

Wirkung von DMPP auf Nitrifikation und N-Verluste (Nitrat, NH_3 , N_2O) von Düngerstickstoff im Vergleich zu DCD

W. Linzmeier, U. Schmidhalter und R. Gutser¹

Am Lehrstuhl für Pflanzenernährung der TU München-Weihenstephan werden seit 1996 umfangreiche Forschungsarbeiten mit dem neuen Nitrifikationsinhibitor (Dimethylpyrazolphosphat = DMPP) durchgeführt.

Den Ergebnissen liegen Freiland-Düngungsversuche zu Winterweizen im Raum Freising (800 mm Jahresniederschlag) auf tiefgründigen Böden (IS und uL) zugrunde. Es handelt sich um durchwegs günstige Ackerstandorte mit geringer Auswaschungsgefährdung während der Vegetationszeit. Die Dünger (Ammonsulfatsalpeter (ASS) mit DMPP bzw. DCD) wurden in Granulatform eingesetzt, wobei die Konzentration des neu entwickelten Wirkstoffes DMPP mit ca. 1% nur etwa 1/10 der Konzentration von DCD mit ca. 13% (auf $\text{NH}_4\text{-N}$ Gehalt des Düngemittels bezogen) betrug.

Nitrifikationshemmung

Die Hemmwirkung eines Nitrifikationsinhibitors (NI) kann durch die quantitative Veränderung der $\text{NH}_4\text{-N}$ -Gehalte in der Krume nach der Düngung beurteilt werden. Zu Winterweizen betrug das Düngungsniveau 160 kg N/ha: für die NI-Varianten (ASS/DMPP bzw. DCD) zu Vegetationsbeginn in 1 Gabe, für die Kontrollvariante mit Kalkammonsalpeter (KAS) zu praxisüblichen 3 Teilgaben (70 / 40 / 50) mit S-Ausgleich.

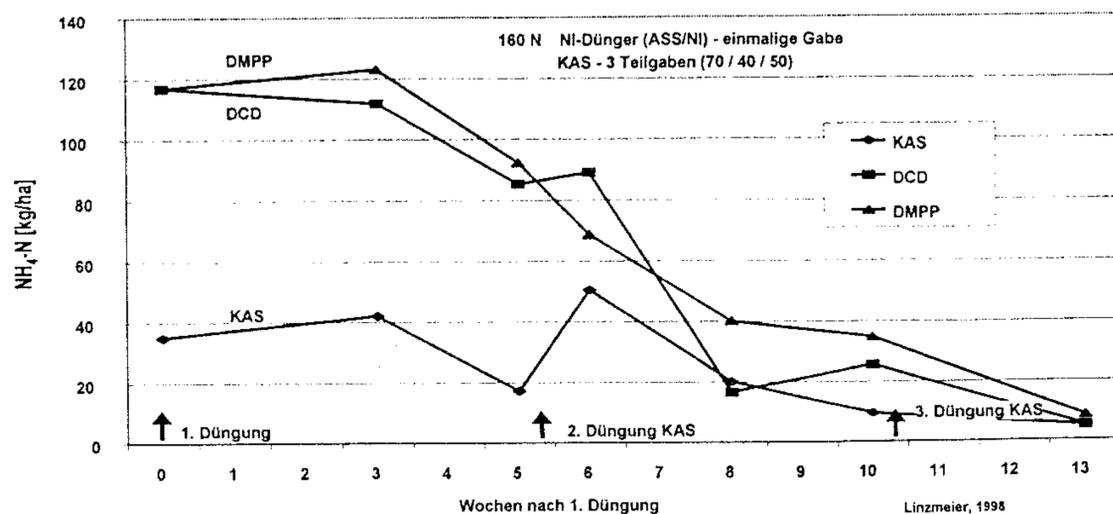


Abb. 1: $\text{NH}_4\text{-N}$ -Gehalte der Krume – lehmiger Sand – Winterweizen (1998)

1998 konnte auf beiden Böden (IS und uL) für die NI-Varianten eine deutliche Hemmung der Nitrifikation bis 8 Wochen nach der Düngung festgestellt werden (IS - Abb. 1; uL – ohne Abb.); die beiden Wirkstoffe unterschieden sich nur unwesentlich. Anfänglich fielen in der Krume die $\text{NH}_4\text{-N}$ -Gehalte auf dem schluffigen Lehm gegenüber dem lehmigen Sand schneller ab, jedoch zeigte sich gegen Ende der Hemmphase auf dem schluffigen Lehm noch eine deutlichere Wirkung.

¹ Dipl.-Ing. agr. W. Linzmeier, Prof. Dr. U. Schmidhalter, Dr. R. Gutser, Lehrstuhl für Pflanzenernährung, TU München, 85350 Freising-Weihenstephan

Ferner gilt es zu klären, ob hohe N-Gaben zu Vegetationsbeginn (160 N als ASS/NI) während der Hemmphase entsprechend hohe Nitratgehalte im Boden verursachen, die wiederum ein Verlustpotential für Nitrat auswaschung darstellen. Trotz hoher Andüngung zu Vegetationsbeginn wurden jedoch in den NI-Varianten meist niedrigere Nitratgehalte im Boden festgestellt als auf der Vergleichsvariante mit KAS (IS – Abb. 2; uL – ohne Abb.). Dies kann einerseits auf die verzögerte Umsetzung des $\text{NH}_4\text{-N}$ zu $\text{NO}_3\text{-N}$, andererseits auf die Nitrataufnahme der Pflanzen zurückgeführt werden. Eine Verlagerung des $\text{NO}_3\text{-N}$ in tiefere Bodenschichten bzw. eine Auswaschung kann aufgrund der trockenen Witterung ausgeschlossen werden.

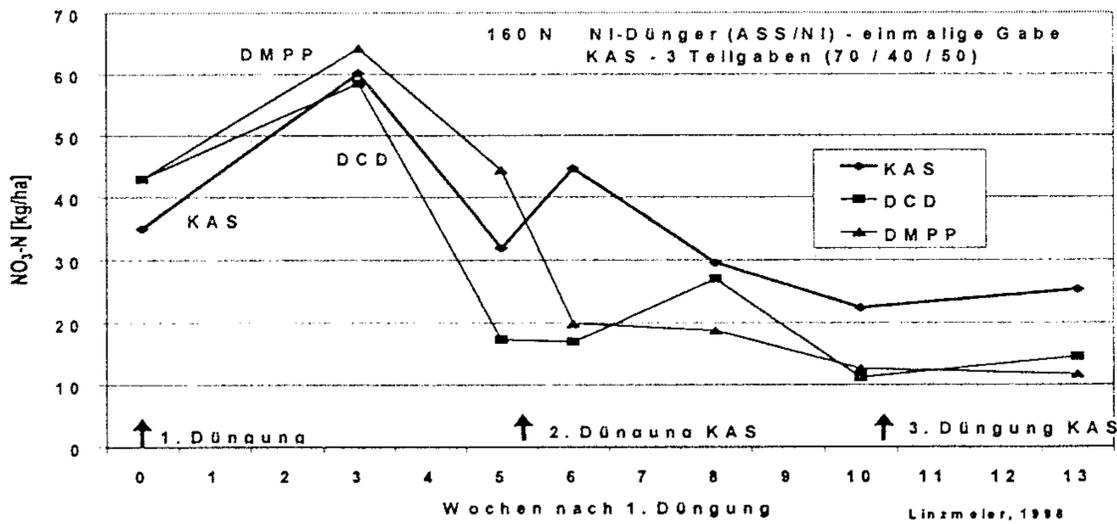


Abb. 2: $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte der Krume – lehmiger Sand – Winterweizen (1998)

Gasförmige N-Verluste

Vor allem aus ökologischer Sicht sind die gasförmigen Verluste (NH_3 und N_2O) möglichst gering zu halten. Es gilt zu prüfen, inwieweit die Wirkstoffe diese gasförmigen N-Verluste beeinflussen.

1. NH_3 -Verluste

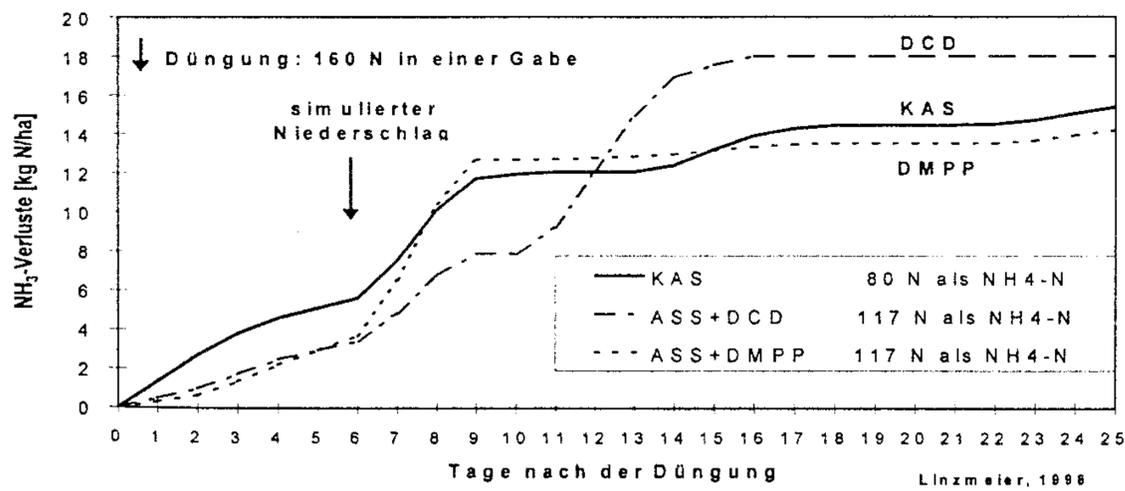


Abb. 3: Verlustpotential für NH_3 (Windtunnel-Anlage) – schluffiger Lehm

In der von Huber (1994) beschriebenen Windtunnel-Anlage erfolgte eine direkte Messung der NH_3 -Emissionen. Windtunnel-Versuche bieten durch trockenen Boden und permanenten Luftstrom extreme Bedingungen für NH_3 -Emissionen, wodurch ein Verlustpotential bestimmt werden kann. Die Dünger KAS, ASS/DMPP und ASS/DCD wurden oberflächlich in einer Gabe (160 kg N/ha) zu SoWeizen appliziert (Abb. 3). Die ermittelten NH_3 -Verluste lagen nach 25 Tagen etwa bei 10% des ausgebrachten Dünger-N, wobei die NI-Varianten trotz lang anhaltender NH_4 -Phase keine höheren Verluste aufwiesen als die KAS-Vergleichsvariante. Ein simulierter Niederschlag am 6. Tag der Messung erhöhte kurzfristig die NH_3 -Emissionen. Die Untersuchungen im Windtunnel bestätigen die bereits früher in ähnlichen Messungen mit DCD erzielten Ergebnisse (Amberger, 1989).

Im Rahmen eines Gefäßversuches wurden verschiedene Bedingungen für NH_3 -Verluste simuliert (Einarbeitung der Dünger, Bodenfeuchte, Niederschlag). Die NH_3 -Verluste wurden indirekt durch den N-Entzug der Pflanzen abgeschätzt. Höhere Verluste zeigten sich ausschließlich nach oberflächiger Ausbringung der Dünger gegenüber Einarbeitung und insbesondere nach Applikation auf feuchten Boden, mit zusätzlicher Simulation von Tau. Sowohl der Zusatz von DCD als auch von DMPP blieb ohne Auswirkung auf die Höhe der NH_3 -Verluste. Allgemein nahmen die NH_3 -Verluste mit zunehmender Stabilität der Düngergranulate in feuchtem Milieu ab.

2. N_2O -Verluste

Bezüglich der Lachgas-Emissionen galt es zu prüfen, ob konventionelle Düngungssysteme (KAS zu 3 Teilgaben) mehr N_2O freisetzen als Systeme mit NI-haltigen Düngern (1 - 2 Teilgaben). Kilian (1997) bestimmte in einer Meßreihe für Nitratdünger, appliziert in mehreren Teilgaben, höhere und häufiger auftretende (weil mehr Teilgaben) Emissionen gegenüber NH_4 -Düngern mit NI (Abb. 4). Während der gesamten Meßperiode hinweg betrachtet wurden mit dem NI-Düngungssystem die N_2O -Verluste nahezu halbiert.

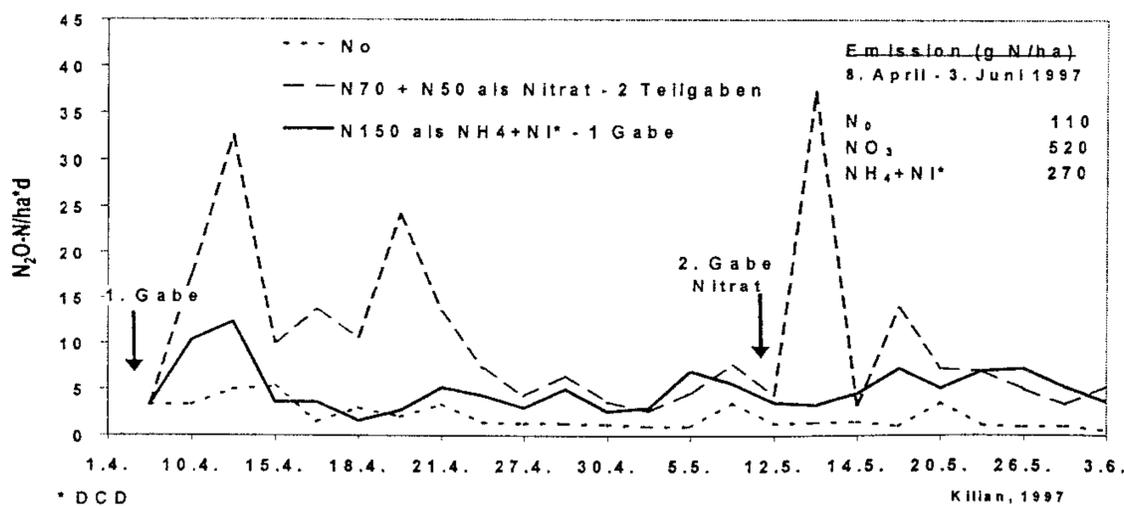


Abb. 4: N_2O -Emission nach Nitrat und Ammonium(+NI)-Düngung zu SoWeizen

Durch den Einsatz von ^{15}N -markiertem Dünger besteht die Möglichkeit, N_2O -Verluste ausschließlich aus Düngerstickstoff zu quantifizieren (Abb. 5). Die mit der Düngung (160 N: für KAS in 3 Teilgaben, für NI(DMPP) in 2 Teilgaben) ausgebrachte Nitratmenge war für die Höhe der N_2O -Emissionen ausschlaggebend. Durch nahezu gleiche Mengen an ausgebrachten $\text{NO}_3\text{-N}$ zu Vegetationsbeginn (ca. 30 kg/ha) ergaben sich in der KAS- und NI-Variante kaum

Unterschiede im N_2O -Verlust. Da in der KAS-Variante insgesamt höhere Nitratmengen (mehrmalig verteilt) eingesetzt wurden, waren die N_2O -Verluste über die Meßperiode hinweg höher als in der NI-Variante. Nicht allein hohe Nitratgehalte, sondern die Kombination mit Niederschlagsereignissen führte zu entsprechend hohen N_2O -Emissionen.

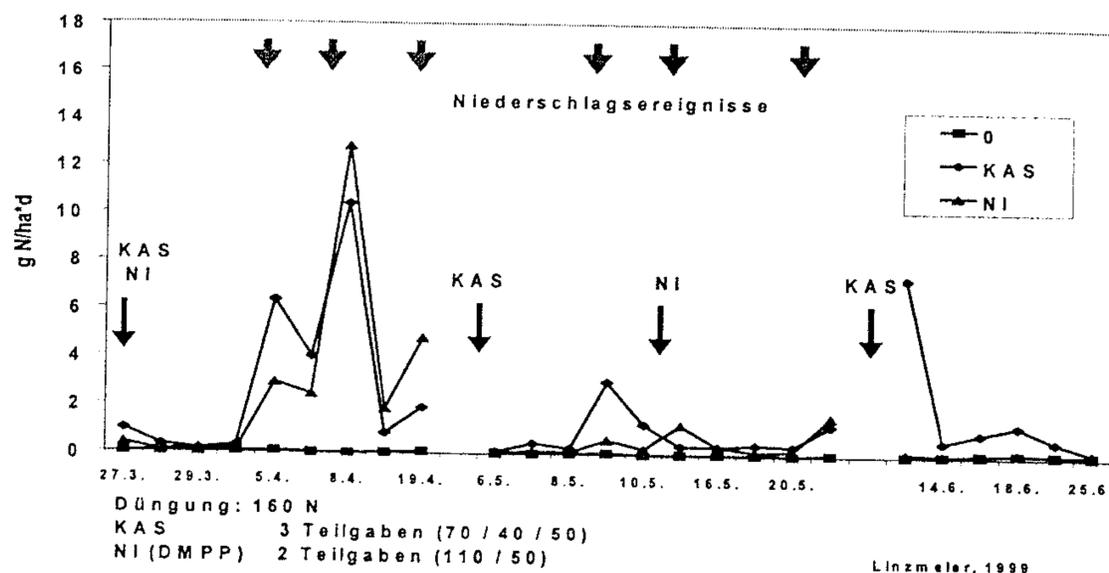


Abb. 5: N_2O -Verluste des Düngerstickstoffs (^{15}N) – Winterweizen (1999, uL)

Zusammenfassung

- Die Stabilisatoren DMPP und DCD hemmen die Nitrifikation des über ASS zugeführten NH_4-N auf verschiedenen Böden (IS, uL) über einen Zeitraum von 7 bis 8 Wochen.
- Zu Vegetationsbeginn applizierte hohe Gaben von ASS/NI (Zusammenlegung von Teilgaben) führen im Vergleich zu üblichen Düngungsstrategien mit KAS zu keinen höheren Nitratgehalten im Boden.
- Die Kombination von ASS und NI bewirkt keinen Anstieg der NH_3 -Verluste.
- Düngungssysteme mit ASS/NI führen zu einem Rückgang der N_2O -Verluste gegenüber konventionellen KAS- oder ASS-Systemen.

Literatur

- Amberger, A. 1989: NH_3 -Verluste aus der Anwendung organischer und anorganischer Dünger. - VDLUFA-Schriftenreihe 30 (103 - 108), Kongreßband 1989.
- Huber, J. 1994: Untersuchungen zur Ammoniakverflüchtigung nach Gülledüngung im Windtunnelverfahren. Diss. TU München Weihenstephan, 1994.
- Kilian, A. 1997: N-Verluste als Lachgas (N_2O) aus unterschiedlich gedüngten Böden. - Forschungsvorhaben, Bayer. Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Projekt-Nr. A/94/5, 1997.