Arbeitspapier 242 S. 97-108, 1997

419

Umweltverträgliche Gülleaufbereitung und -verwertung

Statusseminar zum gleichnamigen
BMBF-Förderschwerpunkt vom 14. – 16. Mai 1997

Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL)
Braunschweig-Völkenrode

Herausgegeben vom
Kuratorium für Technik und Bauwesen in
der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Darmstadt

KTBL-Schriften-Vertrieb im
Landwirtschaftsverlag GmbH,
Münster-Hiltrup

Umweltschonende Verwertung von Reststoffen verschiedener Gülleaufbereitungsverfahren

R. GUTSER, A. NITSCHKE UND A. KLASINK

1 Zielsetzung

In Betrieben mit fehlender Flächenbindung der Tierhaltung können die tierischen Exkremente auf den zur Verfügung stehenden Flächen nicht nach „guter fachlicher Praxis" verwertet werden. Umweltbelastungen in Form von Nitrat- und Phosphateinträgen in Grund- und Oberflächengewässer sowie gasförmige Emissionen als Ammoniak bzw. Stickoxide (N_2O, NO) sind u.a. die negativen Folgen.

Für Betriebe mit Überschußgülle wurden im Rahmen des BMBF-Forschungsschwerpunktes „Umweltverträgliche Gülleaufbereitung und -verwertung" unterschiedliche technologische Lösungsansätze geprüft, aus Gülle transportfähige, nährstoffreiche Reststoffe herzustellen, die, um Umweltbelastungen im Güllebetrieb zu vermeiden, an andere landwirtschaftliche, auch gartenbauliche Betriebe weitergegeben werden können.

Ziel dieses Vorhabens war es, die flüssigen und festen Reststoffe hinsichtlich ihrer Ertragswirksamkeit, aber auch ihrer Umweltproblematik zu beurteilen und produktspezifische, umweltschonende Anwendungsstrategien für deren landwirtschaftliche Verwertung abzuleiten.

2 Methodik

Ausgehend von einer chemischen Charakterisierung wurden alle in den verschiedenen Aufbereitungstechnologien anfallenden Reststoffe (flüssige und feste Stoffe) sowie die Ausgangsmaterialien (Güllen ± Zusatzstoffe wie Klärschlamm etc.) in Gefäßversuchen bezüglich ihrer kurzfristigen Nährstoffwirkung, die festen Reststoffe zudem in mehrjährigen Feldversuchen bezüglich ihrer längerfristigen und bodenverbessernden Wirkung geprüft.

Um etwaige Einflüsse des Klimas und Bodens auf die Wirkungsweise der Reststoffe zu erfassen, wurden die Freilandversuche an drei Standorten durchgeführt:

<u>Bernburg</u> (Sachsen-Anhalt): jährliche Niederschläge 480 mm, mittlere Lufttemperatur 8,9 °C
Löß-Schwarzerde, 22 % Ton, 70 % Schluff (uL)
C_t: 1,3 %, N_t: 0,16 %, pH: 7,1

<u>Oldenburg</u> (Niedersachsen): 770 mm, 9 °C

Standort 1: Sandmischkultur, 6 % Schluff, 90 % Sand (hS)
C_t: 3,1 %, N_t: 0,15 %, pH: 4,8

Standort 2: Braunerde aus Schluff, 11% Ton, 23% Sand, 66% Schluff (t'U)
C_t: 2,3%, N_t: 0,13%, pH: 5,2

Freising-Weihenstephan (Oberbayern): 780 mm, 7,5 °C
Lößlehm-Braunerde, 22 % Ton, 70 % Schluff (uL)
C_t: 1,1 %, N_t: 0,12 %, pH: 6,3

chemische Charakterisierung:

C_t, N_t, C/N, NH_4-N in % von N_t, P und K (Gesamt- und CAL-lösliche Anteile), Schwermetalle, pH, u.a.

Gefäßversuche zur kurzfristigen Stickstoffwirkung:

flüssige (Basis NH_4-N) und feste (Ges. N) Reststoffe
Kulturen: Hafer, Grünraps
Ermittlung der Verlustgefährdung für NH_3-Stickstoff
(Applikation der Reststoffe ± Einarbeitung in den Boden) Boden: uL, pH 6,5

Feldversuche zur Ertrags- und längerfristigen Nährstoffwirkung (Humuswirkung):

3jährige Versuche (Mais-WiWeizen-WiGerste (SoGerste)) mit festen Produkten sowie Stallmist auf Basis Ges. N (150/160 bzw. 300/320 kg N/ha·a); Vergleich mit Rinder- und Schweinegülle (75/80 bzw. 150/160 kg Ges. N/ha·a); Kombinationen mit mineralischer Düngung (Kalkammonsalpeter = KAS)

Verlustpotential für Stickstoff (N_{min}-Boden, NH_3-Emissionen in einer Windtunnelanlage)

3 Ergebnisse

3.1 Chemische Charakterisierung der Gülleresteoffe

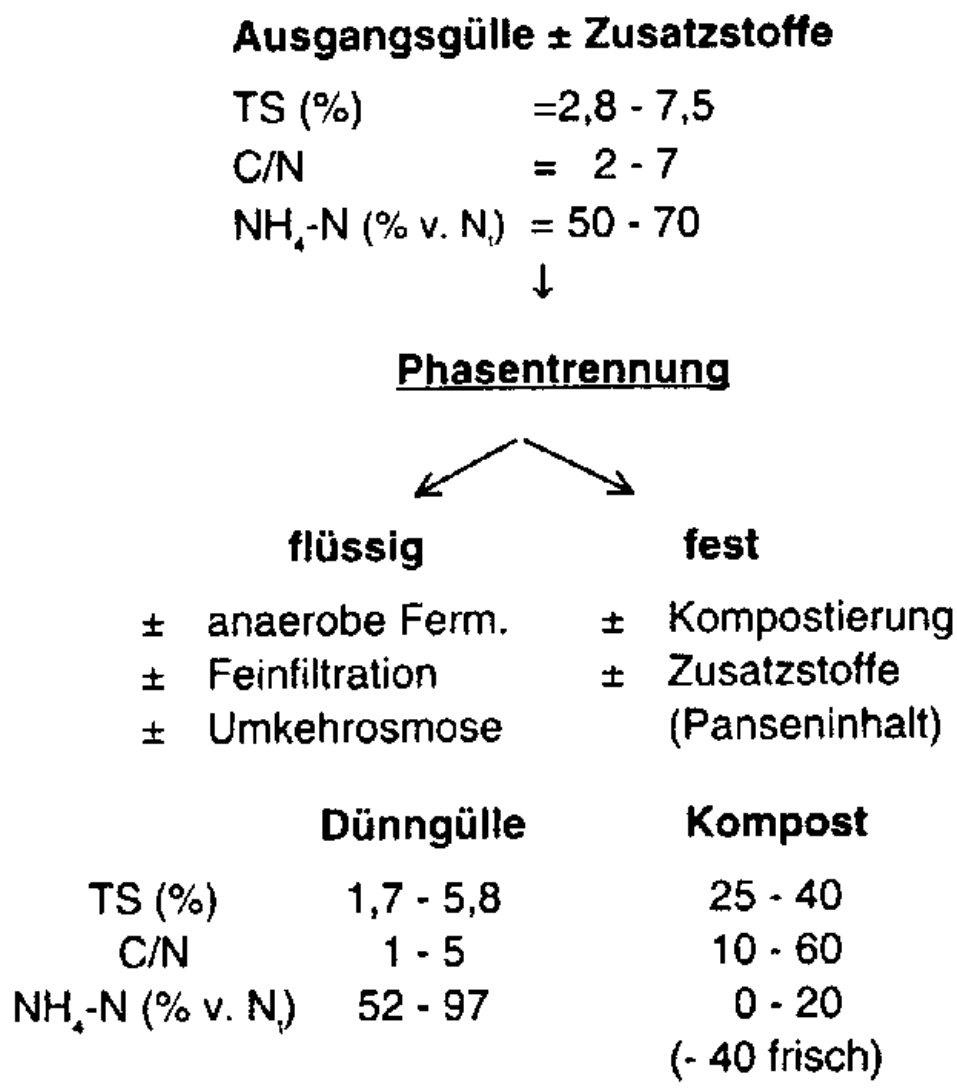

Abb. 1 Einfluß der Gülleaufbereitung auf die chemische Zusammensetzung der Gülleresteoffe

Im Vergleich zum Ausgangsmaterial (Gülle ± Zusätze) weisen flüssige Reststoffe häufig geringere C/N-Quotienten und höhere NH_4-Anteile am Gesamtstickstoff, feste Reststoffe, insbesondere Komposte, meist deutlich höhere C/N-Quotienten, aber wesentlich geringere NH_4-Anteile auf (Abb. 1). Die jeweiligen Beziehungen zum TS-Gehalt der Gülleresteoffe sind in den Abbildungen 2 und 3 dargestellt.

Neben Stickstoff enthalten die Reststoffe sehr unterschiedliche Mengen an Phosphat und Kalium; von den gesamten Frachten sind etwa 15 bis 40 % (P) bzw. 50 bis 90 % (K) im CAL-Extrakt löslich und lassen folglich eine gute Nährstoffwirkung erwarten (Tab. 1). Voraussetzung für einen sachgemäßen Einsatz der Reststoffe ist die Kenntnis der Nährstoffgehalte (Nährstoffbilanzierung als Grundlage der Düngerbemessung!).

Tab. 1: P- und K-Frachten durch Gülleresteoffe - Basis: 100 kg N

	Reststoffe	Fracht	CAL-lösliche Anteile (%)	pH
P:	flüssig	1 - 50 (80)	15 - 40	7,4 - 8,8
	fest	8 - 60 (120)	20 - 40 (90)	5,5 - 8,9
K:	flüssig	25 - 160	50 - 80	s. o.
	fest	20 - 60 (180)	60 - 90	s. o.

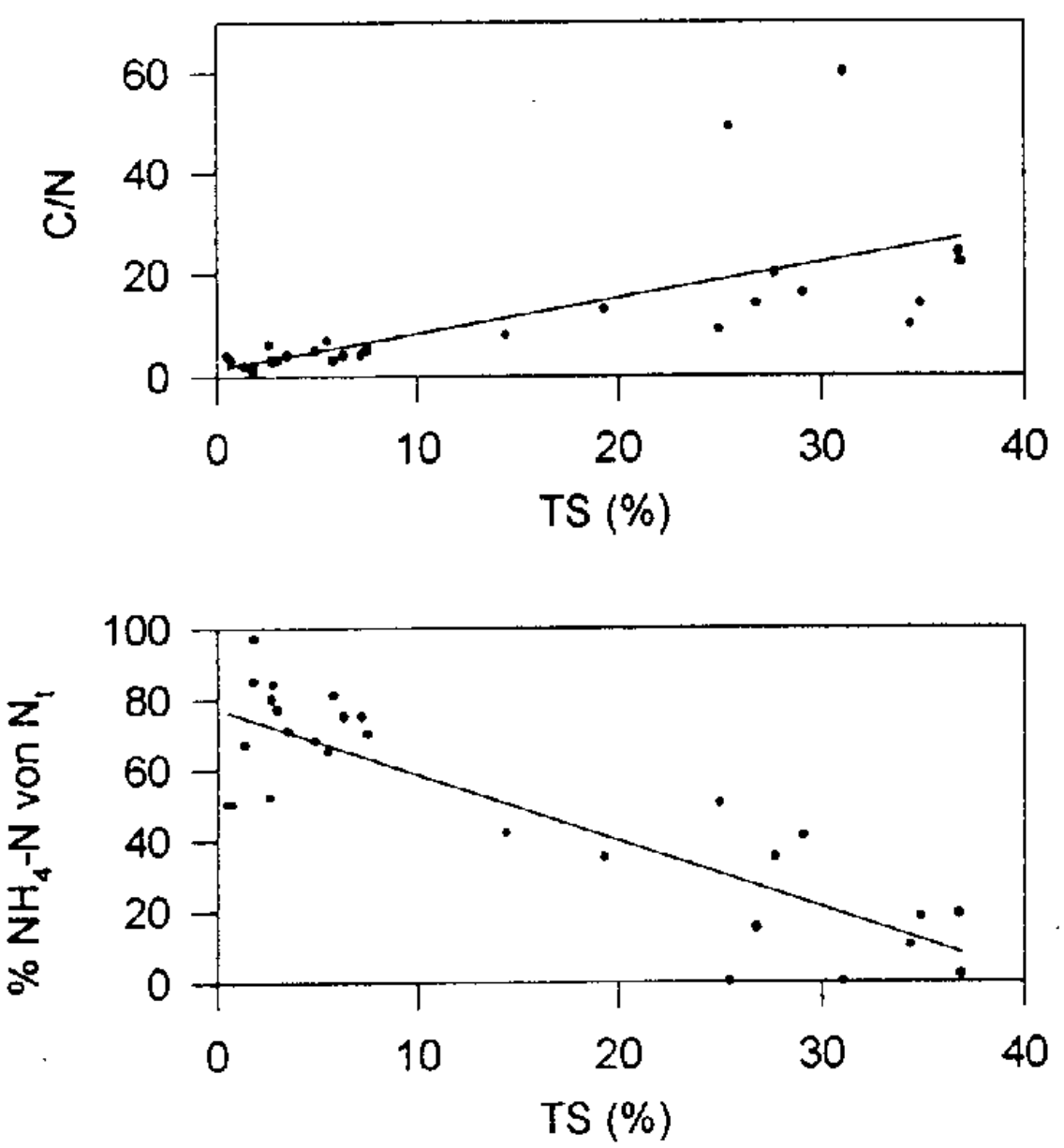

Abb. 2 und 3: Beziehung zwischen C/N bzw. NH_4-Anteil (% von N_t) und dem Trockensubstanzgehalt (%) der Gülleresteoffe

Abbildung 4 weist auf die in den Reststoffen z.T. beachtlichen Gehalte an Schwermetallen hin, die auf Basis N oder P (Klärschlamm) ähnlich hohe und z.T. auch höhere Frachten bedingen können als über Klärschlamm oder Bioabfallkomposte (BAK) (GUTSER, 1996). Die Optimierung der Fütterung und der Abbau von Sicherheitszuschlägen an essentiellen Schwermetallen leisten einen wertvollen Beitrag zur Minimierung der Schadstoffgehalte der Güllen und der daraus gewonnenen Reststoffe und sichern folglich deren Qualitätseigenschaften und Konkurrenzfähigkeit gegenüber Sekundärrohstoffdüngern.

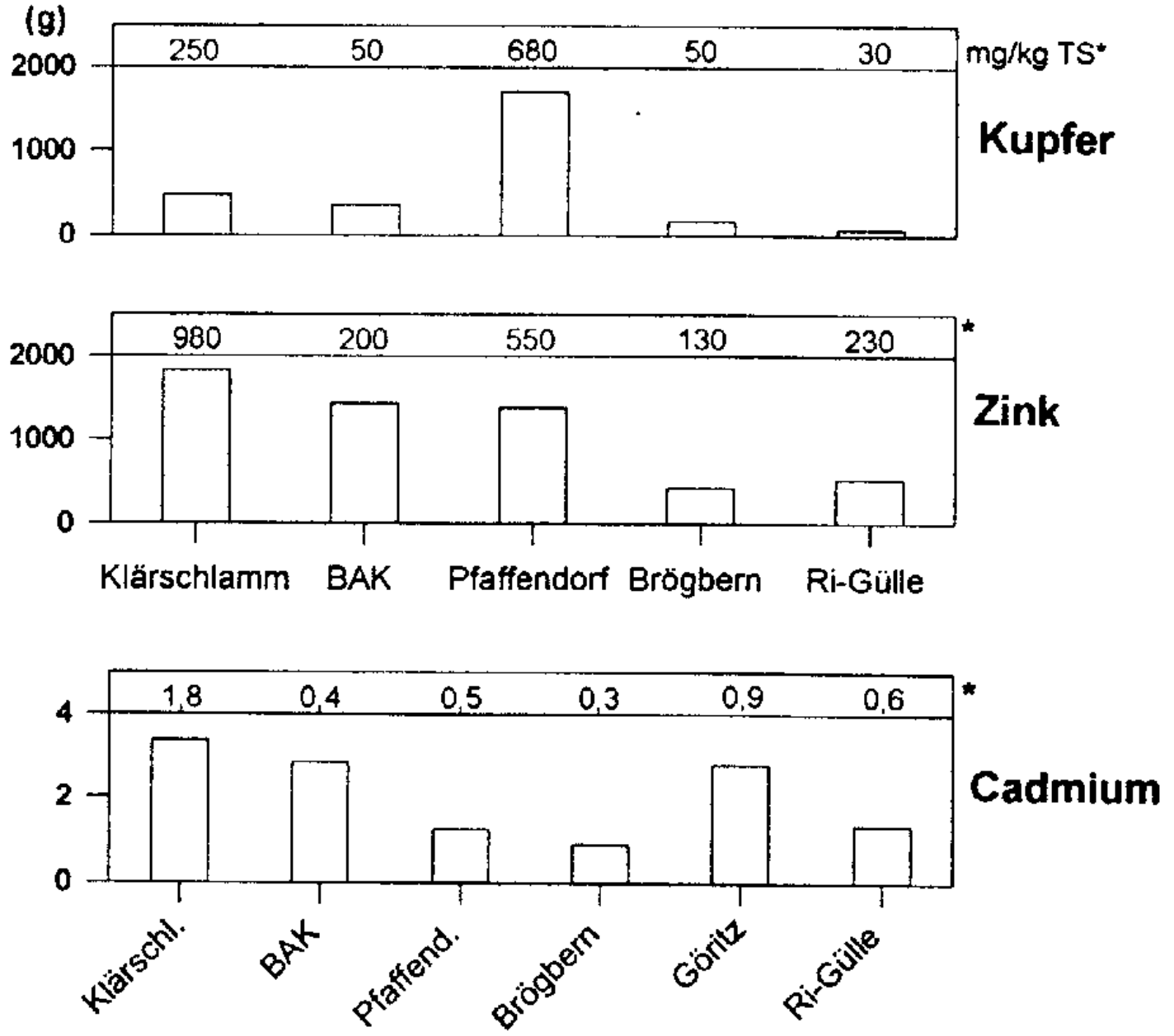

Abb. 4: Schwermetallfrachten (g) bezogen auf 30 kg P (Klärschlamm) bzw. 100 kg N (Klärschlamm und BAK, s. GUTSER, 1996)

3.2 Gefäßversuche

Auf Basis NH_4-Stickstoff eingesetzte flüssige Gülleresteoffe zeigen gegenüber mineralischer N-Düngung und teilweise auch unveränderten Güllen eine mehr oder weniger überlegene Sofortwirkung (Tab. 2). C-arme Feingüllen mit niedrigen C/N-Quotienten werden durch die Pflanzen besonders gut verwertet. Ursache hierfür ist neben einer zusätzlichen Verwertung des organisch gebundenen Stickstoffs eine verminderte Immobilisation des enthaltenen NH_4-Stickstoffs infolge des niedrigen Angebotes an löslichen Kohlenstoffverbindungen (s.a. JANSSON UND PERSSON, 1982; DOSCH UND GUTSER, 1996 b; GUTSER UND DOSCH, 1996). Die gute N-Wirkung der flüssigen Produkte zur Erstfrucht bedingt eine schwache Nachwirkung zur Folgefrucht (vergleichbar mit mineralischer Düngung).

Die Einarbeitung der meist NH_4-reichen flüssigen Reststoffe in den Boden sichert durch das Verhindern von NH_3-Verlusten deren hohe Verwertung durch die Pflanzen; oberflächlich applizierte Reststoffe und Güllen erreichen im Gefäßversuch etwa nur zwei Drittel der Wirkung der Vergleichsvarianten mit Einarbeitung (Tab. 3).

Tab. 2: Kurzfristige N-Wirkung flüssiger Reststoffe („Surwold-Börgermoor") im Gefäßversuch (Versuchsfrucht: Hafer - Düngung: 0.5 g NH_4-N/Gefäß)

Produkte	C/N	C_t	NH_4 % v. N_t	N-Verwertung durch Hafer (Mineraldüngung = 100)
übliche Gülle	7	2,5	65	72
Biogasgülle	5	2,1	68	98
Feingülle	4	1,4	71	113
Konzentrat	1	0,4	97	109
∅ sämtl. Reststoffe	4	1,7	70	111

Tab. 3: N-Wirkung oberflächlich applizierter flüssiger Reststoffe im Gefäßversuch (Versuchsfrucht: Hafer - Düngung 0,25 g NH_4-N/Gefäß)

	TS %	N-Verwertung durch Hafer (mit Einarbeitung = 100)
Reststoffe $_{flüssig}$	3,8	65
Gülle (∅)	4,6	63

Die kurzfristige, d.h. im Anwendungsjahr erzielbare N-Verwertung von auf Basis Gesamt-N eingesetzten <u>festen Gülleresteoffen</u> (meist Komposten) schwankt je nach Zusammensetzung zwischen 0 und maximal 55 %. Die in Tabelle 4 ausgewählten Reststoffe verdeutlichen die Abhängigkeit der N-Verwertung vom Angebot an mineralischem Stickstoff (NH_4-N) sowie vom C/N-Quotienten des Reststoffes (GUTSER, 1996). Faulschlamm aus Nordhausen (C/N = 8; NH_4-N = 42 % von N_t) und Feststoff aus Pfaffendorf (C/N = 9; NH_4-N = 50 % von N_t) erzielen die beste N-Wirkung. Zwischen den N-Mehrentzügen gegenüber der ungedüngten Kontrolle und den C/N-Quotienten aller festen Reststoffe errechnet sich eine gesicherte negative Beziehung von r = -0,67 (Abb. 5); der Korrelationskoeffizient r zwischen N-Mehrentzug · C_t-Gehalt der Reststoffe beträgt = -0,70. Eine zusätzliche mineralische N-Düngung verändert die N-Ausnutzung der Reststoffe durch die Pflanzen nur unwesentlich.

Tab. 4: N-Ausnutzung fester Gülleresteoffe durch Hafer im Gefäßversuch (Versuchsfrucht: Hafer - Düngung: 1,0 Ges. N/Gefäß)

Herkunft	% NH_4-N von N_t	C/N	N-Ausnutzung (%)
Kiefernrinde gelagert (Emmendingen)	0	60	9
Brögbern	17	12	19
Witten	18	14	22
Surwold	35	20	28
Pfaffendorf	50	9	54

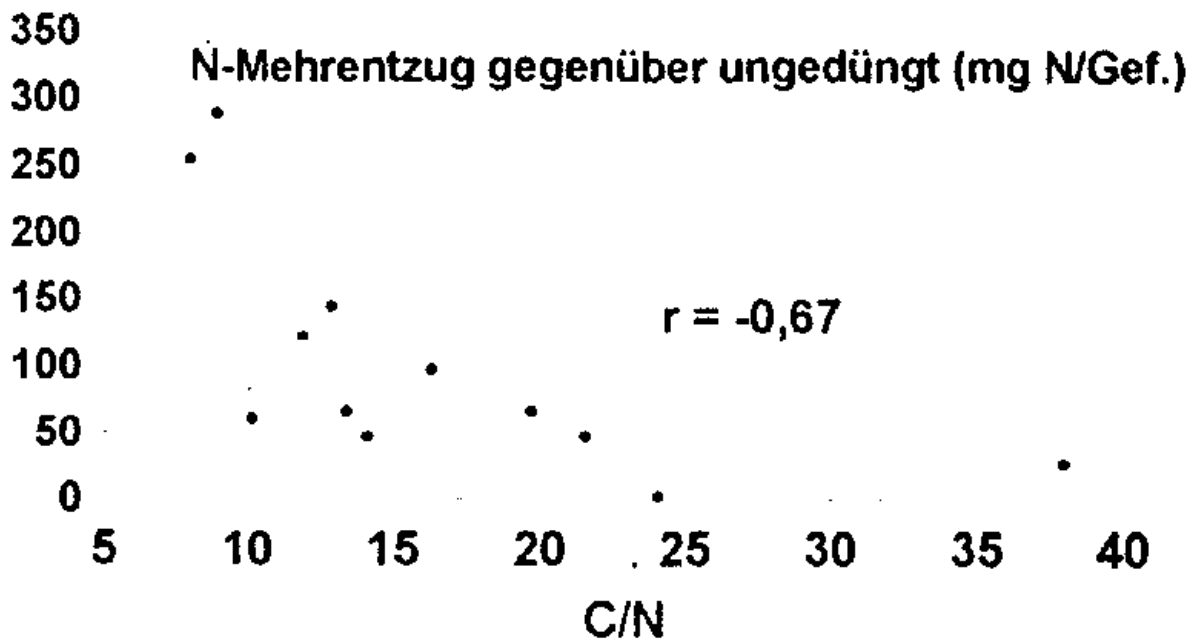

Abb. 5: N-Wirkung fester Gülleresteoffe zu Hafer auf Basis Ges.-N in Abhängigkeit von deren C/N-Quotienten

3.3 Feldversuche

Ziel der Feldversuche war es, auf unterschiedlichen Standorten die Ertrags- und Stickstoffwirkung ausgewählter fester Reststoffe (Tab. 5) zu prüfen und sinnvolle Einsatzstrategien für die landwirtschaftliche Verwertung abzuleiten. Ein Nachteil war die kurze Laufzeit der Versuche (3 Jahre), in der die Langzeitwirkung und mögliche Auswirkungen auf die Hydro- und Atmosphäre nur unzureichend abgeschätzt werden konnten.

Tab. 5: Ausgangsmaterial, Aufbereitungsstrategien und Charakterisierung der Reststoffe für die Pilotanlagen

Standort	Ausgangsmaterial: Gülle von	Aufbereitung	Reststt. Ø C/N	Reststoff Ø % NH_4-N von N_t
Surwold	Rind und Schwein	Biogas + Kompostierung	18	1
Göritz	Rind	Biogas ± Kompostierung	15	21
Nordhausen	Schwein	nur Feststoffseparierung aus der Rohgülle	18	25
Stallmist	Rind	—	20	14
übliche Gülle	Rind	—	8	57
übliche Gülle	Schwein	—	4	75

3.3.1 Erträge und N-Ausnutzung

Aus den Sproß- (SiMais) bzw. Kornerträgen (Getreide) einer mineralischen N-Steigerung und den Feststoff-Varianten lassen sich die Mineraldüngeräquivalente des über die organischen Dünger zugeführten Stickstoffs errechnen. Unabhängig von den Standortbedingungen erreichen die Feststoffe im Mittel der drei Jahre Äquivalente von 14 bis 39, d.h. die zugeführte Menge von 150 kg/ha über Feststoffe bringt die gleiche Ertragsleistung wie etwa 20 bis 60 kg Mineraldünger-N (Abb. 6). Die Ertragswirkung liegt damit nur wenig besser als die

von Stallmist (12 bis 26), aber deutlich unter der von Rinder- (47 bis 65) und insbesondere Schweinegülle (64-100) (s.a. GUTSER, 1996; NITSCHKE, 1996).

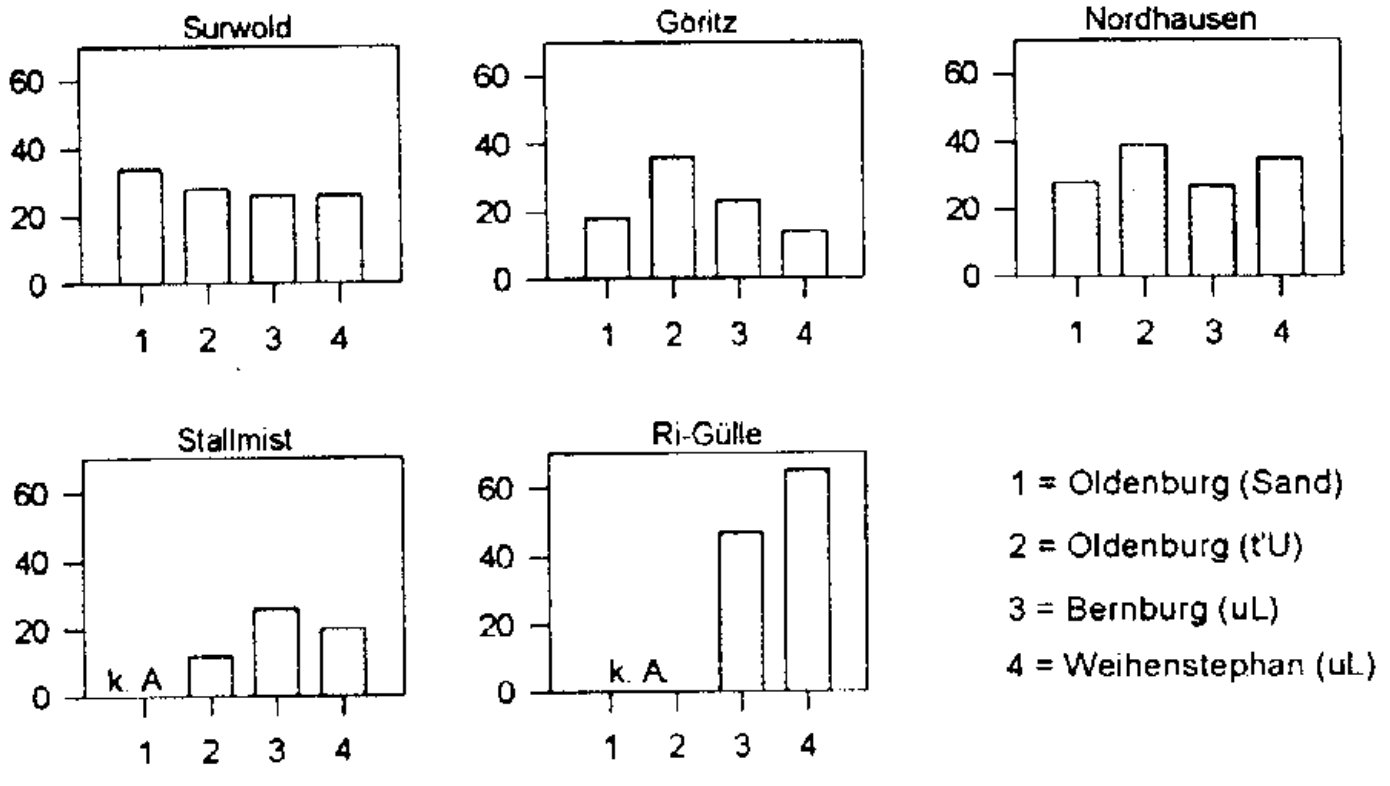

Abb. 6: Mittlere Mineraldüngeräquivalente für die Ertragsleistung verschiedener organischer Dünger auf 4 Standorten über 3 Jahre (Düngung: 150 bzw. 160 kg N/ha·a)

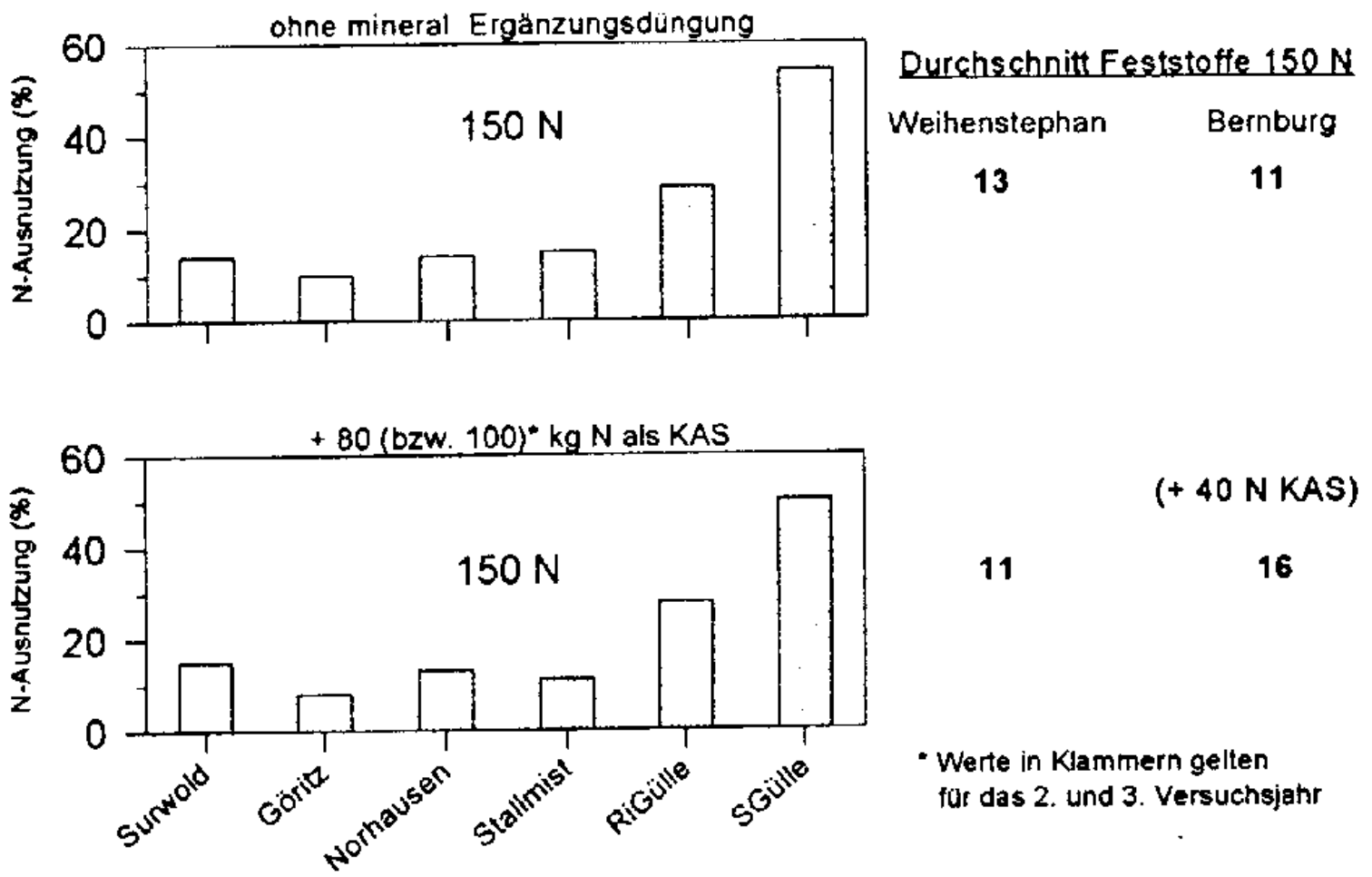

Abb. 7: N-Ausnutzung von Gülleresteoffen, Stallmist und Güllen ohne und mit mineralischer Ergänzungsdüngung (KAS) über die gesamte Laufzeit von 3 Jahren (Vergleich Weihenstehphan - Bernburg)

Dieser Sachverhalt wird auch bestätigt durch die Berechnung der N-Ausnutzung (Mehrentzüge gegenüber der Kontrolle in % der N-Zufuhr): So wird beispielsweise am Standort Weihenstephan im Mittel der drei Jahre der über die Reststoffe zugeführte Stickstoff von den

Pflanzen ähnlich gut wie Stallmist (10 bis 15 %), aber deutlich schlechter als Gülle-N (30 bis 55 %) ausgenutzt (Abb. 7). Die Ausnutzung geht auf dem hohen Düngungsniveau geringfügig zurück; sie wird durch eine mineralische Ergänzungsdüngung nur unwesentlich verändert.

3.3.2 Auswaschungsrisiko für Nitratstickstoff

Bedingt durch die niedrige N-Verwertung im Anwendungsjahr errechnen sich für Düngungssysteme mit organischen Reststoffen zwangsläufig sehr positive Input-/Output-Salden für Stickstoff, die sich bekanntlich in einer Anreicherung der Böden mit Kohlenstoff und Stickstoff niederschlagen (GUTSER UND CLAASSEN, 1994). Steigende N-Gehalte der Böden verbessern nicht nur deren Ertragsfähigkeit, sondern erhöhen auch deren Potential für N-Verluste. Entsprechend wurde in den Freilandversuchen geprüft, inwieweit eine zwei bis dreijährige hohe N-Zufuhr (150 bzw. 300 kg N/ha·a) über Gülleresteoffe bereits kurzfristig eine Verlagerung von Nitratstickstoff in tiefere Bodenschichten bewirkt. Für die tiefgründigen Lößböden kann hierzu verallgemeinernd festgestellt werden, daß die Düngung bislang noch zu keiner bedeutsamen Einwaschung von Nitratstickstoff in die Unterböden geführt hat; das höhere Potential der organisch gedüngten Böden kommt bisher nur in höheren N_{min}-Gehalten der Ackerkrume zum Ausdruck. Wohl aber ist für den Sandboden in Oldenburg eine beachtliche N-Verlagerung in tiefere Bodenschichten durch eine zweimalige Abdüngung mit jeweils 360 kg N/ha·a als Reststoff (Nordhausen) belegt, die auf die Notwendigkeit vorsichtigerer Düngungsstrategien hinweist (Abb. 8).

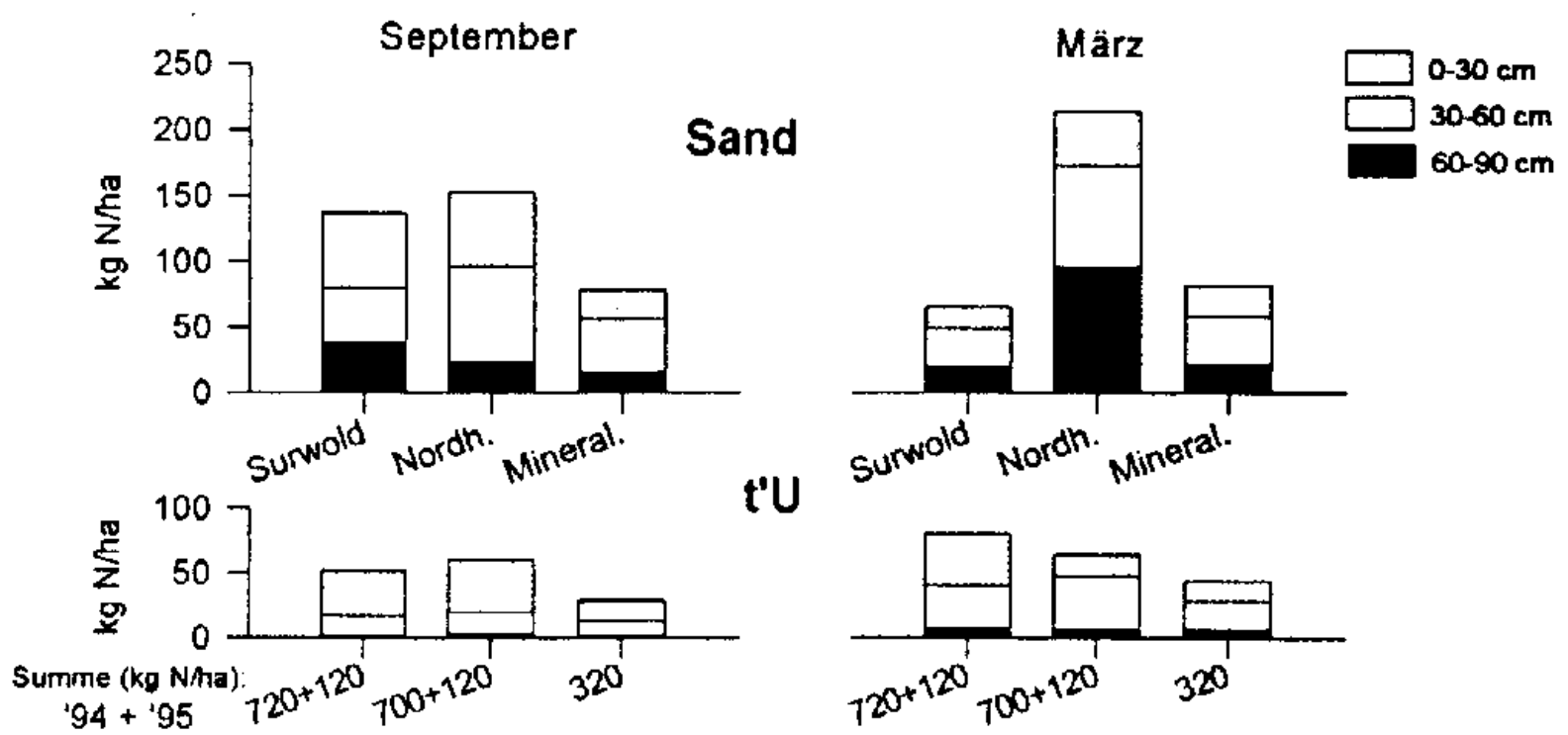

Abb. 8: N_{min}-Mengen auf Sand- und Lehmboden nach 2 maliger Ausbringung mit festen Reststoffen (Standort: Oldenburg - 700/720 kg N als Reststoffe + 120 kg N als KAS/ha)

3.3.3 NH_3-Verluste von Gülleresteoffen

In Windtunnel-Versuchen wurde das Verlustpotential für oberflächlich applizierte Gülleresteoffe innerhalb von neun Tagen nach der Düngung ermittelt (Abb. 9).

Ähnlich dem Verlauf der NH_3-Verluste nach Gülledüngung sind auch für Güllefeststoffe in den ersten Stunden nach der Applikation hohe NH_3-Verlustraten zu verzeichnen. Nach etwa zwei Tagen nehmen diese deutlich ab und verbleiben bis Versuchsende auf konstantem Niveau. Während das deutlich bessere Infiltrationsvermögen von Güllen zu verminderten Verlustraten mit zunehmender Versuchsdauer führt, ist aufgrund der mangelnden Infiltration nach Feststoffapplikation eine Sorption von NH_4-N am Austauschkomplex des Bodens nur in geringem Umfang möglich. Feststoffe verhalten sich damit ähnlich dem Festmist (GUTSER, 1992).

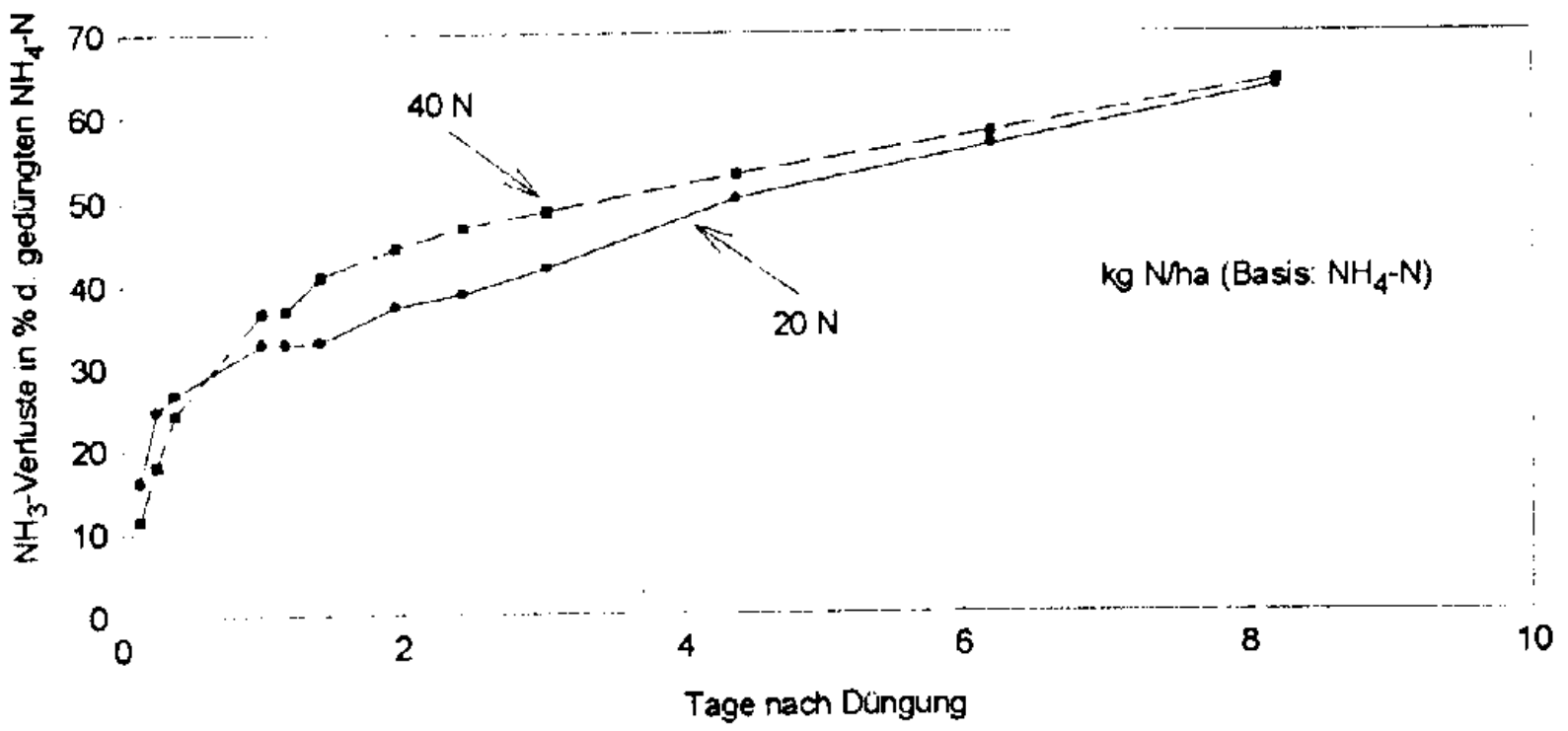

Abb. 9: NH_3-Verluste nach Applikation von Güllefeststoffen auf Ackerland. N-Düngung: 20 bzw. 40 kg N/ha (Basis: NH_4-N) (DOSCH UND GUTSER, 1996 a)

Für NH_4-haltige Reststoffe ist folglich eine möglichst schnelle Einarbeitung in den Boden anzuraten.

Für die Beurteilung der Umweltverträglichkeit von Aufbereitungsstrategien für Gülle müssen neben den Verlusten während der Aufbereitung die Verluste bei der Ausbringung der flüssigen und festen Reststoffe additiv berücksichtigt werden. Aus Arbeiten von DOSCH (1996) mit Gülle darf gefolgert werden, daß die Separierung von Güllen in flüssige und feste Bestandteile und deren separate Ausbringung gegenüber dem Einsatz der unveränderten Gülle Vorteile bezüglich der Höhe der NH_3-Verluste bringen kann (Tab. 6).

Tab. 6: NH_3-Verluste nach flächiger Applikation der unbehandelten Gülle gegenüber Separat und Güllefeststoff auf unbewachsenem Boden; Berechnungsgrundlage: Gülleausbringung 25 m^3/ha (0,20 % NH_4-N in Fr.S.) Feststoffabscheidung 10 %: 2,5 m^3 Feststoff (DOSCH UND GUTSER, 1996a)

NH_3-Verluste	Gülle	Separierung	
		Separat	Feststoff
% d. ged. NH_4-N	45	32	65
kg N/ha	23	15	3
Σ kg N/ha	23	18	

4 Schlußfolgerungen

Die technologische Aufbereitung von Gülle führt zu flüssigen und festen Reststoffen.

Flüssige Produkte weisen C/N-Quotienten von durchschnittlich 4 und hohe NH_4-Gehalte (50 bis 95 % vom Gesamt-N) auf und zeigen grundsätzlich eine schnelle Wirkung, die der von Mineraldüngern weitgehend entspricht. Voraussetzung für eine umweltgerechte Verwertung flüssiger Reststoffe ist der gezielte Einsatz mit möglichst NH_3-konservierenden Applikationstechniken. Die Ausbringung zu einer wachsenden Kultur, d. h. kurz vor der Aussaat und dann mit Einarbeitung , oder in den wachsenden Bestand - bei Reihenkulturen mit Einarbeitung, bei Flächenkulturen in Bandapplikation - garantiert eine optimale Verwertung des mit dem Dünger zugeführten Stickstoffs. Flüssige Reststoffe müssen genauso wie Gülle, flüssiger Hühnerkot und Jauche einem Ausbringverbot in der vegetationsfreien Jahreszeit (in der Düngeverordnung wurde die Zeitspanne zwischen 15. November und 15. Januar festgelegt) unterliegen.

Feste Gülleresteoffe weisen C/N-Quotienten zwischen 9 und 24 (∅ 15), NH_4-Gehalte zwischen 0 bis 50 (∅ 24) % vom enthaltenen Gesamtstickstoff sowie mehr oder weniger hohe Anteile an mikrobiell abbaubarer organischer Substanz auf, abhängig davon, ob und wie lange diese Reststoffe einer Kompostierung oder einfachen Lagerung unterzogen waren.

Feste Reststoffe besitzen folglich eine bodenverbessernde Wirkung; über die Zufuhr an organischer Substanz lassen sich physikalische, biologische und auch chemische Bodeneigenschaften verbessern (z. B. in Betrieben ohne Tierhaltung). Auch bei bodenverbessernden Maßnahmen muß stets der Input an Nährstoffen (N, P, K u.a.) in der Düngerbemessung des Betriebes Berücksichtigung finden.

Die N-Wirkung der festen Produkte kann mit der von Stallmist verglichen werden; sie liegt deutlich unter der von Gülle (höhere NH_4-Gehalte, geringere C-Gehalte). Im Anwendungsjahr erreicht der Reststoff-N bezüglich seiner Ertragsleistung ein Mineraldüngeräquivalent zwischen 20 und 30; die rechnerische N-Ausnutzung schwankt wie die von Stallmist zwischen 10 und 15 %. Eine Zufuhr von 100 kg Gesamt-N als festes Produkt hat somit etwa die N-Wirkung von 25 kg Mineraldünger-N. Längerfristig ist zudem die Nachlieferung aus dem im Boden verbliebenen Düngerstickstoff (angereichertes N-Potential) zu berücksichtigen. Die N-Freisetzung aus dem Boden ist allerdings schwer zu erfassen, N_{min}-Untersuchungen weisen diese nur teilweise aus. Die Einsparung an Mineraldünger kann längerfristig bis auf etwa 40 bis 60 % des zugeführten organischen Dünger ansteigen.

Die Wirkung von Gülleresteoffen verschiedener Tierarten oder Technologien mit weiteren organischen Zusätzen kann sich im Anwendungsjahr etwas unterscheiden; längere Lagerung oder Kompostierung nivellieren häufig diese Unterschiede (KNAPSTEIN, 1993), ebenso wie eine längere Anwendungsdauer im landwirtschaftlichen Betrieb (Ausgleich zwischen kurzfristiger Wirkung im Anwendungsjahr und Nachwirkung in den Folgejahren).

Neben der Verbesserung von Bodeneigenschaften muß beim Einsatz fester organischer Reststoffe das Ansteigen des N-Potentials der Böden zur Kenntnis genommen werden. Steigende C- und N-Gehalte der Böden stabilisieren nicht nur deren Ertragsfähigkeit und

Bodenstruktur, sondern erhöhen auch das Verlustpotential, insbesondere das von Stickstoff. Durch die in diesem Versuchsvorhaben für drei Jahre eingesetzten hohen Gaben an organischen Düngern bis zu jährlich 300 kg Gesamt-N/ha wurden bislang mit Ausnahme der Sandmischkultur in Oldenburg noch keine nachteiligen Folgen bezüglich der Verlagerung von NO_3-Stickstoff in tiefere Bodenschichten festgestellt.

Für einen längerfristigen Einsatz von Gülleresteoffen wird eine Begrenzung der jährlichen Zufuhr auf 100 kg N/ha vorgeschlagen. Es bietet sich allerdings an, bis zu drei Jahresgaben in einer Gabe zusammenzufassen, insbesondere dann, wenn die Reststoffe nur geringe NH_4-Gehalte aufweisen.

Für feste Reststoffe muß kein gezielter, d.h. zeitlich auf den N-Bedarf der Kulturpflanzen abgestimmter Einsatz vorrangig gefordert werden. Reststoffe mit geringen NH_4-Gehalten (< 20 % von Ges. N) können ohne zeitliche Befristung wie Stallmist ausgebracht werden, d.h. auch während der Wintermonate, falls die Bedingungen (Schneedecke, Hanglage, Bodenfrost etc.) dieses nicht verbieten. Reststoffe mit höheren NH_4-Gehalten (>20 % von Ges.N) sollten allerdings einem Ausbringverbot während der vegetationsfreien Zeit (siehe Düngeverordnung) unterliegen.

Zudem sind für Reststoffe mit höheren NH_4-Gehalten (z. B. >20 % von Ges.N) NH_3-konservierende Applikationstechniken vorzuziehen (z. B. rasche Einarbeitung, Applikation vor Niederschlagsereignissen etc.).

Die technologische Aufbereitung von Gülle führt entsprechend den vorgestellten Versuchsergebnissen zu gut handhabbaren Reststoffen, für die jeweils optimale Einsatzmöglichkeiten erarbeitet werden konnten. Aus Güllen mit bekannt guter Nährstoff- und bodenverbessernder Wirkung wurden Reststoffe mit sehr gut überschaubarer N-Wirkung (flüssige Produkte) und bodenverbessernder, dauerhafter Wirkung (feste Produkte) aufbereitet. Diese Aufteilung ermöglicht eine weitere Optimierung der N-Verwertung durch separaten Einsatz flüssiger und fester Produkte. Es konnte gezeigt werden, daß die separate Ausbringung dieser beiden Reststoffarten auch eine Verminderung der NH_3-Verluste gegenüber üblichen Güllesystemen bringen kann (DOSCH, 1996).

Die geprüften Aufbereitungstechnologien eröffnen Großbetrieben mit Überschußgülle bessere Verwertungsstrategien für tierische Reststoffe.

5 Zusammenfassung

Ziel dieses Forschungsvorhabens war es, Gülleresteoffe aus neuen Aufbereitungstechnologien chemisch zu charakterisieren, sie in Gefäß- und dreijährigen Feldversuchen bezüglich ihrer kurz- und längerfristigen Nährstoffwirkung und auch den damit verbundenen Risiken für Nährstoffverluste wie Nitratauswaschung und gasförmige N-Verluste (NH_3) zu beurteilen und letztlich aus den erzielten Ergebnissen umweltschonende Anwendungsstrategien für ihre Verwertung im landwirtschaftlichen Betrieb zu entwickeln.

Die Technologien führen zu flüssigen (Dünngülle) und festen Reststoffen (z. B. Komposten). Erstere (C/N = 1-8, NH_4-N = 50-95 % von N_t) wirken ähnlich schnell wie Mineraldünger und bedürfen eines gezielten Einsatzes zur wachsenden Kultur mit NH_3-konservierenden Techniken.

Letztere (C/N = 9-24, NH_4-N = 0 bis 20 (50) % von N_t) wirken ähnlich Stallmist langsamer (N-Mineraldüngeräquivalent von 20-30 im Anwendungsjahr) und führen zu einer N- und C-Anreicherung der Böden (bodenverbessernde Wirkung). Längerfristig ist die Nachlieferung aus diesem angereicherten N-Pool des Bodens zu berücksichtigen. Da die N-Anreicherung der Böden deren Verlustpotential für NO_3- Auswaschung und N-haltige Spurengase erhöht, wird eine jährliche Begrenzung der N-Zufuhr durch Güllefeststoffe vorgeschlagen (100 kg N/ha·a). Die getrennte Ausbringung von festen und flüssigen Gülleresteoffen kann gegenüber der Verwertung von unveränderten Güllen das Verlustrisiko für Ammoniak vermindern.

Danksagung: Für die vergleichende Auswertung der Versuchsberichte Bernburg, Oldenburg und Weihenstephan sowie die KTBL-gerechte Aufbereitung des Manuskriptes danken wir Frau Dipl. Ing. Sabine Bous.

6 Literatur

DOSCH, P (1996): Optimierung der Verwertung von Güllestickstoff durch Separiertechnik und kulturartspezifische Applikationstechniken. Dissertation am Lehrstuhl für Pflanzenernährung der Technischen Universität München - Weihenstephan

DOSCH, P.; GUTSER, R. (1996 a): N-Umsatz und Wirkung von Reststoffen der Gülleaufbereitung. VDLUFA-Schriftenreihe 44, Kongreßband 1996, S. 481-484

DOSCH, P.; GUTSER, R. (1996 b): Reducing N losses (NH_3, N_2O, N_2) and immobilization from slurry through optimized application techniques. Fertilizer Research 43, S. 165-171

Düngeverordnung (1996): Verordnung über die Grundsätze der guten fachlichen Praxis beim Düngen vom 26. Januar 1996. Bundesgesetzblatt Teil I Nr. 6, S. 118-121

GUTSER, R. (1992): Zur Nährstoff- und Sonderwirkung von Festmist. In: Umweltverträgliche Verwertung von Festmist. In: KTBL-Arbeitspapier 182. KTBL, Darmstadt, S. 45-56

GUTSER, R. (1996): Klärschlamm und Biokompost als Sekundärrohstoffdünger. VDLUFA-Schriftenreihe 44, Kongreßband 1996, S. 29-43

GUTSER, R.; CLAASSEN, N. (1994): Langzeitversuche zum N-Umsatz von Wirtschaftsdüngern und kommunalen Komposten. Mitteilg. Dtsch. Bodenkundl. Gesellschaft, 73, S. 47-50

GUTSER, R.; DOSCH, P. (1996): Cattle-slurry-^{15}N turnover in a long-term lysimeter trial. In: C. Rodriguez-Barrueco (ed) „Fertilizers and Environment" Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/NL, S. 345-350

JANSSON, S.L.; PERSSON, J. (1982): Mineralization and immobilization of soil nitrogen. In: Nitrogen in agricultural soils. Hrsg. F.J. Stevenson. Madison. American Society of Agronomy, S. 229-252

KNAPSTEIN, D. (1993): Stickstoffumsatz und -wirkung von Güllefeststoffen verschiedener Tierarten im Gefäßversuch. Dipl. Arbeit am Lehrstuhl für Pflanzenernährung der Technischen Universität München-Weihenstephan

Nitschke, A. (1996): Wirkung von Gülleaufbereitungsprodukten auf Pflanzenertrag und N-Aufnahme verschiedener Kulturpflanzen sowie auf den Nmin-Gehalt im Boden. VDLUFA-Schriftenreihe 44, Kongreßband 1996, S. 517-520