

Ökologische Bewirtschaftung erfordert die Steuerung von innerbetrieblichen Nährstoffflüssen

Sundrum, A.¹

Keywords: Nährstoffeffizienz, Milcherzeugung, Agrarökosystem, Paradigmenwechsel

Abstract

Self-organised ecosystems are characterised by a high efficiency in the use of limited nutrient resources whereas the productivity is generally low. To utilise the potentials of agro-ecosystems with respect to a high nutrient efficiency, there is a need to steer the nutrient flow and provide good starting and adaptation conditions for living organisms.

While organic standards provide no operational guidelines on how to improve nutrient management, a concept was developed to improve N-efficiency on the farm level. N-import into the farm and N-flow through subordinate sub-systems ('livestock', 'dung storage/ distribution', 'arable land/pasture', and 'feed storage/distribution') were assessed on 9 organic and 7 conventional dairy farms, based on farm specific data and by making use of equations from the literature to estimate relevant figures.

N-efficiency varied considerably between sub-systems within and between farms, however showing no significant difference between the production methods. The results indicate a large but farm specific potential for improvements, contradicting any attempts of generalised statements and recommendations. Instead of minimum standards, a high level of N-efficiency that is beyond the average of conventional farms should be established as a leading aim in organic agriculture to justify claims.

Einleitung und Zielsetzung

„Unter Oecologie verstehen wir die gesamte Wissenschaft von den Beziehungen des Organismus zur umgebenden Außenwelt, wohin wir im weiteren Sinne alle „Existenz-Bedingungen“ rechnen können. Diese sind theils organischer, theils anorganischer Natur; sowohl diese als jene sind ... von der größten Bedeutung für die Form der Organismen, weil sie dieselbe zwingen, sich ihnen anzupassen.“ Der von Haeckel 1866 eingeführte Begriff «Ökologie» verweist auf sehr komplexe Wirkungsgefüge im Zusammenspiel biotischer und abiotischer Faktoren. Demgegenüber erscheinen die Mindestanforderungen als Charakteristikum des „ökologischen Landbaus“ als ein sehr reduktionistischer Ansatz und daher kaum geeignet, um effiziente Nährstoffnutzungen und Anpassungsprozesse zu initiieren (Sundrum 2012). Auch kann das Leitbild eines in sich geschlossenen Nährstoffkreislaufes nicht als zielführend bei der Verbesserung der Nährstoffeffizienz gelten (Sundrum & Sommer 2011). Zudem schüren aktuelle Studien Zweifel an der Vorzüglichkeit der ökologischen Landwirtschaft bezüglich der Nachhaltigkeit gegenüber anderen Produktionsverfahren (Hülsbergen 2012). Dies kontrastiert u.a. mit der Forderung des Naturland-Verbandes an die Politik, den „Goldstandard Öko-Landbau“ als Leitbild einer nachhaltigen Landwirtschaft festzuschreiben. Wie «ökologisch» ist also die ökologische Landwirtschaft? „Natürliche“ Ökosysteme zeichnen sich durch eine hohe Nährstoffeffizienz und eine geringe Produkti

¹ Fachgebiet Tierernährung und Tiergesundheit, Universität Kassel, Nordbahnhofstr. 1a, D-37213 Witzenhausen, Deutschland, Sundrum@uni-kassel.de, www.uni-kassel.de/agrar/tierereg/

viät aus. Landwirtschaftliche Betriebe sind keine selbstorganisierenden Öko-Systeme, sondern Agrar-Ökosysteme, deren Strukturen sowie die Flüsse von Material, Energie und Informationen von den Betriebsleitern organisiert und reguliert werden müssen. Organisationsstrukturen und Nährstoffverfügbarkeiten markieren die Existenzbedingungen, an die sich alle Lebewesen im landwirtschaftlichen Betriebssystem anpassen müssen. Analog müssen sich Landwirte an die Rahmenbedingungen anpassen, die ihnen durch die Marktteilnehmer vorgegeben werden bzw. versuchen, diese in ihrem Sinne zu verändern. Anpassungsprozesse in den jeweiligen Sub-Systemen auf den verschiedenen Prozessebenen bedürfen der gedanklichen Durchdringung der Komplexität und der Gestaltungskraft. Bisherige Konzepte sind in erster Linie „attributiv“ im Hinblick auf den jeweiligen Status quo und weniger „konsequential“ (Zolitsch *et al.*, 2012). Entsprechend mangelt es ihnen häufig an der Operationalisierbarkeit. Nachfolgend wird ein Konzept zur Verbesserung der Stickstoff-Effizienz vorgestellt, das den Landwirten eine Orientierung für das Nährstoffmanagement bieten soll, um innerbetriebliche Anpassungsprozesse und die N-Effizienz in verschiedenen Sub-Systemen optimieren zu können.

Methoden

Die Extrapolation von Ergebnissen über hierarchisch angeordnete Prozessebenen hinweg ist nur bedingt belastbar (Sundrum 2008). Daher wird der Nährstofffluss im landwirtschaftlichen Betrieb in Anlehnung an Kohn *et al.* (1997) durch eine horizontale Anordnung von innerbetrieblichen Sub-Systemen (Tierhaltung, Dunglagerung/-verteilung, Acker-/Grünland-schläge, Futterlagerung/-verteilung) abgebildet. Die Sub-Systeme sind durch operationalisierbare Grenzen markiert, welche eine einfache Quantifizierung von Input- und Output-Größen ermöglichen. Der N-Output eines Subsystems stellt den N-Input des nachfolgenden Subsystems dar (s. Abb. 1). Auf diese Weise können Plausibilitätsprüfungen durchgeführt und Wechselbeziehungen erfasst werden. Durch die Nutzung leicht zugänglicher betriebsspezifischer Kenngrößen und der Literatur entnommenen Schätzformeln wird eine Balance zwischen dem Aufwand bei der Datenakquise und Belastbarkeit der Daten angestrebt. Das Konzept wurde auf 9 ökologisch und 7 konventionell wirtschaftenden Milchviehbetrieben angewandt.

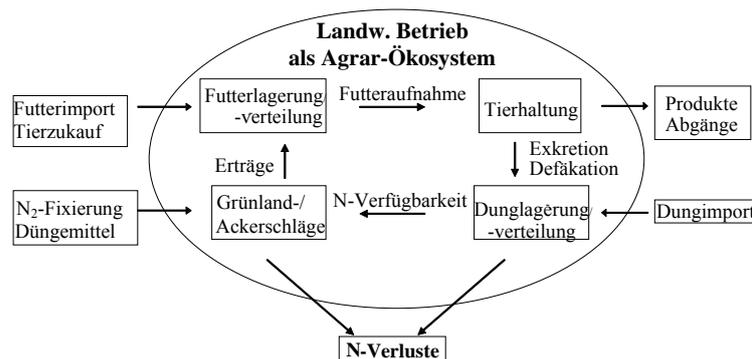


Abb. 1: Schematische Darstellung des N-Flusses durch Sub-Systeme von Milcherzeugungsbetrieben auf der gleichen Prozessebene

Ergebnisse

Die Unterschiede in der N-Effizienz auf der betrieblichen Ebene und zwischen den verschiedenen Sub-Systemen sind in Tabelle 1 dargestellt. Bezogen auf die Betriebsebene wurden im Mittel ca. 44 % des N-Imports in den Betrieb zur Erzeugung von N-Verbindungen in Form pflanzlicher und tierischer Produkte bzw. Tiere genutzt. Dagegen war der Wirkungsgrad des Futter-N für die Milcherzeugung gering. Die größten N-Verluste waren in den Sub-Systemen Dunglagerung und -verteilung sowie Ackerbau/Grünland zu verzeichnen, während die N-Verluste in den Sub-Systemen Tierhaltung und Futterlagerung/-verteilung vergleichsweise gering ausfielen. Allerdings bestanden erhebliche Unterschiede von Betrieb zu Betrieb, so dass keine signifikanten Unterschiede zwischen den Produktionsverfahren zu Tage traten.

Tabelle 1: N-Effizienz und N-Verluste (MW, Min. – Max. in %) in Relation zu unterschiedlichen Bezugssystemen in Abhängigkeit von der Produktionsweise

	Öko. Betriebe (n = 9)	Konv. Betriebe (n = 7)
N-Effizienz auf Betriebsebene (N-Output über Produkte zu N-Input)	44 (23 – 72)	43 (28 – 62)
N-Effizienz Milcherzeugung (in%) (Output Milch-N zu Input Futter-N)	14 (10 – 18)	17 (13 – 23)
N-Verluste aus Sub-System Tierhaltung	16 (13 – 21)	12 (6 – 15)
N-Verluste aus Sub-System Dunglagerung und -verteilung	35 (12 - 51)	24 (8 – 40)
N-Verluste aus Sub-System Ackerbau / Grünland	38 (19 - 60)	25 (15 - 39)
N-Verluste aus Sub-System Futterlagerung / Futterverteilung	13 (5 - 42)	10 (7 - 13)

Diskussion

Die vorliegenden Berechnungen basieren auf Angaben der Landwirte und auf Schätzgleichungen. Damit ist die Datenlage notgedrungen vage. Gleichwohl vermitteln sie einen guten Überblick über Prozessabläufe und zeigen auf, wo einzelbetrieblich die Stellglieder für die größten Effizienzsteigerungs- bzw. Verlustminderungspotentiale verortet sind. Erst anhand einer solchen Übersicht lassen sich die verfügbaren betrieblichen Ressourcen gezielt und effizient einsetzen.

Das vorgestellte Konzept unterscheidet sich von anderen durch die Strukturierung in Sub-Systeme und Verwendung dieser Sub-Systeme als Referenzebene. Dadurch können die mit wenig Aufwand ermittelten Informationen operationalisierbar gemacht werden. Die Nährstoffeffizienz ist inner- und überbetrieblich als Vergleichsgröße geeignet, weil sie unabhängig von Betriebsstrukturen und Leistungsniveaus anzeigt, wie erfolgreich es Betriebsleitern gelingt, eine effiziente Nährstoffnutzung zu organisieren. Insbesondere können daraus relevante Entscheidungshilfen abgeleitet werden, an welchen Stellgliedern mit welchem Aufwand welche Prozess-optimierungen und Kosteneinsparungen erzielt werden können.

Die große Variation hinsichtlich der N-Effizienz und der N-Verluste in Relation zu den verschiedenen Bezugssystemen innerhalb und zwischen den Betrieben zeigt, wie we-

nig Aussagegehalt derzeit einem Vergleich zwischen ökologischer und konventioneller Produktionsweise und wie viel Bedeutung dem einzelbetrieblichen Optimierungspotential beizumessen ist. Aufgrund des Verzichtes auf den Einsatz mineralischer N-Dünger und der daraus resultierenden limitierten N-Verfügbarkeit sollten Öko-Betriebe ein besonderes Interesse daran haben, effizient mit den innerbetrieblichen N-Ressourcen umzugehen. Eine Reduzierung von N-Verlusten kann sich ertrags- und damit einkommenssteigernd auswirken (Sundrum 2002). Die Daten der untersuchten Betriebe ließen erkennen, dass das ökologische und ökonomische Potential bei der Steuerung der Nährstoffflüsse noch nicht ausgeschöpft war. Entsprechend stellt sich die Frage, wie die Rahmenbedingungen der landwirtschaftlichen Erzeugung gestaltet werden sollten, um die Potentiale in den verschiedenen Sub-Systemen effektiver genutzt werden können. Der Überblick über die N-Flüsse ist dabei eine Voraussetzung für effiziente Steuerungsmaßnahmen.

Schlussfolgerungen

„Ökologisch wirtschaften“ bedeutet, den Nährstofffluss innerhalb des Betriebssystems auf eine hohe Nutzungseffizienz auszurichten. Agrar-Ökosysteme sind steuerungs- und regulierungsbedürftig. Dies erfordert entsprechende Kenntnisse über die Stoffmengen und die möglichen Stellglieder, die zu einer effizienteren Nutzung führen. Um sich gegenüber der konventionellen Bewirtschaftung im Wettbewerb um nachhaltige Problemlösungen zu behaupten, bedarf es eines Paradigmenwechsels von der richtlinien- auf eine ergebnisorientierte Vorgehensweise. Dafür ist es jedoch erforderlich, sich von überkommenen Denkmustern zu lösen und den einzelbetrieblichen Nachweis einer effizienten und damit ökologischen Bewirtschaftung der Ressourcen zu führen. Ökologisch wirtschaftende Betriebe sollten sich an Zielgrößen bezüglich der Nährstoff-Effizienz orientieren, welche diejenigen von vergleichbaren konventionellen Betrieben deutlich übersteigen, um den eigenen Ansprüchen hinsichtlich einer besonders nachhaltigen Produktionsmethode gerecht zu werden.

Literatur

- Haeckel, E. (1866): Generelle Morphologie der Organismen. Allgemeine Grundzüge der organischen Formen-Wissenschaft, mechanisch begründet durch die von Charles Darwin reformierte Descendenz-Theorie. Berlin, 1866; Bd. 2, S. 286.
- Hülsbergen, K.-J. (2012): Sind Öko-Betriebe nachhaltiger als konventionelle? 124. VDLUFA-Kongress, 18.-21. September 2012, Passau (in press).
- Kohn, R. A., Dou, Z., Ferguson, J. D., Boston, R. C. (1997): A sensitivity analysis of nitrogen losses from dairy farms. *Journal of Environmental Management* 50, 417-428.
- Sundrum, A. (2002): Verfahrenstechnische und systemorientierte Strategien zur Emissionsminderung in der Nutztierhaltung im Vergleich. *Ber. Ldw.* 80, 556-570.
- Sundrum, A. (2008): Potenziale und Begrenzungen einer Systembewertung in der ökologischen Nutztierhaltung. *KTBL-Schrift* 462, 20-31.
- Sundrum, A. (2012): Strategien zur Verbesserung der Nährstoffeffizienz in der Milchviehhaltung. 124. VDLUFA-Kongress, 18.-21. September 2012, Passau (in press).
- Sundrum A, Sommer, H. (2011): Nährstoffkreisläufe schließen – reale oder virtuelle Leitidee? Beiträge 11. Wiss.-Tagung Ökologischer Landbau, 15.-18. 03. 2011, Giessen, S. 163-166.
- Zollitsch, W.J. (2012): Life Cycle Assessment – Aussagekraft und Grenzen im Kontext tierischer Produktionssysteme. 124. VDLUFA-Kongress, 18.-21. September 2012, Passau (in press).