

Nitratauswaschung, Ertrag und N-Bilanz zweier Fruchtfolgen mit unterschiedlichem Leguminosenanteil im mehrjährigen Vergleich

Loges, R., Taube, F.¹

Keywords: Fruchtfolge, Leguminosenanteil, Nitratauswaschung, N-Bilanz

Abstract

Nutrient management is a key factor for both economic viability and environmental performance of farming systems. Observations of organic farmers and advisors as well as various studies, based on either small-scale plot experiments or modelling approaches, indicate the strong impact of legume management and of the proportion of legumes in crop rotations on yield, N status and nitrate leaching in organic crop rotations. Long term comparisons of different organic crop rotations under farm scale conditions are rare. In this study, an N-intensive all-arable crop rotation with a legume crop proportion of 40% was compared to a less intensive crop rotation with proportion of 25 % legumes over a five-year period (2004/05 – 2008/09) on the organic farm Hof Ritzerau (53:39:47N; 10:34:02E) in Northern Germany. Yield and nitrate leaching of the single cereal crops were strongly influenced by their pre crops. Nitrate leaching was significantly lower after spring ploughed grass-clover than after autumn ploughed. Both yield and nitrate leaching risk of cereal crops decreased with each course after a fertility building leguminous pre crop. The crop rotation with the legume ratio of 40% resulted in higher cash-crop yields and a more positive N-balance. On the other hand, higher nitrate-leaching losses in comparison to the crop rotation with 25 % legumes were recorded.

Einleitung und Zielsetzung

Nach Angaben vieler Autoren gestaltet sich die Versorgung mit Stickstoff (N) zum pflanzenbaulichen Hauptproblem für ökologische Marktfruchtbetriebe. Ursachen hierfür sind der Export größerer N-Mengen beim Verkauf pflanzlicher Produkte, Beschränkungen bei der Wahl der N-Düngemittel, vergleichsweise hohe N-Verluste beim Umgang mit organischen N-Quellen (Ernterückstände bzw. Wirtschafts- oder organische Handelsdünger) bzw. eine nicht immer zu den N-Bedarfsphasen von Getreide synchron verlaufende N-Freisetzung des Bodens (Loges & Heuwinkel 2004, Taube et al, 2005). Berichtet wird auch von unausgeglichenen N-Bilanzen in Folge zu geringer Kleeernteanteile in den Fruchtfolgen (Kelm et al., 2008). Zahlreiche Parzellenversuche bzw. Modellierungsstudien beschäftigen sich mit dem N-Status viehloser Anbausysteme, Langzeitvergleiche auf Ackerschlags- bzw. Betriebsniveau sind selten. Vor diesem Hintergrund wurde, unter den durch eine ackerbauliche Spezialisierung sowie feuchtmilde Winter geprägten spezifischen Bedingungen Schleswig-Holsteins, ein Vergleich zweier sich langfristig in Bezug auf den Leguminosenanteil unterscheidenden Fruchtfolgen in Hinblick auf Ertragsleistung, Nitratauswaschung und N-Bilanz durchgeführt.

¹ Institut für Pflanzenbau und -züchtung, FG Ökologischer Landbau, Herrmann-Rodewald-Straße 9, 24118, Kiel, Germany, rloges@email.uni-kiel.de, www.grassland-organicfarming.uni-kiel.de

Methoden

Gegenstand der hier präsentierten Arbeit bilden die beiden folgenden, im Rahmen des interdisziplinären Forschungsprojektes Hof Ritzerau bezüglich ihres Leguminosenanteils seit 2003 unterschiedlich bewirtschafteten Öko-Fruchtfolgen:

1. N-intensive Fruchtfolge (Leguminosenanteil 40 %):
 1. Klee gras, 2. Erstes Getreide nach Klee gras, 3. Zweites Getreide nach Klee gras, 4. Körnerleguminose, 5. Erstes Getreide nach Körnerleguminose
2. N-extensive Fruchtfolge (Leguminosenanteil 25 %):
 1. Klee gras, 2. Erstes Getreide nach Klee gras, 3. Zweites Getreide nach Klee gras, 4. Drittes Getreide n. Klee gras

Jede der Fruchtfolgen umfasst etwa die Hälfte der 180 ha großen Betriebsfläche des in der Nähe von Hamburg gelegenen, nach Bioland-Richtlinien viehlos bewirtschafteten Betriebes „Hof Ritzerau“ (53:39:47N; 10:34:02E, 48 Bp, 8,5°C Jahresdurchschnittstemperatur, 750 mm Durchschnittsjahresniederschlag). Im Beobachtungszeitraum (2004/05 - 2008/09) wurden beide Fruchtfolgen u. a. auf Ertragsleistung, N-Bilanz und Nitratauswaschung vergleichend untersucht. Zur Erfassung der N-Entzüge wurden die jährlichen Erntemengen beim Verkauf für die Einzelschläge getrennt festgestellt und jeweils eine Rückstellprobe auf N-Gehalt untersucht. Sämtliche Druschware sowie der erste Schnitt des Klee grasses wurden vom Betrieb durch Verkauf abgeführt. Die folgenden Klee grassaufwüchse 2 und 3 wurden von einem Wanderschäfer beweidet bzw. gemulcht. Im Falle von Beweidung/Mulchen der Klee grassaufwüchse wurden in 9-facher Wiederholung je Schlag Handbeprobungen zur Erfassung der gebildeten Sprossmasse und der darin enthaltenen N-Mengen gezogen. Die N_2 -Fixierung der Leguminosen wurde basierend auf der gebildeten Sprossmasse nach Høgh-Jensen et al., (2004) berechnet. Die Bestimmung der ausgewaschenen N-Mengen stützt sich auf die wöchentliche Beprobung eines sämtliche Betriebsflächen abdeckenden Netzes bestehend aus ca. 200 keramischen Saugkerzen. Zur gleichzeitigen Erfassung des Effektes der kleinräumigen Bodenvariabilität wurden nach vorangegangener ganzflächiger Bodenkartierung je Schlag jeweils 6 Saugkerzen auf Teilarealen der vorherrschenden Bodenarten 1. lehmiger Sand, 2. Sand über Lehm bzw. 3. Lehm installiert. Die gewonnenen Sickerwassermengen der 6 Einzelsaugkerzen einer Bodenart wurden zu einer Mischprobe gepoolt. In die statistische Analyse gingen für jeden Schlag die für die Hauptbodenarten getrennt erfassten 3 Messwerte ein. Als Referenz für die unvermeidbare natürliche Nitrat-N-Auswaschung wurden Saugkerzen auf Stellen vergleichbarer Bodenarten, in den an den Betrieb angrenzenden Laubwaldflächen, installiert und beprobt. Die durchschnittliche Sickerwassermenge betrug in den bisher 5 Beobachtungsperioden 313 mm. Eine dem Grenzwert der Trinkwasserverordnung von 50 mg NO_3^- -I-1 entsprechende N-Konzentration im Sickerwasser wäre bei einer N-Fracht von jeweils 35,1 kg N/ha überschritten.

Ergebnisse

Abb. 1 zeigt im Mittel der Sickerwasserperioden 2004/05 bis 2007/08 den deutlichen Einfluss, den einzelne Fruchtfolgeglieder auf das Ausmaß der Nitratauswaschung im folgenden Winter besitzen. Herbstumbruch von Klee grass bzw. Körnerleguminosen mit nachfolgend intensiver Stoppel- und Grundbodenbearbeitung führten mit ca. 60 kg NO_3^- -N/ha zu den höchsten Auswaschungen. Dieser Wert stellt bei einer Sickerwassermenge von ca. 313 mm eine deutliche Überschreitung der kritischen Nitratkonzentration von 50 mg je Liter Sickerwasser dar. Während der Messperioden waren nach beiden Vorfrüchten die Schläge mit Winterweizen bestellt. Frühjahrsumbruch von Klee grass führte im 4-jährigen Durchschnitt zu deutlich geringeren NO_3^- -N-Auswaschungen als Herbstumbruch. Die gemessene Aus-

waschung von knapp 10 kg N/ha lag damit sogar niedriger als die unter der naturnahen Referenzfläche Wald festgestellten Messwerte. Nach Getreide wurden ebenfalls deutlich niedrigere N-Auswaschungen als nach Klee-grasherbstumbruch oder Körnerleguminosen festgestellt. Mit zunehmendem zeitlichen Fruchtfolgeabstand von der Vorfrucht Klee-gras ergaben sich jeweils sinkende Mengen ausgewaschenen Nitrates. Vom Versuchsfaktor Bodenart ging kein signifikanter Einfluss auf die festgestellten Nitratauswaschungsmesswerte aus (ohne Abb.).

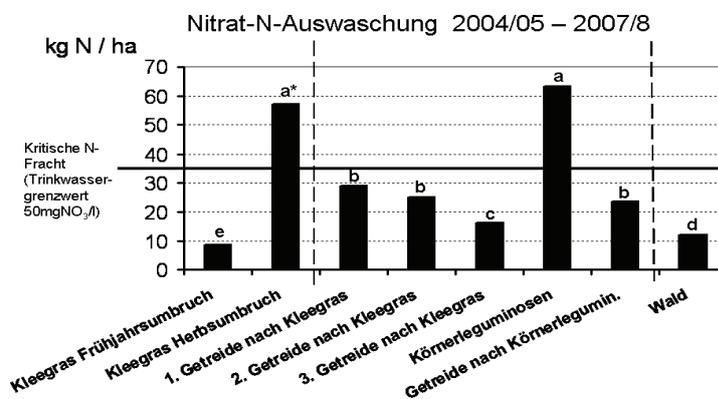


Abbildung 1: Nitrat-N-Auswaschung [kg NO₃-N/ha] nach verschiedenen Fruchtfolgegliedern des Hofes Ritzerau (Mittel 2004/05 bis 2007/08/ *Mittelwerte mit gleichem Kleinbuchstaben sind nicht signifikant unterschiedlich)

In Tab. 2 werden die beiden Fruchtfolgen des Hofes Ritzerau in Bezug auf Kornertragleistung, N-Bilanz und Nitrat-N-Auswaschung verglichen. In Abwesenheit nennenswerter Wirtschaftsdünger bilden Klee-gras und Körnerleguminosen die tragende Säule der N-Bilanz. Alle Getreideschläge wirken sich negativ auf die N-Bilanz aus. N-Einträge über Niederschläge und Stäube bzw. gasförmige N-Verluste und die N-Auswaschung sind in die aufgeführten vereinfachten N-Bilanz nicht mit aufgenommen. In Bezug auf N-In- und Output schließen beide Fruchtfolgen mit einem geringfügigen, durchschnittlichen jährlichen Überschuss von 6,4 kg N/ha bzw. 1,5 kg N/ha ab. Doch dieser Überschuss ist geringer als die durchschnittlichen jährlichen Auswaschungsverluste, die im Falle der intensiven Fruchtfolge 35,3 kg N/ha und im Falle der extensiven Fruchtfolge 27,3 kg N/ha betragen. Dieses bedeutet, dass die Fruchtfolgen jährlich zwischen 25 und 30 kg N/ha vom Bodenvorrat zehren. In Bezug auf den durchschnittlichen jährlichen Korntrag der Gesamtfruchtfolge unter Einberechnung des Bodenfruchtbarkeit mehrenden Klee-grases zeigt sich die intensive Fruchtfolge als leicht vorteilhaft, da hier das keine Marktfruchterträge erbringende Klee-jahr im Gegensatz zur extensiven Fruchtfolge von 4 statt 3 Druschfrüchten ausgeglichen wird.

Die Fruchtfolgedurchschnittserträge mit 28,2 bzw. 25 dt/ha sind als gering, aber als nicht untypisch für viehlos ökologisch wirtschaftende Ackerbaubetriebe zu bezeichnen.

Tabelle 1: Kornertragleistung [dt /ha], N-Bilanz (N +/-) [kg N/ha] und Nitrat-N-Auswaschung [kg NO₃-N/ha] der einzelnen Fruchtfolgeglieder sowie im Durchschnitt der beiden Fruchtfolgen des Hofes Ritzerau (Mittel 2004/05 bis 2008/09)

40% Leguminosenanteil			25% Leguminosenanteil		
Ertrag	N +/- (kg N/ha)	N-Aus- waschung	Ertrag	N +/- (kg N/ha)	N-Aus- waschung
Klee gras	+175 kg	34.5 kg/ha	Klee gras	+175 kg	36.9 kg/ha
Folgefrucht 1 39 dt/ha	-73 kg	29.9 kg/ha	Folgefrucht 1 39 dt/ha	-73 kg	28,7 kg/ha
Folgefrucht 2 36 dt/ha	-58 kg	28,2 kg/ha	Folgefrucht 2 36 dt/ha	-57 kg	28,3 kg/ha
Kö-legumin 24 dt/ha	+65 kg	59.1 kg/ha	Folgefrucht 3 26 dt/ha	-39 kg	15.3 kg/ha
W-Weizen 42 dt/ha	-77 kg	24.8 kg/ha			
Ø-Ertrag: PF	Ø-N- Bilanz:	Ø-Aus- waschung:	Ø-Ertrag: PF	Ø-N- Bilanz:	Ø-Aus- waschung:
28.2 dt/ha	+6,4kg/ha	35,3 kg	25 dt/ha	+1,5kg/ha	27,3 kg

Schlussfolgerungen

Die Studie zeigt deutlich einige Problembereiche auf viehlos wirtschaftenden Betrieben, wo es der alleinige Leguminosenanbau ohne Rückfuhr von Wirtschaftsdüngern kaum vermag, den N-Bedarf der Getreidekulturen zu decken. Relativ hohe N-Auswaschungsverluste – gerade bei ungünstigem Management nach Klee gras und Körnerleguminosen – können somit zu einer unerwünschten Zehrung vom Boden-N-Vorrat führen. Es gilt im Einzelfall Optimierungsstrategien wie z.B. Zwischenfruchtanbau, Klee grasumbruch im Frühjahr bzw. betriebsinterne Verwertung von Klee gras mit N-Rückfuhrung (z.B. Biogas) zu finden, um ausgeglichene N-Bilanzen zu erzielen.

Literatur

- Høgh-Jensen, H., Loges, R., Jørgensen, F., Vinther, F., Jensen, E. (2004): An empirical model for quantification of symbiotic nitrogen fixation in grass-clover mixtures. *Agricultural Systems* 82: 181-194.
- Kelm, M., Loges, R., Taube, F. (2008): Comparative analysis of conventional and organic farming systems: Nitrogen surpluses and nitrogen losses. *Cultivating the Future Based on Science: 2nd ISPFAR-Conference, Modena, Italy*, 312-315.
- Loges, R., Heuwinkel, H. (2004): Mulchen oder Schnittnutzung von Klee gras - Auswirkung der Bewirtschaftung von Klee grasbeständen auf den N-Haushalt von Fruchtfolgen. In 'Viehloser Öko-Ackerbau'. (Eds. H. Schmidt und BMVEL.) pp. 21-25.
- Taube, F., Loges, R., Kelm, M., Lactacz-Lohmann, U. (2005): Vergleich des ökologischen und konventionellen Ackerbaus im Hinblick auf Leistungen und ökologische Effekte auf Hohertragsstandorten Norddeutschlands. *Berichte über Landwirtschaft* 83.:165-176.