

## Gülledüngung im Grünland



Foto 1: Schleppschuhverteiler ermöglichen bodennahe Gülleausbringung.

### 1. Grundsätze

Die Zufuhr von Nährstoffen über wirtschaftseigene Dünger spielt in der Grünlandwirtschaft eine große Rolle. Sofern sie kontinuierlich und gleichmäßig verteilt auf die Flächen gebracht werden, können sie fast allein den gesamten Nährstoffbedarf der Grasnarbe decken. Vor allem durch den Einsatz von **Gülle** erfolgt mehrmals jährlich ein Nährstoffrückfluss. Dadurch wird zum einen organische Substanz als Nahrung für die Bodenlebewesen und als Ausgangsstoff für die Humusbildung zugeführt und zum anderen die Verfügbarkeit von Pflanzennährstoffen sichergestellt.

„Gülle“ im Sinne dieses Merkblattes umfasst alle flüssigen Wirtschaftsdünger (< 15 % TM-Gehalt). Dies sind:

- **Gülle:** Gemisch aus Kot, Harn, Wasser, Futter- und Einstreuresten.
- **Jauche:** Gemisch aus Harn, Wasser und Sickerwasser aus der Festmistlagerung.
- **Biogas-Gärrest:** Rückstände aus der anaeroben Vergärung unterschiedlicher landwirtschaftlicher Biomassen (z. B. Gülle, Festmist, Grassilage, Silomais, etc.).

Rechtliche Grundlage der guten fachlichen Praxis beim Düngen ist die novellierte **Düngeverordnung des Bundes (DüV)** vom 28. April 2020. Sie regelt die gute fachliche Praxis der zeitlich, bedarfsmäßig und technisch fachgerechten Ernährung der Pflanzen. Darüber hinaus werden auch Anforderungen an die Lagerung von organischen Düngemitteln (fest und flüssig) geregelt.



Foto 2: Gülleausbringung bei schneebedeckten oder wassergesättigten Böden ist untersagt.

Es besteht die Notwendigkeit, dass die ausgebrachten Nährstoffe mit größtmöglicher Effizienz vom Pflanzenbestand aufgenommen und verwertet werden. Gemäß der DüV ist das Aufbringen von Düngemitteln mit wesentlichen Nährstoffgehalten an Stickstoff oder Phosphat nicht gestattet, wenn der Boden überschwemmt, wassergesättigt, gefroren oder schneebedeckt ist.

Die **Sperrzeit für die Gülleausbringung** außerhalb der Vegetationsperiode auf Grünland ist vom 01. November – 31. Januar.

Für die Ausbringung von organischen oder organisch-mineralischen Wirtschaftsdüngern einschließlich von Gärresten sind nach DüV im Betriebsdurchschnitt maximal **170 kg** Gesamtstickstoff aus organischen Düngemitteln je Hektar und Jahr zulässig. Hierbei dürfen Stall- und Lagerungsverluste in Abzug gebracht werden. Bei der Berechnung können Flächen mit Düngeverböten oder Düngebeschränkungen nicht bzw. nur bis zur Höhe der tatsächlich zulässigen N-Düngung berücksichtigt werden. Dies betrifft z.B. Extensivierungsflächen und Vertragsnaturschutzflächen. In den Nitratgebieten bezieht sich die Obergrenze von 170 kg N nicht auf den Betriebsdurchschnitt, sondern auf den jeweiligen Schlag, bzw. die jeweilige Bewirtschaftungseinheit.

Eine vollständige Zusammenstellung der einzelnen Regelungen der DüV kann dem Merkblatt Nr. 35 „Düngeverordnung“ oder dem Verordnungstext direkt entnommen werden.

## 2. Gülle – ein wertvoller Volldünger!

Gülle ist ein nährstoffreicher Wirtschaftsdünger, der bei sachgerechter Anwendung eine ausreichende Versorgung der Pflanzen mit Stickstoff und Grundnährstoffen ermöglicht und ideale Voraussetzungen schafft für hohe Futtererträge und gute Futterqualität.

**Stickstoff** liegt bei Rindergülle zu ca. 55 %, in Schweinegülle zu ca. 70 % und in Biogasgärresten zu ca. 60–65 % als Ammoniumstickstoff ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ) vor. Dieser ist sofort pflanzenverfügbar und kann entweder direkt von der Pflanze aufgenommen oder, in Abhängigkeit von Temperatur und Bodenfeuchtigkeit, zu Nitratstickstoff umgewandelt werden (Abb.1; Tab.1).

**Phosphor** ist in Rinder- und Schweinegülle zu etwa 80 % wasserlöslich gebunden und liegt somit in anorganischer, pflanzenverfügbarer Form vor. Falsche Terminierung der Ausbringung und die Nicht-Beachtung der Gewässerabstände können zu Abschwemmungen oder direktem Eintrag in Oberflächengewässer führen.

**Kalium** unterliegt wegen seiner weitgehenden Wasserlöslichkeit auf sorptionsschwachen Böden der Gefahr der Auswaschung. Bei sach- und termingerechter Anwendung sind jedoch keine Verluste zu befürchten.

Zwingende Voraussetzung für ein aussagekräftiges Ergebnis einer Gülleuntersuchung ist das Entnehmen einer repräsentativen Probe aus dem vollständig homogenisierten Güllebehälter. Hierfür sollten an verschiedenen Stellen bzw. Tiefen aus dem Behälter Proben gezogen, die dann zu einer Sammelprobe vereint und durchmischt werden (siehe dazu auch: <https://ltz.landwirtschaft-bw.de/pb/,Lde/Startseite/Arbeitsfelder/Duengung>).

**Tab. 1: Durchschnittswerte von Ammonium- und organisch gebundenem Stickstoff verschiedener wirtschaftseigener Dünger**

	$\text{NH}_4\text{-N}$	Organ. gebundener N
<b>Schweinegülle</b>	70 %	30 %
<b>Rindergülle</b>	55 %	45 %
<b>Biogasgärrest</b>	60–65 %	35–40 %
<b>Festmist</b>	10 %	90 %

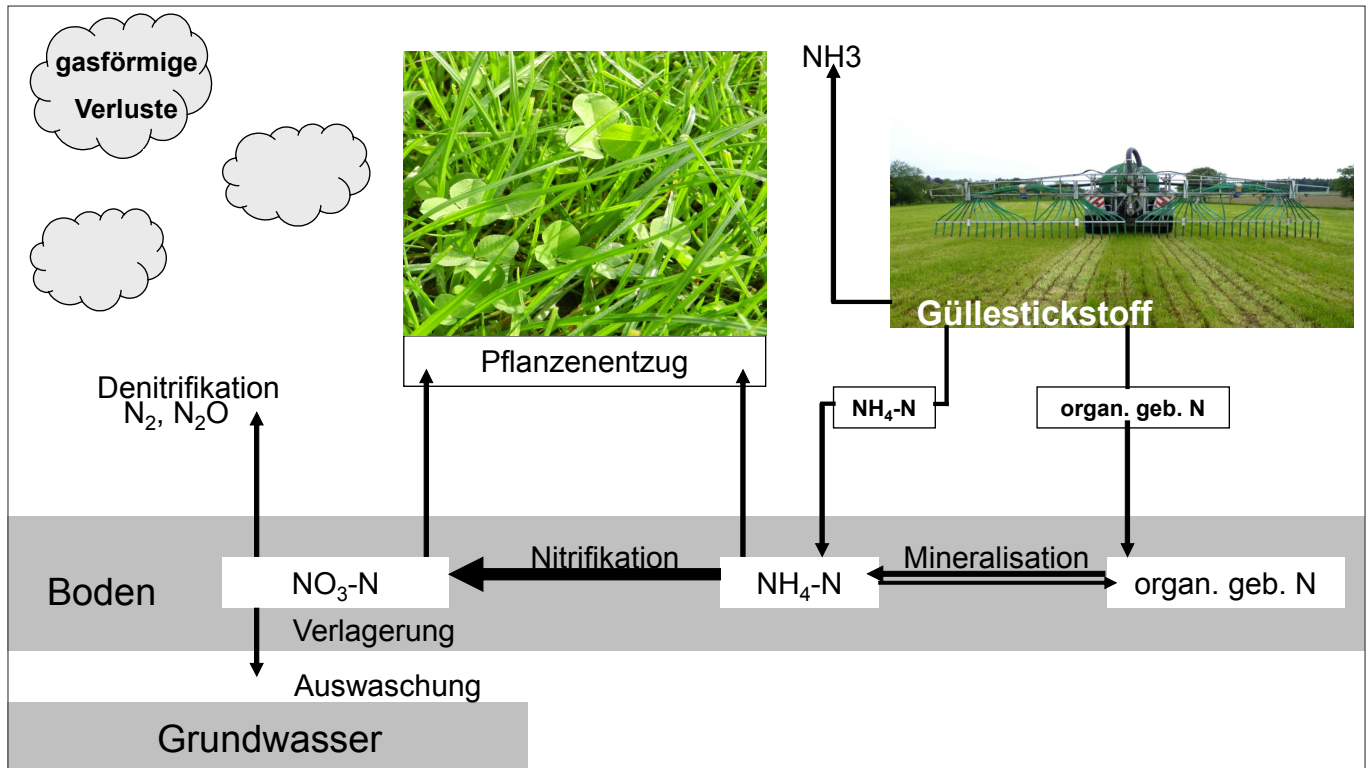


Abb. 1: Stickstoffkreislauf

### 3. Nährstoffanfall und Nährstoffgehalt

Nährstoffanfall und Nährstoffgehalt der Gülle (Tab. 2, 3) werden durch Tierart, Produktionsverfahren, Fütterung und Leistung der Tiere maßgeblich beeinflusst. Übersteigt das Nährstoffangebot im Futter den Bedarf der Tiere, kommt es zu erhöhten Nährstoffausscheidungen, vor allem an Stickstoff und Phosphor. Die aufgebrachte Art und Menge (N und P) an Dünger muss innerhalb von zwei Tagen nach Ausbringung für jeden Schlag oder Bewirtschaftungseinheit aufgezeichnet werden. Die aufgebrachten Nährstoffmengen sind bis zum 31. März des Folgejahres zu einer jährlichen Gesamtsumme des betrieblichen Nährstoffeinsatzes zusammenzufassen.

Bei der Anwendung von organischen Düngemitteln muss immer berücksichtigt werden, dass es sich um Mehrnährstoffdünger handelt, deren Zusammensetzung stark variieren kann. Die Nährstoffgehalte von Düngemitteln (organisch und mineralisch) müssen **vor der Ausbringung** bekannt sein. Aufgrund der großen Schwankungen der

Nährstoffgehalte sind Untersuchungen der Wirtschaftsdünger immer empfehlenswert.

Zur Ermittlung der Nährstoffgehalte sind folgende Vorgehensweisen zulässig:

- Kennzeichnung der Düngemittel
- Messergebnisse aus Laboranalysen
- Anhaltswerte nach Tab. 2

Aufgrund der unterschiedlichen Zusammensetzung der Eingangssubstrate gibt es für Biogasgärreste keine Anhaltswerte für die Nährstoffkonzentrationen, d. h. es ist immer eine Analyse erforderlich.

Nur eine regelmäßige Gülleuntersuchung, in der alle Nährstoffe erfasst werden, führt zu einer richtigen Bewertung der Gülle bei der Düngplanung.

**Tab. 2: Nährstoffgehalte ausgewählter organischer Dünger in kg je Einheit**

Wirtschaftsdünger		TM-Gehalt	Gesamt-N <sup>1)</sup>	NH <sub>4</sub> -N	Mind. anzu-rechn. N <sup>2)</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO
	Einheit	%	kg/Einheit					
<b>Jauche</b>								
Rinderjauche	m <sup>3</sup>	1,5	3,1	2,8	2,8	0,3	9,1	5,0
<b>Gülle</b>								
Jungvieh Grünland	m <sup>3</sup>	5,0	2,0	1,1	1,1	0,8	3,2	0,6
		7,5	3,0	1,7	1,7	1,2	4,7	0,8
		10,0	4,0	2,2	2,2	1,6	6,3	1,1
Jungvieh Acker	m <sup>3</sup>	7,5	2,4	1,3	1,3	1,0	4,0	0,8
		10,0	3,2	1,8	1,8	1,3	5,3	1,1
Milchvieh Grünland	m <sup>3</sup>	5,0	2,3	1,3	1,3	0,9	3,6	0,5
		7,5	3,4	1,9	1,9	1,4	5,3	0,7
		10,0	4,5	2,5	2,5	1,8	7,1	0,9
Milchvieh Acker	m <sup>3</sup>	7,5	3,0	1,7	1,7	1,2	4,3	0,7
		10,0	4,1	2,3	2,3	1,7	5,8	0,9
Bullenmast	m <sup>3</sup>	7,5	3,6	2,0	2,0	1,5	3,7	0,7
		10,0	4,7	2,6	2,6	2,1	4,9	0,93
Schweinemast Standard	m <sup>3</sup>	5,0	3,7	2,6	2,6	2,4	2,5	0,7
		7,5	5,6	3,9	3,9	3,7	3,7	1,0
Schweinemast N/P-reduziert	m <sup>3</sup>	5,0	3,3	2,3	2,3	2,0	2,4	0,7
		7,5	4,9	3,4	3,4	3,0	3,6	1,0
Schweinezucht Standard	m <sup>3</sup>	5,0	5,2	3,6	3,6	3,8	3,6	0,7
		7,5	7,9	5,5	5,5	5,7	5,4	1,0

<sup>1)</sup> Gasförmige Stall- und Lagerungsverluste nach den Vorgaben der DüV berücksichtigt.

<sup>2)</sup> Auf Acker und ab 2025 auf Grünland sind höhere Werte anzusetzen.

## 4. Lagerraum

Wirtschaftseigene Dünger ermöglichen nur dann eine optimale Nährstoffwirkung und geringe Umweltbelastung, wenn sie bis zum Zeitpunkt der Ausbringung sachgerecht gelagert werden. Eine zeitlich und bedarfsmäßig fachgerechte Düngung mit Gülle ist deshalb nur dann möglich, wenn ausreichend Lagerraum zur Verfügung steht. Für flüssige Wirtschaftsdünger muss eine Lagerkapazität von mindestens 6 Monaten vorhanden sein. Für die Berechnung sind zusätzlich zum Düngereanfall für jeden belegten Stallplatz nach Anlage 9 Tabelle 1 DüV die anfallende Menge an Niederschlags- und Abwasser, Silagesickersäfte sowie verbleibende Lagermengen, die betriebsmäßig nicht abgepumpt werden können, zu berücksichtigen. Betriebe mit mehr als 3 GV je ha landwirtschaftlicher Nutzfläche sowie Betriebe, die über keine Aufbringungsflächen verfügen, müssen ab dem 01. Januar 2020 eine Lagerkapazität von 9 Monaten nachweisen.

Für die Ermittlung der **Lagerkapazität** sind Berech-

**Tab. 3: Anhaltswerte für den tierartspezifischen Gülleanfall in m<sup>3</sup> pro mittlerem Jahresbestand**

(gemäß Anlage 9 DüV)

Tierart	Anfallende Wirtschaftsdüngermengen (je Platz)	
	TM-Gehalt	Gülleanfall in m <sup>3</sup> / Jahr
Kalb bis 16 Wochen	6,0 %	3,0
Jungrinderaufzucht (27 Monate EKA)	12,0 %	9,3
Bullenmast ab Kalb (bis 700 kg LM)	11,0 %	6,7
Mutterkuh 500 kg	11,0 %	16,0
<b>Milchkühe</b>		
6.000 kg ECM*	11,0 %	19,0
8.000 kg ECM	11,0 %	20,0
10.000 kg ECM*	11,0 %	21,0
12.000 kg ECM	11,0 %	22,0
Zuchtsauen mit 25 Ferkel bis 28 kg	4 %	6,5
1 Pl. Mastschwein	7,5 %	1,9

nungshilfen unter [www.duengung-bw.de](http://www.duengung-bw.de) verfügbar. Bei der Berechnung der anfallenden Menge flüssiger Wirtschaftsdünger sind immer die Mengen an Wasserzuflüssen vollständig zu berücksichtigen. Dies ist neben dem Reinigungswasser aus dem Stall insbesondere das verunreinigte Niederschlagswasser, das u. a. auf der Fahrloanlage anfällt. Aufgrund der Wasserzuflüsse schwanken die TM-Gehalte betriebsspezifisch sehr stark. Liegt der TM-Gehalt beispielsweise auf einem mittleren Niveau von 7,5 %, bedeutet das, dass der Gülleanfall anstatt bei 20 m<sup>3</sup> (lt. DüV bei einer Milchkuh mit über 8.000 kg Milchleistung bei 11 % TM-Gehalt) bei 29,3 m<sup>3</sup> liegt.

## 5. Wert der Gülle

Je höher die Mineraldüngerpreise liegen, desto mehr gewinnen wirtschaftseigene Dünger an Wert. Bei Netto-Nährstoffpreisen von 1,00 Euro/kg N, 0,80 Euro/kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> und 0,60 Euro/kg K<sub>2</sub>O ergeben sich z. B. die in Tab. 4 dargestellten monetären Werte. Richtige Güllebehandlung, Berücksichtigung der Wetter- und Bodenverhältnisse sowie ein bewusster Umgang mit wirtschaftseigenen Düngern ermöglichen große Kosteneinsparungen durch verringerten Mineraldüngereinsatz. Berechnungen mit aktuellen Mineraldüngerpreisen sind möglich mit der Excel-Anwendung: Nährstoffwert der Wirtschaftsdünger ([www.lsl-bw.de](http://www.lsl-bw.de)).

Der Düngwert ergibt sich, wenn vom Nährstoffwert die Ausbringverluste und -kosten abgezogen werden. Der Düngwert kann, im Gegensatz zum Nährstoffwert, auch unter Null fallen. Das ist insbesondere dann der Fall, wenn

**Tab. 4: Netto-Wert der Gülle in Euro/m<sup>3</sup>**  
(Stand: August 2018)

Gülle	TM (%)	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Σ
Jungvieh GL	7,5	3,00	0,96	2,82	6,78
Jungvieh Acker	7,5	2,40	0,80	2,40	5,60
Milchvieh GL	7,5	3,40	1,12	3,18	7,70
Milchvieh Acker	7,5	3,00	1,04	2,58	6,62
Bullenmast	7,5	3,60	1,20	2,22	7,02
Schweinemast	5,0	3,70	1,92	1,50	7,12
Schweinemast N/P red.	5,0	3,30	1,60	1,44	6,34
Schweinezucht	5,0	5,20	3,04	2,16	10,40

in Regionen mit Nährstoffüberschuss Kosten für die Gülleabgabe entstehen.

## 6. Düngen mit Gülle

### Düngebedarf prüfen

Der Nährstoffbedarf des Grünlandes orientiert sich am Ertrag und damit am pflanzlichen Entzug. Daraus lässt sich bei den Grundnährstoffen mit den Gehaltsklassen der Böden der Düngebedarf abschätzen (s. a. Merkblatt Nr. 13 „Düngung von Wiesen, Weiden und Feldfutter“).

Die jährliche Stickstoffdüngedarfsrechnung als standortbezogene Obergrenze ist Grundlage für alle späteren Düngemaßnahmen und muss daher sorgfältig und rechtzeitig vor der Düngung vorgenommen werden. Eine Berechnungshilfe für die Berechnung des Düngebedarfs ist über das Portal [www.duengung-bw.de](http://www.duengung-bw.de) verfügbar. Mineralische Düngemittel dienen nur als Ergänzung der Wirtschaftsdüngergaben. Die Berechnung der erforderlichen Nährstoffmenge erfolgt gemäß dem Schema 1.

#### Schema 1: Berechnung der Mineraldüngung

Düngebedarf nach guter fachlicher Praxis
– anrechenbare Nährstoffmenge aus organischen Düngemitteln*
= mineralische Ergänzungsdüngung

\* Bei Phosphat, Kali, Magnesium und Schwefel entspricht die anrechenbare Nährstoffmenge der mit der organischen Düngung ausgebrachten Nährstoffmengen, da langfristig eine 100%ige Ausnutzung angesetzt wird. Bei Stickstoff wird die ausgebrachten N-Menge mit der nach DüV anzusetzenden N-Mindestwirksamkeit (Tab. 5) multipliziert (abhängig von der jeweiligen Düngerart) und ergibt die anrechenbare N-Menge.

Für eine effektive Ausnutzung der Gülle-Nährstoffe spielt u. a. die Wahl der richtigen Ausbringmenge eine entscheidende Rolle. Die Aufteilung der berechneten Gesamt-Nährstoffmenge muss am Pflanzenbedarf ausgerichtet werden, um eine bedarfsgerechte Nährstoffbereitstellung zu erreichen und Verluste zu verringern. Im Grünland bedeutet dies konkret, dass die Düngung zu den ertragsstarken ersten Schnitten höher ausfallen sollte als zu den späteren Schnitten.

## Exakte Dosierung

Die Verteilgenauigkeit der Gülletechnik trägt maßgeblich zu einer gleichmäßigen Nährstoffverteilung und damit zur fachgerechten Düngung bei. Deutliche Überlappungen beim Ausbringen der Gülle sind zu vermeiden, um eine Überdüngung und die damit verbundenen Bestands- und Qualitätsveränderungen zu verhindern. Einzelgaben von ca. 15–20 m<sup>3</sup> Gülle / ha sollten möglichst nicht wesentlich überschritten werden. Bei stark verdünnter Gülle sind auch höhere Mengen möglich.

**Tab.5: Mindest-N-Wirksamkeit von Wirtschaftsdüngern im Jahr der Ausbringung in % des Gesamtstickstoffgehaltes lt. DüV Anl. 3**

	Gülle	Festmist	Jauche
<b>Rinder</b>	Grünland: 50 (ab 2025: 60) Acker: 60	25	90
<b>Schweine</b>	Grünland: 60 (ab 2025: 70) Acker: 70	30	90
<b>Pferde, Schafe</b>	-	25	-
<b>Hühnertrockenkot</b>	-	60	-
<b>Biogasgärreste</b>	flüssig: Grünland: 50 (ab 2025: 60) flüssig:Acker: 60 fest: 30		

## Vermeiden von Wurzelschäden

Wurzelschäden entstehen, wenn zu große Mengen an Gülle in den Wurzelraum gelangen. Zahlreiche Mikroorganismen reagieren ebenfalls empfindlich auf eine zu hohe, mit toxischen Stoffen angereicherte Güllegabe und Stickstoff in mineralischer Form (Ammonium, Nitrat). Außerdem führt Gülleausbringung bei feuchtem Boden zwangsläufig durch schwere Zugmaschinen und Fässer zu starken Bodenverdichtungen. Feinwurzeln der Pflanzen, die vor allem für die Phosphataufnahme entscheidend sind, werden abgerissen und das pflanzliche Wachstum wird u. a. dadurch maßgeblich beeinträchtigt.

## Bodendruck minimieren

Der hohe Bodendruck durch die mittlerweile sehr große Gülletechnik darf nicht unterschätzt werden, denn dadurch wird das Bodenleben geschädigt und die Bodenfruchtbarkeit eingeschränkt. Zwar werden mit modernen Reifendruckregelanlagen möglicherweise schlimmste Auswirkungen auf das Bodengefüge reduziert, aber keinesfalls gänzlich verhindert. Verdichtete Böden sind weniger wasser- und luftdurchlässig und damit weniger fruchtbar. Zudem verändert sich die botanische Zusammensetzung. Meist kommt es zu einer deutlichen Zunahme der unerwünschten Gemeinen Risphe. Eine Bodenlockerung ist mit herkömmlichen mechanischen Maßnahmen auf dem Acker eingeschränkt möglich, nicht jedoch im Grünland. Zudem ist die Zahl der Überfahrten mit schwerem Gerät im Grünland wesentlich größer. Zusätzliche Achsen bringen kaum einen Vorteil, da durch die Erhöhung der Überrollhäufigkeit ebenfalls die Bodenverdichtungen zunehmen. Wirksamer Bodenschutz beginnt nicht bei der Gewichtsverteilung, sondern beim Gesamtgewicht und vor allem bei der Befahrbarkeit des Bodens.

## Reduzierung der Ammoniakverluste

Bei der Ausbringung von Gülle sollen mögliche Ammoniakverluste auf ein Minimum reduziert werden, denn diese stellen auch einen direkten ökonomischen Verlust dar. Rund 60 % der möglichen NH<sub>3</sub>-Verluste treten während (< 10 %) oder unmittelbar nach der Ausbringung (> 50 %) von Gülle auf. Entscheidend für eine Minimierung der gasförmigen Stickstoffverluste ist, dass die Gülle möglichst rasch und vollständig in den Boden eindringt.

Die nachfolgend genannten Punkte können dazu beitragen, die möglichen Nährstoffverluste bei der Ausbringung auf ein Minimum abzusenken (s. auch Abb. 2):

- Vor der Ausbringung ist generell eine gute Homogenisierung der Gülle notwendig
- Gülle sollte möglichst fließfähig sein, deshalb zu dicke Gülle verdünnen, separieren, in einer Biogasanlage vergären oder (häufig mit fraglicher Wirkung) anderweitig behandeln (z. B. Einsatz von Zusatzmitteln).

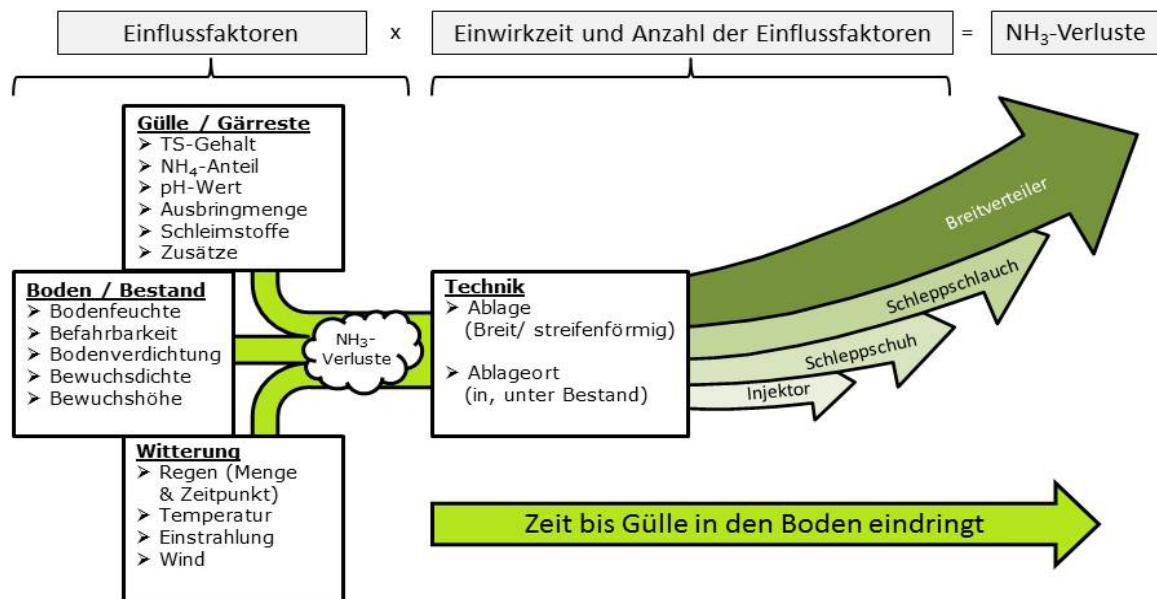


Abb. 2: Schematische Darstellung der Einflüsse auf die Ammoniak (NH<sub>3</sub>)-Verluste (Luib, 2016)

- Optimal ist die Ausbringung bei bedecktem Himmel, direkt vor Regen, bei hoher Luftfeuchtigkeit, kühlen Temperaturen und Windstille.
- Um die N-Verluste möglichst gering zu halten, sind geeignete Ausbringungstechniken zu wählen. In der Reihenfolge: Injektor < Schleppschuh < Schleppschlauch < (Breitverteiler.)
- Je feintropfiger die Ausbringung ist, desto größer sind die Ammoniakverluste durch Verdunstung.
- Ansäuerung von Gülle reduziert die Ammoniakverluste. Allerdings sind noch viele Fragen hinsichtlich Pflanzenverträglichkeit und technischer, bzw. rechtlicher Umsetzung offen.

Gülldüngung soll nicht vor angekündigtem Starkregen, vor allem nicht auf Hanglagen oder auf drainierten Flächen erfolgen, da ein großes Auswaschungsrisiko auch über die Drainagen besteht.

#### OPTIMALER AUSBRINGTERMIN

Gülle sollte unmittelbar nach einem erfolgten Schnitt ausgebracht werden. Ausgenommen davon ist die Ausbringung mit dem Schleppschuh. Hier empfiehlt sich die Ausbringung in den leicht angeschobenen Bestand.

#### Gülle im Herbst

Nach der DÜV darf im Zeitraum zwischen dem 01. September und dem Beginn der Sperrzeit auf Dauergrünland und mehrjährigem Feldfutterbau maximal 80 kg N (in Nitratgebieten max. 60 kg N) aus flüssigen organischen Düngern aufgebracht werden. Allerdings besteht nach dem letzten Schnitt im Herbst bei Grünlandflächen kein Düngbedarf mehr. Besonders langjährig organisch gedüngte Grünlandflächen weisen eine hohe Nachlieferung auf und decken einen gegebenen Stickstoffbedarf im Herbst ab. Herbstgülle nach dem letzten Schnitt macht daher aus Ertrags- und Umweltsicht grundsätzlich keinen Sinn. Hier besteht deshalb die Gefahr, dass den Grundsätzen des Düngegesetzes zuwidergehandelt wird. Werden dennoch und allenfalls in geringen Mengen organische Düngemittel ausgebracht, so sind diese mit der entsprechenden Mindestwirksamkeit (Tab. 5) bei der Bemessung der Düngung zu berücksichtigen! Eine mögliche Gabe nach dem letzten Schnitt bzw. der letzten Beweidung ist nur dann möglich, wenn dadurch im Kalenderjahr der ermittelte Düngbedarf nicht überschritten wird.

# 7. Ausbringungstechnik

Geräte zur Düngerausbringung müssen den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechen und eine

- genaue Mengendosierung
- exakte Verteilung und
- verlustarme Ausbringung gewährleisten.

Die sachgerechte Ausbringung der Düngemittel ist Bestandteil der guten fachlichen Praxis und gilt für Mineraldünger und Wirtschaftsdünger gleichermaßen.

Geräte, die auch bei sorgfältiger Einstellung nicht geeignet sind die beschriebenen Anforderungen zu erfüllen, entsprechen nicht den allgemein anerkannten Regeln der Technik.

Folgende Gülleverteiler sind verboten:

- Gülle- und Jauchewagen mit freiem Auslauf auf den Verteiler,
- Zentrale Prallverteiler, mit denen nach oben abgestrahlt wird,
- Güllewagen mit senkrecht angeordneter Schleuderscheibe und
- Drehstrahlregner zur Verregnung von Gülle.

Ab dem **01. Februar 2025** dürfen flüssige organische Düngemittel einschließlich Gärresten auf Grünland und mehrschnittigem Feldfutterbau nur noch **streifenförmig**

**ausgebracht oder direkt in den Boden eingebracht** werden. Damit kann die N-Effizienz durch Reduktion der Ammoniakemissionen maßgeblich gesteigert werden. **Breitverteilung ist im Grünland ab 2025 bis auf wenige zu genehmigende Ausnahmen (z. B. Steillagen) nicht mehr zulässig.**

In folgenden Fällen sind auf Antrag Ausnahmegenehmigungen von der streifenförmigen Gülleausbringung möglich:

- Dünne Güllen und Jauche (< 2% TM-Gehalt)
- Grünlandflächen, die auf mehr als 30% der Fläche eine Hangneigung von über 20% aufweisen
- Streuobstflächen (ab ca. 30 Bäume/ha)
- Kleinflächen < 20 Ar
- Kleine Betriebe mit weniger als 15 ha (nach Abzug der Flächen, die von der bodennahen Ausbringung befreit sind, sowie nach Abzug von Flächen mit ausschließlicher Weidehaltung ohne zusätzlicher N-Düngung)

Die Ausnahmegenehmigungen können mit Auflagen (z.B. verdünnte Gülle) versehen sein.

Durch die Investitionen in bodennahe Technik kommen zusätzliche Kosten auf die Landwirtschaft zu. Entscheidend ist in der Praxis, dass der Effizienzgewinn, den die bodennahe Technik bei der Düngung ermöglicht, auch genutzt wird und entsprechend Mineraldünger eingespart wird. Ansonsten verteuert sich die moderne Technik weiter, weil die positiven Zusatzeffekte der Technik ungenutzt bleiben.

**Schema 2: Ausnahmen von der bodennahen Ausbringungstechnik (Genehmigungen nach DüV § 6 Abs. 3, Sätze 3 und 4)**

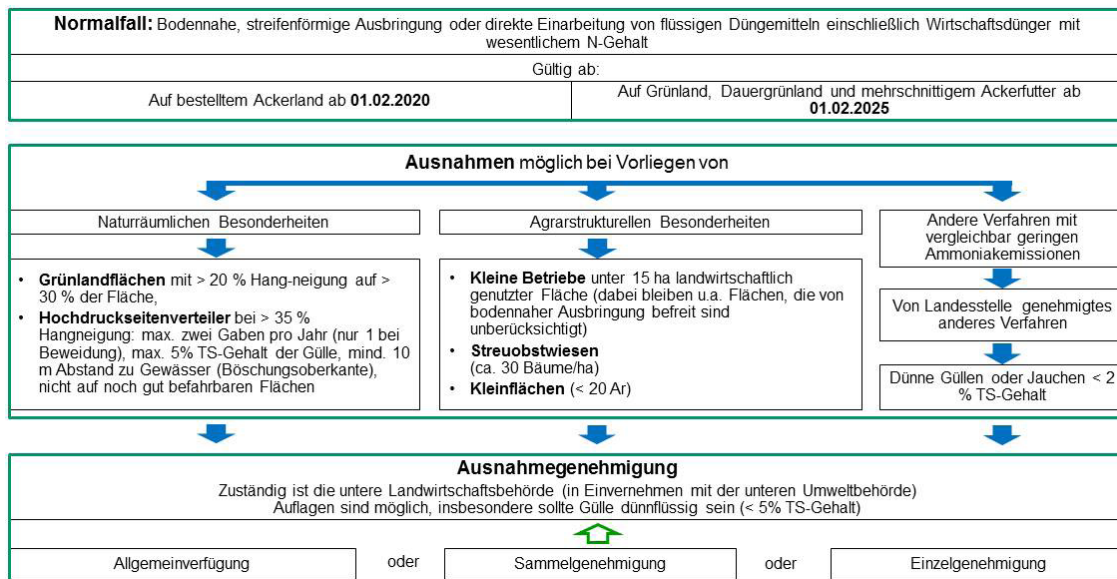






Foto 3: Prallkopfverteiler (ab 2025 nicht mehr zulässig)



Foto 5: Pendelverteiler (ab 2025 nicht mehr zulässig)

## Beurteilung verschiedener Gülleverteiler

### Prallkopf-/ Schwenkverteiler

Beim **Prallkopfverteiler** („Schwanenhals“) trifft der Flüssigmist gegen ein gebogenes Blech und spritzt nach unten und zur Seite. Die Windanfälligkeit ist hoch. Zudem ist die Gefahr von Geruchsemissionen, Ätزشäden und Futtermverschmutzung durch ein feintropfiges Streubild vorhanden. Um dem entgegenzuwirken, empfiehlt es sich mit reduziertem Druck und verdünnter Gülle zu arbeiten. Mit Hilfe von sogenannten Duplex-Verteilern kann eine akzeptable Arbeitsbreite beibehalten werden.

Beim **Schwenk- bzw. Pendelverteiler** wird der Flüssigmist durch das Hin- und Herschwenken des Flüssigmiststrahls verteilt. Dabei entsteht ein günstiges großtropfiges Streubild mit sehr guter Breitverteilung.



Foto 4: Duplexverteiler (ab 2025 nicht mehr zulässig)



Foto 6: Schleppschlauchverteiler

## Schleppschlauch

Der Vorteil dieser Technik ist der geringe Zugkraftbedarf, die große Arbeitsbreite und die vielfältige Einsetzbarkeit. Er funktioniert sehr gut bei dünner Gülle und bei Ackerbaukulturen. Nachteilig ist insbesondere im Grünland die Ablage auf dem Bestand. Zudem dringt Rindergülle bei TM-Gehalten von 6 % und mehr, bedingt durch die hohen Schleimstoffgehalte und der damit verbunden „Zähigkeit“ der Gülle, nur sehr langsam in den Boden ein, wodurch die Summe der Ammoniakemissionen über einen längeren Zeitraum ähnlich hoch wie bei der Breitverteilung liegen kann. Ähnliches gilt für einen faserreichen Gärrest. In der Folge können die „Güllestränge“ mit dem Bestand nach oben wachsen und zu Futtermverschmutzungen führen oder zu einem „Ersticken der darunter liegenden Grasnarbe führen“. Deswegen ist auf Grünland dieses Gerät nur beim Einsatz von verdünnter Gülle zu empfehlen.

**Tab: 6 Eigenschaften unterschiedlicher Gülleausbringungstechnik**

(OnFarm-Versuch; Santer, et al., 2002 Luxemburgischer Herdbuchzuchtverband)

	Prallteller	Schleppschauch	Schleppschuh	Injektor/Schlitzgerät
Verstopfung	-	~	-	-
Sortenempfindlich	~	++	++	++
Anschlussfahren	~	++	++	++
Arbeitsbreite	++	++	+	~
Zugleistung	-	-	~	+
Straßenneigung	++	+	+	-
Nitratauswaschung	+	-	-	-
Geruchsbelästigung	+	~	~	-
NH3-Freisetzung	+	~	-	-
Oberflächenabfluss	~	-	~	+
Verteilgenauigkeit	~	++	++	++
Düngewirkung	~	+	++	++
Futtermverschmutzung	++	~	~	-
Gärqualität	-	~	~	+
Beweidungsmöglichkeit	-	~	+	++
Narbenschäden	~	~	+	-
Ätزشaden	~	~	+	+
Fahrspurschäden	+	+	+	~

## Schleppschuh

Schleppschuhverteiler wurden für die Ausbringung insbesondere auf Grünland entwickelt, um die Nachteile des Schleppschauchverteilers zu reduzieren. Die an jedem Schlauchauslauf angebrachten schuhähnlichen Werkzeuge schieben den Bewuchs auf die Seite und legen die Gülle direkt auf den Boden ab und der Bestand schließt sich anschließend wieder. Der Luftaustausch und die Einstrahlung werden dadurch verringert, wodurch die Geruchs- und Ammoniakemissionen deutlich absinken. Allerdings kommt bei großen Arbeitsbreiten und leicht welligem Gelände die Bodenführung der Schleppschuhe an Grenzen, so dass dann der Vorteil gegenüber dem Schleppschauch kaum noch vorhanden ist. Gleiches gilt bei hoher Fahrtgeschwindigkeit und geringem Schardruck. Durch die Ablage direkt am Boden sind die Geruchs- und Ammoniakemissionen weiter verringert, insbesondere bei etwas späterer Aufbrin-

gung und dem dann schon leicht angeschobenen Bestand. Der Zugkraftbedarf ist etwas höher, ebenso sind die Kosten und das Gewicht höher als bei einem vergleichbaren Schleppschauchverteiler. Dieses Verfahren stellt für die Aufbringung auf Grünland, nach derzeitigen Kenntnissen, die beste Technik dar.



Foto 7: Schleppschuhverteiler



Foto 8: Gülleinjektor

## Scheibeninjektor

Mit einer Scheibe wird der Boden, bzw. die Grasnarbe eingeschnitten und die Gülle direkt in den Boden eingebracht. Durch die Ablage in der oberen Bodenschicht infiltriert die flüssige Phase schnell in den Boden. Voraussetzung ist aber, dass der Boden vor der Ausbringung gut abgetrocknet ist. Das Verfahren verursacht zwar die geringsten Geruchs- und Ammoniakemissionen, kann aber insbesondere bei feuchten und verdichteten Böden zu erhöhten Lachgasemissionen führen. Es ist darauf zu achten, dass der Gülleschlitz nicht zu tief wird. Bei 10–15 m<sup>3</sup> Gülle je ha sollte der Schlitz nicht tiefer als 2–3 cm sein. Insbesondere bei mittleren bis schwereren Böden besteht die Gefahr, dass sich bei anschließender Trockenheit die Schlitzlöcher öffnen und es dadurch im Grünland zu Narbenschäden kommt. Dadurch sollte in diesem Fall nur maximal zwei Mal jährlich die Gülleausbringung mit dem Schlitzgerät erfolgen. Nachteilig ist auch der hohe Zugkraftbedarf (bis zu 25 KW pro Meter Arbeitsbreite) und die häufigen Überfahrten aufgrund der begrenzten Arbeitsbreite und dadurch erhöhte Bodenbelastung.

Aufgrund der hohen Investitionskosten und der dadurch notwendigen Auslastung sowie dem hohen Gewicht der Schlitztechnik, kommt überwiegend das absätzigere Verfahren zum Einsatz, d. h. das Ausbringfahrzeug bleibt auf der Fläche und wird über Zubringerfahrzeuge beliefert.

## Verschlauchung

Die Verschlauchung bietet eine Reihe von Vorteilen. Neben der hohen Schlagkraft ist dies insbesondere die Bodenschonung durch das geringe Gewicht. Zudem können Hanglagen durch die Verschlauchung besser begüht werden und auch optimale Zeitpunkte gewählt werden, da ansonsten ein Befahren von feuchten oder rutschigen Grasnarben mit den schweren Transportfässern nicht möglich ist. Die Nachteile der Gülleverschlauchung liegen in erster Linie bei den hohen Rüstzeiten für Auf- und Abbau (inkl. Reinigung). Dadurch wird eine Verschlauchung nur bei arrondierten Flächen, bzw. bei sehr großen Schlägen hinsichtlich Arbeits- und Betriebswirtschaft interessant.

## Streifenbildung bei bodennaher Gülleausbringung

Die bandförmige Ablage von Gülle bewirkt, dass in der Gülle beinhaltenen Feststoffe konzentrierter auf der Futterfläche zurückbleiben und verkrusten können. Damit besteht die Gefahr, dass bei der Ernte Güllereste in das Futter gelangen könnten. Der damit verbundene erhöhte Clostridienbesatz steigert das Risiko für Fehlgärungen und fördert dementsprechend eine schlechte Silagequalität. Bisher vorliegende Untersuchungen zeigen jedoch keinen negativen Einfluss der bodennahen Gülleausbringung auf die Silagequalität, denn auch bei der Breitverteilung kann die Futtermittelverschmutzung sehr hoch sein. Da bei der Breitverteilung das Ausbringfens-



Foto 9: Gülleverschlauchung in Hanglage

**Tab. 7: Einteilung von Güllezusatzmitteln nach ihrer Wirkungsrichtung (nach Kunz & Federer, 1999)**

Gruppe A	Gruppe B	Gruppe C
Güllezusätze, die durch die <b>Hemmung mikrobieller Umsetzungen</b> in der Gülle wirken. z. B. mineralische oder organische Säuren und Nitrifikationshemmer.	Güllezusätze, die <b>mikrobielle Umsetzungen der Gülle fördern oder steuern</b> : z. B. • Gesteinsmehle • Tonminerale (Bentonite) • Algen / Algenkalk • Pflanzenextrakte und -wirkstoffe • Enzyme • Mikrobekulturen / EM • Mikrobennahrung (Zucker, Cellulose)	Güllezusätze, die <b>über „feinstoffliche Informationen“ mikrobielle Umsetzungen in der Gülle beeinflussen</b> : z. B. gebündelte Energie auf einem Trägerstoff oder Dynamisierung und Potenzierung von Mikro- und Makronährstoffen und sonstigen Wirkstoffen

ter sehr eng ist (kurze Stoppel), lässt sich die Gülle häufig nicht bei optimalen Bedingungen ausbringen. Durch die konzentrierte Ablage der Güllemenge im Gülleband werden aber, im Gegensatz zur Breitverteilung, bei der bodennahen Ausbringung Fehler im Gülle-Management (z.B. zu dicke Gülle, zu große Menge oder falscher Ausbringzeitpunkt) schneller sichtbar.

Um den Eintrag von Gülle-Residen aus der streifenförmigen Ausbringung zu minimieren ergeben sich folgende Empfehlungen:

- fließfähige Gülle, d.h. mit Wasser verdünnen oder bei hohem Faseranteil separieren (Probleme bereiten können insbesondere Güllen mit einem hohen Anteil an langfaserigen Einstreu-Residen aus Tiefboxen)
- Keine Ausbringung bei trockenem und warmem Wetter, da harte und vertrocknete Streifen sich schlecht auflösen
- Je dicker die Gülle, desto wichtiger ist, dass zwischen Ausbringung und Schnitt ausreichend Niederschlag (80 – 100 mm) fällt.
- Die Gülle muss an den Boden, der Bestand soll idealerweise leicht angeschoben sein (max. 7-10 Tage nach dem Schnitt). Ist der Bestand zu hoch, wird zu viel Gras umgefahren und die Gülle auf das Gras gelegt
- Nicht zu spät ausbringen, damit noch ausreichend Zeit zwischen Ausbringung und Schnitt (> 3 / 4 Wochen) verbleibt
- Gülle-Menge begrenzen (max. 15 (- 20) m<sup>3</sup> / ha, nur bei sehr dünner Gülle auch mehr)
- Richtige Schnitthöhe (mind. 7cm) und korrekte Einstellung aller Erntegeräte.

## 8. Güllebehandlung

Um Gülle-Wirtschaft sowohl ökonomisch sinnvoll als auch ökologisch verträglich zu gestalten, verlangt ein erfolgsorientiertes Gülle-Management neben einer geeigneten Applikationstechnik und dem richtigen Ausbringungszeitpunkt vor allem eine homogene, fließ- und pumpfähige Gülle mit bekanntem Nährstoffgehalt. Gülle kann zum Beispiel Pflanzen durch falsch gewählte Ausbringungszeitpunkte, mangelhafte Dosierung und den Gehalt an toxischen Stoffen schädigen. Insbesondere für die streifenförmige Gülleausbringung auf Grünland ist zwingend eine sehr fließfähige Gülle einzusetzen. Anzustreben sind TS-Gehalte von nicht mehr als 5–6 %. Das bedeutet, dass Rindergülle oder auch ein faserreicher, dickflüssiger Gärrest zumeist nur nach vorheriger Behandlung ausgebracht werden sollte. Abgesehen von unterschiedlichsten **technischen Behandlungsverfahren**, wie Separierung, Rühren, oder Biogasvergärung, werden zum Erreichen einer für die Ausbringung „optimalen“ Gülle auf dem Markt eine Vielzahl an **Güllezusatzmitteln** mit unterschiedlichen Wirkstoffen angeboten.

### Güllezusatzmittel

Je nach Art der Zusätze sollen durch die eingebrachten Mittel in der Regel die in der Gülle stattfindenden Fermentationsprozesse positiv gesteuert oder beeinflusst und negative Prozesse verhindert bzw. gehemmt werden (Tab. 7).

Folgende Wirkungen sollen mit Güllezusatzmitteln erreicht werden:

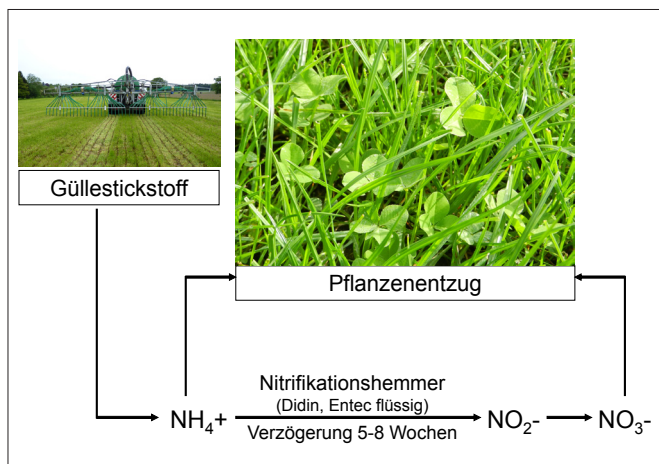


Abb. 3: Einsatz von Nitrifikationshemmern

- Minderung der Geruchs- und Schadgasemissionen im Stall, im Lager und auf dem Feld
- Verbesserung der Fließ- und Pumpfähigkeit
- Verbesserung der Boden- und Pflanzenverträglichkeit
- Erhaltung von Nährstoffen, bzw. Verbesserung der Nährstoffverfügbarkeit im Boden
- Hygienisierung der Gülle

Häufig bestehen die angebotenen Präparate aus einer Kombination verschiedener Wirkstoffe.

## Stoffe der Gruppe A

Durch die **Zugabe von Säuren** (z. B. Schwefelsäure) soll der pH-Wert der Gülle verringert werden. Der geringere pH-Wert reduziert das Risiko einer Ammoniak-Ausgasung. Eine Ansäuerung ist auch biologisch durch Zugabe von Zucker oder Cellulose, ggf. ergänzt durch Milchsäurebakterien möglich. Allerdings sind Ansätze für den praxisrelevanten Maßstab noch sehr selten, da die Pflanzenverträglichkeit im Grünland derzeit kritisch gesehen wird. Zudem ist z. B. Schwefelsäure in Bezug auf die Arbeitssicherheit nicht unproblematisch.

**Nitrifikationshemmer** sind meist chemisch-synthetische Stoffe. Sie verzögern die mikrobielle Umsetzung von Ammonium-N zu leicht löslichem Nitratstickstoff (Abb. 3) um Verluste in Form von Auswaschung und Denitrifikation zu vermeiden. Anwendung finden sie vor allem im Ackerbau.

## Stoffe der Gruppe B

Stoffe aus dieser Gruppe, wie z. B. Gesteinsmehle, Tonminerale, Quarzmehl oder Algenkalke können aufgrund der feinen Vermahlung die aktive Oberfläche in Düngemitteln erhöhen. Somit können auch Nährstoffe besser in den Düngemitteln gebunden werden. Außerdem bieten sie Mikroorganismen Besiedlungsfläche und bringen ggf. zusätzliche Spurenelemente in die Gülle.

Mikrobenkulturen, auch als effektive Mikroorganismen (EM) bezeichnet, sollen durch Abbauprozesse die Fließfähigkeit der Gülle erhöhen. Daneben können ggf. die während der Abbauprozesse frei werdenden organischen Säuren zu einer Absenkung des pH-Wertes beitragen.

Mikrobennahrung soll die Umsetzungsprozesse in der Gülle fördern. Oftmals sind die Güllen aber auch ohne diesen Zusatz ausreichend mit leichtabbaubarer Nahrung versorgt. Zudem erhöht sich durch die Zugabe von organischer Substanz die Bildung des klimaschädlichen Gases Methans.

## Stoffe der Gruppe C

Für die Gruppe C werden ebenfalls Gesteinsmehle verwendet. Es soll aber nicht das Gesteinsmehl selbst, sondern eine darauf gespeicherte Information an die Gülle weitergegeben werden. Das Gesteinsmehl fungiert gewissermaßen als Katalysator. Zwar wurden für Stoffe dieser Wirkrichtung schon positive Effekte festgestellt, diese können aber oftmals bereits auf den Trägerstoff selbst zurückgeführt werden.

## Anmerkung zu den Güllezusatzmitteln

Die Güllezusätze stellen aus rechtlicher Sicht keine Düngemittel dar, sondern werden als Boden- und Pflanzenhilfsstoffe geführt. Daher müssen von den Herstellern keine Nachweise über die tatsächliche Wirkung der Zusätze erbracht werden.

Güllezusatzmittel können sowohl einen positiven als auch negativen (oder keinen) Einfluss auf die technologisch und pflanzenbaulich relevanten Eigenschaften der Gülle nehmen. Einige Produkte können in einem gewissen Umfang die Fließfähigkeit verbessern. Hinsichtlich des

Einfluss von Güllezusatzmittel auf die Verminderung von Ammoniakemissionen liegen nur sehr wenige Untersuchungsergebnisse vor, so dass hierzu keine abschließende Beurteilung möglich ist.

Trotz weit verbreiteter Anwendung ist die Wirksamkeit der eingesetzten Güllezusatzmittel (Gruppen B und C) jedoch wissenschaftlich nur schwer festzustellen. Aus der Praxis und in Einzelversuchen wird zwar durchaus von positiven Wirkungen berichtet, signifikante Einflüsse sind aufgrund der komplexen Substrateigenschaften der Gülle dennoch eher selten nachzuweisen. Außerdem können Güllezusatzmittel weder Nährstoffe vermehren, noch Lagerungs- und Überschussprobleme lösen sowie Fehler im Düngungsmanagement ausgleichen. Bei Düngung von Rindergülle nach guter fachlicher Praxis sind durch Zusatzmittel deshalb keine wesentlichen Einflüsse auf Qualität und Menge der Pflanzenerträge zu erwarten.

## Verdünnung durch Zugabe von Wasser

Wasser ist ein idealer Güllezusatz! Denn Verdünnung der Gülle mit Wasser bringt Vorteile:

- Wasser löst und bindet Ammoniak
- bessere Homogenisierbarkeit, Fließfähigkeit und Verteilbarkeit
- günstiges Ablaufverhalten an den Pflanzen
- verminderte Geruchsbelästigung.

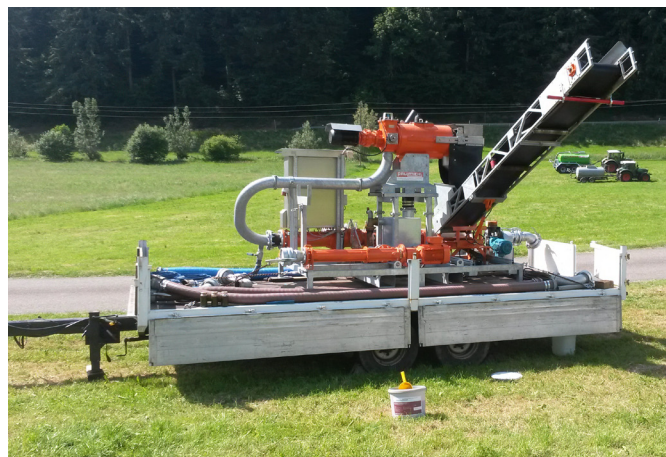


Foto 10: Gülleseparierer für den mobilen Einsatz

Nachteilig ist jedoch die höhere Ausbringmenge. Dadurch steigen die Ausbringkosten deutlich an und auch die Bodenbelastung nimmt zu. Die Verdünnung von Gülle mit Wasser empfiehlt sich deshalb insbesondere für die Ausbringung in den Sommermonaten und bei Betrieben mit hofnahen Flächen, idealerweise kombiniert mit einer Verschlauchung.

## Gülleseparierung

Hierbei fallen neben einem dünnflüssigen Fugat rund 12–20 % der Ausgangsmenge als Feststoff an. Zu beachten ist, dass die Festphase aus der Separierung aufgrund des deutlich höheren Ammonium-N-Gehaltes, nicht dem Festmist gleichgestellt ist. Das bedeutet, dass für die Festphase ebenfalls eine 6-monatige Lagerkapazität erforderlich ist. Aufgrund der höheren Ammonium-N-Gehalte in der Festphase ist auf eine verlustarme Lagerung z.B. durch Abdeckung zu achten. Es gilt die allgemeine Sperrzeit auf Grünland vom 01. November–31. Januar. Die Separierung verursacht zumeist Kosten von 1–2 Euro/m<sup>3</sup>. Trotzdem wird dieses Verfahren stark zunehmend eingesetzt, da dieses Verfahren bei größeren Hof-Feld-Entfernungen zumeist kostengünstiger ist als die Verdünnung mit Wasser, da sich die auszubringende Menge nicht erhöht. Bei Gärresten mit hohen Feststoff- bzw. Faseranteilen nutzt eine Verdünnung zudem i. d. R. wenig, hier bleibt eigentlich nur die Separierung des Gärrestes.



Foto 11: Ausbringung von Biogasgärrest mit Schleppschuhverteiler

## Homogenisierung der Gülle

Bleibt Gülle längere Zeit unbewegt, setzen sich die schwereren flüssigen Bestandteile am Boden ab und die leichteren organischen Bestandteile, wie z. B. Stroh, steigen auf und bilden eine dicke luftundurchlässige Schwimmdecke, die u. a. als Geruchsabschluss dient. Jedes Bewegen der Gülle verursacht Kosten und Ammoniakverluste. Deswegen wird Gülle nur direkt vor dem Ausbringen, aber dann komplett homogenisiert.

## 9. Biogasgärreste

Der Nährstoffgehalt verschiedener Biogasgärreste hängt von den Gehalten der eingesetzten Gülle und den weiteren Gärsubstraten (z. B. Grassilage, Maissilage, GPS) und dem Mischungsverhältnis der Komponenten ab. Die Gärreste von Biogasanlagen sind meist nährstoffreicher als die Ursprungsgülle, unterliegen jedoch stärkeren Schwankungen. Eine Laboranalyse ist deshalb für eine fundierte Düngeplanung Voraussetzung.

Zu den positiven Eigenschaften der Biogasgärreste im Vergleich zu „normaler“ Gülle zählen:

- geringere Geruchsbelästigung durch die Fermentation
- verbesserte Fließfähigkeit durch Abbau der Schleimstoffe und der organischen Substanz. Problematisch sind jedoch Gärreste aus Anlagen mit einem hohen Anteil an faserreichen Substraten wie Mist, GPS oder Grassilage, da diese oft einen hohen TM-Gehalt mit vielen Faserstoffen enthalten,
- deutlich höheren Gehalt an Ammoniumstickstoff und somit schnellere Düngewirksamkeit
- eine ausreichende Verweildauer im Fermenter und höhere Prozesstemperatur führen zum Verlust der Keimfähigkeit von Unkrautsamen und zur Reduktion von Krankheitserregern.

Der höhere Anteil an Ammoniumstickstoff kann zwar von der Pflanze schneller aufgenommen werden, entweicht jedoch aufgrund des höheren pH-Wertes von Gärresten auch schneller in die Umwelt. Deshalb ist eine Ausbringung bei kühleren Temperaturen und der Einsatz von bodennaher Ausbringtechnik zwingend erforderlich.

### Informationen im Internet

Weitere Informationen zur Bewirtschaftung und Düngung von Grünland sind im Internet unter

- [www.lazbw.de](http://www.lazbw.de) und
- [www.gruenland-online.de](http://www.gruenland-online.de) abrufbar.

Berechnungshilfen für die Düngung und Nährstoffbilanzierung finden Sie unter

- [www.duengung-bw.de](http://www.duengung-bw.de)

Zusätzliche Auskünfte erteilt die untere Landwirtschaftsbehörde beim zuständigen Landratsamt.

## Impressum

Herausgeber: Landwirtschaftliches Zentrum Baden-Württemberg (LAZBW), Atzenberger Weg 99, 88326 Aulendorf,  
Telefon: 07525/942 300, Fax: 0 7525/942-333, E-Mail: [poststelle@lazbw.bwl.de](mailto:poststelle@lazbw.bwl.de), [www.lazbw.de](http://www.lazbw.de)

Text: Jörg Messner, Prof. Dr. Martin Elsäßer/LAZBW Aulendorf

Fotos: Jörg Messner (1, 7, 8, 10, 11), Prof. Dr. Martin Elsäßer (2, 3, 4, 5, 9), Hans-Georg Kunz (6)

Layout: Jörg Jenrich/LTZ Augustenberg, Dr. Kerstin Grant/LAZBW Aulendorf

Druck:

Auflage:

Stand: November 2020

