

Ausgewählte Parameter der Ökoeffizienz im ökologischen und konventionellen Marktfruchtbau Schleswig-Holsteins

Biernat, L., Loges, R. und Taube, F.¹

Keywords: Marktfruchtbau, Fruchtfolge, Lachgasemissionen, Nitratauswaschung

Abstract

Approximately 13 % of the total greenhouse gas emissions in Germany are caused by agricultural practices. From an environmental and economic point of view, gaseous N losses as well as nitrate leaching to groundwater play, a significant role. The aim of the present study is to analyze abiotic environmental effects of organic and conventional all-arable farming at a highly productive site in Northern Germany. Two different organic crop rotations with 25 % vs. 40 % legumes and no application of external N-fertilizers were compared over a two-year period to a typical site specific conventional rotation at an average mineral fertilizer input of 195 kg N ha⁻¹ a⁻¹. For gas flux measurement, the closed-chamber method was applied. Nitrate leaching was measured by using ceramic suction cups. The results of the ongoing project show that organic farming can implement the objectives of water- and climate protection in the area more effectively than conventional systems. By trend, the GHG emissions of the organic crop rotations were lower, both per hectare and per unit of product. While for the organic systems nitrate leaching per hectare was lower, higher values were detected when using the product unit as a scale for comparisons.

Einleitung und Zielsetzung

In umweltpolitischen Diskussionen werden die Klimawirkungen der Landwirtschaft derzeit intensiv thematisiert. Dabei trägt der Agrarsektor in Deutschland mit ca. 13 % zu den Gesamtemissionen des Landes bei (UBA 2013). Aus ökologischer und ökonomischer Sicht spielen neben gasförmigen N-Verlusten auch die Verluste über den Austragspfad Sickerwasser eine bedeutende Rolle. Die Verlagerung des Nährstoffs aus der Wurzelzone in tiefere Bodenschichten führt in vielen Fällen zu einer Beeinträchtigung der Grundwasserqualität und ist darüber hinaus indirekt klimarelevant. Ziel des vorliegenden Projektes ist die Untersuchung von Umweltwirkungen des ökologischen und konventionellen Marktfruchtbaus an einem Hochertragsstandort Schleswig-Holsteins. Vor diesem Hintergrund werden im Rahmen einer abiotischen Ökoeffizienzanalyse unter anderem klimarelevante Treibhausgas-(THG)-Emissionen und die Stickstoffauswaschung auf Praxisschlagniveau gemessen. Im Folgenden werden Ergebnisse bezüglich der THG-Emissionen und Nitratauswaschung des ersten Projektjahres auf Basis der funktionellen Einheiten Fläche [ha] und Produkteinheit [GE] präsentiert.

Methoden

Die Basis der hier präsentierten Arbeit bilden zwei, in Bezug auf den Leguminosenanteil langjährig unterschiedlich, ökologisch bewirtschaftete Fruchtfolgen von „Hof-Ritzerau“. Um die Ergebnisse des ökologischen Marktfruchtbaus hinsichtlich der Ökoeffizienz einordnen zu können, wurde zusätzlich ein für den Marktfruchtbau

¹ Institut für Pflanzenbau und –züchtung, AG Ökologischer Landbau, Herrmann-Rodewald-Straße 9, 24118, Kiel, Germany, lbiernat@gfo.uni-kiel.de, www.grassland-organicfarming.uni-kiel.de

typisches konventionelles Fruchtfolgesystem in der unmittelbaren Nachbarschaft untersucht.

I.) „Hof-Ritzerau“ N-intensive Fruchtfolge (40 % Leguminosenanteil):

1. Rotklee gras; 2. Winterweizen; 3. Winterroggen; 4. Erbsen; 5. Winterroggen

II.) „Hof-Ritzerau“ N-extensive Fruchtfolge (25 % Leguminosenanteil):

1. Rotklee gras; 2. Winterweizen; 3. Winterroggen; 4. Hafer

Jede der Fruchtfolgen umfasst etwa die Hälfte der 180 ha großen Betriebsfläche des im Östlichen Hügelland Schleswig-Holsteins gelegenen, nach Bioland-Richtlinien bewirtschafteten, Betriebes „Hof-Ritzerau“ (53:39:47N; 10:34:02E, 48 Bp, 8,5° C Ø-Jahrestemperatur, 750 mm Ø-Jahresniederschlagssumme).

III.) konventionelle Vergleichsfruchtfolge (Ø-Mineral-N-Düngung 195 kg N ha⁻¹):

1. Winterraps; 2. Winterweizen; 3. Winterweizen; 4. Zuckerrüben; 5. Winterweizen

IV.) Referenzsysteme:

1. extensiv genutztes Dauergrünland (2004 etabliert; ökologisch bewirtschaftet; 2-Schnittnutzung; keine N-Düngung)

2. Laubwald (Hauptbestandsbildner Rotbuche)

Die Lage der Untersuchungsareale wurde auf den jeweiligen Praxisflächen systematisch randomisiert angelegt. Auf diese Weise kann neben dem Effekt der Kulturart bzw. der Fruchtfolge ein Effekt der auf den Betriebsflächen vorherrschenden Bodenarten (Lehmiger Sand; Sand über Lehm; Lehm) bzw. weiterer, unregelmäßig vorkommender Bodenarten zur besseren Vergleichbarkeit der Ergebnisse ausgeschlossen werden. Die Erfassung der klimarelevanten Spurengase N₂O und CH₄ erfolgte mindestens einmal wöchentlich mit dem statischen Messkammerprinzip nach Hutchinson und Mosier (1981). Durch eine gaschromatographische Analyse wurden die N₂O- und CH₄-Konzentrationen im Probenvolumen ermittelt. Die Stickstoffauswaschung wurde mittels keramischer Saugkerzen (Typ Mullit, 1 µm max. Porengröße) bestimmt. Die wöchentlichen Probeentnahmen während der Sickerwasserperiode (Oktober - März) erfolgten in unmittelbarer Nähe zu den Untersuchungsarealen der THG-Emissionen. Die Berechnung der THG-Emissionen ausgedrückt in CO₂-Äquivalenten erfolgte durch Multiplikation der Spurengasflüsse der Feldmessungen mit dem „Global Warming Potential“ (N₂O x 298; CH₄ x 25) (IPCC, 2007). Sämtliche Ernteprodukte der Flächen wurden gewogen und zur besseren Vergleichbarkeit mit der Maßzahl „Getreideeinheit (GE)“ gemäß des 172. Getreideeinheitenschlüssels des BMELV (2012) bewertet.

Ergebnisse

Für den ökologischen Marktfruchtbau ergeben sich in Bezug auf die THG-Emissionen (N₂O; CH₄) im Mittel der Fruchtfolgen pro Flächeneinheit (ha) deutliche und je Produkteinheit (GE) tendenzielle Vorteile. Dabei bewegen sich die THG-Emissionen im Rahmen des ökologischen Landbaus insgesamt auf einem als sehr niedrig zu bewertenden Niveau, wobei im Vergleich zwischen den beiden Fruchtfolgen die N-intensive Variante gegenüber der N-extensiven Variante geringere Emissionen aufweist. Trotz deutlich höherer Ertragsleistungen der konventionellen Fruchtfolgeglieder können die erhöhten Lachgasemissionen bezogen auf die Produkteinheit nicht ausgeglichen werden, d.h. je Getreideeinheit sind die Emissionen im konventionellen Landbau tendenziell höher anzusetzen (Abb.1 (B)). Allerdings bestehen zwischen der N-extensiven Variante und der konventionellen Fruchtfolge nur relativ geringe Unterschiede bezüglich der ertragsbezogenen THG-Emissionen.

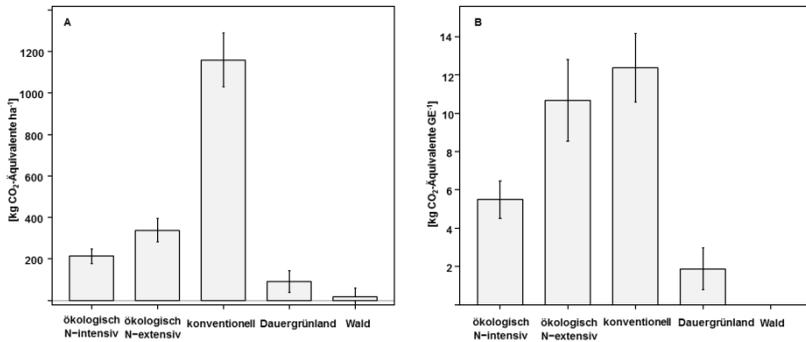


Abbildung 1: (A) Flächenbezogene Treibhausgasbilanzen der einzelnen Fruchtfolgen im Durchschnitt gegenüber den Referenzsystemen für das erste Untersuchungsjahr basierend auf den Feldmessungen (Oktober 2012 – Oktober 2013); (B) Ertragsbezogene Treibhausgasbilanzen der einzelnen Fruchtfolgen im Durchschnitt gegenüber dem extensiv genutzten Referenzsystem Dauergrünland für das erste Untersuchungsjahr basierend auf den Feldmessungen (Oktober 2012 – Oktober 2013).

Im Mittel weisen die beiden ökologisch bewirtschafteten Fruchtfolgen je Flächeneinheit [ha] eine geringere $\text{NO}_3\text{-N}$ -Auswaschung gegenüber der konventionellen Fruchtfolge auf (Abb.2 (A)). Ein gegensätzliches Bild zeigt sich bei Betrachtung der Nitratauswaschung je Produkteinheit (GE). Die wesentlich höheren Erntemengen im konventionellen Landbau führen in Bezug auf die Nitratauswaschung zu einem Vorteil gegenüber dem Ökolandbau (Abb. 2 (B)).

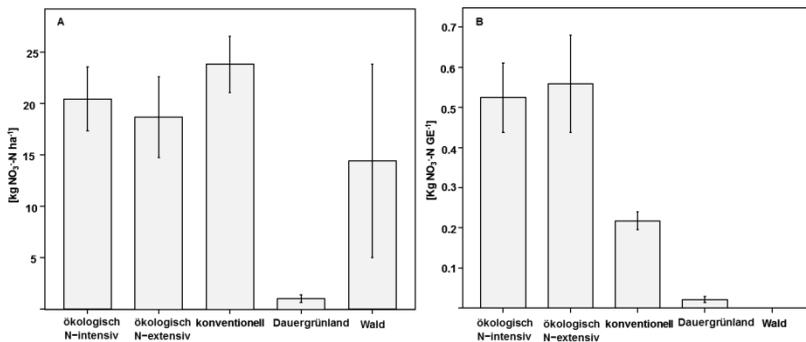


Abbildung 2: (A) durchschnittliche Nitrat-N-Auswaschung pro Hektar der betrachteten Fruchtfolgen gegenüber den Referenzflächen der Sickerwasserperiode 2012/2013; (B) Ertragsbezogene Nitratauswaschung der unterschiedlichen Fruchtfolgen gegenüber dem extensiv genutzten Referenzsystem Dauergrünland der Sickerwasserperiode 2012/2013.

Diskussion

Die ersten Ergebnisse für ein komplettes Jahr zeigen für den ökologischen Marktfruchtbau in Bezug auf die THG-Emissionen im Mittel der Fruchtfolgen pro

Flächeneinheit (ha) deutliche und je Produkteinheit (GE) tendenzielle Vorteile. Im ökologischen Marktfruchtbau auf „Hof-Ritzerau“ weisen sowohl die N-intensive als auch die N-extensive Fruchtfolge nach dem Fruchtfolgeglied Klee gras die höchsten N₂O-Emissionen auf. Die Klee grasumbbruchmaßnahme im Herbst führt zu einer erhöhten Freisetzung von N₂O in den nachfolgenden Wintermonaten. Maßgeblich werden die erhöhten Lachgasemissionen im Rahmen der konventionellen Vergleichsfruchtfolge über die Zufuhr mineralischer Düngemittel bedingt. In Bezug auf die CH₄-Flüsse zeigen sich bisher keine Unterschiede zwischen den Fruchtfolgen und dem extensiv genutzten Dauergrünland. Im Vergleich zu den landwirtschaftlich genutzten Systemen stellt der Laubwald in der ersten Beobachtungsperiode eine starke Methansenke dar. Im Mittel weisen die beiden Öko-Fruchtfolgen je Flächeneinheit [ha] eine etwas geringere NO₃-N-Auswaschung gegenüber der konventionellen Vergleichsfruchtfolge auf, wobei sich auch in den ökologisch bewirtschafteten Fruchtfolgen problematische Fruchtfolgeglieder zeigen. Vor allem nach Herbststumpf von Klee grasbeständen mit Folgefrucht Winterweizen konnten hohe Nitratmengen im Sickerwasser ermittelt werden. Ein gegensätzliches Bild zeigt sich bei Betrachtung der Nitrat auswaschung je Produkteinheit. Die wesentlich höheren Erntemengen im konventionellen Landbau führen in Bezug auf die Nitrat auswaschung zu einem Vorteil gegenüber dem Ökolandbau.

Schlussfolgerungen und Ausblick

Die bisherigen Ergebnisse zeigen bezüglich der Umwelteffekte, dass der ökologische Landbau die Ziele des Wasserschutzes und Klimaschutzes in der Fläche besser umsetzen kann als konventionelle Systeme. Auch bezogen auf eine GE sind die THG-Emissionen im Ökolandbau niedriger, wenn es gelingt gesteigerte Erträge, wie im N-intensiven System, in der Praxis umzusetzen. Allerdings ergeben sich bezüglich der Nitrat auswaschung je Produkteinheit Nachteile für den Ökolandbau. Mit anderen Worten: Ertragssteigerungen im Ökolandbau sind notwendig, um eine Konkurrenzfähigkeit in der Ökoeffizienz voll zu entfalten. Derzeit befinden sich die Ergebnisse des zweiten Versuchsjahres in der Auswertung. In diesem Zusammenhang werden auch direkte und indirekte Energieaufwendungen der Bewirtschaftung ermittelt, welche die THG-Bilanz um betriebsbedingte CO₂-Verluste erweitern. Zusätzlich wird die Änderung des Bodenkohlenstoffvorrates in die THG-Bilanz mit einfließen.

Danksagung

Die vorgestellten Untersuchungen werden in dankenswerter Weise langfristig vom Betriebsigentümer Herrn Günther Fielmann finanziert.

Literatur

Zeitschriftenartikel

HUTCHINSON G. L., MOSIER A. L. (1981): Improved Soil Cover Method for Field Measurement of Nitrous Oxide Fluxes. *Journal of Soil Science Society of America* 45 (2): 311-316

Online-Dokumente

UBA (2013): Klimaschutz und Emissionshandel in der Landwirtschaft. www.uba.de/uba-info-medien/4397.html

BMELV (2012): 172. Getreideeinheitenschlüssel. <http://berichte.bmelv-statistik.de/SJT-3120100-2012.pdf>

IPCC (2007): Climate Change 2007. The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC. http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4_wg1_full_report.pdf