

Leistungen des ökologischen Landbaus für Umwelt und Gesellschaft

Jörn Sanders, Jürgen Heß (Hrsg.)

FOEL-Bericht IV

11 Synthese

Jürgen Heß, Jörn Sanders, Jan Brinkmann, Lucie Chmelikova, Andreas Gattinger, Frank Gottwald, Kurt-Jürgen Hülsbergen, Rüdiger Jung, Solveig March, Karin Stein-Bachinger, Klaus Wiesinger

Der ökologische Landbau gilt als ein nachhaltiges Landnutzungssystem und wird deshalb in besonderer Weise politisch unterstützt. Obwohl die Zusammenhänge zwischen der ökologischen Wirtschaftsweise und der Erbringung gesellschaftlich relevanter Leistungen auf eine zunehmend breitere Anerkennung stoßen, werden die Potenziale des ökologischen Landbaus zur Bewältigung der umwelt- und ressourcenpolitischen Herausforderungen unserer Zeit von Politik und Wissenschaft weiterhin unterschiedlich bewertet. Vor diesem Hintergrund war es das Ziel dieser Arbeit, die Leistungen des ökologischen Landbaus in den Bereichen Wasserschutz, Bodenfruchtbarkeit, Biodiversität, Klimaschutz, Klimaanpassung, Ressourceneffizienz und Tierwohl auf der Grundlage einer umfassenden Analyse wissenschaftlicher Studien zu bewerten. Als eine gesellschaftliche Leistung wurde in diesem Zusammenhang eine positive oder weniger schädliche Wirkung des ökologischen Landbaus definiert, die (a) zur Erreichung eines agrarpolitischen Ziels beiträgt, (b) nicht oder nicht in ausreichendem Umfang durch Marktanreize erzielt werden kann und (c) nicht als Koppelprodukt der landwirtschaftlichen Erzeugung vorliegt.

Nachfolgend werden die wichtigsten Ergebnisse der Untersuchung zusammengefasst, übergreifende Erklärungsansätze für die Unterschiede zwischen der ökologischen und konventionellen Landwirtschaft im Bereich des Umwelt- und Ressourcenschutzes sowie des Tierwohls herausgearbeitet und ein allgemeiner Bewertungsrahmen für die Einordnung der durch den ökologischen Landbau erbrachten gesellschaftlichen Leistung beschrieben.

Zusammenfassung der zentralen Ergebnisse

Wasserschutz

Die ökologische Landwirtschaft zeigt 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 % (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 % der Paarvergleiche die ökologische Variante hinsichtlich des Austrags kritischer Stoffgruppen (Stickstoff, Pflanzenschutzmittel) eindeutige Vor-

teile gegenüber der konventionellen Bewirtschaftung aufwies. Insofern kann der ökologische Landbau insbesondere auch zur Bewirtschaftung von Wasserschutzgebieten empfohlen werden.

Bodenfruchtbarkeit

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 % höher. Bei 62 % 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 %). Dieses Ergebnis basiert jedoch auf nur vier Studien. Unter Berücksichtigung aller Indikatoren zeigten sich hinsichtlich der Bodenfruchtbarkeit bei 56 % 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 %, bei der Acker-Samenbank um 61 % und der Saumvegetation um 21 % höher. Bei den Feldvögeln waren die Artenzahl um 35 % und die Abundanz um 24 % (Mediane) bei ökologischer Bewirtschaftung höher. Mit 23 % bzw. 26 % lagen diese Werte auch bei den blütenbesuchenden Insekten höher. Insgesamt betrachtet zeigten sich bei 86 % (Flora) bzw. 49 % (Fauna) der Vergleichspaare deutliche Vorteile durch ökologischen Landbau. Nur in 2 von 75 Studien wurden anhand der vorgenommenen Klassifikation negative Effekte bei ökologischer Bewirtschaftung bei 12 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 positive Effekte der ökologischen Wirtschaftsweise. Im Durchschnitt weisen ökologisch bewirtschaftete Böden einen um 10 % höheren Gehalt an organischem Bodenkohlenstoff und eine um 256 kg C/Hektar höhere jährliche Kohlenstoffspeicherungsrate auf. Die Lachgasemissionen sind gemäß der ausgewerteten Studien im Mittel um 24 % niedriger. Aus diesen Werten ergibt sich eine kumulierte Klimaschutzleistung des ökologischen Landbaus von 1.082 kg CO₂-Äquivalenten pro Hektar und Jahr.

Aufgrund fehlender robuster empirischer Vergleichsstudien wurden die ertragsskalierten Klimaschutzleistungen qualitativ bewertet. Demnach erbringt die ökologische Landwirtschaft bezüglich ertragsskalierter Treibhausgasemissionen im Bereich Boden/Pflanze wahrscheinlich vergleichbare Leistungen wie die konventionelle Landwirtschaft. Ferner erbringt die ökologische Rinderhaltung bezüglich stoffwechselbedingter Methanemissionen pro kg Milch vermutlich niedrigere Leistungen als die konventionelle Rinderhaltung. Die Gesamtemissionen pro kg Milch aus ökologischer und konventioneller Milchproduktion werden als wahrscheinlich vergleichbar eingestuft.

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 % bzw. 15 % höher; bei der Infiltration wurde ein Unterschied von 137 % festgestellt. Da eine höhere Infiltration den Bodenabtrag und den Oberflächenabfluss reduziert, waren auch diese Werte im Mittel (Median) unter einer ökologischen Bewirtschaftung niedriger (-22 % bzw. -26 %). Dies lag vor allem am Klee- und Luzerne-Gras-Anbau. Im Gegensatz dazu wurden bei der Trockenraumdichte keine nennenswerten Unterschiede festgestellt (-4 %). 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. In der Literaturanalyse wurde die Ressourceneffizienz des ökologischen und konventionellen Landbaus auf den Ebenen der Fruchtfolge und der Fruchtart Weizen verglichen. Zusätzlich wurden Ergebnisse aus dem Netzwerk von Pilotbetrieben auf der Ebene des Betriebes in den Systemvergleich einbezogen.

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 -40 % bis -70 %). Die Stickstoffeffizienz lag bei 46 %, die Energieeffizienz bei 58 % der Vergleichspaare im ökologischen Landbau eindeutig höher als im konventionellen Landbau. Die Unterschiede zwischen ökologischem und konventionellem Landbau waren auf der Betriebsebene deutlicher ausgeprägt als auf der Fruchtarten- und Fruchtfolgeebene.

Durch eine Minderung des Stickstoffeinsatzes können Ressourcen gespart und die Umwelt entlastet werden (weniger Treibhausgasemissionen, weniger Stickstoffemissionen in die Umwelt, Schutz der Biodiversität). Der Einsatz fossiler Energie verursacht CO₂-Emissionen; daher ist die Reduzierung des Einsatzes von fossilen Energien aus Klimaschutzgründen dringend erforderlich.

Tierwohl

Über alle Nutztierarten und Produktionsrichtungen hinweg ergaben die Ergebnisse kein klares Bild, ob ökologische im Vergleich zu konventionellen Betrieben höhere Tierwohlleistungen erbringen. Die ausgewerteten Vergleichsstudien fokussieren zumeist auf Einzelaspekte und überwiegend auf Milchkühe. Bei der Tiergesundheit wurden außer bei der Klauen- und Gliedmaßen-gesundheit 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 % der Vergleichspaare bessere Tiergesundheitswerte auf; bei 46 % 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, d.h. 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 bzgl. 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 Tierarzneimittleinsatz aus (z.B. Eutergesundheit bei Milchkühen).

Methodische Aspekte

Die im Rahmen dieser Arbeit ausgewerteten Ergebnisse stammen neben Untersuchungen auf Praxisbetrieben und Modellanalysen insbesondere aus Feldexperimenten. Bei der Interpretation dieser Ergebnisse ist zu beachten, dass in Feldversuchen nicht immer die Bedingungen der landwirtschaftlichen Praxis abgebildet werden. Zum Teil werden in den Versuchen Anbau- und Tierhaltungssysteme, Fruchtfolgen oder auch Düngungsintensitäten untersucht, die nicht der Praxis des ökologischen bzw. konventionellen Landbaus entsprechen. Anhand der am Beispiel des N-Austrags vorgenommen Gütebewertung der Paarvergleiche zeigte sich, dass Vergleichbarkeit und Systemrepräsentanz bei Systemvergleichsstudien nicht immer gegeben sind. Eine Vergleichbarkeit liegt dann vor, wenn z.B. die Fruchtfolgegestaltung der jeweiligen Praxis entspricht. Sichere Systemaussagen zum N-Austrag können nur dann getroffen werden, wenn auch das ganze System abgebildet wird. Deshalb sollte bei Systemvergleichen bei Teilindikatoren mit einer hohen

Dynamik wie dem Nitrataustrag mindestens ein vollständiger Fruchtfolgezyklus untersucht werden. Kurzzeitstudien über die Anbauperiode einer Fruchtart haben bei derartig dynamischen Parametern für einen Systemvergleich nur eine sehr begrenzte Aussagekraft. Folglich sind Ergebnisse meta-analytischer Betrachtungen insbesondere zum Nitratreintrag auf der Basis eines „all in“-Ansatzes (vgl. Seufert & Ramankutty 2017), das heißt bei einer undifferenzierten Einbeziehung sämtlich verfügbarer Einzelstudien, eher kritisch zu beurteilen. Ferner ist zu berücksichtigen, dass Anbau- und Tierhaltungssysteme beispielsweise aufgrund veränderter Marktbedingungen und technologischer Entwicklungen in der Praxis angepasst und weiterentwickelt werden. Diese betrieblichen Änderungen können in „statischen“ Dauerversuchen mit gleichbleibender Bewirtschaftung nicht abgebildet werden. Insbesondere bei statistischen Metaanalysen gilt es, diese Aspekte bei der Auswahl der Einzelstudien und der Interpretation der Ergebnisse zu beachten.

Zwischenfazit

Die qualitative Analyse der Produktionsvorschriften und die Auswertung der wissenschaftlichen Literatur zeigt – wie in Tabelle 11.1 zusammenfassend dargestellt – Vorteile des ökologischen Landbaus gegenüber einer konventionellen Bewirtschaftung im Bereich des Umwelt- und Ressourcenschutzes. Beim Tierwohl konnte hingegen eine höhere Leistung auf ökologischen Betrieben nicht eindeutig festgestellt werden. Die rechtlichen Vorschriften lassen jedoch Vorteile für die ökologische Tierhaltung insbesondere bei Tierverhalten und emotionalem Befinden vermuten.

Die beschriebenen Unterschiede zwischen der ökologischen und konventionellen Bewirtschaftung basieren auf den in den Studien gewählten Bezugsgrößen. Abgesehen von den Indikatoren N-Austrag, CH₄-Emissionen aus der Milchviehhaltung, THG-Gesamtemissionen sowie der Stickstoff- und Energieeffizienz wurden die Umweltwirkungen in den herangezogenen Untersuchungen ausschließlich auf die Fläche bezogen. Beim Tierwohl erfolgte die Bewertung anhand einzelner Tiere oder der Herde. Aus einer fachlichen Perspektive ist dieser Bezug aufgrund des originären Zusammenhangs naheliegend. So entsteht beispielsweise der Bodenabtrag auf der landwirtschaftlichen Nutzfläche; auch der Lebensraum von Flora und Fauna bezieht sich auf eine räumlich abgegrenzte Fläche. Studien, die im Leistungsbereich Wasserschutz den Stickstoffaustrag je Ertrag untersucht haben, basierten auf LCA-Modellen. Wenn die Bewertung der Umweltverträglichkeit eines Produktes im Mittelpunkt der Betrachtung steht, ist der Ertragsbezug evident. Gleiches trifft auch auf die Stickstoff- und Energieeffizienz zu, bei der das Verhältnis von Input und Output untersucht wird.

Tabelle 11.1 Bewertung der Leistungen der ökologischen Landwirtschaft im Bereich Umwelt- und Ressourcenschutz sowie Tierwohl auf der Basis der herangezogenen Studien und der Auswertung der Produktionsvorschriften im Vergleich zur konventionellen Landwirtschaft

| Leistungsbereich | Indikator | In Studien gewählte Bezugsgröße | Anzahl Studien | Anzahl VGP | Bewertung der gesellschaftlichen Leistung auf der Basis einer | | | | | |
|-----------------------|-------------------------------|---------------------------------|----------------|------------|---|------|------|---|------|-----|
| | | | | | quantitativen Auswertung der Literaturergebnisse | | | qualitativen Auswertung der Literaturergebnisse | | |
| | | | | | Grün | Gelb | Rot | Grün | Gelb | Rot |
| Wasser | Stickstoff | Fläche | 71 | 202 | Grün | | | | | |
| | Stickstoff | Ertrag | 8 | 24 | Grün | | | | | |
| | PSM | Fläche | 12 | 66 | Grün | | | | | |
| | Phosphor ^a | Fläche | 13 | 43 | | | | Grün | | |
| | TAM | Fläche | 0 | 0 | | | | Grün | | |
| Boden | Regenwürmer | Abundanz | Fläche | 21 | 64 | Grün | | | | |
| | | Biomasse | Fläche | 17 | 93 | Grün | | | | |
| | Bodenacidität | Fläche | 30 | 71 | Grün | | | | | |
| | Phosphor | Fläche | 14 | 35 | | Gelb | | | | |
| Biodiversität | Eindringwiderstand | Fläche | 4 | 44 | Grün | | | | | |
| | Flora | Artenzahl | Fläche | 42 | 128 | Grün | | | | |
| | | Abundanz ^b | Fläche | 8 | 19 | Grün | | | | |
| | Fauna | Artenzahl | Fläche | 31 | 67 | Grün | | | | |
| Abundanz | | Fläche | 28 | 98 | Grün | | | | | |
| Klimaschutz | Boden / Pflanze | SOC-Gehalt | Fläche | 103 | 270 | Grün | | | | |
| | | SOC-Vorrat | Fläche | 52 | 131 | Grün | | | | |
| | | C-Speicherung | Fläche | 17 | 41 | Grün | | | | |
| | | N ₂ O-Emissionen | Fläche | 13 | 35 | Grün | | | | |
| | | CH ₄ -Emissionen | Fläche | 3 | 6 | | | | Grün | |
| | THG-Gesamt | Ertrag | - | - | | | | | Gelb | |
| | Milchkühe | CH ₄ -Emissionen | Ertrag | - | - | | | | | Rot |
| | THG-Gesamt | Ertrag | - | - | | | | | Gelb | |
| Klimaanpassung | Fruchtfolgeeffekte (C-Faktor) | | Fläche | 3 | 6 | | | | Grün | |
| | Anteil organischer Substanz | | Fläche | 24 | 71 | Grün | | | | |
| | Aggregatstabilität | | Fläche | 22 | 76 | Grün | | | | |
| | Trockenraumdichte | | Fläche | 13 | 30 | | Gelb | | | |
| | Infiltration | | Fläche | 11 | 28 | Grün | | | | |
| | Oberflächenabfluss | | Fläche | 9 | 22 | | Gelb | | | |
| | Bodenabtrag ^c | | Fläche | 16 | 45 | Grün | | | | |
| Ressourceneffizienz | N-Input | | Fläche | 39 | 113 | Grün | | | | |
| | N-Effizienz | | Ertrag | 36 | 114 | Grün | | | | |
| | N-Saldo | | Fläche | 37 | 114 | Grün | | | | |
| | Energieinput | | Fläche | 53 | 142 | Grün | | | | |
| | Energieeffizienz | | Ertrag | 38 | 101 | Grün | | | | |
| Tierwohl ^d | Milchkühe | Tiergesundheit | Herde | 46 | 286 | | Gelb | | | |
| | | Tierverhalten | Herde | 3 | 10 | | | | Grün | |
| | | Emotionen | Herde | 1 | 3 | | | | Grün | |
| | Schweine | Tiergesundheit | Herde | 8 | 51 | | Gelb | | | |
| | | Tierverhalten | Herde | 2 | 2 | | | | Grün | |
| | | Emotionen | Herde | - | - | | | | Grün | |
| | Geflügel | Tiergesundheit | Herde | 6 | 28 | | Gelb | | | |
| | | Tierverhalten | Herde | 2 | 4 | | | | Grün | |
| | | Emotionen | Herde | 3 | 5 | | | | Grün | |

 Ökolandbau erbringt eindeutig höhere Leistungen
 Ökolandbau erbringt eindeutig vergleichbare Leistungen
 Ökolandbau erbringt eindeutig niedrigere Leistungen

 Ökolandbau erbringt erwartbar höhere Leistungen
 Ökolandbau erbringt erwartbar vergleichbare Leistungen
 Ökolandbau erbringt erwartbar niedrigere Leistungen

Quelle: Eigene Darstellung

Anmerkung zur Bewertung der Leistungen des ökologischen Landbaus im Bereich Umwelt- und Ressourcenschutz sowie Tierwohl in Tabelle 11.1

■ Die Leistung der ökologischen gegenüber der konventionellen Wirtschaftsweise wurde als eindeutig höher eingestuft (= empirisch gut abgesichert), wenn (a) mindestens zwanzig Paarvergleiche vorhanden waren, (b) bei mindestens 60 % der untersuchten Vergleichspaare die ökologische Variante - unter Berücksichtigung der festgelegten Klassifikationskriterien (siehe Kapitel 2.2) und damit im Mittel (Median) - bessere Werte als die konventionelle Variante erzielte oder wenn die Differenz zwischen der ökologischen und konventionellen Variante mindestens 25 Prozentpunkte zugunsten der ökologischen Variante betrug.

■ Analog hierzu wurde von einer eindeutig niedrigeren Leistung ausgegangen, wenn (a) mindestens zwanzig Paarvergleiche vorhanden waren, (b) bei mindestens 60 % der Vergleichspaare die ökologische Variante schlechtere Werte erzielte oder wenn die Differenz zwischen der ökologischen und konventionellen Variante mindestens 25 Prozentpunkte zugunsten der konventionellen Variante betrug.

■ Die Leistungen des ökologischen Landbaus wurden als eindeutig vergleichbar eingestuft, wenn (a) mehr als 20 Vergleichspaare vorhanden waren und (b) die Leistung weder als eindeutig niedriger noch als eindeutig höher bewertet wurde.

Bei einer quantitativ empirisch unzureichenden Datenlage, d.h. bei weniger als 20 Vergleichspaaren, erfolgte die Bewertung anhand einer qualitativen Auswertung verfügbarer Daten sowie weiterer Ergebnisse der Literaturlauswertung einschließlich der Analyse der Produktionsvorschriften des ökologischen Landbaus. In diesen Fällen wurde die Leistung entweder als ■ erwartbar höher, ■ erwartbar niedriger oder ■ erwartbar vergleichbar eingestuft.

^a) Abweichend von den Beurteilungskriterien wird für den Indikator Phosphor in Bezug auf den Wasserschutz trotz Vorliegen einer größeren Anzahl an VGP (n = 63), in Bezug auf Fläche (n = 44) und mit Ertragsbezug (n = 19) ausschließlich eine qualitative Bewertung vorgenommen. Gründe dafür sind folgende: (a) Die in den Vergleichsstudien verwandten Teilindikatoren sind nur bedingt geeignet, die tatsächliche P-Belastung der Gewässer zu beschreiben; (b) zum mutmaßlich bedeutendsten P-Eintragspfad Erosion liegen keine vergleichenden Untersuchungen vor sowie (c) die P-Austräge belaufen sich mit unter 1 kg/ha auf sehr niedrigem Niveau. 19 VGP mit Ertragsbezug wurden aufgrund der unterschiedlichen Untersuchungsmethoden und des Einbezugs unterschiedlicher Produktgruppen nicht weiter ausgewertet. Die Bewertungen wurden somit vorrangig auf der Basis der rechtlichen Vorgaben und Literaturlausanalysen vorgenommen.

^b) Abweichend von den oben beschriebenen Bewertungskriterien wurde die Leistung des ökologischen Landbaus im Bereich Biodiversität für den Indikator Flora/ Abundanz als eindeutig höher eingestuft, da bei allen 19 Vergleichspaaren die ökologische Variante bessere Werte als die konventionelle Variante erzielte.

^c) Abweichend von den oben beschriebenen Bewertungskriterien wurde die Leistung des ökologischen Landbaus im Bereich Klimaanpassung für den Indikator Bodenabtrag eindeutig höher eingestuft, da im Median aller Vergleichspaare beim ökologischen Landbau ein um 26 % niedrigerer Bodenabtrag gefunden wurde (Kap. 7.3.7).

^d) Aufgrund der mangelnden Anzahl von Studien wurden Aufzuchtkälber, Mastrinder und kleine Wiederkäuer hier nicht berücksichtigt.

Erklärungsansätze für die beschriebenen Unterschiede zwischen der ökologischen und konventionellen Wirtschaftsweise

Die eingangs 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:

- (1) 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 N-Zufuhr daher wichtig, die Stickstoffverluste im betrieblichen Stoffkreislauf zu minimieren. Aufgrund des geringen N-Einsatzes werden Stickstoffsalden deutlich reduziert und das Risiko umweltrelevanter N-Verluste (z.B. Nitratausträge) deutlich vermindert. Das niedrige N-Düngungsniveau 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.
- (2) Das Grundfutter wird im ökologischen Landbau überwiegend auf dem Betrieb selbst erzeugt. Auch um Stickstoff in das System zu bekommen, wird deshalb i.d.R. 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 u.v.a.m. Nicht zuletzt stellen die Leguminosen-Grasgemenge ganzjährige Habitate und eine wichtige Nahrungsgrundlage u.a. für Insekten, Feldhasen sowie Feld- und Greifvögel dar.
- (3) 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.
- (4) 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 C-Speicher 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 unterschiedlichen Umweltwirkungen aus einer gesellschaftlichen Perspektive

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 9 bis zu 40 % unter dem der konventionellen Landwirtschaft (Ponti et al., 2012; Seufert & Ramankutty, 2012; Ponisio et al., 2015). Die Frage der Ertragshöhe hat im Kontext der vorliegenden Arbeit 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 auch davon auszugehen, dass ohne eine Anpassung der Produktionsintensität – die 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) wird der Komplexität des Zielkonflikts nicht gerecht.⁴¹ 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.

⁴¹ Einige Autoren plädieren beispielsweise dafür, bei der Bewertung grundsätzlich den Ertrag zu berücksichtigen (Kirchmann et al., 2007; Noleppa, 2016; Meemken & Qaim, 2018).

Von den sieben Leistungsbereichen, die im Rahmen dieser Arbeit untersucht wurden, ergeben sich bei den drei Bereichen Bodenfruchtbarkeit, Ressourceneffizienz und Tierwohl die heranzuziehenden Bezugseinheiten durch die Leistungsbereiche selbst. Mit der Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit und damit der Sicherung des Produktionspotenzials ist per se kein Zielkonflikt zwischen Schutz und Nutzung landwirtschaftlicher Böden verbunden. Darüber hinaus bezieht sich die Bodenfruchtbarkeit definitorisch auf die Fläche, weshalb diese als Bezugseinheit herangezogen werden sollte, um entsprechende Leistungen zu bewerten. In gleicher Weise ergibt sich auch bei der Ressourceneffizienz die Auswahl der Bezugseinheit aus dem Sachzusammenhang. Da es bei der Effizienz um das Verhältnis von Input zu Output geht, ist der Ertragsbezug für diesen Leistungsbereich immanent. Geht man ferner von der Unteilbarkeit des Tierwohls aus, dann impliziert dies, dass für die Bewertung von Tierwohlleistungen entweder das einzelne Nutztier oder die Herde als Bezugseinheit zu verwenden ist.

Bei den anderen vier Leistungsbereichen ist die aus gesellschaftlicher Sicht heranzuziehende Bezugseinheit jedoch nicht immanent. Vielmehr bedarf es hierfür einer weiteren Kontextualisierung der Umweltleistung. Bezugnehmend auf die Erkenntnisse der wissenschaftlichen Nachhaltigkeitsbewertung (siehe z.B. Dusseldorp 2016) bieten sich hierfür folgende Kriterien an: (a) der räumliche Bezug des Lösungsansatzes zur Verminderung der Umweltbelastung, (b) die regionale Ausprägung der Umweltbelastung (bzw. Knappheit einzelner Umweltgüter) sowie (c) die Gefahr und das Ausmaß von Verlagerungseffekten. Nachfolgend werden die genannten Kriterien näher erläutert und für die Bewertung der gesellschaftlichen Leistungen des ökologischen Landbaus im Bereich des Umwelt- und Ressourcenschutzes herangezogen.

Räumlicher Bezug des Lösungsansatzes zur Verminderung der Umweltbelastung

Die durch die Landwirtschaft verursachten Umweltprobleme sind jeweils durch einen spezifischen räumlichen Kontext gekennzeichnet und erfordern deshalb unterschiedliche räumliche Lösungsansätze. Um diese festzulegen, bedarf es zunächst einer Klärung, worin genau das Umweltproblem besteht. Beim Wasserschutz geht es darum, die Belastung der Gewässer durch problematische Stoffgruppen zu minimieren, um dadurch die öffentlichen Kosten der Trinkwasseraufbereitung zu reduzieren. Wenn in einer Region beispielsweise die Stickstoffbelastung der Gewässer zu hoch ist, wird dieses Problem nur durch eine veränderte Managementpraxis (z.B. Düngeintensität) in der betreffenden Region bzw. im jeweiligen Trinkwassereinzugsgebiet zu erreichen sein. Zur Problemlösung kommt folglich nur ein regionaler Lösungsansatz in Frage. Erhöhte Gewässerbelastungen können nicht durch höhere Erträge ausgeglichen werden. In gleicher Weise kann der Verlust bedrohter Tier- und Pflanzenarten nur gestoppt werden, wenn die habitatspezifischen Lebensbedingungen - auch innerhalb der Anbaukulturen - verbessert werden. Diese werden in der Regel standörtlich oder auf Landschaftsebene determiniert. Um die negativen Folgen von Extremwetterereignissen zu reduzieren, kommt es ebenfalls auf dezentrale Lösungen an, die dazu beitragen, in den betroffenen Regionen den Oberflächenabfluss beispielsweise durch eine hohe Aggregatstabilität oder Infiltrationsfähigkeit der Böden zu vermindern. Der Beitrag der Landwirtschaft zum Wasser-, Erosions- und Hochwasserschutz sowie zur Erhaltung der Biodiversität ist somit als ein lokal bereitzustellendes, öffentliches Gut anzusehen (Stig-

litz 1977; Perrings 2005). Je nach der Knappheit eines öffentlichen (Umwelt-)Gutes ist es naheliegend, seiner lokalen oder regionalen Bereitstellung eine höhere Priorität beizumessen als der Erreichung eines bestimmten Ertragsniveaus. In diesem Fall ist es folglich angemessen, die Umweltwirkungen der Landwirtschaft bzw. des ökologischen Landbaus je Flächeneinheit und nicht je Ertragseinheit auszuweisen. Anders ist der räumliche Problemzusammenhang beim Klimaschutz, der darauf abzielt, die negativen Folgen der globalen Erderwärmung zu vermindern. Da Klimagase sich ubiquitär verbreiten, ist es für die Problemlösung zunächst zweitrangig, wo auf der Welt sie entstehen bzw. eingespart werden können. Bei der Reduktion der THG-Emissionen handelt es sich folglich um ein globales öffentliches Gut (Kaul et al. 1999; Grasso 2004), welches einen globalen Lösungsansatz erfordert. 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.

Regionale Ausprägung der Umweltbelastung

Ein zweiter Aspekt, der bei der Begründung der Bezugseinheit herangezogen werden kann, ist die jeweils regionale Ausprägung der Umweltbelastung. Wenn es gilt den Schutz- und Nutzungsbedarf zu priorisieren, sollte insbesondere in Regionen mit gravierenden Umweltproblemen dem Umweltschutz eine höhere Priorität beigemessen werden. Diese Schlussfolgerung ist insofern trivial, als dass es bereits heute entsprechende Schutzkulissen gibt, in denen die Landwirtschaft höhere Umweltauflagen erfüllen muss (z.B. reduzierte Düngeintensität). Um den Schutz, die Ausbreitung und Wiederbesiedlung von wildlebenden Arten zu ermöglichen, wurden in der EU beispielsweise im Rahmen der europäischen Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (FFH-Richtlinie) entsprechende Schutzkulissen festgelegt. Weitere Schutzkulissen gehen auf die europäische Wasserrahmenrichtlinie (WRRL-Richtlinie) zurück, die zum Schutz der Gewässerqualität und zum Hochwasserschutz beiträgt. Im Hinblick auf die Bewertung der Umwelleistung bietet sich in diesen Gebietskulissen bzw. Regionen die Fläche als Bezugseinheit an. Beim Klimaschutz ist aufgrund des globalen Problemkontextes eine regionale Eingrenzung schwierig. Denkbar wäre sie allerdings bei besonders kohlenstoffhaltigen Böden (z.B. Moore), deren Erhaltung als eine gesellschaftliche Leistung verstanden werden kann, die auf die Fläche zu beziehen ist.

Gefahr und Ausmaß von Verlagerungseffekten

Ferner sind bei der Bewertung der Zielkonflikte und der Begründung der Bezugseinheit mögliche Verlagerungseffekte zu beachten. Wenn die Erbringung einer Umwelleistung in einer Region eine Verschlechterung der Umweltsituation in einer anderen Region nach sich zieht, können sich die beiden Effekte jeweils neutralisieren bzw. kann unter Umständen gar in Summe eine negative Wirkung entstehen. Bei global öffentlichen Gütern, wie der Einsparung von Treibhausgasemissionen, ergäbe sich daraus kein oder gar ein negativer Beitrag zur Reduktion der Erderwärmung, und die erzielte Einsparung wäre in diesem Fall nicht als eine gesellschaftliche Leistung anzusehen. Bei lokal öffentlichen Gütern, wie dem Erhalt der Biodiversität, stellt sich die Frage, ob infolge von Verlagerungseffekten die Produktionsintensität in anderen Regionen mit einer nachteiligen Wirkung beispielsweise für die dortige Biodiversität verbunden wäre. In diesem Fall bedürfte es the-

oretisch einer normativen Abwägung, welcher Biodiversitätswirkung eine höhere Priorität beizumessen ist.

Bei diesen Überlegungen ist allerdings zu berücksichtigen, dass Verlagerungseffekte in der Regel nicht unmittelbar zu beobachten sind. Weitere wichtige Aspekte, wie veränderte Ernährungsgewohnheiten (z.B. Fleischkonsum), technologische Entwicklungen, Bemühungen zur Reduktion von Ernte- und Lebensmittelverlusten oder die Aufgabe oder der Verlust von landwirtschaftlich genutzten Flächen führen ferner dazu, dass eine Extensivierung der Produktion nicht zwangsläufig bzw. in gleichem Umfang zu einer Intensivierung an anderer Stelle führen muss. Im Hinblick auf den ökologischen Landbau ist in diesem Zusammenhang zu fragen, bis zu welchem Umfang und unter welchen Rahmenbedingungen die ökologisch bewirtschaftete Fläche zunehmen könnte, ohne dass es zu nennenswerten Verlagerungseffekten kommt. Nach Skinner et al. (2014) könnten beispielsweise N_2O -bezogene Verlagerungseffekte vermieden werden, wenn die Ertragsdifferenz zwischen der ökologischen und konventionellen Wirtschaftsweise weniger als 17 % betragen würde. Modellanalysen von Muller et al. (2017) weisen darauf hin, dass unter der Annahme eines reduzierten Fleischkonsums und verminderter Lebensmittelabfälle eine deutliche Ausweitung des ökologischen Landbaus nicht notwendigerweise negative Verlagerungseffekte mit sich bringen muss. Daraus ist zu schließen, dass die Gefahr und das Ausmaß von Verlagerungseffekten bei der Bewertung von Umwelleistungen grundsätzlich zu berücksichtigen sind, diese aber nicht per se einen Ertragsbezug begründen.

Die hier angestellten Überlegungen verdeutlichen, dass bei der Beurteilung von landwirtschaftlichen Umwelt- und Tierwohleistungen auch der Zielkonflikt zwischen dem Schutz und der Nutzung natürlicher Ressourcen mit zu berücksichtigen ist. In der Regel erfordert dies eine differenzierte Beurteilung. Für die Bereitstellung lokaler öffentlicher Güter – insbesondere in Regionen mit gravierenden Umweltproblemen – ist es aus einer gesellschaftlichen Perspektive folglich naheliegend, die Fläche als Bezugseinheit heranzuziehen. Im Gegensatz dazu bietet sich für die Beurteilung global bereitzustellender öffentlicher Güter in erster Linie der Ertragsbezug an. Dabei sind jeweils mögliche Verlagerungseffekte zu beachten. Unabhängig davon ist zu berücksichtigen, dass eine ökologische Bewirtschaftung verschiedene Umweltbelastungen gleichzeitig reduzieren kann und folglich auch die aggregierte Wirkung bei der Bewertung des ökologischen Landbaus eine wichtige Rolle spielen sollte. Es ist deshalb zu schlussfolgern, dass der ökologische Landbau einen relevanten Beitrag zur Lösung der umwelt- und ressourcenpolitischen Herausforderungen dieser Zeit leisten kann.

Ausblick

Die Ergebnisse dieser Arbeit verdeutlichen die Komplexität, die mit der Bewertung der gesellschaftlichen Leistungen des ökologischen Landbaus verbunden ist. Eine einfache Antwort auf die Frage, wie gut die ökologische Wirtschaftsweise für die Umwelt und das Tierwohl ist, bietet sich aus wissenschaftlicher Sicht deshalb nicht an. Unabhängig davon unterstreicht die vorliegende Arbeit, dass der ökologische Landbau zu Recht als eine besonders umweltgerechte und ressour-

censchonende Form der Landbewirtschaftung gilt und als eine Schlüsseltechnologie auf dem Weg zu mehr Nachhaltigkeit politisch unterstützt wird.

Die im Rahmen der Literaturlauswertung identifizierten Unterschiede innerhalb des ökologischen Landbaus verdeutlichen ferner, dass auch die Bio-Branche 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 prüfen, 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. 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.