwerpunkt und weist dadurch wichtige Alleinstellungsmerkmale auf. Die zukünftige Lebensmittelproduktion wird stark von unerwarteten Störungen und Zusammenbrüchen geprägt sein, wenn man der *Foresight*-Studie des Standing Committee on Agricultural Research (SCAR) der EU glaubt (16). Beschränkte natürliche Ressourcen, Energieknappheit und Klimawandel prägen unter anderem die zukünftige Landwirtschaft. Der Ansatz der Pflanzen- und Tierforschung wie ihn der Ökolandbau verfolgt,

nämlich möglichst hohe Erträge unter den Bedingungen von Knappheit und Stress zu erzielen, hat für die gesamte Pflanzen- und Tierzucht eine enorme Bedeutung. Dies bestätigte auch ein namhafter Vertreter der Firma KWS Saat AG: „Unsere Ergebnisse zeigten und unsere Erfahrungen lehrten uns: Mehr noch als die Ökozüchtung von der konventionellen, profitiert die konventionelle von der Ökozüchtung“ (17). Dabei zeigt sich, dass molekulare Techniken in der Pflanzenzucht wie markergestützte Selektion (MAS) gerade in diesem Fokus auf Umweltbedingungen und Management ihre Bedeutung haben können (18).

Natürliche Regulation statt Chemie

Der biologische Pflanzenschutz und die natürliche Tiermedizin stellen einen besonderen Aspekt der Nutzung von Dienstleistungen der Ökosysteme dar. Pflanzeninhaltsstoffe und gebietseigene (autochthone), lebende Organismen haben ein großes Potenzial für den Pflanzenschutz in der Landwirtschaft und stellen in den allermeisten Fällen keine gesundheitlichen Risiken für den Anwender und den Verbraucher dar.

Aktuelle Beispiele von Neuentwicklungen sind die Verfütterung von Futterpflanzen, welche hohe Gehalte an kondensierten Tanninen haben (z. B. Zichorie und Esparsette) und welche eine wirkungsvolle natürliche Regulierung von Endoparasiten (Magen-Darm-Würmer) bei Schweinen, Schafen und Rindern bewirken. Die konventionelle Behandlung dieser wirtschaftlich wichtigen Parasiten geschieht mit chemischen Anthelminthika, welche bei Ausscheidung auf Weiden auch Regenwürmer schädigen und gegen welche die Parasiten schnell resistent werden. Andere Beispiele sind der ubiquitäre Pilz *Duddingtonia flagrans*, der ebenfalls gegen die gleichen Parasiten eingesetzt werden kann oder der Pilz *Beauveria bassiana*, welcher die Kirschenfruchtfliege erfolgreich reguliert und im Kirschenanbau problematische Insektizide ersetzt.

Die Entwicklung solcher natürlichen Regulierungstechniken setzt umfangreiche biologische und ökologische Studien voraus; auch die Formulierung und Anwendungstechnik muss entwickelt werden. Viele dieser Anwendungen werden wegen ihrer Gefährlosigkeit in Gärten vorgenommen. Sie sind meist als kostengünstige *Open Source*-Techniken auch in Entwicklungsländern herstellbar und anwendbar.

Solche natürlichen Substanzen und Techniken werden seit 40 Jahren fast ausschließlich für die Ökologische Landwirtschaft entwickelt. Gründe dafür sind die mangelnde Patentierbarkeit, die eingeschränkte großtechnologische Produzierbarkeit, die geringe wirtschaftliche Verwertbarkeit und die wissensintensive oder komplizierte Anwendung.

Innovation durch Partizipation

Der Weltagrarrat (19) betonte in seinen Schlussfolgerungen für die Agrarforschung, dass diese stärker transdisziplinär ausgerichtet sein müsse, um die globalen Herausforderungen erfolgreich zu meistern. In den soziologischen Wissenschaften sieht man schon seit langem, dass *Top-down*-Prozesse oder Einweg-Beratung beim Lernen ineffizient für die Innovation sind. Sie haben deshalb soziale Lernprozesse vorgeschlagen, um das explizite, faktdominierte Wissen der Forschenden mit dem stillen, impliziten Wissen der Landwirte (Wissen aus Erfahrung) zu verbinden (20).

Der Ökolandbau ist eine der wenigen Innovationen in der Landwirtschaft, welche aus sozialen Lernprozessen zwischen Praxis und Forschung entstanden sind. Diese enge Verzahnung von Praxis und Forschung bei der Weiterentwicklung der Ökologischen Lebensmittelwirtschaft ist bis heute charakteristisch. Ein Beispiel ist der Aufbau von neuen Vermarktungsmöglichkeiten wie der Entwicklung neuer Partnerschaften zwischen Landwirtschaft und Verbrauchern (Participatory Market Chain Approach), welcher vor allem zur Verbesserung der bäuerlichen Einkommen in Entwicklungsländern sehr erfolgreich angewandt wird (21). Nicht zuletzt haben Wissenschaftler und Praktiker im Ökolandbau eine gewisse Übung im Risikodialog mit der Gesellschaft. Auch bezüglich grundlegender Forschungsansätze und -methoden unterscheidet sich der Ökolandbau deshalb von einer rein naturwissenschaftlich-technischen Herangehensweise (22), welche auch heute noch in vielen agrarwissenschaftlichen Einzelprojekten praktiziert wird. Diese Andersartigkeit als Fallbeispiel zu nutzen, bringt der gesamten landwirtschaftlichen Innovation einen großen Nutzen.

Keimzelle für alternative Ernährungskonzepte

Aus Gründen des Umweltschutzes und der artgerechten Tierhaltung werden auf Ökobetrieben durchschnittlich weniger Tiere gehalten. Bei Wiederkäuern wie Rind und Schaf verlangen die Richtlinien einen hohen Anteil von Raufutter in der Fütterung. Rechnet man die ökologische Erzeugung auf die menschliche Ernährungsweise um, resultiert daraus eine Ernährungskultur, die auf deutlich weniger tierische Lebensmittel ausgerichtet ist. Dies entschärft die globalen Herausforderungen entscheidend.

„Please eat less meat. Meat is a very carbon intensive commodity“, sagte kürzlich der Nobelpreisträger und Vorsitzende des Weltklimarates Rajendra Pachauri. Das westliche Ernährungsmodell hat nicht nur wegen dem ökologischen Desaster welches es verursacht (Klimagasbelastung, Umweltbelastung, Verarmung der Artenvielfalt, Bodenerosion, Landnutzungsänderungen durch Ab-

holzen von Wäldern und Trockenlegen von Mooren) keine Zukunft, sondern auch wegen seiner Auswirkungen auf die Gesundheitskosten.

Die Flächenproduktivität der Veredlung von Getreide zu Fleisch und Milch beträgt durchschnittlich nur 15 Prozent im Vergleich zum direkten Verzehr von Getreide. Die Flächenproduktivität von Energiepflanzen beträgt für die menschliche Ernährung Null. Die weltweiten Zahlen von ökologischen Fruchtfolgen zeigen eine Produktivität, welche sich nicht wesentlich von konventionellen Fruchtfolgen unterscheidet. Diese Tatsachen sollten in Zukunft stärker in die agrar- und forschungspolitischen Diskussionen einfließen. Die Diskussion um die Ertragsschwäche des Ökolandbaus ist hingegen ein Ablenkungsmanöver.

Die Probleme der modernen Ernährung gehen jedoch noch tiefer. Im Verlaufe der Geschichte haben die Menschen ungefähr 7.000 Pflanzenarten kultiviert. Davon sind heute noch 120 für die Landwirtschaft wichtig, aber nur 30 Arten liefern weltweit 95 Prozent aller unserer Lebensmittel. Durch Züchtungstätigkeit wurden 4.000 Sorten oder Typen von Kartoffeln und 100.000 Varietäten von Reis geschaffen. Doch die industrialisierte Landwirtschaft, die Verarbeitungsindustrie und der Handel haben diese genetische Vielfalt drastisch reduziert. Dieser Verlust von Vielfalt auf den Äckern wurde kompensiert durch immer raffiniertere Verarbeitungsschritte, welche eine falsche Vielfalt von Farben, Formen und Geschmäckern

kreieren. Dass der Verlust genetischer Vielfalt auf den Äckern und bei den Tieren auch etwas mit Fehlernährung und Übergewicht zu tun haben könnte, ist eine nicht von der Hand zu weisende Hypothese. Entwicklungen in den ökologischen Ernährungswissenschaften hin zu mehr Vielfalt, naturbelassener Verarbeitungsweise, Frische, regionalen Lebensmittelketten und authentischer Geschmacksvielfalt sind deshalb Vorboten einer allgemeinen Entwicklung, welche demnächst die gesamte Lebensmittelwirtschaft herausfordern wird.

Anmerkungen

- (1) International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development (2008) (www.agassessment.org).
- (2) UNEP-UNCTAD CBTF (2008): Organic agriculture and food security in Africa. (UNCTAD/DITC/TED/2007/15). United Nations, Geneva and New York.
- (3) U. Niggli et al. (2008): Vision for an organic food and farming research agenda to 2025. Published by IFOAM EU Group and FiBL, Brussels and Frick.
- (4) J. Mäder et al. (2002): Soil fertility and biodiversity in organic agriculture. In: *Science*, 296, pp. 1694–1697.
- (5) K. Birkhofer et al. (2008): Long-term organic farming fosters below and aboveground biota: Implications for soil quality, biological control and productivity. In: *Soil Biology and Biochemistry* 40, pp. 2297–2308.
- (6) J. W. Erisman (2008): How a century of ammonia synthesis changed the world. In: *Nature Geoscience* 1, pp. 636–639.
- (7) U. Niggli et al. (2009): Low greenhouse gas agriculture: mitigation and adaptation potential of sustainable farming systems, Rev. 2. Rome, FAO, April; at: [ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/ai781e/ai781e00.pdf](http://ftp.fao.org/docrep/fao/010/ai781e/ai781e00.pdf).
- (8) S. Edwards (2007): The impact of compost use on crop yields in Tigray, Ethiopia. Paper presented at the International Conference on Organic Agriculture and Food Security, FAO, Rome, 2 to 4 May, 2007. Available at: [ftp://ftp.fao.org/paia/organicag/ofs/02-Edwards.pdf](http://ftp.fao.org/paia/organicag/ofs/02-Edwards.pdf).
- (9) T. E. Crews and M. B. Peoples (2004): Legume versus fertilizer sources of nitrogen: ecological tradeoffs and human needs. In: *Agriculture, Ecosystems & Environment* 102, pp. 279–297.
- (10) M. Bertossa, L. Schaub und L. Colombi (2009): Die gute alte Fruchtfolge als Bekämpfungsmethode gegen den Maiswurzelbohrer (*Diatraea virgifera virgifera* LeConte). 10. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Zürich, 11.–13. Februar 2009. (<http://orgprints.org/14414/>).
- (11) Deutsche Forschungsgemeinschaft (2010) Weinheim (www.dfg.de/download/pdf/dfg_magazin/forschungspolitik/gruene_gentechnik/broschuere_gruene_gentechnik.pdf).
- (12) „As we have seen, the livestock sector is a major stressor on many ecosystems and on the planet as whole. Globally it is one of the largest sources of greenhouse gases and one of the leading causal factors in the loss of biodiversity, while in developed and emerging countries it is perhaps the leading source of water pollution.“ H. Steinfeld et al. (2006): *Livestock's long shadow*. FAO, Rom.
- (13) EU-Projekt BERAS (Baltic Ecological Recycling Agriculture and Society) (www.jdb.se/beras/default.asp?page=62).
- (14) H. Burger et al. (2008): Quantitative genetic studies on breeding maize for adaptation to organic farming. In: *Euphytica* 163, pp. 501–510.
- (15) M. S. Wolfe et al. (2008): Developments in breeding cereals for organic agriculture. In: *Euphytica* 163, pp. 323–346.

Folgerungen & Forderungen

- Agrarpolitik und -forschung müssen Lösungen finden, mit denen beide Ziele erreicht werden: Sicherung des Rechts aller Menschen auf Nahrung und gleichzeitig eine nachhaltige Bewirtschaftung der natürlichen Ressourcen.
- Kritik an der Ertragsfähigkeit des Ökolandbaus lässt sowohl die Ressourceneffizienz entlang der gesamten Wertschöpfungskette als auch eine regional differenzierte Betrachtungsweise meist außer acht.
- Der Ökolandbau hat ein großes Potenzial, auf ökologisch und sozial nachhaltige Weise mehr Lebensmittel zu erzeugen. Dieses muss durch Forschung weiter ausgeschöpft werden.
- Forschungsergebnisse und Praxiserfahrungen im Umfeld des Ökolandbaus sind für die gesamte Landwirtschaft von Nutzen. Denn sie bieten Antworten auf die großen Herausforderungen unserer Zeit, die die konventionelle Landwirtschaft und die ihr dienende Forschung weitgehend schuldig bleiben.
- Ihrer Bedeutung entsprechend muss die Forschung im Bereich der ökologischen Land- und Lebensmittelwirtschaft ausgebaut und mit öffentlichen Förderprogrammen unterstützt werden.

- (16) „In spite of the excellent performance of Europe’s agro-food system during the last decades, it appears that the European Union is now at the beginning of a major *disruption* period in terms of international competitiveness, climate change, energy supply and societal problems of health and unemployment.“ http://ec.europa.eu/research/agriculture/scar/pdf/foresighting_food_rural_and_agri_futures.pdf
- (17) Dr. Walter Schmidt, KWS SAAT AG, Vortrag in Seligenstadt, 8. Januar 2009.
- (18) E.T. Lammerts van Bueren et al. (2010): The role of molecular markers and marker assisted selection in breeding for organic agriculture. *Euphytica*, published online 24. April 2010.
- (19) Siehe Anm. 1: www.agassessment.org.
- (20) M. Burawoy (2002): The extended case method. In: *Sociological Theory*. 16(1), pp. 4–33.
- (21) T. Bernet, G. Thiele and T. Zschocke (2006): Participatory Market Chain Approach (PMCA) – User Guide. International Potato Center (CIP) – Papa Andina, Lima, Peru.
- (22) A. Aeberhard und S. Rist (2009): Koproduktion von Wissen in der Entwicklung des Biolandbaus – Einflüsse von Marginalisierung, Anerkennung und Markt. In: J. Mayer et al. (Hrsg.): 10. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Zürich, 11.–13. Februar 2009. Berlin, S. 518–519.

Autoren

Prof. Dr. Urs Niggli
Direktor des Forschungsinstituts
für biologischen Landbau (FiBL)

FiBL
CH-5070 Frick
E-Mail: urs.niggli@fibl.org
www.fibl.org

.....
Dr. Alexander Gerber
Geschäftsführer des Bund Ökologische
Lebensmittelwirtschaft (BÖLW)

Marienstr. 19-20
10117 Berlin
E-Mail: info@boelw.de
www.boelw.de

