

*Klärschlämme und Reststoffe aus Biogasanlagen haben ein sehr enges C/N-Verhältnis. Dennoch ist ihre Stickstoffwirkung grundverschieden.*

Foto: Bilderbox

## Organische Stoffe bewerten

Wieviel Stickstoff steckt in Gülle, Fleisch-Knochenmehlen oder Reststoffen aus Biogasanlagen? Reinhold Gutser geht dieser Frage nach und erläutert, was davon kurzfristig für die Pflanze nutzbar ist.

**D**ie Verfügbarkeit von Stickstoff in organischen Düngern ist häufig eine Unbekannte in der Düngerplanung. Zum Einen »erinnert« sich der Boden viel länger als bei Mineraldüngern an die Düngungshistorie. Zum anderen stehen eine Vielzahl neuer organischer Dünger zur Verfügung, mit denen es erst wenig Erfahrungen gibt. Wie steht es beispielsweise um die Stickstoffverfügbarkeit von Fleisch-Knochenmehlen oder Abfällen aus Biogasanlagen? Aus der Wirkung lang bekannter organischer Dünger wie Stallmist oder

Gülle lassen sich auch die Stickstoffverfügbarkeit moderner organischer Düngestoffe wie Sekundärrohstoffdünger ohne und mit spezifischer Aufbereitung (z. B. Kompostierung, Biogastechnologie) relativ sicher vorhersagen. Der zeitlich richtige Einsatztermin organischer Dünger ist in der Regel durch den darin enthaltenen kurzfristig wirksamen Stickstoff vorgegeben.

Die folgenden Einschätzungen zur Stickstoffverfügbarkeit organischer Düngestoffe beziehen sich vorrangig auf Ackerflächen. Grundsätzliches ist

auch auf Grünland übertragbar. Deswegen Besonderheit liegt in dem intensiveren Umsatz der organischen Substanz im Wurzelfilz, der geringeren Kontaktfläche mit anorganischem Bodenmaterial, dem höheren Verlustrisiko für stickstoffhaltige Gase und der nahezu ganzjährigen Stickstoffaufnahme der Pflanzen.

**Der in organischen Düngern enthaltene Stickstoff geht überwiegend in den Bodenvorrat ein.** Die direkte Verwertung im Anwendungsjahr ist relativ gering zugunsten eines mittel- und längerfristig sich anreichernden Stickstoffvorrates im Boden. Der freigesetzte Bodenstickstoff bedient sehr wesentlich die wachsende Pflanze, stellt jedoch zwangsläufig auch ein Potenzial für Stickstoffverluste dar. Deshalb ist auch in einem langjährig optimierten System mit organischen Düngern die Stickstoffzufuhr mit einem 20–30%igen Zuschlag über die Stickstoffabfuhr hinaus zu bemessen. Mit steigendem Düngungslevel nehmen demnach die Größe des Stickstoffvorrates des Bodens und die Ertragssicherheit zu, allerdings auch die Risiken für höhere Stickstoffverluste. Mit ausschließlich organischer Düngung lässt sich das über Mineraldünger erzielbare Ertragsniveau daher nicht ohne hohe Stickstoffverluste erreichen. Deshalb stellt eine Kombina-

tion organischer Düngung mit mineralischer Ergänzung die zu bevorzugende Strategie dar.

Die beachtliche Langzeitwirkung der organischen Düngung blieb insbesondere in den Düngungssystemen tierhaltender Betriebe lange Zeit unberücksichtigt. Entsprechend stiegen die jährlichen Stickstoffüberschüsse in diesen Betrieben auf teilweise deutlich über 150 kg N/ha an. Während der letzten zehn Jahre wurde mittels düngerechtlicher Verordnungen und Beratung dieser steigende Trend gestoppt und die Stickstoffüberschüsse etwas verringert.

**Die Stickstoffverfügbarkeit organischer Dünger** wird nicht unwesentlich vom Standort (Boden, Klima), dem Fruchtbarkeitszustand der Böden (z.B. Umsatzaktivität), der angebauten Kultur (Wachstumsdauer in der wärmeren Jahreszeit), dem Düngungsniveau und der Aufteilung über die Jahre (jährliche oder über mehrere Jahre zusammengefasste Ausbringung) beeinflusst. Um objektivere Aussagen treffen zu können, wird die Stickstoffverfügbarkeit organischer Dünger relativ zu der Verfügbarkeit optimal eingesetzter mineralischer Dünger bewertet.

Die Vergleichszahl »Mineraldüngeräquivalente in %« (MDÄ) erlaubt die Menge an Mineraldüngerstickstoff zu ermitteln, welche durch den zugeführten organischen Dünger kurzfristig (d. h. im Jahr der Anwendung) ersetzt werden kann. Bei einem MDÄ von 30 % lassen sich demnach durch eine Zufuhr von 100 kg Gesamtstickstoff über organischen Dünger 30 kg N eines mineralischen Stickstoffdüngers einsparen.

Aus Dauerversuchen lässt sich neben der kurzfristigen Wirkung auch ein MDÄ für die mehrjährige Verfügbarkeit (Sofortwirkung plus Nachwirkung aus der Düngung früherer Jahre) ermitteln (Grafik 1, Seite 14). Für moderne Düngestoffe fehlen hierzu aber noch Versuchsergebnisse. Dünger mit einer relativ geringen Sofortverfügbarkeit (Stallmist, Biokompost) zeigen längerfristig eine deutliche Wirkungssteigerung, die auf die Stickstoffanreicherung des Bodens zurückzuführen ist.

**Der Anteil des mineralischen Stickstoffes** (Ammonium-N) am zugeführten Gesamtstickstoff steht in di-

## Bei organischen Düngern müssen Sie einen Abschlag von 20 % auf die Stickstoffzufuhr machen.

rektem Zusammenhang mit der Stickstoffverfügbarkeit. So ist die Stickstoffverfügbarkeit von Rindergülle (50 % NH<sub>4</sub>-N) besonders hoch. Der positive Effekt eines niedrigen C/N-Verhältnisses d. h. einer relativ stickstoffreichen organischen Substanz, zeigt sich im Falle des Klärschlammes (das C/N-Verhältnis war mit 5 das Niedrigste der untersuchten Dünger). Eine hohe kurzfristige Stickstoffverfügbarkeit kann daher auf zwei Ursachen zurückgeführt werden:

- einem hohen Anteil an mineralischem Stickstoff oder
- ein hoher Gehalt an abbaubarer stickstoffreicher organischer Substanz.

Hohe Anteile an mineralischem Stickstoff sind nur in aufbereiteter pflanzlicher oder tierischer Biomasse (Reststoffe, Abfälle) enthalten. Wenn stickstoffärmere (C/N-Verhältnis > 15) organische Substanz im Dünger mit enthalten ist, kann die Verfügbarkeit durch die Festlegung des mineralischen Stickstoffes in Mikroorganismeneiweiß eingeschränkt sein. Dieser Vorgang ist bei strohareichem Stallmist und Frischkomposten bekannt.

**Dünger mit hohem Stickstoffgehalt und niedrigem C/N-Quotient** sind beispielsweise tierische (C/N 3–4) und pflanzliche (z. T. über sechs Prozent Stickstoff) Biomasse wie Horn- und Fleischmehle oder Körnerschrote aus Leguminosen sowie Hühner trockenkot (Harnsäure-N) und Klärschlamm (C/N: 3–5; Mikroorganismeneiweiß).

Mineralische Stickstoffanteile in organischen Düngern unter 15–20 % sind als niedrig und über 50–60 % als hoch zu bewerten. Entscheidend für die Stickstofffreisetzung aus der orga-

### Parameter für die Stickstoffverfügbarkeit ausgewählter organischer Düngestoffe

Dünger	Anteil (NH <sub>4</sub> -N) in % vom Gesamt-N	C/N-Verhältnis	Abbaubarkeit der organischen Substanz	Kurzfristige N-Wirkung (MDÄ %)
Leguminosenschrote	0–5	10–13	gut	35–45
Horn-/Feder-/Ledermehle	0–5	3–4	gut	50–70
Schlempe	0–5	8–10	gut	30–35
Fleisch-Knochenmehle	5–10	4	sehr gut	60–80
Fleisch/Blutmehle	5–10	3–5	sehr gut	70–80
Gründüngung	0–10 (NO <sub>3</sub> -N)	10–30	gering-mittel	10–40
Biokomposte	0–15	13–20	gering	0–20
Stallmist	5–20	12–15	gering	10–20
Klärschlamm dick	5–20	6–8	mittel	15–30
Trockenkot (Huhn)	5–30 (Harnsäure!)	5	gut	60–70
Klärschlamm dünn	30–40	3–5	mittel	45–55
Gülle (Rind)	40–60	8	gering	35–45
<b>Biogasreststoffe*</b>				
Stoffe pflanzlicher Herkunft	35–60	5–8	gering	40–60
Kofermentation von Gülle mit landw. Produktionsabfällen	45–70	2–4	gering	50–70
pflanzlichen Abfällen	45–70	4–5	gering	50–70
pflanzl. und tier. Abfällen	45–70	2–3	gering	50–70
Gülle (Huhn)	60–80	4	mittel	70–85
Jauche	80–90	1–2	–	90–100

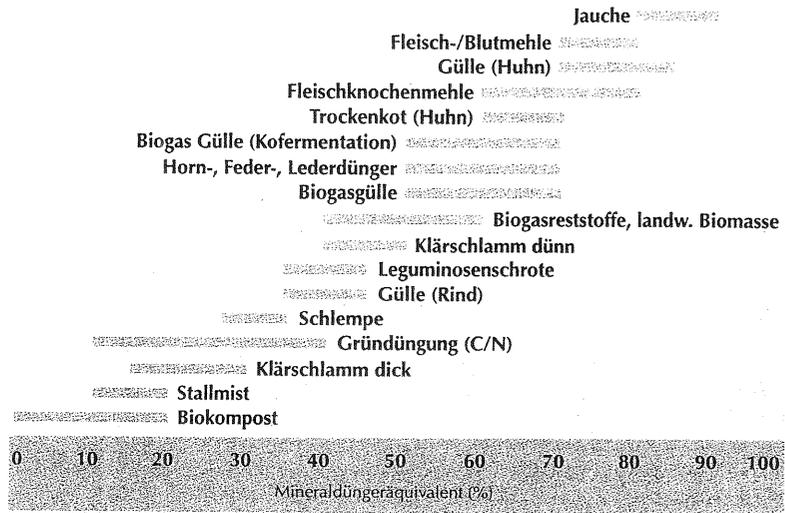
\* Orientierungswerte

nischen Substanz ist nicht das C/N-Verhältnis des Düngers insgesamt, sondern das C/N-Verhältnis der abbaubaren organischen Substanz. Letztere ist nur schwer zu bestimmen. Das C/N-Verhältnis der organischen Substanz lässt sich überschlägig aus dem C-Gehalt und dem organisch gebundenen Stickstoff ( $N_{org}$ ) abschätzen. Bei einem  $C/N_{org}$ -Verhältnis unter 6–7 ist mit einer hohen Stickstoffverwertung zu rechnen. Eine feine oder flüssige Aufbereitung gut verfügbarer organischer Düngersubstanzen kann zu deren rascher Stickstoffwirkung ebenfalls wesentlich beitragen.

**Das Aufbereitungsverfahren verändert pflanzliche und tierische Biomassen sowie Abfälle ganz erheblich.** Kompostierung und anaerobe Fermentation führen zu unterschiedlich zusammengesetzten Reststoffen mit Auswirkungen auf die kurzfristige Verfügbarkeit des enthaltenen Stickstoffes. Komposte weisen in der Regel niedrige Gehalte an Ammoniumstickstoff sowie eine stabile, relativ stickstoffarme organische Substanz mit sehr guter Humuswirkung auf. Die kurzfristige Stickstoffwirkung ist demnach sehr gering.

Reststoffe der Biogastechnologie enthalten hohe Mengen an Ammoniumstickstoff. Infolge der hohen Stabilität der verbliebenen organischen Substanz ist nur mit einer geringen Festlegung dieses mineralischen Stickstoffes im Boden zu rechnen. Die Konsequenz ist eine gute Stickstoffverfügbarkeit. Die für Biogasreststoffe typische flüssige Konsistenz trägt infolge der raschen Infiltration in den Boden auch bei ober-

**Grifik 2: Stickstoffverfügbarkeit organischer Dünger im Jahr der Anwendung\***



\* durchschnittliches Düngungsniveau: 100–140 kg Gesamtstickstoff je ha und Jahr

flächiger Ausbringung zur Sicherung dieser Stickstoffwirkung bei (verminderte Ammoniakverluste!). Die Separierung dickflüssiger Reststoffe verändert die Stickstoffverfügbarkeit des Dünnseparates in ähnlicher Weise.

**Die Stickstoffverfügbarkeit der organischen Dünger schwankt sehr stark** – ausgedrückt in MDÄ – von 0–90% (Grifik 2). Dies bedeutet, dass mit 100 kg zugeführtem Stickstoff im Anwendungsjahr bis zu 90 kg mineralischer Düngersstickstoff eingespart werden können. Hinzu kommt noch die Berücksichtigung der Nachlieferung aus der Düngung vorangegangener Jahre, die insbesondere bei

Äquivalenzwerten unter etwa 70% bedeutsam ist.

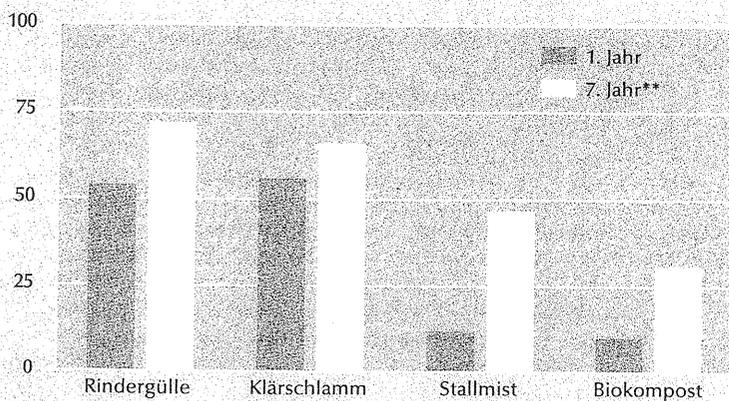
Diese Langzeitwirkung steigt an mit abnehmender kurzfristiger Stickstoffwirkung und natürlich mit der Dauer und der Höhe der Düngung. Nach längerjährigem Einsatz organischer Stickstoffdünger (z. B. 10–15 Jahre und mehr) kann die jährlich insgesamt wirksam werdende Düngermenge, also die Sofort- und die Langzeitwirkung, mit folgenden Faustzahlen kalkuliert werden:

- 40–50% der jährlichen Stickstoffgabe für organische Dünger mit MDÄ kleiner 20% (Übersicht Seite 13),
- 50–60% der jährlichen Stickstoffgabe für organische Dünger mit MDÄ von 20–40% und
- 60–70% der jährlichen Stickstoffgabe für organische Dünger mit MDÄ von 40–60%.

Einsparungen an mineralischem Düngersstickstoff sollten in der Düngungsplanung in entsprechender Höhe berücksichtigt werden. Diese Richtwerte können jedoch nur eine Orientierung sein. Zusätzliche Informationen für die Düngerbemessung können  $N_{min}$ -Untersuchungen zu Vegetationsbeginn liefern. Die reale Überschusssituation lässt sich aber nur aus den Stickstoffbilanzen ablesen. Diese sollten als objektive Entscheidungshilfe und Selbstkontrolle in die Düngungsplanung mit einbezogen werden.

*Dr. Reinhold Gutser, Lehrstuhl für Pflanzenernährung, TU München, Freising*

**Grifik 1: Mineraldüngeräquivalente\* (in %)**



\* Modellversuch im Gefäßversuch (ohne Auswaschung)

\*\* Nachwirkung der 6-jährigen Düngung + Sofortwirkung 7. Jahr

## So setzen Sie organische Dünger effizient ein

Aus der kurzfristigen Stickstoffverfügbarkeit und den hierfür maßgebenden Parametern lassen sich grundsätzliche Aussagen und Anforderungen zur sachgerechten Anwendung organischer Dünger ableiten:

- Für Dünger mit höheren Ammoniumgehalten (> 25 % des Gesamtstickstoffes) sollten Sie  $\text{NH}_3$ -konservierende Ausbringungstechniken einsetzen.
- Dünger mit einer kurzfristigen Stickstoffverfügbarkeit von über 30 % Mineraldüngeräquivalent sollten grundsätzlich unter das Ausbringungsverbot während der Wintermonate fallen. Der Aggregatzustand des Düngers (fest

oder flüssig) ist kein geeignetes Entscheidungskriterium, wenngleich positive Zusammenhänge zwischen Ammoniak- und Wassergehalten der Dünger vorliegen können.

- Für Dünger mit einem Mineraldüngeräquivalent über 30 % sollte eine fruchtspezifische Stickstoffbemessung erfolgen. Ein Zusammenfassen mehrjähriger Teilgaben in einer Jahresgabe entspricht nicht der guten Düngungspraxis.
- Die in der Düngeverordnung festgelegten jährlichen Höchstmengen beziehen sich auf Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft. Darin sind die höheren Stickstoffverluste tierhaltender Betriebe

ebenso berücksichtigt wie bislang überwiegend ökonomisch ausgerichtete Beratungsrichtlinien zur Entwicklungsfähigkeit von Betrieben (Größe des Tierbestandes).

- Der Einsatz organischer Sekundärrohstoffdünger darf die Stickstoffeffizienz und das Verlustpotenzial für Stickstoffausträge in die Umwelt keinesfalls verschlechtern. Deshalb sollten auch für diese Düngemittel jährliche Höchstmengen gelten.
- Die Biogastechnologie gewinnt in der Landwirtschaft zunehmend an Bedeutung. Die Stickstoffwirkung der Reststoffe dieser Technologie ist gut abschätzbar. Sie eignen

sich zur gezielten Steuerung des Pflanzenwachstums und können somit innerbetrieblich gut verwertet werden. Deshalb kann die jährliche Stickstoffgabe auf eine Höchstmenge von 120–150 kg N/ha begrenzt werden. Damit bleibt noch Freiraum für eine vegetationsbegleitende mineralische Stickstoffergänzung. Ammoniak-konservierende Verwertungsstrategien, vegetationsbegleitende Teilgaben und gegebenenfalls der Einsatz moderner Nitrifikationshemmer bieten die Voraussetzung, um die geforderte Stickstoffeffizienz und Umweltqualität zu realisieren.