

Strategien zur Gülleanwendung in ökologischer und ökonomischer Hinsicht

A. Amberger\*

Einleitung

Für die Intensivierung der Tierhaltung bietet die Güllewirtschaft gute ökonomische und technische Voraussetzungen, da einerseits Abtransport des Strohes vom Feld, Festmistbereitung und -ausbringung entfallen, andererseits Güllelagerung und -ausbringung technisch gelöst, wenigstens in mancher Hinsicht noch zu verbessern sind. Was die Wirkung der Gülleerzeugnisse und die dabei auftretenden Verlustrisiken anlangt, so sind diese Fragen - aus der Sicht der Pflanzenernährung und Düngung - heute wissenschaftlich im wesentlichen geklärt aufgrund von umfangreichen Arbeiten in den letzten 10 - 20 Jahren. Noch nicht befriedigend ist dagegen der Umsatz dieser wissenschaftlichen Erkenntnisse in die Praxis.

I. Grundlagen

1. Nährstoffgehalte der Gülle

Gülle ist bekanntlich ein nährstoffreicher Dünger. 1 Großvieheinheit (GV) liefert bei ganzjähriger Stallhaltung je nach Tierart und Fütterung beachtliche Nährstoffmengen (Tab.1), die ökonomisch genutzt werden müssen im Sinne der Einsparung von Mineraldüngern unter weitgehender Vermeidung von Umweltbelastungen. Was die Nährstoffe Phosphat und Kalium betrifft, so können diese voll in die Düngerplanung eingesetzt werden, wenigstens das organische Phosphat (vor allem Phytat bei Getreidefütterung) nicht sofort wirksam ist.

Tab. 1: Gülliedaten

Betriebssystem	Anfall m <sup>3</sup> /GV u. Jahr	Nährstoffe kg/GV u. Jahr		
		N (NH <sub>4</sub> -N)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Milchviehhaltung	20	80 (40)	40	120
Rindermast	20	80 (40)	40	60
Schweinemast	15	90 (60)	75	45

Probleme bereitet dagegen der Stickstoff: 1 Großvieheinheit (GV) liefert bei ganzjähriger Stallhaltung immerhin 80 - 90 kg N. Ca. 50 % (Rind) bzw. 65 % (Schwein) sind Ammoniumstickstoff. Dieser ist zwar voll pflanzenverfügbar, jedoch können die Verluste ganz beträchtlich sein und damit theoretische Berechnungen irrelevant werden lassen.

2. N-Verluste

a) Ammoniakverdunstung  
Ammoniak (NH<sub>3</sub>) löst sich gut in Wasser, hat aber einen hohen Dampfdruck, der dazu führt, daß vor allem bei pH > 7 (Gülle) mit steigender Temperatur und zunehmender Luftbewegung während bzw. unmittelbar nach der Ausbringung NH<sub>3</sub>-Verluste von 50 % und mehr auftreten können (Abb.1).

\*Prof. Dr. A. Amberger, Lehrstuhl für Pflanzenernährung der TU München, D-8050 Freising,

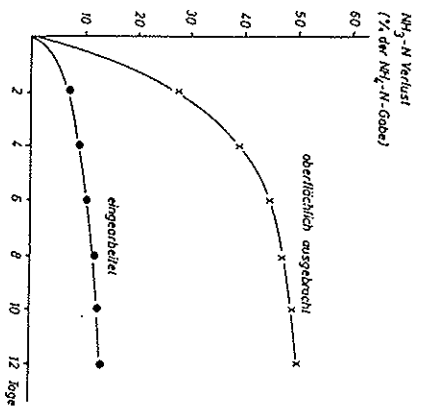


Abb. 1: NH<sub>3</sub>-Verluste der Gülle abhängig von der Art der Ausbringung

Diese Gefahr ist insbesondere dann gegeben, wenn Gülle mit einem höheren TS-Gehalt über mehrere Stunden dem Luftzutritt ausgesetzt ist oder in verdichteten Boden nur sehr langsam infiltrieren kann. Die NH<sub>3</sub>-Emissionen stellen einerseits eine wesentliche Belastung der atmosphärischen Luft dar mit bekannten Konsequenzen, andererseits aber auch beträchtliche ökonomische Verluste für den Landwirt. Daraus ergibt sich die zwingende Konsequenz, die Gülle sofort nach der Ausbringung (die größten Verluste treten bereits in den ersten Stunden auf!) in den Boden einzuarbeiten.

b) Nitratauswaschung  
In den Boden eingebracht, wird das Ammonium (je nach Bodenart) weitgehend sorbiert und später durch Mikroorganismen nitrifiziert. Dieser Vorgang ist wiederum stark temperaturabhängig (Abb. 2).

mg NO<sub>3</sub>-N/Gef.

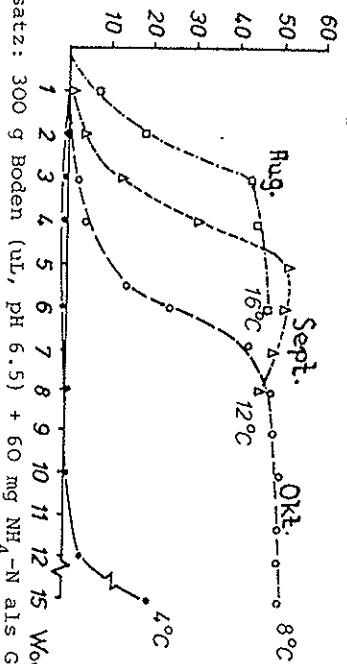


Abb. 2: Nitrifikation von Rindergülle in Abhängigkeit von der Temperatur  
Ansatz: 300 g Boden (ul, pH 6.5) + 60 mg NH<sub>4</sub>-N als Gülle, 608 d.v.v.WK

Der Ammonium-N der im August oder September (bei gemessenen durchschnittlichen Bodentemperaturen von 16 bzw. 12°C) eingearbeiteten Gülle ist nach 6 Wochen bereits weitgehend nitrifiziert. Dagegen ist die "Oktober-Gülle" (bei φ 8°C) im gleichen Zeitraum nur zu 40%

umgesetzt. Die Nitrifikation der "November-Gülle" (φ 4°C) setzt aber erst sehr viel später ein. Das bedeutet, daß das gesamte Ammonium der bis Ende Oktober ausgebrachten Gülle spätestens Ende Dezember in das stark auswaschungsfähigere Nitrat überführt ist. Dieses wird in den folgenden Monaten mit dem abwärts gerichteten Wasserstrom in Grund- und Oberflächengewässern größtenteils ausgewaschen.

c) Denitrifikation  
Verglichen mit den Verlusten durch Ammoniakverflüchtigung und Nitratauswaschung sind die Denitrifikationsverluste als NO<sub>2</sub> oder N<sub>2</sub> nach Literaturangaben wesentlich geringer. Sie fallen insbesondere dann ins Gewicht, wenn Gülle bei höherer Temperatur und Feuchtigkeit nicht rasch genug vom Boden aufgenommen werden kann. Im allen Fällen handelt es sich aber um erhebliche ökonomische Verluste.

### 3. Organischer Gülle-N

Die Differenz zwischen Gesamt-N und Ammonium-N der Gülle ist organischer N. Durch praxisübliche Düngergaben von 20 - 40 m<sup>3</sup> Rindergülle bzw. 15 - 30 m<sup>3</sup> Schweinegülle werden dem Boden immerhin 30 - 80 kg organischer N zugeführt. Ca. 4/5 davon sind (in 6 N HCl) hydrolytisch (gemeinhin als Mikroorganismenleib angeprochen), der Rest heterocyclischer-N (Pulve-, Huminsäuren und Humine), deren Ausnutzung im intensiven Pflanzenversuch nur maximal 8 % betrug. Der organische Gülle-N geht somit in den großen organischen Stickstoffpool des Bodens (mit mehreren Tausend kg N) ein und unterliegt der üblichen jährlichen Mineralisierungsrate von 1 - 3 %. Diese steigt allerdings bei regelmäßiger Gülledüngung etwas an und muß daher langfristig in der Düngerbemessung berücksichtigt werden.

### II. Konsequenzen und Strategien zur Gülleanwendung

Das Ziel muß ein möglichst verlustarmer ökologisch und ökonomisch vertretbarer Gülleinsatz sein!

1. Die Hauptforderung ist in jedem Fall eine sorgfältige Bemessung der Güllergaben entsprechend dem jeweiligen Nährstoff - insbesondere Ammoniumstickstoff.
2. Der Güllestickstoff ist am wirkungsvollsten, wenn er möglichst kurz vor der Saat zu Frühjahr- oder Herbstfrüchten in den Boden eingebracht wird. Dann gibt es kaum Ammoniak- oder Nitratverluste. Eine gewisse Schwierigkeit besteht allerdings auf schwereren Böden im Frühjahr zu den Haupt-Güllefrüchten Mais und Zuckerrüben, da durch die Ausbringung mit schweren Geräten auf feuchtem Boden die Bodenstruktur zumindest zeitweilig erheblich geschädigt und eventuell die Saatzeit verzögert wird, wodurch Mindererträge aufzutreten können.

3. Eine weitere Möglichkeit ist es, Gülle auf oder in den wachsenden Bestand, z. B. von Wintergetreide und Raps, im Frühjahr oder später zwischen die Reihen von Mais oder Zuckerrüben auszubringen. Da eine Einarbeitung nur teilweise möglich ist, sind Ammoniakverluste bis zu 20 % nicht zu vermeiden, insbesondere dann, wenn

der Pflanzenbestand noch sehr niedrig und eine gewisse Luftbewegung gegeben ist. Durch Anwendung von Schleppschläuchen, Einhäufeln, Injizieren usw. können die Verluste aber wesentlich verringert werden.

4. Gülle nach der Ernte der Hauptfrucht auf die Stoppel ausgebracht in relativ trockenen Boden einzuarbeiten ist technisch zweifellos sehr einfach. Insbesondere bei hohem Trockensubstanzgehalt der Gülle ist eine sofortige Einarbeitung unbedingte Forderung, um Ammoniakverluste zu vermeiden. Unter diesen Bodentemperaturen ist der Ammoniakstickstoff der Gülle bereits nach wenigen Wochen vollkommen nitrifiziert. Er steht damit den Winterfrüchten zur Verfügung oder kann in der Folgezeit größtenteils ausgewaschen werden mit allen Konsequenzen. Der Einsatz von Didin zu diesem Zeitpunkt ist zwecklos, da der Abbau dieses Nitrifikationshemmstoffes Temperaturbedingt zu rasch erfolgt.

a) Die Auswaschung läßt sich weitgehend verhindern durch Kombination von Gülle mit Getreidestroh. Damit wird der Ammoniumstickstoff von den strohbaunenden Mikroorganismen inkorporiert; er ist auf diese Weise "biologisch blockiert" und geht in den Stickstoffpool des Bodens ein. Durch einen Strohaufwuchs von ca. 50 dt/ha können etwa 50 kg N (entsprechend ca. 20 m<sup>3</sup> Gülle je nach Tierart) gebunden werden. Wichtig ist wie aus der Tab. 2 ersichtlich - daß der N-Entzug durch 3 folgend Schnitt Weidelgras in beiden Reihen (nämlich ohne und mit Strohd) gleich ist, der "biologisch blockierte" Stickstoff also in der folgenden Vegetationszeit den Pflanzen nicht zur Verfügung steht und daher auch nicht in die Düngerplanung des nächsten Jahres eingesetzt werden kann.

Tab. 2: N-Wirkung von Rindergülle in Kombination mit Strohmulch (Gefäßversuch unter Feldbedingungen)

Güllegabe (1.23 g N/Gefäß)	N-Auswaschung im Herbst/Winter (mg N/Gefäß)		N-Entzug von Weidelgras (mg N/Gefäß)	
	- Stroh	+ Stroh	- Stroh	+ Stroh
Kontrolle	160	15	49	36
August	564	164	68	67
September	434	280	64	58
Oktober	264	109	82	74

b) Eine Kombination von Gülle mit Getreidestroh und Gründüngung fördert den Gründüngungsaufwuchs und beschleunigt die Umsetzung des Strohes. Eine teilweise Remineralisierung setzt bereits im Frühsommer ein, so daß der Ammonium-N der Gülle mit etwa 20 % in der Düngerplanung berücksichtigt werden kann.

c) Auch kleinere Güllegaben (10 - 15 m<sup>3</sup>) mit Körnermaisstroh rechteiligeren, aufgrund des engeren C/N-Verhältnisses von Maisstroh, eine entsprechende Anrechnung des Ammoniumstickstoffs der Gülle.

5. Gülleausbringung auf Brache zu Sommerfrüchten des nächsten Jahres kann, je nach Standortbedingungen, frühestens (!) Ende Novem-

ber, am besten aber während oder gegen Ausgang Winters erfolgen und zwar möglichst auf leicht (!) gelockertem tragfähigen Boden (Frost < 5 cm Tiefe) und bei geringer Luftbewegung. Unter diesen Bedingungen kann die Gülle in den Boden einsickern und die Ammoniakverluste sind gering. Bei früher Ausbringung ist aber der Zusatz von ca. 20 kg Didin unbedingt notwendig, um die Nitrifikation zu verzögern und damit eine Auswaschung (Abb. 3) bzw. vertikale Verlagerung von Nitrat zu verhindern, aus denen es den Kulturen erst mit zunehmender Wurzelbildung, also sehr viel später (ca. Juni) zur Verfügung steht.

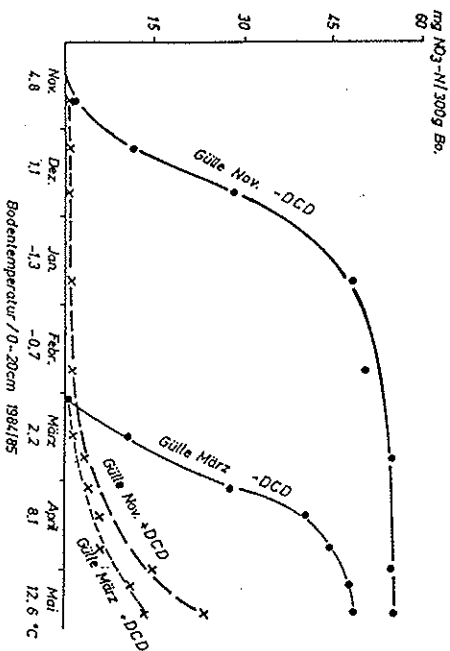


Abb. 3: Nitrifikationsverlauf von Rindergülle (Freilandtemp. Nov.-Mai)

Der Vorteil dieses Verfahrens liegt darin, daß auf diese Weise der gesamte, durch Didin "konservierte", Ammoniumstickstoff der Gülle in die Düngerplanung eingesetzt werden kann zum Unterschied von dem durch Strohd "biologisch blockierten" und unkontrolliert wirkenden Stickstoff. Damit können auch Strukturschäden durch Gülleausbringung im Frühjahr (besonders auf schwereren Böden) vermieden werden.

6. Auf Grünland kann Gülle je nach Intensität das ganze Jahr über, also auch im Winter in kleineren Gaben (bis zu 20 m<sup>3</sup>) ausgebracht werden. Das ausgeprägte Wurzelsystem der Grünlandnarbe kann den pflanzenverfügbaren Stickstoff der Gülle speichern und eine Nitratauswaschung weitgehend verhindern. Am wirksamsten ist freilich die Ausbringung zu Vegetationsbeginn bzw. zwischen den Schnitten. Da eine Einarbeitung der Gülle auf Grünland nicht möglich ist oder jedenfalls sehr problematisch ist, soll die Ausbringung möglichst bei niedriger Temperatur, hoher Luftfeuchtigkeit und Windstille erfolgen, gegebenenfalls nach vorheriger Verdünnung mit Wasser.

7. Keinesfalls darf Gülle ausgebracht werden in stark hängigem Gelände auf unbewachsenen Boden, bei hoher Schneelage und starkem Frost wegen der großen Gefahr der oberflächennahen Abschwemmung (Erosion) und des Eintrages in Oberflächengewässer mit den bekannten Folgen. Darüber besteht bei allen Fachleuten Einigkeit.

### III. Gülleverordnungen

Durch Gülleverordnungen soll vor allem das Gülleaufkommen (Tierdichte) und die Lagerkapazität geregelt werden, um ein Mißverhältnis von Nährstoffanlieferung und Nährstoffbedarf der Kulturen sowie Umweltbelastungen weitgehend zu vermeiden. Die fachliche Kritik richtet sich gegen die Festsetzung der Ausbringungstermine; die diesbezüglichen Regelungen sind teils widersprüchlich und basieren häufig nicht auf wissenschaftlichen Erkenntnissen. Sie machen nicht selten dem Landwirt sogar zur Auflage, die Gülle zu Zeiten (bis Mitte oder Ende Oktober) auszubringen, in denen eine rasche Nitrifizierung erfolgt und damit die große Gefahr der folgenden Nitratauswaschung besteht! Dagegen hat die Frage der Vermeidung von Ammoniakverlusten und damit der Luftbelastung kaum oder nicht deutlich genug Eingang in diese Verordnungen gefunden, vor allem bei unsachgemäßer Gülleausbringung. Nicht berücksichtigt werden ferner der oftmals sehr unterschiedliche Verlauf der Herbst/Winterwitterung und die verschiedenen Bodenarten (Auswaschung!). Eine administrative Beschränkung der Gülleausbringung nach Kalenderdaten und politischen Ländergrenzen ist daher unbrauchbar. Gülleverordnungen dürfen nur einen groben Rahmen darstellen, der je nach Standortbedingungen, Nutzungsart und Fruchtfolge fachlich richtige und zweckmäßige Entscheidungen des praktischen Landwirtes zuläßt.

### Zusammenfassung

Strategien zur Gülleanwendung beinhalten einen ökologisch und ökonomisch vertretbaren Gülleinsatz mit dem Ziel einer Minimierung der Umweltbelastung durch Ammoniakverflüchtigung, Nitratauswaschung und Denitrifikation sowie einer möglichst effektiven Nutzung der Güllenährstoffe unter Einsparung von Mineraldüngern. Verordnungen sollen Gülleaufkommen (Tierdichte) und Lagerkapazität regeln und hinsichtlich der Anwendung einen groben Rahmen geben für fachlich sinnvolle Entscheidungen entsprechend den jeweiligen Standort- und Nutzungsbedingungen.