

Langzeitwirkung nitrifikationsgehemmter Stickstoffdünger im Lysimeter-versuch (1982 – 1998)

R. Gutser¹

Einleitung und Methodik

Für eine grundlegende Bewertung von mineralischen Stickstoffdüngern sind neben kurzfristigen, meist einjährigen Versuchen auch Langzeitexperimente erforderlich, insbesondere wenn durch deren Einsatz umweltrelevante Vorteile angestrebt werden. Es ist zudem hinlänglich bekannt, daß die Verwertung mineralischer N-Dünger im Anwendungsjahr durch die Pflanze zwischen 40 – 80% liegen kann (N-Verluste an Atmosphäre und Hydrosphäre bzw. N-Immobilisation im Boden), so daß sich daraus möglicherweise additive Effekte auf die N-Dynamik des Bodens nach Langzeitanwendung ableiten lassen.

In einem nunmehr 19jährigen Langzeitexperiment im Weihenstephaner Lysimeter (tiefgründige Braunerde aus Lößlehm (uL), pH 6.4, Ø 800mm Jahresniederschlag, Ø 7,4°C Lufttemperatur) wurden auf 2 N-Niveaus ($N_1 = 120$, $N_2 = 160$ kg N/ha mit fruchtspezifischer Verteilung = Schwerpunkte zu WiGerste und WiWeizen) Dicyandiamid (DCD)-stabilisierter Ammonsulfatsalpeter (ASS) sowie Kalkammonsalpeter (KAS) in spezifischen Einsatzstrategien (NI-Variante mit Einsparung von Teilgaben) in ihrer Wirkung auf Erträge und N-Abfuhr der Pflanzen sowie N-Verluste durch Auswaschung geprüft (Fruchtfolge: ZuRüben – WiWeizen – WiGerste) - (s.a. Gutser et al., 1988; Vilsmeier et al., 1988). Ab 1994 wurde nach WiGerste Zwischenfrucht angebaut (Einarbeitung im November).

Ergebnisse

Insbesondere in der hohen N-Stufe bewirkte der NI-haltige Dünger einen beachtlichen Mehrertrag gegenüber der Vergleichsvariante KAS sowie einen merklichen Rückgang der N-Auswaschung und trotz niedrigerer Sickerwassermengen auch der Nitratkonzentration (Tab. 1).

Tab. 1: Effizienz NH_4 -stabilisierter N-Dünger - Lysimeter (1982 – 1998)

Düngung	Erträge (Körner/Rüben)	Abfuhr (kg N/ha*a)	Auswaschung	Sickerwasser (mg NO_3 /l)
N_0 Kontrolle	61	44	30	37
N_{117} KAS	=100	97	29	47
ASS+NI	101	97	27	46
N_{168} KAS	106	121	35	59
ASS+NI	111	121	29	52

Die Höhe der Mehrerträge waren fruchtspezifisch mit durchschnittlich 12% für WiGerste, 7% für WiWeizen und 3% für ZuRüben gegenüber KAS (Stufe N_2).

¹ Dr. R. Gutser, Lehrstuhl für Pflanzenernährung, TU München, D-85350 Freising-Weihenstephan

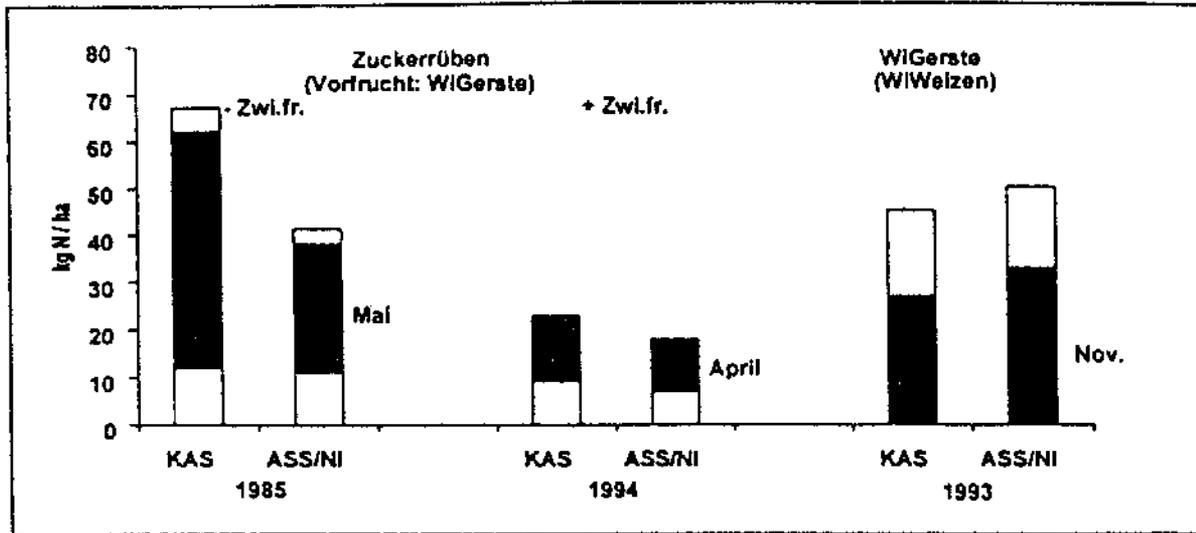


Abb. 1: N-Auswaschung unter ZuRüben und WiGerste (N₂)
(Jahre mit hoher Sickerung: 320-420mm von Okt. bis März)

Lysimeter Weihestephan - ¹⁵N-Versuche
Düngung zu ZuRüben mit flacher Einarbeitung

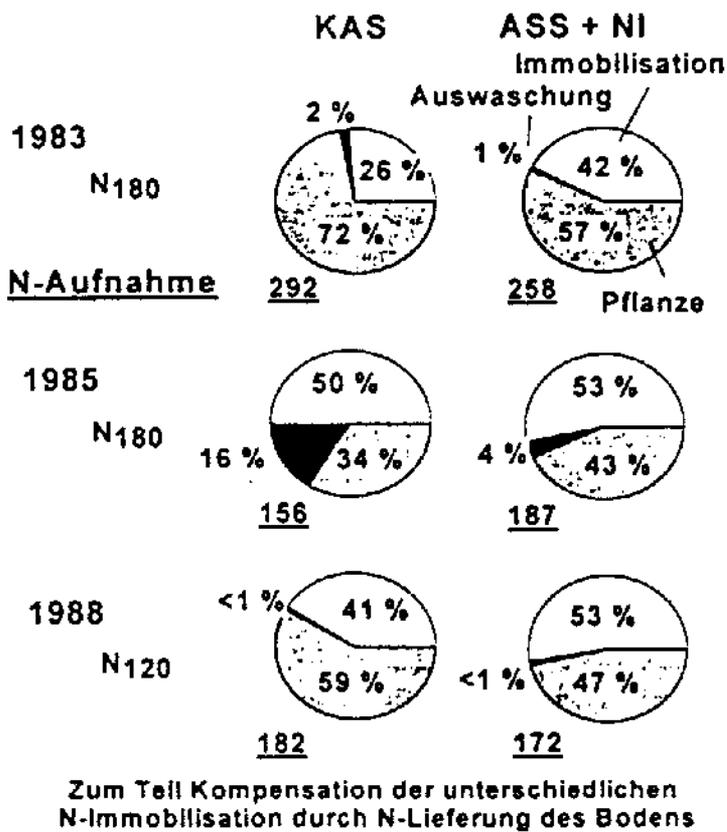


Abb. 2: Verwertung und Immobilisation von NH₄-stabilisiertem N-Dünger im Anwendungsjahr (% des Dünger-N)

Grundsätzlich ermöglichen stabilisierte N-Dünger eine kräftige Andüngung des Getreides ohne Gefahr der N-Überversorgung während des Jugendwachstums, so daß auch in niederschlagsärmeren Jahren der Düngerstickstoff in sicheren Erträgen gut verwertet werden konnte. Auch Zwischenfruchtanbau mit folglich deutlich reduziertem Auswaschungsrisiko (Ø 20 gegenüber 40 kg N/ha*a) blieb ohne Auswirkung auf die Mehrerträge (6%) durch ASS/NI. Abbildung 1 gibt einige typische Beispiele für die dünger- und frucht (vorfrucht)- spezifische N-Auswaschung wieder: Unter ZuRüben wirkte sich das mit stabilisierten Düngern verbundene kurzfristig geringere Auswaschungsrisiko in einem Rückgang der N-Verluste aus – 1993 stellt einen Sonderfall nach WiGerste und einem sehr regenreichen Spätherbst dar, der in der stabilisierten Variante geringfügig höhere N-Verluste brachte und sich auch 1999 (s. Abb. 3) wiederholte.

Letzteres Ergebnis weist auf ein wenn auch nur geringfügig höheres N-Potential der Böden nach langjähriger Düngung mit stabilisiertem N hin, das durch eine N-Saldierung der in Tab. 1 wiedergegebenen Daten bestätigt wird. Die deutlich reduzierte N-Auswaschung der NI-Variante findet keinen Niederschlag in höheren N-Abfuhr, so daß sich seit Versuchsbeginn gegenüber KAS ein um 110 kg höherer N-Saldo je ha errechnet.

Mehrjährige Studien zum Immobilisationsverhalten der geprüften N-Dünger im Boden lassen die Ursache für die oben angesprochenen Befunde (Auswaschung, N-Entzüge) erkennen (Abb. 2): stabilisierter Dünger-N (längere NH₄-Phase) unterliegt einer mehr oder weniger stärkeren N-Immobilisierung mit Auswirkung auf die N-Aufnahme der Pflanzen, auf die kurzfristige Verlustgefährdung unmittelbar nach der Düngung (Auswaschung) sowie N-Anreicherung der Böden.

Tab. 2: *Nettomineralisation des immobilisierten Düngerstickstoffs in den Folgejahren (in % des jeweiligen Düngerrestes im Boden)*

Jahr	KAS	ASS/NI	Kontrolle N ₀
Düngerrest im Boden* nach 1. Jahr (ZuR) (kg N/ha)	90 (50% v. Dünger)	101 (56%)	Boden-N

2. Jahr (WiW)	7,3	8,6	0,8
3. Jahr (ZuR)	8,9	10,1	2,2
4. Jahr (WiW)	1,8	2,0	1,5
5. Jahr (WiG)	2,7	2,0	1,0

*incl. Rübenblatt-N

(Vilsmeier, Amberger, Gutser, 1988)

Der im Boden infolge Immobilisation und Pflanzenreste zurückgebliebene Düngerrest wurde über die Folgejahre zunächst zu 7 – 10%, später zu 2 – 3% ähnlich dem Bodenstickstoff jährlich mineralisiert (Tab. 2).

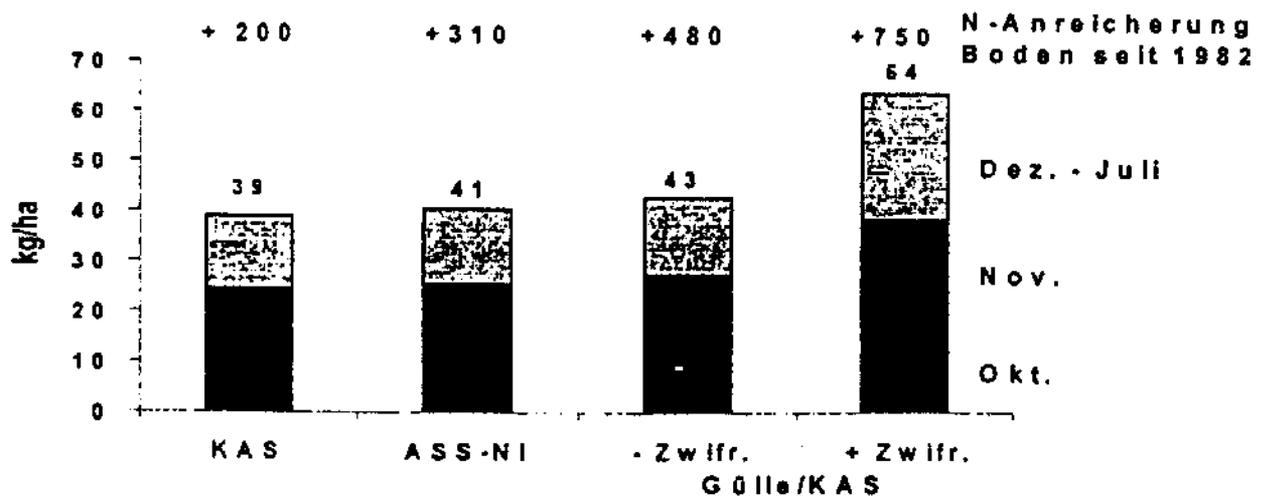


Abb. 3: *N-Auswaschung unter WiGerste – Okt. 98 bis Juli 99 (N₂)
Sickerwasser: 500mm, davon 75% von Okt. – Febr.*

Hohe Sickerraten im Winter 1998/99 lassen in der Höhe der N-Auswaschung durch langjährige Düngung veränderte N-Potentiale der Böden erkennen (Abb. 3): während stabilisierter N-Dünger gegenüber KAS nur zu einem sehr geringen Anstieg führte, bewirkte die N-Konservierung über Zwischenfrüchte in Gülle /KAS-Varianten einen erheblichen Anstieg der N-Verluste als Folge eines deutlich höheren N-Potentials der Böden.

Schlußfolgerung und Zusammenfassung

Dieses Langzeitexperiment belegt für Ackerbaustandorte mittlerer Auswaschungsgefährdung (800mm Niederschlag, tiefgründiger uL), daß sich mit N-Düngern mit Nitrifikationsinhibitoren in systemgerechten Einsatzstrategien Ertragsvorteile gegenüber konventionellen N-Düngern bei zugleich geringeren Auswaschungsverlusten erzielen lassen. Die NI-spezifischen Applikationstechniken basieren auf Systemen mit weniger Teilgaben, so daß der N-Dünger verstärkt in früheren Entwicklungsstadien eingesetzt und folglich auch in trockenen Vegetationsperioden gut verwertet werden kann. Besonders deutliche Ertragsvorteile lassen sich durch den Einsatz zu Getreide erreichen – sichere Qualitäten mit hohen Rohproteingehalten werden durch Kombination von stabilisierten und konventionellen (Spätdüngung) N-Düngern ermöglicht.

NH₄stabilisierte N-Dünger zeigen allgemein eine geringere Verlustgefährdung unmittelbar nach der Anwendung (Nitratauswaschung), die sich z.T. auf eine etwas stärkere N-Immobilisation im Boden zurückführen ließ. Der sich daraus ableitende, wenn auch geringe Anstieg des N-Potentials der Böden ermöglicht nach mehrjährigem Einsatz stabilisierter Dünger eine Verminderung des Düngungsniveaus.

Bezüglich der günstigen Auswirkung stabilisierter N-Dünger auf die Höhe der Lachgasverluste wird auf Linzmeier et al. und Weiske et al. (beide 1999, in diesem Kongreßband) verwiesen.

Aussagen bezüglich des Rückgangs der Methanoxidation durch Böden nach langjähriger NH₄-Düngung (Hütsch et al., 1994) bedürfen auch für stabilisierte Dünger einer Überprüfung.

Literatur

- Gutser, R., Amberger, A. und Vilsmeier, K., 1988: N-Bilanzen nach Mineral- und Gülledüngung mit Dicyandiamid-Zusatz in langjährigen Lysimeter- und Feldversuchen. - VDLUFA-Schriftenreihe 28 (503 - 516), Kongreßband 1988.
- Hütsch, B.W., Webster, C.P. und Powlson, D.S., 1994: Long term effects of nitrogen fertilization on methane oxidation in soil of the Broadbalk wheat experiment. - Soil. Biol. Biochem. 25 (1307 - 1315).
- Vilsmeier, K., Amberger, A. und Gutser, R., 1988: Dynamik von Boden- und Düngerstickstoff(15N) im Weihenstephaner Lysimeter. - VDLUFA-Schriftenreihe 28 (455 - 469), Kongreßband 1988.