



Foto: www.agrar-press.de

Serie zum Sammeln,
Teil 2 von 8

Grundlagen der Stickstoffdüngung

Eine sichere und effektive Ernährung der Pflanzen mit Stickstoff wird nur dann erreicht, wenn die Düngung zum richtigen Zeitpunkt und mit an den Pflanzenbedarf angepassten Mengen erfolgt. Ein Zuviel oder Zuwenig wird unmittelbar sichtbar und führt schnell zu Ertrags- und Qualitätseinbußen. Aus diesem Grund ist die Zusammensetzung der verschiedenen Stickstoffdünger von großer Bedeutung.

Unter den Pflanzennährstoffen nimmt Stickstoff eine Sonderstellung ein, weil er im Boden zahlreichen Ab-, Um- und Aufbauprozessen unterliegt. Diese werden von vielen Faktoren (z. B. Standort, Witterungsverlauf, Bewirtschaftung der Flächen) beeinflusst. Folgen dieser Prozesse sind beispielsweise die Freisetzung von Stickstoffmengen aus dem Bodenvorrat bei feucht-warmer Witterung oder die verhaltene Anlieferung des Nährstoffs bei Trockenheit. Diese natürlichen Prozesse sind im Voraus bei der Planung und Durchführung der Düngung kaum zu kalkulierten.

Nährstoffformen bestimmen die Düngerwirkung

Bei der Entscheidung, welche Dünger für die Betriebe geeignet und wie sie einzusetzen sind, ist die Kenntnis über deren unterschiedliche Eigenschaften Voraussetzung. Diese werden durch die enthaltenen Nährstoffformen bestimmt. Im Wesentlichen werden in der landwirtschaftlichen Produktion die Stickstoffformen Nitrat, Ammonium und Harnstoff eingesetzt. In Düngemitteln sind sie oft in Kombination enthalten. Wird mit organischen Dün-

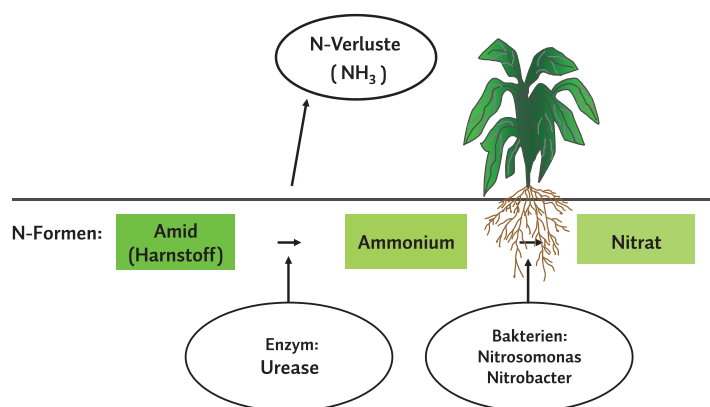
gemitteln gearbeitet, kommt zusätzlich noch organisch gebundener Stickstoff dazu.

Über die Wurzel kann die Pflanze Stickstoff nur in Form von Nitrat oder Ammonium aufnehmen. Alle anderen gedüngten Stickstoffformen müssen im Boden zunächst zu Ammonium und dann in einem weiteren Umwandelungsschritt zu Nitrat umgewandelt werden (Nitrifikation). Da der Umwandlungsprozess bei höheren Bodentemperaturen recht schnell verläuft, ist Nitrat die Stickstoffform, die von den Pflanzen überwiegend aufgenommen wird (Abb. 1).

Wirkung der Stickstoffformen

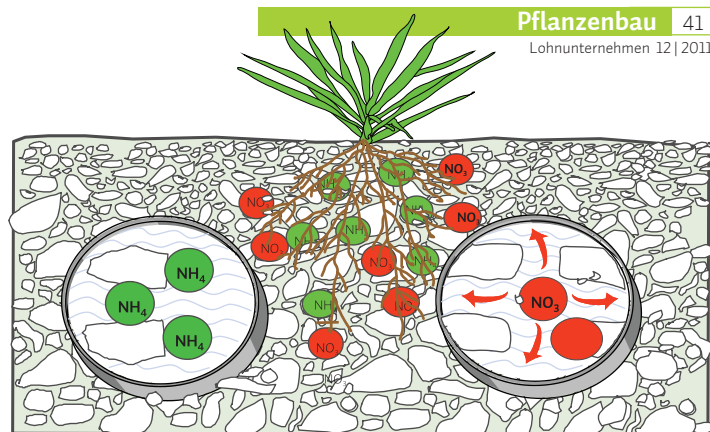
Nitratstickstoff: ist in der Bodenlösung mobil. Er wird mit dem Bodenwasser an die Wurzel herangetragen. Damit erklärt sich die schnelle Wirksamkeit. Nitrat wirkt deshalb auch dann schnell, wenn die Bewurzelung der Pflanzen noch gering ist, wie beispielsweise im zeitigen Frühjahr. (Abb. 2)

Ammoniumstickstoff: ist im Boden schwerer beweglich als Nitrat (Abb. 2). Er verteilt sich durch Diffusionsvorgänge. So gelangt er in Wurzelnähe und kann von der Pflanze aufgenommen werden. Ein Teil wird im Boden an die Ton- und Humusteile gebunden. Das ist auch der Grund, weshalb Ammoniumstickstoff verhaltener wirkt als Nitratstickstoff. Unter natürlichen Bedingungen wird der größte Teil des Ammoniums durch Bodenbakterien zu Nitrat umgewandelt (Nitrifikation) und kommt so zur Wirkung. Mit einer Ammonium-betonter Düngung wird also



Die Umwandlung von Harnstoff zu Ammonium und Nitrat erfolgt unter Einwirkung von Enzymen und Bakterien. Die Umwandlungszeit ist abhängig von Bodentemperatur (>5°), Bodenfeuchte und Sauerstoff (Durchlüftung).

Abb. 1: Die Umsetzung der Stickstoffformen im Boden. (Grafik: K+S Nitrogen)



Ammoniumstickstoff ist im Boden schwerer beweglich als Nitrat. Ammoniumstickstoff wird in nächster Nähe der Wurzel aufgenommen. Ammonium wird im Boden zu Nitrat umgesetzt.

Nitratstickstoff ist immer im Bodenwasser gelöst und wird passiv an die Wurzel herangetragen. So wird Nitrat schnell wirksam.

Abb. 2: Eigenschaften von Ammonium und Nitrat. (Grafik: K+S Nitrogen)

nicht automatisch eine Ammonium-betonte Ernährung der Pflanzen erreicht. Für das Pflanzenwachstum ist ein gleichzeitiges Angebot von Nitrat- und Ammoniumstickstoff vorteilhaft.

Exkurs: Nitrifikationshemmstoffe verzögern die Nitrifikation

Der Zusatz von Nitrifikationshemmstoffen wie beispielsweise DMPP (Dimethylpyrazolosphat) verzögert die Nitrifikation. Das Ammonium bleibt somit über einen längeren Zeitraum erhalten und die Pflanzen können ge-

zielt über einen längeren Zeitraum Ammonium-betonter ernährt werden.

Harnstoff: Wird Stickstoff in Form von Harnstoff (= Carbamidstickstoff oder Amidstickstoff) gedüngt, muss dieser zuerst zu Ammonium und Nitrat umgewandelt werden. Amidstickstoff wird dabei zunächst vom Enzym Urease, das im Boden enthalten ist, zu Ammonium umgewandelt. Dieser Vorgang verläuft relativ rasch und dauert je nach Bodentemperatur 1 bis 4 Tage. Das hierbei entstandene Ammoni-

um wird in weiterer Folge vom Bakterienstamm Nitrosomonas zu Nitrit (NO₂) und dieses vom Stamm Nitrobacter zu Nitrat (NO₃) umgewandelt. Bei Bodentemperaturen unter 10° C ist Harnstoff erst nach etwa 10 bis 14 Tagen für die Pflanze als Nitrat verfügbar.

Bei der ersten Umwandlungsstufe zu Ammonium erhöht sich der pH-Wert im unmittelbaren Bereich um das Düngerkorn. Dieser Vorgang ist verantwortlich für Stickstoffverluste als gasförmiges Ammoniak (Abb. 3). Das Verlust-

EIN ZEICHEN FÜR QUALITÄT

Nitrophoska®

SO DÜNGT MAN HEUTE

- Bedarfsgerechte Vollversorgung der Pflanzen
- Optimales Arbeitsmanagement und hohe Ertragsleistung
- Sichere Lagerung und Wirkung

K+S nitrogen



Das sagt der Berater

Hermann Kurpuweit,
 Fachberater K+S Nitrogen
 GmbH

Die Düngung sollte angepasst an den Pflanzenbedarf, die Bodenverhältnisse und das Erzeugungsziel erfolgen. Dünger sind so einzusetzen, dass sie effizient wirken, ohne die Umwelt zu beeinträchtigen. Hierbei spielt vor allem die Beurteilung des Düngers nach der Nährstoffform eine große Rolle.

In der Praxis wird die Entscheidung für oder gegen einen Dünger oft nur vom Preis des Nährstoffs abhängig gemacht. Der Artikel zeigt jedoch, dass es große Unterschiede hinsichtlich Wirkung und Einsatzmöglichkeiten gibt. Demzufolge entwickelt die Industrie zunehmend neue Düngerformen mit verbesserter Effizienz, die die Anwendung erleichtern. Aktuelles Beispiel: Die stabilisierten Stickstoffdünger „Entec“, die die gleichzeitige Aufnahme von Ammonium und Nitrat über einen längeren Zeitraum ermöglichen.

Entscheidungshilfe bei der Auswahl der Düngemittel kann das Düngemittelgesetz leisten: Laut diesem Gesetz unterliegen Düngemittel einer Kennzeichnungspflicht. In Warenbegleitpapieren, Boxenschildern oder Sackaufdrucken erfolgt die Deklaration zum Produkt und gibt Informationen zur Zusammensetzung.

Veränderung des pH-Wertes in unmittelbarer Nähe eines Harnstoffkornes (schematisch)

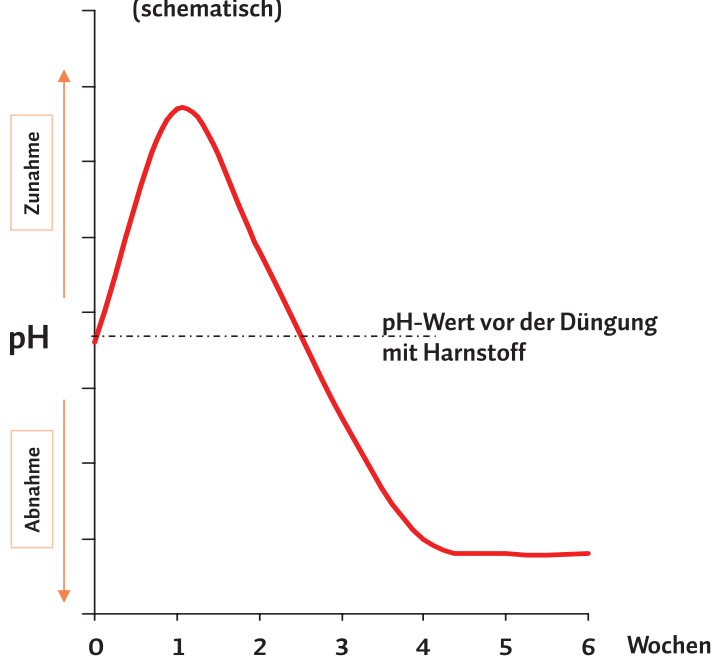


Abb. 3: Veränderung des pH-Wertes bei Harnstoffdüngung: Während der Umsetzung des Harnstoffs kommt es zunächst zu einer Erhöhung des pH-Wertes in unmittelbarer Nähe des Harnstoffkornes. Dadurch kann es, unabhängig vom Ausgangs-pH, zu gasförmigen NH₃-Verlusten kommen. Nach dieser anfänglichen Erhöhung des pH-Wertes kommt es mittelfristig zu einer pH-Erniedrigung, die durch Kalkung ausgeglichen werden muss. (Grafik: Linser, 1992)

Tab. 1: Die Zusammensetzung der wichtigsten Stickstoffdünger für den Ackerbau. (Quelle: K+S Nitrogen)

	KAS	Ammon-sulfatsalpeter	AHL	schwefelsaures Ammoniak	Harnstoff
N-Gehalt (%)	27	26	28	21	46
Anteile der N-Form (%)					
Nitrat	50	30	25	–	–
Ammonium	50	70	25	100	–
Amid	–	–	50	–	100

Die Zusammensetzung der enthaltenen N-Formen bestimmt die Einsatzmöglichkeiten und Wirkungsgeschwindigkeit der Dünger.

Tab. 2: Nährstoffgehalte flüssiger Wirtschaftsdünger. (Quelle: Landwirtschaftskammer NRW, Dr. Laurenz)

Dünger	TS %	Stickstoff			Grundnährstoffe		
		Gesamt N	davon NH ₄ -N	Wirksamkeit im Düngejahr	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
Gülle							
Gehalte in kg je m ³							
Milchvieh- u. Rindergülle	8	4,8	2,4	54	1,7	4,9	0,9
Bullengülle	7	3,7	2,2	60	1,8	4	0,8
Mastschweinegülle	5	5,6	4,2	75	2,8	3,8	1,1
Zuchtsauengülle	4	3,9	2,9	74	2,3	2,5	0,8
Hühnergülle	11	8,4	5,4	64	5,9	4,3	1,3
Gärsubstrat							
Gärrest Nawaro u. PM	9,8	8,4	6,2	74	3,6	3,8	1
Gärrest Nawa Ro RG	6,8	4,5	2,5	57	1,7	4,8	0,8
Gärrest Nawa Ro SG	6	4,5	3,2	70	2,5	3,2	0,9

Bei Wirtschaftsdüngern wirkt nur der Ammoniumanteil unmittelbar.

potential liegt bei ca. 40 %. Unter praktischen Bedingungen kann durchschnittlich mit 15 % kalkuliert werden. Das hat zur Folge, dass in der Praxis zur Erzielung des gleichen Ertrages die N-Düngermenge um diesen Betrag erhöht werden muss.

Die auf dem Markt angebotenen Stickstoffdünger enthalten die beschriebenen Stickstoffformen in unterschiedlichen Anteilen. **Hierbei gilt: hoher Nitratanteil = schnelle Wirkung** (Tabelle 1).

Nährstoffwirkung von organischen Düngern

Zu organischen Düngern zählen Wirtschaftsdünger, Gärreste aus Biogasanlagen und auch Sekundärrohstoffdünger wie beispielsweise Klärschlämme, Komposte und andere Rohstoffe organischer Herkunft. Diese Dünger sind auf Grund der enthaltenen Nährstoffe wertvoll für die Pflanzenernährung. Die Düngung sollte auf Basis von Nährstoffbedarfsrechnungen der Fruchtfolgen in den Betrieben geplant werden.

Die Nährstoffgehalte in Wirtschaftsdüngern unterliegen großen Schwankungen. Sie werden durch Tierart, Fütterung, Leistung und die Haltung beeinflusst. Für eine genaue Düngelplanung sind daher Nährstoffanalysen unerlässlich. Speziell für Stickstoff ist eine Analyse auf Ammoniumstickstoff und organischen Stickstoff unabdingbar. Bei fehlender Analyse sind die Richtwerte der zuständigen Offiziälerberatung zu verwenden. Für die Sofort-Bestimmung des Gehaltes an Ammoniumstickstoff stehen *Lesen Sie weiter auf Seite 44.*

Das sagt der Praktiker

Stephan Lorenz, Kundenberater im Lohnunternehmen Blunk, Rendswühren

Das Lohnunternehmen Blunk ist im Bereich Düngung sowohl in der organischen wie auch mineralischen Düngung aktiv. Bei der Ausbringung der flüssigen Wirtschaftsdünger wird Wert auf die bodennahe Ausbringung gelegt. Das Lohnunternehmen kann alle ausgebrachten Mengen an Dünger dokumentieren und dem Kunden einen Ausdruck für die Ackerschlagkartei liefern.

„Unsere Kunden arbeiten natürlich zunächst mit den Düngemitteln, die ihnen zur Verfügung stehen, das heißt den Wirtschaftsdüngern. Bei Versorgungslücken, zum Spitzen brechen und dem Bedarf an schnell verfügbaren N, spielt mineralischer Dünger jedoch eine wichtige Rolle“, berichtet Stephan Lorenz. Kundenberater im Lohnunternehmen Blunk. Anhand der Nährstoffanalyse des Wirtschaftsdüngers, dem Zustand der Kulturen sowie den sonstigen Gegebenheiten, wie z.B. Besonderheiten in der Witterung, bespricht er gemeinsam mit dem Kunden die Düngestrategie.

Grundsätzlich sollte die Düngung dem Bedarf der Pflanze angepasst werden, das heißt vor allem der Pflanze die richtige Menge zum richtigen Zeitpunkt zur Verfügung zu stellen, so Stephan Lorenz. Welche Art von N-Düngern eingesetzt werden, richtet sich nach Kultur und Bedarf: „Im Herbst wird oft auf die Stoppeln eine Düngung mit Gärsubstrat ausgeführt, um die Strohrotte zu beschleunigen und den Beständen eine gute Nährstoffversorgung zu stellen, so dass Raps- und Getreide eine gute Vorwinter-Bestandes-Entwicklung erreichen. Viele Bestände unserer Kunden werden auch im Frühjahr mit Gärsubstrat an gedüngt. Die erste Gabe wird dann mit einer mineralischen N-Düngung unterstützt, die sofort pflanzenverfügbar ist, die zweite und dritte Gabe erfolgt dann meist mit Kalkammonsalpeter (KAS). Die besten Erträge erzielt man meistens mit einer Kombination aus organischer und mineralischer Düngung. KAS ist gut, wenn das N schnell pflanzenverfügbar sein muss.

Bei Kulturen wie Mais, die das N eher über einen längeren Zeitraum benötigen, wird eher Harnstoff als mineralischer N-Dünger eingesetzt.“ Bei dem Einsatz von Harnstoff sei jedoch beachten, dass es bei nicht optimalen Ausbringbedingungen wie z.B. hohen Temperaturen schnell zu hohen Stickstoffverlusten kommen kann, wenn er nicht sofort in den Boden einzieht. Bei KAS würden hingegen selbst kleinere Taumengen reichen, um den Dünger zu lösen und pflanzenverfügbar zu machen. Das sei besonders in trockenen Jahren wie diesem ein großer Vorteil. Auch im Mais werden die Ausbringmengen von flüssigen Wirtschaftsdüngern geteilt. So werden vor der Saat ein Teil direkt in den Boden eingearbeitet und kurz vor dem Reihenschließen mit Schleppschlauch nachgedüngt, da der Bedarf des Maises zu diesem Zeitpunkt sehr hoch ist.

Bei der organischen Düngung sei bei allen Kulturen zu beachten, dass der Schwefelbedarf in der Regel separat mit abgedeckt werden müsse.



Stephan Lorenz kombiniert dafür die mineralische N-Gabe im Frühjahr mit einem mineralischen S-Dünger. Auch bei der 3. N-Gabe würde eine zusätzliche S-Gabe oftmals Sinn machen, um die N-Effizienz zu verbessern.

pl

Winterfest?



Winterfest!

Korn-Kali®



Korn-Kali® hilft! Korn-Kali® ist der Erfolgs-Dünger für die Kalium- und Magnesiumversorgung Ihrer Rapsbestände. Seine Kennzeichen: ideale Nährstoffzusammensetzung (40% K₂O, 6% MgO, 3% Na, 4% S), sichert schnelle Nährstoffverfügbarkeit in der Hauptwachstumsphase und ist voll wasserlöslich. Die Wirkung:

- fördert die Frostresistenz
- erhöht die Trockenresistenz
- steigert die Wirtschaftlichkeit
- optimiert den Wasserhaushalt
- verbessert die Ölbildung
- ideal für die Herbstdüngung

Korn-Kali® ist unser bewährter Kalium-Magnesium-Dünger mit schnell löslichem und sofort aufnehmbarem Kieserit. **Korn-Kali®** – das Frostschutzmittel für Ihre Winterungen.





Auch 25 m³/ha Gülle zum Vegetationsbeginn können nicht verhindern, dass Grünlandaufwuchs ohne mineralische Schwefeldüngung akuten Schwefelmangel zeigt.

Schwefel – ein unentbehrlicher Baustein in der Düngung

Der Nährstoff Schwefel (S) hat viele wichtige Funktionen in der Pflanze, unter anderem verbessert er die Stickstoffeffizienz. Die Bedeutung der S-Düngung wurde nach dem Rückgang des als schädlich betrachteten SO₂-Eintrags (-Emissionen industrieller Herkunft) aus der Atmosphäre sichtbar.

Erst nach Beobachtung von Mangelsymptomen an Raps- und Getreidepflanzen wurden mittels zahlreicher Versuche S-Düngungsempfehlungen für ein hohes Maß an Ertragssicherheit erarbeitet. Für Raps z.B. sind dies je nach Boden, Witterungsverlauf und Wurzelbildung 30–50 kg S/ha in Form eines sulfathaltigen Mineraldüngers, für einen Zuckerrübenbe-

stand 25–35 kg S/ha und für Grünland je nach Standort und Ertragspotential 25–40 kg S/ha.

Schwefelversorgung auch bei organischer Düngung sicherstellen

Für die viele landwirtschaftliche Betriebe in Deutschland hat die Nährstoffzufuhr über wirtschaftseigene Dünger einen hohen Stellenwert, weil damit ein Teil des Nährstoffbedarfes vieler Kulturpflanzen abgedeckt werden kann. Bei der Anwendung von Gülle und Gärsubstraten ist unter optimalen Bedingungen eine Stickstoffausnutzung von 70–80 % erreichbar, für Kalium gelten je nach Bodengüte und Niederschlags-

menge 70–100 % Ausnutzung, für Phosphat langfristig 100 %.

Wie steht es jedoch mit der S-Ausnutzung? Der Einfluss einer S-Düngung aus organischer Quelle wurde von Prof. Taube, Lehrstuhl für Grünland und Futterbau der Universität Kiel, auf drei Grünlandstandorten in Schleswig-Holstein genauer untersucht. Dabei zeigte sich, dass 25 m³/ha Rindergülle trotz eines Gehaltes von 0,3–0,5 kg S/m³ keinen aktuellen Beitrag zur S-Versorgung des Grünlandaufwuchses leisten konnten. Damit bestätigte die Wissenschaft die Beobachtung vieler Praktiker.

Pflanzen können organisch gebundenen S – etwa aus der Gülle – nicht aufnehmen sondern sind auf Sulfat-S in der Bodenlösung angewiesen. Gülledüngung kann daher allenfalls mit 10 % des darin enthaltenen S zur aktuellen Versorgung von Pflanzen beitragen. Eine gezielte S-Düngung mit sulfathaltigen Mineraldüngern ist somit bei der Anwendung organischer Dünger unumgänglich.

Gerhard Feger



S-Mangelscheinungen treten zuerst an den jüngeren Blättern auf. Es kommt zu ganzflächigen Interkostalchlorosen an den Blättern. Besondere Symptome bei Raps sind löffelförmig gewölbte Blätter und kleinere, weißlich verfärbte Blüten.

neben der Laboranalyse auch Schnellbestimmungsmethoden zur Verfügung.

Organische Dünger (Tabelle 2) enthalten Stickstoff in Form von Ammonium und organisch gebundenem Stickstoff. Der Ammonium-Anteil ist in seiner Wirkung mit dem Ammonium-Stickstoff aus Mineraldüngern vergleichbar. Pflanzen verwerten Ammoniumstickstoff im Anwendungsjahr. Daher ist diese Stickstofffraktion bei der Planung im Anwendungsjahr voll anzusetzen. Der organische Stickstoff wirkt je nach Mineralisationsrate zum Teil im Anwendungsjahr und in den Folgejahren. Wird in den Betrieben im Laufe der Jahre wiederholt Wirtschaftsdünger auf die Fläche gefahren, so kommt die Wirkung des organisch gebundenen Anteils immer mehr zum Tragen.

Gesetzliche Regeln zur Ausbringung von Stickstoff

Mit der Düngeverordnung wird die Anwendung von Düngemitteln nach guter fachlicher Praxis auf landwirtschaftlich genutzten Flächen geregelt. Bezüglich der Anwendung von Stickstoffdüngern und organischen Düngern sind Regeln zu beachten. Bei Nichtbeachtung

werden Verstöße als Ordnungswidrigkeit eingestuft. Wichtige Regeln sind:

- Der Düngebedarf und die Nährstoffmengen sind für jeden Schlag zu ermitteln.
- Im Herbst nach der Ernte dürfen zur Folgekultur, zu Zwischenfrüchten oder zur Strohdüngung max. 40 kg/ha Ammoniumstickstoff oder 80 kg/ha Gesamt-Stickstoff aus Wirtschaftsdüngern oder Sekundärrohstoffen ausgebracht werden.
- Organische Düngemittel sind auf unbestelltem Ackerland unverzüglich nach der Ausbringung einzuarbeiten.
- Abstandsvorschriften zu Gewässern sind einzuhalten.
- Ausbringungsverbot i. d. R.: auf Ackerland vom 1. November bis 31. Januar, auf Grünland vom 15. November bis 31. Januar.

Genauere Angaben hierzu sollten bei den zuständigen Landwirtschaftsämtern erfragt werden.

Hermann Kurpjuweit

Die Serie zum Sammeln: Der Düngefahrplan

Lohnunternehmer führen zunehmend im Auftrag Ackerbaukulturen von der Saat bis zur Ernte. Die Düngung in all ihren Facetten spielt dabei eine entscheidende Rolle. Deshalb widmen wir uns in Zusammenarbeit mit Experten der K+S Kali GmbH sowie der K+S Nitrogen GmbH vielfältigen Fragen rund um die Düngung:

- Grundnährstoffe
- Grundlagenwissen Stickstoff- und Schwefeldüngung
- Spurennährstoffe
- Angewandte Stickstoffdüngung und Streutechnik
- Angewandte Blattdüngung und Schwefeldüngung
- Kaliumdüngung und Stabilisierte Dünger
- Spätdüngung mit Stickstoff und Schwefel
- Angewandte Grunddüngung und Kalkdüngung