

© Schwerpunkt »Tiere und die Transformation der Landwirtschaft«

Ist Ökolandbau auch ohne Nutztiere nachhaltig – und wenn ja, wie?

von Thorsten Haase*

Wie in der Landwirtschaft generell, so hat auch im Ökolandbau die Tierhaltung ihre Selbstverständlichkeit verloren. Seien es ethische Bedenken, sei es der Beitrag der Tierhaltung zum globalen Klimawandel: Die deutliche Reduktion der Tierzahlen wird in der Gesellschaft von verschiedensten Seiten gefordert. Diese Forderung betrifft auch den Kern der ökologischen Wirtschaftsweise. Denn für den Ökolandbau ist traditionell die Verwendung von Wirtschaftsdünger das zentrale Instrument, um dem Ideal eines möglichst geschlossenen Betriebskreislaufs näherzukommen. Doch auch im Bereich des Ökolandbaus gibt es immer mehr Marktfruchtbetriebe, die ohne landwirtschaftliche Nutztiere wirtschaften und auf andere Weise versuchen müssen, ihre Nährstoffkreisläufe zu schließen. Doch (wie) ist das möglich? – Der folgende Beitrag geht unter Rückgriff auf die aktuelle Forschungslage der Frage nach, wie nachhaltig – vor allem mit Blick auf Nährstoffbilanzen und Bodenfruchtbarkeit – solche Betriebe wirtschaften. Er stellt dabei nicht nur die ökologische Vorzüglichkeit tierhaltender Biobetriebe heraus, sondern benennt auch zentrale Bausteine für ein Gesamtkonzept viehloser Ökobetriebe, die es zu beachten gilt, damit auch diese Variante des Ökolandbaus als nachhaltig gelten kann.

Der Klimawandel als das wohl drängendste ökologische Problem im globalen Kontext wird mit der Landwirtschaft in Verbindung gebracht. Sie gilt sowohl als Mitverursacherin als auch als Betroffene des Klimawandels. Die Emissionen des Sektors Landwirtschaft sind mit über acht Prozent Anteil an den Gesamtemissionen eine relevante Quelle für Treibhausgase.¹ Die Landwirtschaft ist die bedeutendste Emittentin der beiden sehr potenten Treibhausgase Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O). Methan stammt vorwiegend aus der Tierhaltung und Wirtschaftsdüngern, Lachgas aus den landwirtschaftlich genutzten Böden und aus der Anwendung organischer und mineralischer Düngemittel.

In der Gesellschaft hat sich das Ressentiment verfestigt, dass die Landwirtschaft in der derzeit vorherrschenden Ausprägung nicht nachhaltig ist. Viele negative Umweltwirkungen, die von der Landwirtschaft ausgehen, werden der Nutztierhaltung zugeschrieben. Darüber hinaus gibt es in Teilen der Gesellschaft – wei-

terhin zunehmend – ethische Vorbehalte gegenüber dem Konsum von Lebensmitteln tierischer Herkunft. Neben den teils fragwürdigen Haltungsbedingungen basieren diese wohl auch auf der vergleichsweise geringen Konversionseffizienz der Erzeugung von Lebensmitteln tierischer Herkunft. Zu deren Berechnung wird der humanernährungstaugliche Output von Nutztieren (Fleisch, Milch etc.) dem potenziell humanernährungstauglichen Input über Futtermittel, gesondert für Protein und Energie, gegenübergestellt. Empfehlungen für einen Ernährungsstil mit einem deutlich reduzierten Anteil an Lebensmitteln tierischer Herkunft wurden von Umwelt- wie auch Ernährungswissenschaftler:innen ausgesprochen. Als ein notwendiger Schritt bei der anstehenden Transformation des Ernährungs- und Landwirtschaftssektors gilt die Reduzierung der Nutztierbestände.²

Ökologische Landwirtschaft als Alternative

Nicht zuletzt aufgrund der hohen externen Kosten der landläufigen Nutztierhaltung gilt die ökologische Produktionsweise als »das beste umweltschonende und klimaschützende Verfahren«³, eine Wirtschaftsweise,

* Den vorliegenden Beitrag gibt es zusätzlich auf der Website des *Kritischen Agrarbericht* (dort im Kapitel »Ökologischer Landbau« der Ausgabe 2024) in einer Fassung mit zahlreichen weiteren Literaturhinweisen und Quellenangaben.

deren klassisches Leitbild ja gerade die Integration der Nutztiere in die landwirtschaftliche Flächennutzung vorsieht. Strenge Kritiker beklagen jedoch auch für die ökologische Landwirtschaft ein erhebliches Ausmaß an tiergesundheitlichen und tierschutzrelevanten Beeinträchtigungen der Nutztiere.⁴

Ökologische Betriebe unterscheiden sich von konventionellen Betrieben hinsichtlich Betriebsmitteleinsatz, Betriebsstruktur und Systemleistungen. Sie setzen keinen mineralischen Stickstoff und keine chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmittel ein, der Zukauf von Futtermitteln und der Tierbesatz sind begrenzt. Es handelt sich also um ein sog. Low-Input-System. Die Anzahl der angebauten Kulturarten ist auf Ökobetrieben höher. Die Fruchtfolgen enthalten stets einen Mindestanteil an Leguminosen, welche in der Lage sind, Stickstoff (N) aus der Atmosphäre in die Pflanze und damit in den Boden-Stickstoff-Pool einzubringen. Die Bodenfruchtbarkeit bildet die Grundlage der Ertragsbildung der Kulturpflanzen. Ihre Versorgung mit Stickstoff verläuft über die Aktivität von Bodenmikroorganismen. Zur Förderung der Pflanzengesundheit setzt man auf Selbstregulationsmechanismen, die wiederum durch eine vielfältige Fruchtfolge gefördert werden.

Das oberste Ziel des Ökolandbaus ist die Erhaltung der natürlichen Fruchtbarkeit der Böden. Ein weiteres Ziel des Ökolandbaus ist es, innerbetriebliche Nährstoffkreisläufe weitestgehend zu schließen, um Nährstoffverluste zu minimieren. Die Verwendung von Wirtschaftsdüngern ermöglicht eine Annäherung an das Ideal des weitestgehend geschlossenen Betriebskreislaufes. Die zentrale Bedeutung der Integration von Nutztieren für den Ökolandbau liegt in der Nutzung der dabei generierten Wirtschaftsdünger begründet. Auf Ökobetrieben mit Wiederkäuern ist der Feldfutterbau mit Futterleguminosen-Gras-Gemengen (z. B. Klee- oder Luzernegras) eine essenzielle Komponente der Fruchtfolgegestaltung. Beides, legumer Feldfutterbau sowie die Anwendung von Wirtschaftsdüngern, sind Garanten für den Erhalt eines standortgerechten Humusgehaltes im Boden. Humus wiederum, also der organisch gebundene Kohlenstoff, steht repräsentativ für viele Indikatoren der Bodenfruchtbarkeit

Lob des Klee-grasanbaus

Neben der Lieferung von wirtschaftseigenem Grundfutter werden dem Klee- bzw. Luzernegras weitere, für das Funktionieren ökologischer Anbausysteme entscheidende Leistungen zugeschrieben: die Erhaltung des Bodenvorrates an organischem Kohlenstoff, die Verbesserung der Bodenstruktur durch Beschattung und Durchwurzelung, der Schutz vor Wind- und Wassererosion, die Stickstofffixierung durch

eine Symbiose mit Knöllchenbakterien, die Unterbodenlockerung durch eine tiefreichende Pfahlwurzel, Nährstoffmobilisierung aus dem Unterboden und Unkrautunterdrückung durch Beschattung, regelmäßiges Schneiden sowie Konkurrenz um Wasser und Nährstoffe, Verhinderung der Nährstoffauswaschung. Nicht zuletzt haben Feldfutterbestände mit blühenden Gräsern und Feinleguminosenarten eine Funktion als Refugium und Futterquelle für Nutzinsekten und Feldhasen.

In einem Langzeitversuch wurden drei unterschiedliche Betriebssysteme hinsichtlich ihrer Wirkung auf Indikatoren der Bodenfruchtbarkeit und die Ertragsleistungen ihrer jeweiligen sechs-feldrigen Fruchtfolge untersucht. Das viehhaltende Betriebssystem konnte die höchsten Erträge erzielen, gefolgt von einem Marktfruchtbetrieb, der zumindest ein überjähriges Klee-gras als Grünbrache nutzte. Die niedrigsten Erträge wurden in der Fruchtfolge »Marktfrucht ohne Klee-gras« erzielt. Daraus folgerten die Autor:innen der Studie, dass viehlose (oder auch vegane) Wirtschaftsweise als ein konkurrenzfähiges alternatives Betriebssystem gelten können, solange Klee-gras Bestandteil der Fruchtfolge bleibt.⁵ Aufgrund fehlender Verwertungsmöglichkeiten wird auf den Marktfruchtbetrieben das Klee-gras meist nicht geerntet, sondern verbleibt gemulcht auf der Fläche, was das Risiko von Lachgasemissionen erhöht.

Die Ertragslücke

Das geringere Ertragspotenzial des Ökolandbaus, oftmals »Ertragslücke« genannt, ist unbestritten und vielfach in Metastudien dokumentiert worden. Auch hinsichtlich der kurzfristigen Ertragsstabilität, also das Potenzial des Anbausystems zu möglichst geringen Ertragsschwankungen um ein mehrjähriges Ertragsmittel, schneidet der Ökolandbau im globalen Maßstab schlechter ab als der konventionelle. Zuletzt wurde jedoch in einem für hiesige Breiten repräsentativen Langzeitdauerfeldversuch bewiesen, dass ökologische Anbausysteme in der Lage sind, ein – wenn auch niedrigeres Ertragsniveau – langfristig zu halten.⁶

Dass die Frage, welches der Anbausysteme das Potenzial hat, die Welt zu ernähren, falsch gestellt ist, wurde im *Kritischen Agrarbericht* an anderer Stelle bereits deutlich gemacht.⁷ Gefordert wurde auch, die gesamte Debatte um die Ertragslücke in einen neuen Bezugsrahmen zu setzen. Es geht eher um die Frage, welchen Beitrag der Ökolandbau als ressourcenschonendes Anbausystem zu einer nachhaltigen Landwirtschaft leisten kann. In der gesamten Diskussion um das nachhaltigste Anbausystem scheinen jedoch sowohl die jeweils indikatorabhängig angemessene Bezugsgrößen als auch die zugrunde gelegten normativen Prämissen noch nicht hinreichend geklärt.

Nachhaltigkeitsbewertung von Anbausystemen

Eine jüngere Metaanalyse der wissenschaftlichen Literatur belegt die Vorzüglichkeit der ökologischen gegenüber der sog. konventionellen Landwirtschaft in den Bereichen Wasserschutz, Bodenfruchtbarkeit, Biodiversität, Klimaanpassung und Ressourceneffizienz. Beim Klimaschutz, also der Frage, wie viele CO₂-Äquivalente emittiert werden, hängt die Vorzüglichkeit von der Bezugsgröße (pro Fläche oder pro Ertrag) ab.⁸

Eine vergleichende Studie wurde auf fruchtbaren Böden in Norddeutschland zum Risiko der Nitrat- auswaschung in drei Marktfrucht-Betriebssystemen durchgeführt. Die beiden ökologischen Betriebssysteme (geringe bzw. mittlere Intensität) zeigten niedrigere Nitratfrachten als das konventionelle Betriebssystem, jedoch nur auf die Fläche bezogen. Wenn die Nitratfracht auf das erzeugte Produkt, ausgedrückt in Getreideeinheiten, bezogen wurde, war das konventionelle System überlegen. Der im Bodenprofil gemessene Stickstoffgehalt zum Ende der Vegetationsperiode (»Rest-N_{min}«), die Stickstoffaufnahme im Herbst, aber auch die errechneten Stickstoffbilanzen des jeweiligen gesamten Systems wurden als geeignete Parameter zur Voraussage des Auswaschungsrisikos identifiziert.⁹ Die in der EU-Nitratdirektive festgelegte maximale Stickstoffkonzentration im Sickerwasser wurde in allen drei Systemen überschritten. Die Autoren empfehlen daher alternative, ausgewogenere Anbausysteme, z. B. mit zweijährigem Feldfutterbau, Zwischenfrüchten und Marktfrüchten: ein integrierter Ansatz, wie er vor allem im Ökolandbau bei gleichzeitiger Haltung von Wiederkäuern verfolgt wird.

Die Rückführung organischer Bodensubstanz, z. B. über Wirtschaftsdünger, sichert die Funktionalität essenzieller Eigenschaften landwirtschaftlich genutzter Böden und steigert die Erträge von Kulturpflanzen. Ob und in welchem Umfang Kohlenstoff aus atmosphärischem Kohlenstoffdioxid (CO₂) in der organischen Bodensubstanz landwirtschaftlicher Nutzflächen festgelegt oder daraus freigesetzt wird, ist eine Funktion des Standorts, der Art der Bodenbearbeitung und der Sättigung des organisch gebundenen Kohlenstoffs im jeweiligen Boden. Vom weltweit bekanntesten Dauerfeldversuch DOK in der Schweiz wurde unlängst von gestiegenen Kohlenstoffgehalten im Boden berichtet, wenn unter ökologischen Anbaubedingungen über 42 Jahre und äquivalent zu einem Tierbesatz von 1,4 Großvieheinheiten (GV) pro Hektar kompostierte Wirtschaftsdünger angewendet wurden.¹⁰ In einer Zwischenbilanz nach 21 Jahren hatten die Wissenschaftler:innen noch in allen geprüften Systemen eine Tendenz zu abnehmenden Kohlenstoffvorräten festgestellt.¹¹

Der Ökolandbau ist in Deutschland traditionell in den grünlandbetonten Regionen überdurchschnittlich stark vertreten, also dort, wo eine extensive Wirtschaftsweise aufgrund der bodenklimatischen Verhältnisse naheliegt. Der häufigste Betriebstyp in solchen Regionen ist der Futterbaubetrieb mit Milchvieh und entspricht dem klassischen Leitbild des Ökolandbaus. Das Prinzip der flächengebundenen Tierhaltung erfordert, dass die Anzahl der gehaltenen Nutztiere ($\leq 2,0$ GV pro Hektar) sich nach der Größe der bewirtschafteten Fläche richtet. Die Nutzung von Grünland durch die Tiere trägt im Vergleich zu einer ackerbaulichen Nutzung in erhöhtem Maße zum Klimaschutz, Boden- und Wasserschutz und zum Erhalt von Biodiversität und Habitatstrukturen bei. Zudem bereichert Grünland das Landschaftsbild.

Status quo des viehlosen Ökolandbaus

Viehlose Ökobetriebe halten meist bereits vor der Umstellung keine Nutztiere oder geben zur Umstellung, z. B. im Falle von Schweinen, die Tierhaltung auf, weil diese aufgrund der erforderlichen aufwendigen Stallumbauten – und damit verbundenen hohen Investitionen – nicht ökonomisch tragfähig ist. Betriebe mit Haltung von Wiederkäuern benötigen Kleegras nicht als Futtermittel, sondern aus den weiter oben genannten Gründen. Ökobetriebe mit wenig bis gar keinen Nutztieren finden sich vor allem in den sehr fruchtbaren Ackerbauregionen wieder. Dort ist der Ökolandbau unterdurchschnittlich vertreten. Der Anteil an spezialisierten Marktfruchtbetrieben ohne Tierhaltung gewinnt innerhalb des Ökolandbaus in Deutschland sicher weiterhin an Bedeutung.

Die räumliche Verteilung und der Anteil an der gesamten Ökofläche ist in den einzelnen Bundesländern sehr stark von der Verbandszugehörigkeit, dem Boden-Klima-Raum und dem Bundesland abhängig. In Bayern werden circa 20 Prozent der Öko-zertifizierten Fläche ohne Nutztierhaltung, d. h. viehlos bewirtschaftet. Es handelt sich bei dieser Betriebsform also um reine Marktfruchtbetriebe. Wie viele Betriebe mit einer sehr geringen Besatzdichte von Nutztieren ($\leq 0,2$ GV pro Hektar) wirtschaften, lässt sich anhand der öffentlich zugänglichen Daten nicht sagen. Es darf jedoch angenommen werden, dass solche »viehschwachen« Betriebe hinsichtlich der Flächenbewirtschaftung (z. B. Fruchtfolgegestaltung, Düngestrategie) eher Marktfruchtbetrieben ähneln.

Wie auch insgesamt im Ökolandbau variiert die Ausprägung viehloser bzw. vieharter Ökobetriebe in einem weiten Bereich. Die Extreme reichen von extensiven Getreidebaubetrieben bis hin zum intensiven Hackfrucht- bzw. Feldgemüseanbau. Im Vergleich zu viehhaltenden Betrieben kann im Durchschnitt die

Flächenausstattung und die Ackerzahl als höher und der Arbeitskraftbesatz als geringer eingestuft werden. Wichtigste Stickstoffquelle ist auch im viehlosen bzw. vieharmen Betrieb die Fixierleistung der Leguminosen. Bei den Marktfrüchten hatten in einer bereits länger zurückliegenden Studie Backweizen und Dinkel, Erbsen und Ackerbohnen sowie Kartoffeln die größte Bedeutung.

Vergleichende Studien

In einer Langzeitstudie mit sog. Pilotbetrieben wurden in vier Regionen der Bundesrepublik über zehn Jahre konventionelle und ökologische Marktfruchtbetriebe mit Milchviehbetrieben paarweise verglichen.¹² Die untersuchten Ökobetriebe haben artenreichere Fruchtfolgen, der Getreide- und Körnerleguminosenanteil ist auf den Marktfruchtbetrieben jeweils etwas höher. Die ökologischen Marktfruchtbetriebe haben einen deutlich geringeren Anteil Futterleguminosen-Gras-Gemenge (z. B. Klee gras) in der Fruchtfolge als die Öko-Milchviehbetriebe.

Aufgrund der fehlenden Nutztiere steht dem Marktfruchtbetrieb kein Wirtschaftsdünger zur Verfügung. Die Ertragslücke zwischen ökologischen und konventionell wirtschaftenden Betrieben ist auf den Marktfruchtbetrieben daher größer als auf den Milchviehbetrieben. Grund hierfür ist, dass es wenig wirtschaftlich tragfähige und/oder mit den Werten des Ökolandbaus konforme externe Betriebsmittel (z. B. organische Handelsdünger) gibt, um den Nährstoffbedarf der Kulturen ausgewogen auszugleichen.

Laut der Pilotbetriebsstudie erzielen die ökologischen Milchviehbetriebe höhere Erträge und Stickstoffentzüge als die Öko-Marktfruchtbetriebe. Der Stickstoffinput über Wirtschaftsdünger kann viehlos über Stroh- und legume Gründüngung nicht ausgeglichen werden. Für die Öko-Marktfruchtbetriebe wurde ein positiver Stickstoffsaldo von 11, für die Öko-Milchviehbetriebe von 25 Kilogramm Stickstoff pro Hektar bilanziert, beide Werte also auf einem niedrigen Niveau. Je höher der Stickstoffsaldo als Differenz zwischen Zufuhr und Abfuhr auf der Fläche, desto höher ist das Risiko von unproduktiven und umweltschädlichen Stickstoffverlusten über Ammoniak (NH₃), Lachgas (N₂O) und Nitrat (NO₃). Die Studie bescheinigt dem Ökologischen Landbau geringere Treibhausgas- und Stickstoffemissionen und beziffert die Einsparung an externen Kosten für die Gesellschaft auf 750 bis 800 Euro pro Hektar.

Bei den Phosphorbilanzen weisen beide Betriebstypen negative Salden auf, die Marktfruchtbetriebe noch stärker als die Milchvieh- bzw. Gemischtbetriebe. Das bedeutet einerseits, dass bei ökologischer

Wirtschaftsweise keine umweltgefährdenden Phosphorüberschüsse zu erwarten sind. Andererseits stellt sich – insbesondere bei den viehlosen Betrieben – die Frage, wie sich negative Phosphorsalden langfristig auf die Versorgung der Böden mit pflanzenverfügbarem Phosphor auswirken. In der betreffenden Studie wurden diesbezüglich keine systematischen Unterschiede zwischen den Betriebstypen festgestellt, jedoch eine sehr starke Variabilität innerhalb und zwischen individuellen Betrieben.

In einer Untersuchung in Sachsen wurden über sechs Jahre auf 32 Ökobetrieben und auf insgesamt 810 Ackerflächen Untersuchungen zur Nährstoffversorgung bei unterschiedlicher Bewirtschaftung durchgeführt. Auch diese Studie weist auf ein Problem langjährig wirtschaftender Ökobetriebe bei der Phosphorversorgung hin. Hier waren nicht nur die allermeisten Phosphorsalden negativ, sondern 48 Prozent der Flächen wiesen entweder Versorgungsklasse B »niedrig« (37 Prozent) oder gar A »sehr niedrig« (11 Prozent) auf. Auf Betrieben mit Feldgemüsebau wurden dagegen zumindest auf einem Viertel der Flächen zu hohe Nährstoffgehalte (Phosphor) oder -salden (Stickstoff, Phosphor, Humus) gemessen.¹³

Weitere Erhebungen in Niedersachsen und Bayern führen ebenfalls eine Phosphorunterversorgung von ökologisch bewirtschafteten Flächen an, die mit der Dauer ökologischer Bewirtschaftung zunimmt.¹⁴ Eine Studie auf einem Praxisbetrieb in Schleswig-Holstein, in der ein Milchvieh- mit einem viehlosen System ohne externen Phosphorinput verglichen wurde, stellte abnehmende Gehalte an pflanzenverfügbarem Phosphor im Boden in beiden Systemen fest, mit stärkeren Abnahmen im viehlosen System.¹⁵

In typischerweise viehlosen Betriebssystemen wie dem Anbau von Gemüsekulturen unter Glas oder in Folientunneln können sich im Ökolandbau starke Ungleichgewichte bei den Nährstoffflüssen einstellen. Aufgrund der hohen Nährstoffansprüche, kurzen Vegetationsdauer und hohen Nährstoffexporten ergaben sich in einer süddeutschen Studie sehr hohe Überschüsse für Stickstoff, Phosphor und Schwefel, bei stark negativen Salden für Kalium.¹⁶

Eine europaweite Erhebung der Nährstoffversorgung ökologisch bewirtschafteter Betriebe zeigte weitestgehend ausgeglichene Bilanzen für Phosphor und Kalium auf ökologischen Ackerbaubetrieben. Problematisch gesehen werden kann der Rückgriff auf externe Nährstoffquellen, teils konventioneller Herkunft. Aus einer aktuellen Studie geht hervor, dass 17 bis 26 Prozent der von außen in die Ökobetriebe zugeführten Nährstoffmengen aus konventionellen Düngern bestritten werden. 31 bis 41 Prozent stammen aus nicht-landwirtschaftlicher Herkunft.¹⁷ Es besteht dabei auch die Herausforderung, ob zukünftig

die Verwendung von Betriebsmitteln konventioneller Herkunft reduziert werden kann.

Bausteine für ein Gesamtkonzept im viehlosen Ökobetrieb

Der viehlose Ökobetrieb muss regional Nährstoffe – ausdrücklich auch solche tierischer Herkunft – recyceln, um sie zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit seiner Flächen zu nutzen. Dazu gibt es verschiedene, bereits praktizierte und in stetiger Weiterentwicklung befindliche Ansätze.

Futter-Mist-Kooperation

Eine solche Kooperation bedeutet den Tausch des Aufwuchses von Klee- oder Luzernegras-, aber auch Grünlandflächen gegen Wirtschaftsdünger wie Mist oder Gülle von einem viehhaltenden Kooperationsbetrieb. Die darüber importierten Stickstoffmengen sind dabei von den Zukaufmengenbegrenzungen ausgenommen und daher zusätzlich für den Betrieb nutzbar. Der das Futter abnehmende tierhaltende Betrieb hat mehr Grundfutter zur Verfügung und gewinnt zusätzliche Ackerflächen, auf denen er Marktfrüchte anbauen kann. Der Marktfruchtbetrieb hat den Vorteil, aufgrund der mehrfachen Schnittnutzung der Bestände gleichzeitig auch die Menge des aus der Atmosphäre fixierten Stickstoffs zu steigern.

In der Praxis stellt sich häufig die Frage nach der geeigneten »Währung«, in der die Materialien miteinander verrechnet werden. Auch wenn sich die gehandelten Güter inhaltsstofflich ähneln und annähernd gleiche Mengen der Nährstoffe Stickstoff, Phosphor und Kalium ausgetauscht werden, profitiert doch das Nährstoff-, insbesondere Stickstoffmanagement des Betriebes, der z. B. Gülle erhält. Der viehlose Betrieb nutzt nun einen Wirtschaftsdünger mit einem relativ hohen Anteil an pflanzenverfügbarem Stickstoff, um damit den Ertrag und die Qualität z. B. bei der Backweizenerzeugung zu steigern.

Vorher war Stickstoff gasförmig aus dem Mulch des Kleeegrases verloren gegangen. Die Stickstofffixierung wird durch das aus dem Mulchmaterial freigesetzte Nitrat vermindert und das durch den Mineralisationsschub nach der Grünbrache erhöhte Risiko für Nitratauswaschung vermieden. Der viehlose Betrieb, der einen verlässlichen langfristigen Tauschpartner gefunden hat, wird zum »simulierten Gemischtbetrieb«¹⁸ und kann dann durchaus eine Fruchtfolge mit bis zu zweijährigem Klee gras praktizieren, mit all seinen positiven Konsequenzen für die Bodenfruchtbarkeit.

Ein viehloser Betrieb kann auch mit Monogastrier (Schweine oder Geflügel) haltenden Betrieben kooperieren: Er liefert Getreide, Körnermais oder Körner-

leguminosen und erhält Schweinemist oder Hühner trockenkot. Dabei können auch über die Zwischenstation eines Futtermittelherstellers Futtermischungen zum Tauschmittel werden. Gerade flächenknappe geflügelhaltende Betriebe können damit erheblich zur Verbesserung ihrer Flächenbilanz beitragen.

Nutzung von Gärresten aus der Biogaserzeugung

Biogasproduktion passt augenscheinlich gut in das Konzept des Ökolandbaus, weil es den Kreislaufgedanken aufgreift. Eigene erneuerbare Ressourcen wie Koppel- und Nebenprodukte pflanzlichen und tierischen Ursprungs werden verwertet. Für viehlose Betriebe ist die Vernetzung mit Biogas produzierenden Betrieben eine attraktive Option, ihre Fruchtfolge zu optimieren und ihr Nährstoffmanagement zu verbessern. Der Tausch von Klee gras, Mais oder anderen Futterpflanzen ist dann möglich, wenn die Gärreste nach den Vorgaben der EU-Öko-Verordnung und der Bioverbände für eine Ausbringung auf Bioflächen zugelassen sind. Die dort eingesetzten Wirtschaftsdünger dürfen nicht aus tierhaltenden Betrieben mit mehr als 2,5 GV pro Hektar stammen.

Als pflanzliche Substrate für die Biogasproduktion im ökologischen Betrieb kommen Kulturen in Betracht, die aus Gründen der Stickstoffversorgung des Systems angebaut werden, wie Futterleguminosengemeinschaften, oder der Fruchtfolgegestaltung dienen wie Zwischenfrüchte. Es werden in der Realität nicht nur die betriebseigenen Ressourcen genutzt. Die Substrate sollten nicht ausschließlich für die Energiegewinnung angebaut werden. Durch die Umwandlung der pflanzlichen und tierischen Einsatzstoffe im Zuge des Gärprozesses ergibt sich ein Gärprodukt mit verbesserter Düngewirksamkeit, was eine flexiblere Stickstoffdüngung ermöglicht und Stickstoffverluste verringert.

Alternative Klee grasnutzungskonzepte

Betriebe, denen z. B. aufgrund ihrer räumlichen Lage derartige Kooperationen verwehrt sind, beschäftigen sich mit der Frage alternativer Nutzungsoptionen für Klee gras. In einer Studie mit 93 Betrieben wurde herausgefunden, dass 23 Prozent mindestens einen Schnitt als innerbetrieblichen Transferdünger nutzen, und zwar in der Häufigkeit (Grünschnitt > Silage > Kompost) der erwarteten Düngewirkung.¹⁹ Die ökologische bzw. ökonomische Vorzüglichkeit der Verfahren kann anhand der Variablen Stickstoffträge und -verluste, Vorfruchtwert und Düngewirkung, Arbeiterledigungskosten, Energieaufwand und Humusersatzwirkung quantifiziert werden.

Kompostierung gilt allgemein als Verfahren, bei dem erhebliche gasförmige Stickstoffverluste entstehen können. Bei der Anwendung von Klee gras-Transferverfahren wäre dadurch die Feld-zu-Feld-

Stickstoffeffizienz bei kompostiertem Klee gras im Vergleich zu anderen Substraten am geringsten. Eine Arbeitsgruppe der Universität Kassel-Witzenhausen²⁰ befand unlängst: Bei alleiniger Kompostierung von Klee gras kann es zu Stickstoffverlusten von 50 Prozent kommen. Diese Verluste können jedoch über die Beimengung von strukturreichen Materialien wie Stroh und Grüngut (Heckenschnitt) als Co-Substrat auf unter 20 Prozent reduziert werden. Die Düngewirkung ist dann vergleichbar mit derjenigen anderer Klee gras-Transferdünger. Die Kosten für das Verfahren sind dann etwa gleich hoch wie bei Klee gras-Silierung, wenn auch die Stoffströme Berücksichtigung bei der Bewertung finden.

Biogut- und Grüngutkomposte

Die Kompostierung von Stallmist führt gegenüber der Anwendung von nicht-kompostiertem Stallmist zu einer Steigerung des organischen Kohlenstoffgehaltes in der nicht-durchwurzelten Krume. Das Potenzial der Kompostanwendung für die Kohlenstoff-Sequestrierung für den Klimaschutz gilt jedoch als begrenzt. Auf die Förderung des organischen Kohlenstoffgehalts im Sinne einer gesteigerten Bodenfruchtbarkeit könnten auch Ökobäuerinnen und -bauern hoffen, wenn sie Biogut- oder Grüngutkomposte einsetzen. Eine aktuelle Studie zeigte, dass über 70 Prozent der zwischen 2018 und 2021 in Deutschland erzeugten Bio- und Grüngutkomposte für den Ökologischen Landbau geeignet waren, selbst nach den strengeren Richtlinien der Verbände Bioland und Naturland. Nur ein Bruchteil (sieben Prozent) wurde eingesetzt. Wenn die Eignung nicht gegeben war, so war der Grund zunächst eine erhöhte Konzentration an Schwermetallen gefolgt von einem zu hohen Anteil an Fremdstoffen. Die Verunreinigung mit den besonders kritischen Kunststofffolien bzw. leichten Verbundstoffen wurde in den vergangenen Jahren jedoch deutlich (minus 58 Prozent) reduziert. Bei weiteren Verbesserungen in der Prozesskette könnten kurzfristig 50 Prozent der Nährstoffdefizite (Phosphor, Kalium) ökologischer Marktfruchtbetriebe ausgeglichen werden. Ein pflanzenbauliches Problem bei der Anwendung von Komposten gleich welcher Herkunft bleibt die geringe Stickstoffverfügbarkeit im Jahr der Anwendung, d. h. eine für den Ökolandbau typische mangelnde Synchronisation von Stickstoffbedarf der Kulturpflanze und -verfügbarkeit durch Stickstoffmineralisierung aus der organischen Substanz.

Die Stickstoffeffizienz (Einheit Ertrag pro Einheit gedüngtes N) ist bei der Anwendung von Stickstoffmineraldüngern ungleich größer. Jedoch sind diese im Ökolandbau nicht zugelassen, nicht zuletzt aufgrund der hohen Aufwendungen an Energie für ihre Herstellung. Bei viehlosen Ökobetrieben muss der über das

Erntegut abgegebene Stickstoff in erheblichen Maß ersetzt werden. Der mit Körnerleguminosenanbau aus der Atmosphäre fixierte Stickstoff verlässt zu großen Teilen über das Erntegut die Ackerflächen und in der Folge den Betrieb. Der Zukauf von Stickstoff ist für Betriebe, die nach Verbandsrichtlinien (z. B. Bioland oder Naturland) wirtschaften, auf maximal 40 Kilogramm Stickstoff pro Hektar begrenzt. Abgesehen von diesen Einschränkungen ist der Markt oft begrenzt und der Zukauf teuer.

Organische Handelsdünger

Es gibt eine zunehmende Anzahl an organischen Handelsdüngern oft konventioneller Herkunft, die neben Stickstoff auch andere Makro-, aber auch Mikronährstoffe enthalten. Die Grenzen ihres Einsatzes ergeben sich in der Praxis vor allem durch den oft hohen Marktpreis. Agronomische Eigenschaften dieser Düngemittel wie Nährstoffgehalte, das Stickstoff/Phosphor- oder Kohlenstoff/Stickstoff-Verhältnis haben

Folgerungen & Forderungen

- Die große Herausforderung des viehlosen Ökolandbaus besteht darin, die teils sehr weit offenen Nährstoffkreisläufe zu schließen.
- Am besten lassen sich Nährstoffbilanzen viehloser Ökobetriebe verbessern über die Kooperation mit viehhaltenden Betrieben oder solchen viehlosen Betrieben, die unter anderem aus Substraten tierischer Herkunft (Wirtschaftsdünger) Biogas erzeugen.
- Die Spezialisierung der Betriebe ist Realität und wird sich weiter fortsetzen. Die weit offenen Nährstoffkreisläufe enger zu fassen und die Humusreproduktion zu sichern, hat für viehlose Ökobetriebe oberste Priorität.
- Der Ökolandbau wird sich dann auch weniger Kritik für die Inkonsequenz der Nutzung von Nährstoffquellen konventioneller Herkunft gefallen lassen müssen.
- In einem kategorisch viehlosen Ökolandbau ist keinesfalls die Lösung zu finden, weder für die Probleme des Agrar- und Ernährungssektors in seiner derzeitigen Ausprägung noch für den sich weiter spezialisierenden Ökolandbau mit seinen Herausforderungen.
- Das Bewusstsein für den Wert der Anwendung von Biogut- oder Grüngutkomposten muss weiter geschärft werden.
- Bestehende Konzepte zur Schließung regionaler Nährstoffkreisläufe sind zu optimieren.
- Es geht aber auch darum, mittelfristig neue Wege zu gehen, wie z. B. die Nutzung von Phosphor aus Klärschlamm im Ökolandbau hoffähig zu machen. Erste Schritte werden gerade gegangen.

jedoch entscheidende Bedeutung für die Eignung des Produktes zur Anwendung in unterschiedlichen Kulturpflanzenarten und Anbausystemen. In diesen inhaltsstofflichen Eigenschaften (nicht so sehr Kohlenstoff und Stickstoff) variieren die auf dem Markt verfügbaren Produkte in erheblichem Maße. Noch haben diese Betriebsmittel ein sehr eingeschränktes Potenzial, um erfolgreich die Nöte viehloser Ökobetriebe zu adressieren.

Anmerkungen

- 1 Umweltbundesamt: Berechnung der Treibhausgasemissionsdaten für das Jahr 2022 gemäß Bundesklimaschutzgesetz. Begleitender Bericht. Kurzfassung vom 15. März 2023. Dessau-Roßlau 2023 (www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/361/dokumente/vjs_2022_-_begleitbericht_final_kurzfassung.pdf).
- 2 Zukunftskommission Landwirtschaft: Zukunft Landwirtschaft. Eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe. Empfehlungen der Zukunftskommission Landwirtschaft. Berlin 2021(www.bmel.de/goto?id=89464).
- 3 Verordnung (EU) 2018/848 des Europäischen Parlaments und Rates vom 30. Mai 2018 über die ökologische/biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen sowie zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 834/2007 des Rates. Brüssel 2018 (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX%3A32018R0848>).
- 4 A. Sundrum: Gemeinwohlorientierte Erzeugung von Lebensmitteln. Impulse für eine zukunftsfähige Agrar- und Ernährungswirtschaft. Berlin / Heidelberg 2022. DOI: 10.1007/978-3-662-65155-1.
- 5 W. Niether et al.: Yield dynamics of crop rotations respond to farming type and tillage. In: *Field Crops Research* 303 (2023), 109131. DOI: 10.1016/j.fcr.2023.109131.
- 6 S. Knapp et al.: Organic cropping systems maintain yields but have lower yield levels and yield stability than conventional systems – Results from the DOK trial in Switzerland. In: *Field Crops Research* 302 (2023), 109072. DOI: 10.1016/j.fcr.2023.109072.
- 7 J. Heß: Ökologisch durch Krieg und Krisen! Resilienz und Leistungen des Biolandbaus vor dem Hintergrund planetarer Krisen. In: *Der kritische Agrarbericht 2023*, S. 127-133.
- 8 J. Sanders und J. Heß (Hrsg.): Leistungen des ökologischen Landbaus für Umwelt und Gesellschaft. Thünen-Report 65. 2. Auflage, Braunschweig 2019. DOI:10.3220/REP1576488624000.
- 9 L. Biernat et al.: Is organic agriculture in line with the EU-Nitrate directive? On-farm nitrate leaching from organic and conventional arable crop rotations. In: *Agriculture Ecosystems and Environment* 298 (2020), 109964. DOI: 10.1016/j.agee.2020.106964.
- 10 H.-M. Krause et al.: Biological soil quality and soil organic carbon change in biodynamic, organic, and conventional farming systems after 42 years. In: *Agronomy for Sustainable Development* 42 (2022), 117. DOI: 10.1007/s13593-022-00843-y.
- 11 A. Fließbach et al.: Soil organic matter and biological soil quality indicators after 21 years of organic and conventional farming. In: *Agriculture, Ecosystems and Environment* 118 (2007), pp. 273-284. DOI: 10.1016/j.agee.2006.05.022.
- 12 K.-J. Hülsbergen et al.: Umwelt- und Klimawirkungen des ökologischen Landbaus. Berlin 2023 (https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dno65968.pdf).
- 13 H. Kolbe und D. Meyer: Schlaggenaue Analyse von 32 Betrieben des ökologischen Landbaus im Freistaat Sachsen: Nährstoff- und Humusmanagement. In: *Berichte über Landwirtschaft. Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft* 99/2 (2021) (<https://buel.bmel.de/index.php/buel/article/view/315>).
- 14 M. Reimer et al.: Reliance on biological nitrogen fixation depletes soil phosphorus and potassium reserves. In: *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 118 (2020), pp. 273-291. DOI: 10.1007/s10705-020-10101-w.
- 15 M. Ohm et al.: Long-term negative phosphorus budgets in organic crop rotations deplete plant-available phosphorus from soil. In: *Agronomy for Sustainable Development* 37 (2017), 17. DOI: 10.1007/s13593-017-0425-y.
- 16 S. Zikeli: The challenge of imbalanced nutrient flows in organic farming systems: A study of organic greenhouses in Southern Germany. In: *Agriculture, Ecosystems and Environment* 244 (2017), pp. 1-13. DOI: 10.1016/j.agee.2017.04.017.
- 17 M. Reimer et al.: Sustainable growth of organic farming in the EU requires a rethink of nutrient supply. In: *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 2023 DOI: 10.1007/s10705-023-10297-7.
- 18 J. Heß: Der simulierte Gemischtbetrieb. In: *bioland (Magazin)* 4 (2011), S. 9-10.
- 19 H. Maaß et al.: Alternativen der Klee grasnutzung in vieharmen und viehlosen Betrieben. in: S. Wolfrum et al. (Hrsg.): Beiträge zur 14. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. Berlin 2017, S. 310-313.
- 20 S. Casper, Heß J, Bruns C: Transferdüngung mit Klee gras: Auswirkungen verschiedener Düngesubstrate und -stufen auf den Kornertrag von Winterweizen. In: D. Mühlrath et al. (Hrsg.): Beiträge zur 15. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. Berlin 2019, 234-237.



Prof. Dr. Thorsten Haase
 Professur Ökologische Pflanzen-
 produktionssysteme an der Hochschule
 Weihenstephan-Triesdorf.

thorsten.haase@hswt.de