

# Stickstoff – der Motor des Pflanzenwachstums

Stickstoff bewirkt von allen Pflanzennährstoffen die stärkste Ertragsreaktion. Auf Grund seiner Mobilität muss die Stickstoffdüngung dem Pflanzenwachstum angepasst erfolgen.

Mit einer Düngung zu Vegetationsbeginn wird die Grundlage für einen zügigen Wachstumsstart gelegt. Mit weiteren Gaben wird die Entwicklung der Kulturen entsprechend dem Ertragsziel gesteuert.

## Dünge Fahrplan



2011/12

www.landpixel.de



Serie zum Sammeln,  
Teil 4 von 8

Die Höhe der Stickstoffdüngung richtet sich im Wesentlichen nach dem spezifischen Bedarf der Kultur, dem Einfluss der Vorfrucht, der Nachlieferung durch die Ernterückstände und den Vorräten des Bodens.

In Mineraldüngern ist Stickstoff (N) entweder als Amid-N (z. B. Harnstoff), einer Vorstufe von Ammonium-N, oder direkt als Ammonium- und Nitrat-N enthalten (z. B. Kalkammonsalpeper). Pflanzen nehmen die verschiedenen N-Formen unterschiedlich schnell auf. Die Nitratdüngung ermöglicht eine schnelle Aufnahme von Stickstoff. Ammonium-N wirkt langsamer und gleichmäßiger. So kann entweder gezielt Nitrat- oder Ammonium-betont gedüngt werden. Mit stabilisierten Stickstoffdüngern wird Ammonium-betont gedüngt. Sie sind dann einzusetzen, wenn eine langsam fließende und gleichmäßige Versorgung gewünscht wird.

Die Kombination mit weiteren Nährstoffen (Phosphat, Kali, Magnesium) in Volldüngern und die Einbeziehung von Schwefel erlangt zunehmend an Bedeutung. Wie die Effizienz der Stickstoffdüngung durch andere Nährstoffe beeinflusst wird zeigt Abb. 1. Die Zufuhr aller Nährstoffe ergibt die beste N-Ausnutzung. Gleichzeitig verhindert die Düngung dieser Grundnährstoffe (P, K, Mg) ein Absinken der Gehalte im Boden.

### Den Gesamt-Stickstoffbedarf ermitteln

Die zu düngende N-Menge ist abhängig vom spezifischen Bedarf der jeweiligen Kultur und dem zu erwartenden realistischen Ertrag, der durch die Standorteigenschaften geprägt ist.

Bei der Kalkulation der zu düngenden N-Mengen – besonders des mineralischen Stickstoffs – ist zu berücksichtigen, dass der Stickstoff aus verschiedenen Quellen bereitgestellt wird. Ein Schema zur Kalkulation der zu düngenden mineralischen Stickstoffmenge zeigt Tabelle 1.

In den letzten Jahren wurden verschiedene Verfahren zur Bestimmung des Stickstoffbedarfes entwickelt, in die auch regionale Besonderheiten eingeflossen sind. Daher werden in den einzelnen Bundesländern unterschiedliche Methoden als Beratungsgrundlage verwendet.

Das zurzeit standardmäßig angewandte Verfahren ist die Stickstoff-Bedarfsermittlung nach Sollwertmethode. Der Sollwert ist die Stickstoffmenge, die den Kulturen zusammen aus Bodenstickstoff und Düngerstickstoff zur Verfügung stehen soll. Die Sollwerte wurden in umfangreichen Feldversuchen ermittelt. In der Regel werden diese Sollwerte korrigiert in Abhängigkeit von Bodenverhältnissen, langjährig organischer Düngung und Vorfrucht. Um den zu düngenden Stickstoffbedarf zu ermitteln, wird der zu Vegetationsbeginn bereits pflanzenverfügbare Stickstoff ( $N_{min}$ ) aus dem Boden vom Sollwert in Abzug gebracht.

Wegen unterschiedlicher Empfehlungen in den Regionen sollten die aktuellen Empfehlungen zur Bemessung der Stickstoffdüngung bei der Official-Beratung (Landwirtschaftsämlter) in den jeweiligen Bundesländern eingeholt werden.

Foto: www.landpixel.de

Variante	Bodengehalte (mg/100 g)		Erträge (dt/ha)				N-Ausnutzung (%)
	PDL	KDL	Zucker- rüben	Sommer- gerste	Kartoffeln	Winter- weizen	
NPK	11	15	535	61,1	346	82,9	98
NP	11	6	424	59,0	227	78,2	93
NK	2	15	365	49,7	237	64,6	81
N	2	7	292	46,4	179	58,8	62
PK	11	24	291	31,4	194	56,4	—
ohne	4	8	263	27,0	116	50,5	—

Bad Lauchstätt, Versuchsanlage 1902, Auswertungsjahre 1981–1988  
Quelle: Körschens und Eich 1990

Abb. 1: Einfluss von Phosphat und Kali auf die Effizienz der Stickstoffdüngung

Tabelle 1: Ermittlung des mineralischen Stickstoffbedarfs am Beispiel Winterweizen

N-Düngebedarf einer Fruchtart in Haupt- und Nebenprodukt		Beispiel Winterweizen
N-Bedarf der Fruchtart* = Ertrag* N-Gehalt Korn: 100 dt/ha × 0,86 × 2,37 = Stroh: 60 dt/ha × 0,5 = Wurzel: 40 dt/ha × 0,5 = Gesamter N-Bedarf =		204 kg/ha N 30 kg/ha N 20 kg/ha N 254 kg/ha N
Minus	N <sub>min</sub> zu Vegetationsbeginn	-40 kg/ha N
Minus	N-Nachlieferung während der Vegetation in Abhängigkeit von – Bodenart und Fruchtart – Ernteresten der Vorfrucht – organischer Düngung zur Vorfrucht bzw. in der Fruchtfolge natürliche Einträge über die Atmosphäre	-30 kg/ha N
Minus	Anrechenbare N-Zufuhr aus organischer Düngung zur Frucht oder Wurzelmasse	-20 kg/ha N
Plus oder minus	N-Korrektur je nach Bestandssituation, Witterung, Vegetationsbeginn, angestrebte Qualität, unvermeidbare Verluste usw.	+20 kg/ha N
Zu düngende N-Menge		184 kg/ha N

Quelle: Albert, Praxishandbuch Dünger und Düngung

### Bemessen der Startgabe

Werden mehr als 50 kg N/ha und Jahr (mineralisch und/oder organisch) ausgebracht, ist laut Düngeverordnung für jeden Schlag oder jede Bewirtschaftungseinheit die im Boden verfügbare N-Menge (N<sub>min</sub>-Wert) zu ermitteln durch:

- eigene Bodenuntersuchungen oder
  - Verwendung von Ergebnissen ähnlicher Standorteigenschaften oder
  - Veröffentlichung der Officialberatung in den landwirtschaftlichen Fachzeitschriften
- Die Anrechnung des N<sub>min</sub>-Wertes für die Aufteilung der Stickstoffdüngung ist regional unterschiedlich und sollte daher auch bei der Fachberatung in den Bundesländern in Erfahrung gebracht werden.

### Nachfolgende N-Gaben

Mit den nachfolgenden Stickstoffgaben trägt der Landwirt dazu bei, dass die Pflanzen lückenlos mit Stickstoff versorgt werden. Da im weiteren Vegetationsverlauf die Stickstoffnachlieferung (Mineralisationsrate) aus dem Boden zur Versorgung der Pflanzen beiträgt, ist diese besonders zu berücksichtigen. Die Höhe der Nachlieferung wird beeinflusst durch:

- Verbleib von Ernteresten (Stroh, Rübenblatt)
  - Stroh mit einem weiten C:N-Verhältnis (= Verhältnis von Kohlenstoff zu Stickstoff) bedingt geringe N-Nachlieferung
  - Rübenblatt mit engem C:N-Verhältnis hat höhere Nachlieferung zur Folge
- Vorfrüchte mit hohen N-Gehalten (Leguminosen als N-Sammler)
  - enges C:N-Verhältnis und höheres N-Nachlieferungspotenzial
- Höhe und Regelmäßigkeit der organischen Düngung
  - große Mengen organischer Dünger liefern hohe N-Mengen nach
- Temperatur und Feuchtigkeitsverhältnisse
  - feucht-warme Witterung bedingt hohe Mineralisationsraten
- Bodenreaktion (pH-Wert)
  - saure Böden haben geringere Mineralisationsraten

## Ölhaltig?



## Ölhaltig!



**ESTA® Kieserit**

**ESTA® Kieserit hilft!** ESTA® Kieserit ist der Erfolgs-Dünger für die Magnesium- und Schwefelversorgung Ihres Rapses. Seine Kennzeichen: ideale Nährstoffzusammensetzung (25% MgO, 20% S), hervorragende Streuqualität, vollständige Wasserlöslichkeit und sofortige Pflanzenverfügbarkeit. Die Wirkung:

- erhöht den Ölgehalt
- gleicht Magnesium- und Schwefelmangel aus
- verbessert die Kornausbildung
- steigert die Stickstoffeffizienz

ESTA® Kieserit ist unser bewährter Magnesium-Schwefel-Dünger – schnell löslich und sofort aufnehmbar. ESTA® Kieserit – der Ölspeicher für Ihren Raps.



Eine Möglichkeit der Feststellung des  $N_{min}$ -Wertes sind eigene Bodenuntersuchungen.



### 1. N-Gabe:

$N_{min}$ -Sollwert  
Computerprogramm

beeinflusst:  
– Triebe pro Pflanze (Bestockung)  
– ab Mitte Bestockung Anzahl Ährchen  
BBCH: 21–25

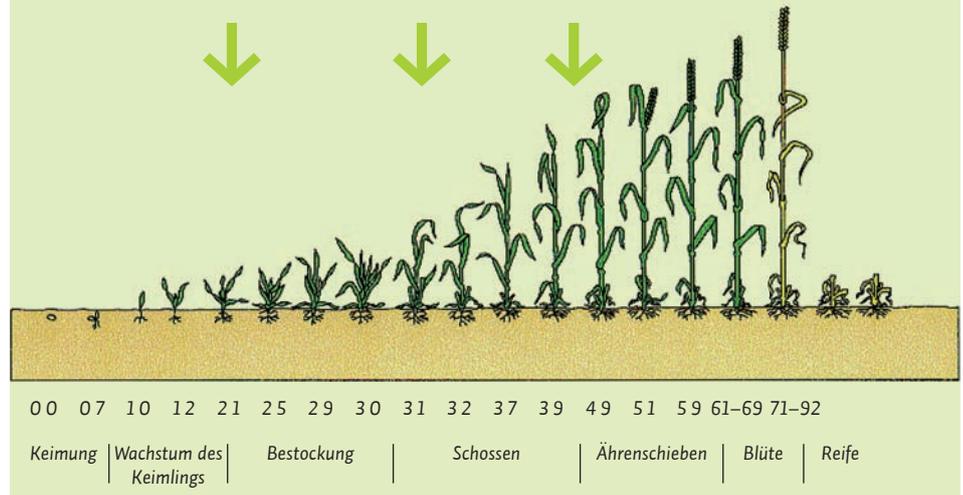
2. N-Gabe:  
Pflanzenanalyse  
Nitratschnelltest  
Düngenfenster  
N-Sensor  
N-Tester

beeinflusst:  
– Anzahl der Triebe  
– Festlegung der Kornzahl pro Ähre  
BBCH: 30–32

3. N-Gabe:  
Pflanzenanalyse  
Nitratschnelltest  
N-Tester  
N-Sensor

beeinflusst:  
– Tausend-  
korngewicht  
– Rohprotein-  
gehalt  
BBCH: 39–49

Abb. 2:  
Auswirkung  
der einzelnen  
N-Gaben



### Kriterien zur Bemessung während der Vegetation

Kriterien zur Bemessung von Düngergaben während der Vegetation sind:

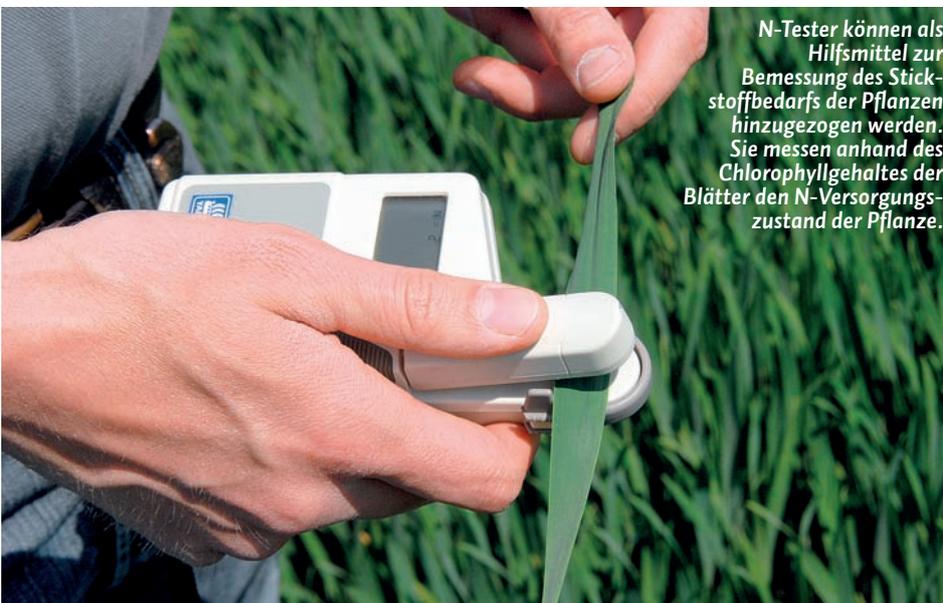
- Bestandesentwicklung
  - Mineralisation von Stickstoff aus der organischen Substanz des Bodens in Abhängigkeit vom Witterungsverlauf
  - Ertragserwartung und Qualitätsziel
- Zeitpunkt und Höhe der Nachdüngung können nach standortbezogenen Erfahrungswerten durchgeführt werden. Zur besseren Beurteilung des Stickstoffbedarfes während der Vegetation wurden verschiedene Hilfsmittel entwickelt:
- Nitrat-Schnelltest mit Teststäbchen (nach Nitzsch) → Anwendung unmittelbar vor der geplanten Düngung zum Schossen und zur Blüte von Getreide.

- Stickstoff-Düngenfenster (nach Rimpau) → Düngenfenster mit unterlassener N-Düngung (kurze Strecke innerhalb einer Fahrgasse) lassen eine visuelle Beobachtung der N-Nachlieferung aus dem Boden zu und zeigen an, ab wann nachgedüngt werden muss.
- N-Tester (nach Wollring) → die Messung des Chlorophyllgehaltes der Blätter als Grad der Grünfärbung zeigt den Versorgungszustand mit Stickstoff an und weist einen Bedarf aus.
- Sensortechnologie → Sensoren messen online während der Düngerausbringung den Chlorophyllgehalt und bestimmen direkt den Stickstoffdüngbedarf.

### Die N-Düngung am Beispiel von Getreide

Besonders bei der Getreidedüngung wird die Steuerung des Wachstums und der Führung der Bestände durch die Stickstoffdüngung deutlich. Abb. 2 zeigt die Düngetermine in Abhängigkeit von der Bestandesentwicklung und die Auswirkung der Düngung auf die Ausbildung der ertragsbildenden Pflanzenorgane.

- 1. N-Gabe – Andüngung:** Die Andüngung zu Vegetationsbeginn bei Wintergetreide erfolgt überwiegend mit 50 bis 70 kg N/ha. Ein höherer Bedarf bei schwach entwickelten Spätsaaten oder kalten, untätigen Standorten sollte in zwei Gaben aufgeteilt werden.
- 2. N-Gabe – Schossergabe:** Die Höhe der 2. Gabe orientiert sich an der Wirkung der 1. Gabe. Gut entwickelte Bestände werden zur 2. Gabe etwas zurückhaltender gedüngt. Schwache Bestände können mit der 2. N-Gabe stärker gefördert werden. Die Düngung erfolgt in BBCH 30–32 zum Schosserbeginn. Normal entwickelte Bestände erhalten ca. 25–40 % der Gesamt-N-Menge zum Schossen.



N-Tester können als Hilfsmittel zur Bemessung des Stickstoffbedarfes der Pflanzen hinzugezogen werden. Sie messen anhand des Chlorophyllgehaltes der Blätter den N-Versorgungszustand der Pflanze.

Tabelle 2: Düngeempfehlungen zu wichtigen landwirtschaftlichen Kulturen:  
(N-Sollwert –  $N_{\min}$ -Wert = erforderliche Stickstoffgabe (kg N/ha))

Kultur	Gesamt N-Sollwert	mögliche Düngerverteilung (N kg/ha)			
		Startgabe (inkl. N-min)	Schossgabe (BBCH 29-31)	Spätgabe (BBCH 39/49)	Qualitäts-gabe** (BBCH 51-55)
Wintergerste	190	70–90	30–40	40–60	
Winterroggen	180	80–100	40–60		
Triticale	190	60–80	30–40	40–60	
Winterweizen	200–240	80–90	40–50	50–70	30–50
Qualitätsweizen	240	70–90	50–70	70–90	
Sommerweizen	200	100	60–80	60–80	
Braugerste	120	60–80	30–50		
Hafer	100–130	70	20		
Zuckerrüben	140–160	100–120	40–60		
Mais	160–200	Gülle + mineralische Ergänzung + UF-Düngung			
Winterraps	180–220	80–100	80–100		
Kartoffeln*	140–240	80–100	40–60		

Quelle: LWK NRW

\* Reifegruppen und Verwertungsrichtung beachten

\*\* Qualitätsgabe für A bzw. E-Weizen

**3. N-Gabe – Spätdüngung für Ertrag und Qualität:** Die 3. N-Gabe unterstützt die Pflanze bei der Kornausbildung. Der gedüngte Stickstoff hat Einfluss auf Qualität (Eiweißgehalt, Eiweißqualität) und Ertrag (Tausendkorngewicht). Die Höhe der 3. N-Gabe richtet sich nach der Ertragserwartung. I.d.R. werden je dt Ertragserwartung 1 kg/ha N gedüngt. In Gebieten mit

Frühsommertrockenheit muss die Düngung zum Stadium der kompletten Entwicklung des Fahnenblattes (BBCH 39) erfolgen. In Regionen mit ausreichenden Niederschlägen im Juni sollte die Spätdüngung kurz vor dem Ährenschieben erfolgen (BBCH 47). Eine geteilte Qualitätsgabe mit einer letzten N-Düngung in die Ähre (BBCH 55) fördert die Qualitätseigenschaften zusätz-

lich. Diese ist jedoch nur dort sinnvoll, wo die Pflanzen durch genügend Wasser den gedüngten Stickstoff in Eiweiß bzw. zusätzlichen Getreideertrag umsetzen können.

### Stickstoffwirkung aus organischen Düngemitteln

Die Nährstoffgehalte der organischen Dünger (Gülle, Mist, Kompost, Biogasgärrest) unterliegen je nach Herkunft großen Schwankungen. Eine regelmäßige Untersuchung ist für einen gezielten Einsatz unerlässlich. Dabei kann auf Richtwerte der Officialberatung zurückgegriffen werden, wenn keine eigenen Analysedaten vorliegen.

Die organischen Dünger enthalten Stickstoff als Ammonium und als organisch gebundenen Stickstoff. Ammoniumstickstoff kann direkt von den Pflanzen aufgenommen oder nach der Umwandlung durch Mikroorganismen zu Nitrat in dieser N-Form aufgenommen werden. Der in organischen Düngemitteln enthaltene Ammoniumstickstoff wird zum größten Teil im Anwendungsjahr von den Pflanzen aufgenommen. Er ist dem aus Mineraldüngern gleichzusetzen. Organisch gebundenen Stickstoff können Pflanzen nicht direkt aufnehmen. Erst durch die Mineralisierung durch Bodenorganismen in Ammonium und Nitrat steht er den Kulturen in den Folgejahren zur Verfügung.



EIN ZEICHEN FÜR QUALITÄT

JETZT  
WEBSEITE DÜNGEN  
UND GEWINNEN!  
[www.nitrophoska.de](http://www.nitrophoska.de)

**Nitrophoska®**

SO DÜNGT MAN HEUTE

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

**ks nitrogen**

Als Faustzahl können bei regelmäßiger Anwendung von flüssigen organischen Düngern im Folgejahr der Anwendung ca. 50 % des organisch gebundenen Stickstoffs als pflanzenverfügbar angerechnet werden. Bei Mist bzw. Kompost ist mit einer längeren, aber schwächeren Nachwirkung zu kalkulieren (max. 25 % des organisch gebundenen Stickstoffs für zwei Folgejahre).

Die N-Wirkung organischer Düngemittel ist in der Vegetationszeit schwer einzuschätzen.

Daher sollten die organischen Dünger möglichst gleichmäßig auf den zur Verfügung stehenden Flächen verteilt werden. Mit dem zusätzlichen Einsatz schnell wirkender Mineraldünger ist der Einfluss auf die Bestandesführung gewährleistet.

Pflanzenverfügbare Stickstoffgehalte aus organischen Düngern wie Mist, Gülle, Kompost, Biogasgärresten etc. sind in jedem Fall in die Stickstoffplanung einzurechnen.

## Das sagt der Praktiker ...

Rüdiger Klamroth, Geschäftsführer des Unternehmens „Landwirtschaftliche Dienstleistungen & Logistik“

Rüdiger Klamroth aus Börnecke im nördlichen Harzvorland beschäftigt sich zusammen mit seinem Kollegen Klaus Münchhoff intensiv mit einer optimalen Stickstoffausbringung in den Kulturen. 2002 wurde durch das Unternehmen Münchhoff in den ersten Yara-N-Sensor investiert. „Im Harzvorland haben wir mit stark heterogenen Böden zu kämpfen. Ein Schlag besteht in einigen Fällen aus drei verschiedenen Bodenarten sowie sehr unterschiedlichen Horizontstärken. Dazu kommt noch, dass wir uns im Regenschattengebiet des Harzes befinden und nur 450 mm Regen im Jahr fällt. Die Durchschnittstemperatur liegt bei 9 Grad Celsius. Konsequenz aus diesen natürlichen Voraussetzungen ist, dass wir auf den Schlägen sehr heterogene Getreidebestände vorfinden.“



Durch die teilflächenspezifische Bewirtschaftung versuchen wir die Bestände zu homogenisieren. Derzeit setzen wir einen passiven und einen aktiven Yara-N-Sensor auf gut 2500 ha ein. Vor der ersten Düngung ziehen wir auf allen Schlägen  $N_{min}$  Proben. Unter Berücksichtigung des  $N_{min}$  Wertes und der kalkulatorischen Entzüge setzen wir die Höhe der ersten N-Gabe im Getreide fest. Auf relativ homogenen Standorten bringen wir dann eine gleichmäßige N-Gabe auf dem Schlag aus. Für sehr heterogene Schläge liegen uns Applikationskarten vor, so dass wir dort schon von Beginn der Vegetation eine individuelle N-Verteilung vornehmen. Die Zweite N-Gabe wird unter Berücksichtigung vom  $N_{min}$ -Wert, Witterung, Bestandesentwicklung sowie Sorte festgelegt.

Zusätzlich legen wir ein N-Monitoring mit Hilfe eines Düngefensters auf verschiedenen Flächen an. In der Saison kontrolliert ein Mitarbeiter dort mit dem N-Tester alle drei bis vier Tage den momentanen N-Gehalt in den Pflanzen in Abhängigkeit von Temperatur und Niederschlag. Die Daten sammeln wir in einer Exceltabelle. Aus der Kombination „Sensorwissen“ und unserem landwirtschaftlichen Know how legen wir die Höhe und den Zeitpunkt der notwendigen aktuellen Stickstoffdüngung fest. Für die zweite und dritte N-Gabe gilt eine Regelkurve des Yara-N-Sensors, die bei hellen Beständen eine erhöhte Gabe gibt und bei dunkleren Beständen die N-Ausbringung im gewissen Rahmen reduziert. Die vierte N-Gabe dient der Getreidequalität. Zu diesem Zeitpunkt reduziert der N-Sensor auf den helleren Teilflächen die N-Gabe und hebt sie in den dunkleren Beständen an. So kommt es nicht zu einer Verdünnung des Proteingehaltes in den Pflanzen.

Durch den Einsatz des N-Testers und des Sensors bringen wir die Stickstoffdüngung direkt an den Ort des Geschehens. Die Sensorik arbeitet so fein, dass wir die Ausbringung nicht mit dem bloßen Auge eines Fachmannes regeln könnten. Mit Hilfe der Technik schaffen wir es, auf unseren heterogenen Böden relativ gleichmäßige Bestände hinzustellen. Die N-Einsparung von 6–10 Kg/ha in einer Düngeperiode ist kein tragendes Argument für den Yara-N-Sensor, doch durch die optimale N-Verteilung entwickeln sich homogene Bestände, die eine höhere Mähdruschleistung ermöglichen und bei denen über den gesamten Schlag ein gleichmäßiger Proteingehalt vorliegt.

Alle N-Gaben werden bei uns in Form von gepulvertem Harnstoff gegeben. Von AHL haben wir aufgrund der hohen Lagerkosten Abstand genommen. Im Zusammenhang mit der Investition in die N-Sensortechnik haben wir von 27 m auf 36 m Arbeitsbreite umgestellt. Für die Mineraldüngerausbringung bei dieser hohen Arbeitsbreite hat sich auf unseren Betrieben der Pneumatikstreuer AGT von Rauch bewährt. Das Streubild ist sehr genau, das Randstreuen kann optimal umgesetzt werden, wir erreichen mit 300 ha Flächenleistung am Tag eine hohe Schlagkraft und die Windanfälligkeit ist relativ gering. Die teilflächenspezifische Bewirtschaftung hat sich in unserer Region bewährt. Von unseren Lohnunternehmen werden auch organische Dünger und Wachstumsregler teilflächenspezifisch ausgebracht.“

mj



## Das sagt der Berater ...

Volker Sandrock, Fachberater K+S Nitrogen GmbH

Eine wirtschaftliche Pflanzenproduktion setzt voraus, dass alle Betriebsmittel so eingesetzt werden, dass die Entwicklung der Kulturen entsprechend dem Ertragsziel gezielt gefördert wird. Für die Stickstoffdüngung bedeutet das, alle Möglichkeiten zu nutzen, um diese Maßnahme besonders effizient durchführen zu können. Effizient düngen heißt, die Düngung der Pflanzenentwicklung angepasst und zeitgerecht in der richtigen Höhe zu verabreichen sowie das Zusammenspiel aller Nährstoffe und die Stickstoffform zu beachten.

Ein Zuviel an Stickstoff hat Einfluss auf die Ökologie, ein Zuwenig führt zu Ertrags- und Qualitätsminderungen. Diese sind oft größer als die monetären Einsparungen an Stickstoff. Technische Hilfsmittel zum optimalen Stickstoffeinsatz wurden zur Praxisreife entwickelt und sollten genutzt werden. Denn nur wenn optimale Erträge erzielt werden, gelingt es, die Kosten für eine Produktionseinheit so gering wie möglich zu halten.

## 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
- Angewandte Blattdüngung und Schwefeldüngung
- Kaliumdüngung und Stabilisierte Dünger
- Spätdüngung mit Stickstoff und Schwefel
- Angewandte Grunddüngung und Kalkdüngung