

**top  
agrar**

Schutzgebühr 7 €

# **SPEZIAL**

## *Düngung*



KLIMA

**Neue  
Richtlinie  
fordert mehr  
Effizienz**

Hilft bei  
**Extremniederschlägen.**



**ALZON<sup>®</sup> neo-N**

Der Allwetterdünger



**Jetzt ansehen!**  
www.alzon-neo-N.de/#wirkprinzip  
+49 (0) 3491 68-3000

**skw.**  
PIESTERITZ

EIN UNTERNEHMEN DER AGROFERT GROUP

„Vom effizienten Nährstoff-  
management profitieren  
Umwelt und Betrieb.“



Foto: Heil

△ Anne Katrin Rohlmann, top agrar

## Effizienz ist gefragt

► Düngeverordnung (DüV) und NEC-Richtlinie erhöhen mehr denn je den Druck auf die Landwirtschaft, Stickstoffverluste zu senken. Die Prämisse: Effizienz steigern – mehr Stickstoff an die Pflanze statt ins Wasser und in die Luft. Stand bisher überwiegend Nitrat im Fokus, rücken Ammoniakverluste nun nach.

Dabei sind die Verluste aus Wirtschaftsdüngern ein wesentlicher Aspekt. Um diesen entgegenzuwirken, schreibt die DüV ab diesem Jahr die streifenförmige Ausbringung vor. Wir zeigen, wie die einzelnen Techniken zu bewerten sind. Doch auch Verfahren wie die Ansäuerung entpuppen sich als praxistauglich und vielversprechend, um Stickstoffverluste zu reduzieren und Erträge zu steigern.

Neu ist, dass ab 2020 auch Auflagen für Mineraldünger bestehen. Für Harnstoff gilt zukünftig eine Einarbeitungspflicht. Wird Harnstoff weiterhin oberflächlich angewendet, ist ein Ureaseinhibitor Pflicht.

Doch Obacht! Bei der Qualität dieser Dünger gibt es Unterschiede, die sich teils erheblich auf die Streueigenschaften auswirken. Ertragsrelevante Streufehler kann sich kein Betrieb in der heutigen angespannten Lage leisten. Wir zeigen, mit welchen Möglichkeiten Sie gegensteuern können.

Neben Urease- sind auch Nitrifikationsinhibitoren Bausteine für effiziente Düngestrategien. Dass es keine Pauschallösung gibt und worauf man achten sollte, erfahren Sie im Heft.

Die Politik hat die Anforderungen an die Landwirtschaft klar definiert. Nun gilt es für die Betriebe, sich neue Lösungen zunutze zu machen. Denn lässt sich Stickstoffeffizienz praxistauglich umsetzen, hilft das auch dem Betrieb.

## INHALT

### EINLEITUNG

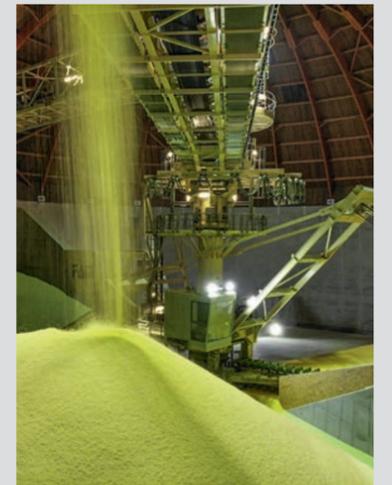
- 4 Düngung trifft auf Klimaziele
- 7 Impressum

### ORGANISCH DÜNGEN

- 8 Interview: Wie können wir Emissionen vermeiden?
- 10 Präzise mit Gülle düngen
- 16 Sauer macht lustig ...
- 20 Mehr Gülle-Stickstoff an die Pflanze

### MINERALISCH DÜNGEN

- 22 Ureaseinhibitoren – was bedeutet das?



△ Für nicht eingearbeiteten Harnstoff gilt ab 2020 eine Ureaseinhibitorpflicht.

- 24 Mit Side-Dressing direkt an die Wurzel
- 26 Kluge Einsatzstrategien für stabilisierte Dünger
- 30 Flexibel düngen dank N-Stabilisierung
- 33 Ausbringung – auf jedes Korn kommt es an



# Düngung trifft auf Klimaziele

Weniger Luftschadstoffe durch weniger Ammoniakemission – das ist ein Ziel der europäischen NEC-Richtlinie. Für die Düngung heißt das: Wir müssen noch effizienter werden.

Die Luft rein halten ist ein Kernziel internationaler Klimaabkommen. Hierzu gehört das Luftreinhalteprotokoll (Göteborg-Protokoll) der UN-Wirtschaftskommission. Die Umsetzung des Protokolls in der EU regelt die „Richtlinie zu nationalen Obergrenzen für Emissionen“, die sogenannte NEC-Richtlinie. Und die hat es in sich.

## WAS BESAGT DIE RICHTLINIE?

Die EU will mit der im Dezember 2016 neu überarbeiteten NEC-Richtlinie die Luftqualität in den Mitgliedstaaten verbessern, um negative Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und Umwelt zu senken. Dazu hat sie für alle EU-Staaten verpflichtend Emissionsreduktionen für die folgenden fünf Stoffe festgelegt:

- Stickstoffoxide (NO<sub>x</sub>),
- flüchtige organische Verbindungen (ohne Methan),
- Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>),
- Feinstaub (PM) und
- Ammoniak (NH<sub>3</sub>).

Mit welchen Maßnahmen die EU-Mitgliedstaaten die Emissionen dieser Schadstoffe senken wollen, müssen sie laut Richtlinie in nationalen Luftreinhalteprogrammen festlegen. Zudem gibt die EU Zeiträume vor (von 2020 bis 2029 und ab 2030), in denen Reduktionsziele, welche die Staaten zusammen mit der EU festlegen, erreicht sein müssen. Um nachweisbare Fortschritte bei den Verpflichtungen für 2030 sicherzustellen, sollen die Staaten auch Ziele für 2025 bestimmen, die technisch umsetzbar und nicht mit un-

## SCHNELL GELESEN

**Mit der NEC-Richtlinie** verpflichtet Brüssel die Mitgliedstaaten, sogenannte Luftreinhalteprogramme festzulegen.

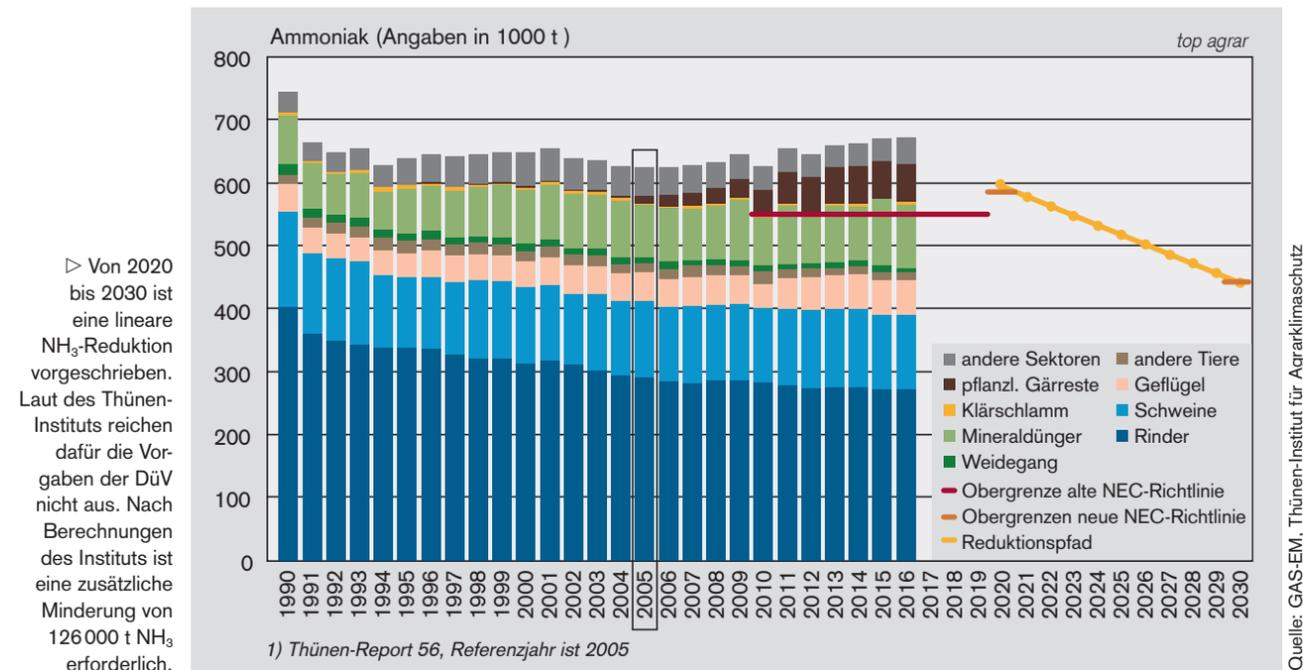
**Für Ammoniak** gilt eine Minderungsstrategie, die sich über die DüV allein langfristig nicht erreichen lässt.

**Maßnahmen** für weniger NH<sub>3</sub>-Emission schlägt das Thünen-Institut vor.

verhältnismäßig hohen Kosten verbunden sind.

Derartige Zielvorgaben gibt es für jeden der genannten Schadstoffe. Somit betreffen sie unterschiedliche Sektoren

ÜBERSICHT 1: ENTWICKLUNG DER AMMONIAKEMISSIONEN IN DEUTSCHLAND<sup>1)</sup>



wie Energie, Industrie, Straßenverkehr und Landwirtschaft mit verschiedenen Anteilen.

Die NEC-Richtlinie verpflichtet die Staaten zudem, der EU-Kommission alle vier Jahre ihre Luftreinhalteprogramme zu übermitteln, damit sie die Umsetzung prüfen kann.

**AMMONIAK – EIN STOFF AUS DER LANDWIRTSCHAFT**

Für die Landwirtschaft sind vor allem die in der Richtlinie geforderten NH<sub>3</sub>-Reduktionen eine enorme Herausforderung. Sie entstehen z.B. in der Tierhaltung oder während der Gülleausbringung. Warum NH<sub>3</sub> als Schadstoff eingestuft wird, entnehmen Sie dem Text „Ammoniak“ auf Seite 7.

Insgesamt kommen nach Angaben des Thünen-Instituts 95 % aller NH<sub>3</sub>-Emissionen in Deutschland aus der Landwirtschaft. Aus welchen Bereichen sie stammen, ist in Übersicht 1 auf Seite 5 dargestellt. Demnach entstehen die meisten NH<sub>3</sub>-Emissionen in der Rinder-, gefolgt von der Schweinehaltung. Die Höhe bzw. Menge dieser Emissionen berechnet das Institut anhand eines Modellsystems (Gas-EM).

Um die Vorgaben der NEC-Richtlinie zu erfüllen, hat das Bundeskabinett kürzlich beschlossen, die NH<sub>3</sub>-Emissionen in Deutschland bis zum Jahr 2020 um 5 % bezogen auf das Basisjahr 2005 zu senken. Bis 2030 wurde eine 29 %ige Reduzierung festgelegt, die weit über dem EU-Durchschnitt von 19 % liegt.

Konkret in Zahlen heißt das, dass die NH<sub>3</sub>-Gesamtemission in Deutschland von 614 000 t (Basis 2005) bis zum Jahr 2020 in einem ersten Schritt auf 583 000 t sinken muss. Das entspricht der geforderten Reduktion von 5 %. Im Jahr 2030 darf die gesamte NH<sub>3</sub>-Emission (inklusive Gärreste) dann bei nur noch 444 000 t liegen.

**REDUKTIONSZIEL IST EINE MAMMUTAUFGABE**

Um diese Minderungsziele zu erreichen, hat das Thünen-Institut im Rahmen des nationalen Luftreinhalteprogramms untersucht, wie bestimmte Maßnahmen auf den NH<sub>3</sub>-Ausstoß wirken. Hier das Ergebnis ihrer sogenannten Thünen-Baseline-Projektion:

• Wegen der Novelle der DüV hält Deutschland das kurzfristige NH<sub>3</sub>-Minderungsziel bis 2020 voraussichtlich ein.

• Das langfristige Minderungsziel von 444 000 t bis 2030 lässt sich nach der Thünen-Projektion mit der DüV allein nicht erreichen. Im linearen Minderungspfad zwischen 2020 und 2030 müssten demnach 126 000 t NH<sub>3</sub> zusätzlich zur DüV wegfallen. Dazu seien weitere Schritte erforderlich.

Welche weiterführenden Maßnahmen das Institut vorschlägt, um das Reduktionsziel 2030 erreichen zu können, und wie es deren NH<sub>3</sub>-Minderungspotenzial beurteilt, entnehmen Sie der Übersicht 2. Bei den berechneten Zahlen gibt das Thünen-Institut zu bedenken, dass das dargestellte Maßnahmenpaket aus miteinander wechselwirkenden Einzelmaßnahmen besteht. Ein Beispiel: Eine Emissionsminderung in Stall und Lager führt dazu, dass mehr Stickstoff mit dem Wirtschaftsdünger ausgebracht wird und dadurch zusätzliche NH<sub>3</sub>-Emissionen auf Acker- und Grünland auftreten können. In der Berechnung seien solche Wechselwirkungen berücksichtigt.

Zudem würden die in der Übersicht angegebenen Minderungspotenziale jeweils die zusätzliche Wirkung der Maßnahme unter der Annahme angeben, dass alle davor gelisteten Maßnahmen bereits umgesetzt wurden. Das heißt: Die Zahlen hängen von der Reihenfolge der Berechnungen ab.

Das Thünen-Institut räumt aber auch ein, dass ihre Baseline-Projektion einige Unsicherheiten beinhaltet. So sei nicht exakt vorherzusagen, wie sich z.B. die



Foto: EU Kommission

△ Die NEC-Richtlinie aus Brüssel wird sich stark auf künftige Düngestrategien auswirken.

Milchproduktion, der Einsatz mineralischer Dünger oder der Anfall pflanzlicher Gärreste entwickelt.

**WEITREICHENDE FOLGEN FÜR DIE DÜNGEPRAXIS**

Die bereits geltende NEC-Richtlinie mit ihren NH<sub>3</sub>-Minderungszielen wird sich enorm auf die künftige Düngepraxis und auf die Tierhaltung in Deutschland auswirken. Die Landesbauernverbände befürchten Strukturbrüche und Betriebsaufgaben aufgrund der aus ihrer Sicht überzogenen Minderungsziele.

Doch eins steht fest: Weil die Richtlinie innerhalb der EU bindend ist und Deutschland sein nationales Luftreinhalteprogramm bereits verabschiedet hat, steigt der Druck noch weiter, die Nährstoffe effizient an die Pflanze zu

bringen. Wie das gelingen kann und welche neuen Regelungen schon jetzt über die DüV zu beachten sind, wird in den folgenden Beiträgen dargestellt. Dabei geht es um

- neue und exakte Ausbringetechniken,
- Möglichkeiten der Emissionsminderung durch Ansäuern von Wirtschaftsdüngern,
- Hinweise beim Einsatz von Harnstoff mit Ureaseinhibitoren,
- alternative Düngeverfahren wie das sogenannte Side-Dressing oder
- kluge Einsatzstrategien für stabilisierte Dünger inklusive Praxiserfahrungen.

© matthias.broeker@topagrar.com

**AMMONIAK**

**Warum wirkt NH<sub>3</sub> gesundheitsschädlich?**

Laut Thünen-Institut zählt Ammoniak (NH<sub>3</sub>) zu den wichtigsten Luftschadstoffen, die Ökosysteme und Menschen belasten. So ziehen NH<sub>3</sub>-Emissionen eine Versauerung und Eutrophierung von Böden, Gewässern und empfindlichen Lebensräumen wie Wäldern und Mooren nach sich. Gesundheitsgefährdend sei die Reaktion von NH<sub>3</sub> mit Schwefel und Stickoxiden, wodurch sekundär Fein- und Feinstaub entstehe.

Aus den N-Depositionen, die vor allem aus NH<sub>3</sub>-Emissionen stammen, kommt es zudem zu klimaschädlichen Lachgasemissionen, so das Institut weiter. Diese werden der Landwirtschaft als indirekte Emission zugeschrieben.

**ÜBERSICHT 2: VORSCHLAG FÜR MASSNAHMEN, UM DIE NEC-RICHTLINIE ZU ERFÜLLEN<sup>1)</sup>**

Maßnahmen, um den Ammoniakausstoß zu mindern <sup>2)</sup>			Minderungspotenzial		
			2020	2025	2030
Baseline	Harnstoff wird innerhalb von 4 h eingearbeitet oder mit Ureaseinhibitor stabilisiert	DüV (2017)	bereits in der Baseline bewertet		
	Kein Einsatz von Breitverteilern bei flüssigen Wirtschaftsdüngern auf bestelltem Acker- oder Grünland				
	Einarbeitung von Geflügelmist auf unbestelltem Ackerland innerhalb von 4 h				
Paket weiterführender Maßnahmen/Optionen	Kein Einsatz von Breitverteilern auf unbestelltem Ackerland	Düngerecht <sup>3)</sup> bzw. Fördermaßnahmen		-3	-6
	Sofortige Einarbeitung (<1 h) flüssiger Wirtschaftsdünger auf unbestelltem Ackerland			-7	-6
	Sofortige Einarbeitung (<1 h) fester Wirtschaftsdünger auf unbestelltem Ackerland			-5	-16
	Nicht abgedeckte Außenlager für Gülle/Gärreste werden mindestens mit Folie oder vergleichbarer Technik abgedeckt	untergesetzliche immissionsschutzrechtliche Regelungen (hier: TA Luft-Entwurf, Stand: 16.7.2018) bzw. Fördermaßnahmen		-4	-8
	In nach BImSchG genehmigungspflichtigen Ställen 20 % Emissionsminderung durch N-reduzierte Fütterung oder 70 % Emissionsminderung z. B. durch Abluftreinigung oder weitere systemintegrierte Maßnahmen wie z. B. Gülleneutralisation in Stall und Lager, Güllekühlung oder Verkleinerung der Güllekanäle			-3	-16
	Ausbringung flüssiger Wirtschaftsdünger auf bestelltem Acker und Grünland nur mit Injektions-/Schlitztechniken bzw. Neutralisation durch Säurezugabe	Düngerecht <sup>3)</sup> bzw. Fördermaßnahmen		-16	-48
	50 % der Unterfurlagerung von Gülle wird durch Außenlager mindestens mit Folienabdeckung ersetzt	untergesetzliche Regelung bzw. Fördermaßnahmen		-1	-2
	5 %-Minderung der N-Ausscheidung durch optimierte, N-angepasste Fütterung bei Rindern			-5	-9
	Systemintegrierte Maßnahmen in Stall und Lager für Rinder (ab 100 Rindern, 25 % Emissionsminderung)			-4	-9
	Reduktion des Gesamtbilanzüberschusses um 20 kg N/ha (Reduzierung anrechenbarer Verluste, Verringerung des Einsatzes von mineralischen N-Düngern)	Düngerecht <sup>3)</sup> bzw. Fördermaßnahmen		-12	-13
<b>NH<sub>3</sub>-Minderungswirkung des Pakets der weiterführenden Maßnahmenoptionen</b>			<b>-60</b>	<b>-133</b>	

1) Vorschlag des Thünen-Instituts; 2) Laut der Thünen-Baseline-Projektion werden die Reduktionsziele der NEC-Richtlinie in den Jahren 2025 und 2030 nicht erreicht. Trotz der Umsetzung bereits beschlossener Maßnahmen (DüV) wird das Reduktionsziel der NH<sub>3</sub>-Emission 2025 nach den Berechnungen um 61 000 t und 2030 um 126 000 t verfehlt. Die dargestellten Maßnahmen sollen die Differenz schließen. Die Angaben sind in 1 000 t; 3) mit Ausnahmeregelungen für Klein- und Kleinstbetriebe. top agrar; Quelle: BMU

△ Die Ausbringung und Lagerung von Wirtschaftsdüngern sowie die Abluftreinigung sind zentrale Elemente des Maßnahmenpakets des Thünen-Instituts zur Einhaltung der NEC-Richtlinie.

**IMPRESSUM**

Verlagsbeilage „top Spezial Düngung“ in der Ausgabe 2/2020 von top agrar

**Redaktion:** Matthias Bröker (mb), Alfons Deter (ad), Andreas Huesmann (ah), Anne Katrin Rohlmann (akr), Florian Tastowe (ft)

**Redaktionsanschrift:** top agrar, Hülsebrockstraße 2–8, 48165 Münster, Telefon: +49 2501 8016400, Fax: +49 2501 801654, E-Mail: redaktion@topagrar.com

**Chefredakteure:** Guido Höner, Matthias Schulze Steinmann

**Titelbild:** Guido Höner

**Layout:** Dilan Atalan

**Verlag:** Landwirtschaftsverlag GmbH, Hülsebrockstraße 2–8, 48165 Münster, Telefon: +49 2501 8010

**Geschäftsführer:** Werner Gehring, Dr. Ludger Schulze Pals, Malte Schwerdtfeger

**Publisher:** Reinhard Geissel

**Leiterin Vertriebsmarketing:** Sylvia Jäger

**Leiter Vertriebsmanagement:** Paul Pankoke

**Leiter Media Sales und verantwortlich für den Anzeigenteil:** Dr. Peter Wiggers

**Anzeigendisposition:** Andre Schürmann, Tel.: +49 2501 8013350

**Anzeigenmarketing:** Jens Winkelkötter, E-Mail: marketing@topagrar.com, Telefon: +49 2501 80118500

# Wie können wir Emissionen vermeiden?

Bis 2030 muss die Landwirtschaft die NH<sub>3</sub>-Emissionen deutlich reduzieren. Welche Ansätze erfolgversprechend sind, erklärt Helmut Döhler (Döhler Agrar).

Sie gelten als einer der Ersten, die nationale Ammoniakemissionen erfasst und berechnet haben. Seit wann ist das Ausmaß der Ammoniakemissionen in Deutschland bekannt?

**Döhler:** Ich habe umfangreiche Untersuchungen zu Ammoniakemissionen (NH<sub>3</sub>) der Güllewirtschaft und erste überschlägige Berechnungen für nationale Emissionen bereits in den 1980er-Jahren durchgeführt. Eine genauere Methodik hierfür habe ich dann Mitte der 90er-Jahre entwickelt. Später haben wir gemeinsam mit der damaligen FAL in Braunschweig ein erstes vollständiges NH<sub>3</sub>-Emissionsinventar auf Landkreisebene berechnet. Seitdem wird dies jährlich vom Thünen-Institut fortgeschrieben.

Die NEC-Richtlinie schreibt eine deutliche Senkung der NH<sub>3</sub>-Emissionen bis 2030 vor. Wer ist Verursacher dieser Emissionen und welchen Anteil hat die Landwirtschaft daran?

**Döhler:** Die deutsche Bundesregierung hat sich verpflichtet, die NH<sub>3</sub>-Emissionen bis 2030 im Vergleich zu 2005 um 29 % zu reduzieren, d.h. die Emissionen dürfen dann nur noch 444 000 t (= 444 kt) pro Jahr betragen. Derzeit sind es etwa 670 kt.

Hauptemittent ist die Landwirtschaft. Die Industrie trägt nach Angaben des Bundesumweltministeriums nur mit 40 kt zu diesen Emissionen bei. Im Agrarsektor produziert die Tierhaltung am meisten NH<sub>3</sub>. Die Emissionen entstehen im Stall, im Lager und bei der Ausbringung.

Darüber hinaus tragen auch die Mineraldüngung und die Biomassewirtschaft, überwiegend wohl die Biogasanlagen mit der Gärrestausbringung, zu den Emissionen bei. Zu betonen ist, dass die Höhe der Emissionen aus den Mineraldüngern mit hoher

Wahrscheinlichkeit deutlich überschätzt wird. Die internationalen Vorschriften lassen hier derzeit aber kaum andere Berechnungen zu.

Das Problem ist offensichtlich schon lange bekannt. Ließen sich bereits Erfolge erzielen?

**Döhler:** Faktisch haben sich die Gesamtemissionen Deutschlands seit 1991 kaum verändert. Zwar gibt es Minderungen bei der Lagerung und Ausbringung von Wirtschaftsdüngern, jedoch werden diese kompensiert durch die Zunahme des Biomasseanbaus und durch die rechnerisch zunehmenden Mineraldüngerverluste. Diese haben sich jedoch eher auf dem Papier erhöht – hauptsächlich durch geänderte Rechenvorschriften.

Wie viel NH<sub>3</sub> geht, abhängig von der Gülleart, bei der Lagerung im Stall verloren?

**Döhler:** Die Ammoniakemissionen in Deutschland verteilen sich auf Stall (190 kt), Lagerung (77 kt), Ausbringung (239 kt) und Weide (8 kt). Die Ställe machen also mehr als ein Drittel aus. Auf Schweine entfällt davon ebenfalls etwa ein Drittel (pro Schweinemastplatz sind das etwa 3 kg N). Bei Rindern ist das im Verhältnis deutlich geringer. Dafür sind die Emissionen bei Rindergüllen nach der Ausbringung aber wesentlich höher als bei Schweinen.

Die Optionen zur Emissionsminderung sind vielfältig. Momentan arbeiten wir in unserem Unternehmen an Schweineställen mit „Toilettenbereichen“. Damit kann man erhebliche Minderungen erzielen.

Einige Landwirte nutzen Güllezusätze, um die NH<sub>3</sub>-Emission zu reduzieren. Dazu gehören z. B. Säuren, Tonmine-

rale oder Bakterienkulturen. Helfen diese aus Ihrer Sicht? Wenn ja, welcher Zusatz ist zu empfehlen?

**Döhler:** Es werden seit vielen Jahrzehnten Güllezusätze angeboten. Aber nur Säuren haben sich als sehr wirksame Maßnahme herausgestellt. Das bestätigen auch jüngste Untersuchungen, die in Bayern durchgeführt werden. Das soll allerdings nicht heißen, dass es keine anderen wirkungsvollen Zusätze gibt. Nach derzeitigem Stand ist aber außer Säure nichts Praxistaugliches auf dem Markt.

Wir (Döhler Agrar) arbeiten derzeit an einem Zusatz, der sofort nach der Ausscheidung den Exkrementen zugegeben werden muss. Im Labor ließen sich damit sehr gute Erfolge erzielen. Dazu wird es in Kürze weitere Infos geben.

Das Ansäuern von Gülle ist nicht unumstritten. Um welche Probleme geht es? Gibt es Lösungen oder Forschungsansätze dazu?

**Döhler:** Das Ansäuern von Gülle ist in Dänemark sehr gut erforscht. Dort werden bereits mehr als 20 % der Gülle damit behandelt. Ich selbst habe hierzu Versuche in den 1980er-Jahren durch-

## SCHNELL GELESEN

**Die Ammoniakemissionen** müssen bis 2030 um 29 % reduziert werden (gegenüber dem Basisjahr 2005).

**Erhebliche Verluste** entstehen im Lager. Abdeckungen können sie um 70 bis 95 % vermindern.

**Wirtschaftlich interessanter** ist es, in effiziente Ausbringungstechniken zu investieren.



Foto: Döhler

△ Helmut Döhler beschäftigt sich schon seit den 80er-Jahren mit Ammoniakemissionen.

geführt. Die Ergebnisse decken sich mit denen aus Dänemark. Die Emissionen lassen sich je nach Säuremenge bis auf null reduzieren. Aktuelle Forschungen in Deutschland bringen dieselben Ergebnisse hervor.

Kritikpunkte sind derzeit sicherheitstechnische Aspekte (allerdings werden vollautomatische Dosiersysteme installiert, die ohne Kontakt mit der Säure zu bedienen sind), die Betonfestigkeit gegen Säureangriff (bis zu einem pH-Wert von 5,5 sollten die Betone in Deutschland aber robust genug sein) und rechtliche Hemmnisse. Letztere sind klärungsbedürftig. Streng genommen verlieren wir den Status des Wirtschaftsdüngers, wenn wir Gülle ansäuern. Dies rechtlich zu ändern ist eine Sache des politischen Willens.

Weiter wird argumentiert, dass zu viel Sulfat mit der Säure auf die Böden gelangt. Das lässt sich durch ein gutes Management lösen. Es muss ja nicht jede Güllegabe angesäuert werden.

Die Ansäuierung wird als wichtige Emissionsminderungsmaßnahme im

nationalen Luftreinhalteplan vom Mai 2019 geführt. Meint die Politik das ernst, muss sie Planungssicherheit schaffen.

Wie sollte eine optimale Gülle-/Gärrestlagerung aussehen, um möglichst viel NH<sub>3</sub>-Ausgasung zu verhindern?

**Döhler:** Lagerbehälter für Gülle lassen sich abdecken mit Schwimmelementen, Folien, Zeltächern oder festen Abdeckungen. Wird nicht zu oft homogenisiert, kann auch Häckselstroh aufgeblasen werden. Mit all den Systemen ist es möglich, die Emissionen im Lager um 70 bis 95 % zu mindern.

Wie sollte man homogenisieren, um dabei möglichst wenig NH<sub>3</sub> freizusetzen? Sollte man auf zwischenzeitliches Rühren verzichten?

**Döhler:** Bei mit festen Materialien abgedeckten Lagerbehältern spielt die Homogenisierung kaum eine Rolle. Bei nicht bedeckter oder mit Stroh und Schwimmelementen abgedeckter Gülle sowie bei natürlichen Schwimm-

„Die Gülleansäuerung ist eine effiziente Maßnahme, um Verluste zu verringern.“

Helmut Döhler

decken gilt es allerdings, ein häufiges Homogenisieren zu vermeiden. Wer übers Jahr regelmäßig und häufig Gülle ausbringt, sollte sich daher für eine Schwimmfolie, ein Zeltdach oder eine feste Abdeckung entscheiden.

Vor allem bei der Ausbringung entstehen hohe Verluste. Um wie viel Prozent können effiziente Techniken diese reduzieren? Bei welchen Güllearten sind die Effekte am höchsten?

**Döhler:** Die Ausbringungsverluste sind sehr bedeutend, besonders bei der Rinderhaltung. Die sofortige Einarbeitung ist am wirksamsten. Schleppschläuche reduzieren die Verluste gegenüber dem Prallteller um 10 bis 30 %, in hohen Getreidebeständen um über 50 %. Schleppschuhe senken sie um 40 %, Schlitztechniken um 60 bis 80 %.

Ist es auch wirtschaftlich sinnvoll, die NH<sub>3</sub>-Emissionen so weit wie möglich zu senken?

**Döhler:** Ja, vor allem bei der Ausbringung von Rinder- und Schweinegülle. Am wirtschaftlichsten sind die direkte Einarbeitung oder bandförmige Ausbringtechniken wie Schleppschlauch und Schleppschuh.

Verfahren, die langsames Fahren und/oder geringere Flächenleistungen bedingen, wie Strip Till oder Schlitzgeräte, sind weniger kosteneffizient. Strip Till kann aber wegen der Einsparung von Unterfußdüngern wirtschaftlich interessant sein.

Die Abdeckung von Schweinegüllebehältern ist nahe an der Wirtschaftlichkeitsschwelle, bei Rindergülle dagegen eher darüber. Maßnahmen im Stall verursachen meist hohe Investitionen, die nicht durch überbetriebliches Management hoch ausgelastet werden können. Sie verursachen daher die höchsten Kosten, die immer höher sind als der Gewinn an Stickstoff.

© anne-katrin.rohlmann@topagrar.com

# Präzise mit Gülle düngen

Die Nährstoffe schwanken von Gülle zu Gülle oder sogar von Fass zu Fass. NIRS-Sensoren können die Gülle analysieren. Zusammen mit der passenden Ausbringtechnik lässt sich so Dünger sparen.

Die Nährstoffe müssen effizient mit der richtigen Menge an die Pflanze gebracht werden. Mit Gülle oder Gärresten ist das jedoch gar nicht so einfach. Denn die Nährstoffgehalte der Wirtschaftsdünger schwanken in der Regel von Fass zu Fass. Wer dann noch einen einfachen Prallteller bei der Ausbringung nutzt, stellt den Pflanzen sicherlich nicht die optimale Nährstoffmenge zur Verfügung – ganz zu schweigen von den höheren Ausbringverlusten und den damit verbundenen Düngekosten.

## NEUE GÜLLETECHNIK FÜR MEHR EFFIZIENZ

Diese Probleme haben auch die Landtechnikhersteller erkannt. Neue Analyse- und Ausbringtechniken sollen dafür sorgen, dass die Nährstoffe der Gülle dort ankommen, wo sie gebraucht werden: an der Pflanze.

Wir haben uns angesehen, welche Nährstoffsensoren bereits auf dem Markt sind und welche Technik vielleicht demnächst den Markt noch aufmischen könnte.

Auch die aktuell verfügbaren Ausbringungstechniken haben wir für Sie genau analysiert. Wir stellen diese mit ihren Vor- und Nachteilen in unserer Übersicht ab Seite 14 vor.

## WELCHE NÄHRSTOFFSENSOREN GIBT ES ES?

Für Ackerbauern ist das bedarfsge- rechte und punktgenaue Düngen elementar. Mit speziellen Sensoren lassen sich die Nährstoffkonzentrationen von Gülle in Echtzeit messen. So lässt sich der Wirtschaftsdünger schon während der Ausbringung analysieren und geregelt ausbringen.

Zur Agritechnica stellte Samson einen neuen Sensor vor. Dieser soll die Stickstoff-, Phosphor- und Kali-Gehalte der Gülle mit einem NMR-Sensor (Nuclear Magnetic Resonance/Kernspinresonanz) ermitteln. Dieser Sensor ist aber noch nicht verfügbar.

Bisher auf dem Markt angekommen ist die sogenannte NIRS-Technik. Zunhammer, John Deere, Kamps de Wild (Kaweco) und Veenhuis bieten zurzeit von der DLG zertifizierte Sensoren an. Wir haben uns diese Technik und die Prüfberichte genauer angeschaut.

## LICHT MISST NÄHRSTOFFE

Bei der NIRS-Technik strömt die Gülle an einer kleinen Scheibe aus Saphirglas vorbei. Durch dieses Fenster bestrahlt der Sensor die Flüssigkeit mit Infrarotlicht. Die Stoffe absorbieren und reflektieren teilweise das Licht. Ein Detektor registriert das reflektierte Licht so-



Foto: Huesmann

wie dessen Wellenlängen und gibt diese Daten an einen Prozessor weiter. Dieser Minicomputer gleicht die gemessenen Werte mit einer Datenbank ab. Die NIR-Spektroskopie misst demnach keine absoluten Werte. Für verlässliche Werte ist deshalb eine große Datenbasis erforderlich.

## REFERENZWERT ERMITTELN

Die Landtechnikhersteller und auch die DLG gehen bei der Generierung der Daten bzw. der Zertifizierung ähnlich vor:

1. Man rührt eine Teilmenge (ca. drei bis fünf m<sup>3</sup>) der Gülle möglichst homogen auf.
2. Diese Menge strömt anschließend im Umlauf am NIRS-Sensor vorbei.
3. Ein Computer zeichnet die ausgegebenen Werte auf.
4. Gleichzeitig zieht man mehrere Gütleproben während des Umlaufs, schickt sie an verschiedene Labore und bildet einen Mittelwert aus den Ergebnissen.
5. Zum Schluss vergleicht man die angezeigten Werte mit den Laborwerten.

Für diesen Vergleich hat die DLG mit mehreren Experten ein Bewertungsschema erarbeitet:

- Sehr gut: Vier von fünf Wertepaaren müssen innerhalb einer Schwankung von  $\leq 10\%$  liegen. Die Abweichung zum Laborwertmittelwert darf  $20\%$  nicht überschreiten.
- Gut: Vier von fünf Wertepaaren müssen innerhalb einer Schwankung von  $\leq 15\%$  liegen. Die Abweichung zum Laborwertmittelwert darf  $25\%$  nicht überschreiten. ▶

Misst der NIRS-Sensor die Nährstoffe beim Ausbringen, lässt sich die Menge regeln und teilflächenspezifisch dokumentieren.

## SCHNELL GELESEN

**NIRS-Sensoren** vergleichen gemessene Werte mit einer hinterlegten Datenbank.

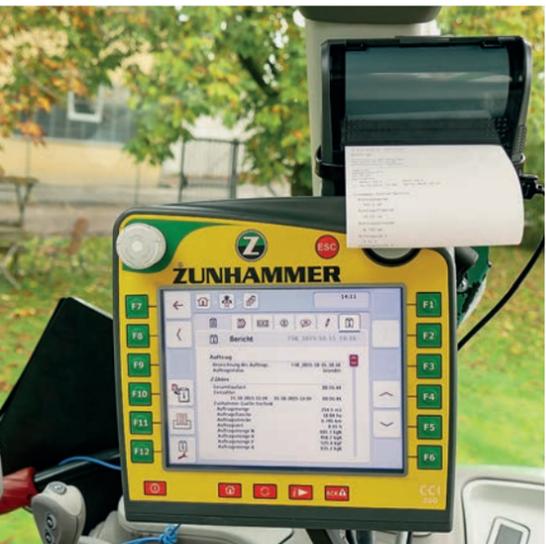
**Die Genauigkeit** der Analyse steigt auch aufgrund der Vielzahl der Messungen pro Sekunde.

**Mit einer Mengenregelung** am Fass und der NIRS-Technik lässt sich Gülle recht genau auch teilflächenspezifisch ausbringen.

▷ Misst man die Nährstoffe direkt beim Befüllen der Zubringer, lässt sich die Logistik verbessern: hohe Nährstoffkonzentrationen auf weiter entfernten Flächen, niedrige auf nahen Flächen.



Fotos: Werkbilder



△ Das Terminal gibt die aktuellen Nährstoffwerte, aber auch die Gesamtmengen aus.



◁ Der NIRS-Sensor von John Deere lässt sich auch für die Futteranalyse nutzen.

• Beständen: Drei von fünf Wertepaaren müssen innerhalb einer Schwankung von  $\leq 25\%$  liegen. Die Abweichung zum Laborwert darf 35% nicht überschreiten.

Schlechtere Ergebnisse zählen als nicht bestanden. In der Übersicht haben wir die Ergebnisse der fünf getesteten Systeme miteinander verglichen. Dabei scheint die Genauigkeit der Sensoren noch mäßig zu sein. Beachtet man aber, dass anerkannte Labore bei derselben Gülle zu Unterschieden von teils bis zu 20% kommen, relativiert sich diese Ungenauigkeit.

Dem NIR-Sensor muss man zudem zugutehalten, dass dieser mehrmals in der Sekunde die Nährstoffe misst und so einen statistisch abgesicherten Wert liefert. Die Ergebnisse aus einer Laboranalyse sind hingegen nur eine Stichprobe. Diese können stärker vom tatsächlichen Nährstoffgehalt abweichen.

**MESSEN ODER REGELN**

Im Praxiseinsatz gibt es verschiedene Arten, den Sensor einzusetzen. Eine

Möglichkeit ist die Montage an einer Andockstation. Hier misst der Sensor die durchströmende Menge der Nährstoffe. So kann man später für die Bilanz eine genaue Aufstellung der abgegebenen bzw. aufgenommenen Nährstoffe erstellen. Doch aufgepasst: Bisher haben nur Nordrhein-Westfalen und Thüringen ein klares Okay für diese Messmethode gegeben. Und auch hierbei nur für die zertifizierten Parameter. So muss man bei den Sensoren von Zunhammer, Kamps de Wild und Veenhuis für Phosphor noch Labor- oder Tabellenwerte ermitteln. Zudem muss z.B. durch einen Wartungsvertrag sichergestellt sein, dass der Hersteller die Kalibration regelmäßig aktualisiert. In anderen Bundesländern ist die NIRS-Messmethode für die Bilanz noch eine Grauzone.

Die Messung an der Dockingstation bietet besonders für Gülleketten Vorteile. So weiß man schon beim Befüllen der Zubringerfahrzeuge, wann die geplante Nährstoffmenge erreicht ist. Die

ermittelte durchschnittliche Nährstoffangabe muss der Fahrer des Zubringers dem Fahrer auf dem Ausbringer mitteilen. Dieser kann dann die Ausbringungsmenge fassweise an die Inhaltsstoffe anpassen. Mit diesem System lassen sich die Nährstoffe auch bei verschiedenen Ausbringern messen.

Eleganter für die Ausbringung ist aber die Montage direkt am Ausbringerfass. Hier erfasst der Sensor kurz vor dem Verteilgerät die Nährstoffe und zeichnet diese mit einem GPS-System georeferenziert auf. Mit einer regelbaren Pumpe plus Durchflusssensor oder über die Fahrgeschwindigkeit lassen sich die Nährstoffe gleichmäßig oder auch teilflächenspezifisch ausbringen.

Im Terminal lässt sich dazu ein Nährstoff (z.B. Stickstoff) auswählen, nach dessen Menge das System regeln soll. Für einen zweiten Nährstoff (z.B. Phosphor) lässt sich zudem eine Obergrenze einstellen. So limitiert die Steuerung zu hohe Nährstoffgaben.

Mit der aufgezeichneten Nährstoffkarte lassen sich mögliche Defizite bei der Düngung erkennen und anschließend mineralisch ergänzen.

**TEURE ANALYSETECHNIK**

Die Sensoren für die Messung gibt es ab ca. 15 000 €. Hinzu kommt allerdings häufig noch ein Softwarepaket, das schon allein zwischen 5 000 und 8 000 € liegt. Nötiges Zubehör wie Kabelsätze und Isobus-Terminal sind ebenfalls noch nicht enthalten. Voraussetzung für den Einsatz am Güllefass ist außerdem ein Durchflussmesser und eine aktive Regelung der Ausbringungsmenge. Ohne Regelung kann der Sensor lediglich die ausgebrachten Nährstoffe aufzeichnen. Der Fahrer muss in diesem Fall die Menge manuell nachjustieren.

Zurzeit bieten Eikelkamp, die Bauer-Group und z.B. Kotte NIRS-Sensoren vom Zulieferer m-u-t an. Diese haben keine Zertifizierung. Anders ist es bei den Herstellern Zunhammer, Veen-

huis und Kaweco. Obwohl auch hier m-u-t die Sensoren liefert, sind diese DLG-zertifiziert (siehe Übersicht). Da alle mit demselben Sensor arbeiten, hat die DLG die Ergebnisse einfach übernommen. Deshalb sind diese Hersteller „gleich gut“.

John Deere hingegen hat einen eigenen Sensor bzw. ein Kalibrationsmodell entwickelt. Als Grundlage nimmt der Hersteller den HarvestLab 3000. Dieser kommt auch beim Feldhäcksler und der stationären Futteranalyse zum Einsatz. Das bringt eine höhere Auslastung. John Deere hat das System ebenfalls von der DLG zertifizieren lassen.

AgXTend bzw. der CNH-Konzern möchte zurzeit den NirXact-Sensor von der DLG prüfen lassen. Den eigentlichen Sensor fertigt das Unternehmen Dinamica Generale aus Italien.

**KEINE SCHÄTZUNGEN MEHR**

Die Sensoren können besonders durch die Vielzahl der Messungen einen genauen Analysewert der Gülle ausgeben.

Die Nährstoffanalyse streut lediglich genauso weit, wie verschiedene Labore untereinander. Das zeugt von einer guten Genauigkeit bei der Gülledüngung.

An die exakte Verteilung eines Mineraldüngerstreuers kommen die Systeme noch nicht ganz heran. Das kann sich aber mit einem neuen Kalibrationsmodell als Softwareupdate schnell ändern. Hier sind weiterhin die Hersteller gefragt. Wir sind uns sicher, dass sich auf diesem Gebiet noch viel tun wird. Wichtig für eine möglichst häufige Anwendung der NIRS-Sensoren ist jedoch auch, dass die Technik bezahlbar wird und sich so auch für kleine Betriebe rechnen kann. ▶

@florian.tastowe@topagrar.com

**ZERTIFIZIERTE NIRS-TECHNIK IM ÜBERBLICK**

Hersteller	m-u-t GmbH	Zunhammer	Kaweco	Veenhuis Machine	John Deere
Bezeichnung	NIR speedspy onboard	Van-Control	NIR-Sensor	Nutriflow	HarvestLab 3000
Software		2.0	6.0.1	3.0	Verschiedene Kalibriermodelle
Prüfbericht-Nr.	6796	6801	6867	6981	6886 + 6887 + 6811
<b>Rindergülle</b>					
Trockenmasse	gut	gut	gut	gut	gut
Gesamtstickstoff (Gesamt-N)	bestanden	bestanden	bestanden	bestanden	sehr gut
Ammoniumstickstoff (NH <sub>4</sub> -N)	gut	gut	gut	gut	sehr gut
Kaliumoxid (K <sub>2</sub> O)	bestanden	bestanden	bestanden	bestanden	bestanden
Phosphat P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	bestanden
<b>Schweinegülle</b>					
Trockenmasse	sehr gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut	gut
Gesamtstickstoff (Gesamt-N)	bestanden	bestanden	bestanden	bestanden	bestanden
Ammoniumstickstoff (NH <sub>4</sub> -N)	nicht bestanden	nicht bestanden	nicht bestanden	nicht bestanden	k. A.
Kaliumoxid (K <sub>2</sub> O)	bestanden	bestanden	bestanden	bestanden	k. A.
Phosphat P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	bestanden
<b>Gärrest</b>					
Trockenmasse	gut	gut	gut	gut	k. A.
Gesamtstickstoff (Gesamt-N)	bestanden	bestanden	bestanden	bestanden	gut
Ammoniumstickstoff (NH <sub>4</sub> -N)	bestanden	bestanden	bestanden	bestanden	bestanden
Kaliumoxid (K <sub>2</sub> O)	bestanden	bestanden	bestanden	bestanden	bestanden

top agrar; Quelle: DLG Testprotokolle

△ Zunhammer, Kaweco und Veenhuis setzen auf den Sensor von m-u-t – die Ergebnisse sind gleich. John Deere hat einen eigenen Sensor.

**GROSSE AUSWAHL**

**Verteiltechnik für Gülle**

Um Gülle auf den Flächen auszubringen, gibt es viele verschiedene Möglichkeiten. Eine Technik für alle Bedingungen gibt es aber leider kaum. Gerade für Lohnunternehmer ist es wichtig, flexibel auf die Wünsche der Kunden eingehen zu können. Daher haben Ausbringfässer heute häufig Vierpunkthubwerke mit Schnellkupplern im Heck, um das Ausbringgerät tauschen zu können. So kann der Unternehmer z. B. für Grünlandbetriebe einen Scheibeninjektor anhängen und die Gülle in die Grasnarbe einschlitzen. Marktfruchtbetriebe fordern hingegen größere Arbeitsbreiten, um im Fahrgassenrhythmus zu bleiben. Hier kommen dann Schleppschlauch- oder Schleppschuhgestänge zum Einsatz. Vor dem Maisanbau setzen immer mehr Landwirte auf eine direkte Einarbeitung der Gülle in den Boden mit Scheibenegge, Grubber oder Strip Till-Gerät. Die Arbeitsbreiten sind hierbei aber stark begrenzt.

Ein weiteres Thema sind die Einsatzgewichte. Injektoren sind häufig schwer. Um legal auf der Straße fahren zu können, bleibt deshalb häufig wenig Nutzlast übrig. Viele Lohnunternehmer setzen mittlerweile auf Zubringerfässer. Damit erhöht sich auch die Schlagkraft der Ausbringtechnik auf dem Acker.

Wichtig ist es aber auch, auf den Bodendruck zu achten. Schwere Technik bringt auch viel Druck auf den Boden. Folglich setzen immer mehr Landwirte und Unternehmer auf Reifendruckregelanlagen, um den Druck zu minimieren und den Boden und die Kulturpflanzen zu schonen.

Möchte man verschiedene Ausbringgeräte einsetzen, ist für die Rentabilität eine hohe Auslastung wichtig, die Landwirte häufig nicht erreichen. Je nach Anforderung müssen sie sich für ein System entscheiden und Kompromisse eingehen.

Unsere Übersicht soll Ihnen bei einer Investitionsentscheidung helfen. Nicht immer lohnt sich der Kauf eigener Technik. Vergleichen Sie deshalb auch Angebote von Lohnunternehmen.

© andreas.huesmann@topagrar.com

**SCHLEPPSCHLAUCH**



Foto: Huesmann

**SCHLEPPSCHUH**



Foto: Huesmann

**SCHLITZTECHNIK**



Foto: Berning

**DIREKTINJEKTION**



Foto: Tastowe

**GÜLLE-STRIP TILL**



Foto: Berning

**STEHENDE BESTÄNDE** (z. B. Mais, Getreide, Raps, Rüben)

- + Breite Fahrgassenabstände möglich (Arbeitsbreiten bis zu 36 m)
- + Die leichteste Technik zur bodennahen Gülleausbringung
- + Keine Pflanzenschäden
- Gülle liegt oberflächlich auf, dadurch sind die Verluste höher als beim Schleppschuh

- + Die Gülleablage erfolgt bodennah in kleinen Rillen der Kufen
- + Die Pflanzenverschmutzung ist geringer als beim Schleppschlauch
- Höheres Gewicht bei gleicher Arbeitsbreite als beim Schleppschlauch
- In höheren Beständen besteht die Gefahr von Pflanzenschäden

- + Die Gülle wird direkt in den Oberboden appliziert
- Sehr schwere Technik mit Arbeitsbreiten von maximal 12 m
- Der Einsatz in höheren Beständen ist kaum möglich

- Die Arbeitsbreite der Maschinen beträgt häufig nur maximal 6 m
- Für den Einsatz in stehenden Beständen/Kulturpflanzen nicht geeignet

- + Mit Spezialtechnik ist die Gülleablage in Reihenkulturen nahe der Pflanze möglich
- + Hohe N-Effizienz
- In stehenden Kulturen kaum verbreitet
- Sehr aufwendig

**GRÜNLAND**

- + Die großen Arbeitsbreiten vermindern den Anteil an Fahrspuren im Grünland
- Die Gülle liegt streifenförmig auf der Grasnarbe auf – dicke Gülle verursacht Futterverschmutzung sowie eventuelle Ätزشäden
- Die N-Verluste sind wetterabhängiger als beim Schleppschuh

- + Gülleablage zwischen den Pflanzen, dadurch ist das Futter weniger verschmutzt und die N-Verluste sind geringer
- + Leichter als die Schlitztechnik und Arbeitsbreiten bis 30 m möglich
- Bei höheren Güllegaben bilden sich zum Teil streifenförmige Güllewürste

- + Geringste Verluste, auch bei höheren Temperaturen
- + Kaum Futterverschmutzung
- Durch das hohe Eigengewicht ist die Technik an Hanglagen kaum einsetzbar

- + Durch die direkte Einarbeitung der Gülle entstehen kaum N-Verluste
- + Beim Umbruch von einjährigen Grünlandflächen ist eine direkte Einarbeitung möglich
- Nur für Grünlandumbruch geeignet

- + In der Praxis oft Strip Till nach Feldgras zu Mais, geringe Verluste
- + Geringer Unkrautdruck
- + Gute Befahrbarkeit der Flächen im Herbst
- Einsatz von Herbizid auf Grasnarbe nötig

**FLÄCHE OHNE BEWUCHS ODER ABGEFRORENE ZWISCHENFRUCHT**

- + Die zukünftigen Fahrgassen sind bereits nutzbar, somit sind die Verdichtungen im Pflanzenbestand gering
- + Leistungsfähige Gülleausbringung durch die großen Arbeitsbreiten
- Für die Einarbeitung ist ein zweites Fahrzeug notwendig
- Die Gülle liegt oberflächlich auf

- + Auf bereits bearbeiteten Flächen vermischt sich die Gülle z. T. gut mit dem Oberboden und ist dadurch relativ gut gebunden, was die N-Verluste reduziert
- Höhere Verschleißkosten, vor allem bei den Kufen
- Die direkte Einarbeitung durch ein zweites Fahrzeug ist notwendig

- + Sehr geringe Verluste
- Hoher Verschleiß
- Teuer im Einsatz, daher ist der Aufwand hier kaum zu rechtfertigen
- Technik häufig zu schwer, gerade bei größeren Arbeitsbreiten

- + Direkte Gülleearbeitung, kaum Verluste
- + Vereint zwei Arbeitsgänge in einem
- + Man spart einen zweiten Traktor für die Bodenbearbeitung
- Hoher Leistungsbedarf
- Teure und schwere Technik

- + Kaum N-Verluste
- + Einsparung von Unterfußdünger (z. B. bei Mais)
- + Boden wenig bewegt
- Nur sinnvoll auf schüttfähigen, warmen Böden, zudem teuer
- Herbizideinsatz hoch
- RTK-System notwendig

# Sauer macht lustig ...

Die organische Düngung mit ihrem Potenzial für gasförmige Stickstoffverluste steht im permanenten Fokus. Ob es mit Ansäuerung möglich ist, diese zu reduzieren, lesen Sie hier.

## UNSERE AUTOREN

Kai-Hendrik Howind und Dr. Baumgärtel, LWK Niedersachsen

Pflanzen effizient zu ernähren bedeutet, aus den gegebenen Nährstoffen die maximale pflanzliche Produktion herauszuholen. Dies muss das Ziel jeder Düngungsmaßnahme sein, nicht erst seit den immer strenger werdenden Auflagen durch die Düngeverordnung. Gerade bei der Ausbringung von Gülle und Gärresten entstehen gasförmige Ammoniakverluste. Stickstoff, der den Pflanzen nicht zur Verfügung steht. Die Düngeverordnung schreibt ab dem 1.2.2020 die bodennahe und streifenförmige Ausbringung von flüssigen Gärresten und Gülle in

wachsenden Kulturen vor. Der Schleppschlauchverteiler wird somit zur Mindestanforderung.

Mit welchen weiteren technischen Möglichkeiten sich Verluste senken lassen, zeigt die Übersicht 1. Dabei versprechen Schleppschuh und Schlitz- bzw. Injektortechnik die geringsten Emissionen. Besonders bei der Schlitztechnik sind aber die Arbeitsbreiten begrenzt. Darüber hinaus kann es unter ungünstigen Bedingungen zu Pflanzenschäden kommen. Mit der Ansäuerung von Gülle und Gärresten ist dagegen die Kombination von geringen Ausbringungsverlusten mit großen Arbeitsbreiten durch die Schleppschläuche möglich.

## PH-WERT ENTSCHIEDET

Der Stickstoff (N) in organischen Düngern liegt zumeist organisch gebunden



△ Die Schwefelsäure aus dem Fronttank senkt den pH-Wert der Gülle. Dadurch verringern sich die Ammoniakverluste.

## ÜBERSICHT 1: N-VERLUSTE JE NACH TECHNIK

	NH <sub>3</sub> -Verluste [% des ausgebrachten NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N]	NH <sub>3</sub> -Verluste [kg N/ha]*
<b>oberflächliche Ausbringung</b>		
Prallteller	50 – 100	32 – 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

▷ Mit der Ansäuerung der Gülle lassen sich ähnlich geringe Ammoniakverluste wie bei Strip-Till erzielen.

\*Annahme: 25 m<sup>3</sup>/ha Ausbringmenge; 4 kg/m<sup>3</sup> Gesamt-N; 62,5% NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N top agrar; Quelle: LFA Meck.-Vorpommern

oder als direkt verfügbarer Ammoniumstickstoff vor. Ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) steht in einem pH-Wert abhängigen chemischen Gleichgewicht mit Ammoniak (NH<sub>3</sub>). Je höher der pH-Wert, desto weiter verschiebt sich das Gleichgewicht zum Ammoniak und desto höher sind die Verluste. Die Zugabe von Schwefelsäure senkt den pH-Wert und verschiebt das Gleichgewicht zugunsten des Ammoniums.

## VERSUCHE GEBEN AUFSCHLUSS

Die Landwirtschaftskammer Niedersachsen führt seit zwei Jahren Versuche zur Ansäuerung von Gärresten durch. In insgesamt 13 Versuchen an 7 Standorten in Wintergetreide kamen verschiedene Ausbringungsverfahren auf den Prüfstand:

- Schleppschlauch,
- Schleppschuh,
- Schlitzgerät,
- Ansäuerung mit Schwefelsäure.

Bei der Ansäuerung reichen für den Gärrest in Königslutter 5 l/m<sup>3</sup> Schwefelsäure, um ihn auf einen pH-Wert von ca. 6 bis 6,4 einzustellen.

Neben den technischen Verfahren wollte man auch Düngestrategien vergleichen. Dafür beinhalteten die Versuche folgende Varianten:

- rein mineralische Steigerungsdüngung,
- rein organische Düngung,
- eine mineralisch ergänzte Variante mit unterschiedlichen Ausbringungsterminen des Gärrestes.

Die rein mineralische Steigerungsdüngung und die ausschließliche organische Variante sind notwendig, um die Wirksamkeit der organischen Düngemittel zu erfassen.

Die einmaligen Düngegaben von 120 kg N<sub>ges</sub>/ha aus Gärrest ohne Berücksichtigung von N<sub>min</sub> (grüne Säulen) erscheinen zwar praxisfremd, sind aber notwendig, um die Verfahren beurteilen zu können.

Bei der praxisnäheren Ergänzungsvariante düngte man die 120 kg Gesamt-N/ha aus Gärresten mineralisch bis in Höhe eines N-Angebotes von 250 kg N/ha (Summe aus organischer und mineralischer Düngung sowie N<sub>min</sub>) auf. Der Gärrest und zusätzlich 30 kg N/ha mineralisch wurden zu Vegetationsbeginn ausgebracht. Zum Schossen und Ährenschieben folgten dann noch einmal jeweils 30 kg N/ha aus mineralischem Dünger.

In einer weiteren Variante setzte man den Gärrest nicht zu Vegetationsbeginn, sondern zum Bestockungsbeginn ein. In diesem Falle erfolgte die Andüngung zu Vegetationsbeginn ausschließlich mineralisch.

In den Gärrestvarianten ohne Ansäuerung nahmen die Techniker zwecks Vergleichbarkeit einen Schwefelausgleich vor, da der angesäuerte Gärrest nicht unerhebliche Schwefelmengen beinhaltet (0,6 kg S/l Säure).

## VIELVERSPRECHENDE ERGEBNISSE

Die Übersicht 2 zeigt beispielhaft für Winterweizen zur Ernte 2019 die Ergebnisse der Versuchsstation Königslutter. Der im östlichen Niedersachsen gelegene Standort ist geprägt von Lehm Böden. Bei der Bewertung ist zu berücksichtigen, dass extrem trockene

## SCHNELL GELESEN

**Die Ansäuerung** von Gülle reduziert N-Verluste bei der organischen Düngung.

**Davon profitieren** Weizen und Gerste auch ertraglich, wie die Versuche der LWK Niedersachsen zeigen.

**Gerade Schleppschlauchverteilung** erzielt so höhere N-Effizienzen und gewährleistet gleichzeitig hohe Arbeitsbreiten.



△ Die Variante Schleppschuh mit Ansäuerung (Parzelle 9) präsentiert sich üppiger als die Variante Schleppschlauch ohne Ansäuerung (Parzelle 6).

Bedingungen vorherrschten. Hier die Ergebnisse in der Zusammenfassung:

- Bei mineralischer Düngung zeigen sich bei steigendem N-Angebot ( $N_{min}$  plus Düngemenge) steigende Erträge. Der nach Düngeverordnung vorgegebene maximale Bedarfswert (BW) von 250 kg N/ha erzielte 2019 einen Kornertrag von 89 dt/ha.
- In der Variante „Schlitzgerät ohne Gärrest“ galt es zu prüfen, ob das reine Schlitzen möglicherweise eine erhöhte N-Freisetzung aus dem Boden bewirkt. Dies war aber nicht der Fall. Bei glei-

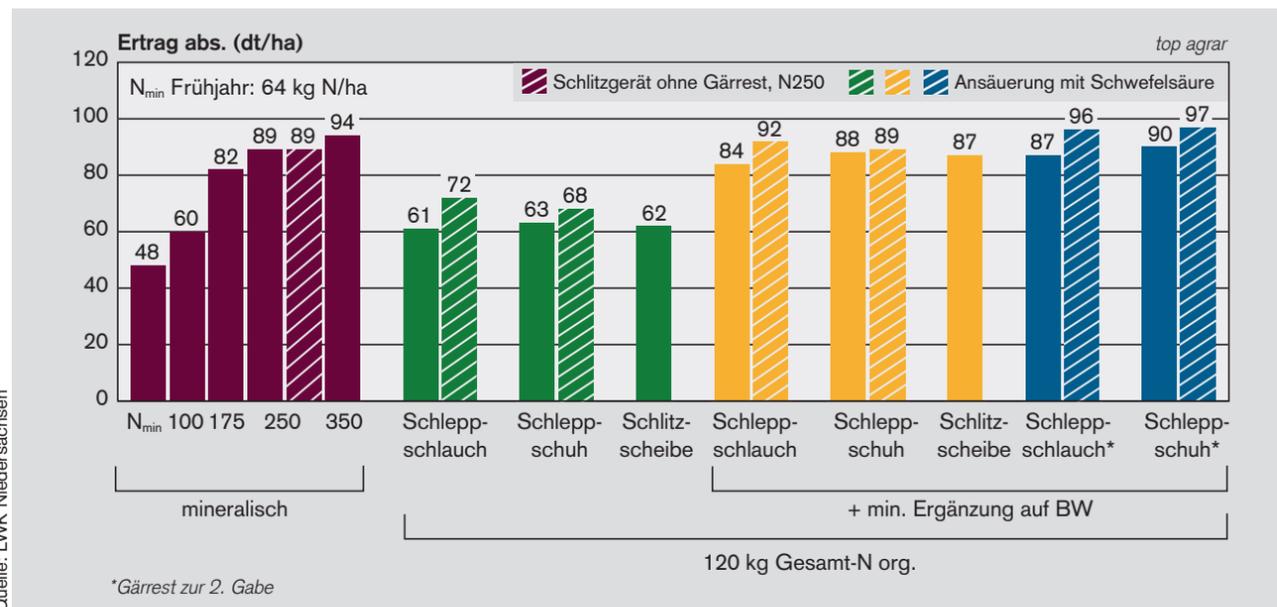
chem N-Angebot (250 kg N/ha) ergeben sich keine Ertragsunterschiede.

- Bei ausschließlich organischer Düngung gab es auf dem Lehm Boden ohne langjährige organische Düngung zwischen den Ausbringungsverfahren keine oder nur sehr geringe Unterschiede. An anderen Standorten und in anderen Jahren zeigten sich hier größere Differenzierungen. Dabei fiel der Schleppschlauch hinter den Schleppschuh und die Schlitzscheibe zurück.
- Die Ansäuerung hingegen brachte bei fast allen Varianten signifikant hö-

here Erträge im Vergleich zu den nicht angesäuerten Varianten. Da die eingesetzte N-Menge konstant blieb, kann hier also davon ausgegangen werden, dass die Pflanzen den organischen Stickstoff besser ausnutzen konnten.

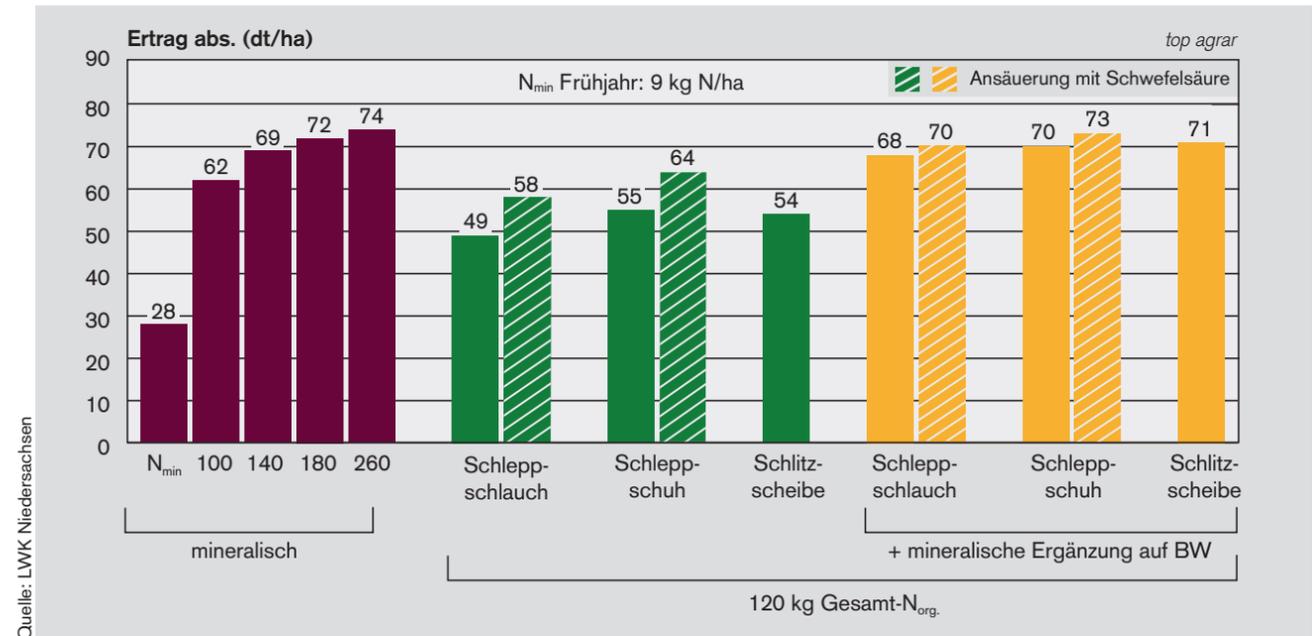
- Erwartungsgemäß erzielte aber die Ansäuerung nicht die Erträge der vergleichbaren mineralischen Variante ( $N_{min}$ -Angebot von 175 kg N/ha entspricht  $N_{min}$  von 64 kg N/ha und einer Düngung von rund 110 kg N/ha).
- Mit der mineralischen Ergänzung stiegen die Erträge insgesamt deutlich an. An anderen Standorten verringerten sich damit die Unterschiede zwischen den einzelnen Ausbringungsverfahren. Nur in Königslutter zeigte sich der Effekt nicht.
- Die gelben Säulen zeigen die praxis-relevanten Varianten mit der Gärrestgabe zu Vegetationsbeginn. Die Ansäuerung bringt hier ebenfalls ertraglich Vorteile, besonders bei der Ausbringung mittels Schleppschlauch. Dieser Vorteil der Ansäuerung wiederholt sich in unterschiedlichem Maße auch auf den anderen Standorten.
- Die blauen Säulen zeigen die Ergänzungsvariante mit der Gärrestgabe zum Termin Bestockungsbeginn, statt zu Vegetationsbeginn. Der späte Termin erzielte sehr gute Erträge sowie erneut signifikante Ertragsvorteile durch die Ansäuerung.

## ÜBERSICHT 2: ERGEBNISSE IM WINTERWEIZEN 2019 AM STANDORT KÖNIGSLUTTER



△ Der Versuch zeigt, dass die Ansäuerung des Gärrestes in den verschiedenen Varianten unter den trockenen Bedingungen 2019 signifikante Mehrerträge erzielte. Insbesondere beim Schleppschlauchverfahren werden die positiven Effekte deutlich.

## ÜBERSICHT 3: ERGEBNISSE IN WINTERGERSTE 2018 AM STANDORT WEHNEN



△ Auch in Gerste auf Sandboden lassen sich Mehrerträge durch Ansäuerung erzielen. Hier zeigen sich bei rein organischer Düngung (grüne Säulen) auch die Unterschiede zwischen den Ausbringungsverfahren.

- Bei der Variante mit mineralischer Ergänzung ist zu beachten, dass der organische Stickstoff mit einer Verfügbarkeit von 80 % angerechnet wurde und somit die mineralische Ergänzung recht gering ausfiel.
- Dass die Variante trotzdem die Erträge der mineralischen Vergleichsvariante erzielte, und das selbst bei einer späteren Gärrestgabe, lässt auf eine gute Ertragswirkung der organischen Dünger schließen. Die Proteingehalte fallen jedoch im Vergleich zur frühen Gärrestgabe um 1 bis 1,5 % ab. Der Weizen konnte offensichtlich den Stickstoff aus der Organik nicht mehr ausreichend ins Korn einlagern.

### VORTEILE AUCH IN GERSTE

Die Übersicht 3 zeigt Ergebnisse in Wintergerste aus dem Jahr 2018 bei gleichem Versuchsaufbau. Am Standort Wehnen im nordwestlichen Niedersachsen wurden die Ausbringungsverfahren auf einem langjährig organisch gedüngten Sandboden verglichen.

In den rein organisch gedüngten Varianten (grüne Säulen) liegen die Erträge der angesäuerten Varianten signifikant höher als ohne Säurezusatz. Bei mineralischer Ergänzung sind die Effekte nur noch in der Tendenz vorhanden.

Im Gegensatz zum Weizenversuch werden hier aber auch Unterschiede

zwischen den verwendeten Ausbringungsverfahren deutlich. So liegen die Erträge bei Schleppschuh und Schlitzgerät über denen der Variante Schleppschlauchverteilung.

Bei mineralischer Ergänzung fallen die Unterschiede erneut geringer aus, sind aber noch immer zu beobachten und zeigen das Potenzial der Verfahren. Auf einen späteren Ausbringetermin des Gärrestes verzichtete man in der Gerste.

### ANSÄUERUNG HAT POTENZIALE

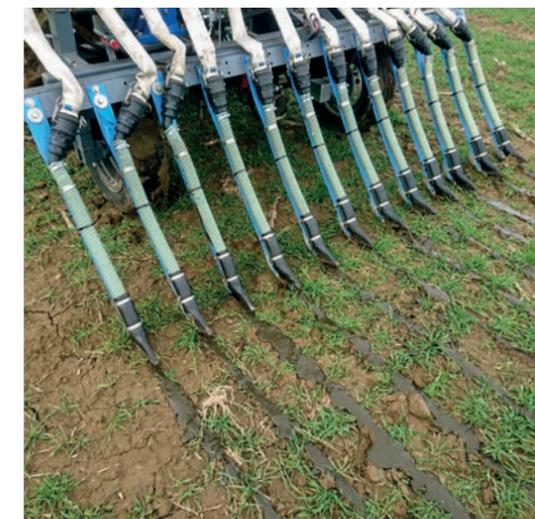
Nach den ersten Versuchsjahren lässt sich festhalten, dass die Ansäuerung mit Schwefelsäure große Potenziale hat, die Ausnutzungsgrade organischer Dünger zu steigern. Dies ist sowohl für die Umwelt gut als auch für den Geldbeutel.

Für eine abschließende Empfehlung müssen aber noch offene Fragen geklärt werden. Dabei geht es u.a. darum, welche Säuremenge zu empfehlen ist. Je nach Wirtschaftsdünger kann die benötigte Säuremenge je  $m^3$  von 2 bis 10 l stark schwanken. Aus ökonomischen Gründen ist es aber ratsam, 6  $l/m^3$  nicht zu überschreiten. Es bleibt abzuwarten, ob sich die positiven Ergebnisse auch dann noch bei Gärresten wiederholen lassen, da diese systembedingt einen höheren pH-Wert aufweisen.

Da sowohl das Jahr 2019 als auch 2018 von extrem trockenen Witterungsbedingungen geprägt waren, gilt es auch hier zu klären, ob die Effekte der Ansäuerung in „normaleren“ Jahren auch so hoch ausfallen.

Dennoch lässt sich aus den Erkenntnissen der letzten beiden Trockenjahre zusammenfassen, dass die Ansäuerung unter trockenen Bedingungen positive Effekte bringt.

@anne-katrin.rohlmann@topagrar.com



△ Schleppschuhe bringen die Gülle in direkten Bodenkontakt – das reduziert Verluste.

# Mehr Gülle-Stickstoff an die Pflanze

Das Ansäuern von Gülle senkt Ammoniakverluste und bringt mehr Stickstoff an die Pflanze. Lohnunternehmer Gerd Dettmer hat sich an die in Dänemark bereits verbreitete Technik gewagt.



▷ Gerd Dettmer ist vom Nutzen der Ansäuerung überzeugt.

Foto: Rohlmann

Nachbarn neben deutlicher Emissionsminderung im Schnitt der letzten 7 Jahre 2,2 dt/ha Mehrertrag im Getreide (SEGES, DK). Für das System spricht Folgendes:

- Je nach Witterung bis zu 50 % weniger  $\text{NH}_3$ -Emissionen im Vergleich zur Breitverteilung, vergleichbar mit der Schlitztechnik (nach ALFAM-Modell, Agrar-Uni Dänemark). Dadurch mehr Ammonium-Stickstoff an die Pflanze.
- Zusätzliche Schwefelzufuhr (570 g/l Schwefelsäure, ca. 12 kg S/ha).
- Bessere P-Verfügbarkeit durch das Ansäuern (Säure löst Phosphor).
- Verminderte Geruchsbelästigung, da weniger Ammoniak entweicht.
- Fließfähigere Gülle durch die Säure (vorteilhaft z.B. bei dicker Rindergülle).
- Im Vergleich zur Schlitztechnik größere Arbeitsbreiten möglich, dadurch höhere Flächenleistung, weniger Fahrspuren und kaum Pflanzenschäden.

Für Dettmer war die bessere N-Ausnutzung verbunden mit der schlagkräftigen Ausbringung durch den Schleppschlauchverteiler ausschlaggebend, im Jahr 2018 in das Verfahren zu investieren. „Mit dieser Technik sind gegenüber dem Schlitzverfahren bei vergleichbaren Effekten deutlich größere Arbeitsbreiten möglich“, sagt er. „Bei einem 30 m-Gestänge schaffe ich 80 bis 100  $\text{m}^3$  in der Stunde.“ Des Weiteren entstehen dabei geringere Pflanzenverluste durch weniger Spuren.

Anfangs hat Dettmer versucht, die Technik selbst zu konstruieren, um die Anschaffungskosten so gering wie möglich zu halten. „Die Herausforderung, eine Eigenkonstruktion als Gefahrguttransport zuzulassen, hat mich davon aber abgehalten und dazu bewogen, die dänische SyreN-Technik zu kaufen“, sagt er lachend. Denn wer mehr als 330 l Schwefelsäure mitführt, handelt mit Gefahrgut. Die Fahrer benötigen

dann eine gesonderte Schulung und die Fahrzeuge sind als Gefahrguttransporte zu kennzeichnen.

## BESTÄNDE REAGIEREN POSITIV

Im letzten Jahr hat er bereits 12 000  $\text{m}^3$  auf 700 ha für seine Kunden ausgebracht. Die meisten Landwirte bestellen die Ausbringung zur ersten Düngegabe im Getreide oder Raps. „Auf die zusätzliche Schwefelgabe reagiert besonders der Raps, aber auch Gerste, positiv“, so Dettmer. Der Raps profitiert nach seiner Erfahrung sogar doppelt: „Die Rapspflanzen haben die vorher genutzte Schlitztechnik nicht so gut vertragen. Vermutlich verletzen die Schlitzscheiben die Feinwurzeln.“ Somit stellt die Ansäuerungstechnik für ihn eine gute Alternative dar, wenn es darum geht,  $\text{NH}_3$ -Verluste zu senken.

Die Effekte dieser Technik sind umso höher, je wärmer es während der Ausbringung ist. „Das gilt vor allem bei einer Düngung in den Maisbestand oder bei der zweiten Gabe mit Wirtschaftsdüngern im Getreide“, sagt er. Dettmer fügt hinzu: „Insbesondere auf Grünland bietet sich das Ansäuern an, weil es nach den Siloschnitten im Frühling und Sommer oft warm ist und damit die Gefahr von hohen  $\text{NH}_3$ -Verlusten

## SCHNELL GELESEN

**Das Ansäuern von Gülle** macht mehr Stickstoff pflanzenverfügbar.

**Schwefelsäure** verschiebt das Ammonium-Ammoniak-Verhältnis zugunsten von Ammonium.

**Die Reduzierung der  $\text{NH}_3$ -Verluste** ist mit der Schlitztechnik vergleichbar, die Flächenleistung jedoch höher.

steigt. Dazu kommt, dass die Pflanzen weniger verschmutzen.“ Weil die Gülle fließfähiger ist und mit höherem Druck aus den Schleppschläuchen entweicht, haftet sie direkt am Boden an. Auch das steigert die N-Effizienz deutlich.

## GÄRREST BENÖTIGT MEHR SÄURE

Wie viel Säure benötigt wird, hängt von der jeweiligen Gülleart ab. Während Rindergülle in der Regel mit 1,0 l Säure/ $\text{m}^3$  auskommt, benötigt Schweinegülle 1,5 bis 2,0 l/ $\text{m}^3$ . Gärreste brauchen aufgrund des höheren pH-Wertes 4,0 l und mehr. Hier ist der Effekt der Emissionsminderung aber auch am höchsten.

Die Kosten und die Höhe der Schwefelzufuhr begrenzen letztendlich die Säuremenge. „Auch wenn bei sehr hohem pH-Wert mehr Säure notwendig wäre, geben wir maximal 6,0 l/ $\text{m}^3$  hinzu. Zwar erreiche ich damit nicht unbedingt den optimalen pH-Wert, allerdings kann ich mit dieser Säuremenge bereits ein gutes Ergebnis erzielen, ohne dass die Kosten davonlaufen“, so Gerd Dettmer.

## KOSTEN IM BLICK

Preislich veranschlagt er bei einer Ausbringungsmenge von 25  $\text{m}^3$  rund 18 €/ha zusätzlich zu der normalen Schleppschlauchverteilung. Wird Rindergülle angesäuert, kommen 0,35 €/l Säure

dazu (25  $\text{m}^3 \times 0,35 \text{ €/l} = 8,75 \text{ €/ha}$ ). Demnach fallen 26,75 €/ha an.

Den Kosten gegenüber steht die Menge an pflanzenverfügbarem Stickstoff von ca. 20 kg/ha (rund 18 €/ha). Diese N-Menge kann der Landwirt bei der Mineraldüngung einsparen und damit seine Nährstoffbilanz entlasten. Hinzu kommt Schwefel im Wert von 8 bis 10 € je ha. Damit lassen sich die Kosten der Ansäuerung bereits über den Düngewert wieder einspielen.

## DETTMERS FAZIT

Gerd Dettmer ist von den Vorteilen der Technik überzeugt. In diesem Jahr will er seinen Maschinenpark um ein weiteres Fass mit Ansäuerungstechnik aufstocken.

@ anne-katrin.rohlmann@topagrar.com

## TECHNIK

### Das sind die Details

Das Ansäuern der Gülle erfolgt während der Ausbringung mittels Schleppschlauchverteiler. Der Schlepper führt die Schwefelsäure in einem Tank, der sich in einer stabilen Rahmenkonstruktion aus Stahl befindet, in der Fronthydraulik mit. Der IBC-Tank lässt sich als

Ganzes austauschen. Am Rahmen sind zusätzlich Frischwassertanks montiert. In einer Mischkammer direkt vor dem Schleppschlauchgestänge mischt das System die nötige Säuremenge in die Gülle ein. Ein pH-Wert-Messer reguliert die Säureaufwandmenge kontinuierlich. Vom Fronttank bis zur Mischkammer sind alle Bauteile säurebeständig. Ansonsten handelt es sich um normale Gülletechnik.

Der Fahrer gibt dem System einen pH-Wert vor, auf den er die Gülle herabsetzen will. Ein Wert von 5,5 bis 6,0 gilt als optimal, da das Gleichgewicht dann so stark in Richtung Ammonium verschoben ist, dass kaum noch Ammoniak entweicht.

Durch die Zugabe der Säure bildet sich Schaum und das Volumen erhöht sich deutlich. Daher ist es auch nicht möglich, die Gülle bereits im Güllefass anzusäuern. Durch die Schaumbildung entweicht die Gülle mit hohem Druck aus den Schleppschläuchen. Sie kommt direkt mit dem Boden in Kontakt, was die Emissionsrate reduziert. Gleichzeitig verschmutzen die Pflanzen kaum. Die Höhe der Emissionsminderung ist vergleichbar mit der Schlitztechnik.

Der Umgang mit Schwefelsäure fällt unter den Umgang mit Gefahrgut. Im Lohnunternehmen Dettmer sind daher alle Personen, die mit der Technik zu tun haben, gesondert geschult.

Die Schwefelsäure wird in einem geschützten Fronttank mitgeführt und kurz vor dem Schleppschuhgestänge in die Gülle eingemischt. Der saureren Gülle entweicht weniger Ammoniak und mehr Ammonium gelangt an die Pflanzen.



Foto: Dettmer

# Ureaseinhibitoren – was bedeutet das?

Ab 2020 sind Ureaseinhibitoren bei der Harnstoffdüngung Pflicht. Hier lesen Sie, was sie bewirken, welche Maßnahmen genau davon betroffen sind und worauf Sie beim Einsatz achten müssen.



Foto: Werkbild

△ Für die Konzentration der Ureaseinhibitoren gibt es Mindestwerte. Unsachgemäße Lagerung kann zur Verflüchtigung der Wirkstoffe beitragen.

Wird Harnstoff nach der Düngung nicht unverzüglich eingearbeitet, darf er gemäß der Düngeverordnung (DüV) 2017 ab dem 1. Februar 2020 nur noch mit Ureaseinhibitoren ausgebracht werden. Dabei bezieht sich die DüV in § 6 nur auf reinen Harnstoff. AHL und Ammoniumsulfatharnstoff sind von dieser Regelung ausgeschlossen. Bei Mischungen ist zwischen physikalischen und chemischen Mischungen zu unterscheiden.

Bei einer physikalischen Mischung, also dem Mischen von verschiedenen Düngemitteln als Bulk Blend, ist der reine Harnstoff mit einem Ureaseinhibi-

tor zu behandeln. Bei einer chemischen Mischung, beispielsweise einem Ammoniumsulfatharnstoff, liegen mehrere Nährstoffe in einem Korn vor. In diesem Fall ist kein Ureaseinhibitor notwendig.

## VERLUSTPOTENZIAL RICHTIG EINSCHÄTZEN

Im Vergleich zu einer KAS-Düngung, bei der es zu ca. 2 %  $\text{NH}_3$ -Verlusten kommen kann, errechnet die European Environment Agency (EEA) in ihrem Leitfaden 2013 für Harnstoff Verlustpotenziale von 20 %. Messungen eines dreijährigen Feldversuches der TU München ergaben dagegen deutlich ge-

## SCHNELL GELESEN

**Ab Frühjahr 2020** sind Ureaseinhibitoren Pflicht, wenn der Harnstoff nicht eingearbeitet werden kann.

**Sie reduzieren Ammoniakverluste** fast vollständig, indem sie die Umwandlung in Ammonium um ca. 14 Tage verzögern.

**Ureaseinhibitoren**, die nachträglich auf Harnstoff gesprüht werden, verändern die Streueigenschaften der Dünger.

**Der Harnstoffpreis** soll im gleichen Verhältnis zu Kalkammonsalpeter bleiben.

ringere Verluste von 5 bis 7 %. Verschiedene deutschlandweite Studien unter Praxisbedingungen kommen zu ähnlichen Ergebnissen. Verluste von harnstoffhaltigen Düngemitteln sind, gerade bei frühen Einsatzterminen, in der Praxis oft geringer als in der Theorie.

## AMMONIAKVERLUSTE REDUZIEREN

Der Ureaseinhibitor soll diese gasförmigen Verluste reduzieren. Er verhindert für max. 14 Tage, dass das Enzym Urease den Harnstoff in Ammonium ( $\text{NH}_4$ ) umsetzt. Diese Umwandlung dauert ohne Ureaseinhibitor bei 10 °C Bodentemperatur normalerweise max. zwei Tage. Dabei steigt der pH-Wert um die Harnstoffkörner deutlich an. Liegen diese noch an der Bodenoberfläche, führt die pH-Wert-Veränderung zu  $\text{NH}_3$ -Verlusten. Je nach Bodenart, pH-Wert des Bodens und Witterung können diese unterschiedlich ausfallen. Trockenes Wetter mit intensiver Sonneneinstrahlung und Wind erhöhen die Verluste. Durch die Ureasehemmung lassen sich diese fast vollständig verringern.

## AUF DIE QUALITÄT ACHTEN

Bei der Qualität von Harnstoffprodukten mit Ureaseinhibitoren gibt es Unterschiede. Der Handel bietet Fertigprodukte mit inkludiertem Ureaseinhibitor an. Hier ist der Wirkstoff bereits im Dünger enthalten. In dieser Form beträgt die Haltbarkeit ca. 12 Monate.

Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, den Inhibitor auf den Harnstoff zu sprühen. Das kann in einem Fallrohr, auf einem Förderband oder in speziellen Trommel-/Wirbelschichtcoatern erfolgen. Das Coaten liefert dabei eine gleichmäßigere Benetzung. Im Gegensatz zum inkludierten Ureaseinhibitor verbleibt der Wirkstoff aber außen am Dünger. Damit kann er sich schneller verflüchtigen. Die Haltbarkeit von inkludierten Produkten lässt sich damit nicht erreichen. Zudem bekommt das Düngerkorn eine andere Oberfläche und dadurch ändert es seine Flugeigenschaften. Da es für besprühte Harnstoffdünger keine Streutabellen gibt, kann das veränderte Streuverhalten zu teils erheblichen Abweichungen bei der Bemessung der Düngegabe führen. Für Fertigprodukte liegen Streutabellen vor.

## RISIKO DÜNGERLAGER

Eine weitere Herausforderung für Händler und Landwirte besteht bei der Lagerung vor allem bei besprühtem Harn-

stoff. Es empfiehlt sich, den Dünger kühl und trocken zu lagern und am besten abzudecken. Bei aufgespritzten Inhibitoren besteht sonst die Gefahr der Verflüchtigung. Nur bei fachgerechter Lagerung lassen sich die zugesicherten Wirkungszeiten gewährleisten.

Die Düngemittelverordnung schreibt Mindest- und Höchstgehalte für den zugesetzten Hemmstoff vor. Die zuständige Stelle für landwirtschaftliches Fachrecht und Beratung in Mecklenburg-Vorpommern verweist auf Modellversuche, die gezeigt haben, dass Inhibitoren, die mittels Sprühverfahren ausgebracht wurden, sich bereits nach einem Monat derart verflüchtigt haben, dass die Mindestgehalte nicht mehr eingehalten wurden. Daher ist es ratsam, den Dünger erst unmittelbar vor der Ausbringung mit dem Ureaseinhibitor zu besprühen.

Sollte dies im eigenen Betrieb erfolgen, sind zum Nachweis die Einkaufsbelege für Harnstoff und Inhibitor aufzubewahren, ggf. sogar der Gehalt per Analyse zu dokumentieren. Dennoch reicht Papier alleine zur Beweispflicht nicht aus. Bei Vorortkontrollen muss sichergestellt sein, dass der Harnstoff tatsächlich ausreichend mit dem Inhibitor benetzt ist. Kontrolleure ziehen durchaus Proben aus dem Düngerstreuer.

## HARNSTOFF BLEIBT PREISLICH INTERESSANT

Kostentechnisch schlagen die Ureaseinhibitoren je nach Qualität und Wirkdauer mit unterschiedlichen Aufschlägen zu Buche. Trotz der gestiegenen

Kosten verlieren die Harnstoffdünger ihre preisliche Vorzüglichkeit gegenüber anderen N-Düngern wohl nicht. Darüber hinaus muss bei der Kostenkalkulation berücksichtigt werden, dass durch die Hemmung die Stickstoffeffizienz gegenüber herkömmlicher Harnstoffdüngung um 5 % steigt.

@ anne-katrin.rohlmann@topagrar.com

## N-STABILISIERUNG

### Nicht verwechseln!

Nicht zu verwechseln ist der Ureaseinhibitor mit dem Nitrifikationsinhibitor. Letzterer verzögert die Umwandlung von  $\text{NH}_4$  zu Nitrat ( $\text{NO}_3$ ). Im Gegensatz zu Nitrat wird Ammonium weniger schnell im Boden verlagert. Zudem führt eine  $\text{NH}_4$ -Ernährung bei den Pflanzen nicht zu Luxuskonsum, da sie Ammonium aktiv aufnehmen müssen und es nicht wie Nitrat passiv per Massenstrom in die Pflanzen gelangt. Das Wurzelwachstum wird durch die Ammoniumversorgung positiv beeinflusst, weil die Wurzeln zum Ammonium hin wachsen müssen.

Während die Nitrifikationsinhibitoren dazu dienen, Auswaschungsverluste bei frühen Düngegaben bzw. zusammengelegten Gaben zu vermeiden, zielen die Ureaseinhibitoren alleine darauf ab, die gasförmigen Verluste zu verringern. Eine Vorrats- bzw. eine vorgezogene Düngung wird dadurch nicht möglich.



Foto: Stüver

△ Ureaseinhibitoren senken die Ammoniakverluste bei nicht eingearbeitetem Harnstoffdünger.



Foto: Bischoff

△ Beim Side-Dressing platzieren Doppelscheibenschare und Andruckrollen granulierten Harnstoff seitlich der Pflanzreihen in den Wurzelraum.

# Mit Side-Dressing direkt an die Wurzel

Das neue Düngerverfahren bringt granulierten Harnstoff in den Boden ein. Damit lassen sich Ammoniakverluste vermeiden und Dünger im Wurzelraum platzieren.

## UNSERE AUTOREN

Dr. Joachim Bischoff,  
Dr. Nadine Tauchnitz, LLG

Side-Dressing ist ein spezielles Verfahren, das es ermöglicht, Stickstoff (N) zwischen die Reihen und nah an die Wurzeln in den wachsenden Pflanzenbestand zu düngen. Damit lassen sich bei einer Harnstoffdüngung Ammoniakverluste vermeiden. Die Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau in Bernburg (LLG) entwickelte zusammen mit der Rauch Landmaschinenfabrik GmbH und weiteren Partnern dieses Verfahren im Rahmen eines vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft geförderten Forschungsprojektes. Ziel ist

es, Stickstoffverluste zu vermeiden und die Verwertungseffizienz von Harnstoff zu verbessern. Nicht nur bei organischer Düngung, sondern auch bei mineralischer N-Düngung können gasförmige N-Verluste auftreten. Wird Harnstoff nicht in den Boden eingearbeitet, besteht die Gefahr von Ammoniakverlusten.

Neue Harnstoffdünger mit spezifischen Urease- und Nitrifikationsinhibitoren helfen, N-Verluste durch Auswaschung und Ausgasung zu vermeiden. Doch auch technische Lösungen für eine verlustarme Ausbringung gewinnen an Bedeutung. Bei Sommerungen wie Mais und Rüben stehen bereits solche Verfahren zur Verfügung (z. B. das Strip Till-Verfahren). Anders ist das bei Winterraps und Wintergetreide. In diesen Kulturen ist es noch gängige Pra-

xis, den Dünger im Frühjahr oberflächlich in den Bestand auszubringen. Eine platzierte Zwischenreihendüngung in entsprechender Tiefe und in einem geeigneten seitlichen Abstand von den Pflanzen könnte Abhilfe schaffen.

## DIE TECHNIK

Beim sogenannten Side-Dressing wird granulierter Harnstoffdünger (46 % N) 5 bis 7 cm tief zwischen die Reihen in den Boden eingeschleift. Hierzu entwickelten die Projektpartner zusammen mit der Firma Rauch eine geeignete Technik. Dafür statteten sie einen pneumatischen Düngerstreuer mit Schlitztechnik mittels Doppelscheibenscharen und Andruckrollen aus.

Damit war es selbst unter schwierigen Bodenverhältnissen problemlos möglich, den granulierten Harnstoff-

## SCHNELL GELESEN

**Side-Dressing** platziert granulierten Harnstoff direkt an die Wurzel.

**Ammoniakverluste** lassen sich damit verringern.

**Der Weizenertrag** reagierte aufgrund der Trockenheit nicht auf die Düngewarianten.

dünger einzuschleifen, mit Erde zu bedecken und im Boden anzudrücken. Bei 12,5 cm Drillreihenweite platziert die Applikationstechnik den Dünger mit 25 cm Abstand zwischen jeder zweiten Weizenreihe. In der Praxis ist dafür ein GPS-Lenksystem auf RTK-Genauigkeit (+/-2 cm) sinnvoll, da das Fahren auf Sicht auf Dauer kaum durchführbar ist.

Anders als beim Cultan-Verfahren, bei dem flüssiger Harnstoffdünger in Punkt-Depots platziert wird, legt das Side-Dressing-Verfahren festen Harnstoffdünger in einem Liniendepot ab.

## SIDE-DRESSING IM TEST

Um zu klären, welchen Effekt das Verfahren auf den Ertrag von Winterweizen und die Ammoniakverluste hat, legten die Verbundpartner an drei Standorten von 2017 bis 2019 Feldversuche an.

Am Standort Bernburg integrierten die Wissenschaftler das Side-Dressing-Verfahren in einen bestehenden Langzeitversuch zur Bodenbearbeitung: Seit 1997 werden auf dem trockenen Lössstandort die Varianten Pflug (P25), tiefe Mulchsaat (MStief), flache Mulchsaat (MSflach) und Direktsaat (DS) geprüft. So ließen sich gleichzeitig Einflüsse der Bodenbearbeitungsintensität mit erfassen. Der Versuchsstandort ist mit durchschnittlich 511 mm Jahresniederschlag von einer ausgeprägten Vorsommertrockenheit charakterisiert. Im Trockenjahr 2018 fielen gerade einmal 372 mm Niederschlag.

Besonders in den Trockenjahren verspricht das Einarbeiten von N-Düngern eine höhere Düngereffizienz, da weniger N-Verluste an der Bodenoberfläche entstehen und der Dünger bereits im Wurzelraum liegt und nicht erst eingewaschen werden muss. Bereits geringe Restfeuchten im Boden lassen ihn pflanzenverfügbar werden.

Das Side-Dressing-Verfahren wurde im Winterweizen mit einer oberflächli-

chen Harnstoffdüngung verglichen. Der Weizen erhielt zu Vegetationsbeginn über alle Varianten hinweg 60 kg N/ha oberflächlich als SSA. In der zweiten Gabe zum Zeitpunkt Mitte/Ende des Schossens applizierten die Versuchstechniker 100 kg N/ha als Harnstoff (46 % N) einmal oberflächlich sowie im Side-Dressing-Verfahren.

Die N-Düngung war auf 160 kg N/ha begrenzt. Das hat langfristig eine ausgeglichene bis leicht negative N-Bilanz beim Winterweizen zur Folge. Der Rohproteingehalt lag im Versuchsmittel bei 12,3 %.

## DIE ERGEBNISSE

Die Übersicht zeigt, dass der Pflugverzicht in Trockenregionen durch eine bessere Wasserversorgung Mehrerträge beim Winterweizen erzielen konnte. Gegenüber der oberflächigen Harnstoffdüngung führte das Side-Dressing-Verfahren am Standort Bernburg in drei Versuchsjahren unabhängig vom Bodenbearbeitungsverfahren zu keinen wesentlichen Ertragsunterschieden. Dafür gibt es verschiedene Gründe:

- Trocknet eine vorsommerliche Hitzeperiode die Ackerkrume stark aus, beruht das Wachstum weitgehend auf den Wasser- und Nährstoffvorräten im Unterboden. Ist dieser entleert, wie in 2018 und 2019, bleibt die N-Düngung wirkungslos. Dazu kommt, dass unter sehr trockenen Bedingungen kein Stickstoff verlagert wird. Liegt der N-Dünger lange an der Bodenoberfläche, kann das die Aufnahme erheblich verzögern, besonders dann, wenn die oberen Bodenschichten wenig durchwurzelt sind.
- Offensichtlich durch das Einschleifen bedingt, kam es beim Side-Dressing-Verfahren zu einer Reduktion der äh-

rentragenden Halme. Dies konnte der Weizen aufgrund der großen Hitze und Trockenheit in der Hauptwachstumsphase nicht mehr kompensieren.

Ähnliche Ergebnisse zeigten sich auch am Standort Cunnersdorf in Sachsen. Am Standort Roggenstein (Oberpfalz) dagegen erzielte die Variante „Harnstoff platziert“ über die drei Versuchsjahre signifikante Mehrerträge. Hier hatte es mehr geregnet und der Boden war besser durchfeuchtet.

## AMMONIAKVERLUSTE REDUZIERT

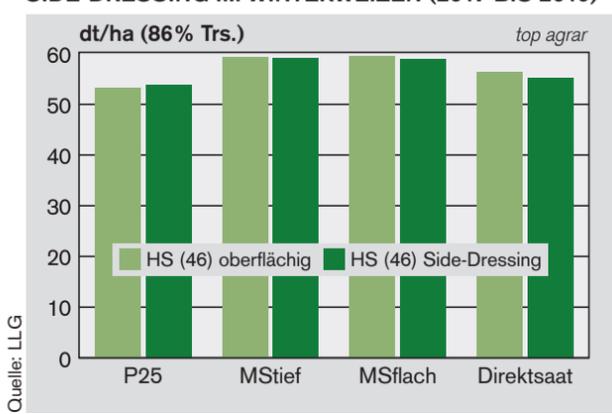
Während der Versuchsdauer wurden kontinuierlich die gasförmigen N-Verluste gemessen. Insgesamt lagen diese von der Aussaat bis zur Ernte auf allen drei Versuchsstandorten auf einem sehr niedrigen Niveau. Dennoch zeigte sich darüber hinaus ein signifikantes Einsparungspotenzial in der Variante „Harnstoff platziert“ im Vergleich zu der Variante „Harnstoff gestreut“. Den gleichen Effekt erzielten auch die Varianten mit stabilisiertem Harnstoff.

## FAZIT

Die dreijährigen und dreierartigen Feldversuche haben gezeigt, dass sich durch Side-Dressing Ammoniakverluste gegenüber der oberflächigen Harnstoffdüngung vermindern lassen. Unter eher feuchtkühlen Standortbedingungen brachte das Side-Dressing-Verfahren aufgrund der Depotwirkung einen signifikanten Mehrertrag. Dagegen hatte bei vorsommerlichen Hitze- und Trockenperioden die starke Austrocknung des Oberbodens dazu geführt, dass die Stickstoffdepots nicht ertragswirksam waren.

© anne-katrin.rohlmann@topagrar.com

## SIDE-DRESSING IM WINTERWEIZEN (2017 BIS 2019)



◀ Aufgrund der Trockenheit brachte das Side-Dressing keine Ertragsvorteile gegenüber der oberflächlich gestreuten Harnstoffvariante.

Durch Nitrifikationsinhibitoren lassen sich N-Gaben früh ausbringen und Verluste minimieren. Auch eine Zusammenlegung von Gaben ist möglich und schafft Flexibilität.



Foto: Höner

# Kluge Einsatzstrategien für stabilisierte Dünger

Die Harnstoffdüngung ist ab 2020 in stehenden Kulturen nur noch mit Ureaseinhibitor erlaubt. Welche Konsequenzen sich für die Bestandesführung daraus ergeben, beleuchtet der folgende Beitrag.

**B**eginnt die Umwandlung von Harnstoff zu Ammonium (Hydrolyse) bereits an der Bodenoberfläche, steigt der pH-Wert in der Umgebung des Düngerkorns. Das führt dazu, dass aus Ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) gasförmiges Ammoniak (NH<sub>3</sub>) entsteht und es zu Stickstoffverlusten kommt.

Durch den Ureaseinhibitor wird die Hydrolyse verzögert und der stark wasserlösliche Harnstoff hat Zeit, in den Boden einzudringen. Da Harnstoff leicht Feuchtigkeit bindet, reicht dafür häufig schon intensive Taubildung. Im feuchten Boden verteilt sich der Harnstoff. Dadurch nimmt die Konzentration ab. Ist der Ureaseinhibitor abgebaut und die Hydrolyse beginnt, treten geringere pH-Erhöhungen ein und die Ammoniakentgasung wird stark reduziert.

## VORTEILE AUF LEICHTEN BÖDEN

Ureaseinhibitoren können besonders auf leichten Standorten potenzielle gasförmige NH<sub>3</sub>-Verluste vermeiden. Denn auf sorptionsschwachen Böden erhöht sich der pH rund um das Korn während der Hydrolyse des Harnstoffs stärker als auf sorptionsstarken Böden.

Auf leichten Böden kommt allerdings ein weiterer Effekt zum Tragen: Das Düngerkorn läuft auseinander. Das bedeutet, dass eine größere Angriffsfläche für die nitrifizierenden Bakterien entsteht. Damit bleibt die für leichte Böden vorteilhafte NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-Form nur kurz bestehen, weil das Bakterienheer sich rasch über das Futter hermacht.

Beim Einsatz von Ureaseinhibitoren sind deshalb auf leichten Böden vornehmlich zwei N-Formen vorzufinden: Harnstoff und Nitrat. Beide Formen zeichnen sich durch eine sehr hohe Wasserlöslichkeit aus. Weder das ungeladene Harnstoffmolekül noch das ne-



Foto: Hogrefe

◀ **UNSER AUTOR**  
Gerrit Hogrefe,  
N. U. Agrar

eine Doppelstabilisierung aus Urease- und Nitrifikationsinhibitor zurückzugreifen. Nach der erfolgten Hydrolyse hemmt der Inhibitor die nitrifizierenden Bakterien, sodass die NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-Form länger erhalten bleibt.

Ammonium ist positiv geladen und kann sich an Humus- oder Tonteilchen anlagern und ist so weitaus weniger von Auswaschung gefährdet. Hinzu kommen die pflanzenphysiologischen Vorteile einer NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-Ernährung. Denn Ammonium kann im Gegensatz zu Nitrat bereits in den Wurzeln in Aminosäuren eingebaut werden. Die Pflanze kann sie dann zu den Bedarfsorten transportieren und dort in Proteine einbauen. Dagegen muss sie Nitrat erst bis in die Blätter transportieren, um es dort unter Lichteinfluss und Energieverbrauch durch die Nitratreduktase zu

gativ geladene Nitrat können sich an den ebenfalls negativ geladenen Bodenkolloiden festhalten. Bei größeren Niederschlagsmengen besteht daher eine hohe Verlagerungsgefahr.

Deshalb empfiehlt es sich, auf sorptionsschwachen Standorten besser auf

## ÜBERSICHT 1: UMWANDLUNG VERSCHIEDENER N-DÜNGER IM BODEN

5.4.2013 N-Form	10.4.2013 (20 °C-Tage)	17.4.2013 (70 °C-Tage)	24.4.2013 (150 °C-Tage)	12.5.2013 (330 °C-Tage)	22.5.2013 (450 °C)
<b>Harnstoff</b>	75 % HST	20 % HST	0 % HST		
	25 % NH <sub>4</sub>	60 % NH <sub>4</sub>	30 % NH <sub>4</sub>		
		<b>20 % NO<sub>3</sub></b>	<b>70 % NO<sub>3</sub></b>	<b>100 % NO<sub>3</sub></b>	<b>100 % NO<sub>3</sub></b>
<b>Harnstoff</b>	100 % HST	100 % HST	75 % HST	20 % HST	
+ UI <sup>1)</sup>			25 % NH <sub>4</sub>	40 % NH <sub>4</sub>	
				<b>40 % NO<sub>3</sub></b>	<b>100 % NO<sub>3</sub></b>
<b>Harnstoff</b>	75 % HST	25 % HST	0 % HST		
+ NI <sup>2)</sup>	25 % NH <sub>4</sub>	75 % NH <sub>4</sub>	100 % NH <sub>4</sub>	60 % NH <sub>4</sub>	
				<b>40 % NO<sub>3</sub></b>	<b>100 % NO<sub>3</sub></b>
<b>KAS</b>	50 % NH <sub>4</sub>	40 % NH <sub>4</sub>	10 % NH <sub>4</sub>		
	<b>50 % NO<sub>3</sub></b>	<b>60 % NO<sub>3</sub></b>	<b>90 % NO<sub>3</sub></b>	<b>100 % NO<sub>3</sub></b>	<b>100 % NO<sub>3</sub></b>

1) UI = Ureaseinhibitor; 2) NI = Nitrifikationsinhibitor

top agrar; Quelle: N. U. Agrar

△ Stabilisierter Harnstoff erreicht erst ca. 3 Wochen nach der Ausbringung die Nitratgehalte von KAS. Je nach Ziel sollte man individuell entscheiden, welcher Dünger passend ist.

Ammonium zu reduzieren. Erst dann ist der Einbau in Aminosäuren oder Proteine möglich.

**ACHTUNG BEI SORPTIONSSTARKEN BÖDEN**

Aus diesen Zusammenhängen ließe sich ableiten, dass doppelt-stabilisierter Harnstoff grundsätzlich die bessere Wahl ist. Dies gilt jedoch nicht für jeden Standort. Auf sehr schweren, tonigen und damit sorptionsstarken Böden kann der Einsatz von Nitrifikationsinhibitoren auch nachteilig sein.

Die hohe Anzahl an negativen Bindungsstellen (hohe Kationenaustauschkapazität) erhöht die Gefahr, dass das Ammonium fixiert und damit die Pflanzenverfügbarkeit eingeschränkt wird. Das gilt ganz besonders bei Trockenheit.

**SONDERFALL ILLIT**

Ein besonderer Fall sind Böden mit hohen Anteilen an Illit. Diese Tonminerale haben zwar nur eine mittlere Austausch-

kapazität, verfügen aber über sogenannte selektive Bindungsstellen für Kalium. Ist auf diesen Böden die Kaliumsättigung zu gering, werden die Bindungsstellen gern auch mit dem, in etwa gleich großen, Ammonium besetzt.

Liegen keine Analysen zum Kationenaustausch vor, kann als Anhaltspunkt für eine zu geringe Kaliumsättigung der Kaliumgehalt nach CAL-Methode dienen. Auf schweren Böden sollten mindestens 0,8 mg K pro Prozent Tonanteil vorliegen. Ein Boden mit einem Tongehalt von 30 % muss also mindestens 24 mg K/100 g Boden vorweisen.

Vielfach berichten Landwirte, dass bei Unterschreitung dieser Grenze nur mit Nitratdüngern eine ausreichende Stickstoffwirkung zu erzielen ist. In diesen Fällen wird es höchste Zeit, in die Kaliversorgung zu investieren. Auf solchen Standorten kann oftmals durch eine Kaligabe ein Stickstoffschub ausgelöst werden.

**DER BESTAND IST ENTSCHEIDEND**

Welche Düngeform und welcher Applikationstermin optimal sind, darüber entscheidet die Bestandesentwicklung, der Vegetationsbeginn und die Bodenfeuchte. Das belegen langjährige Ergebnisse des Versuchsringes Ostholstein am Standort Lensahn. Seit 2011 werden dort unterschiedliche N-Formen in der Ertragsdüngung (2. Gabe) auf ihren Einfluss auf Ertrag und Qualität von Winterweizen geprüft. Um zwei unterschiedliche Strategien exemplarisch zu erläutern, bieten sich die Jahre 2013 und 2014 an, da sie für gegensätzliche Entwicklungs- und Witterungssituationen stehen.

**2013 VORTEILE DURCH UREASEINHIBITOR**

Das Jahr 2013 begann mit schwachen Beständen und einem späten Vegetationsstart. In so einer Situation wirkt sich die ohnehin zögerliche Erwärmung der mittelschweren Böden (sL, 65 BP) an der Ostsee zusätzlich negativ aus. Hier haben frühe Nachdüngungstermine vor Schossbeginn ertraglich Vorteile. Dann hat auch der Nitratanteil im Kalkammonsalpeter (KAS) besondere Vorzüge. Zwar wird die Bestockung aufgrund der bereits ausgeprägten Tageslänge bei spätem Vegetationsstart kaum noch beeinflusst, aber die Ährchendifferenzierung profitiert von der nitratbedingten, höheren Cytokininproduktion. In der Folge steigt die Kornzahl pro Ähre.

Im Gegensatz zu KAS erreicht „einfacher“ Harnstoff erst drei Wochen nach der Applikation vergleichbare Nitratanteile – zu spät, um die Kornzahlen positiv zu beeinflussen. Gleiches gilt in noch stärkerem Maße für die „stabilisierten Harnstoffvarianten“ (mit Urease- oder Nitrifikationsinhibitor). Sie weisen erst nach vier bis fünf Wochen entsprechende Nitratkonzentrationen auf. Die Übersicht 1 auf Seite 27 zeigt detailliert, wie sich die einzelnen N-Düngeformen umsetzen.

Zwischen Harnstoff mit Ureaseinhibitor und Harnstoff mit Nitrifikationsinhibitor zeigten sich 2013 deutliche Ertragsunterschiede. Dies lag in erster Linie an der zusätzlich aufgetretenen Trockenheit. Von Anfang April bis Mitte Mai waren kaum nennenswerte Niederschläge zu verzeichnen.

Davon profitiert der länger in der hochwasserlöslichen Harnstoffphase befindliche ureasegehemmte Harnstoff.



Foto: Högrefe

△ Trotz trockenem Boden genügt nächtlicher Tau, um die Harnstoffkörner zu lösen.

Drei Wochen nach der Applikation lagen noch 75 % als Harnstoff vor, während der lediglich mit Nitrifikationshemmer versehene Harnstoff bereits komplett hydrolysiert war. Neben höheren NH<sub>3</sub>-Verlusten dürfte vor allem die unter trockenen Bedingungen greifende NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-Fixierung für die geringere N-Wirkung des Harnstoffs mit Nitrifikationsinhibitor verantwortlich gewesen sein.

**2014 VORTEILE DURCH NITRIFIKATIONSINHIBITOR**

Im Jahr 2014 waren die Bestände üppig entwickelt und die Vegetation startete frühzeitig. Zudem blieben Trockenperioden aus – günstige Voraussetzungen also. Erfolgte unter diesen Bedingungen wie 2013, eine frühe Ertragsdüngung vor Schossbeginn, schnitt Harnstoff mit Nitrifikationsinhibitor ertraglich am besten ab.

Hier zeigen sich die Vorteile einer dauerhaften Ammoniumernährung. Eine frühe und hohe Nitratverfügbarkeit wie in der KAS-Variante war in den starken Beständen von Nachteil. Sie führt zu überhöhten Ährndichten und wirkt sich damit negativ auf die Kornqualität aus.

Die höchsten Erträge erreichte aber in allen Düngerformen der späte Termin im Schossen. Normaler Harnstoff und Harnstoff mit Ureaseinhibitor waren zu diesem Zeitpunkt vorzüglich. Sie erreichten die höchsten Erträge des Versuches.

**DÜNGESTRATEGIE ABLEITEN**

Für die anstehenden Düngestrategien im Winterweizen bleibt festzuhalten:

- Höchsterträgen steht bei angepasstem Management auch mit stabilisierten Düngern grundsätzlich nichts im Wege. Die zu erwartenden, geringeren Verluste erhöhen sogar die N-Effizienz und ermöglichen hohe Erträge bereits mit geringerem N-Einsatz.
- Ob ein „einfacher“ Ureaseinhibitor oder besser eine „Doppelstabilisierung“ aus Urease- und Nitrifikationsinhibitor vorzüglich ist, hängt maßgeblich vom Standort ab. Genaue Kenntnisse bezüglich Bodenart, Tonmineralzusammensetzung und Austauscherbelegung erleichtern die Wahl des passenden Düngers erheblich.
- Setzt die Vegetation im Frühjahr jahresspezifisch oder aufgrund der Lage des Standorts (maritimes Klima, Höhenlagen) spät ein, wird in schwachen Beständen durch stabilisierte Harnstoffe keine ausreichende Cytokininwirkung erreicht. Dann sollte als Startgabe ein Nitratdünger fallen. Die Ertragsgabe kann vor Schossbeginn stabilisiert erfolgen.
- In starken Beständen muss die zweite N-Gabe auch bei Einsatz eines Ureaseinhibitors hinausgezögert werden. Zusätzlich nitrifikationsgehemmte Harnstoffprodukte können auch in starken Beständen früher fallen.
- An den Grundsätzen der Gabenteilung und Terminierung ändert sich nichts, wenn neben hohen Erträgen auch gute Qualitäten erreicht werden sollen. Um die richtige Düngeform zu wählen, müssen die Umwandlungsverläufe der unterschiedlichen N-Dünger bekannt sein.

@ anne-katrin.rohlmann@topagrar.com

**SOMMERUNGEN**

**Auch zu Mais und Rüben stabilisieren?**

Mais und Zuckerrüben könnten in ihrem Anspruch an die Düngerform unterschiedlicher nicht sein. Natürlich gilt auch bei den Sommerblatfrüchten das Prinzip, dass eine Ammoniumernährung grundsätzlich energieeffizienter für die Pflanze ist, als eine Nitraternährung.

Aber insbesondere für die **Rübe** ist eine Nitratversorgung zum Start vorteilhaft. Denn reines Ammonium wird nur bei aktivem Wachstum aufgenommen. Im Jugendstadium der Rübe sind die Zuwachsraten und damit die Ammoniumaufnahme aber begrenzt.

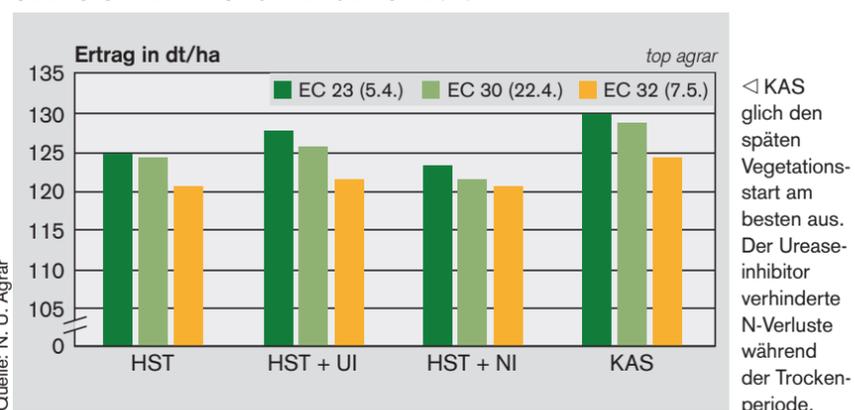
Eine hohe Stickstoffaufnahme kann also nur über Nitrat erreicht werden, das proportional mit der Transpiration in die Pflanzen gesogen wird, auch wenn sie nicht aktiv wächst (Zwangsernährung). Dafür sind vergleichsweise hohe Konzentrationen im Oberboden erforderlich. Denn die zu Beginn noch sehr kleinen Blätter haben eine geringe Transpirationsfläche.

In der Vergangenheit hat es sich bewährt, Harnstoff frühzeitig auszustreuen und ihn oberflächennah einzuarbeiten. Konnte erst kurz vor der Saat Stickstoff gestreut werden, kam ein Nitratdünger zum Einsatz. Grundsätzlich kann auch zukünftig so verfahren werden. Alternativ bietet sich Harnstoff mit Ureaseinhibitor an. Dann ist aber eine frühzeitige Applikation unumgänglich. Das birgt auf leichten Böden dann allerdings die Gefahr einer Verlagerung durch die längere Harnstoffphase. Tritt dies ein, reduziert sich damit auch die hohe, oberflächennahe N-Konzentration.

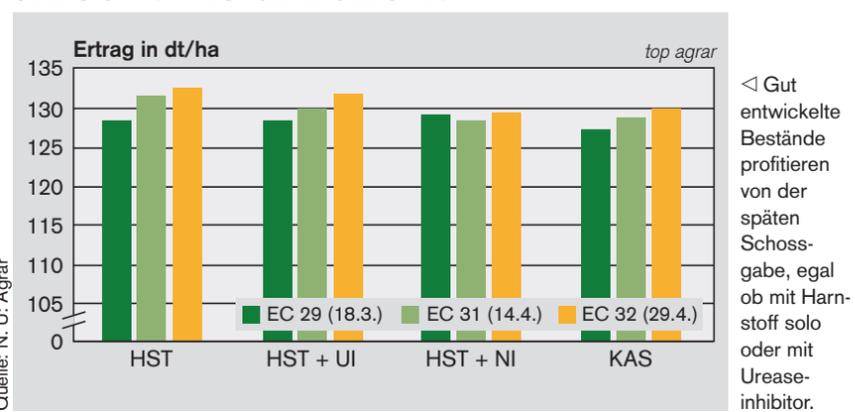
Soll der **Mais** vornehmlich mineralisch gedüngt werden, ist eine Nitraternährung grundsätzlich zu vermeiden. Denn sie fördert die Proteandrie (Vormännlichkeit). Danach entwickelt sich die männliche Blüte (Fahne) schneller als die weibliche Blüte (Narbenfäden). In der Folge kann es zu Befruchtungsstörungen besonders an der Spitze des Kolbens kommen.

Stabilisierte N-Dünger sind deshalb im Vorteil, vor allem, wenn es um die Kolbenleistung geht. Auf leichten Standorten bietet sich dann Harnstoff mit Urease- und Nitrifikationsinhibitor an.

**ÜBERSICHT 2: N-DÜNGEVERGLEICH 2013**



**ÜBERSICHT 3: N-DÜNGEVERGLEICH 2014**



# Flexibel düngen dank N-Stabilisierung

Die Insel Fehmarn ist ein ackerbaulicher Gunststandort. Um diese Potenziale zu nutzen, setzt Jürgen Rauert stark auf Flüssigdünger mit Nitrifikationsinhibitoren. Er sieht darin klare Vorteile.



Fotos: Dieter

△ Jürgen Rauert nutzt seinen Düngerstreuer nur selten. Er setzt auf Flüssigdünger, dem er je nach Bedarf Nitrifikationsinhibitoren zumischt.

Jürgen Rauert nutzt Nitrifikationsinhibitoren, um Stickstoff früh an die Pflanze zu bringen und Düngergaben zusammenzulegen. So kann er seine Stickstoffeffizienz erhöhen. Der Ostholsteiner bewirtschaftet zusammen mit seiner Frau Constanze und zwei Mitarbeitern einen 375 ha-Ackerbaubetrieb in Klausdorf, 1,2 km vom Ostseestrand entfernt. Die sandig-lehmigen Böden haben zwischen 65 und 75 Bodenpunkte (BP). Hauptfrucht ist mit 162 ha der Winterweizen, gefolgt von Silomais für die Biogasanlage, Winter- und Sommergerste, Hafer, Ackerbohnen und Ackergras.

Die Saison beginnt für Rauert nach der Ernte mit der Bearbeitung sämtlicher Ackerflächen, in der Regel mittels Pflug. Besonders der Raps profitiert davon. Mit Mulchsaat hat der Landwirt insgesamt weniger gute Erfahrungen gemacht. Raps und Gerste erhalten im Spätsommer zur Andüngung Gärreste aus der Biogasanlage. Damit deckt der Landwirt auch ca. 50 % seiner Grundnährstoffversorgung. Den Rest ergänzt er über Mineraldünger. „Für eine hohe N-Aufnahme muss die Grundnährstoffversorgung in Ordnung sein. Wir haben überall Versorgungsstufe C und düngen auf Entzug“, sagt der 44-Jährige.

Auch die Maisschläge bereitet der Holsteiner im Herbst mit einer Winterfurche vor. „Würde ich im Frühjahr vor Mais pflügen, wäre der Boden nicht so schön gesetzt und die Gefahr von kapillaren Brüchen ist höher“, berichtet Rauert. Auf Zwischenfrüchte verzichtet er wegen des hohen Ackerfuchsschwanzdruckes und der Kohlherniegefahr ohnehin gänzlich.

## ERFAHRUNG DURCH VERSUCHE

Bei der Düngung fährt der Betriebsleiter eine ganz eigene Strategie. Er setzt in großem Umfang auf Flüssigdünger und nutzt je nach Bedarf Nitrifikationsinhibitoren. Als Vorsitzender des Versuchsringes Ostholstein sammelte er bereits seit zehn Jahren Erfahrungen durch Anbauversuche.

Alles begann mit Versuchen im Kohl. Da setzte Rauert stabilisiertes ASS zusammen mit Kalkstickstoff ein. Der enthaltene Nitrifikationsinhibitor ermöglichte frühe Düngetermine und reduzierte die Stickstoffaufwandmenge, da es zu geringeren Verlusten kam.

Diese Erkenntnisse übertrug Rauert auf seinen Raps „Das hat auch gut funktioniert. Nur war es unwirtschaft-



△ Mit der Flüssigdüngung kann Jürgen Rauert bis an den Feldrand düngen. Nach seinen Erfahrungen entwickeln sich die Bestände mit diesem Düngerverfahren gleichmäßiger.

lich, die gesamte mineralische N-Menge über stabilisiertem ASS zu decken. Ich habe daher 80 kg N mit Harnstoff aufgemischt“, schildert Rauert, der inzwischen im vierten Jahr im eigenen Betrieb auf stabilisierte Dünger setzt, seine ersten Erfahrungen. Mittlerweile sind N-stabilisierte Flüssigdünger ein wesentlicher Baustein bei der Düngung seiner Raps- und Weizenbestände.

## VORTEIL FLÜSSIGDÜNGER

Die Anwendung von Flüssigdüngern im stehenden Bestand hat den Ackerbau-

ern insgesamt überzeugt. „Der Vorteil ist, dass ich bis an den Feldrand spritzen kann. Mein Eindruck ist, dass sich die Bestände außerdem gleichmäßiger entwickeln.“ Der Betrieb arbeitet mit Flüssigdüngerdüsen. Diese erzeugen einen Sprühschirm, der die Pflanzen nicht verätzt.

Dass seine Mitarbeiter mit der Spritze deutlich langsamer fahren als mit dem Düngerstreuer, sieht der Klausdorfer nicht als Nachteil. Durch die Zusammenlegung stabilisierter Gaben sind sie dafür mit der einen Überfahrt für Monate fertig.

## N-STABILISIERUNG ALS STRATEGIE

Der Raps erhält in einer ersten Gabe 2 dt/ha SSA per Düngerstreuer, da die Böden dann mit der Pflanzenschutzspritze noch nicht befahrbar sind. So deckt der Landwirt den Schwefelbedarf.

Sobald die Befahrbarkeit gewährleistet ist, schließt er im Raps die N-Düngung mit stabilisiertem Flüssigdünger komplett ab. „Bei Raps bietet sich der Einsatz stabilisierter Dünger wirklich an, da er schnell viel Stickstoff an der Wurzel benötigt, sobald es warm wird“, so der Landwirt. „Ich könnte auch schon bei der ersten Gabe Alzon einsetzen-

## SCHNELL GELESEN

**Jürgen Rauert** setzt seit vier Jahren stabilisierte N-Dünger ein.

**Vor allem im Raps** lassen sich durch die Zugabe von Nitrifikationsinhibitoren Gaben zusammenfassen.

**Nitrifikationsinhibitoren** kommen im Flüssigdünger zum Einsatz.

**Je nach Witterung und Boden** entscheidet der Landwirt individuell über den Einsatz von stabilisierten Düngern.

zen, das geht nur nicht, weil ich nicht mit der Spritze auf die Flächen komme.“

Den Weizen düngt Rauert früh an, um die Bestockung auf den kühlen Böden zu sichern. Lässt es die Witterung im Februar zu, erhält der Weizen, so früh es geht, eine Gärrestgabe. Diese stabilisiert er mit dem Nitrifikationsinhibitor Piadin. Zusätzlich gibt er etwas SSA hinzu, um Nitrat an die Pflanze zu bringen. Ist eine Gärrestgabe nicht möglich, weicht der Betriebsleiter komplett auf SSA aus.

Sobald Rauert die Flächen mit der Pflanzenschutzspritze befahren kann, düngt er in der Regel mit der zweiten Gabe in Form von stabilisiertem Flüssigdünger bis auf ca. 150 kg N/ha auf. „Ich nutze so die Bodenfeuchtigkeit optimal aus und komme mit einer Düngung bis zum Mai durch“, so Rauert.

Ein weiterer Vorteil in der Nitrifikationshemmung sieht der Landwirt darin, dass sich die Bestände mit der ammoniumbetonten Düngung nicht so stark überwachsen. Das ist für ihn gerade bei der oft unkalkulierbaren Witterung von Bedeutung.

Für die Ährengabe behält er sich eine KAS-Gabe vor, um flexibel auf die Bestandesentwicklung und Witterung reagieren zu können. Gerade in den Trockenjahren hätte eine frühe vollständige Zusammenfassung der Gaben zu hohen Rest-N-Mengen im Boden geführt.

In guten Jahren erntet Rauert mit dieser Strategie 120 dt/ha. Im letzten Jahr begrenzte die Hitze die Erträge,

bescherte aber dafür Proteingehalte von 12 %.

In Gerste und Hafer verzichtet der Landwirt auf Inhibitoren. In der Gerste legt er die Düngergaben nicht zusammen, um besser reagieren zu können und setzt beim Schossen eher auf einen etwas späteren Termin, bei dem dann nitrathaltige Dünger zum Einsatz kommen. Im Hafer erfolgt die N-Gabe durch Einarbeiten von granuliertem Harnstoff zur Saat. Damit ist die Düngung für diese Kultur abgeschlossen.

#### MINERALISCH ZU MAIS

Entgegen der gängigen Praxis ernährt Rauert seinen Mais überwiegend mineralisch. Zum einen platziert er die zur Verfügung stehenden Gärreste lieber in Raps und Weizen. Zum anderen drohen bei seinen tiefgründigen Böden mit hohem Wasserhaltevermögen tiefe Spuren durch die schweren Güllefässer. Der Landwirt fürchtet Strukturschäden bis in den Unterboden hinein. Daher setzt er auf 1,5 dt/ha DAP plus Kieserit als Unterfußdünger und mit Urease- und Nitrifikationsinhibitor stabilisierten Harnstoff, den er vor der Saat einarbeitet. Kommt auf hofnahen Flächen Gärrest zum Einsatz, wird dieser durch Verschlauchung ausgebracht.

#### VORTEILE BETRIEBSINDIVIDUELL BEWERTEN

Ein wesentliches Argument der stabilisierten Dünger ist für Rauert die Ertragssicherheit. So haben diese bei nor-

maler Trockenheit seiner Meinung nach Vorteile für die Pflanzen, weil sie rechtzeitig bei noch ausreichender Bodenfeuchte an die Wurzeln gelangen und dort stabil verfügbar bleiben.

„Im Ertrag zeigt sich das zwar nicht immer“, schränkt Rauert ein. „Es gibt unterschiedliche Ergebnisse, man kann nicht pauschal sagen, mit den stabilisierten Düngern ist alles besser, manchmal funktioniert schlichter Harnstoff einfach besser.“

So hält sich der Betrieb die Möglichkeit offen, ob er stabilisiert düngt. Damit kann der Landwirt gezielt reagieren. Das heißt auch, dass er je nach Bedarf auf eine Stabilisierung verzichtet.

„Wenn meine lehmigen Böden total trockenfallen, kann ammoniumgebremster Dünger zu stark an den Tonmineralen festliegen und wirkt nicht. Nitrat und Harnstoff funktionieren dann besser. Ein Ureasehemmer kann in dieser trockenen Situation dagegen die Wirkung verbessern und wäre der Zusatz der Wahl“, erinnert sich Rauert an konkrete Einzelfallentscheidungen.

Sein Ratschlag zum Abschluss: „Es ist falsch, bei der Düngung nur auf den Preis zu schauen. Die Politik zieht die Daumenschrauben an, da ist Effizienz gefragt. Mehr als zuvor müssen jetzt Grunddüngung und Kalkung in Ordnung sein, damit alle Nährstoffe effizient pflanzenverfügbar sind“, ist Rauert überzeugt.

@alfons.deter@topagrar.com

#### BETRIEBSSPIEGEL

**Betrieb Jürgen Rauert,**  
Insel Fehmarn (Schleswig-Holstein)

**Ackerbaubetrieb:** 375 ha gesamt,  
Hauptkulturen Winterweizen,  
Wintergerste, Raps und Silomais.

**Boden:** 65 bis 75 BP, lehmig, sandig-  
lehmig, 2,5 bis 4 % Humusgehalt.

**Besonderheit:** Düngestrategie mit Flüssigdüngern und stabilisierten N-Düngern.

**Weitere Standbeine:** 640 Mast-  
schweine, Beteiligung an Biogasan-  
lage, 10 Ferienwohnungen.

**Mitarbeiter:** Zwei Festangestellte  
für den Agrarbereich.



Nur mit Hilfe der Querverteilungsprüfung lassen sich teure Streufehler vermeiden.

Foto: Taslowe

# Ausbringung – auf jedes Korn kommt es an

Fehler bei der Mineraldüngung können zu teils erheblichen Ertragseinbußen führen. Mit diesen Tipps vermeiden Sie teure Streufehler.



Foto: Deter

△ Besonders im Raps lassen sich nach Rauerts Meinung mithilfe von Nitrifikationsinhibitoren Düngergaben zusammenlegen.



▷ UNSER AUTOR  
Ulrich Lossie,  
DEULA Nienburg

Foto: Lossie

bei anderen Nährstoffen oder einem geringeren Streufehler, werden die Auswirkungen nur selten sichtbar. Wir sehen somit nur „die Spitze des Eisbergs“. Derartige Verteilungsprobleme können zu Ertragseinbußen von über 10 % führen.

Gerade die Stickstoffdüngung hat eine hohe ökonomische und ökologische Relevanz. Daher sollte es selbstverständlich sein, sich regelmäßig in puncto Düngerstreueroptimierung weiterzubilden und eine freiwillige Gerätekontrolle, wie sie im Pflanzenschutz verpflichtend ist, durchzuführen.

Vor jedem Start mit dem Düngerstreuer sollte ein kleiner Check anhand einer betriebseigenen Checkliste sicherstellen, dass die Technik einwandfrei

#### SCHNELL GELESEN

**Streufehler** zeigen sich im Feld oft erst ab einer Abweichung von 20 %.

**Empfindliche Ertragseinbußen** von bis zu 10 % können die Folge sein.

**Mit der Querverteilungsprüfung** lassen sich teure Fehler vermeiden. Querverteilungssensoren helfen an Hanglagen, müssen aber auch kalibriert werden.

**Achten Sie auf gute Düngerqualität!** Inhomogene Ware lässt sich kaum auf eine gute Querverteilung einstellen.

**Düngerlager** sollten kühl und trocken sowie vor Sonneneinstrahlung und zu hoher Luftfeuchtigkeit geschützt sein.



△ Ähnlich wie beim Pflanzenschutz, sollte auch bei den Düngestreuern eine Gerätekontrolle Standard sein.

funktioniert und richtig eingestellt ist. Wie eine solche Liste aussehen kann, entnehmen Sie dem Kasten.

**QUERVERTEILUNG MESSEN**

Erfahrungsgemäß haben ca. 70 % aller Mineraldüngerapplikationen mit Zentrifugalstreuern einen Variationskoeffizienten von mehr als 12 % und führen somit zu Ertragseinbußen. Diese Streufehler lassen sich nur durch eine Querverteilungsüberprüfung vermeiden. Aus den Kosten der Streufehler ergibt sich, je nach Fläche, ein theoretischer Lohn von 100 bis 1000 € je Stunde für das Aufstellen der Schalen. Deshalb entschließen sich immer mehr Landwirte zu einer regelmäßigen Querverteilungsoptimierung mithilfe von Streuschalen.

Umschlag, Transport und Lagerung beeinflussen den Dünger in seinen physikalischen Eigenschaften massiv. Daher hat fast jede Düngercharge andere Streueigenschaften. Streutabellen und Düngeranalysen liefern nur Anhaltspunkte zur Maschineneinstellung. Erst die Messung der Querverteilung führt zu einer exakten Einstellung.

Hierzu sind unterschiedliche Systeme und Vorgehensweisen am Markt. Die meisten bekannten Systeme verwenden Schalen mit eingesetzten Fanggittern. Für alle gilt aber gleichermaßen, dass die Sorgfalt beim Aufstellen einen erheblichen Einfluss auf die Messgenauigkeit hat. Die Messschalen müssen in jedem Fall gerade stehen. Bei größeren Pflanzen und klutigem Untergrund ist

schon ein wenig „Fußarbeit“ gefragt. Ein zweiter wichtiger Genauigkeitsfaktor ist die Anzahl der Schalen. Allerdings muss der Zeitaufwand auch im Rahmen bleiben. Mindestens 7 Schalen sollten jedoch verwendet werden.

Eine völlig neue Messmethode bietet das EasyCheck-System von Amazone. Hierfür legt der Anwender keine Schalen aus, sondern 16 Gumminoppenmatten. Die ca. 10 mm langen Noppen fangen die Düngerkörner und sorgen so für eine gleichmäßige Verteilung auf der Matte. Die lila Farbe der Matten stellt für alle gängigen Düngerarten einen ausreichenden Kontrasthintergrund auch für die interne Bildverarbeitung per App dar. Damit lassen sich die Körner je Matte ermitteln und auswerten. Der Zeitaufwand reduziert sich damit um ca. 20 % gegenüber dem Einsatz mit der gleichen Anzahl an Schalen.

Der entscheidende Vorteil dabei ist der erheblich leichtere Transport und die verbesserte Handhabung. Zusätzlich bekommt der Anwender durch die App sofort Empfehlungen, wie er die Maschineneinstellung optimieren kann.

Besonders an Feldgrenzen ist die Düngerapplikation eine besondere Herausforderung. Je nach Witterung und Düngereigenschaften muss die Maschineneinstellung kontrolliert und oft mehrmals am Tag nachjustiert werden.

Bei inhomogener Ware und Hanglagen eignen sich fest eingebaute Querverteilungssensoren am Düngestreuer als Hilfsmittel. Zwei Hersteller bieten diese zu einem Aufpreis von 5000 bis 7000 € an. Radarsensoren messen dabei das aktuelle Abflugbild der Düngerkörner und justieren gegebenenfalls den Aufgabepunkt nach. Allerdings muss auch diese Technik täglich mit Prüfschalen kalibriert werden.

**TIPPS ZUM DÜNGERKAUF UND ZUR LAGERUNG**

Dem Anspruch, die Auflagen einzuhalten und gleichzeitig die Erträge zu steigern, werden Sie nur mit qualitativ hochwertigen Düngemitteln gerecht.

Nur bei bekannter Herkunft lassen sich physikalische Qualitätsparameter einordnen oder schriftlich fixieren. Es empfiehlt sich, frühzeitig mit den Handelspartnern über die Qualitätsansprüche beim Dünger zu sprechen. Dabei gilt: Qualität geht vor Preis!

Richtig teuer wird es, wenn ein vermeintlich billiger Dünger zu einer schlechten Querverteilung führt und

**UNTERSCHIEDLICHE DÜNGER IM HÄRTETEST**

	Druckbeständigkeit der Körner in kg/dN									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Harnstoff gekörnt										
Harnstoff gepörlt										
KAS										
DAP										
NPK										
40er-Kali										
SSA										

top agrar; Quelle: Lossie

△ Im Gegensatz zu NPK und DAP ist Harnstoff weniger druckbeständig. Das erhöht das Risiko von Staubbildung durch Abrieb.

zusätzlich der Staubanteil zu einer hohen Nährstoffabdrift beiträgt. Achten Sie daher auf Folgendes:

**1. Wareingangskontrolle:** Wer über Qualität spricht, muss sie auch kontrollieren. Besonders Staub ist kritisch, da er sich sowohl mit Scheibenstreuern als auch mit Pneumatikstreuern nicht zielgerichtet applizieren lässt. Schüttelboxen und Kornhärteprüfer sollten auf keinem Betrieb fehlen.

**2. Homogen Einlagern:** Beim Ausbringen mit einem Scheibenstreuer ohne Querverteilungssensor ist das wichtigste Qualitätsmerkmal, dass die Ware homogen ist. Inhomogene Ware lässt sich selbst mit Prüfschalen nur unzureichend auf eine gute Querverteilung einstellen. Je größer das Spektrum der

Korngrößen, je ungleichmäßiger die Form der Körner und je höher der Bruchkorn- und Staubanteil (Übersicht) ist, umso größer ist auch die Gefahr der Entmischung bei der Einlagerung. Daher sollte beim Einlagern darauf geachtet werden, dass sich keine Schüttelkegel bilden. Diese begünstigen, dass sich der Dünger entmischt.

**3. Haufen kühl und trocken lagern:** Oft reicht schon eine rel. Luftfeuchtigkeit von über 75 % bei Harnstoff und über 65 % bei KAS aus, damit der Dünger quillt. Jede Umlagerung und jeder Tag, an dem der Haufen nicht abgedeckt ist, erhöht das Risiko von weichen Körnern und Klumpenbildung.

Folgende Punkte sind bei der Einlagerung in ein Flächenlager zu beachten:

- lange punktuelle Einlagerung vermeiden (Entmischung),
- Keine Einlagerung bei hoher Luftfeuchtigkeit,
- Boden und Seitenwände sollten möglichst keine Feuchtigkeit hindurchlassen,
- feuchte Böden z.B. mit Bentonid abstreuen,
- sofortige Abdeckung (lichtundurchlässige Folie mit überlappenden Stoßstellen),
- Türen und Tore während der Lagerperiode geschlossen halten,
- Temperaturschwankungen in der Halle reduzieren,
- möglichst keine Sonneneinstrahlung auf den Düngerhaufen,
- lange Lagerdauer (> 6 Monate) vermeiden,
- Harnstoff getrennt von KAS, NP und NPK lagern.

**4. Hochwertige Big Bag-Ware:**

Alternativ zur losen Düngelieferung kann man auch Big Bag-Ware in Erwägung ziehen. Ziel ist es, dass diese Ware von Produktion bis Ausbringung so gut wie keinen Kontakt zur Außenluft hat und mechanische Belastungen durch Umlagern das Korn nicht verändern können. Daher ist auf eine Direktabfüllung der Hersteller zu achten.

Zweischichtige Big Bags mit zusätzlicher Innenfolie bieten die höchste Sicherheit bei der Kornqualität. Um die Müllproblematik abzumildern bietet die Industrie Rücknahmesysteme an.

@ anne-katrin.rohlmann@topagrar.com

**CHECKLISTE**

**Düngerstreuer**

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Hubstreben gleichmäßig               | <input type="checkbox"/> Einweissbürste                       |
| <input type="checkbox"/> Reifenluftdruck                      | <input type="checkbox"/> Streuschaufel                        |
| <input type="checkbox"/> Unterlenker seitenstarr              | <input type="checkbox"/> Streutabelle aktuell                 |
| <input type="checkbox"/> Fahrgeschwindigkeit kalibriert       | <input type="checkbox"/> Streuerhöhe in cm                    |
| <input type="checkbox"/> Gelenkwelle geschmiert und gesichert | <input type="checkbox"/> Streuerneigung bei 100 %, 50 %, 10 % |
| <input type="checkbox"/> Rührwerk                             | <input type="checkbox"/> Grenzstreueinrichtung überprüft      |
| <input type="checkbox"/> Behältersieb                         | <input type="checkbox"/> Querverteilung überprüft             |
| <input type="checkbox"/> Streuscheibe                         | <input type="checkbox"/> Windgeschwindigkeit < 6 m/s          |
| <input type="checkbox"/> Auslauföffnung sauber                | <input type="checkbox"/> Datum, Unterschrift                  |



Foto: Lossie

◁ Eine ungleichmäßige Körnung entmischt sich im Lager schneller als homogene Ware und führt zu unpräziser Querverteilung.

# #flüssigsein



## ALZON<sup>®</sup> flüssig-S 22/4 //

Der Wirtschaftliche



**Wer hat der kann**

Weitere Informationen unter:  
[www.duengerfuchs.de](http://www.duengerfuchs.de)

**skw.**  
PIESTERITZ

EIN UNTERNEHMEN DER  AGROFERT GROUP