



Gut fürs Klima?

Ökologische und konventionelle Landwirtschaft im Vergleich

von Urs Niggli und Andreas Fließbach

Der Öko-Landbau verfolgt mehrere Ziele gleichzeitig: Bäuerliches Einkommen verbessern, Erträge erhöhen, Umweltschäden vermeiden, Biodiversität fördern, attraktive Landschaften pflegen, Tiere artgerecht halten und gute Lebensmittel erzeugen. Im Sport wird ein Zehnkämpfer immer von einem Sprinter im Rennen geschlagen. Es wäre deshalb falsch, den Wert des Öko-Landbaus nur aufgrund einzelner Leistungen zu beurteilen. Multifunktionalität ist eine wichtige Qualität jeder zukünftigen Landwirtschaft, und hier schneidet der biologische Landbau sehr gut ab. Aber auch in Sachen Klimaschutz braucht er den Vergleich nicht zu scheuen, wie der folgende Beitrag auf der Basis zahlreicher Untersuchungen nachweisen kann. Ökologische Landwirtschaft erweist sich gegenüber anderen Anbausystemen als eine ressourcenschonende und klimafreundliche Alternative, die es weiter zu entwickeln gilt.

Die Landwirtschaft verursacht nach verschiedenen Quellen zwölf bis 32 Prozent aller Treibhausgas-Emissionen. Der Klimawandel verändert die Bedingungen für die Erzeugung pflanzlicher und tierischer Lebensmittel, was die Landwirtschaft zwingt, sich laufend anzupassen.

Ob der Öko-Landbau eine „Klimastrategie“ ist, wird unterschiedlich beurteilt. Befürworter der intensiven Landwirtschaft sprechen einer weiteren Intensivierung das Wort (7). Kenner des Ökologischen Landbaus sehen hingegen ein Potential in dieser schonenden Landbaumethode, welches global genutzt werden könnte (23).

Verursacher – Profiteure – Verlierer

Von der Landwirtschaft verursachte Treibhausgase sind Methan (CH_4), Lachgas (N_2O) und Kohlendioxid (CO_2). Methan entsteht aus der Viehhaltung, so zum Beispiel in den Wiederkäuermägen von Kühen, Schafen und Ziegen. Ohne methanbildende Bakterien wären diese Tiere nicht in der Lage, aus Gras Milch und Fleisch zu produzieren. Eine weitere Quelle ist der Reisanbau in zeitweise stehendem Wasser. Auch in verdichteten landwirtschaftlichen Böden wird Methan gebildet. Hohe Nitratgehalte und verdichtete Böden, beides Folgen der intensiven Landwirtschaft, begünstigen die Freisetzung von Lachgas in die Atmosphäre.

Die Landwirtschaft ist bezüglich der Emission von Kohlendioxid neutral, da die Pflanzen durch die Assimilation in einen Kreislauf eingebunden sind. Trotzdem steigern industrielle Inputs die CO_2 -Emissionen stark, z. B. durch die Herstellung von Düngern und Pestiziden. Für synthetischen Stickstoff werden weltweit pro Jahr 90 Millionen Tonnen Erdöl zu Stickstoffdüngern verarbeitet – ein Prozent des Gesamtverbrauchs an fossiler Energie. Eine weitere wichtige Quelle von CO_2 -Emissionen ist das Abholzen von Wäldern für den Ackerbau und die Überführung natürlicher Vegetation in Viehweiden. Dadurch werden riesige Mengen Kohlenstoff, der in der ober- und unterirdischen Biomasse gebunden ist, frei.

Auch die Bodenerosion gehört zu den wichtigen CO_2 -Verursachern. Gemäß Pimentel et al. (25) sind in den 40 Jahren seit 1955 rund ein Drittel der fruchtbaren Ackerböden weltweit durch intensive Landwirtschaft erodiert. Trotz zahlreicher Bemühungen geht die globale Bodenzerstörung mit zehn Millionen Hektar pro Jahr weiter (3, 25). Durch Erosion wird ein Teil des Humus zu CO_2 veratmet.

Fachleute vermuten für Mitteleuropa folgende klimatischen Veränderungen: Die durchschnittlichen Temperaturen könnten im Winter um ein bis drei Grad Celsius und im Sommer um 1,5 bis fünf Grad Celsius höher sein. Im Sommer könnte es mehr heiße Tage und länge-

re Trockenperioden geben, und überdies könnten heftige Niederschlagsereignisse stark zunehmen.

Ist das ein Grund zur Panik? Nicht nur, denn die meisten europäischen Länder, Amerika, Kanada und China werden von diesem Klimawandel eher profitieren, da die höheren Temperaturen das Wachstum in höheren und nördlicheren Regionen fördern. Zunehmen wird aber der Wassernotstand. Längere Trockenheitsperioden werden Landwirte überall auf der Welt mit vermehrter Bewässerung überbrücken müssen.

Zu den Verlierern werden die 40 ärmsten Länder der Welt gehören. Der 4. Klimabericht des IPCC (17, 18) prognostiziert, dass besonders Länder in den Tropen und Subtropen unter langen Trockenheitsperioden, Wassermangel und periodisch starken Stürmen und Fluten leiden werden und die Lebensmittelproduktion in diesen Gebieten nochmals drastisch zurückgehen wird.

Ist der Öko-Landbau produktiv genug?

Der Öko-Landbau wurde nicht als klimaschonende Landwirtschaftsmethode konzipiert. Da er ökologische und ethische Ziele gleichwertig wie ökonomische verfolgt, werden die Erträge immer tiefer ausfallen als bei konventioneller Landwirtschaft. Kritik an dieser geringeren Produktivität, wie sie nochmals jüngst in der von *foodwatch* in Auftrag gegebenen Studie des Instituts für ökologische Wirtschaftsforschung (14) geübt wird, ist nur dann berechtigt, wenn die höheren Erträge der konventionellen Landwirtschaft auf nachhaltige Art und Weise zustande kämen. Der 2005 erschienene Bericht *Millennium Ecosystem Assessment* von Weltbank und UNO-Organisationen kann dies jedoch nicht bestätigen. 60 Prozent der Ökosystem-Dienstleistungen, welche für das Überleben der Menschheit wichtig sind, sind durch die heutige Landwirtschaft massiv gestört. Beispiele solcher Dienstleistungen sind die Bodenfruchtbarkeit, die natürliche Vielfalt an Pflanzen und Tieren, die Qualität des Oberflächen- und Grundwassers oder die Bestäuber von Wild- und Nutzpflanzen.

Die Annahmen, dass bei einer großflächigen Umstellung auf Öko-Landbau 60 Prozent (14) bis 75 Prozent (verschiedentlich zitiert von Norman Borlaugh, dem Vater der Grünen Revolution) mehr Fläche notwendig wäre, sind jedoch falsch. Die Ertragsunterschiede zwischen ökologischer und konventioneller Landwirtschaft sind hauptsächlich auf klimatischen und standörtlichen Vorzugslagen groß. Unter weniger günstigen Bedingungen sinken die Ertragsunterschiede gegen Null. In trockenen Lagen und dort, wo immer noch Subsistenzlandwirtschaft (z. B. in Entwicklungsländern) betrieben wird, zeigen zahlreiche Untersuchungen, dass der Öko-Landbau die ertragsreichere Landwirtschaft ist (2, 9, 11,

27, 43). Man darf deshalb davon ausgehen, dass global gesehen der zusätzliche Landbedarf deutlich geringer sein würde als vielfach dargestellt.

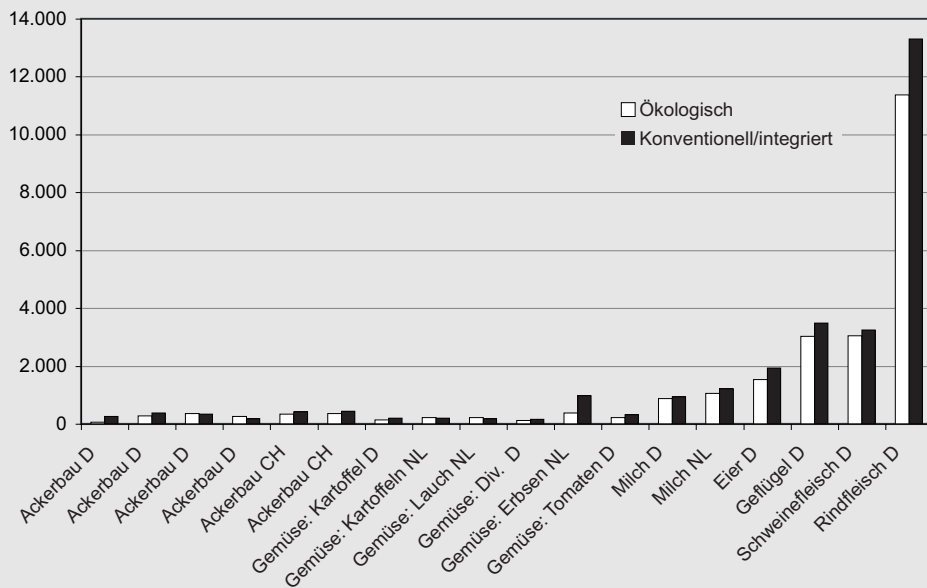
Da Ökobetriebe wegen dem Tierschutz und der Überdüngung weniger Tiere pro Fläche halten, wird ihnen von Kritikerseite immer wieder vorgehalten, der Öko-Landbau sei das „unproduktivere“ Verfahren und würde gegenüber der konventionellen Landwirtschaft mehr Fläche für die gleiche Leistung beanspruchen (14). Diese Kritik wäre nur dann zutreffend, wenn der Öko-Landbau selbst diesen Anspruch hätte, die gleichen Mengen an Fleisch, Milch und Eiern zu produzieren. Dies ist aber nicht der Fall. Der Ökologische Landbau hat sich mit seiner Kritik an der industriellen Tierhaltung und der damit verbundenen Überdüngung der Flächen stets für eine deutliche Reduzierung der Produktion von Fleisch und anderen tierischen Erzeugnissen eingesetzt. „Bio“ bedeutet daher nicht: die gleiche Menge – nur anders. Bio bedeutet vielmehr „ökologischer in der Fläche“ und „weniger Tiere pro Fläche“ und „weniger tierische Erzeugnisse in der Ernährung“. In diesem Sinne ist der Ökolandbau die *integrierte* Antwort auf die konventionelle Landwirtschaft. Eine solche Mengenreduktion (weniger Tiere – weniger Fleisch, Milch und Eier) hätte nicht nur auf die Umwelt, den Natur- und Tierschutz positive Auswirkungen, sondern auch auf die Gesundheit der Menschen.

Weniger Treibhausgase – mehr Humus

Ökologische Produkte emittieren pro Gewichtseinheit etwas weniger Treibhausgase als konventionelle. Im 30jährigen Dauervergleichsversuch DOK in der Schweiz machte dies über drei siebenjährige Fruchtfolgeperioden 18 Prozent aus (22). Die Ergebnisse von verschiedenen Vergleichsberechnungen sind in der Abbildung 1 dargestellt. Die Abbildung ist deshalb interessant, weil sie zeigt, dass eine entscheidende Verminderung der Treibhausgas-Emissionen nicht aus der Umstellung von konventioneller auf biologische, sondern durch eine Änderung der Ernährungsgewohnheiten kommt (dies wird auch durch die Studie von Hirschfeld et al. 2008 bestätigt). Mehr pflanzliche Erzeugnisse und weniger Fleischkonsum wären ein wirksamer Beitrag zur Lösung des Problems. Doch auch Rindfleisch ist in einer treibhausgasreduzierten Landwirtschaft sinnvoll, und zwar in dem Maße wie die Wiederkäuer das Dauergrünland sowie das Kleegras in der Fruchtfolge nutzen. Aus der Sicht des Klimaschutzes und der Ernährungssicherheit ist es jedoch nicht sinnvoll, Milch und Fleisch mit viel Getreide und Eiweißfrüchten zu erzeugen.

Während die relative Vorzüglichkeit bei den direkten Treibhausgas-Emissionen bescheiden ist, unterscheidet

Abb. 1: Ausgewählte Ergebnisse von vergleichenden Berechnungen der Treibhausgas-Emissionen von ökologischen und konventionellen Erzeugnissen*



*Angaben in Gramm CO₂-Äquivalenten pro Kilogramm Produkt. Konventionell erzeugte Lebensmittel haben in der Regel leicht erhöhte Emissionen. Die Ernährungsweise – und hier vor allem der Fleischkonsum – hat aber einen deutlich größeren Einfluss auf die Höhe der Emissionen (Daten aus: 6, 20, 22, 24).

sich der Öko-Landbau bezüglich Rückbindung von CO₂ durch Humusaufbau deutlich von der konventionellen Landwirtschaft (Tab. 1). Die Humusentwicklung hängt dabei sehr stark vom Bodentyp und der Bewirtschaftungsgeschichte ab, wie die beiden Beispiele DOK (Humusabbau in allen Varianten außer der bio-dynamischen) und Rodale (Humusaufbau in allen Varianten) zeigen. Grundsätzlich ist aber ein deutlicher Unterschied zwischen ökologischer und konventioneller Bewirtschaftung zu messen (SADP, Rodale, Bayern). Innerhalb des Ökologischen Landbaus kann der Humusaufbau durch die Kompostierung der Wirtschaftsdünger (DOK) und eine reduzierte Bodenbearbeitung (Frick) deutlich gesteigert werden. Zwischen Wirtschaftsdüngern und Gründüngung besteht ebenfalls ein deutlicher Unterschied (Rodale).

Anpassungsfähiger und robuster

Häufigere und längere Trockenheitsperioden, größere Temperaturschwankungen mit häufigeren Hitzerekorden und Extremereignisse mit hohen Niederschlägen in kurzer Zeit erfordern eine gute Anpassungsfähigkeit der Landwirtschaft, da sonst die Ernten gefährdet sind. Änderungen im Klima führen auch zu Veränderungen bei

den Schädlingen, Krankheiten und Unkräutern. Die konventionelle Landwirtschaft sieht ihren Vorteil vor allem darin, dass sie dank konsequenter Nutzung aller Technologien schneller auf Veränderungen reagieren kann. So erwartet man, dank Gentechnik die Pflanzen rascher an Trockenheits- und Salzstress anpassen zu können oder gegen neue Schaderreger rasch mit neuen Pestiziden reagieren zu können.

Eine andere Anpassungsstrategie verfolgt der Ökologische Landbau. Er setzt vor allem auf die Systemkomponenten Boden und Diversität. Humusreiche Böden speichern mehr und länger Wasser, was vor allem bei längeren Trockenheiten im Sommer zu höheren Erträgen führt. Im Rodale-Experiment in Pennsylvania (USA) wurde nachgewiesen, dass die biologisch bewirtschafteten Böden in den obersten Schichten wesentlich mehr Wasser enthalten als die konventionellen. Deshalb waren die Mais- und Sojabohnenerträge in Trockenjahren im Biolandbau höher als im konventionellen Landbau (26). Ähnlich sind auch Erfahrungen aus der äthiopischen Provinz Tigray, wo durch Umstellung auf Biolandbau und durch konsequente Kompostierung aller organischen Abfälle die Assimilationsphase landwirtschaftlicher Kulturen bei Trockenheit um zwei Wochen verlängert werden konnte (9), was die Erträge steigerte.

Das bessere Wasserspeicherpotenzial der Böden schützt auch vor heftigen Niederschlägen, da die Flüsse weniger schnell ansteigen und die Oberflächenerosion gebremst wird.

Komplexe Agrarsysteme wie der Biolandbau (4, 15), die eine hohe Vielfalt an Kultur- und Wildpflanzen, Kleinlebewesen und Mikroorganismen aufweisen, sind ökologisch wertvoll, gegenüber starken Wetterschwankungen robuster und gegen neue, invasive Schaderreger besser gepuffert als intensive Landwirtschaft mit wenigen, großflächig angebauten Kulturen und viel Einsatz von Düngern und Pestiziden. Dies trifft vor allem für Länder in den Tropen und Subtropen zu, wo zudem das Geld für teure Dünger, Saatgut und Pflanzenschutzmittel fehlt.

Lernen vom Öko-Landbau

Wegen der Verteuerung der Energieträger sind Düngemittel und Pflanzenschutzmittel um 100 bis 200 Prozent teurer geworden. Die im Öko-Landbau ausgereiften Strategien, die Fähigkeit von Kleepflanzen dank der Symbiose mit Luftstickstoff fixierenden Bakterien im Wurzelbereich auszunutzen, wird deshalb auch ökonomisch immer vorteilhafter. Das Management dieser Stickstoffbringer ist anspruchsvoll, kann aber gezielt gesteuert werden (13, 19, 31). Damit könnten weltweit etwa 140 Millionen Tonnen Stickstoff, 155 Prozent des heutigen Verbrauchs von Mineralstickstoff aus Erdöl und Erdgas, von den Landwirten selber hergestellt werden (2). Als

Nebeneffekt werden Humusbildung und die Bodenfruchtbarkeit verbessert.

In Zukunft müssen auch die Kreisläufe von Nährstoffen und organischer Substanz zwischen Ackerbau und Viehhaltung wieder geschlossen werden, so wie es der Öko-Landbau praktiziert. Dazu sind neue regionale Kooperationsmodelle zwischen Erzeugern zu entwickeln. Mit der Integration von Tierhaltung und Ackerbau erreicht man mehrere Ziele gleichzeitig:

- Der Verbrauch von synthetischem Stickstoff und damit der Ausstoß von CO₂ werden deutlich gesenkt. Global schätzt man, dass 160 Millionen Tonnen Stickstoff durch die landwirtschaftlichen Nutztiere ausgeschieden werden. Diese belasten in der modernen Landwirtschaft Grundwasser, Luft und Vegetation, weil die großen Tierbestände regional konzentriert sind.
- Bessere Einbindung von Phosphor, welcher nur noch für eine beschränkte Zeit aus Minen abbaubar ist, in die Kreisläufe.
- Aufbau von organischer Substanz und biologischer Aktivität in Böden und Rückgängig-Machen von Bodenrosion.

Entwicklungsbedarf

Pfluglose Anbauverfahren haben, was die Verhinderung von Erosion und die Rückbindung von Kohlenstoff in die Böden anbelangt, gegenüber dem Pflug einen Vorteil (16, 28). Konventionelle pfluglose Anbausysteme haben

Tab. 1: Vergleich der Gewinne und Verluste von Kohlenstoff in verschiedenen Anbausystemen*

Feldversuch	Anbaumethoden im Vergleich	C-Gewinne (+) oder Verluste (-) in kg pro Hektar und Jahr
DOK-Versuch, CH (10, 21) Dauer: seit 1977	Bio-dynamisch, Wirtschaftsdünger kompostiert	42
	Ökologisch, Wirtschaftsdünger frisch	-123
	Integrierte Produktion, Wirtschaftsdünger + Mineraldünger	-84
	Integrierte Produktion, Mineraldünger	-207
SADP, USA (30) Dauer: seit 1994	Ökologisch, pfluglos	1829
	Konventionell, pfluglos	0
Rodale FST, USA (12, 26) Dauer: seit 1981	Ökologisch, Wirtschaftsdünger	1218
	Ökologisch, Gründüngung	857
	Konventionell, Mineraldünger	217
Vergleich von Praxis-Betrieben in Bayern, D (20) Daten mit REPRO modelliert.	18 ökologische Ackerbaubetriebe (Mittelwert)	402
	10 konventionelle Ackerbaubetriebe (Mittelwert)	-202
Bodenbearbeitungsversuch in Frick, CH (5) Dauer: seit 2002	Ökologisch, mit Pflug	0
	Ökologisch, mit reduzierter Bodenbearbeitung	879

* (Ergebnisse von Langzeitversuchen). Umrechnungsfaktor: kg C mal 3.67 = kg CO₂.

Kaffeeanbau und Klimaschutz – eine vergleichende Betrachtung

von Alexander Koch und Philipp Pofert

Kaffee ist nach Erdöl zweitwichtigster Rohstoff im Welthandel und wird weltweit auf über zehn Millionen Hektar angebaut (33). Im Wesentlichen wird Kaffee in zwei verschiedenen Anbauverfahren erzeugt: als *Sonnenkaffee* in Monokultur oder als *Schattenkaffee* in Agroforstsystemen.

Konventioneller Anbau findet hauptsächlich in Monokulturen statt: mit hohem Einsatz synthetischer Dünger und Pestizide, teilweise mit Bewässerung (34). Bei Schattenkaffee in Agroforstsystemen wird der Kaffee in Mischkultur unter Schattenbäumen angebaut. Die Spanne reicht dabei von nur einer Schattenbaumart (meist handelt es sich um eine Leguminosen-Baumart) bis zu über 80 Baumarten mit urwaldähnlicher Struktur.

Sowohl Sonnenkaffee als auch Schattenkaffee wird konventionell, in integrierten Anbauverfahren oder ökologisch produziert. Im Ökologischen Landbau macht die EU-Öko-Verordnung keine Vorgaben zum Anbauverfahren, während beispielsweise die Richtlinien des Anbauverbandes Naturland standortgerechte Agroforstsysteme und die Integration von Schattenbäumen im Anbausystem fordern (35).

Multifunktional und nachhaltig

Multifunktionale Agroforstsysteme mit einer Vielzahl nutzbarer Bäume und Sträucher haben insbesondere für Kleinbauern wirtschaftliche Vorteile. Für die Selbstversorgung ernten sie Bananen, Avocado, Mango, Heilpflanzen, Brennholz, Bauholz und viele weitere Produkte. Bei den sehr starken Schwankungen der Weltmarktpreise für Kaffee tragen die Diversifizierung des Anbaus und die zusätzlichen Einkommensquellen zu größerer wirtschaftlicher Sicherheit und Unabhängigkeit der Landwirte bei.

Neben diesen wirtschaftlichen Vorteilen erbringen Kaffee-Agroforstsysteme vielfältige Umweltleistungen: Sie schützen den Boden vor Erosion, tragen zum Schutz von Wassereinzugsgebieten bei und dienen als Puffer vor Klimaextremen. Besonders hervorzuheben ist auch der Erhalt der Biodiversität durch diese Anbauformen. Denn die meisten Kaffeeanbaugelände liegen in „Biodiversity hotspots“, daher kommt ihnen überragende Bedeutung zur Erhaltung der Biodiversität und damit für das Funktionieren intakter Ökosysteme zu. Viele Studien belegen eine wesentlich höhere Zahl von Tier- und Pflanzenarten in Kaffee-Agroforstsystemen als in Sonnenkaffee-Plantagen (36).

Kaffeeanbau in Agroforstsystemen mit Schattenbäumen ist insofern ein besonders nachhaltiges Anbausystem mit vielen wirtschaftlichen und ökologischen Vorteilen. Bezüglich der Leistungen beim Klimaschutz bietet der ökologische Anbau weitere Vorteile.

Kaffeeanbau als Kohlenstoffspeicher

Sieben der zehn Länder mit der höchsten Abholzungsrate weltweit sind Kaffeeproduzenten. 20 Prozent der weltweiten CO₂-Emissionen stammen aus der Vernichtung der Tropenwälder (37). Bei der rasant fortschreitenden Entwaldung tropischer Wälder können naturnahe Agroforstsysteme mit Kaffee einen Beitrag zur Erhaltung des tropischen Waldgürtels mit seiner Vielzahl an Baumarten leisten.

Untersuchungen zeigen, dass in Agroforstsystemen angebaute Schattenkaffee wesentlich größere Mengen CO₂ fixieren kann als in Monokultur angebaute Sonnenkaffee. Garibay et al. (38) berichten, dass der Anbau von ökologischem Schattenkaffee den Ausstoß von Treibhausgasen um eine Tonne Kohlenstoff-Äquivalente pro Hektar reduziert. In der gesamten Biomasse von Schattenkaffeeplantagen sind etwa 81 Tonnen Kohlenstoff pro Hektar gebunden, entsprechend bindet Schattenkaffee 1,5 bis 3,5-mal mehr Kohlenstoff als Sonnenkaffee (39).

Neben dem in der bestehenden Biomasse gebundenen Kohlenstoff wird in Schattenkaffeeplantagen zusätzlicher Kohlenstoff fixiert. Durch die Anreicherung organischer Substanz im Boden durch Laubstreu werden jährlich zusätzlich eine bis 4,8 Tonnen Kohlenstoff pro Hektar und Jahr gebunden (40, 41).

Naturland-zertifizierter Kaffee wird weltweit auf 58.000 Hektar in Agroforstsystemen angebaut. Unterstellt man die geringste zusätzliche Fixierung von einer Tonne Kohlenstoff pro Hektar und Jahr (entsprechend 3,7 Tonnen CO₂/Hektar/Jahr), werden dadurch jährlich etwa 214.000 Tonnen Kohlendioxid fixiert. Das entspricht etwa 100.000 Flügen einer Person von Berlin nach New York (42).

Eine hohe Kohlenstoff-Fixierung erbringt auch der als „nachhaltig“ zertifizierte Schattenkaffee von Rainforest Alliance. Das integrierte Anbauverfahren erlaubt den Einsatz synthetischer Düngemittel und Pflanzenschutzmittel, deren energieintensive Produktion aber erhebliche Mengen an Treibhausgasen produziert. Im Vergleich dazu ist ökologisch angebaute Schattenkaffee energieeffizienter und die tatsächliche CO₂-Fixierung ist höher.

Autoren

Alexander Koch arbeitet in der internationalen Abteilung bei Naturland.

Philipp Pofert, Studium des Gartenbaus an der TU München, zur Zeit Praktikum bei Naturland.

Naturland e.V., Kleinhaderner Weg 1, 82166 Gräfelfing,
E-Mail: a.koch@naturland.de

jedoch den Nachteil, dass sie mehr Unkrautvertilger und synthetischen Stickstoffdünger brauchen und dass organische Dünger nicht rezykliert werden können. Biologische Anbauverfahren mit einer reduzierten Bodenbearbeitung sind wohl die beste Lösung (5) und sollten dringend technisch zu Praxisreife gebracht werden.

Probleme mit Krankheiten und Schädlingen sind trotz großer Fortschritte immer noch ein wesentlicher Grund für geringere Erträge. Dieses Problem muss in Zukunft offensiver über die züchterische Bearbeitung von Kulturpflanzen angegangen werden. Pflanzenzucht unter den Bedingungen des Ökologischen Landbaus hat zusätzlich noch den Vorteil, dass die Pflanzen optimal an das System angepasst sind, was zu deutlichen Ertragssteigerungen führen kann (8). Auch der biologische Pflanzenschutz hat noch ein Potential. Häufig scheitern jedoch Ideen an den Kosten für die Produktentwicklung und Registrierung.

Schwächen in der tierischen Produktivität, welche sich auch auf die Energie- und Treibhausgasbilanz auswirken, erfordern Verbesserungen in der Züchtung, Haltung, Fütterung und Gesundheit von Tieren. Die hofeigene Futtererzeugung zum Beispiel macht die optimale Fütterung zu einer Herausforderung (Aminosäuren, Mineralstoffe und Spurenelemente), während konventionelle Tiere auf einfache Weise mit Ergänzungsfutter aus synthetischen Quellen versorgt werden können. Gesundheitsprophylaxe ist auf vielen Betrieben nicht etab-

liert und Tierärzte unterstützen die Ökobetriebe darin nicht. So verursachen subklinische Eutererkrankungen unnötigerweise Ertragsausfälle bei Milchkühen (29). In einem transnationalen Forschungsprojekt wird dieses Problem jetzt angegangen (1). Fortschritte sind auch in der züchterischen Bearbeitung der Nutztiere vor dem Hintergrund der besonderen Bedingung von Biobetrieben zu erwarten. Auch hier beginnt im Jahr 2009 erstmals ein größeres europäisches Forschungsprojekt (Low Input Breed).

Literatur

- (1) ANIPLAN – minimizing medicine use in organic dairy herds through animal health and welfare planning. CORE Organic project. www.coreorganic.org.
- (2) Badgley, C. et al. (2007): Organic agriculture and the global food supply. *Renewable Agriculture and Food Systems* 22, 86–108.
- (3) Bellamy, P. H. et al. (2005): Carbon losses from all soils across England and Wales 1978–2003. *Nature* 437: 245–248.
- (4) 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.
- (5) Berner, A. et al. (2008): Crop yield and soil quality response to reduced tillage under organic management. *Soil & Tillage Research*: 89–96.
- (6) Bos, J.F.F.P. et al. (2007): Comparing energy use and greenhouse gas emissions in organic and conventional farming systems in the Netherlands. Paper presented at the 3rd QLIF Congress: Improving Sustainability in Organic and Low Input Food Production Systems, University of Hohenheim, Germany, March 20–23, 2007.
- (7) Brouwer, F. and McCarl, B. A. (2006): Agriculture and climate beyond 2015. A New Perspective on Future Land Use Patterns. Springer Netherlands, 310 pages.
- (8) Burger, H. et al. (2007): Entwicklung von Maissorten mit spezieller Anpassung an die Bedingungen des Ökologischen Landbaus. Zwischen Tradition und Globalisierung. Beiträge zur 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. Band 1. Universität Hohenheim, 20.–23. März 2007 (<http://orgprints.org/9669/>).
- (9) Edwards, S. (2007): The Impact of Compost Use on Crop Yields in Tigray, Ethiopia. Institute for Sustainable Development (ISD). Paper given at the FAO International Conference on Organic Agriculture and Food Security 3–5 May 2007, Rome (<ftp://ftp.fao.org/paia/organicag/ofs/02-Edwards.pdf>).
- (10) Fließbach, A. et al. (2007): Soil organic matter and biological soil quality indicators after 21 years of organic and conventional farming. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 118, 273–284.
- (11) Gibbon, P. and Bolwig, S. (2007): The economics of certified organic farming in tropical Africa. A preliminary analysis. SIDA DIIS Working Paper No 2007/3, Subseries on Standards and Agro-Food-Exports (SAFE) No. 7.
- (12) Hepperly, P. R.; Douds, D. and Jr., Seidel, R. (2006): The Rodale Institute Farming Systems Trial 1981 to 2005: long-term analysis of organic and conventional maize and soybean cropping systems. In: Long-term Field Experiments in Organic Farming. Raupp, J. et al. (Eds.). pp 15–31. International Society of Organic Agriculture Research (ISOFAR), Bonn, Germany.

Folgerungen & Forderungen

- Der Öko-Landbau emittiert im Durchschnitt nur leicht weniger Treibhausgase pro Ertragseinheit als der konventionelle. Die Ertragsschwäche des ökologischen Anbaus wird jedoch überschätzt.
- Stark ist der Öko-Landbau bei der Vermeidung von Bodenrosion. Vielfach kann sogar Humusaufbau und damit eine Rückbindung von Kohlenstoff nachgewiesen werden.
- Der Öko-Landbau betreibt interessante Strategien, um Landwirtschaftsbetriebe stabiler und damit anpassungsfähiger zu machen, um energiereiche Betriebsmittel zu ersetzen und um CO₂ zurückzubinden.
- Die Ökologische Landwirtschaft hat bezüglich Erträgen, CO₂-Emissionen und Humusaufbau noch ein großes Optimierungspotential, welches Forschung und Beratung voraussetzt.
- In Anbetracht dieser Vorzüglichkeit des Öko-Landbaus gilt es, die Förderung dieser Anbauform – auch und gerade unter Aspekten des Klimaschutzes – in Forschung, Entwicklung und landwirtschaftlicher Praxis weiter auszubauen und zu intensivieren.

- (13) Heß, J. (1990): Acker- und pflanzenbauliche Strategien zum verlustfreien Stickstofftransfer beim Anbau von Klee gras im Organischen Landbau. Mitteilungen Gesellschaft Pflanzenbauwissenschaften 3, 241–244.
- (14) Hirschfeld, J. et al. (2008): Klimawirkungen der Landwirtschaft in Deutschland. Berlin 2008 (http://www.ioew.de/home/download-dateien/SR%20186_08.pdf).
- (15) Hole D.G. et al. (2005): Does organic farming benefit biodiversity? *Biological Conservation*, 122, p 113–130.
- (16) Holland, J. M. (2004): The environmental consequences of adopting conservation tillage in Europe: reviewing the evidence. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 103, 1–25.
- (17) Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2007a): Working Group II. Climate change 2007: Climate change impacts, adaptation and vulnerability. Working Group II contribution to the IPCC fourth assessment report, summary for policymakers. 23 pp.
- (18) Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2007b): Working Group III. Climate change 2007: Mitigation of climate change. Working Group III contribution to the IPCC fourth assessment report, summary for policymakers. 36 pp.
- (19) Kahnt, G. (2008): Leguminosen im konventionellen und ökologischen Landbau, DLG-Verlag, Frankfurt am Main.
- (20) Küstermann, B.; Wenske, K. and Hülsbergen, K.-J. (2007): Modellierung betrieblicher C- und N-Flüsse als Grundlage einer Emissionsinventur [Modelling carbon and nitrogen fluxes for a farm based emissions inventory]. Paper presented at Zwischen Tradition und Globalisierung – 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Universität Hohenheim, Stuttgart, Deutschland, 20–23.03.2007 (<http://orgprints.org/9654/>).
- (21) Mäder, P. et al. (2002): Soil fertility and biodiversity in organic farming. *Science*, Vol. 296, 1694–1697.
- (22) Nemecek, T. et al. G. (2005): Ökobilanzierung von Anbausystemen im Schweizerischen Acker- und Futterbau. Schriftenreihe der FAL 58. FAL Reckenholz, Zürich.
- (23) Niggli, U. et al. (2007): Organic farming and climate change. International Trade Centre UNCTAD/WTO, Geneva.
- (24) Öko-Institut (2007): Arbeitspapier: Treibhausgasemissionen durch Erzeugung und Verarbeitung von Lebensmitteln. Autoren: Fritsche, U. und Eberle, U. (<http://www.oeko.de/oekodoc/328/2007-011-de>).
- (25) Pimentel, D. et al. (1995): Environmental and Economic Costs of Soil Erosion and Conservation Benefits. *Science*, Vol. 267, 1117–1123.
- (26) Pimentel, D. (2005): Environmental, energetic, and economic comparisons of organic and conventional farming systems. *BioScience* 55, 573–582.
- (27) Pretty J.; Morison J. and Hine, R. E. (2003): Reducing food poverty by increasing agricultural sustainability in developing countries. *Agric. Ecosys. Environ.* 95(1): 217–234.
- (28) Robertson, G. P.; Paul, E.A. and Harwood, R.R. (2000): Greenhouse Gases in Intensive Agriculture: Contributions of Individual Gases to the Radiative Forcing of the Atmosphere. *Science* 289, 1922.
- (29) Sundrum, A. (2006): Obstacles towards a sustainable improvement of animal health. In: Zikeli et al. (eds), Beiträge zur 9. Wissenschaftstagung ökologischer Landbau, p. 577–580.
- (30) Teasdale, J. R.; Coffmann, C. B. and Magnum, R. W. (2007): Potential Long-Term Benefits of No-Tillage and Organic Cropping Systems for Grain Production and Soil Improvement. In: *Agron J.* 2007; 99, pp. 1297–1305.
- (31) 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.
- (32) Deutscher Kaffeeverband (2004): Kaffeewissen vom Anbau bis zum Endprodukt. Hamburg.
- (33) Franke, G. (Hrsg.) (1994): Nutzpflanzen der Tropen und Subtropen, Bd. 3: Spezieller Pflanzenbau. Stuttgart.
- (34) Naturland-Richtlinien „Erzeugung“ (http://www.naturland.de/fileadmin/MDB/documents/Richtlinien_deutsch/Naturland-Richtlinien_Erzeugung_2007-05.pdf).
- (35) Greenberg, R., Rice, R. (2001): Manual de café bajo sombra y biodiversidad en el Perú. – The Peruvian Shade-grown Coffee Prime. Migratory Bird Center, Smithsonian Institution.
- (36) Quelle: Oro Verde – Die Tropenwaldstiftung (<http://www.oro-verde.de/regenwald-wissen/tropenwaldschutz-ist-klimaschutz.html>).
- (37) Garibay, S. et al. (2008): Organic agriculture and climate change in developing countries, Präsentation Biofach, 2008 (<http://orgprints.org/13207/>).
- (38) Harmand, J.M. et al. (2007): Carbon Sequestration in aerial biomass and derived products from coffee agroforestry systems in Central America. http://web.catie.ac.cr/cd_multiestrata/Poster/session2/Carbon_sequestration.pdf.
- (39) Dossa, E.L. et al. (2008): Above- and belowground biomass, nutrient and carbon stocks contrasting an open-grown and a shaded coffee plantation. *Agroforestry Systems* (2008) 72: 103–115.
- (40) Soto-Pinto, L. et al. (2005): Experiencia Agroforestal para la Captura de Carbono en Comunidades Indígenas de México. *Revista Forestal Iberoamericana* Vol. 1 N° 1.
- (41) Flugberechnung: www.atmosfair.de.
- (42) UNEP-UNCTAD Capacity-building Task Force on Trade, Environment and Development (2008): Organic Agriculture and Food Security in Africa. United Nations Publication (http://www.unctad.org/en/docs/ditcted200715_en.pdf).

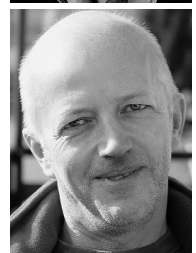
Autoren

Dr. Urs Niggli
 Direktor des Forschungsinstituts für biologischen Landbau (FiBL) und Vizepräsident der Welt-Dachorganisation der Bioverbände IFOAM.



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

Dr. Andreas Fließbach
 Fachgruppe Bodenökologie am Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL).



FiBL
 Postfach
 CH-5070 Frick
 E-Mail: andreas.fliessbach@fibl.ch
www.fibl.org