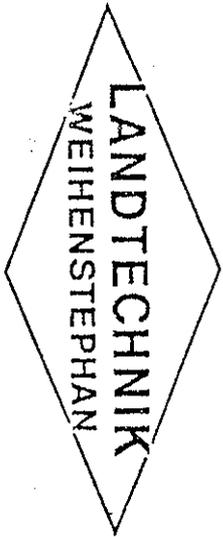


Gutser, R.: Grundlagen zur Nährstoffwirkung  
von Gülle und Festmist  
(88 - 100)



Tagungsband zum Fachgespräch

**Umweltschonende Verwertung von Fest- und  
Flüssigmist auf landwirtschaftlichen  
Nutzflächen**

am 27./28.06.90 an der Landtechnik Weißenstephan

Josef Boxberger  
Andreas Gronauer  
Ludwig Popp

© 1991 by Landtechnik Weißenstephan, Vöitingenstr. 36, D-8050 Freising  
Nachdruck, auszugsweise Wiedergabe, Vervielfältigung, Übernahme auf Datenträger  
und Übersetzung nur mit Genehmigung der Landtechnik Weißenstephan

Printed in Germany

## Grundlagen zur Nährstoffwirkung von Gülle und Festmist

R. Gutser

Gülle und Festmist sind nährstoffreiche Wirtschaftsdünger, die aus ökologischen und ökonomischen Gründen optimal verwendet werden müssen. In viehstarken Betrieben kommt dem Mineraldünger deshalb nur die Bedeutung eines Ergänzungsdüngers zu. Wegen der bekannten Umweltpotentiale ist eine Rückbesinnung auf vermehrt risikofreie Festmistsysteme zu beobachten, wenngleich die Ursache in erster Linie überwiegend im hohen Viehbesatz zu suchen ist.

Aufgabe dieses Vortrages ist es, wichtige Grundlagen und Unterschiede der Nährstoffwirkung von Gülle und Festmist anzusprechen und zu bewerten sowie auf systembedingte Verlustquellen vom Düngeranfall im Stall bis zur Verwertung auf dem Feld hinzuweisen.

### 1. Humuswirkung der Wirtschaftsdünger

In umfangreichen Untersuchungen konnten VÖLKER et al. 1984 [11] zeigen, daß für die Bildung einer Tonne Humus-C etwa 3 Tonnen Festmist-C benötigt werden. Gülle und Stroh erreichen nur 80 bzw. 65 % der Reproduktionsleistung von Festmist (Tab. 1). Zumindest für Stroh läßt sich dieser Befund durch einen merklich höheren Zellulose-/Lignin-Quotienten belegen.

Tab. 1: Humuswirkung verschiedener organischer Dünger (n. VÖLKER et al. 1984).

organ. Düngung	Zellulose % in TS	Lignin	Zellulose/Lignin-Quotient	Humusproduktionskoeffizient (organ. TS) <sup>1</sup>
Festmist	21	17	1,2	1,00
Rindergülle	27	21	1,2	0,80
Stroh + Gülle	18	15	1,2	0,75
Stroh	42	15	2,8	0,65

<sup>1</sup> relativ zu Festmist; <sup>11</sup> Festmist-C = 0,35 t Boden-C

Eine quantitative Betrachtung der Humuswirkung in Festmist- und Güllesystemen auf Basis üblicher Faustzahlen zeigt, daß die humusproduzierende Leistung einer Rindergroßvieheinheit durch Festmist mit 0,63 t organischer Substanz nur wenig über der von Flüssigmist (0,58 t org. S.) liegt (Tab. 2).

Tab. 2: Humuswirkung in Festmist- und Güllesystemen.

	1,31 t Stroh		
1 RGW	100 dt Festmist	=	1,80 t org. S.
1 RGW	20 m <sup>3</sup> Gülle	=	1,20 t org. S.
	1,31 t Stroh	=	1,05 t org. S.

Humusproduktion (1 RGW): Festmist: 0,63 t org. S.  
 Gülle/Stroh: 0,58 t org. S.

### 2. Stickstoffwirkung der Wirtschaftsdünger

Von den in Wirtschaftsdüngern enthaltenen Mineralstoffen soll nur der Stickstoff betrachtet werden, da im Gegensatz zu Phosphat oder Kalium deutliche Unterschiede in seiner Wirkung auf Boden und Pflanze bestehen<sup>2</sup>.

#### 2.1 N-Fractionen und deren Bewertung

Vom Gesamtstickstoff der Wirtschaftsdünger lassen sich 2 Fraktionen unterscheiden:

- mineralischer Anteil (im wesentlichen NH<sub>4</sub>-Stickstoff)
- organisch gebundener Anteil

Der NH<sub>4</sub>-Stickstoff ist für die unmittelbare Düngewirkung verantwortlich und damit in etwa mit dem in Mineraldüngern enthaltenen N gleichzusetzen; er stellt allerdings auch eine potentielle Quelle für N-Verluste dar (s. später). Der organische Stickstoff sorgt für die Dauere Wirkung der Wirtschaftsdünger; er geht in den N-Pool des Bodens ein und wird erst nach Mineralisation pflanzenverfügbar; seine Wirkung ist deshalb schwer abschätzbar. In Gefäßversuchen mit 3-maliger Bepflanzung mit Weidelgras erreichte der organisch gebundene Stickstoff der Gülle nur ein Mineraldüngeräquivalent von 10-20 (AMBERGER et al. 1982 [1] - Abb. 1).

Die Wirtschaftsdünger unterscheiden sich in den mineralischen und organischen Stickstoffanteilen erheblich (Abb. 2); NH<sub>4</sub> kann von 5 (Festmist) bis 95% (Jauche) des Gesamtstickstoffs differieren, seine Gehalte sind zudem abhängig von der Futtergrundlage und vor allem auch vom Rottegrad (Festmist) oder der Güllebehandlung (Abb. 2b). Der NH<sub>4</sub>-Anteil von Festmist geht im Laufe der Rotte zurück. Auch die Kombination "Belüftung + C-Zusatz" (z.B. Strohmehl) vermindert den Ammoniumstickstoff der Gülle, während Separierung (Dünnsesam) und anaerobe Fermentation (Biogasgülle) meist den NH<sub>4</sub>-Anteil erhöhen. Durch gezielte Behandlung der Wirtschaftsdünger kann somit deren Wirkungsweise bezüglich N-Sofort- oder Dauere Wirkung mehr oder weniger beeinflusst werden.

<sup>2</sup> Hier zu werden umfangreiche Arbeiten am Lehrstuhl für Pflanzenernährung der TU München-Weihenstephan, 8050 Freising durchgeführt. Fordern Sie bitte die Sonderdruckliste an!

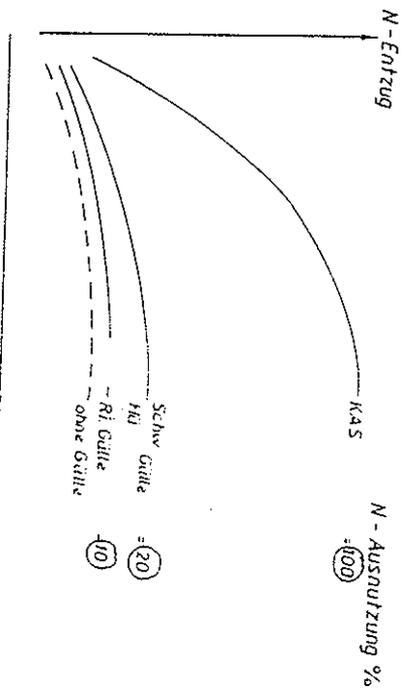


Abb. 1: N-Wirkung des organisch gebundenen N in Gülle (Gefäßversuch, 3 Schritte Weidelgras; Amberger et al. 1982 [1]).

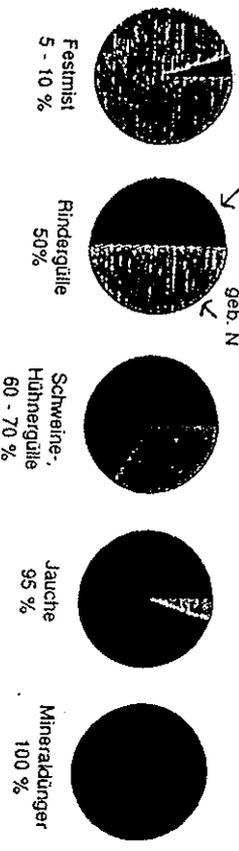


Abb. 2a: Anteil des  $NH_4$ -Stickstoffs am Gesamtstickstoff der Wirtschaftsdünger.

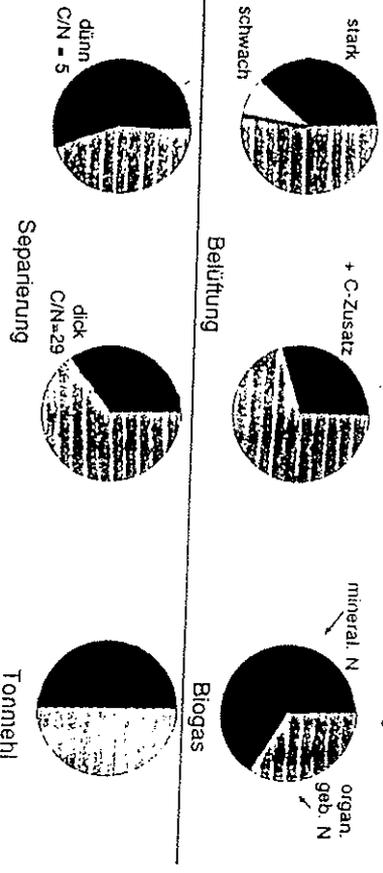


Abb. 2b: Einflug der Güllebehandlung auf den  $NH_4$ -Anteil in Wirtschaftsdünger.

2.2 Wirkung in Feld- und Lysimeterversuchen

Zur Charakterisierung der N-Wirkung von Festmist und Gülle wurden aus einer Vielzahl von Arbeiten einige wenige ausgewählt (RAUHE et al. 1987 [8], WEBER und KÖRSCHENS 1982 [12], LST Pflanzenernährung-Weihenstephan [6], GUTSER et al. 1989 [4], VILSMEIER und GUTSER 1990 [10], MESSNER 1988 [7]). In sämtlichen Versuchen beinhaltet die N-Wirkung auch Sonderwirkungen der jeweiligen Dünger (z.B. die der organischen Substanz). Nach dem Differenzverfahren betrug die N-Ausnutzung von Festmist 27 bis 44 % (Tab. 3); im 1. Jahr wurden in Weihenstephan 16 %, in den Folgejahren 9 bzw. 8 % verwendet.

Tab. 3: N-Ausnutzung von Festmist in langjährigen Feldversuchen.

PK + Festmist 100 dt/ha	Zukunft minus Düngung		N-Ausnutzung (Dif- ferenzrechnung) %	Quelle
	kg N/ha			
Leipzig 1967/83	-48	27		RAUHE et al. 1987
Lauchstädt ab 1902	-25	44		WEBER u. KÖRSCHENS 1982
Weihenstephan ab 1922	-10	33 <sup>1</sup>		LST Pflanzenernährung Weihenstephan

<sup>1</sup> 1. Jahr 16%; 2. Jahr 9%; 3. Jahr 8%

Die Wirkung von Gülle schwankt je nach Aufwandmenge, Ausbringungszeitpunkt und Fruchtarten bekanntlich in weiten Grenzen. Die Mineraldüngerequivalente für den Ammoniumstickstoff weitgehendst optimal eingesetzter Güllen errechneten sich für Winterweizen und Grünland zwischen 50 und 125, für Silomais hingegen nur zwischen 21 und 48 (MESSNER 1988 [7], Tab. 4).

In mehrjährigen Versuchen wurde der Stickstoff von Rindergülle durch Silomais zwischen 15 - 35 % (Bezugsbasis  $NH_4$ -N) bzw. 9 - 18 % (Bezugsbasis Ges.N) ausgenutzt (GUTSER et al. 1988 [4]; Differenzverfahren, Tab. 5); für die gesamte Fruchtfolge betragen die entsprechenden Werte 13 - 39 bzw. 11 - 22 %.

In Tracer-Versuchen ( $^{15}N$ ) betrug die Verwertung des Ammoniumstickstoffs der Gülle im 1. Jahr (Zuckerrüben) 15 - 27 % (Vergleich KAS: 59 %); in den Folgejahren ging die Nachwirkung von 6 - 12 % (2. Jahr) auf 1 - 3 % (4. Jahr) des Düngerrasses zurück (Vilsmeyer u. Gulser, 1990 - Tab. 6).

Tab. 4: N-Wirkung von Rindergülle - Mineraldüngerequivalente (%; MESSNER 1988)

Wi-Weizen (60 kg $\text{NH}_4\text{-N}$ )	KAS-Gabe kg N/ha		
	0	40	70
EC 13	72	86	83
EC 25 - 29	49	61	58
Silomais	0	70	100
v. d. Saat (120 kg $\text{NH}_4\text{-N}$ )	48		
i. d. Bestand (60 kg $\text{NH}_4\text{-N}$ )	40	30	21
Grünland (4 Schnitte)	0		
2 x 60 kg $\text{NH}_4\text{-N}$	125		
4 x 60 kg $\text{NH}_4\text{-N}$	50		

Tab. 5: Verwertung von Rindergülle in einer Fruchtfolge Mais/Weizen (1979 - 87; GUTSER *et al.* 1989).

org. Düngung	Silomais		Silomais + Weizen	
	Ges. N %	$\text{NH}_4\text{-N}$ %	Ges. N %	$\text{NH}_4\text{-N}$ %
Gülle August zur Zwischenfrucht	9	15	11	19
Gülle Okt./Nov.	18	31	22	38
Gülle Feb./März	16	35	22	39

2 GV/ha =  $\varnothing$  40 m<sup>2</sup>/ha; Gütegabe nur zu Silomais

Tab. 6: N-Versuche mit Rindergülle - Lysimeter 1982 - 1988 (WILSMEIER u. GUTSER 1990).

Düngung	Gülle zu Zuckerrüben		Nachwirkung (% v. Düngerrast)			
	Rüben dt/ha	N-Auf- nahme % der Zufuhr	Jahr			
KAS	715	59	41			
Gülle August + Zwischenfrucht	692	15	82	6 - 12	4 - 9	1 - 3
Gülle März	727	27	73			

N-Gabe:  $\varnothing$  120 kg N/haGülle:  $\text{NH}_4\text{-N}$ 

Berücksichtigt man die Aussagen der vorgestellten Versuche, so sind in einer 4-jährigen Fruchtfolge mit 150 kg Gesamtstickstoff aus Gülle (Viehbesatz ca. 1,8 RGV/ha) etwa 62 kg N (= 41 % der Zufuhr), aus Festmist (3,0 RGV/ha) etwa 53 kg (35 % der Zufuhr) wirksamer Stickstoff zu erwarten (Abb. 3). Probleme bereitet jedoch die Bewertung des  $\text{NH}_4\text{-N}$  der Gülle ( $\text{NH}_4\text{-N}$ -Verluste, Immobilisation s. später). Gülle erreicht eine bessere Sofortwirkung, Festmist eine bessere Nachhaltigkeit, so daß sich längerfristig beide Kurven weiter annähern.

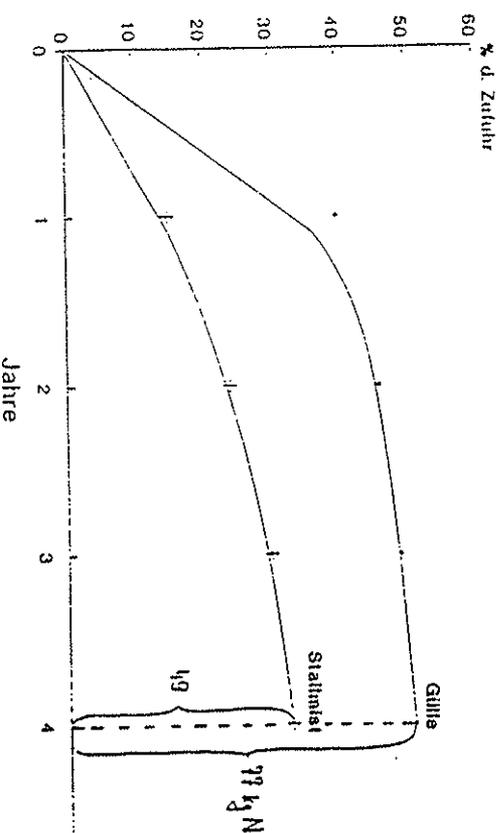
Basis: 150 kg Ges. N - Festmist: 3,0 RGV/Jahr  
Gülle: 1,8 RGV/Jahr

Abb. 3: Verfügbarer N aus Gülle und Festmist.

### 2.3 Potentielle und tatsächlich erzielbare N-Wirkung

Der Ammoniumstickstoff der Gülle stellt im Anwendungsjahr den potentiell wirksamen Stickstoff dar, sieht man von den durch Mineralisation aus organischen Stickstoff freigesetzten Mengen ab.

Die bekanntlich stark streuende N-Wirkung von Gülle im Anwendungsjahr (10 - 60 % des  $\text{NH}_4$ -Stickstoffs werden verwertet) ist sowohl auf die N-Immobilisation im Boden (30 - 60 %) als auch auf N-Verluste von ca. 5 - 50 % durch  $\text{NH}_3$ -Verdunstung oder 5 - 25 % durch Nitratauswaschung zurückzuführen (Tab. 7).

Tab. 7: N-Wirkung von Gülle im Anwendungsjahr.

Wirksamer Stickstoff	5 - 50 % $\text{NH}_3$ -Verdunstung
	5 - 25 % Auswaschung
	30 - 60 % Festlegung im Boden
	10 - 60 % Pflanze

Bedeutende Verluste durch  $\text{NH}_3$ -Verflüchtigung treten bekanntlich während und insbesondere unmittelbar nach der Gülleausbringung auf (s. AMBERGER 1990 - Vortrag in diesem Heft). Neben Witterungs- und Bodenparametern beeinflusst die Zusammensetzung der Wirtschaftsdünger bezüglich  $\text{NH}_4$ -Anteil und TS-Gehalt (z. B. als Maß für die Infiltration der Gülle in den Boden) sehr wesentlich die Höhe der  $\text{NH}_3$ -Verluste (Tab. 8).

Tab. 8:  $\text{NH}_3$ -Verluste verschiedener Wirtschaftsdünger.

Dünger	$\text{NH}_4$ -N	TS %	Verlustgefährdung
Festmist	-	+	-
Gülle Rind	-	+	+
• Schwein	+	-	0 $\blacktriangledown$
• Biogas	+	-	-
• -Beifügung	(-)	(-)	(-)
• -Beifügung + C	-	+	-
• -Separierung	+	-	-
• + Tonmehle	0	0	0
• + Wasser	0	-	-

wesentliche Faktoren:

1.  $\text{NH}_4$ -Anteil am Ges.N
2. TS-Gehalte (Infiltration)

Festmist ist infolge geringer  $\text{NH}_4$ -Gehalte wesentlich weniger gefährdet als Gülle. TS-reichere Rindergüllen weisen bessere Voraussetzungen für  $\text{NH}_3$ -Verluste auf als dünnere Schweinegüllen. Ebenfalls wegen der leichteren Infiltration dürfen z. B. separate oder anaerob fermentierte Güllen weniger verlustgefährdet sein als übliche Güllen. Der Einfluß von Tonmehlen ist allgemein gering, bedingt durch die niedrigen Aufwandsmengen.

In einer Vielzahl von Versuchen wurde der Umsatz des Güllestickstoffs im Boden und damit verbundene N-Verluste durch Nitratauswaschung untersucht (LST Pflanzen-ernährung - Sonderdrucktitel). Mit steigender Bodentemperatur wird die Nitrifikation von Güllestickstoff beschleunigt (AMBERGER u. VILSMEIER 1988 [2]; Abb. 5). Zwangsläufig bewirkt eine Gülleanwendung zwischen Gärernte und Mitte Oktober einen merklichen Anstieg der Nitratauswaschung, sofern keine Abstimmung mit pflanzenbaulichen Maßnahmen (Strohdeckung, Zwischenfruchtanbau etc.) erfolgt ist. Durch den Einsatz von Nitrifikationshemmstoffen ("Didin") läßt sich die Auswaschungsgefahr von ab Spätherbst bis April ausgebrachter Gülle vermindern.

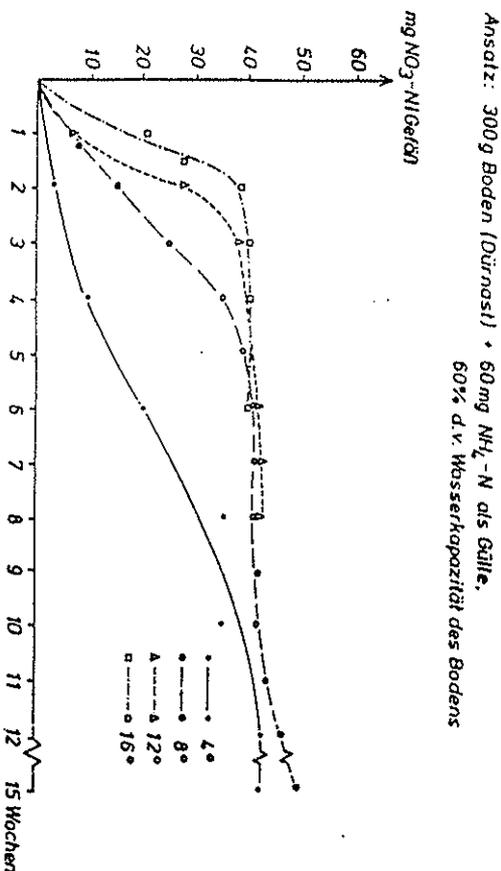


Abb. 4: Nitrifikation von Schweinegülle in Abhängigkeit von der Temperatur (AMBERGER u. VILSMEIER 1988 [2]).

Sehr wesentlich wird die Wirkung von Gülle im Anwendungsjahr durch das Ausmaß der Immobilisation des Ammoniumstickstoffs bestimmt (s. Tab. 7). Es handelt sich z.T. um chemische, insbesondere aber um biologische Vorgänge, die mit der Menge an abbaubarer organischer Substanz im Boden korreliert sind. Die Remobilisierung von festgelegtem Gülle-N unterscheidet sich kaum von der des immobilisierten Mineraldünger-N; seine Mineralisationsrate entspricht etwa der des organisch gebundenen Gülle- oder Festmiststickstoffs. Die Immobilisation des  $\text{NH}_4$ -Stickstoff der Gülle nimmt im allgemeinen mit steigenden TS-Gehalten, d.h. steigenden C-Gehalten oder C/N-Quotienten zu (VILSMEIER u. GUTSER 1990 [10]; Tab. 9).

Tab. 9: Festlegung von Dünger- $^{15}\text{N}$  auf verschiedenen Böden (VILSMEIER u. GUTSER 1990 [10]).

Böden (% C)	Ri.gülle				$\text{NH}_4\text{NO}_3$
	TS %	C %	C/N	$^{15}\text{N}$ -Rest im Boden in % der Zugabe	
ul (1,4)	11,3	5,0	2,5	44	13
1 S (1,0)	4,4	2,0	0,6	33	11
1 S (1,0)	10,5	6,6	1,7	24	7

(Behandlungsversuch: 20 mg N/100 g Boden; Mittel 4 - 21 Wochen)

Entsprechend vermindert Separieren oder anaerobes Fermentieren die Immobilisation von Güllestickstoff.

Auch die N-Wirkung des Festmistes hängt sehr wesentlich von Mobilisations-/Immobilisationsvorgängen ab (KIRCHMANN 1985 [5]; Tab. 10). Festmist mit C/N-Quotienten von 9 - 15 zeigen eine N-Nettofreisetzung, während ab Quotienten von 15 und insbesondere 24 neben dem  $\text{NH}_4$ -Stickstoff des Festmistes auch  $\text{N}_{\text{min}}$ -Stickstoff des Bodens und Dünger-N immobilisiert werden.

Tab. 10: N-Umsatz von Festmist im Gefäßversuch ( $^{15}\text{N}$ ; KIRCHMANN 1985 [5]).

C/N	N-Umsatz
9 - 15	Mobilisation
15 - 24	Immobilisation (Boden-, Dünger-N)
> 24	Immobilisation + Rückgang der N-Aufnahme

Die N-Immobilisation hängt neben Boden- und Düngereigenschaften auch von den Wachstumsbedingungen der Kultur ab (VILSMEIER et al. 1989 [9]; Tab. 11). Günstige Wachstumsbedingungen mit kurzer Verweildauer der Dünger im Boden vermindern die N-Festlegung und erhöhen folglich die N-Ausnutzung des Düngers durch die Pflanzen.

Tab. 11: Abhängigkeit der N-Immobilisation von der Jahreswitterung (Wachstumsbedingungen; VILSMEIER et al. 1989 [9]).

Wachstumsbedingungen	Verwertung der Pflanzen (kg N/ha)	Rest im Boden
1983 gut	130	48 = 27 %
1985 schlecht	61	91 = 51 %

Braunrot aus LB8  
Zuckerbrot: 180 kg N/ha;  $^{15}\text{N}$ -Mineraldünger

Wie gezeigt, beeinflussen N-Immobilisation und N-Verluste sehr entscheidend die tatsächliche N-Wirkung der Gülle; eine möglichst hohe Ausnutzung im Anwendungsjahr ist aber Voraussetzung für eine gute Gesamtwirkung innerhalb einer Fruchtfolge (s. Abb. 3).

### 3. N-Bilanz in Gülle- und Festmistssystemen

Für die Beurteilung verschiedener Stallhaltungssysteme im Hinblick auf N-Verluste und N-Effizienz je Tierinheit müssen neben dem Anteil und der Zusammensetzung des Wirtschaftsdüngers (Gesamt-N,  $\text{NH}_4$ -Anteil) auch die Verluste während der Lagerung im Stall, im Güllebehälter bzw. dem Miststapel sowie während der Ausbringung und vom Feld berücksichtigt werden. Die in Tab. 12 aufgeführten N-Verluste beider Stallsysteme sind z.T. durch Versuche abgesichert (Verluste während der "Ausbringung" und "vom Feld"), z.T. stützen sie sich auf vorläufige Ergebnisse oder Annahmen (Verluste "i. Stall" und während der "Lagerung"). Sie stellen demnach Orientierungswerte dar. Extremsituationen für  $\text{NH}_4$ -Verluste sowie die schwer kalkulierbaren Auswaschungsverluste sind nicht berücksichtigt.

Im Festmistsystem überwiegen besonders die  $\text{NH}_4$ -Verluste während der Lagerung (Stall und Miststapel), im Güllesystem vor allem die  $\text{NH}_4$ -Verluste vom Feld. Die gesamten Verluste (überwiegend  $\text{NH}_4$ ) unterscheiden sich demnach nur wenig und betragen ca. 25 - 45 %. Für den von einer RGV jährlich anfallenden Wirtschaftsdünger errechnet sich ein N-Potential von 55 - 73 kg mit einem  $\text{NH}_4$ -Anteil von 5 (Festmist) bzw. 20 - 38 % (Gülle) - (Tab. 13).

Tab. 12: Abschätzung von N-Verlusten in Festmist- und Güllesystemen.

N-Anteil	Tierstallmist		Gülle, Spaltenboden	
	Kot + Harn + Stroh		Kot + Harn	
	Verluste (% v. Rest-N)			
im Stall	10 - 20		5	
Lagerung	15 - 25		5 - 10	
Ausbringung	1 - 2		5	
vom Feld	2 - 4		10 - 30	
Summe Verluste (% vom Anteil)	26 - 42		23 - 43	

Stroh

Tab. 13: Abschätzung der N-Verluste und N-Verwertung durch Pflanzen in Festmist- und Güllesystemen.

Bezugsgröße	Festmist		Gülle	
	(kg N)			
N-Anteil	97 (89 + 8)		89	
N-Verluste	25 - 41		20 - 38	
N-Potential	56 - 72		55 - 73	
NH <sub>4</sub> -Anteil (%)	(5) (5)		(20) (38)	
N-Verwertung der Pflanzen in 3 Jahren				
1. Jahr	9	11	14	22
2. Jahr	5	6	4	5
3. Jahr	4	6	4	4
Summe	18	23	22	31
N-Rest im Boden (o. Auswaschung)	38	49	33 (+4)	42 (+4)

Bezugsbasis: N-Ausscheidung einer RGV im Jahr

Stroh

Eine 3-jährige Fruchtfolge (Anwendungsjahr + 2 Nachwirkungsjahre) verwendet davon je nach Verlustbedingungen ca. 18 - 23 kg Festmist- bzw. 22 - 31 kg Gülle-N (bessere Wirkung im Jahr der Anwendung). Für Festmist entspricht dies im Mittel etwa 24 % der N-Ausscheidungen bzw. 32 % des im Wirtschaftsdünger enthaltenen N-Potentials;

für Gülle beitragen die Vergleichswerte 30 bzw. 41 %. Die im Boden ohne Berücksichtigung der N-Auswaschung verbleibenden N-Mengen (incl. Stroh-N) liegen in beiden Systemen zwischen 37 und 49 kg N. Insgesamt bestehen also zwischen beiden Verfahren geringe Unterschiede (Angaben in % der N-Ausscheidung):

N-Verluste (NH<sub>3</sub>): 25 - 45 %  
 N-Pflanzen (3 Jahre): 24 (Festmist) bzw. 25 - 35 % (Gülle)  
 N-Rest i. Boden: 39 - 55 % (ohne N-Auswaschung)

Hervorzuheben ist die etwas höhere N-Wirkung im optimal gefahrenen Güllesystem (bis 35 %). Bei getrennter Bewertung von Festmist und Jauche düften sich die abgeleiteten Ergebnisse noch etwas modifizieren.

#### 4. Schlussfolgerungen

Stallhaltungssysteme mit Fest- oder Flüssigmistbereitung unterscheiden sich nach diesen Berechnungen nur wenig hinsichtlich der systemspezifischen N-Verluste und der N-Effizienz des anteilenden Wirtschaftsdüngers. Die in Güllebetrieben häufiger festgestellten Umweltprobleme bezüglich Nitratauswaschung sind damit weniger eine Folge des Haltungssystems an sich, sondern meist das Ergebnis eines überhöhten Viehbesatzes, der durch die strohlose Aufstallung zumindest bislang leichter und arbeitssparender zu mechanisieren ist.

Als umweltgerechte Bestandsobergrenzen werden derzeit 1,5 Dungeinheiten (also etwa 1,5 RGV)/ha LN diskutiert, d.h. es fallen je ha LN etwa 150 dt Festmist oder 30 m<sup>3</sup> Rindergülle an.

Als Folge des höheren Ammoniumanteils kann Gülle gezielter, d.h. dem N-Bedarf der Pflanzen besser angepaßt, eingesetzt werden; sie muß aber auch gezielter appliziert werden, da insbesondere bei höheren Bodentemperaturen der NH<sub>4</sub>-Stickstoff schnell nitrifiziert wird und folglich auswaschunggefährdet ist. Die Ausbringung von Festmist ist vergleichsweise weniger termingebunden; entsprechend können in der Regel günstige Witterungsperioden abgewartet werden, um den Wirtschaftsdünger strukturschonend auszubringen. In beiden Stallhaltungssystemen treten systembedingte N-Verluste (überwiegend NH<sub>3</sub>) auf von insgesamt ca. 25 - 45 % der tierischen N-Ausscheidungen. Im Festmistsystem überwiegen die N-Verluste während der Lagerung, im Güllesystem insbesondere die unmittelbar nach der Ausbringung.

Neben den Verlusten durch NH<sub>3</sub>-Verdunstung und NO<sub>x</sub>-Auswaschung beeinflussen Immobilisationsvorgänge im Boden sehr wesentlich die N-Wirkung der Wirtschaftsdünger im Anwendungsjahr. Ihre Wirkungsweise läßt sich auch durch spezielle Aufbereitungstechniken modifizieren: Belüftung mit C-Zusatz vermindert den NH<sub>4</sub>-Anteil der Gülle (diese wird "stallmistähnlicher"); Separierung und anaerobe Fermentation erhöhen die Sofortwirkung der Gülle (höherer NH<sub>4</sub>-Anteil, geringere N-Immobilisation als Folge abnehmender C-Gehalte) und vermindern etwas die Gefährdung für NH<sub>3</sub>-Verluste (schnellere Infiltration in den Boden).

## 5. Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit werden wichtige Grundlagen der Humus- und N-Wirkung von Gülle und Festmist dargestellt und vergleichend bewertet.

1. Festmist besitzt ein besseres Reproduktionsvermögen für Bodenhumus als Gülle. Eine systemare Betrachtung der Aufstallungssysteme (Festmist bzw. Gülle + Strohdüngung) bringt nur noch geringe Unterschiede in der Reproduktionsleistung.
2. Die N-Wirkung der Wirtschaftsdünger ist abhängig vom  $\text{NH}_4$ -Stickstoff (Sofortwirkung) und organisch gebundenen Stickstoff (Dauerwirkung); sie wird sehr wesentlich beeinflusst von der Höhe der N-Verluste durch  $\text{NH}_3$ -Verdunstung und  $\text{NO}_3$ -Auswaschung sowie insbesondere auch durch die Immobilisation des  $\text{NH}_4$ -Stickstoffs im Boden. Die einzelnen Zusammenhänge werden besprochen.
3. Die verschiedenen Aufstallungssysteme (Rinderhaltung) unterscheiden sich nur wenig hinsichtlich der systemspezifischen N-Verluste (ca. 25 - 45 % der N-Ausscheidung gehen verloren). Die wirksamen, d.h. von den Pflanzen innerhalb von 3 Jahren (2 Nachwirkungsjahre) verwerteten N-Mengen entsprechen ca. 35 (Gülle) bzw. 24 % (Festmist) der N-Ausscheidungen.

## Literatur:

1. AMBERGER, A.; VILSMEIER, K.; GUTSER, R.: Z. Pflanzenernährung u. Bodenkunde 145, 326 - 336, 1982
2. AMBERGER, A.; VILSMEIER, K.: Z. Pflanzenernährung u. Bodenkunde 151, 229 - 301, 1988
3. AMBERGER, A.: VDLUFA-Schriftenreihe 30, Kongreßband 1989, 103 - 109, 1990
4. GUTSER, R.; AMBERGER, A.; VILSMEIER, K.: VDLUFA-Schriftenreihe 28, Kongreßband 1988, 503 - 515, 1989
5. KIRCHMANN, H.: Acta Agr. Scand. Suppl. 24, 3 - 77, 1985
6. LBT Pflanzenernährung der Techn. Universität München in 8050 Freising-Weihenstephan-Sonderdruckliste
7. MESSNER, H.: Diss. TU München-Weihenstephan, 1988
8. RAUHE, K.; HOBERUCK, J.; SIEGERT, B.: Arch. Acker- u. Pflanzenbau u. Bodenkde. 31, 711 - 718, 1987
9. VILSMEIER, K.; AMBERGER, A.; GUTSER, R.: VDLUFA-Schriftenreihe 28, Kongreßband 1988, 455 - 469, 1989
10. VILSMEIER, K.; GUTSER, R.: VDLUFA-Schriftenreihe 30, Kongreßband 1989, 175 - 180, 1990
11. VOLKER, U.; ASMUS, F.; GÖRLITZ, H.: Arch. Acker u. Pflanzenbau u. Bodenkde. 28, 595 - 601, 1984
12. WEBER, C.; KÖRSCHENS, M.: Tag. Ber. Akad. Landw. Wiss. DDR - 80 Jahre statischer Versuch Lauchstädt, Berlin, 1982