



## Gülleansäuerung zur Steigerung der N-Effizienz im Grünland

MESSNER, J (2020): BWagrar 37/2020

**Schlagworte:** Gülle, Ansäuerung, Schwefelsäure, Ammoniakemissionen, Grünland

Für die Einhaltung der Regelungen der Düngeverordnung ist eine verlustarme Gülleausbringung erforderlich. Bodennahe (streifenförmige) Ausbringtechnik reduziert die gasförmigen N-Verluste und erhöht die Effizienz der mit der Gülle ausgebrachten Nährstoffe. Da Deutschland aber bis 2030 die Ammoniak (NH<sub>3</sub>)-Emissionen um 29% reduzieren muss (NERC-Richtlinie), wird die Landwirtschaft von weiteren Maßnahmen betroffen sein, da über 90% der NH<sub>3</sub>-Emissionen hier anfallen. Um die angestrebten Minderungsziele zu erreichen und um die Effizienz der Düngung weiter zu erhöhen, wird auch häufig über die Ansäuerung von Gülle und Gärresten nachgedacht.

### Was bewirkt die Säurezugabe?

Die Zugabe von Säure führt zu einer Absenkung des pH-Wertes im Flüssigmist. Dadurch wird das Verhältnis von NH<sub>3</sub> : NH<sub>4</sub><sup>+</sup> in Richtung Ammonium-N (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) verschoben und damit die Gefahr der Ammoniak-Ausgasung reduziert. Das Prinzip der Ansäuerung zur Senkung der NH<sub>3</sub>-Emissionen ist schon seit vielen Jahren bekannt und wissenschaftlich belegt. Die Höhe der Emissionsminderung ist dabei u.a. abhängig von pH-Wert, Gülleeigenschaften, Bodeneigenschaften und Klimaverhältnissen. Im Rahmen des vom MLR geförderten „Optigüll-Projektes“ (Elsässer et al., 2017) konnte beispielsweise durch die Ansäuerung mit Schwefelsäure eine Minderung der Ammoniakemissionen im Vergleich zu unbehandelter Rindergülle von 66 % erreicht werden. Das gleichfalls geprüfte Verfahren der Ansäuerung durch Milchsäure (Zugabe von Milchsäurebakterien+ Melasse) ergab eine Ammoniakminderung von 43 %. Neben der Reduktion von Ammoniak können durch eine Ansäuerung (< pH 6) im Stall oder Lager auch die Emissionen des klimarelevanten Methans reduziert werden. In einzelnen Ländern wie beispielsweise Dänemark hat sich die Ansäuerung mittlerweile in der Praxis etabliert. Allerdings gibt es für den Einsatz in der Praxis eine Reihe von Herausforderungen zu bewältigen. Grundsätzlich sind für die Ansäuerung eine Reihe an organischen (z.B. Milchsäure) und anorganischen Säuren (z.B. Schwefelsäure) möglich. Da die Gülle eine hohe Pufferkapazität aufweist, kommen idealerweise Säuren mit einer hohen Säurestärke zum Einsatz, da ansonsten eine sehr große Menge benötigt wird.

### Schwefelsäure - ein schäumendes Unterfangen

In Zusammenhang mit der Ansäuerung, wird insbesondere der Zusatz von Schwefelsäure diskutiert, da diese relativ günstig ist und eine hohe Säurestärke aufweist. Grundsätzlich ist dies ein sehr effizientes Verfahren der Reduzierung der Ammoniakemissionen. Zudem kann der enthaltene Schwefel voll als pflanzenverfügbare Nährstoff berücksichtigt werden. Benötigt werden zumeist 2 bis 6 l (= 6 bis 12 kg) Schwefelsäure je Kubikmeter Flüssigmist, die Kosten inkl. Zudosierung liegen bei rund 1-3 €/m<sup>3</sup>. Dabei wird für Gärreste aufgrund des höheren pH-Wertes im Vergleich zu Rindergülle in etwa die doppelte Menge benötigt. Neben den Gülleeigenschaften spielt auch der Ort der Säurezugabe eine Rolle hinsichtlich der benötigten Menge. Bei der Zugabe im Stall oder Lager sollte ein pH-Wert von 5,5 – 5,8 angestrebt werden, da sich der pH-Wert im Laufe der Lagerdauer langsam wieder nach oben bewegt. Bei der Ansäuerung bei oder unmittelbar vor der Ausbringung erfolgt zumeist eine Ansäuerung auf pH 6,0 – 6,4. Allerdings ist dann Voraussetzung, dass die Gülle

nach der Ausbringung rasch und vollständig in den Boden infiltriert, da ansonsten die positive Wirkung der Ansäuerung nur teilweise genutzt wird. Bei der Zugabe im Lager wird deshalb rund doppelt so viel Säure benötigt wie bei der Zugabe direkt bei der Ausbringung.

Für die Praxis stellt sich also die Frage, wo die Säure zugegeben wird. Ideal wäre natürlich bereits im Stall, um über die gesamte Verfahrenskette die Emissionen zu senken (Stall-Lager-Ausbringung). Im Stall ist das Problem der Zudosierung und des Einmischens zumeist kaum zu lösen, auch die Gasbildung ist problematisch. Zudem sind die vorhandenen Betonqualitäten in Stall und Lager ggf. nicht für einen Säureeinsatz geeignet. Unter den derzeitigen rechtlichen Rahmenbedingungen geht bei einer Schwefelsäurezugabe zudem der JGS-Status verloren, was zu deutlich höheren Anforderungen an die Lagerbehälter führt. Vorsicht ist geboten, da das Einmischen von Schwefelsäure zu einer starken Schaumbildung aufgrund der CO<sub>2</sub>-Freisetzung führt, was sowohl im Stall wie auch im Lager zu Problemen führen kann. Die Zugabe muss deshalb langsam unter permanentem Rühren über einen längeren Zeitraum erfolgen, der Behälter sollte nur teilweise gefüllt sein und es muss eine gute Belüftung sichergestellt sein. Dabei ist der pH-Wert regelmäßig zu kontrollieren.

Eine Säurezugabe direkt in das Fass bei der Fassbefüllung ist aufgrund der Schaumbildung nicht möglich. Die Zudosierung während der Ausbringung direkt in den Güllestrom, wie es in Dänemark häufig praktiziert wird, ist möglich, erfordert aber einen hohen technischen Aufwand, der mit entsprechenden Kosten verbunden ist. Zudem transportiert man Schwefelsäure, dafür wird der Besitz eines Gefahrgutführerscheines notwendig. Schwefelsäure ist ein wassergefährdender Stoff und zudem ein Gefahrstoff, der zu schweren Verletzungen führen kann. Die entsprechenden Vorgaben bei der Lagerung (z.B. Doppelwandigkeit) wie auch zum Schutz des Anwenders (z.B. Schulungen, entsprechende Schutzausrüstung) sind hierbei zu beachten. Für die Zudosierung wird zudem eine entsprechende Technik benötigt. Zum Schutz des Anwenders ist es wichtig, dass es sich bei der Zudosierung um geschlossene Systeme handelt.

Bei der Zugabe muss auch die Zufuhr an Schwefel hinsichtlich der Düngung beachtet werden. Zu hohe Gaben an mineralischem Schwefel erhöht die Gefahr einer S-Auswaschung in den Boden mit einer möglichen Grundwasserbelastung. Im Projekt Optigüll wurde z.B. 6,5 l/m<sup>3</sup> Schwefelsäure zugegeben. Das sind umgerechnet 3,7 kg Schwefel/m<sup>3</sup>. Der Nährstoffbedarf an Schwefel liegt bei intensiv genutztem Grünland bei maximal 35 kg/ha. Damit wäre mit 10 m<sup>3</sup>/ha bereits der Düngebedarf gedeckt. Bei der Ansäuerung während der Ausbringung werden oft 2-3 l/m<sup>3</sup> Schwefelsäure eingesetzt. Aber auch da ist bereits mit einer Menge von rund 20-25 m<sup>3</sup> angesäuerter Gülle der Nährstoffbedarf an Schwefel gedeckt.

### Gibt es Alternativen zur Schwefelsäure?

Im Bereich der organischen Säuren sind insbesondere Milchsäure, Oxalsäure und Zitronensäure bereits als Güllezusatz untersucht. Grundsätzlich lässt sich mit diesen Säuren ebenfalls eine Ansäuerung erzielen, allerdings liegen die Kosten bei einem Mehrfachen im Vergleich zur Schwefelsäure. Abgesehen von Einzelfällen, wenn z.B. günstig Sauerkrautsaft aus einem naheliegenden lebensmittelverarbeitenden Betrieb bezogen werden kann, spielt der Einsatz von organischen Säuren deshalb keine Rolle in der Praxis. Die Frage ist, inwiefern die Ansäuerung analog der Silierung auch durch Milchsäurebakterien in der Gülle bewerkstelligt werden kann. Dass dieses möglich ist, zeigen verschiedene Untersuchungen. Allerdings wird dafür neben Milchsäurebakterien die Zugabe von leicht abbaubarem Zucker benötigt. Im Projekt „Optigüll“ konnte durch die Zugabe von 35 kg Melasse /m<sup>3</sup> Gülle ebenfalls ein pH-Wert von 5,8 erzielt werden, identisch mit der Ansäuerung mittels Schwefelsäure. Die Zugabe von Milchsäurebakterien ohne leicht verfügbaren Zucker (EM in Kombination mit Gesteinsmehl und Pflanzenkohle) führte hingegen zu keiner Ansäuerung und auch zu keiner Minderung der Ammoniakemissionen.

Um zu überprüfen, ob die biologische Ansäuerung auch im Praxismaßstab funktionieren kann, wurde aktuell gemeinsam mit dem Kreislandwirtschaftsamt Münsingen und gefördert vom MLR ein Praxistest mit Zugabe von Zuckerrübenmelasse und EM durchgeführt. Die Ansäuerung konnte innerhalb weniger Tage erreicht werden, der pH-Wert bewegte sich aber im Anschluss wieder rasch

deutlich nach oben. Zudem führte die Behandlung zu einer massiven Schaumbildung, die trotz nur halb gefülltem Behälter zu einem Austreten des Schaumes führte. Die Schaumbildung konnte nur durch den Einsatz von schaumhemmenden Mitteln gestoppt werden.

Aufgrund der hohen Kosten (ca. 10 €/m<sup>3</sup>) und der unkontrolliert ablaufenden Säurebildung und damit unkalkulierbaren Schaumbildung stellt die biologische Ansäuerung mittels Melasse derzeit keine wirkliche Alternative für die Praxis dar.

### Welche Auswirkungen hat die Ansäuerung auf Boden und Pflanze?

Ansäuerung belastet das Puffervermögen des Bodens (raschere Versauerung). Deshalb wird bei regelmäßigem Einsatz von mit Schwefelsäure behandelter Gülle mittelfristig eine Kalkung nötig sein.

Im Projekt Optigüll wurde in einem ersten Schritt der Keimtest mit Kressesamen gemacht. Der Keimtest ist eine üblicherweise verwendete Standardmethode bei der Überprüfung bspw. von Komposten oder gärtnerischen Erden und Substraten, da Kresse bei der Keimung sehr früh empfindlich reagiert. Daher wurde genau dieses Verfahren gewählt. Gibt es hierbei kein Problem, kann mit hoher Wahrscheinlichkeit davon ausgegangen werden, dass auch andere Pflanzen im Keimlings- oder Jugendstadium keine Wachstumsprobleme haben werden. Der Kresstest zeigte eine negative Beeinflussung des Wurzelwachstums bei der angesäuerten Gülle, selbst bei starker Verdünnung mit Wasser von 1:30 oder 1:100. Im zweiten Schritt wurde die Düngewirkung in einem Gefäßversuch mit deutschem Weidelgras untersucht (Kleuter, 2018). Hierbei zeigten sich positive Effekte bei der Düngewirkung der angesäuerten Varianten, nachteilige Effekte auf die Pflanzen wurden nicht beobachtet.

Ein ähnlicher Effekt war bei Clemens & Wulf (2005) zu beobachten. Mit Zitronensäure behandelte Gülle, aufgebracht vor der Aussaat von Welschem Weidelgras im Gefäßversuch, führte zu einem geringeren Ertrag im folgenden ersten Schnitt. Das ist wahrscheinlich durch die hemmende Wirkung des niedrigen pH-Wertes auf die Keimung zurückzuführen. Dieses Wachstumsdefizit konnte allerdings im Verlauf der weiteren Schnitte wieder kompensiert werden.

Die Wirkung von angesäuerter Gülle auf die Grünlandbestände, insbesondere unter süddeutschen Bedingungen ist, im Gegensatz zu Ackerbaukulturen, bisher noch wenig erforscht. Untersuchungen, zumeist aber nur ein-/zweijährig, liegen bisher insbesondere aus Dänemark und Norddeutschland vor. Da Grünland regelmäßig per Nach- oder Übersaat nachgesät wird, sind auch vielfach entsprechende Keimpflanzen vorhanden. Hier wäre interessant, wie diese darauf reagieren und ob die botanische Zusammensetzung der Bestände sich durch die angesäuerte Gülle langfristig verändert. Aufgrund der fehlenden Untersuchungsergebnisse sollte beim Einsatz von angesäuerter Gülle im Grünland die Reaktion des Pflanzenbestandes sorgfältig beobachtet werden.

### Wie wirkt sich die Ansäuerung auf den Grünlandertrag aus?

In einem Gefäßversuch mit Deutschem Weidelgras ermittelte Kleuter (2018) einen deutlichen Mehrertrag bei der Düngung von angesäuerter Gülle im Vergleich zu unbehandelter Rindergülle. Zu den Aufwüchsen 2 bis 4 wurde die jeweilige Gülle oberflächlich auf die Grasnarbe aufgebracht und entweder sofort oder nach 24 h eingeregnet. In der Folge zeigten sich Mehrerträge bei sofortiger Einregnung gegenüber der verspäteten Einregnung über alle Behandlungsvarianten und Erntetermine im Mittel von 34 %. Bei der direkten Einregnung lag die Variante Schwefelsäure um 36% höher, die Variante biologische Ansäuerung um 19% höher als die unbehandelte Variante. Bei der verspäteten Einregnung war die Ertragssteigerung mit 44% bei der biologischen Ansäuerung, bzw. mit 50% bei der Schwefelsäure noch deutlicher (Abbildung 1).

Auch andere Untersuchungen zeigen eine Ertragssteigerung bei der Ausbringung von angesäuerter Gülle im Grünland. Neumann et al. (2019) ermittelte auf Standorten in Schleswig-Holstein im Dauergrünland tendenziell höhere Erträge bei der Düngung von angesäuerten Biogasgärresten im Vergleich zur unbehandelten Variante. Weitere Versuche im Grünland, auch in anderen Regionen

Deutschlands werden aktuell durchgeführt (u.a. im Projekt „GülleBest“, bei dem auch die Uni Hohenheim beteiligt ist).

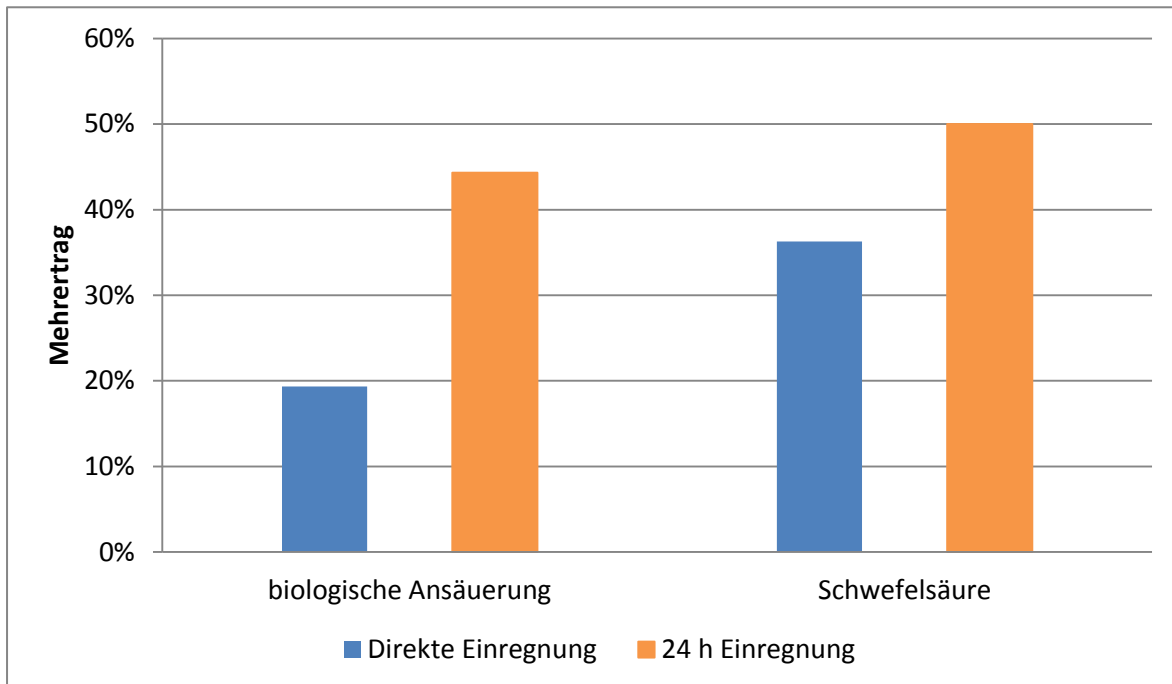


Abbildung 1: Mehrertrag von Deutschem Weidelgras (2.-4.Schnitt) im Gefäßversuch bei der oberflächlichen Düngung mit angesäuerter Gülle gegenüber unbehandelter Rindergülle (Kleuter, 2018)

### Fazit

Die Ansäuerung von Gülle ist eine Möglichkeit, die gasförmigen N-Verluste zu reduzieren und die Nährstoffe aus der Gülledüngung effizienter zu nutzen. Für die Ansäuerung kommen eine Reihe von Säuren in Frage, aber die Absenkung des pH-Wertes kann auch auf biologischem Wege durch die Zugabe leicht vergärbare Kohlenhydrate erfolgen. Aus Kostengründen kommt jedoch insbesondere Schwefelsäure in Frage, der Einsatz wird beispielsweise in Dänemark schon seit Jahren praktiziert. Allerdings sind beim Einsatz einige rechtliche Rahmenbedingungen zu beachten. Zudem wird mit dem Gefahrgut „hochkonzentrierte Säure“ umgegangen. Untersuchungen zu den längerfristigen Auswirkungen von angesäuerter Gülle auf die Grünlandbestände unter süddeutschen Verhältnissen liegen bisher keine vor, eine abschließende Bewertung hierzu ist deshalb noch nicht möglich.

### Literatur

- Clemens, J. & Wulf, S. (2005): Reduktion der Ammoniakausgasung aus Kofermentationssubstraten und Gülle während der Lagerung und Ausbringung durch interne Versauerung mit in NRW anfallenden organischen Kohlenstofffraktionen. Forschungsberichte / Lehr- und Forschungsschwerpunkt "Umweltverträgliche und Standortgerechte Landwirtschaft an der Landwirtschaftlichen Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität, 121
- Elsässer, M., Mokry, M., Wüst, D., Wunsch, J. & Ruser, R. (2017): OptiGüll - umweltfreundliche biologische Ansäuerung der Gülle zur Vermeidung von Ammoniakabgasungen und Steigerung der Nährstoffeffizienz. Ministerium Ländlicher Raum und Verbraucherschutz
- Kleuter, H. (2018): Auswirkung von verschiedenen Verfahren der Güllebehandlung auf das Wachstum von Deutschem Weidelgras und die Nährstoffdynamik des Bodens. Masterarbeit Universität Hohenheim, Institut für Kulturpflanzenwissenschaften.
- Neumann, S., Reinsch, T., Kluß, C. & Zutz, M. (2019): Baltic Slurry Acidification. Methodology, results collection and Partners practical experiences 2016-2018. WP4 Field Trials, activities 1-2. [balticslurry.eu/wp-content/uploads/2016/06/Report-WP4.pdf](http://balticslurry.eu/wp-content/uploads/2016/06/Report-WP4.pdf)