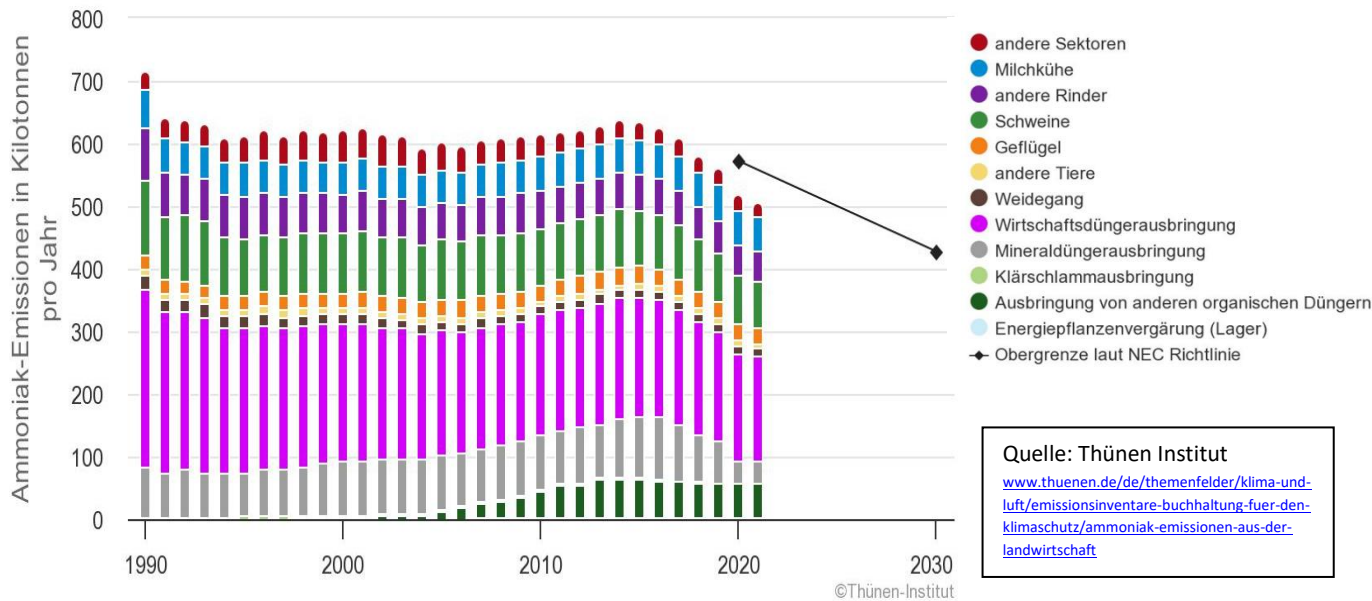


# Grundlagen zur bodennahen, streifenförmigen Aufbringungstechnik

## 1. Rechtliche Grundlagen - Ausgangslage

Im Rahmen des 2005 beschlossenen Göteborg-Protokolls wurde von der EU die Richtlinie über Nationale Emissionshöchstmengen (NERC) erlassen. Die neue **NERC-Richtlinie** von 2016 sieht für die **Ammoniak (NH<sub>3</sub>)-Emissionen** vor, dass diese ab 2020 um 5 % und **ab 2030 um 29 %** gegenüber 2005 gesenkt werden müssen.



Da in Deutschland rund **95 %** der NH<sub>3</sub>-Emissionen **aus der Landwirtschaft** stammen, steht dieser Sektor unter besonderem Anpassungsdruck. Die **wichtigste NH<sub>3</sub>-Emissionsquelle** in der Landwirtschaft sind **die Wirtschaftsdünger** (Gülle, Mist, etc.). Die NH<sub>3</sub>-Verluste treten im Stall, im Lager und bei der Aufbringung von Wirtschaftsdünger auf und müssen so weit wie möglich reduziert werden.

Für die Zielerreichung nach der NERC-Richtlinie sind umfangreiche Maßnahmen durch die Landwirtschaft notwendig. Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) gibt diese im Nationalen Luftreinhalteplan aus. Die bodennahe und streifenförmige Aufbringung gilt bereits als ein Standardverfahren, um die Ammoniakemissionen bei der Aufbringung flüssiger Wirtschaftsdünger zu reduzieren. So entsteht Ammoniak gerade in der Rinderhaltung überwiegend während der Aufbringung der flüssigen Wirtschaftsdünger. In der **Düngerordnung (DüV)** wurde deshalb **bereits 2017** bundesweit festgeschrieben, dass flüssige Wirtschaftsdünger wie Gülle oder Gärreste seit 2020 auf bestelltem Ackerland und ab 2025 auch auf Grünland und Flächen mit mehrschnittigem Feldfutterbau, bodennah und streifenförmig aufzubringen sind.

Nach aktuellen Informationen des Bundes ist die Einhaltung der NERC-Ziele bei konsequenter Umsetzung aller bisher beschlossenen Maßnahmen möglich.

Die Minderungen gehen dabei im Wesentlichen auf folgende Annahmen zurück:

- Weiterhin deutlich rückläufige Nutztierbestände,
- weiterhin deutlich rückläufiger Mineraldüngereinsatz,
- deutlich rückläufiger Energiepflanzenanbau für Biogasnutzung,
- konsequente Umsetzung der Vorgaben der Düngerordnung.

Dennoch sind aus Sicht des BMUV zusätzliche Maßnahmen, u.a. aus folgenden Gründen notwendig:

- Unsicherheiten der angenommenen Emissionsminderungen,
- Ausnahmen für Klein- und Kleinstbetriebe,
- Kompensation der potenziell erhöhten Ammoniakemissionen aus der Maßnahme des Klimaschutzprogrammes 2030 einer Erhöhung des Anteils der flüssigen Wirtschaftsdünger aus der Rinder- und Schweinehaltung, der in Biogasanlagen vergoren wird.

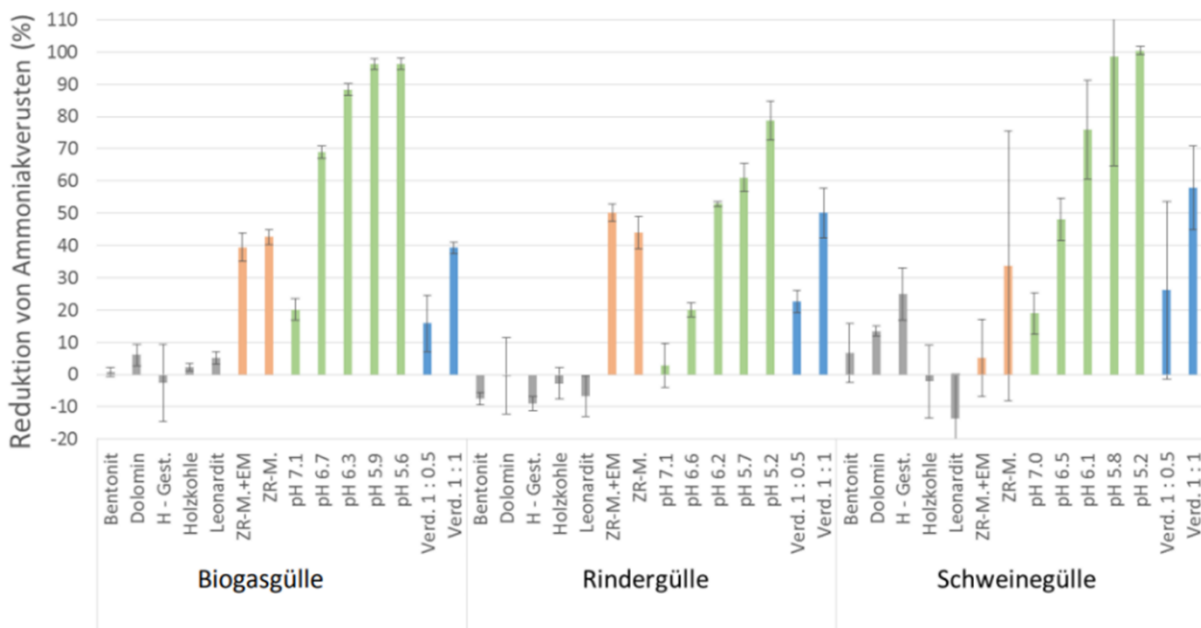
Aus diesem Grund wurden vom BMUV drei zusätzliche Minderungsmaßnahmen zur Senkung der Ammoniakemissionen als positiv bewertet:

- Steigerung des Anteils gasdicht gelagerter Gärreste auf 100 % bis 2030,
- emissionsmindernde Maßnahmen in Milchkuhställen,
- verstärkte Aufbringung flüssiger Wirtschaftsdünger mit Injektion- / Schlitztechnik oder Ansäuerungstechnik.

## 2. Minderungspotenzial der Technik und möglicher alternativer Verfahren

Die **NH<sub>3</sub>-Emissionsminderung der Aufbringtechnik mit bodennaher und streifenförmiger Ablage ist unumstritten und wissenschaftlich belegt**. Sie beträgt durchschnittlich 30 % beim Schleppschauch, 50 % beim Schleppschuh und 80 % bei Injektionstechniken und sofortiger Einarbeitung mit dem Güllegrubber. In Ländern wie z.B. Dänemark und den Niederlanden sind emissionsarme Techniken im Ackerbau und Grünland schon seit längerem und in der Schweiz für Grünland ab 2024 verpflichtend vorgeschrieben. In Österreich gibt es derzeit noch keine rechtliche Verpflichtung, diese ist aber nach Überprüfung der NERC-Zielerreichung im Jahr 2025 sehr realistisch. Zunächst gilt dort ab 2028 eine Abdeckpflicht bei Gruben für flüssige Wirtschaftsdünger über 240 m<sup>3</sup>.

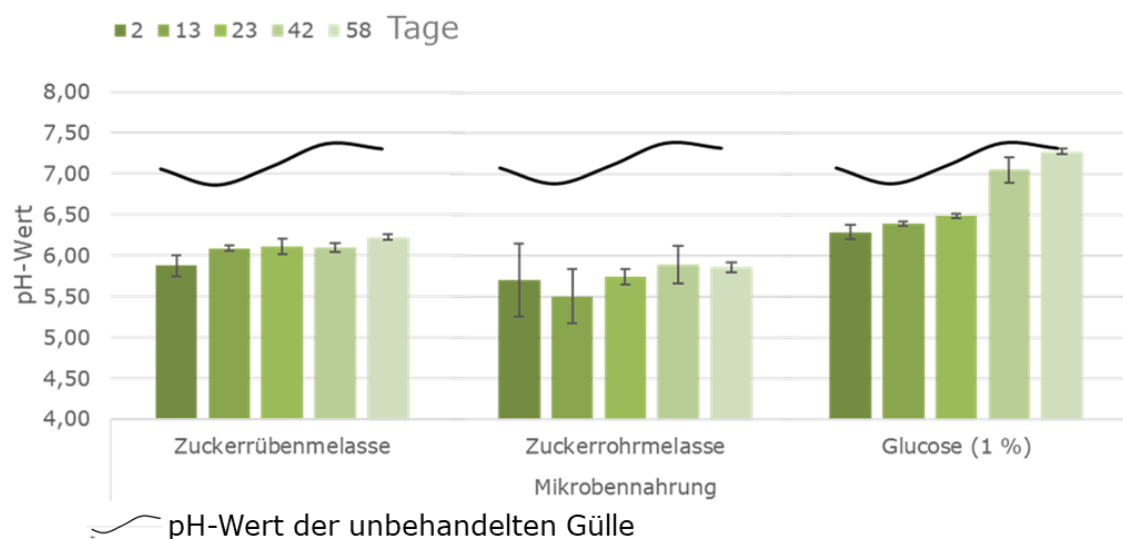
Nach § 6 Abs. 3 DüV **können die zuständigen Stellen der Länder andere Verfahren** zur Aufbringung von Wirtschaftsdünger **zulassen**, soweit diese zu vergleichbar geringen NH<sub>3</sub>-Emissionen wie die streifenförmige Aufbringtechnik führen. Große Hoffnungen werden dabei u.a. in Güllezusätze gesetzt. Die Wirkung von Güllezusatzstoffen kann nach dem aktuellen Kenntnisstand sehr vielfältig ausfallen (NH<sub>3</sub>, CH<sub>4</sub>, Schwimmschicht, Fließfähigkeit, etc.).



Quelle: Schmidhalter U. et al. 2021, TUM

In einem Projekt der Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) in Bayern wird geprüft, ob durch die Zugabe von Güllezusatzstoffen im Lager insbesondere auch durch eine mikrobielle Güllebehandlung die  $\text{NH}_3$ -Emissionen genauso wirkungsvoll vermindert werden können, wie durch die bodennahe Aufbringung. Die zu testenden Güllezusätze wurden mithilfe einer Bewertungsmatrix ausgewählt, welche beispielsweise Parameter wie das Ammoniakminderungspotential laut Literatur, Kosten für die Zugabe, Effekt auf Treibhausgasemissionen, Verfügbarkeit der Zusatzstoffe, aber auch die Erfahrungen von Praktikern berücksichtigt. Als Ergebnis ist bisher festzuhalten, dass **physikalisch wirkende Zusätze (z.B. Tonminerale) nur zum Teil eine Ammoniakminderung erzielen**. Dies ist auch aus den Ergebnissen von Schmidhalter et al. 2021 (s. Grafik) ersichtlich. Demnach ist der Effekt der Ansäuerung hinsichtlich der Minderung der Ammoniakfreisetzung unabhängig von der Wirtschaftsdüngerart, während physikalisch wirkende Zusätze bei manchen Wirtschaftsdüngern zu einer Minderung der Ammoniakfreisetzung führen, hingegen aber bei anderen Wirtschaftsdüngern die Ammoniakfreisetzung erhöhen. Nach aktuellem Kenntnisstand konnte deren Wirkung hinsichtlich der Minderung von Ammoniakemissionen somit bisher wissenschaftlich nicht wiederholbar belegt und daher auch nicht als alternatives Verfahren anerkannt werden.

Die **Ansäuerung** ist hingegen ein **wissenschaftlich anerkanntes und verifiziertes Verfahren** zur Emissionsminderung. Diese kann chemisch über eine Säurezugabe oder biologisch durch Kohlenstoffquellen (C-Quellen) erfolgen, welche zu einer pH-Wert-Absenkung des Wirtschaftsdüngers führen (s. Grafik). Die C-Quellen dienen hierbei als eine Nahrungsquelle für die in der Gülle enthaltenen Mikroorganismen. Die Zugabe der C-Quellen wie beispielsweise Glucose oder Melasse führt über die Bildung von Milchsäure und der damit verbundenen pH-Wert-Absenkung zu einer Minderung der Ammoniakfreisetzung, ist aber mit Zielkonflikten wie hohen Kosten aufgrund z. T. hoher Zugabemengen, Nahrungskonkurrenz, verstärkter Geruchsemissionen und einer teils starken Schaumbildung verbunden. Bei direkter Säurezugabe (z.B. Schwefelsäure) sind Sicherheitsmaßnahmen erforderlich. Ferner können die Säuremenge bzw. die Kosten deutlich variieren und es sind Anforderungen des Wasserrechtes zu beachten.



Eine Ausnahme von der bodennahen Aufbringung ist bei Ansäuerung mit einem pH-Wert < 6,4 zum Zeitpunkt der Aufbringung als Einzelfallgenehmigung durch die zuständigen Unteren Landwirtschaftsbehörden unter bestimmten Bedingungen möglich.

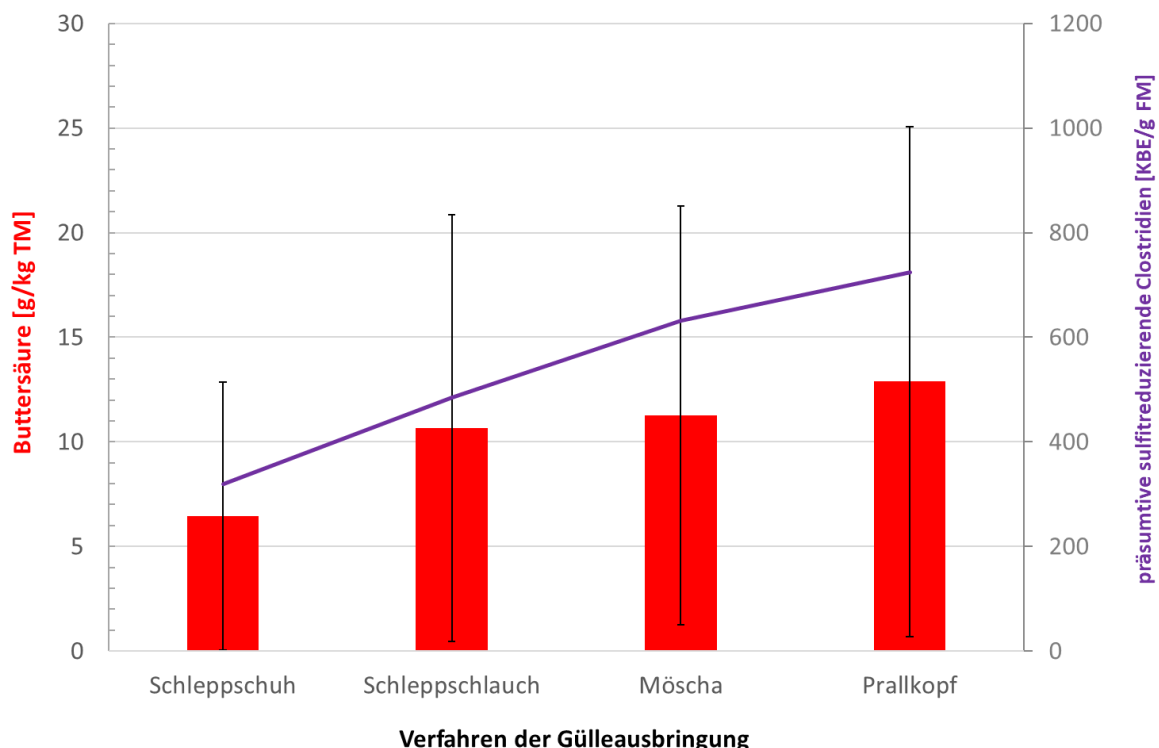
**Jauche** und **wasserverdünnte** flüssige Wirtschaftsdünger auf unter 2 % TM haben technikunabhängig vergleichbar geringe  $\text{NH}_3$ -Emissionen und **können** deshalb in Baden-Württemberg unkompliziert per Allgemeinverfügung, alternativ auf Sammel- oder Einzelantrag **von den Vorgaben befreit** werden. Der hierfür notwendige Lagerraum ist aber nachzuweisen.

**Belegt sind** auch seit langem **niedrige NH<sub>3</sub>-Emissionen** unter **optimalen Aufbringungsbedingungen (niedrige Temperaturen, Regen, Windstille etc.)**. Das sog. ALFAM 2 Modell (<https://projects.au.dk/al-fam>), welches über 1.800 Messpunkte von 22 Untersuchungen aus 12 Ländern beinhaltet, gibt aber bei allen Temperaturen mit Breitverteiler gegenüber der Schleppschuhtechnik höhere NH<sub>3</sub>-Verluste aus. **Im Winterhalbjahr 2023/2024 werden zu den Ammoniakemissionen von Breitverteilung und streifenförmiger Technik bei niedrigen Temperaturen in Bayern ergänzend erneute Feldversuche durchgeführt.**

### 3. Futterhygiene

Zur betrieblichen Verwertung der anfallenden Gülle bei hoher N-Effizienz empfiehlt sich der Einsatz von Gülle im Grünland während der Vegetation. Dies bedingt generell das Risiko der Verschmutzung und damit einer Beeinträchtigung der Futterhygiene. Verschiedene **Forschungsergebnisse (CH, A, D) widerlegen allerdings einen Zusammenhang zwischen streifenförmiger bodennaher Aufbringung und erhöhter Futterverschmutzung gegenüber der Breitverteilung**. Die aus der Praxis vermutete geringere Verschmutzung bei der Breitverteilung ist nur weniger augenscheinlich. Auch aus Dänemark und den Niederlanden sind keine besonderen Probleme der streifenförmigen bodennahen Aufbringungstechnik hinsichtlich der Futterhygiene bekannt. Die Auswertung von 629 Grassilagen aus der Praxis im Rahmen des österreichischen LK-Silageprojekts von 2020 (Resch, 2021) zeigte tendenziell sogar eine bessere Grassilagequalität und weniger Clostridien sporen durch Schleppschuhtechnik.

Bedenken hinsichtlich der Futterverschmutzung durch „Güllewürste“ bei der streifenförmigen Aufbringung von Gülle und eines ggf. damit verbundenen möglichen Krankheitsrisikos für die Tiere werden jedoch ernst genommen. Eine gute Futterhygiene ist anzustreben.



**Quelle:**

Resch, R. (2021): Qualitätspotenziale bei Gras- und Maissilagen in Österreich – Erkenntnisse aus dem LK-Silageprojekt 2020. 48. Viehwirtschaftliche Fachtagung 2021, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irnding-Donnersbachtal, 33-67.

Um Gefahren für die Tiergesundheit besser beurteilen und damit gezielt vermeiden zu können, untersucht die LfL Bayern in den Projekten **Grashygiene I und II** zahlreiche Fragestellungen zum Themenkomplex Futterhygiene und Gülleaufbringung bei der Grünlandbewirtschaftung.

Die **bisherigen Untersuchungen zeigen keine signifikanten Unterschiede in der Keimbelastung** (E. coli, Hefen, Clostridien) zwischen Varianten mit Breitverteiler und der streifenförmigen Aufbringtechnik (Schleppschuhverteiler und Gülle-Schlitzgerät). Im Folgeprojekt **Grashygiene II** wird **bis 2024 an mehreren Standorten in Bayern** (Mittelfranken, Oberbayern, Allgäu) nochmal **die Qualität von Ballensilagen bei unterschiedlicher Gülledüngung und Ernte mit Praxistechnik** untersucht.

Die Witterung bei/nach der Aufbringung, der TM-Gehalt bzw. die Fließfähigkeit und die Art der Gülle (aus Separierung, Gärrest etc.), der Aufbringzeitpunkt, der zeitliche Abstand bis zur Ernte, die optimale Einstellung der gesamten Futtererntetechnik (optimale Schnitthöhe, keine Aufnahme von Boden, Bandschwader etc.) und der Anwelkgrad sind wichtige Einflussgrößen, um die Futterhygiene positiv zu beeinflussen. Die Einhaltung der guten fachlichen Praxis im Rahmen der Silierung (von der Einlagerung, der zügigen Abdeckung, der Entnahme bis zur Fütterung) inklusive strategischem Siliermitteleinsatz sind ebenfalls von entscheidender Bedeutung für die Hygiene der Futtermittel.

Um Grünland- und Futterbaubetrieben Hilfestellung zur optimierten Anwendung der emissionsarmen Gülleapplikationstechniken zu geben und bestehende Unsicherheiten bzw. Vorbehalte gegenüber den neuen Verfahren zu klären und damit abzubauen, wurde von der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft (DLG) im September 2022 ein Merkblatt herausgegeben und zur allgemeinen Anwendung in Schule, Beratung und Praxis empfohlen. Im **DLG-Merkblatt 471 „Futterhygiene bei der Gülleausbringung im Grünland – Hinweise zum optimalen Einsatz von Schleppschuh und Injektion“** werden emissionsarme, bodennahe und streifenförmige Aufbringtechniken (Schleppschlauch, Schleppschuh und Injektion) insbesondere im Hinblick auf futterhygienische Aspekte betrachtet.

Link: [www.dlg.org/de/landwirtschaft/themen/dlg-merkblaetter](http://www.dlg.org/de/landwirtschaft/themen/dlg-merkblaetter); Aktuelle Merkblätter; siehe hier: DLG-Merkblatt 471 „Futterhygiene bei der Gülleausbringung im Grünland“.

Da die Futterhygiene gesamtbetrieblich zu betrachten ist, erstellen die fachlich zuständigen DLG-Ausschüsse aktuell ein Merkblatt zur "Futterhygiene bei der Grünlandnutzung im Futterbaubetrieb". Die resultierenden bundesweit und mit der österreichischen Bundesforschung abgestimmten Empfehlungen sollen in Schule, Beratung und Praxis verstärkt Eingang finden.

Mit weiteren Forschungsarbeiten, wie dem **Projekt Entwicklung emissionsarmer und praxisgerechter Gülleausbringtechnik auf Grünlandstandorten (2019-2023) in Franken**, sollen zusätzliche Erkenntnisse zum Einsatz der unterschiedlichen Techniken gewonnen und den Landwirten zur Verfügung gestellt werden. Am **Spitalhof** in Kempten läuft zudem der **Rahmenplanversuch 459 zur N-Effizienz der Gülle in Abhängigkeit von der Ausbringtechnik** weiter.

Informationen zu abgeschlossenen Projekten in Baden-Württemberg sind auf der Homepage des Landwirtschaftlichen Zentrums Aulendorf (LAZBW) unter <https://lazbw.landwirtschaft-bw.de/Lde/Startseite/Themen/Wirtschaftsduenger> verfügbar.

#### **4. Wirtschaftlichkeit der Verfahren**

Hinsichtlich der ökonomischen Belastung für die Betriebe lässt sich feststellen, dass der Einsatz **emissionsarmer Aufbringtechniken** zwar **Mehrkosten verursacht**, auf der anderen Seite jedoch eine **Einsparung an mineralischen Düngemitteln durch gesteigerte Stickstoffeffizienz** des organischen Düngemittels einhergeht.

Verfahren der Gülle-Aufbringung	Breitverteiler	Schleppschuh	Injektion
Ausgebrachte N-Menge (kg N <sub>gesamt</sub> /ha)	170	170	170
Ausgebrachter NH <sub>4</sub> -N (kg NH <sub>4</sub> /ha)	85	85	85
<b>Verluste NH<sub>4</sub>-N nach Aufbringung (%)</b>	60	30	18
Verluste NH <sub>4</sub> -N nach Aufbringung (kg N/ha)	51	26	15
Differenz zu Breitverteiler (kg N/ha)	-	25	36
Monetäre Bewertung der Verluste (€/ha) bei niedrigem (1,00 €/kg N) bzw. hohem (2,50 €/kg N) N-Düngerpreis (KAS)	51 127	26 65	15 37
Differenz zu Breitverteiler (€/ha) bei niedrigem und hohem N-Düngerpreis	- -	<b>-25</b> <b>-62</b>	<b>-36</b> <b>-90</b>
Differenz in €/m <sup>3</sup> Gülle bei niedrigem und hohem Mineraldüngerpreis	- -	-0,48 -1,25	-0,60 -1,73
<b>Kosten Technik</b> in €/ha bei Eigenmechanisierung (ohne AfA und Arbeit) Maschinenring-Ansatz	41 110	75 190	76 192
Differenz zu Breitverteiler (€/ha) bei Eigenmechanisierung (ohne AfA und Arbeit) Maschinenring-Ansatz	- -	<b>34</b> <b>80</b>	<b>35</b> <b>82</b>
Kosten Technik in €/m <sup>3</sup> Gülle bei Eigenmechanisierung (ohne AfA und Arbeit) Maschinenring-Ansatz	0,80 2,13	1,45 3,70	1,47 3,73
Differenz zu Breitverteiler in €/m <sup>3</sup> Gülle) Eigenmechanisierung (ohne AfA und Arbeit) Maschinenring-Ansatz	- -	0,65 1,57	0,67 1,60
<b>Mehrkosten der Technik gegenüber Breitverteiler,</b> bereinigt um N-Einsparung (in €/ha) <b>bei niedrigem Mineraldüngerpreisniveau</b> Eigenmechanisierung (ohne AfA und Arbeit) Maschinenring-Ansatz	- -	<b>9</b> <b>55</b>	<b>-1</b> <b>46</b>
<b>Mehrkosten der Technik gegenüber Breitverteiler,</b> bereinigt um N-Einsparung (in €/ha) <b>bei hohem Mineraldüngerpreisniveau</b> Eigenmechanisierung (ohne AfA und Arbeit) Maschinenring-Ansatz	- -	<b>-28</b> <b>18</b>	<b>-55</b> <b>-8</b>

**Blau:** Monetäre N-Einsparung höher als Technikkosten bei Schleppschuh/Injektion

#### Kalkulationsgrundlagen:

Milchviehgülle (6 % TM, Grünlandbetrieb; 52 m<sup>3</sup>/ha, 3,3 kg N<sub>gesamt</sub>/m<sup>3</sup>, 50 % NH<sub>4</sub>-N von Gesamt-N)

Verluste NH<sub>4</sub>-N nach der Aufbringung bei Breitverteilung: 60 %;

Minderung der Verluste gegenüber Breitverteilung bei Schleppschuhtechnik bzw. Injektion: 50 % bzw. 70 % (nach DLG-MB 471); Angabe der Kosten in € ohne MwSt.

Technikansatz: Breitverteiler, Schleppschuh und Injektion: Schlaggröße 2 ha, 10 m<sup>3</sup>-Fass, 83 kW Schlepper; Dieselpreis: 1,42 €/l; Datenquellen: KTBL/LfL

Demgegenüber können die Kosten für eine Zugabe der Güllezusätze im Lager gestellt werden. Zusätzliche Kosten für den Arbeitsaufwand, Rühraufwand (Unterschiede je nach Zusatzstoff und Herstellerempfehlung) und ggf. Transportkosten wurden nicht berücksichtigt. Ein Vergleich der Mehrkosten für einen Schleppschuhverteiler im Vergleich zum Breitverteiler bei Eigenmechanisierung (0,65 €/m<sup>3</sup>) mit den Kosten für die Zusatzstoffe zeigt, dass die **Kosten rein für die Zusatzstoffe** (Steinmehl, Pflanzkohle, Kombinationspräparate, C-Quellen) ohne zusätzliche Kosten (Rühraufwand, Arbeitszeitbedarf, etc.) **höher sind als die Investition in eine bodennahe streifenförmige Aufbringtechnik**.

Lediglich die **Zugabe von Schwefelsäure ist kostengünstiger**, wobei die Zugabemenge und damit die **Kosten** innerhalb einer Wirtschaftsdüngerart **deutlich variieren** können. Zudem sind entsprechende Sicherheitsmaßnahmen erforderlich, die ebenfalls nicht monetär bewertet wurden.

**Kosten für die Zugabe von Güllezusatzstoffen (€/m<sup>3</sup> Wirtschaftsdünger) nach Herstelleranfrage; Höcherl 2023**

Güllezusatzstoff	Zudosierung laut Hersteller	Preis* (€/m <sup>3</sup> Gülle)	Bemerkung
<b>Steinmehl</b>			
<i>Urgesteinsmehl aus Diabas</i>	30 bis 40 kg/m <sup>3</sup>	2,13 (lose Ware ab Werk)	
<i>Urgesteinsmehl aus Zeolith und Basalt</i>	1 bis 2 kg/m <sup>3</sup>	3,34	
<b>Pflanzkohle</b>			
<i>Pflanzkohle</i>	60 ml/m <sup>3</sup>	2,16 bis 3,73 je nach Hersteller	
<b>Leonardit</b>			
<i>Leonardit</i>	10 bis 30 kg/m <sup>3</sup>	1,70 bis 5,09 (lose Ware ab Werk)	10 kg/m <sup>3</sup> bei Rindergülle
<b>Effektive Mikroorganismen</b>			
<i>Effektive Mikroorganismen (EM)</i>	1 l/m <sup>3</sup>	0,68 bis 1,31 je nach Hersteller	
<b>Informationsüberträger</b>			
<i>Calciumcarbonat mit Sauerstoffaktivierung</i>	10 bis 15 g/m <sup>3</sup>	0,24 bis 0,38	Auflösung in 10 l Wasser
<i>Melasse mit Sauerstoffaktivierung</i>	15 ml/m <sup>3</sup>	0,38	Auflösung in „reichlich“ Wasser
<b>Kombination an Zusatzstoffen</b>			
<i>Kombination EM + Pflanzkohle</i>	250 ml/m <sup>3</sup> (EM) + 60 ml/m <sup>3</sup> (Pflanzkohle)	2,84	
<b>Mikrobennahrung zur Bildung von Milchsäure</b>			
<i>Zuckerrohrmelasse</i>	50 kg/m <sup>3</sup> (Literaturangabe für Zuckerrübenmelasse)	43,85 bis 69,50 je nach Händler	Wird zur Vermehrung von Mikroorganismen verwendet
<i>Zuckerrübenmelasse</i>	50 kg/m <sup>3</sup> (Literaturangabe)	9	
<b>Säure</b>			
<i>Schwefelsäure (pH 6,4)</i>	1,4 l/m <sup>3</sup> (Ergebnis Projekt Gülleensäuerung)	0,41 für Rindergülle	Zusätzliche Sicherheitsauflagen

## **5. Ausnahmen aufgrund der naturräumlichen oder agrarstrukturellen Besonderheiten bzw. aus Sicherheitsgründen gemäß § 6 Absatz 3 Satz 4 DüV**

Eine Gesamtübersicht über die Ausnahmeregelungen in Baden-Württemberg finden Sie unter [www.duengung-bw.de](http://www.duengung-bw.de).

LAZBW Stand 06/2024