



Mythos „Bio“

Kommentare zum gleichnamigen Artikel von Michael Miersch in der Wochenzeitung „Die Weltwoche“ vom 20. September 2007

Von Urs Niggli
Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL)
CH-5070 Frick

Frick, 28. September 2007

Einleitung

Der Journalist Michael Miersch stellt in seiner Analyse der biologischen Landwirtschaft wichtige Fragen an diese Landwirtschaftsmethode, wie zum Beispiel die nach der Sicherheit und nach der ernährungsphysiologischen Qualität der Produkte, nach deren Umweltbilanz und - sehr wichtig - nach deren Produktivität. Damit sind wir mitten drin in der Nachhaltigkeitsdiskussion, der sich heute Wissenschaftler, Fachleute und Politiker intensiv stellen. Die ökologische Landwirtschaft hat sich als erste mit den Fragen der Nachhaltigkeit auseinandergesetzt. Das daraus entwickelte Konzept kann sich auch heute noch kritischen Fragen stellen. Oder gibt es Alternativen zur Alternative? In Michael Mierschs Artikel findet man diese jedenfalls nicht.

Zu den von Michael Miersch aufgeworfenen Fragen möchte ich die neueste Literatur zitieren, welche ausschliesslich aus wissenschaftlich angesehenen Zeitschriften mit *Peer Review* stammt.

Nebenbei: Der Artikel von Michael Miersch ist keine Originalarbeit. Er ähnelt stark dem Artikel von Elisabeth Finkel im australischen *Cosmos Magazine* vom August 2007 unter dem Titel „Organic Food Exposed“ und dem Artikel im britischen *The Economist* im Dezember 2006 unter dem Titel „Voting with your trolley. Can you really change the world just by buying certain foods?“

1. Kritik: Der Biolandbau ist eine veraltete Anbaumethode

Nein, die ökologische Landwirtschaft ist eine moderne Technologie, die den wissenschaftlichen Fortschritt kritisch nutzt

Das von Michael Miersch gezeichnete Bild einer veralteten Landwirtschaftsmethode ist falsch. Professor Beda Stadler, der regelmässig gehässige und polemische Texte in der Tagespresse schreibt („mittelalterliche Produktionsmethoden“) und der 97-jährige Friedensnobelpreisträger Norman Borlaug („Mit der Agrartechnik, die 1950 üblich war und ziemlich genau dem Biolandbau von heute entspricht“) sind keine Fachleute, wenn es um den Stand der Produktionstechnik im Ökolandbau geht.

Tatsächlich hat sich die weltweite Nahrungsmittelproduktion seit 1950 knapp verdreifacht. Die Ursachen dafür sind:

- > Pflanzenzüchtung (z.B. Hybridisierung),
- > Verschiedene agronomische Massnahmen (z.B. Maschinen, Bewässerung),
- > Mineralstickstoff (aus fossiler Energie gewonnen),
- > Pestizide und Herbizide,
- > Bessere Lagerhaltung.

Die meisten dieser Massnahmen nutzen die Biobauern auch. Wo nicht, haben sie alternative Technologien gefunden, um ähnlich grosse Effekte zu erzielen.

Dank der **züchterische Bearbeitung** der Landsorten werden heute höhere Erträge erzielt, die den Ökobauern genauso nutzen wie den konventionellen Landwirten. Ergänzend zu den modernen Hochleistungssorten werden aber auch alte Landsorten als Spezialitäten zwecks Erhaltung von wertvollen genetischen Ressourcen und wegen der geschmacklichen Vielfalt angebaut. Damit helfen viele Biobauern ihrer Regierung die am „Erdgipfel“ in Rio de Janeiro im Juni 1992 völkerrechtlich verbindlich beschlossene Verpflichtung zur Erhaltung der Vielfalt des Lebens auf der Erde umzusetzen.

Gewaltige Fortschritte wurden mit Verbesserungen in folgenden Bereichen gemacht: Bodenbearbeitung, mechanische Unkrautbekämpfung, moderne Applikationstechnik für den Pflanzenschutz, Saat- und Erntegeräte, sparsame Bewässerungssysteme, Stall- und Melktechnik bis hin zum Einsatz von Computern, Sensoren und GIS (Satellitensteuerung). Dies nutzen auch die Biobetriebe.

Nicht praktiziert vom Biolandbau wird die Düngung mit **Stickstoff aus synthetischer Produktion**, da damit ökologische und gesundheitliche Probleme einhergehen (Nitrat auswaschungen ins Grundwasser, zu hohe Nitratgehalte in Lebensmitteln, Qualitätsverluste bei Lebensmitteln). Heute werden weltweit 90 Millionen Tonnen Erdöl und Erdgas zu 82 Millionen Tonnen Stickstoff verarbeitet (rund 1 % des weltweiten Verbrauchs der fossilen Energieträger). Stickstoff ist aber in der Landwirtschaft keine Mangelware. Auf Biobetrieben setzt man auf die natürliche Fixierung von Luftstickstoff durch stickstoffbindende Pflanzen (Leguminosen), welche dank ihrer Symbiose mit Wurzelbakterien (Knöllchenbakterien) viel Stickstoff in den Boden bringen, ohne dass Erdöl verbrannt werden muss. Leguminosen werden als Untersaaten (z.B. im Mais und im Getreide), Zwischenfrüchte (z.B. als Winterbodenbedeckung), als Viehfutter (Gras-Weissklee-Mischungen) oder als Hauptkultur (Erbsen, Bohnen, Ackerbohnen, Erdnüsse) verwendet. Cathrine Badgley und sieben Mitautoren der Universität von Michigan (Badgley et al., 2007) berechneten, dass auf den 1'513 Millionen Hektaren Ackerland bei einer konsequenten Nutzung von Leguminosen als Gründüngung (als Zwischenfrüchte und als überwinternde Deckfrüchte) mindestens 140 Millionen Tonnen Stickstoff zusätzlich produziert werden könnten, also 70 % mehr als heute in Form synthetischer Düngemittel eingesetzt werden. Die Nutzung der natürlichen Stickstofffixierung für die landwirtschaftliche Produktivität basiert auf modernster Forschung und ist im Gegensatz zur fossilen Stickstoffherzeugung auch langfristig wirtschaftlich und ergiebig.

Neben der Gründüngung und Stickstofffixierung rezykliert der Ökolandbau die organischen Dünger der Nutztiere im Ackerbau. Der gesamte Weltbestand von 18,3 Milliarden Tieren (Rind, Büffel, Schaf, Ziege, Schwein, Huhn) erzeugt nochmals etwa 160 Millionen Tonnen Stickstoff. In der konventionellen Landwirtschaft werden die tierischen Dünger in vielen Fällen als Abfall umwelt- und klimabelastend entsorgt, und die Grünlandflächen sind völlig überdüngt. Der Biolandbau nutzt diese wertvollen Nährstoffe aus der Tierhaltung effizient im Ackerbau und ersetzt damit synthetische Dünger.

Weitere Ertragssteigerungen haben im 20. Jahrhundert die **chemischen Pflanzenschutzmittel** gebracht. Auch diese Technologie hat der Biolandbau nicht übernommen, da umwelt- und humantoxikologische Bedenken bestanden. Anstelle des chemischen Pflanzenschutzes verwenden Biobauern aber zahlreiche natürliche oder naturidentische Produkte, nämlich Pflanzenextrakte, mineralische Präparate (z.B. Tonerde, Steinmehl, Schwefel, Schwefel-

kalk), verschiedene Biocontrol-Präparate sowie Verwirrungs- und Lockstoffe (siehe Kapitel 6). Daneben gibt es zahlreiche neue mechanische Massnahmen (Netze, Fallen etc.). Für viele biologische Präparate gibt es computergestützte Prognosemodelle, welche den Einsatzzeitpunkt und die Dosierung in Abhängigkeit der Wetterentwicklung optimieren. Alle diese direkten biologischen Massnahmen werden kombiniert mit vorbeugenden Massnahmen, wie z.B. abwechslungsreiche Fruchtfolgen, Hecken, Buntbrachestreifen, Untersaaten, Sortenmischungen sowie tolerante oder resistente Sorten. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass bei optimaler Kombination von vorbeugenden und regulierenden Methoden der Pflanzenschutz auf Biobetrieben gleich oder annähernd so gut ist wie auf konventionellen Betrieben.

Schlussfolgerung

Der Biolandbau ist eine produktive, auf dem neusten Stand der agronomischen, agrarökologischen und technischen Forschung basierende Landwirtschaftsmethode. Sie hat ihren Schwerpunkt im Gegensatz zur konventionellen Landwirtschaft nicht auf der Intervention (Pflanzenschutz, Zufuhr von synthetischen Düngern), sondern auf der Förderung der Bodenfruchtbarkeit, vorbeugenden Massnahmen und der Herstellung eines ökologischen Gleichgewichts.

2. Kritik: Biolandbau ist eine esoterische Anbaumethode.

Nein, Biolandbau ist moderne Agrarökologie

Ein aus dem Kontext herausgerissenes Zitat von Rudolf Steiner macht sich immer gut, um den Ökolandbau zu diskreditieren („Das Mondlicht entfaltet seine grösste Wirkung, wenn es auf das Hinterteil eines Tieres scheint“). Rudolf Steiner lebte von 1861 bis 1925, der Pionier des organischen Landbaus im deutschsprachigen Raum, Hans Müller, von 1891 bis 1988. Beide haben dem heutigen Biolandbau wertvolle Anregungen und ein stimmiges Konzept für eine moderne agrarökologische Landwirtschaft gegeben, aber nicht mehr. Die Schriften der beiden Pioniere können nur im historischen Kontext gelesen werden und müssen für den modernen Biolandbau umgesetzt werden.

Steiner hat in seinen Schriften viel von Individualität und Organismus, aber auch von Vitalkräften gesprochen. Daraus lassen sich ganz moderne agrarökologische Konzepte ableiten. Individualität z.B. ist in der Regionalität, dem standortgerechten Anbau, dem französischen „Terroir“-Gedanken bei den Weinen und der Diskussion um die Authentizität von Lebensmitteln wiederzufinden. Das Organismus-Prinzip ist eine frühe Vorwegnahme des Ökosystem-Gedankens, der heute die Umweltwissenschaften stark prägt. Vitalkräfte führen zu modernen Chaostheorien, welche in allen modernen Wissenschaften eine wichtige Rolle spielen.

Beide Pioniere des Biolandbaus, Steiner und Müller, haben früh formuliert, dass die konventionelle Landwirtschaft der Fruchtbarkeit unserer landwirtschaftlichen Böden schadet. Dies ist aktueller denn je. Nach Untersuchungen von David Pimentel von der Cornell Universität

(USA) haben wir weltweit seit 1955 einen Drittel der landwirtschaftlichen Böden durch Erosion verloren. Jährlich geht der Verlust mit 10 Millionen Hektar Ackerland (=0,7 % des ganzen Ackerlandes) weiter (Pimentel et al., 1995).

Schlussfolgerung

Von den 6300 biologischen Betrieben der Schweiz sind 220 Betriebe bio-dynamisch. Alle Biobetriebe der Schweiz betreiben eine moderne, nach agrarökologischen Kriterien ausgerichtete Landwirtschaft. Die Anthroposophie als Denkweise und Lebensphilosophie spielt bei 3 % der Biobauern eine Rolle. Die Anwendung von bio-dynamischen Präparaten mag naturwissenschaftlich unverständlich sein, zeigt aber in Langzeituntersuchungen gewisse Effekte (Mäder et al., 2002, Berner, 2007).

3. Kritik: Der ökologische Landbau ist nicht umweltgerecht und schadet dem Naturschutz

Die Literatur zeigt exakt das Gegenteil

Michael Miersch schreibt, dass die Broschüre des FiBL „Neunzig Argumente für den Biolandbau“ den Beweis, dass der Biolandbau besser für die Umwelt sei, nicht antrete. Gleichzeitig schreibt er: „Aber „bio“ global wäre das Ende der Wälder, der Steppen, der Feuchtgebiete und der Wildtiere – ein Desaster für die Natur“.

Die positiven Auswirkungen des Biolandbaus auf die Bodenfruchtbarkeit, auf die Vielfalt von Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen im und auf dem Boden, auf die Vielfalt der Betriebsstrukturen und der Landschaftselemente, auf die Qualität des Grund- und Oberflächenwassers sowie auf mögliche Klimaveränderungen sind durch eine Unmenge von wissenschaftlichen Arbeiten belegt und publiziert.

Die wichtigsten Publikationen kurz zusammengestellt:

- > Biobetriebe haben einen höheren Humusgehalt, höhere Bodenfruchtbarkeit, weniger Bodenerosion und weniger Bodenverdichtung: Mäder et al., 2002; Reganold et al., 1987; Pimentel et al., 2005; Siegrist et al., 1998; Marriott und Wander, 2006; Fliessbach et al., 2007, Pulleman et al., 2003.
- > Biobetriebe fördern die biologische Vielfalt in den Böden, in den Kulturen, auf dem Landwirtschaftsbetrieb und in der Landschaft (inklusive Schmetterlinge und Vögel): Hole et al., 2005; Belfrage et al., 2006; Bengtsson et al., 2005; Clough and Tscharnke, 2007; Fuller et al., 2005; Gabriel and Tscharnke, 2007, Gabriel et al., 2006; Niggli et al., 2007; Pfiffner und Niggli, 1996; Pfiffner und Mäder, 1997; Pfiffner, 1997; Scialabba and Hattam, 2002; Scialabba, 2003; Shepherd et al, 2003; Zehnder et al., 2007; Christensen et al., 1996.
- > Biobetriebe betreiben aktiven Umweltschutz (Reduktion von Pestiziden, Nitraten etc.): Stolze et al., 2000; Berg et al., 1997; Blume et al., 1993; Condrón et al., 2000; Drinkwater et al., 1998; Haas et al., 2001; Hansen et al., 1999; Hess et al., 1992; Niederbudde und Flessa, 1989; Paffrath, 1995; Reitmayr, 1995; Smilde, 1989.

> Biobetriebe sind anpassungsfähig an den Klimawandel, binden CO₂ zurück und haben pro Ertragseinheit weniger Klimagas-Emissionen: Boron, 2006; Haas und Köpke, Olesen et al., 2006; Niggli et al., 2007; Smith et al., 2005; Fritsche et al., 2007.

Die biologische Landwirtschaft wird von allen Seiten als bisher beste Strategie bezeichnet, wenn es um die Verbindung von Produktivität (Input-Output-Verhältnis bei der Erzeugung von Lebensmitteln), Ökologie (Schutz der natürlichen Ressourcen) und Vermeidung von Umweltbelastungen geht.

Die These, dass eine grossflächige Umstellung auf den Biolandbau zu einem wesentlich höheren Flächenbedarf und damit zu einer Abholzung von Regenwäldern und zu einer landwirtschaftlichen Nutzung von natürlichen oder naturnahen Schutzgebieten führt, wird in Kapitel 8 besprochen.

Methangas-Emissionen in der biologischen Tierhaltung

Die von Miersch gemachten Aussagen über die Ökobilanz der biologischen Tierhaltung sind wissenschaftlich fragwürdig. Die Aussage „Kühe setzen durch ihre Darmgase Methan frei. Da sie auf Biohöfen in der Regel weniger Milch geben, fällt die Methanbilanz pro Liter schlecht aus.“ ignoriert die Tatsache, dass man die Klimabilanz nur als Summe aller Treibhausgase beurteilen kann. Neben Methan wird in der Landwirtschaft auch noch CO₂ und N₂O gebildet. Alle drei Treibhausgase werden als CO₂-Äquivalente mit individuellen Faktoren aufsummiert. Kühe mit hohen Leistungen brauchen mehr Kraftfutter, was auf der Ackerfläche mit Stickstoff angebaut werden muss. Kuhbestände mit hohen Leistungen erhöhen den Nitratüberschuss auf den Betrieben und senken die Stickstoffnutzungseffizienz. Kühe mit hohen Leistungen haben oft eine reduzierte Nutzungsdauer. Das Verhältnis von Aufzuchtsdauer und Nutzungsdauer wird damit ungünstig, weil auch in der Phase der Aufzucht bis zur ersten Laktation Methan emittiert wird. Milchkühe mit hohen Leistungen verursachen damit deutlich höhere CO₂- und N₂O-Emissionen. Studien zeigen, dass Biokühe pro Liter Milch bezüglich Klimagas-Emissionen günstiger sind (Fritsche et al., 2007).

4. Kritik: Bioprodukte sind weniger sicher und nicht gesünder als konventionelle Produkte

Unwissenschaftliche Behauptungen

Michael Miersch schreibt, dass die Wissenschaft bis heute den Beweis schuldig geblieben sei, dass Bioprodukte gesünder seien, so wie es die Verbraucher beim Kauf erwarten. Mit dieser Einschätzung liegt Miersch richtig, denn solches könnten nur millionenteure Interventions- oder Kohortenstudien beweisen. In einer Interventionsstudie werden zwei (oder mehrere) Gruppen von Menschen über eine längere Zeit mit einer biologischen oder einer konventionellen Diät ernährt. In einer Kohortenstudie werden große Stichgruppen von Menschen nach ihren Ernährungsgewohnheiten befragt und medizinisch oder psychologisch untersucht, um allenfalls Gesundheitsunterschiede in Abhängigkeit von der Ernährung zu finden.

Trotzdem gibt es einige Unterschiede zwischen biologischen und konventionellen Lebensmitteln, welche für viele Konsumenten relevant sind. Diese sind im FiBL-Dossier „Qualität und Sicherheit von Bioprodukten: Lebensmittel im Vergleich“ übersichtlich dargestellt. Im Gegensatz zu Miersch haben wir für das Dossier nicht nur zwei Metastudien ausgewählt, sondern alle seit 1997 publizierten Metastudien; dazu gehören:

- > Tauscher, B., Brack, G., Flachowsky, G., Henning, M., Köpke, U., Meier-Ploeger, A., Münzing, K., Niggli, U., Pabst, K., Rahmann, G., Willhöft C. & Mayer-Miebach, E. (Koordination) (2003): Bewertung von Lebensmitteln verschiedener Produktionsverfahren, Statusbericht 2003. Senatsarbeitsgruppe «Qualitative Bewertung von Lebensmitteln aus alternativer und konventioneller Produktion», <http://www.bmvel-forschung.de>
- > Afssa (Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments) (2003): Evaluation nutritionnelle et sanitaire des aliments issus de l'agriculture biologique. 236 S., [http://www.afssa.fr \(/publications/autre rapports/agriculture biologique\)](http://www.afssa.fr (/publications/autre_rapports/agriculture_biologique))
- > Velimirov, A. & Müller, W. (2003): Die Qualität biologisch erzeugter Lebensmittel. Umfassende Literaturrecherche zur Ermittlung potenzieller Vorteile biologisch erzeugter Lebensmittel. Im Auftrag von BIO ERNTE AUSTRIA – Niederösterreich/Wien
- > Bourn D. & Prescott, J. (2002): A comparison of the nutritional value, sensory qualities and food safety of organically and conventionally produced foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 42 (1): 1–34
- > Heaton, S. (2001): Organic farming, food quality and human health. A review of the evidence. Soil Association, Bristol, Great Britain, 87 S.
- > Worthington, V. (1998): Effect of agricultural methods on nutritional quality: A comparison of organic with conventional crops. *Alternative Therapies* 4, (1): 58–69
- > Woese, K., Lange, D., Boess, C., & Bögl, K.W. (1997): A comparison of organically and conventionally grown foods – results of a review of the relevant literature. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 74: 281–293

Diesen Vergleichen der gesamten Fachliteratur weltweit kann man folgende **gemeinsame** Schlussfolgerungen entnehmen:

Pflanzliche Bioprodukte

- > enthalten deutlich weniger wertmindernde Inhaltsstoffe (Pestizide, Nitrate); dies beeinflusst die ernährungsphysiologische Qualität positiv;
- > sind bezüglich pathogener Stoffe (Mykotoxine, Kolibakterien) genauso sicher wie konventionelle Produkte;
- > weisen tendenziell höhere Gehalte an Vitamin C auf; zeigen eine Tendenz zu überdurchschnittlichen Geschmackswerten;
- > weisen höhere Gehalte an gesundheitsfördernden sekundären Pflanzeninhaltsstoffen; viele dieser Stoffe wirken antioxidativ, können den Alterungsprozess verlangsamen und wirken Tumorbildungen entgegen.
- > weisen tiefere Proteingehalte auf; dies kann bei Brotgetreide zu einer ungünstigeren Backqualität führen.

Neuere wissenschaftliche Projekte haben sich mit der Qualität von tierischen Lebensmitteln (Milch, Fleisch und Eier) beschäftigt. Die umfangreichste Studie wurde im EU-Projekt „Quality Low Input Foods“ durchgeführt, wo tausende von Milchproben in Wales, England, Däne-

mark, Schweden und Italien analysiert wurden. Biomilch hatte in diesen Untersuchungen 15 bis 80 % höhere Gehalte an den ernährungsphysiologisch wertvollen fettlöslichen Vitaminen A und E und 40 bis 90 % höhere Gehalte an mehrfach ungesättigten Fettsäuren (Omega 3-Fettsäuren und CLA) (Butler et al., 2007).

Unwissenschaftlich sind jedoch folgende Aussagen, welche von Michael Miersch ohne Quellenangabe gemacht wurden:

- > Enterohämorrhagische *Escherichia coli* (EHEC) auf Bioprodukten bei Verwendung von „Fäkaldüngern“ (Zitat Beda Stadler und Alex Avery). Mehrere Todesfälle und einige hundert Erkrankungen in Deutschland und USA.
- > „Kontaminationen durch Schimmelpilzgift ist bei Biolebensmitteln wahrscheinlicher“ (Alex Avery).
- > Stechapfelsamen in österreichischer Biohirse.

Zum Fall EHEC

Escheria coli gehören zu den klassischen Durchfallerregern, sie sind ein Zeichen für Verschmutzungen von Wasser und Lebensmitteln. In letzter Zeit traten weltweit häufiger krankmachende Stämme (EHEC) auf, der bekannteste ist der Serotyp *E. coli* 0157:H7. Die Därme von Rindern und Kleinwiederkäuern beherbergen solche Erreger, aber auch Menschen, Hunde und Katzen sind Träger. Es gibt amerikanische Fütterungsversuche mit Rindern, welche zeigen, dass die moderne Intensivmast an dieser Entwicklung nicht unschuldig ist. Werden Wiederkäuer, die eigentlich Rohfuttermittelverzehrer sind (Gras, Heu), mit Getreide (Mais, Gerste) gefüttert, so verändern sich die Verdauungsprozesse und die physiologischen Bedingungen zugunsten von EHEC. Eine artgerechte Fütterung der Wiederkäuer senkt das Risiko.

Die amerikanische Food and Drug Administration (FDA) hat seit 1995 18 Fälle von *E. coli* 0157:H7 untersucht. **Einer** hiervon betraf Spinat von einem ökologischen Produzenten. Es konnte nachgewiesen werden, dass die Bakterien von einer gepferchten Rinderherde aus der Nachbarschaft per Wind verfrachtet wurden. Die Fälle in Deutschland betrafen in keiner Weise Bioprodukte oder Produzenten.

Die Ursachen des häufigeren Auftretens von EHEC bei Tierausscheidungen sind also noch weitgehend unbekannt. Man vermutet, dass artgerecht ernährte Wiederkäuer, wie es auf Biobetrieben üblich ist, eher weniger EHEC ausscheiden. Die EHEC werden auf vielfältige Weise transportiert (Wind, Wasser, direkte Kontakte). Die Verwendung von Mist in landwirtschaftlichen Kulturen stellt kein erhöhtes Risiko dar (dazu wurde soeben im Rahmen des EU-Projektes „Quality Low Input Food“ an der Universität Bonn ein Forschungsprojekt abgeschlossen, das demnächst publiziert wird). Mist von Wiederkäuern ist kein „Fäkaldünger“ sondern enthält wertvolle Pflanzennährstoffe. Die Dünger von weltweit 18,3 Milliarden Tieren **nicht** zu rezyklieren käme einer ökologischen Katastrophe gleich.

Zum Fall der Schimmelpilzgifte

Die Aussage von Alex Avery zu den Schimmelpilzgiften (Mykotoxinen) ist wissenschaftlich nicht belegt. Die umfassendste Literaturstudie zu diesem Thema wurde von Charles Ben-

brook (2006) verfasst: „Breaking the mold – impacts of organic and conventional farming systems on mycotoxins in food and livestock feed“.

Benbrooks Schlussfolgerungen zeigen exakt das Gegenteil von Alex Averys Behauptung (Übersetzung aus dem englischen Urs Niggli, die von Benbrook zitierte Literatur ist in seinem Artikel zu finden):

„Mehrere Forschungsteams in Europa führten vergleichende Erhebungen über die Häufigkeit und die Menge von Mykotoxinen in konventionellen und ökologischen Lebensmitteln durch (Biffi et al., 2004b; Birzele et al., 2000; Birzele et al., 2002; Brandt et al., 2005; Cirillo et al., 2003; Doll et al., 2002; Jestoi et al., 2004; Leblanc et al., 2002; Schollenberger et al., 1999; Schollenberger et al., 2002; Schollenberger et al., 2005; Skaug et al., 1998; Skaug 1999a). Die Ergebnisse sind eindeutig: Im Mittel von 24 publizierten Studien, welche konventionelle und ökologische Lebensmittel verglichen, wurden in konventionellen Lebensmitteln 50 Prozent häufiger Mykotoxine gefunden als in biologischen. Die Mykotoxin-Gehalte waren im Durchschnitt bei konventionellen Proben doppelt so hoch wie in biologischen. Zehn der Studien beschäftigten sich mit Weizen oder Weizenprodukten. Die Mykotoxin-Gehalte waren in 8 von 10 Vergleichen beim konventionellen Weizen höher, in einem Vergleich gleich hoch und in nur einer Studie war der Mykotoxin-Gehalt im Bioweizen höher als im konventionellen.“

Die Hauptursache der höheren Vorkommen von Schimmelpilzgifte (Mykotoxine) in **konventionellem** Getreide wird in der intensiven Düngung gesehen, welche zu dichten Pflanzenbeständen führt. Diese bleiben länger feucht, was die Bildung von Schimmelpilzen trotz Fungizidbehandlungen fördert.

Salmonellen bei Auslaufhaltung

Die Aussage, dass die Auslaufhaltung von landwirtschaftlichen Tieren mit höheren Risiken von Zoonosen (Krankheiten, welche von Tieren auf Menschen übertragen werden) verbunden seien, ist wissenschaftlich nicht belegt. Untersuchungen zum Vorkommen von Salmonellen auf der Eischale und in Eiern in Abhängigkeit vom Produktionsverfahren sind bisher nicht bekannt. Die Zahlen aus der Schweiz zeigen jedoch ein deutliches Bild Seit 1990 ist der Anteil der dort produzierten Eier aus Hühnerhaltung mit Auslauf von weniger als 1 % auf etwa 10 % gestiegen. In der gleichen Periode (1991 - 2002) ist die Zahl von *Salmonella*-Enteritidis bei Hühnern stark gesunken (BVET, 2003), ebenso die Fälle von Salmonellose beim Menschen (BAG, 2002).

Zum Fall Stechapfelsamen in österreichischer Biohirse

Der Stechapfel tritt als rasch wachsendes Unkraut sowohl in konventionellen wie in biologischen Feldern auf. Herbizidspritzungen und mechanische Unkrautbekämpfung wirken gleich gut bzw. gleich schlecht. Samenbildende Pflanzen müssen in beiden Anbausystemen von Hand ausgerissen werden. Sollten Stechapfel-Samen mitgeerntet werden, werden sie bei der Verarbeitung des Getreides mechanisch herausgereinigt. Die Abklärungen im österrei-

chischen Fall haben ergeben, dass der Verarbeitungsbetrieb (konventionelle Getreidemühle) nicht sauber genug arbeitete. Dieser Fall hat also nichts mit dem Ökolandbau zu tun.

Schlussfolgerung

Für eine gesunde Ernährung ist die Zusammensetzung der Diät entscheidend, das heisst der italienische Ernährungsstil mit viel frischem Gemüse und Obst ist besser als fett- und fleischlastige Diäten mit vielen Fertigprodukten. Dies wissen Konsumenten, und sie erwarten von Bioprodukten nicht, dass man mit ihnen falsche Ernährungsgewohnheiten kompensieren kann. Konsumenten schätzen aber bei frischen Produkten, dass sie keine Pestizidrückstände und tiefe Nitratgehalte haben. Beides können Bioprodukte bieten. Darüber hinaus haben pflanzliche wie tierische Bioprodukte ernährungsphysiologisch interessante Eigenschaften wie höhere Gehalte an bioaktiven Stoffen (sekundäre Pflanzenstoffe, fettlösliche Vitamine und mehrfach ungesättigte Fettsäuren). Die bioaktiven Stoffe interessieren Ernährungswissenschaftler und Ärzte sehr, weil sie sich positiv auf die Gesundheit auswirken können (siehe Kapitel 5). In Parallelverkostungen wird oft festgestellt, dass Bioprodukte eine höhere Schmackhaftigkeit haben. Sicherheitsprobleme mit Schimmelpilzgiften (Mykotoxine) oder Coli-Bakterien, wie sie den Bioprodukten gerne angedichtet werden, sind vernachlässigbar bzw. sogar weniger häufig als bei konventionellen Produkten.

5. Kritik: Keine Gefahr durch Pestizide, dafür hohes Risiko durch von den Pflanzen natürlich erzeugte Giftstoffe.

Argumente aus der Mottenkiste

Mierschs Ehrenrettung für die Pestizide kommt etwas spät. Weltweit haben alle Staaten ihren Landwirten strenge Auflagen gemacht, den Einsatz von Pestiziden aus Gründen des Umweltschutzes massiv zu senken. Mit Erfolg, wie Statistiken etwa aus den skandinavischen Ländern oder aus der Schweiz zeigen (Rückgang um zirka einen Drittel der ausgebrachten Mengen). Das definitive Aus für viele Pestizide kommt jedoch aus dem europäischen Detailhandel. Die neu eingeführten Qualitätsstandards EUREPGAP und SwissGAP verlangen auch bei konventionellen landwirtschaftlichen Produkten zunehmend Nulltoleranz bei den Rückständen, was zum Beispiel die riesigen Gemüseproduktionsgebiete in Almeria (Andalusien) zum Umdenken bezüglich chemischem Pflanzenschutz zwingt. Biologische Methoden, welche keine Rückstände erzeugen, sind allgemein im Kommen.

Michael Miersch: „Was ebenfalls kaum ein Käufer weiss: Selbst ungespritzte Pflanzen sind nicht pestizidfrei. Denn die Pflanzen selbst produzieren Giftstoffe, die Tiere davon abhalten sollen, sie aufzufressen. Daher sind 99,99 Prozent aller Pestizide, die wir aufnehmen, natürlichen Ursprungs“. Zu den „Giftmonstern“ gehört gemäss Miersch z.B. der Kohl, der 46 verschiedene bioaktive Stoffe aus der Gruppe der sekundären Pflanzenstoffe enthält. Unter diesen Begriff fallen einige tausend Substanzen. Sie lassen sich aufgrund ihrer Eigenschaften und Funktionen in folgende Gruppen einteilen:

- > **Carotinoide**, unter anderem in Karotten, Tomaten, Kürbis, Aprikosen
- > **Saponine**, unter anderem in Hülsenfrüchten
- > **Polyphenole** (u.a. Flavonoide, Anthocyane), unter anderem in Tee und Wein(-trauben)
- > **Sulfide**, zum Beispiel in Kohl und Knoblauch
- > **Glucosinolate**, zum Beispiel in Kohl und Knoblauch
- > **Phytosterine**, vor allem in Getreide

Laut Ernährungsbericht 1996 der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) tragen sekundäre Pflanzenstoffe in der Kost dazu bei, das Risiko bezüglich vieler Krankheiten zu senken. Die DGE strebt daher eine Erhöhung der Zufuhr dieser Nährstoffe mit der Nahrungsaufnahme an. Wörtlich heisst es im Bericht der DGE: „Sogenannte sekundäre Pflanzenstoffe leisten neben den Vitaminen und Mineralstoffen einen wichtigen Beitrag zu einer gesunden Ernährung“. Nach Ansicht der DGE reicht der heutige Erkenntnisstand zwar nicht aus, um Zufuhrempfehlungen für einzelne sekundäre Pflanzenstoffe auszusprechen. Sekundäre Pflanzenstoffe werden aber wegen ihrer Bedeutung für unsere Gesundheit empfohlen und den anderen Nährstoffen praktisch gleichgestellt.

6. Kritik: Die biologische Schädlingsbekämpfung ist ein unkontrolliertes Risiko

Unkenntnis der Zulassungssituation und falsche Informationen

Die Aussage von Michael Miersch „Im Biolandbau werden jedoch landauf, landab fremde Organismen freigesetzt, ohne dass jemand danach fragt“ ist falsch. Alle im Biolandbau eingesetzten Pflanzenbehandlungsmittel sind nach den exakt gleichen Kriterien geprüft und zugelassen worden wie die chemischen Pestizide. Dies geschieht sowohl auf EU-Ebene wie in der Zulassung durch das Bundesamt für Landwirtschaft in der Schweiz.

Das von Miersch erwähnte Beispiel der „moldawischen Schlupfwespe“, welche heimische Schlupfwespen verdrängt und harmlose Schmetterlinge anfällt, ist völlig unkorrekt wiedergegeben.

Die „**moldawische Schlupfwespe**“ ist bei den Schweizer Landwirten als **Trichogramma** bestens bekannt. Mit dem *Trichogramma brassicae* wird in der Schweiz seit 25 Jahren flächendeckend der Maiszünsler, ein wichtiger Maisschädling, bekämpft. Diese Methode wird von konventionellen, integrierten und biologischen Landwirten angewandt. Die Eidgenössische Forschungsanstalt Reckenholz (heute Agroscope ART) entwickelte die Methode in den siebziger Jahren, um die Insektizide im Mais, welche schwer abbaubar und mit vielen Nebenwirkungen behaftet waren, zu ersetzen.

Im EU-Projekt „Evaluating Environmental Risks of Biological Control Introductions into Europe (ERBIC)“ wurde von Agroscope ART, der Universität Helsinki, der landwirtschaftlichen Fakultät der Universität Wageningen, der Universität Bologna und CABI Bioscience (UK) abgeklärt, wie sicher der Trichogramma-Einsatz für die Umwelt ist.

Die Schlussfolgerungen aus dem Projekt zeigen ein ganz anderes Bild als das Horrorszenario von Miersch:

*„Die Versuche zur Ausbreitung dieser kleinen Tiere zeigte, dass sie zwar die Freilassungsfelder verlassen, ausserhalb dieser Felder jedoch nur über einen kurzen Zeitraum einen nennenswerten Anteil an den natürlichen Trichogramma-Populationen stellen. In Laborversuchen zeigte sich, dass *T. brassicae* Weibchen viele verschiedene Wirtseier parasitieren kann. Im Gegensatz hierzu wurden nur sehr geringe Parasitierungsraten unter Feldkäfig- und Feldbedingungen gefunden. Die Eier von anderen Nützlingen wie bspw. Marienkäfer, Schwebfliegen oder Florfliegen wurden entweder gar nicht parasitiert oder aber zu einem sehr geringen Anteil, wenn unter seminaturalen Bedingungen oder im Feld getestet wurde. Von speziellem Interesse war die Frage, ob die einheimische Tachine *Lydella thompsoni* unter Konkurrenz durch *T. brassicae* zu leiden hat. Unsere Versuche, die wir sowohl in Maisfeldern als auch in angrenzenden natürlichen Habitaten durchgeführt haben, ergaben, dass die wichtigsten Wirte nicht von *T. brassicae* parasitiert werden und daher die Konkurrenz keine Rolle spielt.“ (siehe <http://www.art.admin.ch/themen/00717/00719/00729/index.html?lang=de>)*

Anders liegt der Fall der nach Miersch „im Ökolandbau beliebten asiatischen Marienkäferart, welche sich zur Landplage entwickelte“.

Es handelt sich hier um die Art *Harmonia axyridis*. Deren Einsatz wurde in Europa durch die staatliche Forschungsinstitution INRA in Frankreich gemacht. Sie war nicht für den Biolandbau gedacht, sondern als letzte Rettung gegen insektizidresistente Blattläuse, z.B. gegen Hopfenblattläuse. INRA machte die ersten Freilassungen bereits 1982. Die ersten Probleme traten um 1990 auf, da *Harmonia axyridis* eine sehr dominante Art war und ökologische Nischen anderer Arten besetzte.

Das FiBL, die Bio Suisse und Demeter Schweiz haben 1995, als *Harmonia axyridis* auch in der Schweiz in Zucht hätte genommen werden sollen, dies für den Biolandbau **verboten** und die Firma Andermatt AG zu einer Zucht der **einheimischen** Art *Adalia bipunctata* angeregt. Diese Marienkäferart wird heute für den Hobbybereich und den Untergläseinsatz gezüchtet und verkauft.

Das Problem des asiatischen Marienkäfers wurde also von konventionellen Forschern verursacht, welche zuerst so lange Insektizide empfahlen, bis sie nicht mehr wirkten und anschliessend mit der gleichen ökologischen Ignoranz dominante, ökologisch nicht angepasste Nützlinge züchteten und freisetzen.

Zusammenfassung

Der biologische Pflanzenschutz wird sehr sorgfältig geprüft; ökologische Risiken werden im Voraus sehr verantwortungsvoll abgeklärt. Die Zulassung biologischer Pflanzenschutzmittel in der Schweiz ist vorbildlich, und das FiBL nimmt auf die für alle Biobauern verbindliche Hilfsstoffliste nur Präparate auf, welche ganz strengen Kriterien genügen.

7. Kritik: Kupfer als „Biogift“

Unkorrekte Zuspitzung

Michael Miersch zitiert den Bestsellerautor Udo Pollmer mit „dass im Biobereich Kupfer verwendet wird, straft die ganze Ökopropaganda Lügen. Kupfer ist ein Schwermetall wie Cadmium oder Quecksilber, das wir nie wieder aus den Böden kriegen. Es schädigt massiv das Bodenleben, insbesondere die Regenwürmer. In einem Ökobetrieb in Baden-Württemberg musste unlängst aufgrund einer Verseuchung mit „Biogift“ das gesamte Erdreich ausgetauscht werden“.

Wie man in drei Sätzen so viele Unwahrheiten sagen kann ist, schon eine Kunst. Erstens ist Kupfer nicht mit Cadmium und Quecksilber vergleichbar. Diese beiden sind für die Umwelt und den Menschen hoch giftig, während Kupfer ein Spurenelement ist, das für Pflanzen, Menschen und Tiere essentiell ist. Zweitens ist Kupfer ein Fungizid, das mengenmässig in erster Linie in der konventionellen Landwirtschaft eingesetzt wird. Es ist in der konventionellen Landwirtschaft eine wichtige Versicherung, wenn gegen die modernen systemischen Fungizide resistente Pilzstämme auftreten. Drittens treten negative Auswirkungen auf Bodenlebewesen nur bei hoher Konzentration auf. Eine solche tritt allenfalls in langjährig genutzten Rebbergen auf, wo früher (also vor der Einführung des Biolandbaus) pro Hektar und Jahr bis zu 80 kg Reinkupfer gespritzt wurden. Der Biolandbau lässt im Weinbau nur 4 kg Kupfer pro Hektar und Jahr zu, im Kartoffelbau kommen viele Biobauern ganz ohne Kupfer aus, in anderen Kulturen wird Kupfer gar nicht gespritzt.

Gegenwärtig wird Kupfer in der EU einer rigorosen Prüfung unterzogen, bei welcher die modernsten Anforderungen bezüglich Human- und Umweltgiftigkeit eingehalten werden müssen. Kupfer wird, im Gegensatz zu vielen synthetischen Altwirkstoffen, diese strengen Anforderungen erfüllen und eine neue Zulassung erhalten.

Die dramatische Schilderung von Udo Pollmer ist also eher die Folge von früheren Exzessen im konventionellen Weinbau und hat nichts mit der sorgfältigen und sparsamen Applikation von Kupfer im Biolandbau zu tun. Viele Bodenuntersuchungen zeigen, dass Bioböden doppelt so viele Regenwürmer und Mikroorganismen enthalten wie konventionelle Böden.

Der Biolandbau unternimmt kontinuierlich Schritte zur weiteren Reduktion von Kupfer. In der Praxis werden immer häufiger tolerante und resistente Kartoffel- und Weinsorten angepflanzt, so dass in Zukunft die konventionellen Bauern hoffentlich die einzigen sind, welche noch Kupfer spritzen!

8. Kritik: Eine Umstellung auf Biolandbau würde doppelt so viel landwirtschaftliche Nutzfläche benötigen und damit die Tropenwälder und die Naturschutzgebiete bedrohen

Modelle und Studien zeigen ein völlig anderes Bild

Michael Miersch bringt ein wichtiges Thema, nämlich die Frage, ob die Welt mit Bio zu ernähren wäre, auf. Dazu gleich als einleitende Bemerkung: Der Löwenanteil der bisherigen weltweiten Forschungsaufwendungen geht in die Optimierung der konventionellen Landwirtschaft. Man darf also durchaus eine beträchtliche Verbesserung der umweltfreundlichen Anbaumethode des Biolandbaus erwarten, wenn mehr in die Forschung investiert wird.

Von konventionellen Wissenschaftlern wird die Produktivität (also die Ertragsleistung) des Biolandbaus stark unterschätzt. Das kommt in den Zitaten im Artikel von Michael Miersch ebenfalls gut zum Ausdruck. Norman Borlaug schätzt, dass bei einer weltweiten Umstellung auf Bio 1100 Millionen Hektar Ackerfläche mehr gebraucht würden (bei den heutigen 1500 Millionen Hektar wäre das ein Anstieg von 73 % auf Kosten der Regenwälder und des Naturschutzes).

Solche Befürchtungen werden durch verschiedene Studien widerlegt:

- > Badgley, C., Moghtader, J., Quintero, E., Zakem, E., Jahi Chappell, M., Avilés-Vázquez, K., Samulon, A. and Perfecto, I. (2007): Organic agriculture and the global food supply. *Renewable Agriculture and Food Systems*: 22(2); 86-108.
- > Pretty J, Morison J I L and Hine R E. 2003. Reducing food poverty by increasing agricultural sustainability in developing countries. *Agric. Ecosys. Environ.* 95(1), 217-234.
- > Halberg, Niels; Timothy B. Sulser ; Henning Høgh Jensen ; Mark W. Rosegrant ; Marie Trydeman Knudsen (2006) *The impact of organic farming on food security in a regional and global perspective*. CABI Publishing

Catherine Badgley von Universität Michigan modellierte mit ihren Kollegen die Erträge von weltweit 293 publizierten Studien. In den entwickelten Ländern mit intensiver Landwirtschaft machten die mittleren Erträge aller pflanzlichen und tierischen Produkte bei biologischer Bewirtschaftung **92 %** der konventionellen Bewirtschaftung aus (Mittelwerte von 160 Studien). Verglichen die Autoren der Michigan Universität die biologischen Erträge in den Entwicklungsländern, lagen diese bei allen pflanzlichen Produkten gegenüber den konventionellen Vergleichsfeldern bei **174 %** (Mittelwert von 133 Studien). Die Forscher kommen in ihrer Studie zum Schluss, dass bei einer Umstellung auf den Biolandbau auf der bestehenden Fläche weltweit gleich viel Nahrungsmittel produziert werden können wie heute, und dass eine weitere Steigerung der Nahrungsmittelproduktion mit Biolandbau möglich wäre.

Dass in Entwicklungsländern bei einer Umstellung auf den Biolandbau höhere Erträge auftreten, ist eine Folge des sorgfältigen Rezyklirens von organischer Substanz (Hofdünger, Gründüngung, Komposte), welche den Humusgehalt des Bodens steigert, mehr Wasser während Trockenzeiten speichert und durch die biologische Aktivität von Regenwürmern und Mikroorganismen die Pflanzenernährung verbessert. Ähnliches wurde auch im Rodale Lang-

zeit-Experiment in Pennsylvania (USA) beobachtet, wo das Bioverfahren in trockenen Jahren bei Mais und Soja wegen der höheren Wasserspeicherfähigkeit der humoserer Böden ertragreicher war als das konventionelle (Lotter et al., 2003).

Nach Schätzungen der FAO hungern heute weltweit rund 850 Millionen Menschen, obwohl für alle genug Lebensmittel produziert werden. Die FAO geht in ihrem Prognosebericht davon aus, dass auch 2030 noch genügend Getreide vorhanden ist, wenn nicht gewisse Länder den Unsinn machen, Agrodiesel statt Lebensmittel zu produzieren. Den armen Ländern fehlt allerdings das Geld, um Getreidelieferungen zu bezahlen.

Etwa drei Viertel der Armen leben in ländlichen Gebieten, also direkt dort, wo mit Subsistenzlandwirtschaft Lebensmittel produziert werden können. Im Rahmen des SAFE-World-Projekts wurden 208 landwirtschaftliche Projekte ausgewertet, in welchen traditionelle Subsistenz-Landwirtschaft mit biologischer oder low-input/integrierter Produktion verglichen wurde. Letztere erzielten Mehrerträge von 20 bis 30 %, in Einzelfällen sogar von bis zu 250 % (Pretty und Hine, 2001, IFAD 2005). Sehr häufig war die Umstellung von Monokultur auf Mischfruchtanbau der Schlüssel zum Erfolg.

Solche Fallstudien werden durch grossflächige Anstrengungen, wie sie etwa durch Susan Edwards in Zusammenarbeit mit der lokalen Beratung und Forschung in der Provinz Tigray in Äthiopien gemacht wurden, bestätigt. Durch eine Umstellung der Landwirtschaft auf Kompostwirtschaft, Rezyklierung von organischer Substanz und Anwendung einfacher, moderner Techniken des Biolandbaus wurden die landwirtschaftlichen Erträge (und damit das Einkommen) von zahlreichen Bauernfamilien deutlich erhöht (Edwards, 2007).

Die Landwirtschaftliche Fakultät der Universität Aarhus in Dänemark und das *International Food Policy Research Institute* in Washington berechneten in einem umfangreichen Szenario die Auswirkungen einer grossflächigen Umstellung auf biologische Landwirtschaft. Sie wählten dabei Europa und Nordamerika als Regionen mit Input-intensiver Landwirtschaft und die Länder Afrikas, welche südlich der Sahara gelegen sind, als Low-Input Landwirtschaft aus. Sie kamen dabei zu den Schlussfolgerungen, dass 50 % der Landwirtschaft in Europa und Nordamerika umgestellt werden könnten, ohne dass mehr Lebensmittel importiert werden müssten. Auf der anderen Seite prognostizierten sie eine Erhöhung der Erträge, eine Verbesserung der Ernährungssituation und eine deutlich geringere Abhängigkeit von Lebensmittelimporten in Afrika, wenn auf Bio umgestellt würde.

Schlussfolgerungen

Auf der Basis des aktuellen Stands der Technik des Biolandbaus stimmt die Aussage von Norman Borlaug nicht, dass eine Umstellung 70 % mehr Ackerland bräuchte. Vielmehr ist davon auszugehen, dass sich die Ernährungssituation in ländlichen Gebieten des Südens, wo 850 Millionen hungernde Menschen leben, verbessern würde. In Ländern mit intensiver Landwirtschaft würde die Produktivität etwas zurückgehen, aber bei weitem nicht so dramatisch, wie dies gewisse Fachleute vorhersagen. Die echten Gefahren für die Ernährungssicherheit sind eine weitere Steigerung des Fleischkonsums und der Anbau von Energiepflanzen.

Der Biolandbau hat noch ein enormes Innovationspotential, welches im Bereich der Züchtung (Pflanzen und Tiere), des biologischen Pflanzenschutzes, der Gesundheitsprävention

der Nutztiere oder der noch effizienteren Nutzung der Nährstoffe aus Gründüngung und tierischen Düngern liegt.

Literatur

- Afssa (Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments) (2003): Evaluation nutritionnelle et sanitaire des aliments issus de l'agriculture biologique. 236 S., [http://www.afssa.fr \(/publications/autre_rapports/agriculture_bioologique\)](http://www.afssa.fr (/publications/autre_rapports/agriculture_bioologique))
- Altieri, M. A., Ponti, L. and Nicholls, C. (2005) Enhanced pest management through soil health: toward a belowground habitat management strategy. *Biodynamics* (Summer) pp. 33-40.
- Anonymous (2006): Voting with your trolley. Special report Food politics. *The Economist*, December 9th, 71-73.
- Badgley, C., Moghtader, J., Quintero, E., Zakem, E., Jahi Chappell, M., Avilés-Vázquez, K., Samulon, A. and Perfecto, I. (2007): Organic agriculture and the global food supply. *Renewable Agriculture and Food Systems*: 22(2); 86-108.
- BAG, 2002: Campylobacter und Salmonella -Stand Ende August 2001, http://www.bag.admin.ch/infekt/publ/bulletin/d/camp_salm%20bu%2052%20d.pdf
- Belfrage K, J Bjorklund, and L Salomonsson. (2006) The effects of farm size and organic farming on diversity of birds, pollinators, and plants in a Swedish landscape. *Ambio*, 34, 8, p 582-588.
- Benbrook, Ch. (2006) Breaking the mold – impacts of organic and conventional farming systems on mycotoxins in food and livestock feed. *An Organic Center State of Science Review*, 58 pages.
- 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, 261–269.
- Berg, M, Haas, G, Köpke, U (1997) Grundwasserschonende Landwirtschaft durch Organischen Landbau im Vergleich zu integrierten und konventionellen Landbau. In: Kongressband 109. VDLUFA-Kongress Stoff- und Energiebilanzen in der Landwirtschaft, 15.-20. September 1997 in Leipzig. *VDLUFA-Schriftenreihe* 46.
- Berner, A., Hildermann, I., Fliessbach, A., Pfiffner, L., Niggli, U. and Mäder, P. (2007) Response of crop yield and soil quality to reduced tillage under organic agriculture conditions. *Soil & Tillage Research*, Elsevier (submitted).
- Blume, H P, Horn, R and Sattelmacher, B (1993) Dynamik lehmiger und sandiger Böden unter intensiv und alternativ landwirtschaftlicher und forstlicher Nutzung. *Schriftenreihe Inst. F. Pflanzenernähr. Bodenk.* Universität Kiel (21).
- Boron S. (2006) Building resilience for an unpredictable future: how organic agriculture can help farmers adapt to climate change. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Bourn D. & Prescott, J. (2002): A comparison of the nutritional value, sensory qualities and food safety of organically and conventionally produced foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 42 (1): 1–34
- Butler, G.; Stergiadis, S.; Eyre, M.; Leifert, C.; Borsari, A.; Canever, A.; Slots, T. und Nielsen, H.J. (2007) Effect of production system and geographic location on milk quality parameters. Beitrag präsentiert bei der Konferenz: 3rd QLIF Congress: Improving Sustainability in Organic and Low Input Food Production Systems, University of Hohenheim, Germany, March 20-23, 2007.
- BVET, 2003: Tierseuchenmeldesystem der Schweiz: Salmonellen bei Hühnern: <http://www.bvet.admin.ch/tsmd/start.htm?go=weiter>
- Christensen, D K, Jacobsen, E M and Nohr, H (1996) A comparative study of bird faunas in conventionally and organically farmed areas. *Dansk. Orn. Foren. Tidsskr* 90: 21-28.
- Clough Y, A Kruess, and T Tschardtke. 2007. Organic versus conventional arable farming systems: functional grouping helps understand staphylinid response. *Agriculture, Ecosystems, and Environment*, 118, p 285-290.

- Condrón, L M, Cameron, K C, Di, H J, Clough, T J, Forbes, E A, McLaren, R G & Silva, R G (2000) A comparison of soil and environmental quality under organic and conventional farming systems in New Zealand. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 43: 443-466.
- Drinkwater, L, Wagoner, P and Sarrantonio, M (1998) Legume-based cropping systems have reduced carbon and nitrogen losses. *Nature* 96, 262-264.
- Edwards, S. (2007): The impact of compost use on crop yields in Tigray, Ethiopia. Institute for Sustainable Development (ISD). Proceedings of the International Conference on Organic Agriculture and Food Security. FAO, Rom. Obtainable under: <ftp://ftp.fao.org/paia/organicag/ofs/02-Edwards.pdf>
- Eyhorn, F., Ramakrishnan, M., Mäder, P. (2007): The viability of cotton-based organic farming systems in India. *International Journal of Agricultural Sustainability* 5 (1), pp 25-38
- Fließbach, A., Oberholzer, H.-R., Gunst, L., Mäder, P. (2007): Soil organic matter and biological soil quality indicators after 21 years of organic and conventional farming. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 118, 273-284.
- Foreid, B. & Høgh-Jensen H., (2004) Carbon sequestration potential of organic agriculture in northern Europe – a modelling approach. *Nitrogen Cycling in Agroecosystems* 68, 13-24
- Fritsche, U. R.; Eberle, U.; Wiegmann, K.; Schmidt, K. (2007) Treibhausgasemissionen durch Erzeugung und Verarbeitung von Lebensmitteln. <http://www.oekoinstitut.de/publikationen/forschungsberichte/studien/dok/657.php?id=&anzeige=det&ITitel1=&IAutor1=&ISchlagw1=&sortieren=&dokid=328>.
- Fuller, R.J., Norton, L.R., Feber, R.E., Johnson, P.J., Chamberlain, D.E., Joys, A.C., Mathews F., Stuart, R.C., Townsend, M.C., Manley, W.J., Wolfe, M.S., Macdonald, D.W and Firbank, L.G. (2005) Benefits of organic farming to biodiversity vary among taxa. *Biology letters*, 1, 431-434.
- Gabriel D and T Tschardtke. 2007. Insect pollinated plants benefit from organic farming. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 118, p 43-48.
- Gabriel D, I Roschewitz, T Tschardtke, and C Thies. 2006. Beta diversity at different spatial scales: plant communities in organic and conventional agriculture. *Ecological Applications*, 16, 5, p 2011-2021.
- Haas, G, Wetterich, F, and Köpke, U (2001) Comparing intensive, extensified and organic grassland farming in southern Germany by process life cycle assessment. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 83/1-2, 43-53.
- Haas, G. & Köpke, U. (1994): Vergleich der Klimarelevanz Ökologischer und Konventioneller Landwirtschaft. Studie (H) im Auftrag der Enquetekommission des Deutschen Bundestages Schutz der Erdatmosphäre. D-Karlsruhe, Economica Verlag.
- Halberg; Niels Timothy B. Sulser ; Henning Høgh Jensen ; Mark W. Rosegrant ; Marie Trydeman Knudsen (2006) The impact of organic farming on food security in a regional and global perspective. CABI Publishing.
- Hansen, B, Fjelsted Alrøe, H and Steen Kristensen, E (1999) Environmental Impacts from Organic Farming. In *Organic Farming in the European Union – Perspectives for the 21st Century*, 27/28 May 1999, Conference Proceedings, Baden/Vienna, Austria, Session 1: Environmental Effects of Organic Agriculture Available at: <http://www.eurotech.co.at/docs/kristens.doc>
- Heaton, S. (2001): Organic farming, food quality and human health. A review of the evidence. Soil Association, Bristol, Great Britain, 87 S.
- Hess, J, Pierr, A and Schmidtke, K (1992) *Grundwasserschonende Landwirtschaft durch Ökologischen Landbau. Eine Bewertung des Leguminosenanbaus und des Wirtschaftsdüngereinsatzes im Anbausystem Ökologischer Landbau.* = Dortmunder Beiträge zur Wasserforschung Nr. 45, Dortmund 1992
- Hole DG, AJ Perkins, JD Wilson, IH Alexander, PV Grice, and AD Evans (2005). Does organic farming benefit biodiversity? *Biological Conservation*, 122, p 113-130.
- IFAD (2005) Organic Agriculture and Poverty Reduction in Asia: China and India Focus. Report No. 1664, Rome
- Kummeling I, Thijs C, Penders J, Snijders BEP, Stelma F, Reimerink J, Koopman M, Dagnelie PC, Huber M, Jansen MCJF, de Bie R, van den Brandt PA. Etiology of atopy in infancy: The KOALA Birth Cohort Study. *Pediatr Allergy Immunol* 2005. © 2005 Blackwell Munksgaard

- Lotter, D., Seidel, R. & Liebhardt, W. (2003): The Performance of Organic and Conventional Cropping Systems in an Extreme Climate Year. *American Journal of Alternative Agriculture* 18(3): 146-154
- Mäder, P., Fließbach, A., Dubois, D., Gunst, L., Fried, P. und Niggli, U. (2002): Soil fertility and biodiversity in organic farming. *Science* 296: 1694-1697
- Marriott, E.E. and Wander, M.M. (2006) Total and Labile Soil Organic Matter in Organic and Conventional Farming Systems. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 70, 950-959.
- Niederbudde, E A and Flessa, H (1989) Struktur, mikrobieller Stoffwechsel und potentiell mineralisierbare Stickstoffvorräte in ökologisch und konventionell bewirtschafteten Tonböden, *J. Agronomy and Crop Science* 162: 333-341
- Niggli, U., Earley, J. and Ogorzalek, K (2007): Organic agriculture and food supply stability. Ecological and environmental stability of the food supply. Proceedings of the International Conference on Organic Agriculture and Food Security. FAO, Rom. Obtainable under: <ftp://ftp.fao.org/paia/organicag/ofs/Niggli.pdf>
- Olesen, J.E., Schelde, K., Weiske, A., Weisbjerg, M.R., Asman, W.A.H., Djurhuus, J., (2006): Modelling greenhouse gas emissions from European conventional and organic dairy farms. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 112, S.207-220
- Paffrath, A (1994) Geringere Stickstoffverluste durch Auswaschung im ökologischen Landbau. *Ökologie und Landbau*, 90, 9-10
- Pfiffner, L. & Mäder, P. (1997) Effects of biodynamic, organic and conventional production systems on earthworm populations. *Entomological research in organic agriculture. Biological Agriculture and Horticulture* 15, 3-10.
- Pfiffner, L. & Niggli, U. (1996) Effects of biodynamic, organic and conventional production systems on ground beetles (Col. Carabidae) and other epigeaic arthropods in winter weat. *Biological Agriculture and Horticulture* 12, 353-364.
- Pfiffner, L. (1997) Welchen Beitrag leistet der ökologische Landbau zur Förderung der Kleintierfauna. In: H. Weiger & H. Willer eds. *Naturschutz durch ökologischen Landbau. Ökologische Konzepte* 95. Bad Dürkheim, Germany
- Pimentel, D., C. Harvey, P. Resosudarmo, K. Sinclair, D. Kurz, M. McNair, S. Crist, L. Shpritz, L. Fitton, R. Saffouri, R. Blair (1995) Environmental and Economic Costs of Soil Erosion and Conservation Benefits. *Science*, Vol. 267, p. 1117-1123.
- Pimentel, D., Hepperly, P., Hanson, J. Douds, D., Seidel, R. (2005): Environmental, energetic, and economic comparisons of organic and conventional farming systems. *BioScience* 55, S.573–582
- Pretty J, Morison J I L and Hine R E. (2003). Reducing food poverty by increasing agricultural sustainability in developing countries. *Agric. Ecosys. Environ.* 95(1), 217-234.
- Pretty, J and Hine, R (2001): *Reducing Food Poverty with Sustainable Agriculture: A Summary of New Evidence*, Essex, February 2001.
- Pulleman, M., Jongmans, A., Marinissen, J., Bouma, J. (2003): Effects of organic versus conventional arable farming on soil structure and organic matter dynamics in a marine loam in the Netherlands. *Soil Use and Management* 19, 157-165.
- Reganold, J.P, Elliott, L.F., Unger, Y.L. (1987) Long-term effects of organic and conventional farming on soil erosion. *Nature* Vol. 330, 370-372.
- Reitmayr, T (1995). Entwicklungen eines rechnergestützten Kennzahlensystems zur ökonomischen und ökologischen Beurteilung von agrarischen Bewirtschaftungsformen - dargestellt an einem Beispiel. *Agrarwirtschaft Sonderheft* 147.
- Scialabba Nadia El-Hage, and C Hattam (2002). Organic agriculture, environment and food security. Environment and Natural Resources Service Development Department. The Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Scialabba, Nadia El-Hage, Organic Agriculture, The Challenge of Sustaining Food Production While Enhancing Biodiversity, United Nations Thematic Group, Sub-Group Meeting on Wildlife, Biodiversity and Organic Agriculture, Ankara, Turkey, 15-16 April 2003
- Shepherd, M., Pearce, B., Cormack, B., Philipps, L., Cuttle, S., Bhogal, A., Costigan, P., Unwin, R.(2003) An Assessment of the Environmental Impacts of Organic Farming. (http://www.defra.gov.uk/science/project_data/DocumentLibrary/OF0405/OF0405_909_TRP.doc).

- Siegrist, S., Staub, D., Pfiffner, L. and Mäder, P. (1998) Does organic agriculture reduce soil erodibility? The results of a long-term field study on loess in Switzerland. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 69, 253-264.
- Smilde, K W (1989) Nutrient supply and soil fertility. In: Zadoks, J C (ed.) (1989) *Development of farming systems: Evaluation of the five year period 1980-84*. Pudoc, Wageningen
- Smith, P., Andrén, O., Karlsson, T., Perlälä, P., Regina, K., Rounsevell, M. and van Wesemael, B. (2005) Carbon sequestration potential in European croplands has been overestimated. *Global Change Biology* 11, 2153-2163.
- Stolze, M., Piorr, A., Haring, A., Dabbert, S. (2000) *The Environmental Impacts of Organic Farming in Europe – Organic Farming in Europe: Economics and Policy*, vol. 6. University of Hohenheim, Stuttgart.
- Tauscher, B., Brack, G., Flachowsky, G., Henning, M., Köpke, U., Meier-Ploeger, A., Münzing, K., Niggli, U., Pabst, K., Rahmann, G., Willhöft C. & Mayer-Miebach, E. (Koordination) (2003): *Bewertung von Lebensmitteln verschiedener Produktionsverfahren, Statusbericht 2003*. Senatsarbeitsgruppe «Qualitative Bewertung von Lebensmitteln aus alternativer und konventioneller Produktion», <http://www.bmvel-forschung.de>.
- Thorup-Kristensen, K., Magid, J. and Jensen, L.S. (2003) Catch crops and green manures as biological tools in nitrogen management in temperate zones. *Advances in Agronomy* 79, 227-302.
- Velimirov, A. & Müller, W. (2003): *Die Qualität biologisch erzeugter Lebensmittel. Umfassende Literaturrecherche zur Ermittlung potenzieller Vorteile biologisch erzeugter Lebensmittel*. Im Auftrag von BIO ERNTE AUSTRIA – Niederösterreich/Wien.
- Woese, K., Lange, D., Boess, C., & Bögl, K.W. (1997): A comparison of organically and conventionally grown foods – results of a review of the relevant literature. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 74: 281–293.
- Worthington, V. (1998): Effect of agricultural methods on nutritional quality: A comparison of organic with conventional crops. *Alternative Therapies* 4, (1): 58–69.
- Zehnder, G., Gurr, G.M., Kühne, S., Wade, M.R., Wratten, S.D. and Wyss, E. (2007) Arthropod pest management in organic crops. *Annual Review of Entomology*, 52, 57-80.