

wirtschaft verglichen. Ein Augenmerk lag dabei insbesondere auf den Beiträgen zum Wasserschutz, Bodenfruchtbarkeit, Biodiversität, Klimaschutz, Klimaanpassung und der Ressourceneffizienz. Darüber hinaus wurden zahlreiche Studien veröffentlicht, die sich mit dem Tierwohl auf ökologischen und konventionellen Betrieben beschäftigen. Die vorliegenden Untersuchungsergebnisse machen deutlich, dass sich der Ökologische Landbau von der konventionellen Landwirtschaft bezüglich der Erbringung gesellschaftlicher Leistungen insbesondere in den nachfolgend beschriebenen Punkten unterscheidet.

Wasserschutz

Beim Wasserschutz zeigt die Ökologische Landwirtschaft ein hohes Potenzial zum Schutz von Grund- und Oberflächenwasser, nachweislich insbesondere für den Eintrag von Nitrat- und Pflanzenschutzmitteln. Im Mittel vermindert eine ökologische Bewirtschaftung in den ausgewerteten Untersuchungen die Stickstoffausträge um 28 Prozent (Median). Durch den Verzicht auf chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel wird der Eintrag von Wirkstoffen mit einer potenziell hohen Umwelttoxizität unterbunden. Auch bei Tierarzneimitteln kann aufgrund der Produktionsvorschriften für die ökologische Tierhaltung von deutlich geringeren Einträgen ausgegangen werden. Hinsichtlich der Phosphoreinträge in Gewässer lassen die Produktionsvorschriften ebenfalls eine geringere Belastung erwarten. Für eine gut abgesicherte Aussage liegen hier allerdings nicht genügend Studien vor, insbesondere weil vergleichende Untersuchungen zum Phosphorabtrag durch Erosion fehlen. Die Auswertung der Untersuchungen zeigt, dass bei 71 Prozent der Paarvergleiche die ökologische Variante hinsichtlich des Austrags kritischer Stoffgruppen (Stickstoff, Pflanzenschutzmittel) eindeutige Vorteile gegenüber der konventionellen Bewirtschaftung aufwies. Insofern kann der Ökologische Landbau insbesondere auch zur Bewirtschaftung von Wasserschutzgebieten empfohlen werden.

Bodenfruchtbarkeit

Auch die Auswertung der wissenschaftlichen Literatur zur Bodenfruchtbarkeit zeigt deutliche Vorteile des Ökologischen Landbaus. Die Abundanzen und Biomassen von Regenwurmpopulationen waren unter ökologischer Bewirtschaftung im Mittel (Median) um 78 bzw. 94 Prozent höher. Bei 62 Prozent der Vergleichspaare war die ökologische Wirtschaftsweise im Oberboden mit einer geringeren Versauerung verbunden (Differenz insgesamt 0,4 pH-Einheiten). Bezüglich des Gehaltes an pflanzenverfügbarem Phosphor im Oberboden konnte keine eindeutige Tendenz für die eine oder andere Bewirtschaftungsform festgestellt werden. Unterschiedliches Düngungsmanagement

sowie diverse P-Analysemethoden erschweren die Interpretation der Daten. Ein hoher Eindringwiderstand in den Boden ist ein Indikator für Schadverdichtungen. Im Mittel war der Eindringwiderstand im ökologischen Ackerbau geringer (Median -22 Prozent). Dieses Ergebnis basiert jedoch auf nur vier Studien. Unter Berücksichtigung aller Indikatoren zeigten sich hinsichtlich der Bodenfruchtbarkeit bei 56 Prozent der Vergleichspaare Vorteile für die ökologische Bewirtschaftung.

Biodiversität

Positive Effekte des Ökologischen Landbaus auf die Biodiversität sind für die untersuchten Artengruppen eindeutig belegbar. Im Mittel (Median) lagen die mittleren Artenzahlen der Ackerflora bei ökologischer Bewirtschaftung um 95 Prozent, bei der Ackersamenbank um 61 Prozent und der Saumvegetation um 21 Prozent höher. Bei den Feldvögeln waren die Artenzahl um 35 Prozent und die Abundanz um 24 Prozent (Mediane) bei ökologischer Bewirtschaftung höher. Mit 23 Prozent bzw. 26 Prozent lagen diese Werte auch bei den blütenbesuchenden Insekten höher. Insgesamt betrachtet zeigten sich bei 86 Prozent (Flora) bzw. 49 Prozent (Fauna) der Vergleichspaare deutliche Vorteile durch Ökologischen Landbau. Nur in zwei von 75 der ausgewerteten Studien wurden negative Effekte bei ökologischer Bewirtschaftung bei zwölf von 312 Vergleichspaaren festgestellt. Zu berücksichtigen ist, dass die Landschaftsstruktur einen erheblichen Einfluss auf die Artenvielfalt insbesondere bei der Fauna hat und diese die Effekte der Landnutzung stark überlagern können.

Klimaschutz

Der auf empirischen Messungen basierende Vergleich von bodenbürtigen Treibhausgasemissionen ökologischer und konventioneller Landwirtschaft in gemäßigten Klimazonen zeigt ebenfalls positive Effekte der ökologischen Wirtschaftsweise. Im Durchschnitt weisen ökologisch bewirtschaftete Böden einen um zehn Prozent höheren Gehalt an organischem Bodenkohlenstoff und eine um 256 Kilogramm Kohlenstoff pro Hektar höhere jährliche Kohlenstoffspeicherungsrate auf. Die Lachgasemissionen sind gemäß der ausgewerteten Studien im Mittel um 24 Prozent niedriger. Aus diesen Werten ergibt sich eine kumulierte Klimaschutzleistung des Ökologischen Landbaus von 1.082 Kilogramm CO₂-Äquivalenten pro Hektar und Jahr. – Bezüglich ertragsskalierter Treibhausgasemissionen im Bereich Boden/Pflanze erbringt die Ökologische Landwirtschaft hingegen wahrscheinlich vergleichbare Leistungen wie die konventionelle. In der ökologischen Rinderhaltung ist von höheren Methanemissionen pro Kilogramm Milch auszuge-

hen, während die Gesamtemissionen pro Kilogramm Milch aus ökologischer und konventioneller Milchproduktion als wahrscheinlich vergleichbar eingestuft werden können.

Klimaanpassung

Wichtige Eigenschaften des Oberbodens, die zur Erosionsvermeidung und zum Hochwasserschutz beitragen, wiesen bei einer ökologischen gegenüber einer konventionellen Bewirtschaftung vergleichbare oder bessere Werte auf. Der C_{org} -Gehalt und die Aggregatstabilität waren im Mittel (Median) im Ökologischen Landbau 26 Prozent bzw. 15 Prozent höher; bei der Infiltration wurde ein Unterschied von 137 Prozent festgestellt. Da eine höhere Infiltration den Bodenabtrag und den Oberflächenabfluss reduziert, waren auch diese Werte im Mittel (Median) unter einer ökologischen Bewirtschaftung niedriger (minus 22 Prozent bzw. minus 26 Prozent). Dies lag vor allem am Klee- und Luzerne-Gras-Anbau. Im Gegensatz dazu wurden bei der Trockenraumdichte keine nennenswerten Unterschiede festgestellt (minus vier Prozent). Im Hinblick auf die ausgewählten Indikatoren zur Bewertung der Leistung im Bereich Klimaanpassung (d. h. Erosions- und Hochwasserschutz) zeigte der Ökologische Landbau eindeutige Vorteile in Bezug auf die Vorsorge auf der Ebene von Einzelschlägen (C_{org} -Gehalt, Aggregatstabilität, Infiltration), deutlich erwartbare Vorteile auf Fruchtfolgeebene (C-Faktor der Allgemeinen Bodenabtragungsgleichung) und tendenzielle Vorteile auf der Landschaftsebene (Oberflächenabfluss, Bodenabtrag). Auf der Landschaftsebene spielen neben der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung weitere Faktoren wie Landschaftsstruktur und -form sowie Niederschlags- und Abflussregime eine wichtige Rolle beim Erosions- und Hochwasserschutz.

Ressourceneffizienz

Die Ressourceneffizienz wurde am Beispiel der Stickstoffeffizienz (Stickstoffinput, Stickstoffoutput, Stickstoffsaldo, Stickstoffeffizienz) und der Energieeffizienz (Energieinput, Energieoutput, Energieeffizienz) im Pflanzenbau untersucht. Beide Parameter haben eine hohe Umweltrelevanz, denn durch eine Minderung des Stickstoffeinsatzes und der Verwendung fossiler Energieträger können knappe Ressourcen gespart und die Umwelt entlastet werden (weniger Treibhausgasemissionen, weniger Stickstoffemissionen in die Umwelt, Schutz der Biodiversität). Die Ergebnisse zeigen im Ökologischen Landbau deutlich geringere Stickstoff- und Energieinputs, aber ertragsbedingt auch geringere Stickstoff- und Energieoutputs. Die Stickstoffsalden (flächenbezogene Stickstoffverlustpotenziale) waren im Ökologischen Landbau wesentlich geringer als im konventionellen Landbau (Median je

nach Betrachtungsebene minus 40 Prozent bis minus 70 Prozent). Die Stickstoffeffizienz lag bei 46 Prozent, die Energieeffizienz bei 58 Prozent der Vergleichspaare im Ökologischen Landbau eindeutig höher als im konventionellen Landbau. Die Unterschiede zwischen beiden Anbauformen waren auf der Betriebsebene deutlicher ausgeprägt als auf der Fruchtarten- und Fruchtfolgeebene.

Tierwohl

Über alle Nutztierarten und Produktionsrichtungen hinweg ergab die Literaturlauswertung kein klares Bild, ob ökologische im Vergleich zu konventionellen Betrieben höhere Tierwohlleistungen erbringen. Die herangezogenen Vergleichsstudien fokussieren zumeist auf Einzelaspekte und überwiegend auf Milchkühe. Bei der Tiergesundheit wurden außer bei der Klauen- und Gliedmaßengesundheit keine grundlegenden Unterschiede festgestellt, das Management scheint diesbezüglich entscheidender zu sein als die Wirtschaftsweise. Unter Berücksichtigung sämtlicher Einzelindikatoren und Tierarten wies die ökologische gegenüber der konventionellen Variante bei 34 Prozent der Vergleichspaare bessere Tiergesundheitswerte auf; bei 46 Prozent konnten keine eindeutigen Unterschiede festgestellt werden. Werden über die Vorgaben der EU-Öko-Verordnung die Hauptrisikofaktoren für Tiergesundheitsprobleme adressiert, schneiden ökologische Betriebe besser ab. So wirken sich beispielsweise die Vorgaben zu Einstreu und Platzangebot vorteilhaft auf die Klauen- und Gliedmaßengesundheit aus. Nur wenige Studien berücksichtigen bisher neben der Tiergesundheit weitere Dimensionen des Tierwohls wie z. B. Tierverhalten und emotionales Befinden. Die vorhandenen Studien deuten hier beim Tierverhalten und beim emotionalen Befinden Vorteile der ökologischen Tierhaltung an, z. B. aufgrund des größeren Platzangebots oder des vorgeschriebenen Zugangs zu Freiflächen bzw. Weidegangs. Die Auswertung der Literatur ergab ferner, dass die Risiken im Ökologischen Landbau im Vergleich zur konventionellen Tierhaltung anders gelagert sind. So stellt z. B. das Gewähren von Auslauf und Weidegang ein höheres Risiko bezüglich Parasitenbelastung dar. In einigen Gesundheitsbereichen, in denen in beiden Haltungsformen ein vergleichbares Maß an Tiergesundheit erreicht wird, zeichnet sich die ökologische Tierhaltung durch einen zum Teil deutlich geringeren Tierarzneimittelsatz aus (z. B. Eutergesundheit bei Milchkühen).

Worauf sind die Unterschiede zurückzuführen?

Die beschriebenen Unterschiede zwischen der ökologischen und konventionellen Produktion lassen sich in erster Linie durch den im Ökologischen Landbau

verfolgten Systemansatz erklären. Dieser zeichnet sich durch eine gezielte Verknüpfung einzelner landwirtschaftlicher Systemkomponenten, einer infolgedessen höheren Interdependenz einzelner Produktionsverfahren sowie der Ausnutzung von synergistischen Wirkungen aus. Für den Erfolg des Ökologischen Landbaus und die Erzielung positiver Umweltwirkungen ist die Umsetzung dieses Systemansatzes von entscheidender Bedeutung. Anhand von vier Beispielen sollen diese Zusammenhänge nachfolgend veranschaulicht werden:

- Das Stickstoffniveau im Ökologischen Landbau ist limitiert. Insofern ist Stickstoff ein knappes, nur begrenzt zur Verfügung stehendes Gut. Für ökologisch wirtschaftende Betriebe ist es bei limitierter Stickstoffzufuhr daher wichtig, die Stickstoffverluste im betrieblichen Stoffkreislauf zu minimieren. Aufgrund des geringen Stickstoffeinsatzes werden Stickstoffsalden deutlich reduziert und das Risiko umweltrelevanter Stickstoffverluste (z. B. Nitratausträge) deutlich vermindert. Das niedrige Stickstoffdüngungsniveau gibt aber auch seltenen und konkurrenzschwachen Ackerwildkräutern die Chance, sich zu entwickeln und nicht durch die Kulturpflanze verdrängt zu werden. Die Blüte dieser Ackerwildkräuter wiederum lockt Nutzinsekten in den Bestand, die als Adulte (Marienkäfer) oder im Larvenstadium (Marienkäfer, Florfliegen, Schwebfliegen, Schlupfwespen) beispielsweise Blattläuse im Bestand regulieren.
- Das Grundfutter wird im Ökologischen Landbau überwiegend auf dem Betrieb selbst erzeugt. Auch um Stickstoff in das System zu bekommen, wird deshalb in der Regel ein mehrjähriger, zumindest ein überjähriger Futterbau mit Leguminosen-Grasgemengen betrieben. Die Leguminosen-Grasgemenge haben eine vielfältig positive Wirkung auf das gesamte Agrarökosystem. Bei den Leistungen für Umwelt und Gesellschaft nehmen mehrjährige Leguminosen eine Schlüsselrolle ein. Sie sind beteiligt am Humusaufbau und am Nährstoffaufschluss, verhindern Erosion, halten Wildkräuter unterhalb ackerbaulich akzeptablen Schwellen, fördern das Bodenleben und vieles andere mehr. Nicht zuletzt stellen die Leguminosen-Grasgemenge ganzjährige Habitate und eine wichtige Nahrungsgrundlage unter anderem für Insekten, Feldhasen sowie Feld- und Greifvögel dar.
- Der Ökologische Landbau verzichtet bewusst auf den Einsatz von chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln. In Bezug auf die Gesunderhaltung der Bestände wird auf eine weitgehende Selbstregulation gesetzt – durch möglichst vielfältige Fruchtfolgen mit Leguminosen-Grasgemengen und einer verhaltenen Düngung, die bereits schon über die Restriktionen in der Tierhaltung, im Futterbau und beim Zukauf von

Dünge- und Futtermitteln vorgegeben sind. Dies hat weitreichende positive Wirkungen auf die Biodiversität im System, die wiederum die Selbstregulation fördert.

- Die ökologische Tierhaltung verfolgt das Ziel einer tiergerechten und umweltverträglichen Erzeugung qualitativ hochwertiger Produkte in einem möglichst geschlossenen System. Am Beispiel des vorgeschriebenen Zugangs zu Weideland zeigen sich beispielsweise bei Milchkühen Vorteile hinsichtlich der Gewährleistung des art eigenen Verhaltens, der Nutzung vorzugsweise hofeigener Futtermittel wie auch hinsichtlich positiver Effekte auf die Milchqualität sowie einer hohen Produktqualität ökologischer Milchprodukte. Durch die Nutzung des Grünlandes durch Weidegang wird dessen Erhalt als bedeutender Kohlenstoffspeicher abgesichert. Der zusätzlich systembedingt notwendige Anbau von Feldfutterleguminosen trägt zur Akkumulation von Humus im Boden bei.

Der Systemansatz des Ökologischen Landbaus impliziert ferner eine stärkere Berücksichtigung von Systemgrenzen. Da externe Systeminputs beschränkt sind (beispielsweise durch den Verzicht auf chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel oder Minimierung des Einsatzes von Tierarzneimitteln) ergibt sich dadurch typischerweise eine niedrigere Produktionsintensität, wodurch, wie oben beschrieben, negative Auswirkungen auf die Umwelt vermindert werden.

Bewertung der Umweltwirkungen

Die niedrigere Bewirtschaftungsintensität hat allerdings auch zur Folge, dass die Erträge im Ökologischen Landbau in der Regel ebenfalls niedriger sind. Im Ackerbau liegt das durchschnittliche Ertragsniveau in Mittel- und Westeuropa je nach Standort, Fruchtart und Bewirtschaftungssystem von neun bis zu 40 Prozent unter dem der konventionellen Landwirtschaft.² Die Frage der Ertragshöhe hat insofern eine große Relevanz, als dass sich die gesellschaftliche Erwartung an die Landwirtschaft nicht auf den Schutz der Umwelt oder der Ressourcen beschränkt, sondern auch ihre Nutzung mit einbezieht. Diese unterschiedlichen Ansprüche stellen einen grundsätzlichen Zielkonflikt dar. Eine Ausweitung extensiver Produktionsverfahren hätte zwar eine verminderte Umweltbelastung vor Ort zur Folge, gleichzeitig kann es aber unter den gegebenen Rahmenbedingungen zu Verlagerungseffekten kommen, d. h. dass in anderen Regionen die Umweltbelastungen zunehmen und die Nettowirkung möglicherweise negativ ist. Allerdings ist davon auszugehen, dass ohne eine Anpassung der Produktionsintensität – deren Ausmaß häufig im Hinblick auf die wachsende Weltbevölkerung und der

angestrebten Sicherung des bisherigen Niveaus der Lebensmittelproduktion als notwendig erachtet wird – die drängenden umwelt- und ressourcenpolitischen Herausforderungen nicht gelöst werden können. Bei der Bewertung der Umweltwirkungen der ökologischen und konventionellen Wirtschaftsweisen und der damit verbundenen gesellschaftlichen Leistung gilt es, diesen Zielkonflikt zu berücksichtigen.

Eine pauschale Festlegung der Bezugseinheit (d. h. Fläche oder Ertrag) und damit Relativierung der in naturwissenschaftlichen Arbeiten üblicherweise flächenbezogen ermittelten Umweltleistungen wird der Komplexität des Zielkonflikts nicht gerecht.³ Vielmehr bedarf es einer differenzierten Abwägung, in welchem Zusammenhang und in welcher Weise der Ressourcennutzung oder dem Ressourcenschutz eine höhere Priorität beizumessen ist und damit, welche Bezugseinheit für die Bewertung gesellschaftlicher Leistungen jeweils heranzuziehen ist.

Wenn es beispielsweise darum geht, die Stickstoffbelastung in Gewässern in einer Region zu reduzieren, wird dies nur durch einen verminderten Einsatz von Stickstoffdüngern in der Region zu erreichen sein – auch wenn infolgedessen die Erträge zurückgehen sollten. Je nach Ausmaß der Gewässerbelastung ist es naheliegend, einer Reduktion dieses Umwelt-

problems auf regionaler Ebene eine höhere Priorität beizumessen als der Erreichung eines bestimmten Ertragsniveaus. In diesem Fall scheint es folglich angemessen zu sein, die Umweltwirkung des ökologischen Landbaus je Flächeneinheit und nicht je Produkteinheit auszuweisen.

Anders ist der Situation beim Klimaschutz, der darauf abzielt, die negativen Folgen der globalen Erderwärmung zu vermindern. Da Klimagas sich ubiquitär verbreiten, ist es für die Problemlösung zunächst zweitrangig, wo auf der Welt sie entstehen bzw. eingespart werden können. Im Hinblick auf den beschriebenen Zielkonflikt geht es in diesem Fall folglich darum, eine bestimmte Menge an Lebensmitteln mit möglichst wenig Treibhausgasen zu erzeugen, weshalb der Ertragsbezug für die Bewertung der Klimaleistung naheliegend ist.

Eine einfache Antwort auf die Frage, wie gut die ökologische Wirtschaftsweisen für die Umwelt und das Tierwohl ist, bietet sich folglich aus wissenschaftlicher Sicht nicht an. Unabhängig davon unterstreicht die Auswertung der Literatur, dass der Ökologische Landbau zu Recht als eine besonders umweltgerechte und ressourcenschonende Form der Landbewirtschaftung gilt und es daher verdient, als eine Schlüsseltechnologie auf dem Weg zu mehr Nachhaltigkeit politisch unterstützt zu werden.

Folgen & Forderungen

- Die wissenschaftliche Literatur zu den Umweltwirkungen des Ökologischen Landbaus belegt, dass der Ökologische Landbau zahlreiche gesellschaftlich relevante Mehrleistungen im Bereich des Umwelt- und Ressourcenschutzes erbringt.
- Beim Tierwohl konnte in wissenschaftlichen Untersuchungen eine höhere Leistung auf ökologischen Betrieben nicht eindeutig festgestellt werden. Die rechtlichen Vorschriften lassen jedoch Vorteile für die ökologische Tierhaltung vermuten.
- Der Ökologische Landbau gilt zu Recht als eine besonders umweltgerechte und ressourcenschonende Form der Landbewirtschaftung und als eine Schlüsseltechnologie auf dem Weg zu mehr Nachhaltigkeit.
- Um eine weitere Ausdehnung des Ökologischen Landbaus zu ermöglichen, ist eine Steigerung seiner Leistungsfähigkeit bei gleichzeitiger Beibehaltung seiner erhöhten Ansprüche an Prozess- und Produktqualität gefragt.
- Hierzu ist es notwendig, bestehende Managementkonzepte weiterzuentwickeln und zu vermitteln sowie die Erbringung gesellschaftlicher Leistungen durch die Politik gezielt und kohärent zu honorieren.

Perspektiven für den Ökologischen Landbau

Die im Rahmen der Literaturlauswertung identifizierten Unterschiede innerhalb des Ökologischen Landbaus verdeutlichen, dass auch die Biobranche ihre Umwelt- und Tierwohlleistungen weiter steigern kann. Durch die Entwicklung und Erprobung von neuen Managementkonzepten kann die Forschung hierzu einen relevanten Beitrag leisten. Gefragt sind dabei Ansätze, die zu einer höheren Leistungsfähigkeit des landwirtschaftlichen Gesamtsystems beitragen wie beispielsweise zu einer Verbesserung des Nährstoff- und Energieeinsatzes unter Berücksichtigung einer Optimierung der Ertragsfähigkeit und Verringerung der Treibhausgasemissionen.

Aufgabe der Politik wird es sein, durch die Erarbeitung und Umsetzung eines geeigneten, alternativen Honorierungssystems gezielt Anreize für das Anbieten gesellschaftlich erwünschter Leistungen zu setzen. Bei der Ausgestaltung eines solchen Systems sollte es einerseits darum gehen, die Prämienhöhe an der gesellschaftlichen Bedeutung des jeweiligen Schutzgutes und den Beitrag zur Verminderung des Umweltschadens auszurichten. Andererseits ist es wichtig, dass dabei die mit der Honorierung verbundenen Transaktionskosten und die Justiziabilität des Ansatzes berücksichtigt werden. Ferner wäre zu prü-

fen, ob die rechtlichen, bisher ausschließlich handlungsorientierten Anforderungen der ökologischen Produktion durch mehr ergebnisorientierte Konzepte ergänzt werden könnten, wie dies beispielsweise für die Tierhaltung durch die Einführung von tierbezogenen Indikatoren gegenwärtig diskutiert bzw. bereits von einigen Anbauverbänden umgesetzt wird. Ein solches Honorierungssystem böte gezielte Anreize, die Bewirtschaftungspraktiken noch stärker auf die Erbringung gesellschaftlich erwünschter Umweltleistungen auszurichten.

In diesem Zusammenhang wäre es allerdings auch wichtig, nicht nur die Honorierung für Umweltleistungen weiterzuentwickeln, sondern diese kohärent in die Agrarpolitik einzubinden. Im Rahmen geeigneter Beratungs- und Kommunikationsstrategien wird es ferner darum gehen, den Akteuren das notwendige Wissen zu vermitteln und gemeinsam mit ihnen praxisgerechte Handlungsoptionen zu entwickeln. Entsprechende Anstrengungen auf Seiten der Forschung, Politik, Beratung und Praxis können dazu beitragen, dass der Ökologische Landbau sein Nachhaltigkeitsprofil weiter schärft und die Produktion noch gezielter auch auf die Erbringung gesellschaftlich erwünschter Leistungen ausgerichtet werden kann.

Das Thema im Kritischen Agrarbericht

- ▶ Jürgen Heß: Per se gut!? Die Leistungen des Ökolandbaus für den Grund- und Trinkwasserschutz. In: Der kritische Agrarbericht 2017, S. 118–122.
- ▶ Urs Niggli: »Bio 3.0«. Der Beitrag des Ökolandbaus zu einer modernen nachhaltigen Landwirtschaft. In: Der kritische Agrarbericht 2016, S. 116–120.
- ▶ Ulrich Schumacher: Schlechter als ihr Ruf? Zustandsanalyse und Entwicklungsperspektiven der ökologischen Tierhaltung. In: Der kritische Agrarbericht 2014, S. 108–111.
- ▶ Urs Niggli und Alexander Gerber: Vorbild Ökolandbau. Die Bedeutung der Forschung zur ökologischen Lebensmittelwirtschaft für Innovationen in der Landwirtschaft und zur Sicherung der Ernährung. In: Der kritische Agrarbericht 2011, S. 107–112.
- ▶ Maximilian Kainz: Weniger Bodenerosion durch Ökolandbau. Forschungsprojekt untersucht die Vorzüge der ökologischen Bodenbewirtschaftung. In: Der kritische Agrarbericht 2010, S. 89–93.

- ▶ Urs Niggli und Andreas Fließbach: Gut fürs Klima? Ökologische und konventionelle Landwirtschaft im Vergleich. In: Der kritische Agrarbericht 2009, S. 103–109.

Anmerkungen

- 1 J. Sanders und J. Heß: Leistungen des ökologischen Landbaus für Umwelt und Gesellschaft. Thünen Report 65. Braunschweig 2019. DOI:10.3220/REP1547040572000.
- 2 T. de Ponti, B. Rijk and M. K. van Ittersum: The crop yield gap between organic and conventional agriculture. In: *Agricultural Systems* 108 (2012), pp.1-9. – V. Seufert, N. Ramankutty and J. A. Foley: Comparing the yields of organic and conventional agriculture. In: *Nature* 485 (2012), pp.229–232. – L. C. Ponisio et al.: Diversification practices reduce organic to conventional yield gap. In: *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 282/1799 (2015). DOI: 10.1098/rspb.2014.1396.
- 3 Einige Autoren plädieren beispielsweise dafür, bei der Bewertung grundsätzlich den *Ertrag* zu berücksichtigen. So z. B. H. Kirchmann et al.: Comparison of long-term organic and conventional crop–livestock systems on a previously nutrient-depleted soil in Sweden. In: *Agronomy Journal* 99 (2007), pp. 960–972. – S. Noleppa: Pflanzenschutz in Deutschland und Biodiversität Auswirkungen von Pflanzenschutzstrategien der konventionellen und ökologischen Landbewirtschaftung auf die regionale und globale Artenvielfalt. Hrsg. von HFFA Research. Berlin 2016. – E. M. Meemken and M. Qaim: Organic agriculture, food security and the environment. *Annual Review of Resource Economics* 10/1 (2018), pp.39–63. DOI:10.1146/annurev-resource-100517-023252.



Dr. Jörn Sanders

Leiter des Arbeitsbereichs Umwelt und Nachhaltigkeit am Thünen-Institut für Betriebswirtschaft.

Bundesallee 63, 38116 Braunschweig
juern.sanders@thuenen.de



Prof. Dr. Jürgen Heß

Fachgebietsleiter Ökologischer Land- & Pflanzenbau im Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften der Universität Kassel.

Nordbahnhofstraße 1 a, 37213 Witzenhausen
jh@uni-kassel.de