

Verwertung von Schlempe als organischer Dünger in der Landwirtschaft

Von R. Gutser und A. Amberger*

Die in Brennereibetrieben anfallende Schlempe unterliegt bislang dem Verfütterungszwang. In jüngster Zeit wird vor allem aus ökonomischen Gründen argumentiert, diese gesetzliche Regelung zu lockern und andere Einsatzmöglichkeiten für Schlempe einzuräumen. Als mögliche Alternative bietet sich eine unmittelbare Verwertung der Schlempe als organischer Dünger an, ähnlich der Gülle, für die mittlerweile umfassende Sachkenntnisse im Hinblick auf einen optimalen Einsatz erarbeitet worden sind (Amberger et al., 1982; Amberger, 1986; Gutser, 1986; Vilsmeier u. Amberger, 1987 u. a.). Für die Beurteilung der Eignung der Schlempe als organischer Dünger müssen neben Düngerwert und Pflanzenverträglichkeit auch mögliche ungünstige ökologische Auswirkungen Berücksichtigung finden, die mit der Ausbringung von Schlempe verbunden sein könnten. Schlempe fällt während der Brennereikampagne von Oktober bis April an, also während der vegetationsfreien Zeit, in der dem Boden bekanntlich der größte Teil der jährlichen Nährstoffverluste durch Auswaschung verlorengeht. Besonders problematisch ist in diesem Zusammenhang der Nitratstickstoff, dessen Gehalt im Grundwasser (Trinkwasser) in den letzten 20 Jahren stetig angestiegen ist.

In den Jahren 1986 und 1987 wurden am Institut für Pflanzenernährung der Technischen Universität München in Freising-Weihenstephan Modell-, Gefäß- und Feldversuche durchgeführt, in denen der Umsatz von Kartoffelschlempe im Boden und deren Wirkung auf Ertrag und Stickstoffaufnahme der Pflanzen sowie Nitratverlagerung im Boden während der vegetationsfreien Zeit geprüft wurden. Die wichtigsten Ergebnisse sind in dieser Arbeit zusammengefaßt.

1. Nährstoffgehalte von Kartoffelschlempe

In sämtlichen Versuchen wurde frische Kartoffelschlempe aus der Versuchs- und Lehrbrennerei in Weihenstephan verwendet. Die in der Schlempe ermittelten Trockensubstanz- und Gesamtstickstoffgehalte (5,5 bzw. 0,27% i. FriS) bestätigen die von Kreipe (1981) angegebenen Werte (Tab. 1).

Tab. 1:
Nährstoffgehalte von Kartoffelschlempe

Nährstoff	% i. FriS	kg/10 m ³
TS	5,5	550
Ges.-N	0,27	27
NH ₄ -N	0,01	1
Ges.-P (P ₂ O ₅)	0,05 (0,11)	5 (11)
Ges.-K (K ₂ O)	0,35 (0,42)	35 (42)
Ges.-Ca	0,02	2
Ges.-Mg	0,02	2
Ges.-C	2,70	270
C/N	9	—

Mit 40 m³ Schlempe werden etwa 45 kg P₂O₅ und 160 kg K₂O/ha dem Boden zugeführt; diese Nährstoffmengen dürften entsprechenden Mineraldüngergaben gleichwertig und folglich voll in der Düngungsbilanz zu berücksichtigen sein. Der Stickstoff liegt nahezu ausschließlich in organisch gebundener Form vor (nur 0,01% NH₄-N) und unterscheidet sich damit sehr wesentlich von Gülle (Rindergülle enthält etwa 50% des Gesamtstickstoffs als NH₄-Stickstoff).

Die Verfügbarkeit des Schlempestickstoffs hängt von dessen Mineralisation (Freisetzung von NH₄) und Nitrifikation durch Mikroorganismen des Bodens ab. Das enge C/N-Verhältnis von 9 : 1 läßt einen relativ raschen Abbau erwarten.

2. Stickstoffwirkung der Schlempe

a) In Bebrütungsversuchen wurde die Freisetzung von NH₄⁺- und NO₃⁻-Stickstoff aus Schlempe in Abhängigkeit von der Bodentemperatur ermittelt.

Versuchsdaten: Zu 100 g Boden (uL, pH 6,5) wurden 20 mg Ges.-N als Schlempe/Gefäß gegeben — optimale Bodenfeuchte; Temperatur: 8°C = entsprechend einer Bodentemperatur im Oktober bis Dezember; 25°C = optimale Bebrütungstemperatur; Bebrütungszeit: 42 bzw. 70 Tage.

Ergebnisse: Unabhängig von der Bebrütungstemperatur konnte in den Böden ohne Schlempe nur sehr wenig NH₄-Stickstoff festgestellt werden (Abb.).

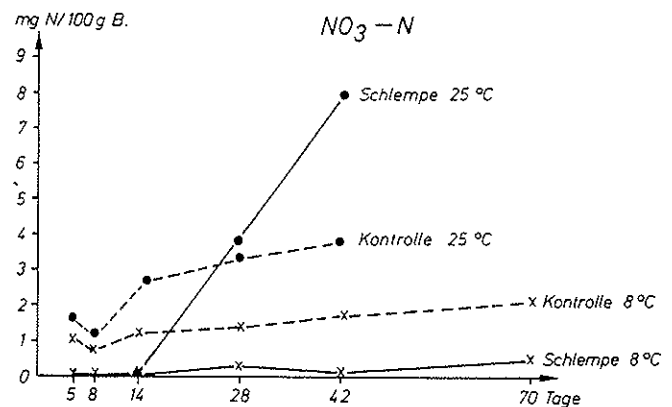
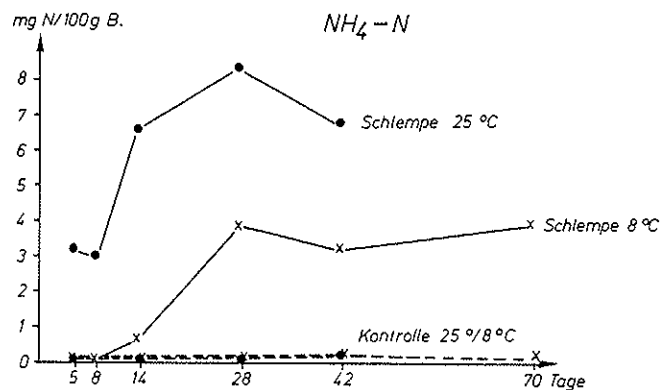


Abbildung: Freisetzung von NH₄⁺- und NO₃⁻-Stickstoff aus Kartoffelschlempe in Abhängigkeit von der Bodentemperatur

Die NH₄-Freisetzung setzte bei 25°C wesentlich schneller und stärker ein als bei 8°C. Dementsprechend wurde bei höherer Temperatur nach etwa 2 Wochen ein steiler Anstieg der Nitratgehalte beobachtet, während in der Reihe mit 8°C selbst nach 70 Tagen nur geringe unter den Kontrollwerten liegende Nitratmengen gefunden wurden.

Innerhalb von 10 Wochen wurden unter kühleren Bedingungen 2,2 mg N (NO₃⁻ + NH₄-N der Kontrolle abgezogen) ermittelt, das

* Dr. R. Gutser und Prof. Dr. A. Amberger, Institut für Pflanzenernährung der Technischen Universität München, Freising-Weihenstephan

sind ca. 10% der N-Zugabe über Schlempe, unter wärmeren Verhältnissen dagegen nach 6 Wochen 10,9 mg N = 55% des Schlempestickstoffs.

b) In einem Gefäßversuch zu Weidelgras (2 Aufwüchse) wurde das N-Potential von Schlempe unter optimalen Bedingungen im Gewächshaus ermittelt.

Versuchsdaten: 6,4 kg Boden (uL, pH 6,5)/Mitscherlichgefäß 0,5 bzw. 1,0 g N/Gefäß als Schlempe (z. Boden) bzw. NH_4NO_3 (2 bis 3 Gaben zum Pflanzenaufwuchs) optimale P- und K-Versorgung.

Ergebnisse: Schlempe zeigte in Abhängigkeit von der Aufwandmenge eine deutliche N-Wirkung, ohne die des mineralischen Vergleichsdüngers erreichen zu können (Tab. 2).

Tab. 2:

N-Wirkung von Kartoffelschlempe im Gefäßversuch zu Weidelgras (3 Schnitte) – N-Entzug mg N/Gef. –

N-Düngung	1. Schnitt	2. Schnitt	3. Schnitt	Summe
ohne N	56	10	34	100
1 × Schlempe	149	42	43	234
2 × Schlempe	219	68	69	356
1 × NH_4NO_3	305	78	35	418
2 × NH_4NO_3	481	348	73	902
GD 5%		25		15

Nach üblicher Berechnung (Mehrentzug gegenüber N_0 in % der N-Gabe) ergab sich für den Schlempe-Stickstoff eine Ausnutzung von 27%, für NH_4NO_3 hingegen 64 bis 80%. Diese lag damit im Bereich der im Bebrütungsversuch mit 10 bzw. 55% (je nach Bodentemperatur) festgestellten N-Freisetzung.

c) In einem Feldversuch zu Hafer wurden die bisherigen Ergebnisse überprüft.

Versuchsdaten: Ort: Freising-Weißenstephan; langjähriges Mittel: 810 mm Niederschlag, 7,7°C Lufttemperatur; Boden: tiefgründige Braunerde aus Lößlehm, pH 6,1; Frucht: Hafer (Pirol); Vorfrucht: Wintergerste mit Raps-Zwischenfrucht als Gründüngung (Oktober 1986); P- und K-Düngung optimal; Versuchsplan (s. Tab. 3): 1 × Schlempe = 20 m³/ha; 2 × Schlempe = 40 m³/ha; Anwendungszeit: 10. Dezember 1986, 12. März 1987.

Kalkammonsalpeter-(KAS-)Düngung (80 N) vor dem Auflaufen des Hafers (27. April 1987), in der Variante 110 N: + Teilgabe von 30 N im Juni (12. Juni 1987).

Tab. 3:

N-Wirkung von Kartoffelschlempe im Feldversuch zu Hafer

KAS (kg N/ha)	Düngung		Körner	
	Schlempe*		Ertrag dt/ha (86% TS)	N-Entzug kg/ha
50 N	–		42	63
50 N	1 ×	November	41	63
50 N	2 ×		48	72
50 N	1 ×	März	42	65
50 N	2 ×		49	75
80 N	–		48	72
110 N	(80/30)		51	80
0 N	–		26	41
	GD 5%		6	8

* 1 × Schlempe = 20 m³/ha

Ergebnisse: Die geringe Schlempegabe brachte gegenüber der Kontrolle (50 N als KAS) keine, die doppelte Gabe dagegen (nahezu unabhängig vom Ausbringungstermin) deutliche Mehrerträge und gesichert höhere N-Entzüge; die N-Wirkung entsprach in etwa

der von 30 N als KAS, entsprechend einem Mineräldüngeräquivalent von 28%.

Die im November ausgebrachte Schlempe führte bis Februar bzw. April zu einem Anstieg der N_{min} -Mengen (NO_3^- - und NH_4^+ -Stickstoff) des Bodens um ca. 30 kg N/ha, insbesondere im Oberboden (0 bis 30 cm). Die im März applizierte Schlempe wurde bis Anfang April noch nicht mineralisiert; die N_{min} -Gehalte waren eher geringer, wohl als Folge einer biologischen N-Immobilisierung. Entsprechend diesen Ergebnissen führte die Schlempe Düngung zu keiner Nitratanreicherung in tieferen Bodenschichten.

Tab. 4:

N_{min} -Stickstoff des Bodens in Abhängigkeit von der Schlempe Düngung

Probenahme Düngung	N_{min} – kg N/ha Tiefe (cm)			
	0–30	30–60	60–90	0–90
26. Februar 1987:				
ohnN	9	14	12	35
2 × Schlempe November	34	12	21	67
8. April 1987:				
ohnw N	29	22	14	65
2 × Schlempe November	49	25	18	92
2 × Schlempe März	23	19	12	54

3. Wirkung von Schlempe auf den pH-Wert des Bodens

Frische Kartoffelschlempe weist einen pH-Wert von 5,0 bis 5,5 auf. Gaben von 40 m³/ha veränderten in obigem Feldversuch den pH-Wert des Bodens nicht (6,1, schluffiger Lehm). Selbst extrem hohe Mengen (Bebrütungsversuch, umgerechnet 200 m³/ha) senkten ca. 1 Woche nach der Ausbringung den pH-Wert einer Braunerde aus Lößlehm (pH 6,8) nur um 0,4 Einheiten; nach 8 Wochen hatte der Boden die saure Wirkung der Schlempe abgepuffert (pH 6,8). Mit der Schlempe Düngung ist deshalb nicht die Gefahr einer stärkeren Bodenversauerung verbunden.

4. Gesamtschau der Ergebnisse und Anwendungsempfehlungen

Schlempe stellt einen nährstoffreichen organischen Abfallstoff dar. Mit 10 m³ Kartoffelschlempe werden etwa 11 kg P_2O_5 , 42 kg K_2O und 27 kg N/ha ausgebracht. Der Stickstoff liegt nahezu ausschließlich in organischer Form vor; die Mineralisation und Nitrifikation ist temperaturabhängig. Während des Winters (November bis Februar) wurden im Feldversuch etwa 30% der im November ausgebrachten Schlempe (40 m³/ha) mineralisiert (ca. 30 kg N von 104 kg Gesamt-N), im Modellversuch waren nach 10 Wochen bereits 55% freigesetzt (25°C).

Je später die Schlempeausbringung im Winter erfolgt, um so weniger Auswaschungsgefährdet ist der darin enthaltene Stickstoff. Im Frühjahr verabreichte Schlempe wird schneller mineralisiert. Schlempestickstoff erreicht keinesfalls die gleiche N-Wirkung wie entsprechende Mengen Mineräldüngerstickstoff, die zweckmäßigerweise vor bzw. während der Vegetationszeit ausgebracht werden. Das Mineräldüngeräquivalent des Schlempestickstoffs betrug im Gefäßversuch bestenfalls 40%, im Feldversuch (40 m³/ha) 28%, d. h., durch 40 m³ Schlempe/ha konnten etwa 30 kg Mineräldünger-N eingespart werden; es liegt damit auf vergleichbarem Niveau wie Güllestickstoff. Die schwächere Wirkung ist neben möglichen Verlusten durch Auswaschung in erster Linie auf eine N-Immobilisierung im Boden zurückzuführen, die von anderen organischen Düngern bekannt ist. Trotz der sauren Reaktion der Schlempe (pH 5,0 bis 5,5) führte die Düngung zu keiner nennenswerten pH-Veränderung des Bodens; die Pufferkapazität der Lößböden erwies sich als ausreichend. Auf Sandböden könnte durch eine übliche Erhaltungskalkung einer Bodenversauerung wirksam begegnet werden.

In Anlehnung an unsere langjährigen Erfahrungen mit Gülle (Amberger et al., 1982; Amberger, 1986; Gutser, 1986; Vilsmeier und Amberger, 1987 u. a.) lassen sich aus diesen Versuchsergebnissen folgende Ausbringungsrichtlinien für Schlempe ableiten:

1. Je später Schlempe im Winter ausgebracht wird, um so weniger auswaschungsgefährdet ist der zugeführte Stickstoff (d. h. z. B., „Januar-Schlempe“ ist weniger verlustgefährdet als „Oktober-Schlempe“).
2. Pflanzenbewuchs (Wintergetreide, Winterraps, Zwischenfrüchte) vermindert die Auswaschungsgefahr infolge Wasserverbrauch und N-Aufnahme. Besonders zu Beginn der Brenneikampagne (Oktober, erste Novemberhälfte) sollte Schlempe möglichst auf einen Pflanzenbestand ausgebracht werden.
3. Für auswaschungsgefährdete Standorte (hohe Niederschläge, flachgründige oder sandige Böden) sind Ausbringungszeitpunkt und begleitende pflanzenbauliche Maßnahmen (siehe oben) besonders wichtig für eine optimale Verwertung der Schlempe.
4. Schlempemengen von ca. 40 m³/ha haben sich in unseren Versuchen als günstig erwiesen. Von den insgesamt zugeführten 100 bis 110 kg N/ha werden im Winter bis zu 30 kg N mineralisiert, die z. T. im Boden gespeichert, z. T. durch Pflanzen und Mikroorganismen verwertet werden können und deshalb nur wenig auswaschungsgefährdet sind. Für die N-Düngung der Folgefrucht können ca. 20 bis 40 kg N aus der Schlempe Düngung angerechnet werden. Die enthaltenen P- und K-Mengen sind in der Düngerbilanz voll zu berücksichtigen.

Durch Zwischenlagerung der Frischschlempe, z. B. in vorhandenen Güllegruben, ließe sich die Verwertung im landwirtschaftlichen Betrieb sicherlich optimieren. Zur Beurteilung des Verhaltens im Lager sind jedoch noch Versuche anzuraten.

Zusammenfassung

Schlempe stellt einen nährstoffreichen Abfallstoff dar; in 40 m³ Kartoffelschlempe sind etwa 110 kg N, 45 kg P₂O₅ und 170 kg K₂O enthalten. Der Stickstoff liegt nahezu ausschließlich in organisch gebundener Form vor; die Mineralisation ist temperaturabhängig und schwankte zwischen 10% (8°C, 10 Wochen) und 55% (25°C, 6 Wochen). Im Feldversuch auf einer tiefgründigen Braunerde (pH 6,1) konnten mit 40 m³ Kartoffelschlempe (Ausbringung November bzw. März) zur Folgefrucht Hafer etwa 30 kg N/ha angerechnet werden. Je später die Schlempe im Winter ausgebracht wird, desto geringer ist die Gefahr von N-Verlusten durch Auswaschung. Begleitende pflanzenbauliche Maßnahmen (z. B. Anbau von Winterfrüchten oder Zwischenfrüchten) sind besonders auf auswaschungsgefährdeten Standorten anzuraten.

Literatur

- Amberger, A., Gutser, R., und Vilsmeier, K. (1982): N-Wirkung von Rindergülle bzw. Jauche mit Dicyandiamid in Feldversuchen. Z. Pflanzenern. u. Bodenkde. 145, H. 4 (315–324)
- Amberger, A., Vilsmeier, K., und Gutser, R. (1982): Stickstofffraktionen verschiedener Güllen und deren Wirkung im Pflanzenversuch. Z. Pflanzenern. u. Bodenkde. 145, H. 4 (325–336)
- Amberger, A. (1986): Nährstoffverfügbarkeit in organischen Düngern. KTBL/DLG-Vortragstagung in Würzburg – Pflanzenproduktion zwischen Ökonomie und Ökologie (35–44)
- Gutser, R. (1986): Sinnvolle Anwendung von Gülle aus pflanzenbaulicher Sicht. Vortragsveranstaltung d. Landtechn. Vereins in Bayern e.V. (LTV) u. d. Arbeitsgem. Landw. Bauwesen Bayern (ALB), Büchelkühn (1–18)
- Kreipe, H. (1981): Getreide- und Kartoffelbrennerei. Verlag Ulmer, Stuttgart
- Vilsmeier, K., und Amberger, A. (1987): Zur nitrifikationshemmenden Wirkung von Dicyandiamid zu Gülle in der Zeit zwischen Spätherbst und Frühjahr. Z. Pflanzenern., Bodenkde. 150 (47–50)

INSERIEREN
BRINGT **ERFOLG**