

# Die Vorteile überwiegen

Gerade mit Blick auf die neue Düngeverordnung sind bei der Gülleausbringung effiziente, verlustarme Verfahren gefragt. Vielversprechend ist in diesem Zusammenhang die Beimischung von Schwefelsäure. Ines Bull stellt Versuchsergebnisse dazu vor.

**D**ie verlust- und emissionsarme Ausbringung von Gülle und Gärresten gewinnt zunehmend an Bedeutung. Bei einer praxisüblichen Ausbringungsmenge von 25 m<sup>3</sup> Gärrest mit typischen N-Gehalten muss häufig mit Stickstoffverlusten von über 30 kg/ha und nicht selten darüber hinaus gerechnet werden. Nicht erst bei den zu erwartenden Verschärfungen durch die neue Düngeverordnung sind dies Dimensionen, bei denen sich das Bemühen um Emissionsminderung lohnt. Dazu beitragen könnte ein in Deutschland vergleichsweise junges Verfahren, bei dem der Gülle Schwefelsäure beigemischt wird. In Dänemark und den Niederlanden ist das Verfahren schon recht weit verbreitet.

**Gasförmige Verluste reduzieren.** In flüssigen organischen Düngern liegt Stickstoff vor allem organisch gebunden oder als Ammonium (NH<sup>4+</sup>) vor. Der Ammoniumanteil des Stickstoffs ist aufgrund seiner chemischen Eigenschaften besonders anfällig für atmosphärische Verluste. Zwischen Ammonium und Ammoniak besteht in der wässrigen Phase ein pH- und temperaturabhängiges Dissoziationsgleichgewicht: NH<sup>4+</sup> + OH<sup>-</sup> <-> NH<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O. Dieses Gleichgewicht verschiebt sich mit zunehmender Temperatur und höheren pH-Werten in Richtung Ammoniak (NH<sub>3</sub>). In geschlossenen Systemen (wie annähernd in der Biogasanlage oder im Lager unter einer Schwimmschicht) kann das gasförmige Ammoniak nicht entweichen. Der Stickstoff bleibt hier vor allem als Ammonium erhalten. Ganz andere Verhältnisse entstehen während der Ausbringung der Dünger. Das System ist dann nicht

mehr geschlossen. Das sich bildende Ammoniak gelangt sofort in die Umgebungsluft und ist damit der Gleichgewichtsreaktion entzogen. Bei für Gülle und Gärresten typischen pH-Werten >6 wird Ammoniak bis zum vollständigen Verbrauch des Ammoniums nachgebildet. In diesem Fall wäre der Ammoniumanteil des Stickstoffs zu 100% verloren. Es fehlt dann der schnell verfügbare Stickstoff für die Pflanzenernährung. Der Verlust verschlechtert die N-Bilanz und wirkt zusätzlich dort schädlich eutrophierend, wo sich der Stickstoff unkontrollierbar wieder ablagert.

Im Interesse einer umweltschonenden Landwirtschaft muss deshalb die Ausbringung flüssiger organischer Dünger über-

dacht werden. Eine Einarbeitung in den Boden bewirkt durch die Reduzierung der Kontaktfläche zwischen Gülle/Gärrest und Umgebungsluft eine Emissionsverminderung. Außerdem werden NH<sup>4+</sup>-Ionen an Tonteilchen gebunden und so vor Ausgasung geschützt. Herkömmliche Ausbringungsverfahren verursachen höhere Ammoniakverluste je intensiver und großflächiger der Kontakt der Dünger mit der Luft ist (Übersicht). Extrem hohe Emissionen entstehen bei warmer und/oder windiger Witterung, geringer Infiltration in den Boden sowie bei hohen TS-Gehalten, NH<sup>4+</sup>-Konzentrationen und pH-Werten in Gülle oder Gärrest. Sie können auch mehrere Tage nach der Ausbringung anhalten (Grafik 1). Niederschläge während oder nach der Ausbringung und die sofortige Einarbeitung vermindern die Verluste.

**Akzeptable Verlustgrößen lassen sich nur mit vollständiger und tiefer Einarbeitung** oder unter optimalen Bedingungen (kein Wind, niedrige Temperaturen, Niederschlag während der Ausbringung) erreichen. Das ist nur vor der Mais- oder Sommergetreideaussaat im Frühjahr möglich. Zu Winterkulturen sind selbst mit den emissionsmindernden Schleppschuh- und Schlitzverfahren nur unter optimalen Bedingungen NH<sub>3</sub>-Verluste unter 50% erreichbar. Eine geringe Arbeitsbreite sowie potentielle Pflanzenbeschädigungen wirken ebenfalls ungünstig.

Sehr interessante Alternativen bieten Verfahren, die den pH-Wert der Gülle absenken. Bei pH-Werten unterhalb von 6 ist die Gleichgewichtsreaktion so weit in Richtung NH<sup>4+</sup> verschoben, dass kein NH<sub>3</sub> mehr gebildet wird. Der Stickstoff bleibt auch bei Luftkontakt im Dünger erhalten. Im Feldexperiment ließ sich nachweisen, dass allein durch die Ansäuerung von Gärresten die verfahrensbedingten NH<sub>3</sub>-Emissionen vollständig vermieden werden konnten. Bei einer Ausbringung mit Schleppschläuchen ohne Ansäuerung wurden noch nach drei Tagen erhöhte Werte festgestellt (Grafik 1).

**Positive Ertragseffekte.** Mehrjährige Versuchsergebnisse belegen weiterhin, dass Weizenpflanzen bei einer begrenzten N-Versorgung den

## Verfahrensbedingte N-Verluste\*

	NH <sub>3</sub> -N-Verluste in % des ausgebrachten NH <sub>4</sub> -N	NH <sub>3</sub> -N-Verluste in kg/ha N <sup>1)</sup>
<b>oberflächige Ausbringung</b>		
Prallteller <sup>2)</sup>	50–100	38–63
Schleppschlauch	40–80	25–50
Schleppschuh	20–60	13–38
Schlitztechnik	10–40	6–25
Ansäuerung	<10	<6
<b>Einarbeitung bei der Ausbringung</b>		
Güllegrubber	20–40	13–25
Gülle-Strip-Till	<10	<6

<sup>1)</sup> bei 25 m<sup>3</sup>/ha Ausbringungsmenge, 4 kg/m<sup>3</sup> N-Gehalt, 62,5% NH<sub>4</sub>-N (mittlere Tabellenwerte für Gärrest)

<sup>2)</sup> nach oben gerichtete Prallteller sind nicht mehr zulässig

\* Quellen: LWK-SH 2015, Döhler 2002 und Untersuchungen der Landesforschungsanstalt

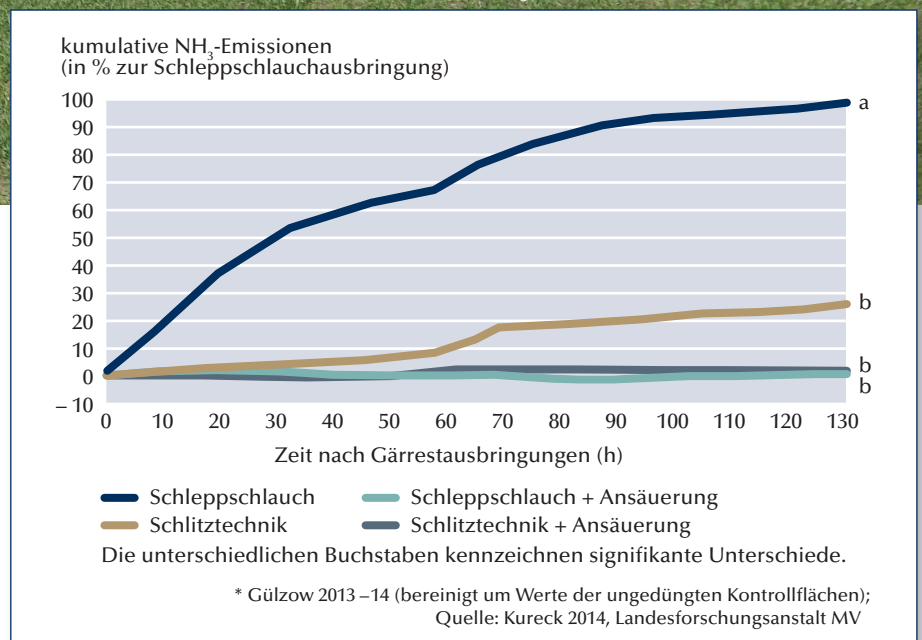


*In einem separaten Tank befindet sich die Schwefelsäure, die der Gülle je nach pH-Wert kontinuierlich beigemischt wird.*

durch die Ansäuerung zusätzlich erhaltenen Stickstoff zur Ertragsbildung nutzen. Im Versuch wurden zu Vegetationsbeginn 70 kg/ha NH<sub>4</sub>-N als Gärrest mit verschiedenen Verfahren ausgebracht. Die weitere Düngung erfolgte einheitlich mit Kalkamonsalpeter zu BBCH 30 und 37/39 mit 60 bzw. 40 kg/ha N. Im Mittel der drei Jahre betrug die Ertragssteigerung durch Ansäuerung 4 dt/ha und die Proteinerhöhung 0,3 Prozentpunkte (Grafik 2, Seite 70). Auch das Schlitzverfahren brachte im Vergleich zur reinen Schleppschlauchvariante Vorteile, blieb jedoch hinter dem Verfahren der Ansäuerung zurück. Ähnliche Ergebnisse sind aus anderen Forschungseinrichtungen (z. B. LfL Bayern, Universitäten Lüneburg und Kiel) bekannt und entsprechen auch Praxiserfahrungen aus Dänemark.

**Da es bei der Ansäuerung allein um die pH-Wert-Beeinflussung geht,** können theoretisch verschiedenste Säuren genutzt werden. Für die breite Praxis ist allerdings vor allem Schwefelsäure interessant, da sie aufgrund ihrer chemischen Eigenschaften ein besonders hohes Ansäuerungs-

Grafik 1: Verfahrensbedingte NH<sub>3</sub>-Emissionen\*



tential besitzt und vergleichsweise preiswert ist. Das bei der Anwendung entstehende Sulfat können Sie zusätzlich als voll pflanzenverfügbaren Nährstoff einplanen, so dass keine negativen Umweltwirkungen zu erwarten sind. Organische Säuren (Propion-/Essig-/Milchsäure), Salpeter- oder Salzsäure haben einen oder mehrere Nachteile. Sie wirken stark korrosiv, haben eine geringe Ansäuerungseffizienz (sehr viel höhere Mengen erforderlich), bilden oder enthalten unerwünschte Stoffe (zum Teil gesundheitsschädlich) und sind teurer als Schwefelsäure.

**Von einem einfachen Hineinschütten der Schwefelsäure in das Gülle- oder Gärrestlager sei allerdings dringend abgeraten.** Die Schwefelsäure ist hochkonzentriert, stark ätzend und unterliegt zu Recht strengen Sicherheitsauflagen. Außerdem wird bei dem Prozess aus dem Carbonatpuffer von Gülle/Gärrest Kohlendioxid gebildet, das je nach der vorhandenen Oberflächenspannung eine mehr oder weniger starke Schaumbildung und damit Volumenerhöhung verursacht.

Eine weitere Schwierigkeit entsteht durch die Pufferkapazität selbst. Bis zu

## Rechnet sich der Mehraufwand?

**Für eine ökonomische Bewertung der Ansäuerung müssen den N-Effizienzgewinnen die zusätzlichen Verfahrenskosten gegenübergestellt werden.** Der Kalkulation wurde das Ansäuerungsverfahren SyreN der Firma BioCover aus Dänemark zugrunde gelegt. Zusätzlich zur Gärrestausbringung entstehen laut Herstellerangaben für das Verfahren Kosten in Höhe von 0,5 €/m<sup>3</sup>. Die verwendete Schwefelsäure ist mit einem Preis von 0,33 €/l anzusetzen. Der Bedarf an Schwefelsäure liegt in Abhängigkeit vom Ausgangs-pH-Wert des organischen Düngers und seiner Pufferwirkung zwischen 0,5 und 3 l/m<sup>3</sup> Flüssigdünger.

Die im Versuch ermittelte Steigerung des Rohproteinertrages von ca. 0,7 dt/ha entspricht einem um 20% höheren Mineraldüngeräquivalent des Gärrestes bzw. einer Erhöhung der N-Effizienz der Gärrestdüngung um 12 kg/ha. Für die nachfolgende Kalkulation wird der Nährstoffwert dieser Stickstoffmenge angesetzt, da die mineralische Ergänzungsdüngung entsprechend reduziert werden kann. Bei höheren Verlustmin-

derungen verbessert sich das kalkulatorische Ergebnis. Die eingesetzte Schwefelsäure enthält 0,58 kg/l S. Dieses vollständig pflanzenverfügbare Sulfat kann zusätzlich als positiver Wert in die Berechnung eingehen.

Bei einer Kalkulation mit 0,65 €/kg Stickstoff, 0,25 €/kg Schwefel (abgeleitet von mittleren Preisen für Harnstoff und SSA im August 2014), 30 m<sup>3</sup> Ausbringungsmenge des Flüssigdüngers und einem mittleren Säureeinsatz von 2 l/m<sup>3</sup> Gärrest stehen demnach Kosten von 35 €/ha einem Nährstoffwert von insgesamt 29 €/ha gegenüber. Zusammengerechnet liegen die Kosten für das Verfahren mit Ansäuerung um 6 €/ha in diesem Beispiel über denen der reinen Schleppschlauchausbringung.

Die Vorteile der verbesserten Umweltleistung sowie ein reduzierter N-Saldo für den Landwirtschaftsbetrieb müssen bei diesem Vergleich mitbetrachtet werden, lassen sich monetär jedoch nicht bewerten. Durch die mit der Novellierung der Düngeverordnung einzuhaltenden Düngungsobergrenzen wird der ökonomische Vorteil der Effizienzgewinne weiter steigen.

einer bestimmten Menge, mit der ein Umschlagpunkt erreicht wird, wird die zugegebene Säure ohne wesentliche pH-Wert-Änderung abgepuffert. Bei weiterer Säurezugabe schlägt der pH-Wert sprunghaft um. Um Ätزشäden an den Kulturpflanzen zu vermeiden, ist ein pH-Wert

von 5,5 – 6 anzustreben. Eine kontinuierliche Messung sowie Vermischung sind deshalb zwingend notwendig und erfordern ein technisch ausgereiftes Verfahren.

### In Dänemark wurden zwei unterschiedliche Strategien zur technischen Umsetzung entwickelt.

Im ersten Fall liegt der Fokus ausschließlich auf der Vermeidung von Emissionsverlusten während der Ausbringung. In diesem Verfahren wird die Schwefelsäure in einem Tank mitgeführt und erst während der Fahrt auf dem Feld direkt in den Gülle-/Gärreststrom injiziert. Die Regulierung erfolgt durch eine begleitende pH-Messung während der Fahrt. Die Schaumbildung nach der Säurezugabe ist hier irrelevant.

Im zweiten Fall verfolgt man einen erweiterten Ansatz durch eine Ansäuerung bereits im Stall und Lager. Hier wird die Säure aus einem stationären Tank in den Güllekanal eingespeist. Eine kontinuierliche Säurezugabe geringer Dosierung auf der Grundlage ständiger pH-Messungen gewährleistet stabile Verhältnisse und vermeidet Schaumbildung. Da ein pH-Wert nicht unterhalb von 5,5 eingestellt wird, besteht keine Gefahr er-

höhter Korrosion in der Gülleanlage. Aus der Praxis wird sogar von geringeren Schäden aufgrund der verminderten Ammoniakbelastung berichtet. Die Vorteile dieses Systems liegen in der zusätzlichen Reduzierung von NH<sub>3</sub>-Emissionen im Stall, während der Lagerung sowie in der Verbesserung der Stallluft. Bei Vergärung der anfallenden Gülle in einer Biogasanlage ist die Erhöhung der Schwefelkonzentration allerdings problematisch.

Die Arbeitssicherheit im Umgang mit der Säure wird in beiden Fällen durch geschlossene Systeme gewährleistet.

**Fazit.** Oft sind die einfachsten Lösungen die besten, nur der Weg dahin ist manchmal steinig. Mit der Zugabe von Schwefelsäure zu Gülle bzw. Gärresten lassen sich nicht nur die Ammoniakemission reduzieren. Auch die Nährstoffe sind schneller pflanzenverfügbar und Ausbringungsverluste werden selbst ohne Einarbeitung fast vollständig vermieden.

Für eine breite Praxiseinführung dieser umweltschonenden Verfahren sind jetzt das Engagement innovativer Landwirte und Landtechniker sowie die Unterstützung durch Politik und Behörden gefragt. In Dänemark gehört die Ansäuerung von Gülle schon heute für viele Betriebe zum nachhaltigen Nährstoffmanagement. Das sollte auch in Deutschland gelingen.

*Dr. Ines Bull, Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, Gülzow*

## Grafik 2: Einfluss emissionsarmer Verfahren auf den Weizenantrag

