

Biologischer Landbau

Verfügbarkeit und Vielfalt von Nahrungsmitteln sind heute so gross wie nie zuvor. Doch die zunehmende Distanz der Bevölkerung zur Landwirtschaft, die oft fehlende Transparenz bei der Erzeugung, Verarbeitung und dem Handel von Lebensmitteln sowie Werbung oder Skandalmeldungen verunsichern viele Konsumentinnen und Konsumenten. Dagegen erfreuen sich heute Nahrungsmittel aus biologischem Landbau wachsender Beliebtheit. Häufigste Kaufmotive für Bioprodukte sind: keine Rückstände, besserer Geschmack, bessere Gesundheit und Umweltschutz.

D. Dubois, F. Strasser, J. Mayer,
T. Nemecek, D. Tschamper

Grundlagen des Biolandbaus

Die Wurzeln des Biolandbaus reichen in die Dreissigerjahre des 20. Jahrhunderts zurück. Seine eigentliche Entwicklung erlebte er aber nach dem Zweiten Weltkrieg als Alternative zur industriellen Landwirtschaft. Die Pioniere des Biolandbaus befürchteten die zunehmende Abhängigkeit von der Agroindustrie und durch den zunehmenden Einsatz externer Betriebsmittel (Mineraldünger, Pestizide) den Verlust der natureigenen Fruchtbarkeit des Bodens bis hin zu Qualitätseinbußen der Nahrungsmittel.

Mit dem biologischen Landbau wurde ein Produktionssystem entwickelt, das im Gegensatz zu intensiven



Abbildung 1: Eine vielfältige Begleitflora wie hier der Mohn prägt den Bioweizen des Vergleichsversuchs Dynamisch/Organisch/Konventionell (DOK) von Agroscope und FiBL.

konventionellen Systemen die Integration der selbstregulierenden Mechanismen natürlicher Ökosysteme als tragendes Element vorsieht. Es kann als «Prinzip einer zielgerichteten Organisation eines weitgehend geschlossenen, wohlproportionierten Betriebsorganismus» (Köpke 1994) beschrieben werden. Als Ziel gilt, eine nachhaltige Produktivität zu erhalten, ohne abhängig zu sein von substanziellen externen Inputs in das System. Dabei wird eine hohe Produktivität aus dem System selbst mit weitgehend geschlossenen Stoff- und Energieflüssen auf Betriebsebene angestrebt.

Vor dem Hintergrund dieses Konzeptes sind der Einsatz von mineralischen Stickstoffdüngern, wasserlöslichen Phosphor- und Kaliumdüngern sowie chemisch-synthetischen Pestiziden ausgeschlossen. Die biologische N₂-Fixierung ist die hauptsächlichste Stickstoffgrundlage für ökologisch wirtschaftende Betriebe. Daher wird der Anbau von Leguminosen gezielt in die Fruchtfolge eingebaut. Die Tierhaltung ist strikt flächengebunden, wobei sich der maximale Tierbesatz an der Produktivität des Standortes orientiert. Artgerechte Haltungsformen und der Verzicht auf Leistungsförderer wie Antibiotika im Futter oder Hormonpräparate kennzeichnen die Tierhaltung.

Richtlinien und Kontrollen

Auf staatlicher Ebene wurde der Biolandbau in der Schweiz erstmals 1997 mit einer Verordnung geregelt (siehe www.admin.ch/ch/d/sr/c910_18.html). Diese legt die Mindestanforderungen für die biologische Landwirtschaft und die Kennzeichnung biologisch produzierter Erzeugnisse und Lebensmittel fest. Der Gesamtbetrieb muss auf Biolandbau umgestellt werden, dies in der Regel innert zwei Jahren. Der Zukauf von Futter oder Düngern ist begrenzt, die zulässigen Hilfsstoffe sind in aktuellen Listen verbindlich aufgeführt. Die Kontrolle der Aufzeichnungen und des Betriebes erfolgt jährlich durch staatlich akkreditierte Prüfstellen.

Die Bioverordnung der Schweiz entspricht im Wesentlichen der EU-Verordnung 2092/91 (Anbau) für den ökologischen Landbau. Grundlage der nationalen wie auch der internationalen Richtlinien bilden die Grundsätze der internationalen Dachorganisation für den biologischen Landbau, der IFOAM (International Federation of Organic Farming Movements). Auch die beiden Weltorganisationen FAO und WHO regeln den biologischen Landbau in ihrem Codex Alimentarius.

Bereits 1981 formulierten die



Abbildung 2: Stickstoffmessung in Kartoffeln im DOK-Versuch durch Forschende von Agroscope.

Schweizer Biobauern die «Richtlinien für Verkaufsprodukte aus biologischem Anbau» und lancierten das Label der «Knospe», welches heute als Markenzeichen des Dachverbandes Bio Suisse einen hohen Bekanntheitsgrad hat. Die Grossverteiler stiegen zu Beginn der Neunzigerjahre in den Biomarkt ein. Ihre Label basieren vollumfänglich auf obigen Richtlinien. Bei Importen wird die Knospe nur denjenigen Bioprodukten erteilt, welche die Bestimmungen der Bio Suisse erfüllen.

Heute existieren in der Schweiz mehr als 6100 von der Bio Suisse zertifizierte Biobetriebe. Das sind gut 11 Prozent aller Landwirtschaftsbetriebe. Im schweizerischen Lebensmittelmarkt haben Bioprodukte einen beachtlichen Anteil. Bio Suisse beziffert den Umsatz des Bio-Gesamtmarktes 2005 auf 1,183 Mrd. Franken. Mit einem Pro-Kopf-Konsum an Bioprodukten von 160 Franken sind wir in der Schweiz mit Abstand Weltmeister. Dies ist doppelt so viel wie im zweitrangierten Dänemark. Vor allem Frischprodukte wie Milch, Karotten oder Brot sind sehr gefragt.

Unterschiede zur konventionellen Landwirtschaft

Im Vergleich zu gewissen Regionen im Ausland ist die Mehrheit der schweizerischen Landwirtschaftsbetriebe noch immer vielfältig strukturiert, produziert lediglich mittelintensiv und berücksichtigt ökologische Vorgaben des Bundes. Dennoch sind Unter-

schiede zwischen biologischem Anbau und der übrigen Produktionsweise deutlich erkennbar:

Vielfältige Fruchtfolgen und mehr Klee gras statt Hilfsstoffe

Statt wiederholt über Jahre dieselbe Kultur auf dem gleichen Feld anzupflanzen, achten die Betriebe auf eine vielseitige Abfolge von Kulturen. Damit können Schädlinge und Unkräuter besser in Schach gehalten werden, und der Boden regeneriert sich. Da kein mineralischer Stickstoffdünger eingesetzt wird, sind für die Produktion des betriebseigenen Tierfutters im Biolandbau mehr Klee gras wiesen nötig als im konventionellen Anbau. Die organischen Hofdünger durchlaufen das Nahrungsnetz der Bodenorganismen langsamer als rasch lösliche Mineraldünger, was zusammen mit dem tieferen Nährstoffniveau zu niedrigeren Erträgen im Biolandbau führt.

Selbstregulation statt direkter Eingriffe

Die Wahl robuster, standortangepasster Sorten ist im Biolandbau sehr wichtig. Zur direkten Bekämpfung von Schaderregern sind nur natürliche Pflanzenextrakte oder Mineralstoffe in massiv eingeschränkter Menge erlaubt. Chemisch-synthetische Stoffe werden abgelehnt, weil Wirkungen auf den Stoffwechsel von Bodenorganismen, Pflanze, Tier und Mensch und Rückstände in Nahrungsmitteln und Umwelt nachgewiesen sind. Dies erklärt den grossen Bedarf an Forschung nach

natürlichen Regulierungsmethoden. Beispielsweise hat die Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon (ART) den Einsatz des Beauveria-Pilzes gegen Engerlinge und von Trichogramma-Schlupfwespen gegen Maiszünsler entwickelt.

Vorbeugende und direkte Unkrautkontrolle

Der Verzicht auf Herbizide bedingt, dass im Biolandbau Unkräuter mittels bewusster Sorten- und Kulturwahl sowie gezielter Bodenpflege unterdrückt werden. Anschliessend sind oft aufwändige direkte Kontrollmassnahmen nötig, wie der Einsatz von Striegel und Hackgeräten, kleinflächigem Abflammen mit Gasbrennern und im Gemüsebau auch das Jäten von Hand. Tolerierte Restverunkrautung verbessert andererseits das Nahrungsangebot für Nützlinge.

Schonende Verarbeitung

Die Verarbeitung von Bioprodukten erfolgt mit schonenden mechanischen und physikalischen Garungs- und Fermentativprozessen. Insbesondere werden Massnahmen gemieden, die nur dem Verändern des Aussehens dienen. Das Herstellen von Produkten aus isolierten Nahrungsmittelsubstanzen («Food-Design») ist nicht zugelassen. Ausgeschlossen sind der Einsatz von Mikrowellen und ionisierenden Strahlen, die Verwendung von gentechnisch veränderten Organismen und daraus gewonnener Stoffe. Zusatzstoffe müssen mit wenigen Ausnahmen aus biologischem Anbau stammen. Lager-schädlinge sind mit vorbeugenden physikalischen Massnahmen zu bekämpfen, synthetische Wirkstoffe sind nicht erlaubt. Diese Anforderungen verweisen auf die Philosophie des Biolandbaues, dass Nahrungsmittel so natürlich wie nur möglich verzehrt werden sollten. Aber auch die Meinungsbildung in der Biobewegung und ihren Fachgremien wird von den derzeitigen Lebensgewohnheiten der Konsumenten beeinflusst, wie das Beispiel der nun auch mit «Knospe» erhältlichen UHT-Milch zeigt.

Geringere Erträge im Biolandbau

Das knappere Nährstoffangebot und die Selbstbeschränkung beim Pflanzenschutz führen bei Ackerkulturen zu geringeren Erträgen und höheren Ertragsschwankungen (Tabelle).

Tabelle: Durchschnittserträge verschiedener Ackerkulturen bei biologischem Anbau absolut und in Prozent des Ertrages bei mittelintensivem Anbau in der Schweiz

Feldkultur	Ertrag Bio (t/ha)	Ertrag Bio (in % des mittelintensiven Anbaus)
Brotweizen	3,9	57%
Gerste	4	61%
Kartoffeln	17,6	59%
Körnermais	7,2	66%
Ansaat-Wiese	9,8	74%

Quelle: Deckungsbeitrags-Katalog (Ausgabe 2005) von LBL, FiBL und SRVA

Bei Gemüse und Obst können ganze Erntechargen verloren gehen, wenn sie optisch nicht den Anforderungen des Marktes genügen. Für den höheren Verkaufspreis der Produkte sind daher vor allem Ertragseinbussen und der grössere Aufwand bei der biologischen Pflege verantwortlich.

Versuche zeigen günstigere Umweltwirkung

Ergebnisse aus dem Langzeit-Exaktversuch DOK (Vergleich Dynamisch/Organisch/Konventionell) in Therwil (BL) zeigen, dass nach fast 30-jähriger Versuchsdauer die biologische Bewirtschaftung signifikant günstigere Auswirkung auf das Bodenleben und die Biodiversität von Kleinorganismen hat (Mäder et al. 2002).

Ein Vergleich von 24 Parzellen von Biobetrieben mit angrenzenden Parzellen von Betrieben mit konventioneller Produktion ergab für ein Drittel der Paar-Vergleiche signifikant höhere Werte für die Aktivität der Bodenmikroorganismen im Bioanbau. Andererseits zeigten rund 50 Prozent der Vergleichspaare gleich hohe Werte (Oberholzer 2003). Dies weist darauf hin, dass die betriebsspezifische Intensität der Bewirtschaftung bedeutsam ist.

Die von der Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon (ART) entwickelte Methode der Ökobilanzierung erlaubt es, eine Vielzahl von Umweltwirkungen abzubilden, wie Energiebedarf, Treibhauspotenzial, Ozonbildung, Nährstoffverluste, Versauerung, Öko- und Humantoxizität, Biodiversität. Diese werden erfasst über die ganze Produktionskette von der Gewinnung der Rohstoffe und Herstellung der landwirtschaftlichen Maschinen und Produktionsmittel

über die Saat, Pflege und Ernte der Ackerkulturen bis zur Entsorgung der Abfälle. Die bilanzierten Wirkungen des Acker- und Futterbaus wurden kürzlich in einer umfassenden Studie detailliert dargestellt (Nemecek et al. 2005). In der Gesamtbewertung erbringt der Biolandbau positivere Umweltleistungen. Als Hauptfaktoren lassen sich das Wirtschaften in möglichst geschlossenen Kreisläufen sowie der Verzicht auf Mineraldünger und chemisch-synthetische Pestizide quantifizieren. Dies erklärt eine positive Wirkung vor allem auf Öko- und Humantoxizität, Biodiversität und Ressourcenschonung. Bezogen auf das im Biolandbau niedrigere Ertragsniveau wird der Vorteil des biologischen im Vergleich zum integrierten Anbau etwas geringer. In der Praxis zeigte sich eine sehr grosse Variabilität der Ergebnisse zwischen einzelnen Betrieben (Rossier & Gaillard 2004). In Einzelfällen erbrachten zurückhaltend bewirtschaftete konventionelle Betriebe positivere Umweltleistungen als sehr intensiv wirtschaftende Biokollegen. Der Einfluss der Betriebsleitenden scheint ein wesentlicher Faktor zu sein. Der grösste Verbesserungsbedarf im Biolandbau besteht bei der Steigerung der Erträge und bei der Minimierung von Stickstoffverlusten.

Einfluss auf Produktequalität

Anbausystembedingte Unterschiede bei Sortenwahl, Nährstoffversorgung, Fruchtfolge, Bodenqualität und Klima können sich wesentlich auf die Produktequalität auswirken. Dabei spielen unabhängig vom Anbausystem die Standortfaktoren und das Geschick des Betriebsleiters eine herausragende Rolle. Aufgrund der Vielfalt an Umwelt- und Bewirtschaftungsbedin-

gungen in der Praxis ist es deshalb schwierig, Unterschiede mit wissenschaftlichen Methoden exakt zu quantifizieren und allgemeingültige Aussagen abzuleiten.

Verschiedene Studien ergaben für Bioprodukte Folgendes:

Das deutsche Landwirtschaftsministerium veröffentlichte kürzlich eine Übersicht zu bisherigen Ergebnissen und kam zum Schluss, dass es zurzeit keinen wissenschaftlichen Nachweis gebe, dass der ausschliessliche oder überwiegende Verzehr von ökologisch erzeugten Lebensmitteln direkt die Gesundheit des Menschen fördere.

In einer Studie des Bundesinstituts für Risikobewertung (BfR) www.br.bund.de in Deutschland zeigten die untersuchten Bioprodukte Vorteile beim Geschmack und bei Gemüse zum Teil auch tiefere Nitratgehalte gegenüber den Produkten aus konventionellem Anbau.

Die Literaturschau von Tauscher et al. (2003) sowie ein zusammenfassender Bericht des FiBL (2006) zeigen dagegen bei den meisten der beurteilten Qualitätsparameter Vorteile für Bioprodukte. Durch Verzicht auf chemisch-synthetische Pestizide ist die Kontamination der Nahrungsmittel mit diesen unerwünschten Stoffen eindeutig minimiert (Stolz et al. 2005). Der Befall der Ernte mit Mykotoxinen konnte gemäss Literaturübersicht von Brenbrook (2005) nicht mit der Anbaumethode belegt werden, wesentliche Faktoren waren vielmehr Wetter, Standort und Lagerung.

Das Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL) in Frick konnte bei gewissen Produkten, etwa Bioäpfeln, 20 Prozent mehr sekundäre Inhaltsstoffe nachweisen, insbesondere Polyphenole, welche die Abwehrkräfte stärken, entzündungshemmend sind und mutmasslich vor Krebs schützen (Weibel et al. 2000). Im DOK-Langzeit-Exaktversuch konnten bei Randen aus biologischer Bewirtschaftung tiefere Nitrat- und höhere Vitamin-C-Gehalte nachgewiesen werden (Mäder et al. 1993). Andererseits ergaben die Weizenproben aus dem DOK-Versuch weitgehend gleiche technologische Eigenschaften sowie Protein- und Mineralstoffgehalte. Mit integrierenden Ansätzen, bildschaffenden Methoden wie Kupferkristallisation oder Steigbildern konnten interessanterweise im Blindtest konventionelle von biologischen Proben unterschieden

werden. Aufgrund des knapperen Stickstoffangebotes wurden zum Teil tiefere Proteingehalte der Körner aus biologischem Anbau festgestellt, was deren technische Backeignung einschränken kann (Tauscher et al. 2003). In Versuchen von ART mit qualitativ hochwertigsten Sorten konnten dagegen trotz tieferer Proteingehalte der Bioweizenproben vergleichbare Backergebnisse erzielt werden.

Diese Ergebnisse zeigen, dass weitere umfassende Abklärungen, inklusive Ernährungsstudien, notwendig sind. Die ganzheitliche Erfassung der Qualität von Lebensmitteln ist ein komplexes Unterfangen. Zurzeit laufen verschiedene Fachdiskussionen und Forschungsanstrengungen, insbesondere zur Vernetzung von medizinischer und agronomischer Kompetenz.

Schlussfolgerungen

Biolandbau ist ein alternatives Konzept der landwirtschaftlichen Nahrungsmittelerzeugung, das in breiten Teilen der Gesellschaft und auch im Markt Akzeptanz gewonnen hat. Klare und einfach kommunizierbare Anbau-richtlinien sowie Kontrollen auf den Betrieben haben zu diesem Vertrauen beigetragen. Die strengeren, meist ökologisch begründeten Auflagen und der eingeschränkte Einsatz von Produktionsmitteln führen je nach Produkt zu Mehrarbeit und Ertragseinbussen, die über ökologische Direktzahlungen durch den Staat und höhere Produktpreise am Markt abgegolten werden.

Mehrere Studien belegen, dass der biologische Landbau hinsichtlich seiner Auswirkung auf die Umwelt günstiger zu beurteilen ist als die konventionelle Produktion. Bezogen auf die

Qualität ihres Herstellungsprozesses weisen somit Bioprodukte positive Merkmale auf. Da die Mehrheit der Landwirtschaftsbetriebe der Schweiz noch mit vielfältigen Strukturen, einer standortgemässen Nutzung des Bodens und mittlerer Intensität des Produktionsmitteleinsatzes wirtschaftet, ist anzunehmen, dass diese Unterschiede jedoch weniger gross sind als bei einem Vergleich mit intensiven Produktionsgebieten des Auslandes.

Als Qualitätsvorteil von Bioprodukten ist klar das minimierte Risiko der Kontamination mit Rückständen von Pestiziden festzuhalten. Was ihre ernährungsphysiologische und sensorische Qualität betrifft, so ergeben die bisherigen Forschungsarbeiten jedoch kein einheitliches Bild. Einige Studien stellten keine signifikanten Unterschiede zwischen konventionell und biologisch erzeugten Ernteprodukten fest. Andere Arbeiten wiesen dagegen für einzelne Produkte klare Qualitätsunterschiede zwischen den verschiedenen Landbauformen nach. Weitere Forschungsarbeiten zu geeigneten Untersuchungsmethoden sowie zur Erhöhung der Repräsentativität solcher Aussagen sind notwendig. ■

Korrespondenzadresse:

Dr. David Dubois
Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz
Tänikon ART
Reckenholzstrasse 191
8046 Zürich
E-Mail: david.dubois@art.admin.ch

Literatur:

1. Köpke U.; Nährstoffkreislauf und Nährstoffmanagement unter dem Aspekt des Betriebsorganismus. In: Mayer J., Faul O., Ries M., Gerber A. und Kärcher A. (Hrsg.): Ökologischer Landbau – Perspektive für die Zukunft, Beiträge zur Überwindung der Agrarkrise. SÖL-Sonderausgabe (1994) Nr. 58.

2. Mäder P., Fliessbach A., Dubois D., Gunst G., Fried P., Niggli U.; Soil fertility and biodiversity in organic farming. *Science* 2002; 296: 1694–1697.
3. Oberholzer H.R., Mäder P.; Bodenqualität bei biologischer und integrierter Bewirtschaftung. *Schriftenreihe der FAL* 2003; 45: 60–65.
4. Nemecek T., Huguenin-Elie O., Dubois D. & Gaillard G.; Ökobilanzierung von Anbausystemen im schweizerischen Acker- und Futterbau. *Agroscope FAL Reckenholz, Zürich; Schriftenreihe der FAL* 2005, 58, 155 S.
5. Rossier D. & Gaillard G.; Ökobilanzierung des Landwirtschaftsbetriebs – Methode und Anwendung in 50 Landwirtschaftsbetrieben. *Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau (FAL), Zürich; Schriftenreihe der FAL* 2004, 53, 142 S.
6. 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.; Bewertung von Lebensmitteln verschiedener Produktionsverfahren, Statusbericht 2003. *Senatsarbeitsgruppe*. <http://www.bmvel-forschung.de>.
7. FiBL (Hrsg.); Qualität und Sicherheit von Bioprodukten; Lebensmittel im Vergleich 2006, Dossier Nr. 4, 24 S.
8. Stolz P., Weber A. und Strube J.; Auswertung der Pestizidgehalte von Lebensmitteln ökologischer und nichtökologischer Herkunft des deutschen Marktes im Zeitraum 1994–2002. *Abchlussbericht 2005*, 02 OE 677. *Bundforschungsprogramm Ökologischer Landbau*. <http://forschung.oekolandbau.de>
9. Benbrook C.; Breaking the mold-impacts of organic and conventional farming systems on mycotoxins in food and livestock feed, 2005; http://www.organic-center.org/reportfiles/4767_Mycotoxins_From_SelkirkPress.pdf
10. Weibel F., Bickel R., Leuthold S. und Alfvöld Th.; Are organically grown apples tastier and healthier? A comparative field study using conventional and alternative methods to measure fruit quality. *Acta Hort.* 2000; 517: 417–426.
11. Mäder P., Pfiffner L., Niggli U., Balzer U., Balzer F., Plochberger K., Velimirov A. und Beson J.-M.; Effect of three farming systems (bio-dynamic, bio-organic, conventional) on yield and quality of beetroot (*Beta vulgaris* L. var. *esculenta* L.) in a seven year crop rotation. *Acta Hort* 1993; 339: 11–31.