

## **N-Auswaschung unter ökologisch und konventionell bewirtschafteten Praxisflächen in Norddeutschland – Ergebnisse aus dem Projekt COMPASS**

### **N leaching on organic and conventional farms in Northern Germany – Results from the COMPASS project**

M. Kelm<sup>1</sup>, R. Loges<sup>1</sup> und F. Taube<sup>1</sup>

**Key words:** Production systems, nutrient management, nitrogen leaching.

**Schlagwörter:** Betriebssysteme, Nährstoffmanagement, Stickstoffauswaschung.

#### **Abstract:**

*Nitrogen (N) leaching, especially in the form of nitrate (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), still represents a major environmental impact from agriculture. In order to estimate potential N leaching losses under conditions on commercial farms in Northern Germany, N leaching was analyzed by using ceramic suction cups on representative fields on eight organic and conventional farms. On dairy farms, permanent grassland and maize for silage were analyzed as the main fodder crops. On arable farms, one crop with a high risk and one with a low risk of N leaching losses were selected. On permanent grassland, N leaching was pronouncedly lower on organic farms. If grass/clover on organic farms was ploughed, high amounts of N were leached in the following winter, irrespective if grass/clover was ploughed in spring or in late summer. N management on organic farms, especially the management of crop residues, still needs to be improved to meet the N demand of crops and to reduce N losses.*

#### **Einleitung und Zielsetzung:**

Die Belastung des Grundwassers aus der Landwirtschaft, insbesondere durch Nitrat, ist nach wie vor ein aktuelles Problem. Über den Weg des oberflächennahen Grundwassers oder des Dränwassers trägt mit dem Sickerwasser ausgetragener Stickstoff (N) ferner zur Eutrophierung von Oberflächengewässern bei. Dem ökologischen Landbau wird allgemein ein geringeres Risiko von N-Auswaschungsverlusten zugeschrieben. Jedoch sind auch im ökologischen Landbau die Anbausysteme gezielt im Hinblick auf den Grundwasserschutz zu gestalten (vgl. HAAS 2001). Im Rahmen des interdisziplinären Forschungsprojektes „COMPASS“ (Comparative assessment of land use systems) der Agrar- und Ernährungswissenschaftlichen Fakultät der Universität Kiel (TAUBE et al. 2006) wurde die N-Auswaschung unter ökologisch und konventionell bewirtschafteten Praxisflächen in Schleswig-Holstein mittels Saugkerzen während zweier Sickerwasserperioden erfasst. Die Ergebnisse dienen der Abschätzung der N-Austragsgefährdung unter repräsentativen Praxisbedingungen, dem Abgleich mit bisherigen Versuchen auf Parzellenebene (z. B. DREYMANN 2005), sowie der Entwicklung optimierter Anbausysteme.

#### **Methoden:**

Auf 8 von 32 am Projekt COMPASS teilnehmenden Praxisbetrieben (vergl. KELM et al. 2007, in diesem Tagungsband) wurde während der Sickerwasserperioden 2004/05 und 2005/06 die Auswaschung von Stickstoff mittels Saugkerzen erfasst. Bei den hierfür ausgewählten Betriebspaaren (jeweils ein konventioneller sowie ein ansonsten vergleichbarer ökologischer Betrieb am selben Standort) handelt es sich um zwei

---

<sup>1</sup> Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung – Grünland und Futterbau/Ökologischer Landbau, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, 24098 Kiel, Deutschland (Postadresse: Hermann-Rodewald-Str. 9, 24118 Kiel, Deutschland), rloges@email.uni-kiel.de

Betriebspaare spezialisierter Milchvieh-Futterbaubetriebe (ein Betriebspaar auf den sandigen Böden der Schleswig-Holsteinischen Geest, ein zweites Betriebspaar auf lehmigeren Böden des östlichen Hügellandes) sowie um zwei Betriebspaare spezialisierter viehloser Marktfruchtbetriebe (an zwei unterschiedlichen Standorten im östlichen Hügelland). Auf jedem Betrieb wurde jeweils ein repräsentativer Schlag folgender Kulturarten beprobt:

- Milchvieh-Futterbaubetriebe:
- Dauergrünland (1 Siloschnitt + Beweidung)
  - nach Silomais (Sickerwasserperiode nach der Maisernte)
- Marktfruchtbetriebe:
- Winterweizen nach Kleeergrasumbruch im Spätsommer (ökolog. Betriebe) bzw. nach Winterraps (konv. Betriebe)
  - Kleeergras (als Untersaat angelegt) (ökolog. Betriebe) bzw. Winterraps (konv. Betriebe) jeweils nach abtragender Getreide-Vorfrucht

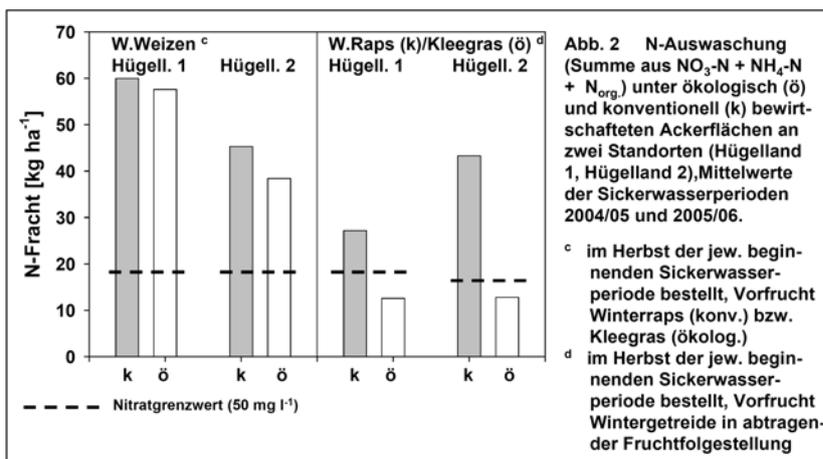
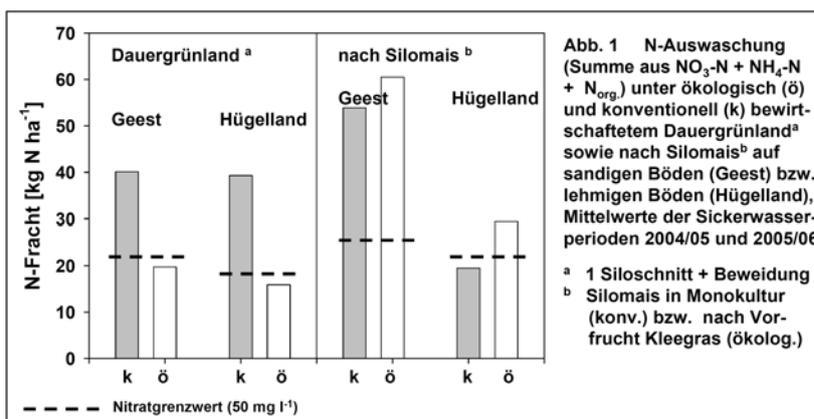
Dauergrünland und Silomais stellen die Hauptfutterfrüchte auf Milchvieh-Futterbaubetrieben dar. Auf den Marktfruchtbetrieben folgte die Auswahl der beprobten Kulturen der Prämisse, jeweils das Fruchtfolgeglied mit dem höchsten und das mit dem niedrigsten N-Austragspotenzial zu erfassen. Auf je einem repräsentativen Schlag des Betriebes wurden 18 (Dauergrünland) bzw. 12 (Ackerkulturen) keramische Saugkerzen in 80 cm Tiefe installiert. Es wurde davon ausgegangen, dass Bodenlösung, die in dieser Tiefe im Winterhalbjahr versickert, nicht mehr von den Kulturpflanzen aufgenommen werden kann. Die Entnahme des Sickerwassers fand wöchentlich ab Beginn der Sickerung (je nach Witterung und Bodentyp etwa Anfang bis Mitte November) bis Mitte April statt. Die Analyse der Bodenlösung auf  $\text{NO}_3\text{-N}$ ,  $\text{NH}_4\text{-N}$  und  $\text{N}_{\text{org}}$  erfolgte photometrisch an einem Autoanalyzer. Die wöchentliche Sickerwassermenge wurde mit Hilfe einer klimatischen Wasserbilanz unter Berücksichtigung der Bodenverhältnisse und der Pflanzenbestände berechnet.

#### **Ergebnisse und Diskussion:**

Auf Milchvieh-Futterbaubetrieben wiesen ökologisch bewirtschaftete Dauergrünlandflächen an beiden Standorten eine deutlich geringere N-Auswaschung auf als konventionell bewirtschaftetes Dauergrünland (Abb. 1). Dies ist, bei vergleichbarem Viehbesatz der Betriebe, in erster Linie auf die geringere Intensität der Weidenutzung auf ökologischen Betrieben und damit geringere Exkrementmengen während der Weidesaison zurückzuführen. Die N-Auswaschung nach Silomais war jedoch auf ökologisch bewirtschafteten Flächen höher als im konventionellen Anbau von Silomais in Monokultur. Als wesentliche Ursache hierfür kommt der Kleeergrasumbruch vor der Maisbestellung im Frühjahr in Betracht, durch den im Vergleich zu konventionell bewirtschaftetem Silomais deutlich höhere Mengen an organisch gebundenem N zur Verfügung standen. Die N-Flächenbilanzsalden der jeweiligen Vegetationsperiode (mineralische plus organische Düngung, Exkremente,  $\text{N}_2$ -Fixierung, N-Menge in pflanzlichen Residuen, abzüglich N-Ertrag) lagen im ökologischen Anbau von Silomais zwischen +60 und +240  $\text{kg N ha}^{-1}$ , im konventionellen Silomaisanbau jedoch nur bei -46 bis +36  $\text{kg N ha}^{-1}$ . Auf eine Winterbegrünung verzichteten die ökologischen Futterbaubetriebe zugunsten intensiver Bodenbearbeitung im Herbst, um der mit dem Maisanbau verbundenen Queckenproblematik entgegenzuwirken.

Auf den Marktfruchtbetrieben wiesen Winterweizenflächen unabhängig vom Anbausystem (Kleeergras- bzw. Rapsvorfrucht auf ökologischen bzw. konventionellen Betrieben) hohe Mengen an ausgewaschenem Stickstoff auf (Abb. 2). In beiden Systemen konnte der Stickstoff aus den Residuen der Vorfrucht nicht vollständig über den Winter

gerettet werden. In der abtragenden Fruchtfolgestellung wurde auf den ökologisch bewirtschafteten Flächen jedoch eine deutlich niedrigere N-Auswaschung im Vergleich zum konventionellen System festgestellt.



Die Relevanz der in den ökologischen Anbausystemen festgestellten hohen N-Verluste durch Auswaschung ist in Bezug zum jeweiligen Anbauumfang der betreffenden Fruchtfolgeglieder zu sehen. Silomais macht auf den 8 ökologisch wirtschaftenden Milchvieh-Futterbaubetrieben des COMPASS-Projektes im Durchschnitt nur 2% der Betriebsfläche aus. Mit möglicherweise zunehmender Bedeutung von Silomais im ökologischen Landbau ist den hohen N-Auswaschungsverlusten jedoch durch ein entsprechendes Anbausystem entgegenzuwirken. Auf Klee gras (12,7% der Fläche im Mittel der 8 ökologisch wirtschaftenden Marktfruchtbetriebe des Projektes) folgte jedoch im Durchschnitt der Erntejahre 2004-2006 zu 76% eine Winterung, und nur auf 24% der umgebrochenen Klee grasbestände folgte eine Sommerung. Im Hinblick auf

die in der vorgestellten Untersuchung sowie in einer Anzahl früherer Arbeiten beobachteten hohen N-Auswaschungsverluste besitzt diese Anbaupraxis eine nicht zu unterschätzende ökologische Relevanz, und führt zu vermeidbaren Verlusten wertvollen Stickstoffs aus dem Betriebskreislauf.

Die standortspezifische kritische N-Fracht, bei denen im Mittel der beiden Versuchsperioden die mittlere Nitratkonzentration im Sickerwasser den geltenden EU-Grenzwert für Nitrat im Trinkwasser (50 ppm) überschreitet, ist in Abb. 1 und Abb. 2 dargestellt. Aufgrund möglicher Denitrifikationsprozesse in den Bodenschichten zwischen der Tiefe der Saugkerzen (80 cm) und dem oberflächennahen Grundwasser ist der direkte Bezug zur Nitratbelastung des Grundwassers jedoch mit einer Unsicherheit behaftet. Unabhängig davon ist aus den dargestellten Ergebnissen ersichtlich, in welchen Anbausystemen eine potenzielle Gefährdung des Grundwassers besteht.

#### **Schlussfolgerungen:**

In Übereinstimmung mit einer Reihe früherer Arbeiten auf Parzellenebene (LOGES et al. 2006, DREYMANN 2005, TAUBE et al. 2005) konnten unter Praxisbedingungen auf ökologisch wirtschaftenden Betrieben in Schleswig-Holstein vergleichsweise hohe N-Auswaschungsverluste unter Winterweizen nach einem Kleeergrasumbruch im Spätsommer festgestellt werden. Auch nach einem Kleeergrasumbruch im Frühjahr mit nachfolgendem Silomaisanbau wurde im folgenden Winter eine erhöhte N-Auswaschung beobachtet. Die nach wie vor in der Praxis nicht gelöste Fragestellung einer gezielteren Steuerung der N-Verfügbarkeit aus pflanzlichen Residuen im Hinblick auf den zeitlichen und mengenmäßigen Bedarf der Kulturpflanzen führt zu möglicherweise vermeidbaren N-Verlusten aus dem Betriebskreislauf. Die Optimierung des N-Kreislaufs ökologischer Anbausysteme wird auch weiterhin in zahlreichen Projekten des Instituts für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung – Grünland und Futterbau/Ökologischer Landbau – an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel schwerpunktmäßig bearbeitet.

#### **Danksagung:**

Dem Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (MLUR) ist an dieser Stelle für die finanzielle Unterstützung des Projektes gedankt. .

#### **Literatur:**

Dreymann S. (2005): N-Haushalt unterschiedlich bewirtschafteter Rotklee-Bestände und deren Bedeutung für die Folgefrucht Weizen im Ökologischen Landbau. Dissertation, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.

Haas G. (2001): Organischer Landbau in Grundwasserschutzgebieten: Leistungsfähigkeit und Optimierung des pflanzenbaulichen Stickstoffmanagements. Verlag Dr. Köster, Berlin, 156 S.

Loges R., Kelm M., Taube F. (2006): Nitrogen balances and energy efficiency of conventional and organic farming systems on fertile soils in northern Germany. *Advances in GeoEcology* 38: 407-414.

Taube F., Kelm M., Loges R., Latacz-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.

Taube F., Kelm M., Verreet J.-A., Hüwing H. (2006): COMPASS – Vergleichende Analyse der pflanzlichen Produktion in ökologischen und konventionellen Betrieben Schleswig-Holsteins. In: *Vorträge zur Hochschultagung 2006 der Agrar- und Ernährungswissenschaftlichen Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel*, S. 121-129.