

Stickstoffumsatz, Lagerverhalten und optimale Verwertung von Schlempe auf landwirtschaftlichen Flächen

Von R. Gutser*

424

Die monopolrechtliche Vorschrift, daß die in landwirtschaftlichen Brennereien anfallende Schlempe einem ausschließlichen Verfütterungszwang an betriebseigene Viehbestände unterliegt, wurde zum 1. Januar 1993 aufgehoben (Einigungsvertrag vom 31. August 1990, Verbrauchssteuerbinnenmarktgesetz vom 21. Dezember 1992). Seither kann Schlempe auch unmittelbar auf landwirtschaftlichen Flächen verwertet bzw. als Substrat für die Gewinnung von Biogas verwendet werden. In den alten Bundesländern dürften derzeit etwa 50% der anfallenden Kartoffelschlempe unmittelbar auf landwirtschaftliche Flächen ausgebracht werden; in den neuen Bundesländern wird der Reststoff zum größten Teil verfüttert (Fauth, 1997). Insgesamt kann aus dem in der BRD vorhandenen Kartoffelbrennrecht ein jährlicher Anfall von ca. 650 000 m³ Schlempe abgeleitet werden (Albrecht, 1997).

Voraussetzung für eine sachgemäße Verwertung von Schlempe auf landwirtschaftlichen Flächen ist die Kenntnis über die Wirkung der in diesem Reststoff enthaltenen Nährstoffe und der organischen Substanz. Von besonderer Bedeutung ist hier vor allem der Stickstoffumsatz im Boden, der sehr wesentlich die N-Ausnutzung durch die Kulturpflanzen, aber ebenso die Verlustgefährdung für Nitratauswaschung bestimmt. In einer früheren Arbeit (Gutser und Amberger, 1989) wurden bereits erste Ergebnisse über die N-Freisetzung aus Schlempe in Inkubationsversuchen und die N-Verwertung in Gefäß- und Freilandversuchen mitgeteilt; diese Ergebnisse dienten als wesentliche Entscheidungsgrundlage für die Aufhebung des ausschließlichen Verfütterungszwanges von Schlempe. Zwischenzeitlich ist mit der Änderung des Düngemittelgesetzes zum 6. Oktober 1996, der Düngemittelverordnung (Ergänzung durch Düngemitteltyp „Sekundärrohstoffdünger“ und Neudefinition „Wirtschaftsdünger“) und Düngeverordnung (Ausbringverbot für ausgewählte Wirtschaftsdünger sowie für stickstoffhaltige flüssige Sekundärrohstoffdünger im Winter) vom 16. Juli 1997 eine Rechtsunsicherheit in soweit eingetreten, ob Schlempe als Wirtschaftsdünger (z. B. aus landwirtschaftlichen Betrieben) oder Sekundärrohstoffdünger (z. B. aus gewerblichen Betrieben) zu deklarieren ist und ob aus Gründen des Wasserschutzes (Nitratauswaschung) Schlempe wie z. B. Gülle und Jauche bzw. flüssige N-haltige Sekundärrohstoffdünger (z. B. flüssiger Klärschlamm) einem Ausbringverbot vom 15. November bis 15. Januar unterliegen muß. Eine verantwortungsbewußte rechtliche Regelung dieser offenen Frage sollte letztlich nur auf Basis eines ausreichenden Kenntnisstandes über das Verhalten dieses Reststoffes im Boden getroffen werden (s. a. Gutser, 1996). In einem gegenüber 1989 erweiterten und insbesondere praxisrelevanten Fragen berücksichtigenden Versuchsprogramm sollte in der vorliegenden Arbeit die Kenntnisse zur Schlempewirkung erweitert und Anwendungsrichtlinien für deren Verwertung auf landwirtschaftlichen Flächen erarbeitet werden.

Es wurden folgende Fragen bearbeitet:

- N-Umsatz von Schlempe im Boden, Verlustgefährdung durch Auswaschung und N-Verwertung durch Pflanzen
 - Wie setzt sich im Winter oberflächlich applizierte Schlempe im Boden um (Nettomineralisation), und wie wird der Schlempestickstoff durch die Pflanzen verwertet?
 - Wie wirken Schlempe verschiedener Getreidearten?
 - Wie beeinflusst die anaerobe Fermentation (Biogasprozeß) Umsatz und N-Wirkung von Kartoffelschlempe?

- Einfluß der Lagerung ohne und mit Zusatzstoffen bzw. -behandlung auf die Zusammensetzung und Geruchsentwicklung sowie N-Wirkung von Kartoffelschlempe
- Ableitung von Anwendungsrichtlinien für den Einsatz von Schlempe auf landwirtschaftlichen Flächen (standortabhängige Einsatzmengen, Applikationstechnik, Nährstoffwirkung und -bilanzierung)

1 Nährstoffgehalte verschiedener Schlempen

Die chemische Zusammensetzung der in den Gefäß-, Feld- und Lagerungsversuchen eingesetzten frischen Schlempen entspricht der früherer Untersuchungen (Gutser und Amberger, 1989). Je nach Schlempeart enthalten 10 m³ dieses Reststoffes 200 bis 300 kg C und 22 bis 33 kg Gesamtstickstoff (N_t), der nahezu ausschließlich organisch gebunden vorliegt (Tab. 1). Nur 1 bis 7% des N_t sind NH₄-Stickstoff. Die C/N-Quotienten schwanken zwischen 8 und 11, die pH-Werte zwischen 4,0 und 4,6 (Biogasschlempe s. später). Auffallend ist der relativ hohe C-Gehalt und C/N-Quotient von Maisschlempe.

Tabelle 1:

Chemische Parameter verschiedener Schlempen

Schlempeart	N _t (%)	% NH ₄ -N v. N _t	C (%)	C/N	C/N _{org}	pH	TS (%)
Kartoffel	0,22 - 0,27	1 - 7	2,2	8,1	8,8	4,2	4,5
Mais	0,28 - 0,33	1 - 6	3,5	10,5	11,1	4,6	7,4
Triticale	0,26	1	2,0	7,6	7,6	4,0	5,2
Kartoffel biogas	0,33	60	1,1	3,3	8,5	8,0	—

In 10 m³ Schlempe sind zudem etwa 4 bis 6 kg P (9 bis 14 kg P₂O₅) sowie 5 bis 40 kg (6 bis 45 kg K₂O – Kartoffelschlempe ist K-reich) enthalten.

2 Umsatz und N-Verwertung von Kartoffelschlempe

Die Verfügbarkeit des nahezu ausschließlich in organischer Bindung vorliegenden Schlempestickstoffs für die Pflanzen (NH₄- und NO₃-N) sowie für Tiefenverlagerung und Auswaschung aus den Böden (NO₃-N) hängt vom Ausmaß und zeitlichen Ablauf seiner Mineralisation (NH₃-Freisetzung) und Nitrifikation (NO₃-N) im Boden ab. Der N-Umsatz im Boden wird in Inkubationsversuchen, die N-Verwertung durch Pflanzen in Gefäßversuchen (Wirkungspotential) und Feldversuchen (praxisähnliche Bedingungen) ermittelt.

Als Maß für die N-Freisetzung aus der Schlempe dient die N-Nettomineralisation (N_{min} [= NO₃-N + NH₄-N] im gedüngten Boden abzüglich N_{min} im ungedüngten Kontrollboden, sowohl absolut wie in % der Düngermenge), für die N-Verwertung durch Pflanzen der N-Mehrentzug gegenüber der ungedüngten Kontrolle (sowohl absolut wie in % der Zufuhr bzw. in % des Mehrentzuges einer mineralisch gedüngten Variante = Mineraldüngeräquivalent).

- Inkubationsversuche: Anders als in früheren Untersuchungen wurde die Schlempe oberflächlich auf den Boden appliziert und die N-Freisetzung unter natürlichen Temperaturen der Ackerkrume über vier Monate gemessen.

Versuchsdaten: 500 g Boden und 22 mg N als Schlempe/Gefäß; dies entspricht etwa einer Schlempegabe von 25 m³/ha bezogen auf

* Dr. Reinhold Gutser, Lehrstuhl für Pflanzenernährung der Technischen Universität München, 85350 Freising

eine Bodentiefe von 10 cm. Die Gefäße wurden in die oberen 5 cm einer Ackerkrume eingebracht, Niederschläge durch Folienabdeckung abgehalten, aber zeitweise durch Zugabe von deionisiertem Wasser simuliert. Inkubationszeit 120 Tage (15. November 1995 bis 15. März 1996)

Ergebnisse (Abb. 1):

Trotz niedriger Bodentemperatur erfolgte nach einer anfänglichen N-Festlegung von Bodenstickstoff (Immobilisation) eine bodenspezifische Freisetzung von N_{min} -Stickstoff, die insgesamt 25 bis 35 % des zugeführten Schlempestickstoffs erreichte.

Der N-Umsatz lief auf dem kalkreichen, humosen Boden 1 (s. Abb. 1) deutlich schneller ab als auf dem schwach-sauren Lößboden (Boden 2), auf welchem erst nach ca. zwei Monaten der überwiegende Anteil des N_{min} -Stickstoffs als Nitratstickstoff nachgewiesen werden konnte (auf Boden 1 bereits nach zwei Wochen).

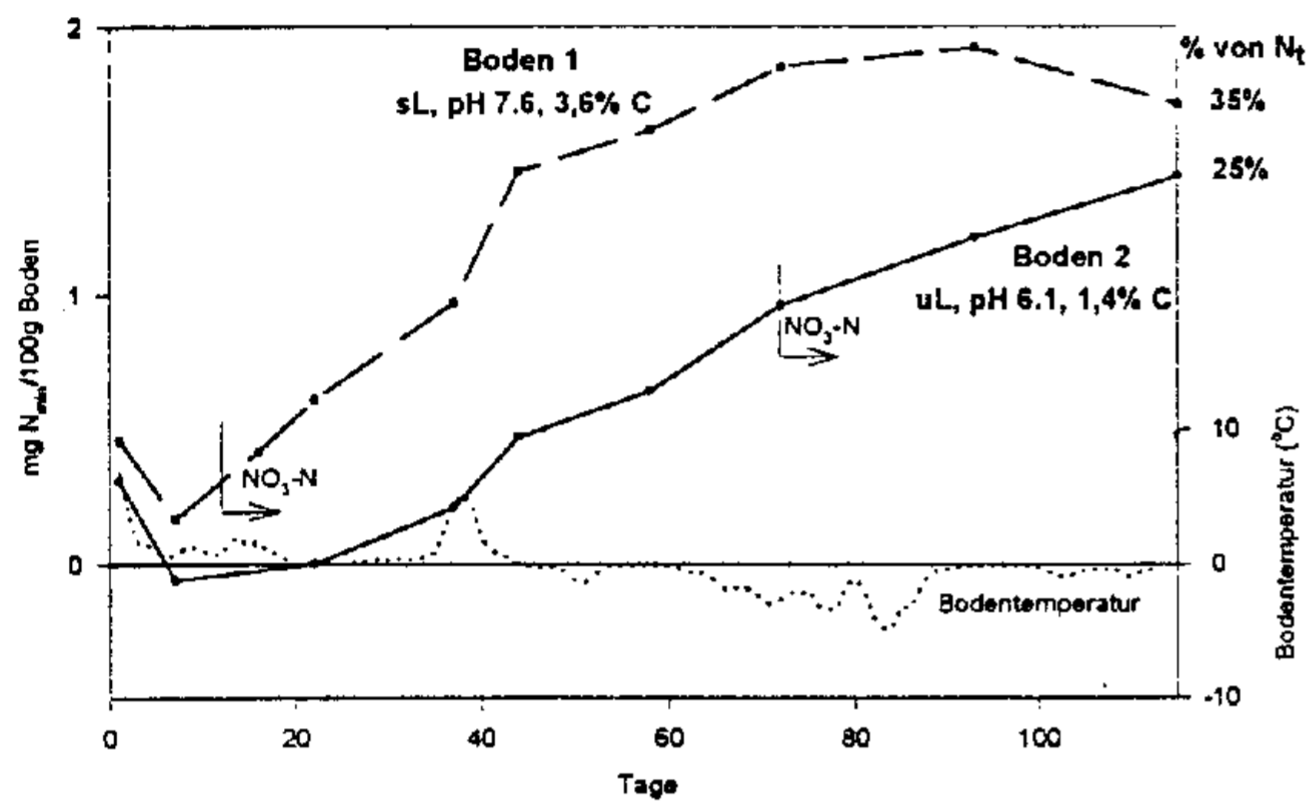


Abbildung 1:

Nettomineralisation von Kartoffelschlempe
(Düngung: 5,5 mg N/100 g Boden – keine Einarbeitung)

Auf Boden 2 stieg die Nettomineralisation kontinuierlich bis zum Versuchsende (120 Tage) an, auf Boden 1 war bereits nach 90 Tagen die maximale N-Freisetzung aus Schlempe erreicht.

Die Nettomineralisation des Schlempestickstoffs ist temperaturabhängig. In einem ähnlich aufgebauten Inkubationsversuch mit in den Boden eingemischter Schlempe und konstanten Temperaturen (8°C/15°C) setzte die Variante 15°C deutlich schneller N_{min} -Stickstoff frei als die Variante 8°C (Abb. 2) – insgesamt lag die bei 15°C freigesetzte N-Menge mit 43 % des Schlempe-N nur unwesentlich über jener der kühleren Bedingung (39 %). In früheren Untersuchungen (Gutser und Amberger, 1989) wurden nach 70 Tagen (8°C) ca. 10 %, nach 40 Tagen (25°C) bis zu 55 % des Schlempe-N maximal mineralisiert.

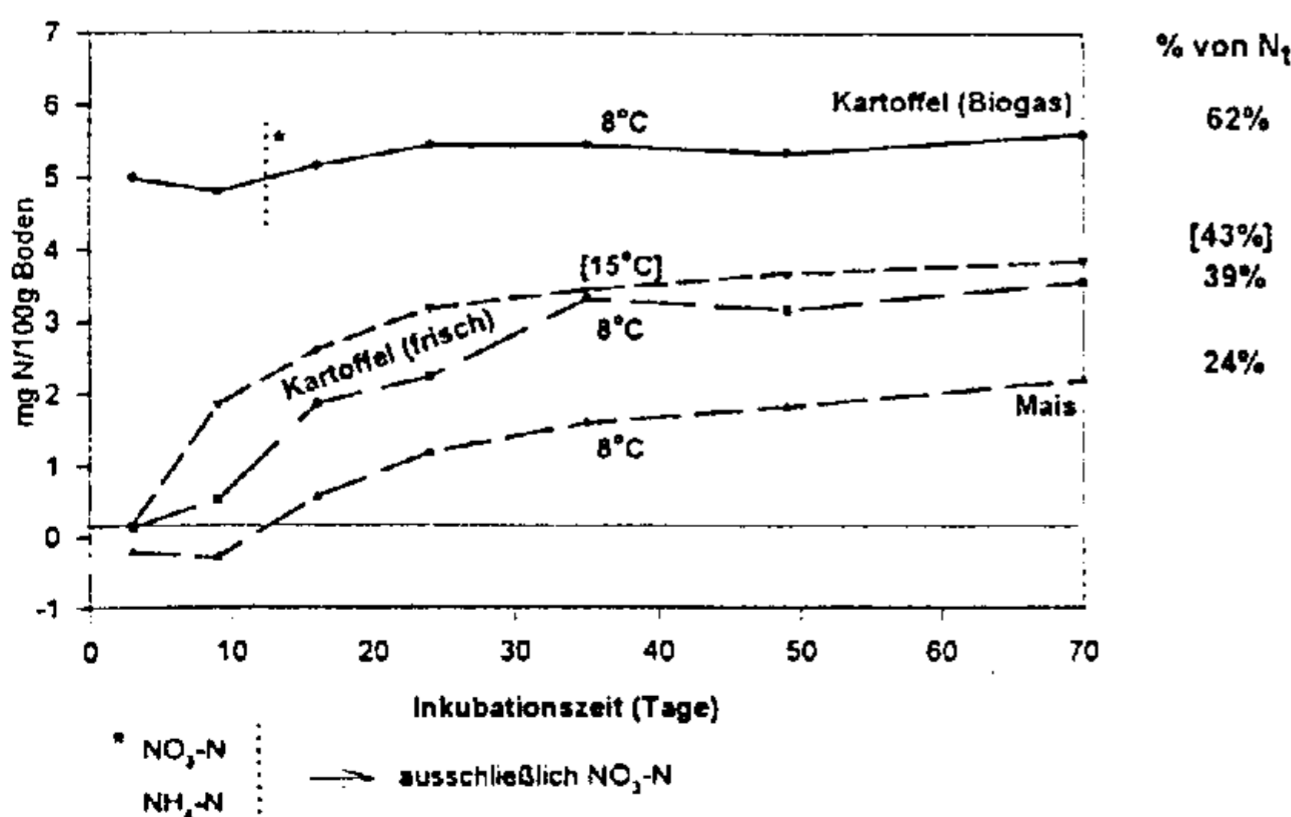


Abbildung 2:

Nettomineralisation verschiedener Schlempen
(Düngung: 9 mg N/Gefäß, Boden: uL, pH 6.5, Temperatur 8°C [15°C])

2. Gefäßversuche: Ermittlung der potentiell möglichen N-Verwertung von Schlempe durch Pflanzen

Versuchsdaten: 6 kg Boden und 500 mg N als Schlempe/Mitscherlichgefäß – bezogen auf die Oberfläche der Gefäße entspricht dies einer Schlempe düngung von 60 m³/ha. Versuchsfrucht: Weidelgras (3 Aufwüchse); Laufzeit vier Monate

Ergebnis (Abb. 3):

Die frische Kartoffelschlempe erreichte insgesamt einen Mehrentzug von 220 mg N/Gefäß (3 Aufwüchse), was einer Verwertung des eingesetzten Schlempe-N von 44 % bzw. einem Mineräldüngeräquivalent von 48 % entspricht.

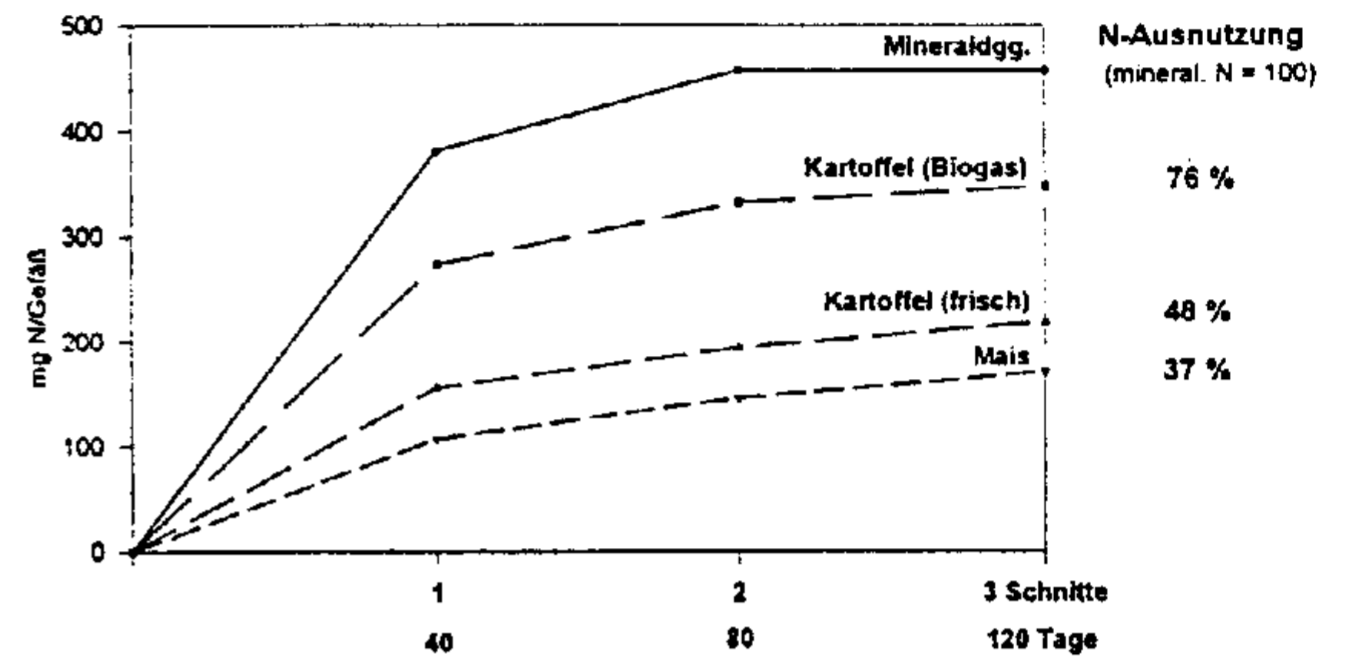


Abbildung 3:

N-Wirkung verschiedener Schlempen – Mehrentzüge von Weidelgras (3 Aufwüchse) gegenüber N_0 (Düngung: 500 mg N/Gefäß, Boden: uL)

Die Hauptwirkung wurde bereits im 1. Aufwuchs erreicht; die N-Lieferung hielt jedoch bis zum 3. Aufwuchs signifikant an.

3. Feldversuche: Nettomineralisation von im Winter ausgebrachter Schlempe im Boden, Beurteilung der Auswaschungsgefährdung, N-Verwertung durch Silomais

Versuchsdaten: Im November 1995 wurde auf zwei Standorten (flachgründige Rendzina der Münchner Schotterebene (40 % Steinanteil), pH 7.6, sandiger Lehm – tiefgründige Braunerde des tertiären Hügellandes um Freising, pH 5.7, sandiger Lehm) die Wirkung von im November, Dezember und Januar applizierter Kartoffelschlempe (15 m³ = 40 kg N, 30 m³ = 80 kg N/ha) mit unterschiedlich hoher mineralischer Ergänzungsdüngung auf Nettomineralisation im Boden von Dezember bis März/Mai sowie N-Entzüge von Silomais 1996 untersucht.

Ergebnis (Abb. 4, Tab. 2):

Abb. 4 enthält die während der vegetationsfreien Zeit von Dezember bis März (Rendzina) bzw. Mai (Braunerde) abgelaufene Nettomineralisation des im November, Dezember und Januar ausgebrachten Schlempestickstoffs.

Berücksichtigung fand die Bodenschicht 0 bis 30 cm, auf der Braunerde zudem das gesamte Profil bis 90 cm Tiefe. Die freigesetzten Mengen waren insgesamt gering und erreichten maximal 25 bis 30 % des zugeführten Schlempestickstoffs. Auf der kalkreichen Rendzina war die im November und Dezember ausgebrachte Schlempe zu sämtlichen Untersuchungsterminen stärker umgesetzt als die „Januar-Schlempe“ bis März. Auf der Braunerde verlief die Freisetzung des Schlempe-N wie im Inkubationsversuch in der Regel etwas langsamer. Die für die Krümen und das 90 cm tiefe Bodenprofil berechnete Nettomineralisation unterschied sich nur unwesentlich; die Schlempe düngung führte folglich zu keiner Erhöhung der Nitratauswaschung.

Entsprechend der geringen Nettomineralisation wurde der Schlempestickstoff auch von den Pflanzen, wenn überhaupt, nur schwach verwertet mit einer durchschnittlichen Ausnutzung um 21 % (Tab. 2).

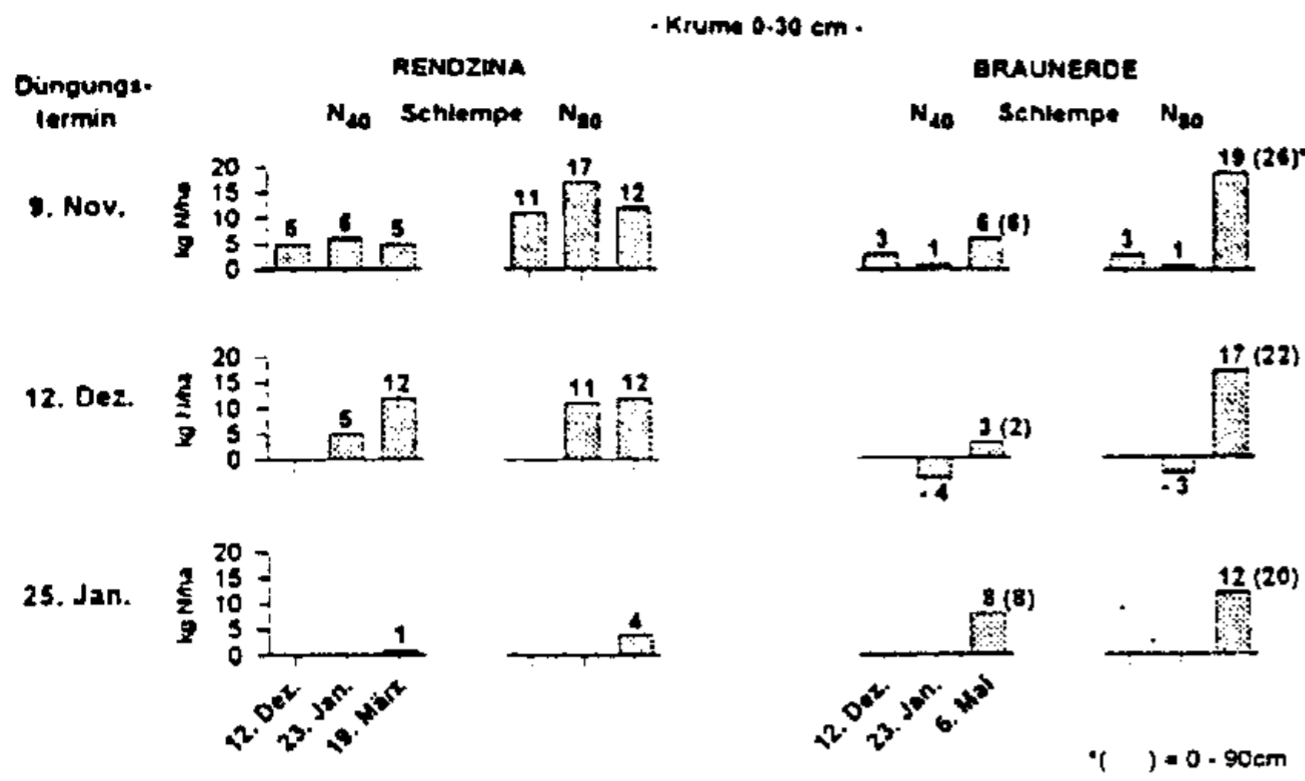


Abbildung 4:
Feldversuche mit Kartoffelschlempe zu Silomais -
Nettomineralisation im Boden (N_{min})

Tabelle 2:

Feldversuche mit Kartoffelschlempe zu Silomais

N-Entzug von Silomais (kg N/ha) - (Ø min. N-Stufen: N_0 , N_{40} , N_{80} (KAS))
1x Schlempe = 15 m³ bzw. 40 kg N/ha

Düngungstermin	Münchener Schotterebene (Rendzina)		Freising - Hügelland (Braunerde)	
	1x	Schlempe 2x	1x	Schlempe 2x
November	129	148	146	170*
Dezember	141	137	140	155
Januar	142	137	133	156
Kontrolle	127		142	

*signifikant

Die früher ausgebrachten Schlemphen wirkten meist etwas besser als die im Januar applizierte Variante.

Fazit: Der in Schlempe enthaltene Stickstoff ist nahezu ausschließlich organisch gebunden. Die Mineralisation dieses organischen N läuft in Abhängigkeit von der Bodentemperatur allgemein langsam ab. Von Winter bis Vegetationsbeginn werden etwa 20 bis 30 % des Schlempestickstoffs mineralisiert, bei optimaler Bodentemperatur (25 °C) bis maximal 40 %. Entsprechend hoch liegt auch die N-Verwertung von im Winter (November bis Januar) ausgebrachter Schlempe durch die folgende Kultur.

3 Umsatz und N-Verwertung von Getreideschlemphen

Getreideschlemphen sind allgemein K-ärmer, aber etwas P- und insbesondere N-reicher als Kartoffelschlempe (Tab. 1). Der N-Umsatz von Maisschlempe im Boden verläuft langsamer als der von Kartoffelschlempe (Abb. 2); die Nettomineralisation erreichte nur 24 % (gegenüber 39 %) der eingesetzten N-Menge. Entsprechend niedriger fiel im Gefäßversuch auch die N-Verwertung durch Weidelgras aus; die mit 37 % gegenüber 48 % (Kartoffelschlempe) geringere N-Ausnutzung war insbesondere eine Folge der schwachen Anfangswirkung zum 1. Aufwuchs (Abb. 3). Eine in Gefäßversuchen zu Hafer und Weidelgras zudem geprüfte Triticale-schlempe zeigte eine gute N-Wirkung, die mindestens der von Kartoffelschlempe ebenbürtig war (Tab. 3).

Die Ursachen für den langsameren und geringeren N-Umsatz von Maisschlempe dürften in den etwas höheren C/N-Quotienten der organischen Substanz zu suchen sein: Maisschlempe weist relativ höhere Mengen an N-freien Verbindungen (z. B. Summe: Fett, Stärke, Zucker und Zellulose) auf, so daß die niedrigere Nettomineralisation auf eine stärkere N-Immobilisation im Boden zurückgehen dürfte.

Fazit: Gemessen an Kartoffelschlempe wird der in Maisschlempe enthaltene Stickstoff im Boden noch langsamer mineralisiert und

Tabelle 3:

Relative Verwertbarkeit von Schlempe-N im Gefäßversuch (Hafer, Weidelgras) (= kurzfristige Wirkung)

Schlempeart	Mineraldüngeräquivalent (%)
Kartoffel	55 (48 - 65)
Mais	30 (25 - 37)
Triticale	65
Kartoffel Biogas	76

folglich von den Pflanzen schlechter verwertet. Andere Getreideschlemphen dürften sich ähnlich der hier geprüften Triticale-Schlempe nicht wesentlich von Kartoffelschlempe unterscheiden.

4 Umsatz und N-Verwertung von „Biogas“-Schlemphen

Schlempe eignet sich als Substrat für die anaerobe Fermentation in Biogasanlagen (unabhängig vom „Säureschutz“ im Maischeprozess) (Behmel et al., 1997). Mit dem Abbau der organischen Substanz ist ein Anstieg des Gehaltes an NH_4 -Stickstoff (60 % von N_T) und des pH-Wertes (8.0) verbunden (s. Tab. 1). Der C/N-Quotient der Schlempe sinkt gegen 3, die verbleibende organische Substanz weist allerdings nahezu unverändert einen C/N-Quotient von 8,5 auf. Der in dieser Schlempe enthaltene NH_4 -Stickstoff wird rasch nitrifiziert. Aus der organischen Substanz wird innerhalb von 70 Tagen kein weiterer Stickstoff freigesetzt (keine Nettomineralisation) (Abb. 3). Biogasschlempe zeigte im Gefäßversuch eine schnelle, den mineralischen Düngern vergleichbare und den üblichen Schlemphen deutlich überlegene N-Wirkung; das Mineraldüngeräquivalent betrug 76 %, zurückzuführen im wesentlichen auf deren hohen Anteil an NH_4 -Stickstoff (Tab. 3). „Biogas“-Schlemphen weisen einen ähnlichen N- und C-Umsatz auf wie „Biogas“-Güllen (Gutser et al., 1988). Sie lassen sich über mehrere Monate lagern, ohne daß unangenehme Auswirkungen auf die Verwertungseignung, insbesondere hinsichtlich der Geruchsentwicklung, zu befürchten sind.

Fazit: Als Folge des hohen NH_4 -Gehaltes (60 % von N_T) zeigen „Biogas“-Schlemphen eine schnelle N-Wirkung. Der enthaltene NH_4 -Stickstoff setzt sich auch im Winter im Boden mehr oder weniger schnell zu Nitratstickstoff um, so daß eine hohe Auswaschungsgefährdung vorliegt. Biogasschlempe muß folglich wie Gülle einem Ausbringungsverbot im Winter unterliegen; sie eignet sich aber als schnellwirkender Dünger zur gezielten N-Versorgung wachsender Pflanzenbestände.

5 Lagerung von Kartoffelschlempe - Geruchsentwicklung, Umsatz und N-Verwertung

Ein Ausbringungsverbot für Schlempe von November bis Januar würde entweder eine Zwischenlagerung von Schlempe oder ein Aussetzen der Brennereikampagne in diesem Zeitraum mit sich bringen.

Frische Schlempe ist praktisch frei von unangenehmem Geruch. Mit der Lagerung einhergehend ist bekanntlich eine extrem unangenehme Geruchsentwicklung, die die Eignung der Schlempe für eine Verwertung auf landwirtschaftlichen Flächen erheblich einschränkt. Aus diesem Grund wurden einige Modellversuche zur Lagerung von Kartoffelschlempe durchgeführt, insbesondere mit der Fragestellung, inwieweit die Geruchsentwicklung der Schlempe durch Lagertechnik und Zusatzstoffe beeinflusst werden kann. Zudem wurde der C- und N-Umsatz der Schlempe im Lager mit möglichen Auswirkungen auf die Verwertungseigenschaften durch Pflanzen verfolgt. Es ist dem Verfasser bekannt, daß Modellversuche zur Lagerung natürliche Bedingungen nur teilweise repräsentieren (Lagervolumen, Zuflußmengen und -verteilung, Temperaturverlauf, Kontamination mit „Fäulnis-Mikrobiologie“ usw.), so daß die wenigen mitgeteilten Ergebnisse einer sehr vorsichtigen Interpretation bedürfen.

Versuchsdaten: Lagerbehälter 1 m³ (1 × 0,9 × 1,1), Füllhöhe 75 cm = 0,7 m³, durch Schraubverschluß (Ø 20 cm) verschließbare Öffnung; Füllung in 1 bis 2 Teilgaben innerhalb einer Woche; Lagertemperatur 5 bis 15 °C steuerbar, Lagerzeit: 4 Monate
Messung der Geruchsentwicklung mittels Olfaktometrie, der Gaskonzentration und -flüsse mittels Gasmesshauben (Hutchinson und Mosier, 1981) und Gaschromatographie.

Varianten:

- Kontrolle = unbehandelt, offene Lagerung
 - Zugabe von Cyanamid (1 bis 2 × 1 l Alzogur/m³)
- Die geruchshemmende Wirkung von Cyanamid ist für die Lagerung von Schweinegülle (Blendl, 1985) und Klärschlamm (Mudrack et al., 1977; Semar, 1980) nachgewiesen.
- kontinuierliche Schwachbelüftung
 - 1 × wöchentliches Homogenisieren (= Aufrühren, um starkes Absetzen zu verhindern)

Ergebnisse (Abb. 4, Tab. 4):

Die in drei Lagerversuchen auftretende Geruchsentwicklung war sehr unterschiedlich (Tab. 4). Belüftung, Homogenisieren und Zugabe von Cyanamid erzielten gute bis unbefriedigende geruchshemmende Wirkungen; die Ursachen für die verschiedenen Ergebnisse sind unbekannt. Es kann demnach kein sicheres Verfahren zur Hemmung der Geruchsentwicklung von Schlempe im Lager empfohlen werden.

Tabelle 4:
Geruchsentwicklung von Kartoffelschlempe im Lager
(Messung mittels Olfaktometer)

		* Kontrolle (unbehandelt, offenes Lager) = 100
Versuch I [136 GE/m ³]*	+ Cyanamid	68
	geschlossenes Lager	110
Versuch II [895 000 GE/m ³]*	Belüftung	8
	1x Homogenisation/Woche	6
Versuch III [49 000 GE/m ³]*	+ Cyanamid	108
	„Kontamination“ mit Rindergülle Belüftung	94

Die C-Gehalte der Schlempe nahmen während der Lagerung um bis zu 10 % ab, am deutlichsten durch Belüftung. Der C-Abbau bewirkte eine mehr oder weniger deutliche Zunahme der NH₄-Gehalte und pH-Werte (Abb. 5), und insbesondere dann, wenn sich eine dünnflüssige Deckschicht ausbilden konnte (die Wirkungen der Lagervarianten auf die Ausbildung dieser Deckschicht waren in den drei Versuchen uneinheitlich).

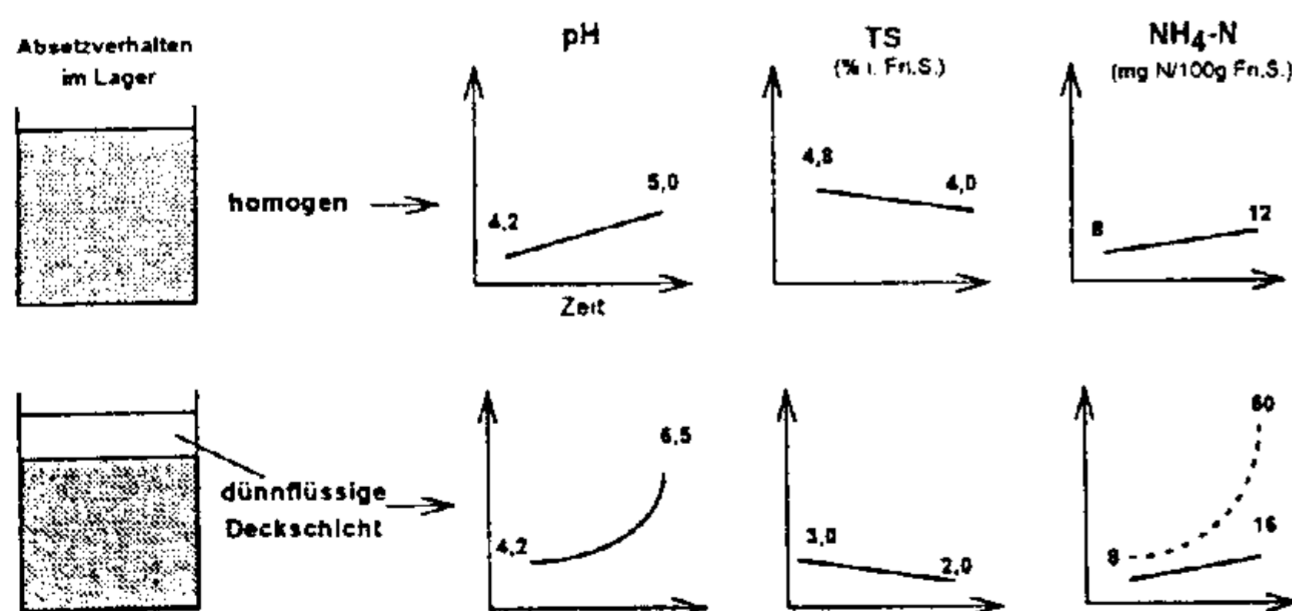


Abbildung 5:

Veränderungen von Kartoffelschlempe während der Lagerung

Aus dem C-Abbau resultierte in erster Linie eine starke CO₂-Ausgasung; die Methanbildung war hingegen nahezu unbedeutend. Als mittlere Konzentrationen im offenen Lagerbehälter unmittelbar über der Schlempe wurden 10 000 bis 20 000 ppm CO₂, um 2000 ppb CH₄ bzw. 1000 ppb N₂O gemessen. Der Gas-Flux erreichte für CO₂ 80 bis 320 g C und für N₂O 0,1 bis 0,5 g N je m² und Tag. Die N₂O-Emission war demnach gering.

Gelagerte Kartoffelschlempen zeigen im Gefäßversuch gegenüber frischer Schlempe nahezu durchwegs eine geringfügig bessere N-Wirkung (N-Verwertung durch Hafer von 40 bis 41 % gegenüber 37 %), die auf höhere NH₄- und geringere C-Gehalte (schwächere N-Immobilisation) zurückzuführen sein dürfte.

Fazit: Gelagerte Schlempen weisen geringere C- und etwas höhere NH₄-Gehalte sowie höhere pH-Werte auf und zeigen im Gefäßversuch zu Hafer gegenüber frischer Schlempe eine geringfügig bessere N-Wirkung. Der N-Umsatz ist jedoch insgesamt wenig verändert. Hauptproblem stellt die Geruchsentwicklung in der Schlempe während der Lagerung dar, die durch Belüftung, Homogenisierung und Zugabe von Cyanamid meist nur unzureichend unterbunden werden konnte. Anders als bei „Biogas“-Schlempen beeinträchtigt die Lagerung unbehandelter Schlempen deren Verwertungsqualität erheblich, so daß diese keinesfalls mehr oberflächlich, z. B. in wachsende Pflanzenbestände, sondern bestenfalls nur mittels Spezialgeräten unmittelbar in den Boden injiziert oder eingemischt werden könnte.

**Versuchs- und Lehranstalt
für Spiritusfabrikation
und Fermentationstechnologie
in Berlin
VLSF
Telefax (0 30) 4 53 60 67**

6 Anwendungsempfehlungen für Schlempe

Schlempe stellt einen nährstoffreichen Reststoff dar, der in den Bewirtschaftungsablauf eines landwirtschaftlichen Betriebes und hier insbesondere in der Bemessung der organischen und mineralischen Düngung voll integriert werden muß. Schlempe unterscheidet sich in ihrer Zusammensetzung und folglich auch in der Anwendungsstrategie sehr wesentlich von Gülle:

- Frische Schlempe ist praktisch frei von unangenehmem Geruch und muß folglich nicht in den Boden eingearbeitet werden; wegen der niedrigeren Viskosität und des meist niedrigeren TS-Gehaltes infiltriert sie besser in den Boden.
- Schlempe enthält keinen NH₄-Stickstoff. Der Stickstoff liegt nahezu ausschließlich in organischer Bindung vor. Es besteht somit einerseits kein Potential für NH₃-Emissionen, so daß keine sofortige Einarbeitung von Schlempe in den Boden zu fordern ist. Andererseits enthält Schlempe zudem kein kurzfristiges Verlustpotential für Nitratauswaschung – in Gülle liegt der Stickstoff bereits zu 40 bis 70 % als NH₄-Stickstoff vor, der schnell nitrifiziert werden kann und somit kurzfristig auswaschungsgefährdet ist – während der Wintermonate ist erst 1 bis 2 Monate nach Schlempe Düngung mit einer stärkeren Nitratbildung zu rechnen, die allerdings nur 20 bis 30 % des zugeführten Schlempestickstoffs erfaßt. Zudem kann das Verlustrisiko durch eine Begrenzung der Anwendungsmenge je nach Auswaschungsgefährdung auf dem jeweiligen Standort gesteuert werden.

Die Lagerung von Schlempe ist derzeit ein ungelöstes Problem, weil die Schlempequalität infolge starker Geruchsentwicklung und

damit auch deren Verwertbarkeit für landwirtschaftliche Flächen erheblich beeinträchtigt ist. Da ein Ausbringungsverbot für Schlempe im Winter aus der Kenntnis ihres Umsetzungsverhaltens im Boden nicht zu rechtfertigen ist, muß somit auch keine längere Lagerung dieses Reststoffes angestrebt werden.

„Biogas“-Schlempen lassen sich hingegen gut lagern. Ihr Stickstoff liegt zu 60 % als NH_3 -Stickstoff vor, so daß ein gezielter Einsatz zu wachsenden Kulturen notwendig ist. Für „Biogas“-Schlempen ist somit ein Ausbringungsverbot im Winter zu fordern. Zudem sind NH_3 -konservierende Applikationstechniken ähnlich wie für Gülle anzuraten.

Unter Berücksichtigung der Interessen des Wasserschutzes lassen sich aus der Kenntnis des C- und N-Umsatzes der Schlempe die in Abbildung 6 enthaltenen grundsätzlichen Anwendungsrichtlinien fixieren. Zusätzlich wird darauf hingewiesen, daß für die Schlempeverwertung nur Betriebsflächen ausgewählt werden, für die im Spätherbst/Winter keine Wirtschaftsdünger zusätzlich verabreicht wurden bzw. werden.

<u>Auswaschunggefährdung des Standortes</u> (Boden/Witterung/Pflanzenwachstum*)		<u>Höchstmengen</u> (kg N/ha bzw. m ³ /ha)
gering	→	100 (120) kg N 40 m ³ Kartoffelschlempe 30 m ³ Getreideschlempe
hoch	→	50 kg N 20 m ³ Kartoffelschlempe 15 m ³ Getreideschlempe
* bewachsene Flächen eignen sich besonders gut		
<u>Zeitliches Ausbringungsverbot:</u>	nicht erforderlich (Ausnahme: „Biogas“-Schlempe)	
<u>Einarbeitung:</u>	nicht erforderlich	
<u>Lagerung:</u>	kann Vorteile bringen („Biogas“-Schlempe), aber auch Nachteile (Geruchsproblematik)	
Berücksichtigung in der Düngerbemessung:		
von zugeführter N-Menge	→	25% für Folgekultur (Rest: längerjährige Nachwirkung)
von zugeführten PK-Mengen	→	100% (Bilanzierung Fruchtfolge)
40 m ³ Kartoffelschlempe:		20 kg P (45 kg P ₂ O ₅) 140 kg K (165 kg K ₂ O)**
30 m ³ Getreideschlempe:		10 kg P (23 kg P ₂ O ₅) 16 kg K (20 kg K ₂ O)
** für Sandböden mit hoher Auswaschunggefährdung nur 20 m ³ Kartoffelschlempe (70 kg K [80 kg K ₂ O]); jedoch in erster Linie mineralische K-Düngung aussetzen!		

Abbildung 6:

Anwendungsrichtlinien für Schlempedüngung

Zusammenfassung

Schlempe stellt einen nährstoffreichen Reststoff dar, der kein kurzfristiges Verlustrisiko für NH_3 -Emissionen und Nitratauswaschung beinhaltet. Wegen seines langsamen N-Umsatzes im Boden besteht für ein Ausbringungsverbot im Winter keine fachliche Notwendigkeit. Damit wird eine Zwischenlagerung für Schlempe, die nach dem derzeitigen Kenntnisstand die Qualität und Verwertbarkeit dieses Reststoffes erheblich beeinträchtigen würde, entbehrlich. Je nach Auswaschunggefährdung des Standortes und der vorliegenden Bewirtschaftung werden maximale Einsatzmengen von 50 bis 100 kg N/ha vorgeschlagen. Die aus Schlempe freigesetzten N-Mengen liegen dann in einem Bereich von 15 bis 30 kg/ha, so daß die mineralische Düngung der Folgekultur entsprechend vermindert werden kann.

Literatur

- Albrecht, W. (1997): Die Erzeugung von Alkohol aus Kartoffeln in Deutschland. Die Branntweinwirtschaft 137, Heft 1, 7–20.
- Behmel, U.; Gleixner, A. (1997): Biogaserzeugung aus Brennereischlempe – Eine wirtschaftliche Ergänzung zum Brennereibetrieb? Brennereikalender 1998, in Vorbereitung.
- Blendl, H. M. (1985): Quantitative Erfassung geruchsintensiver Stoffgruppen aus Gülle nach Anwendung von Güllezusätzen. Schweineproduzent, Heft 12.
- Fauth, G. (1997): persönliche Mitteilung.
- Gutser, R.; Amberger, A.; Vilsmeier, K. (1988): Wirkung unterschiedlich aufbereiteter Gülle im Gefäßversuch zu Hafer und Weidelgras. Landw. Forschung, Kongreßband 1987, VDLUFA-Schriftenreihe 23, 279–296.
- Gutser, R.; Amberger, A. (1989): Verwertung von Schlempe als organischer Dünger in der Landwirtschaft. Die Branntweinwirtschaft 129, Heft 11, 178–180.
- Gutser, R. (1996): Klärschlamm und Biokompost als Sekundärrohstoffdünger. VDLUFA-Schriftenreihe 44, Kongreßband 1996, 29–43.
- Hutchinson, G. L.; Mosier, A. R. (1981): Improved soil cover method for field measurement of nitrous oxide. Soil Sci. Soc. Am. J. 45, 311–316.
- Mudrack, Seyfried und Sixt (1977): Geruchshemmung von Abwasserschlämmen. Korrespondenz Abwasser, Heft 9, 264–267.
- Semar, E. (1980): Erfahrungen in der Kläranlage Wiesbach mit dem Geruchshemmer Alzotur. Korrespondenz Abwasser, Heft 9, 642.

Danksagung

Frau Dipl.-Ing. S. Bous sei herzlich gedankt für Ihre tatkräftige Mithilfe in der Durchführung der Gefäß- und Lagerungsversuche, der Auswertung der Ergebnisse sowie in der Zusammenstellung des Manuskriptes.