

# Die Schwefeldüngung nicht vernachlässigen



Viele Funktionen des Schwefels im pflanzlichen Stoffwechsel ähneln denen des Stickstoffs. Daher sichert eine ausreichende Schwefelversorgung nicht nur den Ertrag, sondern wirkt sich auch positiv auf die Qualität aus. Grund genug, die Schwefelversorgung auf Acker- und Grünland im Blick zu behalten.

Bei typischem Schwefelmangel erscheinen die Getreidebestände scheckig und bleiben im Wuchs zurück.

Foto: Yara

Die Düngung von Schwefel war bis Ende der 1980er Jahre nicht notwendig. Mit den Niederschlägen - Stichwort „saurer Regen“ - gelangte genug Schwefel in die Böden. Durch Luftreinhalte-Maßnahmen, wie die Rauchgas-Entschwefelung in Kraftwerken und der Einsatz schwefelarmer Kraftstoffe werden heute nur noch maximal 10 kg Schwefel pro Hektar und Jahr aus der Luft eingetragen. Somit muss Schwefel heute gezielt gedüngt werden.

## Wichtige Funktionen in der Pflanze

Schwefel erfüllt in der Pflanze wichtige Funktionen, die bei unzureichender Versorgung nicht oder nur eingeschränkt ablaufen können:

- Schwefel ist Bestandteil des Chlorophylls, mit dessen Hilfe die Pflanze Photosynthese betreibt und ihre Biomasse aufbaut.

- Schwefel sorgt dafür, dass die Pflanze den aufgenommenen Stickstoff zur Bildung von Eiweiß, Vitaminen und anderen Stoffen verwenden kann. Bei Schwefelmangel steigt deshalb der Nitratgehalt in der Pflanze.

- Schwefel sorgt für eine gute Verwertung des aufgenommenen Stickstoffs und eine hohe Stickstoff-Effizienz.

- Schwefel erhöht sowohl den Eiweißgehalt als auch die Eiweißqualität in den Ernteprodukten.

Die Pflanze nimmt den Schwefel als mineralisches, im Bodenwasser gelöstes Sulfat ( $SO_4$ ) auf, das aus verschiedenen Quellen stammt. Zu Vegetationsbeginn können die Kulturen den im Boden enthaltenen pflanzenverfügbaren Sulfat-Schwefel nutzen, der auch als  $S_{min}$ -Vorrat bezeichnet wird. Mit steigenden Temperaturen springt die Nachlieferung von Sulfat aus dem Humus an und trägt dann zur Schwefel-Versorgung der Kulturen bei. Auch aus ausgebrachten organischen Düngern wird Schwefel nachgeliefert, allerdings nur langsam und in geringer Menge. Wurden jedoch über viele Jahre hohe Mengen Wirtschaftsdünger auf den Flächen eingesetzt, fällt die Nachlieferung von Sulfat aus dem Humusvorrat des Bodens höher aus. Unter Berücksichtigung der mit den Niederschlägen eingetragenen Schwefel-Mengen ergibt sich, je nach Kultur, ein zu ergänzender Schwefel-Düngebedarf von etwa 10 - 50 kg Schwefel pro Hektar.

## Versorgungslücken gezielt vermeiden

Am meisten Schwefel nimmt der Winterraps auf, weil er hohe Mengen an schwefelhaltigen Inhaltsstoffen, wie etwa Senföle, bildet. Sein Schwefel-Düngebedarf liegt bei 30 - 50 kg/ha. Nach Winterraps folgt Grünland mit einem Bedarf von 20 - 40 kg Schwefel pro Hektar. Je intensiver das Grünland genutzt wird und je reicher die Bestände an Weidelgras sind, desto höher ist auch der Schwefelbedarf. Bei Getreide, Zuckerrüben, Kartoffeln

und Mais reichen meist 10 - 25 kg Schwefel pro Hektar aus (siehe Tabelle 1).

Zu Vegetationsbeginn ist eine ausreichende Schwefel-Versorgung aus den Bodenvorräten nicht immer gegeben. Vor allem nach nassen Wintern ist im Frühjahr wenig pflanzenverfügbare Schwefel ( $S_{min}$ ) im Boden vorhanden. Aber auch leichte, humusarme und flachgründige Böden sowie schwere Böden, die sich im Frühjahr nur langsam erwärmen, weisen oftmals niedrige  $S_{min}$ -Werte auf. Oft kommt es dann bis zum „Anspringen“ der Schwefel-Nachlieferung aus dem Humus zu anfänglichem Mangel, der nur durch eine frühe Schwefeldüngung vermieden werden kann. Die gemeinsame Düngung von Stickstoff und Schwefel zur ersten Gabe sollte generell eine Standardmaßnahme sein. Zum einen, weil man so einem Schwefel-Mangel in der Jugendphase am besten vorbeugen kann. Zum anderen, weil Stickstoff und Schwefel von den Pflanzen gleichzeitig aufgenommen werden und sich in ihrer Wirkung ergänzen. Aus Gründen der Schlagkraft, der Ausbringungskosten und der Verteilgenauigkeit sind kombinierte Stickstoff-Schwefeldünger die einfachste Lösung.

Am besten ist es, den Schwefel im Frühjahr in wasserlöslicher Form als Sulfat auszubringen. Diese Form ist sofort pflanzenverfügbar. Elementarer Schwefel hingegen wird im Boden nur langsam umgesetzt. Daher setzt die Düngewirkung erst spät ein.

Sowohl direkt als auch nachhaltig wirken nitrat-haltige Stickstoffdünger mit Schwefelanteil. Bekannte Dünger aus dieser besonders effizienten Produktgruppe sind YaraBela Sulfan, Ammoniumsulfatsalpeter (ASS) sowie alle schwefelhaltigen NPK-Dünger. Daneben stehen auch Harnstoff und AHL mit Schwefel zur Verfügung. Schwefel-

Tabelle 1: Schwefeldüngebedarf (nach DLG-Merkblatt 373, 2012)

Kulturart	Empfohlene S-Düngung in kg S/ha
Getreide	10 - 25
Zuckerrübe	10 - 25
Kartoffel	10 - 25
Mais	10 - 25
Winterraps	30 - 50
Grünland	20 - 40

**Tabelle 2: Wichtige Stickstoff-Schwefeldünger**

Produkt	Nährstoffgehalt in %		Anteil der N-Formen am Gesamt-N in %			Kalkzehrung in kg/CaO je 100 kg N*
	Gesamt-Stickstoff	Schwefel-Anteil	Nitrat-Stickstoff	Ammonium-Stickstoff	Amid-Stickstoff	
Yara Sulfan	24	6	50	50	-	-87
AHL + S	24	3	21	33	46	-122
Yara Ureas	38	7,5	-	20	80	-134
Piamon S	33	12	-	30	70	-164
ASS	26	13	27	73	-	-196
ssA	21	24	-	100	-	-300

\* 1 kg CaO entspricht zusätzlichen Kalkkosten von etwa 6 bis 8 Cent

saures Ammoniak (ssA) weist einen besonders hohen Schwefelgehalt auf, wodurch das Stickstoff-Schwefelverhältnis sich eher ungünstig darstellt.

Generell ist darauf zu achten, dass das Schwefelangebot dem Bedarf der Kultur entspricht. Eine Überdüngung ist zu vermeiden, weil Schwefel dann eine versauernde Wirkung im Boden nach sich zieht, die durch Kalkung wieder kompensiert werden muss. Außerdem kann Schwefel wie Nitrat im Winterhalbjahr ausgewaschen werden. Bedeutsame Stickstoff-Schwefeldünger sind in der Tabelle 2 aufgeführt.

### Schwefel bei Weizen auch zur dritten Gabe?

Im weiteren Verlauf der Vegetation trägt die Nachlieferung aus dem Boden stärker zur Schwefelversorgung bei. Trotzdem kann es in Phasen sehr starken Biomassezuwachses - der u. a. durch die Stickstoff-Düngung ausgelöst wird - zu einem Ungleichgewicht bei der Aufnahme von Stickstoff und Schwefel kommen. Das heißt, im Verhältnis zum Stickstoff steht dem pflanzlichen Stoffwechsel nicht genug Schwefel zur Verfügung. Dies kann auch dann passieren, wenn bereits mit der ersten Gabe Schwefel ausgebracht wurde. Das Ungleichgewicht kann noch dadurch verstärkt werden, dass - anders als beim Stickstoff - nur wenig von dem bereits aufgenommenen Schwefel aus älterem Gewebe an die Vegetationspunkte zurück verlagert wird. Daher kann es bei intensiver Stickstoff-Düngung im Qualitätsweizenanbau während der Kornfüllungsphase zu einem Schwefelmangel kommen, der sich in einem weiter werdenden N/S-Verhältnis in der Ähre äußert.

Da Schwefel ein bedeutender Bestandteil der Klebereiweiße ist, führt Schwefelmangel nicht nur zu geringeren Eiweißgehalten, sondern auch zu einer schlechteren Eiweißqualität. Ein höherer Anteil schwefelarmer Kleber-Untereinheiten führt zu

weniger der sogenannten „Disulfid-Brücken“ im Kleber, die für das Verkleben des Teiges wichtig sind. Die Teigelastizität sinkt, ein geringeres Backvolumen ist oftmals die Folge. Auch der Sedimentationswert geht zurück. Außerdem führt ein zu weites Stickstoff-Schwefel-Verhältnis dazu, dass der Stickstoff nicht mehr entsprechend in Ertrag umgesetzt wird, wodurch die Stickstoff-Effizienz sinkt.

Auch hier sind es die leichten, humusarmen Böden sowie strukturgeschädigte Böden und Standorte mit Frühjahrstrockenheit, die eine spätere Schwefelgabe benötigen. Flächen, die in der Vergangenheit bereits durch Aufhellungen Schwefelmangel sichtbar angezeigt haben, sollten auf jeden Fall eine späte Schwefel-Gabe erhalten.

Ein Schwefel-Mangel zeigt sich bei Getreide, Mais und Grünland durch Aufhellen der Blätter und ist daher leicht mit einem Stickstoffmangel zu verwechseln. Ein Unterschied besteht jedoch darin, dass bei Letzterem zuerst die jüngeren Blätter aufhellen, weil Schwefel anders als Stickstoff nur in geringem Maße von älteren Pflanzenteilen in jüngere verlagert werden kann. Die Bestände erscheinen scheckig und bleiben im Wuchs zurück. Bei Raps, Rüben und Kartoffeln zeigt sich ein Schwefel-Mangel durch hellgrüne, hellgelbe, teilweise rötlich gefärbte, marmorierte Blätter. Entlang der Blattadern bleibt das Blattgrün länger erhalten. Zusätzlich treten löffelartige Verformungen der jüngsten Blätter auf. Bei Raps reicht die Blütenfarbe von hellgelb bis hin zu weiß, bei einem sehr starken Mangel. Der Schotenansatz ist reduziert und die Schoten sind unvollständig gefüllt.

### Grünland und Schwefel

Das Grünland wird nicht immer optimal genutzt. Oftmals werden die Aufwüchse nur als Strukturfutter oder als „Sattmacher“ gesehen und weniger als Energie- und Eiweißlieferant. Deshalb

wird oft zu stark auf den Ertrag geschaut und der Qualität des Grünlandaufwuchses zu wenig Beachtung geschenkt. Energie und Eiweiß können schließlich durch Kraftfutter der Ration beigegeben werden, was jedoch zugekauft werden muss.

Aber es gibt auch Anzeichen, dass sich dies ändern wird. Die Betriebe werden weiter wachsen, die Milchleistung wird steigen und damit die Anforderungen an die Grundfutterproduktion in Bezug auf Erntemenge und Futterqualität. Zudem führt der Wegfall der Milchquote zu einer stärkeren Volatilität auf dem Milchmarkt. Die Preisschwankungen werden stärker ausfallen als bisher. Betriebe mit einer hohen Leistung aus dem eigenen Grundfutter verkraften Schwankungen des Milchpreises betriebswirtschaftlich besser als solche mit einer geringeren Grundfutterleistung.

Ertragssteigerungen im Grünland sind für die Betriebe meist jedoch nur schwer mess- oder einschätzbar. Die Erfassung der Grundfutterqualität ist durch Laboranalyse möglich und sollte von den Betrieben stärker genutzt werden, um sich einen Überblick über den derzeitigen Stand zu verschaffen, Fehlentwicklungen zu erkennen und durch geeignete Düngungsmaßnahmen abzustellen.

Eine ausreichende Schwefel-Versorgung des Grünlands sichert die Umsetzung des Stickstoffs in der Pflanze. Ein Maximum des aufgenommenen Stickstoffs wird in Trockenmasse, Rohprotein und Energie umgewandelt und der Nitratgehalt im Futter gesenkt. Außerdem wird der Gehalt an wertvollen schwefelhaltigen Aminosäuren wie Methionin und Cystein erhöht und somit auch der Futterwert positiv beeinflusst. Eine weitere positive Auswirkung der Schwefel-Düngung ist ihre stabilisierende Wirkung auf den Energiegehalt der Silage während der Lagerung. Dies hat maßgeblich Einfluss auf die Milchleistung der Tiere.

Die ertragssteigernde Wirkung einer Schwefel-Düngung ist i. d. R. umso stärker ausgeprägt, je höher Ertragsniveau und Stickstoffdüngung bereits sind. Besonders die Erhöhung des Rohprotein-Gehalts birgt viel Einsparpotenzial beim Zukauf von Eiweißträgern. Aus den jährlichen Auswertungen der Grassilage-Qualitäten der LUFA Nord-West geht hervor, dass häufig ein angestrebter Rohprotein-Gehalt von 17 % nicht erreicht wird. Vor allem die ersten beiden Schnitte weisen oft zu geringe Rohprotein-Gehalte auf.

Daher sollte darauf geachtet werden, dass im Grünland zur ersten und auch zur zweiten Stickstoffgabe Schwefel über Mineraldünger mit ausgebracht wird, um von Anfang an eine ausreichende Versorgung sicherzustellen. Die beiden ersten Schnitte erbringen schließlich einen Großteil des ge-



Am meisten Schwefel nimmt der Winterraps auf, weil er hohe Mengen an schwefelhaltigen Inhaltsstoffen, wie etwa Senföle, bildet. Sein Schwefel-Düngerbedarf liegt bei 30 - 50 kg/ha. Foto: Krick/agrar.press

**Abbildung 1: Energiegehalt von Grassilage - Vergleich Düngung von Schwefel mit N/S-Düngern gegenüber reinen N-Düngern (Quelle: LWK Oldenburg)**

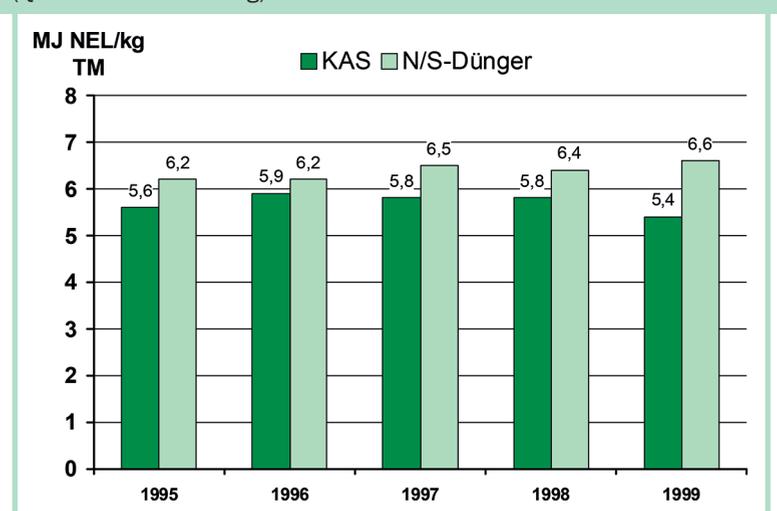
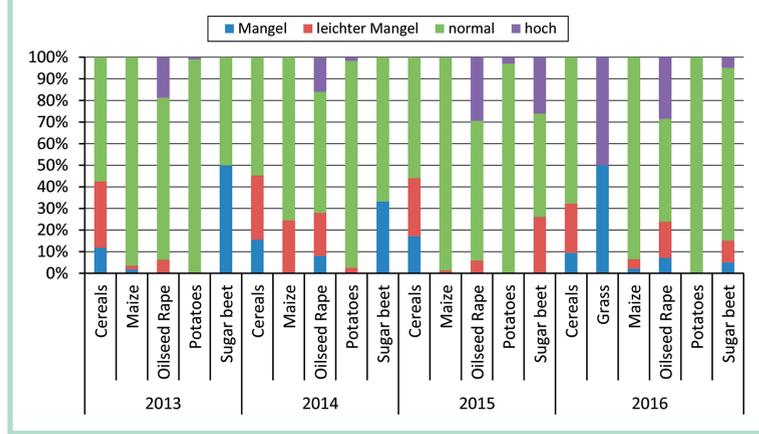


Abbildung 2: Auswertung von Pflanzenanalysen zum Schwefelmangel



samten Ertrags eines Jahres und haben demnach auch einen entsprechend hohen Schwefelbedarf. Schwefel ist zwar auch in der Gülle enthalten. Er ist dort allerdings organisch gebunden und wird erst mit steigenden Temperaturen mineralisiert. Die Wirkung macht sich erst beim dritten Schnitt bemerkbar, für die beiden ersten Schnitte kommt sie zu spät. Auch aus diesem Grund sollte zum ersten und auch zweiten Schnitt Schwefel über Mineraldünger ergänzt werden. In Abbildung 1 ist der Energiegehalt von Grassilage nach Düngung von Schwefel mit Stickstoff-Schwefel-Düngern im Vergleich zu reinen Stickstoff-Düngern ohne Schwefel aufgezeigt. Durch kombinierte N/S-Dünger werden zwischen 0,3 und 1,2 MJ NEL/kg mehr geerntet.

**Pflanzenanalysen schaffen Klarheit**

Bei Verdacht auf Schwefelmangel bzw. zur generellen Kontrolle der Nährstoffversorgung der

Kulturen, können die Pflanzen im Labor auf ihren Gehalt an Nährstoffen untersucht werden. Schlecht versorgte Bestände werden so sicher erkannt. Die Auswertung von mehreren hundert Pflanzenanalysen in den Jahren 2013 bis 2016 hat Schwefelmangel vor allem beim Getreide ergeben (Abbildung 2). Dieses Ergebnis überrascht etwas, weil der Schwefel-Düngebedarf bei Getreide mit 10 - 25 kg Schwefel pro Hektar eher in einem niedrigen Bereich liegt und die Landwirte bei Bezahlung nach Qualität stärker auf den Eiweißgehalt und damit die Schwefelversorgung achten als bei anderen Kulturen. Dieses Ergebnis kann eventuell auf ein schlechteres Aneignungsvermögen für Schwefel oder eine schlechtere Verwertung bei Getreide zurückgeführt werden. Ein weiterer Grund könnte ein geringer ausgeprägtes Qualitätsbewusstsein bei Wintergerste, Triticale und den Sommerungen sein.

In Anbetracht des hohen Getreideanteils in der Fruchtfolge kann eine bedarfsgerechte Schwefelversorgung über höhere Erträge und bessere Qualitäten die Erlössituation im Ackerbau noch verbessern. Spät geerntete Kulturen, wie etwa Mais, zehren dagegen deutlich länger von der Schwefel-Nachlieferung und weisen deshalb nur selten Schwefelmangel auf.

Anna Bollermann, Yara, Dülmen

liche Stoffstrombilanz, ähnlich der Hoftorbilanz, wieder einzuführen. Sämtliche Nährstoffe, die in den Betrieb kommen werden mit denen, die den Betrieb verlassen, verrechnet. Für Betriebe mit mehr als 2.000 Mastschweinen oder 3 GV/ha (evt. auch schon ab 2,5 GV/ha) soll die Erstellung einer Stoffstrombilanz anstelle der flächenbezogenen Nährstoffbilanz schon ab 2018 verpflichtend werden. Ab 2023 soll die Regelung dann für alle Betriebe oberhalb der 20 ha-Grenze oder bei mehr als 50 GV je Hof verbindlich werden. Unabhängig von Größe und Viehbesatz sollen sämtliche Betriebe ab dem nächsten Jahr eine Stoffstrombilanz durchführen müssen, wenn ihnen Wirtschaftsdünger aus anderen Betrieben zugeführt wird.

■ Vor dem Aufbringen von wesentlichen Nährstoffmengen an Stickstoff und Phosphat muss der Düngbedarf nach vorgegeben Bedarfswerten für jeden Schlag oder Bewirtschaftungseinheit ermittelt werden.

■ Im Durchschnitt der landwirtschaftlich genutzten Flächen des Betriebs dürfen pro Hektar nicht mehr als 170 kg Gesamtstickstoff aus organischen Düngemitteln ausgebracht werden. Eine sogenannte Derogationsregelung (230 kg N/ha) für Grünlandflächen ist angedacht. Zudem soll eventuell auch eine nationale Derogationsmöglichkeit für Gärreste eingeführt werden. Der Stickstoffanteil aus Weidehaltung ist anzurechnen. Für die Berechnung der N-Obergrenze ist die in der Tabelle 4 auf Seite 25 vorgegebene N-Ausnutzung zu berücksichtigen. Im Entwurf der Düngeverordnung vom Dezember 2016 waren als anzurechnender Mindestwert an Gesamtstickstoff von Wirtschaftsdünger bei der Weidehaltung 40 % angegeben. In Verhandlungen von Bund und Ländern hat man sich wieder auf den Wert der aktuellen Düngeverordnung von einer Mindestausnutzung von 25 % geeinigt. Die durch Kompost aufgebrachte Menge darf im Durchschnitt von 3 Jahren 510 kg/ha Gesamtstickstoff nicht überschreiten.

■ Ein Ausbringverbot besteht auf Ackerland ab dem Zeitpunkt der Ernte der letzten Hauptfrucht bis zum 31. Januar. Ausnahme: Bis zum 01. Oktober dürfen Zwischenfrüchte, Wintereraps, Feldfutter und Wintergerste mit Gülle gedüngt werden, aber insgesamt nicht mehr als 30 kg/ha Ammonium- bzw. 60 kg/ha Gesamtstickstoff. Zudem wird auf Ackerland das Ausbringen von Festmist, festen Gärrückständen aus Biogasanlagen oder Komposte in der Zeit vom 15. November bis zum 31. Januar untersagt. Auf Grünland gilt eine Sperrfrist für Gülle vom 01. November bis zu 31. Januar

■ Die Einarbeitung der Gülle muss auf Ackerflächen unverzüglich, jedoch spätestens innerhalb von vier Stunden nach der Ausbringung, stattgefunden haben, weil Ammoniak sich am stärksten in den ersten Stunden nach der Ausbringung verflüchtigt. Im Falle von bestelltem Ackerland ist ab dem 01. Februar 2020 und im Falle von Grünland und Feldfutterbau ist ab dem 01. Februar 2025 nur noch eine streifenförmige Ausbringung erlaubt.

■ Auf überschwemmten, wassergesättigten, mit Schnee bedeckten oder gefrorenen und im Laufe des Tages nicht oberflächlich aufgetauten Böden ist das Ausbringen von Gülle verboten.

■ Bei der Ausbringung ist ein direkter Eintrag in Oberflächengewässer durch Einhaltung von mindestens 5 m Abstand zur Böschungsoberkante zu vermeiden. Bei stark geneigten Flächen ist keine N-Aufbringung innerhalb von 10 m bis zur Böschungskante erlaubt. Im Bereich von 10 - 20 m ist eine sofortige Einarbeitung vorgeschrieben.

Peter Zilles

# Eckpunkte der novellierten Düngeverordnung

Die endgültige Rechtsverordnung zur Novelle des Düngegesetzes wird in der ersten Jahreshälfte 2017 erwartet. Nachfolgend sind wesentliche Aspekte des neuen Rechts aufgezeigt, wobei noch nicht definitiv feststeht, dass es letztlich genauso kommt, denn auch der Bundesrat muss dem Gesetz zustimmen.

Die wichtigsten Eckpunkte der novellierten Düngeverordnung (Stand 12/2016):

■ Der Betriebsinhaber hat spätestens bis zum 31. März eine Nährstoffbilanz für Stickstoff und Phosphat für den Betrieb zu erstellen. Der N-Saldo im Durchschnitt der letzten 3 Jahre darf 60 kg N/ha nicht überschreiten. Ab 2020 liegt der Wert bei 50 kg N/ha. Bei Phosphat gilt ein Saldo von 20 kg/ha im Durchschnitt der letzten 6 Düngejahre.

Mittlerweile besteht in der Regierungskoalition ein Konsens darüber, ab 2023 eine verbindliche



Mittlerweile besteht in der Regierungskoalition ein Konsens darüber, ab 2023 eine verbindliche Stoffstrombilanz, ähnlich der Hoftorbilanz, einzuführen.

Werkfoto