

Einfluss der ökologischen Bewirtschaftung auf die Nitratstickstoffgehalte im Boden

Harriet Gruber, Uwe Thamm und Volker Michel

Abstract: The following paper describe the influence of ecological managed systems on contents of nitrate-nitrogen in soils. From 1993 to 2003 in a six-year crop rotation in the location of Gülzow (Mecklenburg-Vorpommern) samples of soil were taken with an soil auger in a depth between 0 and 90 cm. Nitrate-nitrogen contents was analyzed by hydrazin reduction in an analysing automat (SKALAR). For statistical evaluation SAS (Statistical Analysis System) and for clearing of unorthogonal data procedure MIXED of PIEPHO and MICHEL (2001) were used. The results show that contents of nitrate-nitrogen in autumn and spring are lower for organic management than for conventional. Nitrogen losses during winter are subjected to heavy annual variations. High contents of nitrate-nitrogen in the end of vegetation resulted in high losses on sandy soils in winter. The amount of contents of nitrate-nitrogen in the end of vegetation is heavily influenced by the crop rotation and the management connected with this crop. Danger of high losses of nitrate-nitrogen during the winter is especially big in the growing of winter grain with legumes grown before. Losses through leaching can be decreased by catch crops and by high degree of soil covering for example with clover and grass.

Einleitung

In ökologisch bewirtschafteten Systemen ist Stickstoff häufig der begrenzende Wachstumsfaktor. Daher stehen Bemühungen um seine effektive Nutzung innerhalb der Fruchtfolge im Mittelpunkt vieler Untersuchungen. Diese Problematik ist besonders auf humusschwachen Sandstandorten Nordostdeutschlands von Bedeutung. Auf Grund des begrenzten Wasser- und Nährstoffspeichervermögens der sandigen Böden steigt die Gefahr der Nährstoffauswaschung, die insbesondere den Stickstoff betrifft. Einerseits geht dem Betriebskreislauf dadurch Stickstoff verloren, andererseits erfolgt ein verstärkter Eintrag in den Wasserkreislauf. Besonders hohe Nitratstickstoffgehalte zu Vegetationsende können auf sandigen Böden zu hohen Auswaschungsverlusten im Winter führen. Die Höhe der Nitratgehalte im Herbst wird entscheidend durch die jeweilige Bewirtschaftung/Fruchtfolge beeinflusst.

Methode

Von 1993 bis 2003 wurden in einer 6-feldrigen Fruchtfolge am Standort Gülzow in Mecklenburg-Vorpommern (Tab.1) auf dem ökologisch bewirtschafteten Versuchsfeld und einer konventionellen Vergleichsvariante die Nitratstickstoffgehalte im Boden in einer Tiefe von 0 bis 90 cm zu Vegetationsende und Vegetationsbeginn bestimmt.

Tabelle 1: Standortbeschreibung und Fruchtfolge des ökologisch bewirtschafteten Versuchsfeldes in Gülzow

Bodenkennwerte		Öko-Fruchtfolge	
Bodenart	SI	1993-1998	1999-2003
pH-Wert	6,5	Kleegrass + ZF	Kleegrass + ZF
K ₂ O (mg/100 g Boden)	15	Kartoffeln	Wintergetreide
P ₂ O ₅ (mg/100 g Boden)	23	Sommergetreide	Kartoffeln
Mg (mg/100 g Boden)	8,8	Körnerlegumin.	Körnerlegumin.
Niederschlag (mm)	542	Wintergetreide	Wintergetreide
Durchschnittstemperatur (°C)	8,2	Hafer + US	Hafer + US

ZF-Zwischenfrucht, US-Untersaat

Die Probenahme wurde mit dem Bohrstock, die Nitratbestimmung durch Hydrazinreduktion im Analyseautomaten (SKALAR) vorgenommen. Die statistische Auswertung der mehrjährigen

Ergebnisse erfolgte mit der Statistiksoftware SAS (Statistical Analysis System) und der Prozedur MIXED nach PIEPHO und MICHEL (2001), die die Verrechnung unorthogonaler Daten ermöglicht.

Bis 1998 stimmten die Fruchtfolgen beider Anbausysteme überein. Ab 1999 wurden unter konventionellen Bedingungen statt Klee gras als Blattfrucht Raps und statt Kartoffeln der Mais angebaut. Als Getreide wurde überwiegend Winterweizen bestellt. Die Körnerleguminosen waren in beiden Anbausystemen auch ab 1999 vertreten.

Ergebnisse

Sowohl im Herbst als auch im Frühjahr wurden bei ökologischer Bewirtschaftung geringere Nitratstickstoffgehalte festgestellt als im konventionellen System (Herbst $\alpha < 0,01$ %; Frühjahr $\alpha < 0,1$ %). Abbildung 1 zeigt darüber hinaus, dass bei ökologischer und bei konventioneller Bewirtschaftung Mittelwert und Streuung im Herbst größer waren als im Frühjahr. Grundlage für diese Berechnungen war die Gesamtheit aller Werte der Jahre und Schläge. Das geringere Niveau im Herbst senkt bei ökologischer Bewirtschaftung einerseits die potentielle N-Menge, die über Winter ausgewaschen werden kann. Andererseits trägt das geringe N-Niveau im Frühjahr zu einer begrenzten Aufnahme durch die Pflanzen bei und schränkt damit das Wachstum in dieser Periode ein.

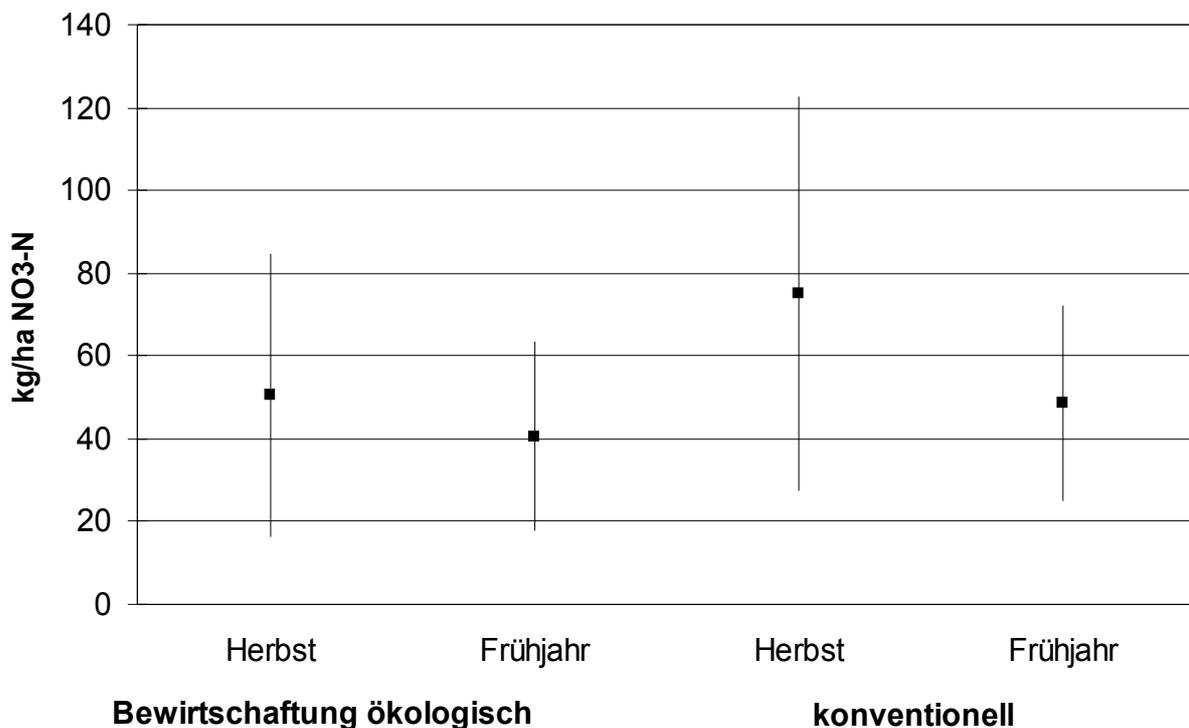


Abbildung 1: Mittelwert und Standardabweichung ($\pm s$) der Nitratstickstoffgehalte im Systemvergleich zu Vegetationsende und -beginn (Boden-schicht 0-90cm, mehrjährig)

Eine Betrachtung der Einzeljahre zeigte bei den Herbstwerten nur geringe jahresbedingte Unterschiede. Der Einfluss des Jahres war dagegen bei den Nitratgehalten im Frühjahr wesentlich größer. So waren die Gehalte z. B. im Frühjahr 1996 und 2003 besonders hoch. In beiden Jahren sorgte der jeweilige Winter mit längeren Frostperioden durch verringerte Auswaschung für mehr Stickstoff im Boden. Am Standort Gülzow wurden unter ökologischen Anbaubedingungen in Abhängigkeit von der Fruchtart im Jahr 2003 bis zu 42 kg/ha Stickstoff mehr im Boden (0-90 cm) festgestellt als im Mittel der anderen Jahre. Im Frühjahr 1996 waren die Stickstoffgehalte besonders hoch. Anhaltende Fröste bis in den April, verbunden mit geringen Niederschlags-

mengen, waren ein wirksamer Schutz vor Nährstoffauswaschung. Nach dieser Frostperiode wurden teilweise weit über 100 kg/ha Stickstoff im Boden festgestellt (Abb. 2). Hohe Auswaschungsverluste können auf sandigen Böden immer dann entstehen, wenn zu Vegetationsende große Stickstoffmengen aus der Vorfrucht bereitgestellt werden, die Folgekultur aber nur geringe Mengen aufnehmen kann. Milde Winterwitterung und hohe Niederschlagsmengen erhöhen die Gefahr der Nährstoffverluste, die insbesondere den Nitratstickstoff betreffen.

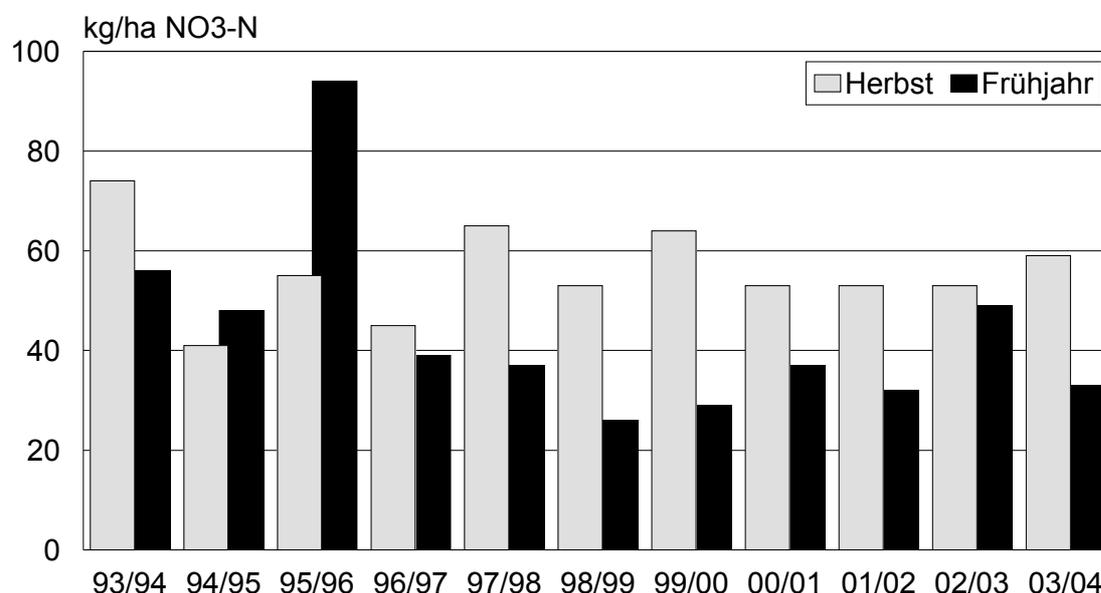


Abbildung 2: Nitratstickstoffgehalt im Boden (0-90 cm) zu Vegetationsende und -beginn im Mittel der Fruchtfolge

Die statistische Auswertung ergab, dass die Nitratstickstoffgehalte im Herbst besonders durch die Bewirtschaftung (Fruchtfolge) beeinflusst wurden, weniger durch jahresbedingte Effekte (Abb. 3). Hohe Gehalte von 113 kg/ha bei konventioneller und 94 kg/ha bei ökologischer Bewirtschaftung traten im Mittel bei der Kombination Körnerfuttererbsen-Wintergetreide auf. Nach der Ernte der Erbsen werden die Sproß- und Wurzelrückstände relativ schnell umgesetzt. Das nachfolgend angebaute Getreide kann nur geringe Mengen des zur Verfügung stehenden Stickstoffs aufnehmen. Hohe Werte nach Körnererbsen konnten auch RUHE et al. (2003) auf dem ökologisch bewirtschafteten Lindhof der Universität Kiel feststellen. SCHULZ und SCHUMANN (2002) stellten besonders hohe Gehalte im Herbst bei der Anbaufolge Raps-Weizen im konventionellen Anbau fest. Durch die hohen N-Gaben zu Winterraps ist die Restmenge vergleichbar mit der aus Leguminosen.

Der im ökologischen Landbau weit verbreitete Anbau von Wintergetreide nach Klee gras wies im Herbst im Vergleich zum Getreideanbau nach Erbsen geringere Gehalte auf. Zu Vegetationsende wurden im langjährigen Mittel Nitratstickstoffgehalte von 59 kg/ha festgestellt. Die Rückstände aus dem Klee gras waren mit hoher Wahrscheinlichkeit schwerer umsetzbar und für die Umsetzung stand weniger Zeit zur Verfügung. Die Stickstoffgehalte unterlagen nicht nur jahresbedingten Schwankungen, sondern waren auch von den Standortbedingungen und dem damit in Verbindung stehenden Kleeanteil abhängig. So wurden unter günstigeren Bedingungen auch Gehalte von über 100 kg/ha Nitratstickstoff festgestellt. Hohe Werte ergaben sich aber auch bei Herbstfurche nach unterschiedlichen Kulturen als Folge intensiver Bodenbewegung. Dabei waren die Gehalte bei einer Herbstfurche mit Dung nur geringfügig höher als ohne Dung. Durch den Anbau von Körnererbsen im Gemenge mit Getreide wurden die Gehalte zu Vegetationsende merklich reduziert. Die geringere Stickstofffixierungsleistung des Gemenges wirkte sich deutlich auf das Stickstoffangebot im Herbst aus. Am besten wurde überschüssiger Stickstoff im Herbst jedoch durch Zwischenfrüchte aufgenommen, die ähnlich wie Untersaaten geringe Gehalte im Boden zu Vegetationsende hinterließen, unabhängig davon, ob ökologisch oder konventionell gewirtschaftet wird. So ergaben sich auf Flächen mit

Kleegrasuntersaaten oder Zwischenfrüchten Gehalte im Herbst von 22 bzw. 17 kg/ha Nitratstickstoff.

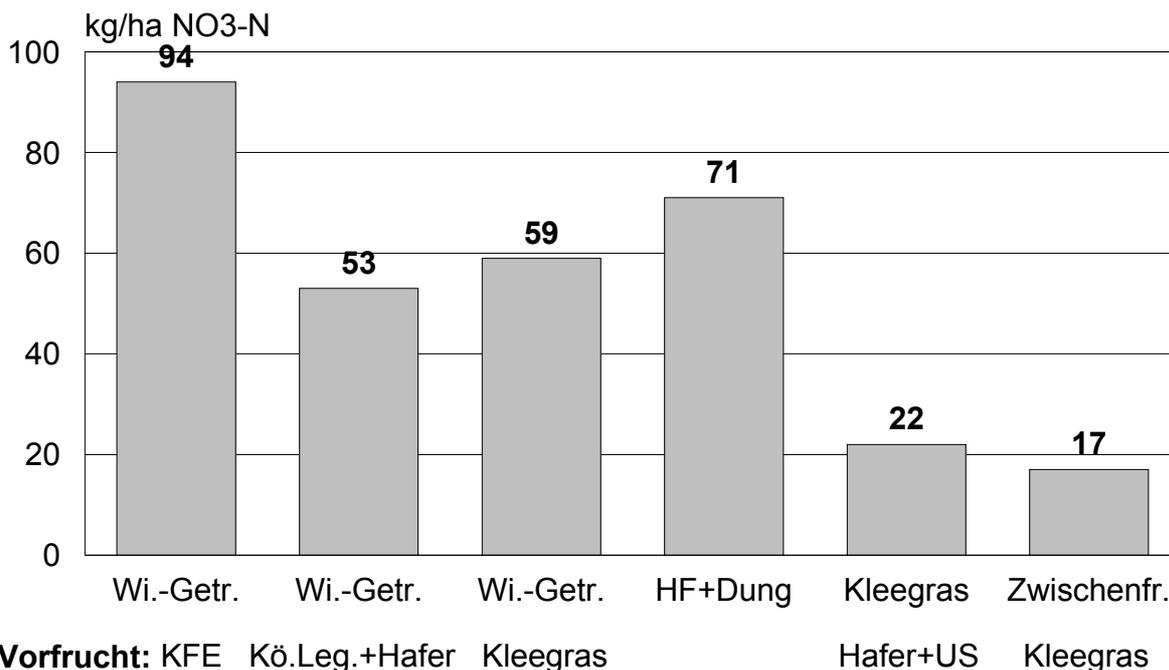


Abbildung 3: Nitratstickstoffgehalte zu Vegetationsende bei unterschiedlicher Bewirtschaftung (Bodenschicht 0-90 cm, mehrjährige Mittelwerte)

Die Auswertung ergab, dass trotz der stärkeren Abhängigkeit der Frühjahrsgehalte von der Winterwitterung die Fruchtfolgestellung und die Bewirtschaftung auch zu Vegetationsbeginn ihre Bedeutung haben (Abb. 4). So nahmen bei den Leguminosenvorfrüchten die Gehalte im Frühjahr im Vergleich zum Herbst deutlich ab. Diese Tatsache deutet auf eine starke Verlagerung in Bodenschichten hin, die in der Regel für die Pflanzenwurzel nicht mehr erreichbar waren. Um diese Nährstoffverlagerung zu vermeiden und den vorhandenen Stickstoff besser zu nutzen, ist es von Vorteil, das Kleegras erst im Frühjahr umzubrechen bzw. nach Herbstumbruch oder Leguminosenernte eine Zwischenfrucht anzubauen. Beide Varianten zeigten in den Untersuchungen positive Effekte. Dem Betriebskreislauf blieb mehr Stickstoff erhalten, der in der folgenden Vegetationsperiode zur Verfügung stand.

Vergleichsweise hohe Werte ergaben sich im Frühjahr auf den Schlägen mit Dung oder abgefrorenen Zwischenfrüchten. Die im Boden eingebrachte organische Masse befindet sich bereits in Umsetzung und steht für die kommende Vegetationsperiode den Pflanzen als Stickstofflieferant zur Verfügung. Ähnliche Umsetzungsbedingungen können auch bei spätem Herbstumbruch von Kleegras vorliegen, dass als Vorfrucht für Sommerungen genutzt werden soll (Abb. 5). Beim Anbau von Sommergetreide, Kartoffeln oder Mais kann der Umbruch von Kleegras im späten Herbst, im Winter oder aber erst im Frühjahr erfolgen. Der in Abhängigkeit von der Witterung nach dem Umbruch mineralisierte Stickstoff bleibt größtenteils in den oberen Bodenschichten und steht der Pflanze im Frühjahr zur Verfügung. Aus der Sicht der Nährstoffauswaschung ist jedoch die Variante des Umbruches im Frühjahr vorzuziehen, da kaum Stickstoffverluste zu erwarten sind. Erfolgt der Anbau nach einer abfrierenden Zwischenfrucht, kann in den an der Oberfläche befindlichen Mulch gedrillt oder gepflanzt werden. Diese Variante ist besonders gut im Kartoffelanbau nutzbar. Durch ständiges Striegeln und Häufeln werden Samenunkräuter immer wieder gestört und Gräser erfolgreich in Grenzen gehalten. Zusätzlich verbessert diese pfluglose Pflanzung den Erosionsschutz im Frühjahr.

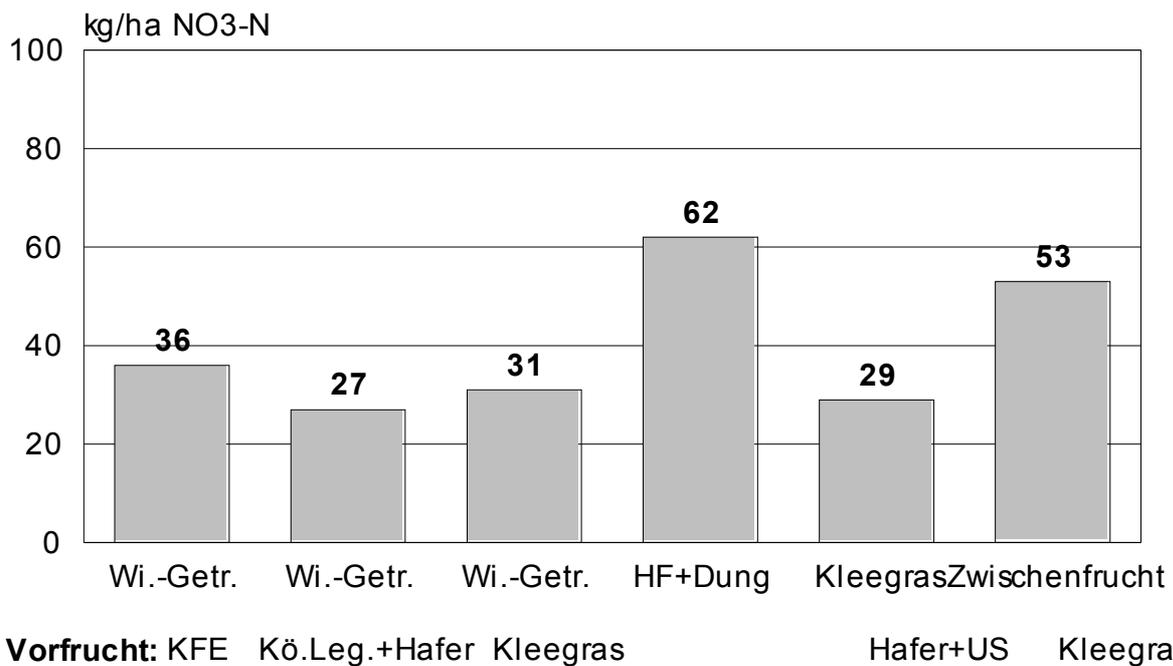


Abbildung 4: Nitratstickstoffgehalt zu Vegetationsbeginn bei unterschiedlicher Bewirtschaftung (Bodenschicht 0-90 cm, mehrjährige Mittelwerte)

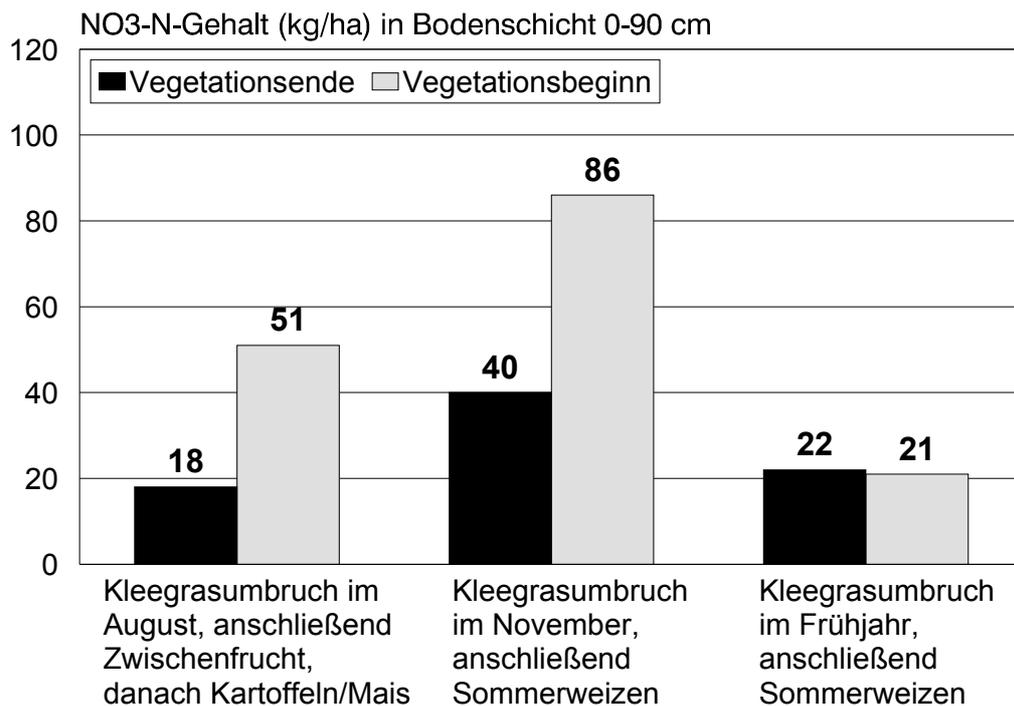


Abbildung 5: Nitratstickstoffgehalt im Boden bei verschiedenen Kleegras-Umbruchterminen und Anbau einer Sommerung (mehrjährige Mittelwerte)

Fazit

- Die Nitratstickstoffgehalte im Herbst und Frühjahr waren bei ökologischer Bewirtschaftung geringer als bei konventioneller.
- Die Höhe der Nitratstickstoffgehalte im Herbst wurde wesentlich durch die Bewirtschaftung (Fruchtfolge) beeinflusst. Hohe Gehalte traten besonders nach Leguminosen und unge-

nügender Aufnahme durch die Folgekultur auf. Der Anbau von Zwischenfrüchten trug zu einer deutlichen Verringerung der Nitratstickstoffgehalte im Herbst bei.

- Hohe Nitratstickstoffgehalte zu Vegetationsende verstärken auf sandigen Böden die Gefahr der Nährstoffauswaschung während der Sickerwasserperiode. Zwischenfruchtanbau und Kleegrasumbruch im Frühjahr tragen zur Verringerung der Auswaschungsgefahr bei.
- Die Höhe der Nitratstickstoffgehalte zu Vegetationsbeginn im Frühjahr wurde in erster Linie durch die jeweilige Witterung über Winter, weniger durch die Fruchtart beeinflusst.
- Die Gefahr hoher Nitratstickstoffverluste über Winter besteht insbesondere bei Wintergetreideanbau mit legumer Vorfrucht.

Literatur

PIEPHO, H.-P. und V. MICHEL (2001): Überlegungen zur regionalen Auswertung von Landessortenversuchen; Informatik, Biometrie und Epidemiologie in Medizin und Biologie 31/4 (2001), S. 123-139

RUHE, I., R. LOGES u. F. TAUBE (2003): Stickstoffflüsse in verschiedenen Fruchtfolgen des ökologischen Landbaus - Ergebnisse aus dem CONBALE-Projekt Lindhof. Beiträge zur 6. Wissenschaftstagung zum ökologischen Landbau, Wien 2003, S. 97-100

SCHULZ, R.-R. und W. SCHUMANN (2002): Verminderung von Stickstoffverlusten im Winterrapsanbau. Abschlussbericht der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern