

N-Ausnutzung nach Mineral- und Gülledüngung (^{15}N) im Weihenstephaner Lysimeter

K. Vilsmeier und R. Gutscher*

Die N-Ausnutzung mineralischer N-Dünger durch die Pflanzen schwankt bekanntlich in weiten Grenzen zwischen 25 und 75 % (s. Vilsmeier et al., 1988); Güllestickstoff wird allgemein schlechter verwertet als Mineraldünger-N als Folge höherer Verluste (NH_3 -Verflüchtigung, z.B. Amberger, 1989; NO_x -Auswaschung, z.B. Gutscher und Amberger, 1984) und stärkerer N-Immobilisation im Boden (Gutscher et al., 1987, Vilsmeier et al., 1987). Für Rindergülle wurden in langjährigen Versuchen Ausnutzungen zwischen 9 und 20 (Basis Ges. N) bzw. 15 und 33 % (Basis $\text{NH}_4\text{-N}$) errechnet (Gutscher et al., 1988); am schwächsten wurde die zu Stroh und Zwischenfrucht applizierte Gülle von der Folgefrucht verwertet - neben einer NH_3 -Verflüchtigung und N-Immobilisation im Boden (Strohdüngung s. Bosch und Gutscher, 1985) ist dieses unbefriedigende Ergebnis auch auf die verhältnismäßig geringe Verfügbarkeit des in der Gründüngung enthaltenen Stickstoffs zurückzuführen (s. Gutscher und Vilsmeier, 1988, Vilsmeier und Gutscher, 1988). Um diese Aussage noch weiter abzusichern, sollte in einem Lysimeterversuch die N-Ausnutzung von Mineral- und Gülledüngung mittels ^{15}N -Tracermethode geprüft werden.

Versuchsdurchführung und Methoden

a. Lysimeterversuch

In einem bereits 1982 begonnenen Lysimeterversuch (Lößbrannerde, pH 6.5) zur Prüfung mineralischer und organischer N-Düngung mit und ohne dem Nitrifikationshemmstoff Dicyandiamid (DCD) (s. Gutscher und Amberger, 1984) wurden 1987/88 Rindergülle und Kalkammonsalpeter (KAS), beide ^{15}N markiert, eingesetzt und Erträge, N-Entzüge, -Ausnutzung und -Auswaschung ermittelt.

Fruchtfolge: Zuckerrüben - Winterweizen - Wintergerste

* Dr. R. Gutscher und Dr. K. Vilsmeier, Institut für Pflanzenernährung, TU München, 8050 Freising-Weihenstephan

N-Düngung: \approx 120 kg N/ha. Jahr als KAS oder Rindergülle (NH₄-N) mit KAS-Ergänzung

DCD-Menge: 15 - 25 kg/ha, appliziert mit der Gülle

1987/88: Zuckerrüben - Vorfrucht Wintergerste mit Strohüngung

KAS-Düngung zur Saat: 120 kg N/ha

Gülle-Düngung: August 1987 zur Zwischenfrucht Raps (Gründüngung im November 1987) bzw.

November 1987 oder März 1988 \pm DCD

100 kg NH₄-N/ha + 40 N als KAS zur Saat

KAS (NH₄NO₃) und Rindergülle (NH₄-N)¹⁵N markiert

Witterungsdaten 1987/88: 693 mm Niederschläge (\approx 818 mm)

8.2°C Lufttemperatur (\approx 7.6°C)

b. Modellversuch

Bebrütungsversuch zur Festlegung von Dünger ¹⁵N

Böden: UL (20% Ton), 1^oS (9%), 1^oS (6%)

Bodenfeuchte: 60 % der maximalen Wasserkapazität

Düngung: 20 mg NH₄-N/100 g Boden - Düngerformen s. Tab. 5

Bebrütungsdauer: 4, 11 und 21 Wochen

N-Fixierung = ¹⁵N-Düngung - ¹⁵N_{min} (2 M KCl) bzw. ¹⁵N-Rest

im Boden

c. Gefäßversuch

N-Wirkung verschiedener organischer Dünger zu Hafer und

Weidelgras

Böden: UL und 1^oS, 6 kg/Mitscherlichgefäß

Düngung: 550 mg NH₄-N/Gefäß - 4 Wochen vor der Saat in Boden

eingearbeitet - Düngerformen s. Tab. 6

Methodik:

¹⁵N Analysen: emissionspektroskopische Messung mit

¹⁵N-Analysator NOI Fa. Jasco, Japan

(Vilsmeier und Medina, 1984)

Ergebnisse

Mit Ausnahme der Novembergülle ohne DCD (10 - 15 %iger Minderertrag) erreichten sämtliche Güllevarianten etwa gleiche Rübenerrträge wie die mit KAS gedüngte Kontrolle (Tab. 1); die Blatterträge waren nach organischer Düngung allgemein höher.

Tab.1: Zuckerrüben-Erträge (dt Fris/ha)

Düngung	Rüben		Blätter	
		DCD		
Kontrolle	475	+	164	-
KAS	715	-	229	-
Gülle August (Zw.f.rucht)	692	-	275	-
November	627	694	243	264
März	727	743	267	266

Die N-Aufnahmen der Pflanzen aus Boden- und Dünger-N unterschieden sich insgesamt wenig; Gründüngung sowie DCD brachten geringe Vorteile (Tab. 2). Deutlich differenzierte hingegen die Verwertung der ¹⁵N-markierten Dünger: KAS wurde zu 59 %, Gülle nur zwischen 15 (mit Zwischenfrucht) und 31 % (Novembergülle + DCD) ausgenutzt.

Tab.2: N-Aufnahmen der Rüben

Düngung	insgesamt (kg/ha)		¹⁵ N (% v. Düngg.)		aus Boden (kg/ha)
		DCD			
Kontrolle	97	+	-	-	97
KAS	182	-	59	-	111
Gülle August	200	-	15	-	160
November	171	206	22	31	124
März	188	202	27	24	136

GD 5 % 22 (KAS zur Gülle mit 25, DCD mit 10 kg N/ha angerechnet)

Die Zwischenfrucht Raps nahm bis Oktober 18 % des Gülle-¹⁵N auf (Frtrag und N Entzug: 44 dt TS und 75 kg/ha, C/N = 25).

In den Güllevarianten war die von den Pflanzen aus dem Boden vorrat (Nachwirkung früherer Güllegaben) aufgenommene N-Menge entsprechend höher (124 bis 160 (Gülle + Zwischenfrucht) kg N/ha).

Zur Zwischenfrucht applizierte Rindergülle führte zur niedrigsten, Novembergülle ohne DCD zur höchsten Nitratauswaschung (Oktober 1987 - September 1988), während Märzgülle etwas über den Kontrollen ohne N und KAS lag (Tab. 3). Bei diesem ausgasenden Stickstoff handelte es sich nahezu ausschließlich um Bodenstickstoff; lediglich in der Variante Novembergülle gingen mit 19 (+ DCD) bzw. 38% (-DCD) eine größere Menge Düngersstickstoff verloren.

Tab. 3: N-Auswaschung - 1987/88

Düngung	insgesamt (kg/ha)		¹⁵ N (% v. Düngg.)	
	-	+	-	+
Kontrolle	57	-	< 1	-
KAS	61	-	< 1	-
Gülle	August	34	3	-
	November	112	99	38
März	82	77	< 1	< 1

Sickerung: Okt.-März 291 mm April-Sept. 60 mm

In den Güllevarianten verblieben mit dem ¹⁵N-Stickstoff der Blätter noch 51 (Novembergülle, hohe Auswaschung) bis 89 % (Augustgülle + Zwischenfrucht) der Düngerszufuhr (100 kg NH₄-N/ha) im Boden; der Vergleichswert für KAS beträgt 70 kg N/ha oder 58 % der Düngung (Tab. 4).

Tab. 4: ¹⁵N Düngerreste im Boden nach der Ernte (kg/ha)

Düngung	Boden	Rübenblatt	insgesamt
KAS	49	21	70
Gülle	August	7	89
	November	11	51 (56)*
	März	12	85 (86)*

*Reihe mit DCD

Modell- und Gefäßversuche

In Modell- und Gefäßversuchen konnte die im Lysimeter festgestellte stärkere N-Immobilisation nach Gülleapplikation im Vergleich zu mineralischer N-Düngung bestätigt werden. Mit steigenden Tongehalten der Böden und Trockensubstanz- oder C-Gehalten bzw. C/N-Quotienten der Gülle stieg die Festlegung des ¹⁵N-markierten Gülle- bzw. Jauchestickstoffs von 13 auf 44% an - zum Vergleich NH₄NO₃: 7 - 13 % (Tab. 5). Die Höhe der N-Immobilisation änderte sich ab 4 Wochen nach der Düngerapplikation nur noch unbedeutend, (z. B. Gülle (11.3 % TS) auf ul: 4 Wo. 41 %, 11 Wo. 47 %, 21 Wo. 43 %).

Tab. 5: Festlegung von Dünger-¹⁵N auf verschiedenen Böden ¹⁵N-Rest i. Boden in % der Zugabe (21-21 Wochen)

Böden	Ri. Gülle		Ri. Gülle		Jauche		NH ₄ NO ₃	
	TS %	C/N	TS %	C/N	TS %	C/N	TS %	C/N
ul, (1.4)	11.3	10.5	44	24	34	16	30	13
1'S (1.0)	4.1	10.5	33	24	27	16	22	11
1'S (1.0)	10.5	10.5	24	24	16	16	13	7

Auch im Gefäßversuch nahm die N-Wirkung der Gülle (gleiches Angebot an NH₄-N) mit steigendem C-Gehalt merklich ab; die gegenüber NH₄NO₃ und Jauche sehr gute N-Wirkung der Gülle waren z. T. auf deren organisch gebundenen Stickstoff zurückzuführen (Tab. 6).

Tab. 6: N-Wirkung organischer Dünger in Abhängigkeit von TS- und C-Gehalt bzw. C/N-Quotient und Mehrentzung von Hafer in % der N-Düngung

Böden	Ri. Gülle		Ri. Gülle		Schw. Gülle		Jauche		NH ₄ NO ₃	
	TS %	C/N	TS %	C/N	TS %	C/N	TS %	C/N	TS %	C/N
ul, 1'S	11.3	10.5	5.0	6.6	6.4	3.4	2.5	1.7	71	78
	4.4	10.5	2.0	6.6	3.0	3.4	0.6	1.7	67	72
	10.5	10.5	6.6	6.6	3.4	3.4	1.7	1.7	71	78

Schlussfolgerungen

Infolge stärkerer N-Immobilisation im Boden ist die unmittelbare N-Wirkung von Gülle, insbesondere nach Kombination mit einer Zwischenfrucht, zur Folgefurche deutlich geringer als die der Mineraldüngung. Das Ausmaß der N-Immobilisation nimmt mit steigenden TS- und C-Gehalten bzw. C/N-Quotienten der Gülle sowie Tongehalten des Bodens zu. Der nach langjähriger Gülledüngung im Boden angestiegene N-Vorrat unterliegt der natürlichen Mineralisation und sollte durch eine richtige Bemessung der fruchtspezifischen N-Düngung in Kombination mit geeigneten pflanzenbaulichen Maßnahmen vor Auswaschung geschützt werden.

Literatur

- Amberger, A., 1989: NH₃-Verluste aus organischen und anorganischen Düngern. VDLUFA-Kongreß Bayreuth
- Bosch, M. und Gutscher, R., 1985: Wirkung einer Stickstoff- und Strohdüngung auf Ertrag und N-Entzug sowie chemische und biologische Bodeneigenschaften einer Lößbrannerde. Mitt. Dtsch. Bodenkundl. Ges. 43, 543-548
- Gutscher, R. und Amberger, A., 1984: Nitratauswaschung nach Gülledüngung mit Didinzusatz. Landw. Forsch. Kongreß. 1984, 137-145
- Gutscher, R., Amberger, A. und Vilsmeier, K., 1987: Wirkung unterschiedlich aufbereiteter Gülle im Gefäßversuch zu Hafer und Weidelgras. VDLUFA Schriftenreihe 23, 279-295
- Gutscher, R. und Vilsmeier, K., 1988: Mineralisation verschiedener Zwischenfrüchte und N-Verwertung durch Pflanzen. Kalibriefe 19 (3), 199-211
- Gutscher, R., Amberger, A. und Vilsmeier, K., 1988: N-Bilanzen nach Mineral- und Gülledüngung mit Dicyandiamid-Zusatz in langjährigen Lysimeter- und Feldversuchen. VDLUFA Schriftenreihe 28, II, 503-515
- Vilsmeier, K. und Gutscher, R., 1984: Eine Memory-freie Methode zur Hypobromitoxidation von ¹⁵NH₃ für die Emissionsspektrometrie. Fresenius Z. Anal. Chem. 318, 597-598
- Vilsmeier, K., Gutscher, R. und Amberger, A., 1987: Zur Wirkung des NH₄-¹⁵N auf Gülle und Ammoniumsulfat in Modell- und Gefäßversuchen. VDLUFA Schriftenreihe 23, 297-311
- Vilsmeier, K. und Gutscher, R., 1988: Stickstoffmineralisation von Zwischenfrüchten im Modellversuch. Kalibriefe 19 (3), 213-223
- Vilsmeier, K., Amberger, A. und Gutscher, R., 1988: Dynamik von Boden- und Düngerstickstoff (¹⁵N) im Weihenstephaner Lysimeter. VDLUFA Schriftenreihe 28, II, 455-469