

# Die Stickstoffbilanz entlasten

## Kalium sichert hohe Erträge und Proteingehalte

Die Kalium-Düngung wirkt sich positiv auf die N-Aufnahme, die Proteinbildung und so auch auf die N-Abfuhr vom Feld aus. Bei den zukünftig zu erwartenden Restriktionen in der N-Düngung wird dieser Fakt im Qualitätsweizenbau hinsichtlich der Absicherung hoher Proteingehalte noch bedeutsamer werden.

Den mengenmäßig höchsten Bedarf am Nährstoff Kalium (K) haben bekanntlich Kulturen wie Hackfrüchte, Mais, Raps oder Futterpflanzen. Die beachtlichen und gestiegenen K-Entzüge und auch K-Abfuhr dieser Kulturen werden in der Praxis häufig unterschätzt. Umgekehrt wird die Zufuhr von Kalium über organische Dünger oft überschätzt, weil die tatsächlichen K-Gehalte der Wirtschaftsdünger in Realität oft niedriger sind als manche Tabellenwerte ausweisen.

Die Gefahr einer unzureichenden K-Zufuhr ist in Fruchtfolgen mit diesen stark kalizehrenden Kulturen besonders hoch und belastet damit auch die Kaliumversorgung des in der Fruchtfolge angebauten Getreides.

Bei den meisten Getreidearten übersteigt die K-Aufnahme die N-Aufnahme. Wenngleich bei Getreide ein größerer Teil des Kaliums im Stroh akkumuliert wird und somit im Falle einer Strohdüngung auf dem Feld verbleibt, müssen diese hohen Bedarfe für das Wachstum zunächst aber erst einmal gedeckt werden – zum einen aus dem Bodengehalt, zum anderen über die Düngung.

Je niedriger der K-Bodengehalt, desto höher fällt in der Regel die Ertragsleistung einer K-Düngung aus. So ergaben umfangreiche langjährige Exaktversuche von Kerschberger bei Getreide bei einem anzustrebenden K-Bodengehalt (Gehaltsklasse „GK“ C) einen mittleren Mehrertrag von 6 %, der sich bei niedrigem Bodengehalt (GK B) auf 13 % und bei sehr niedrigem Gehalt (GK A) auf so-

gar 23 % erhöht. Diese durchschnittlichen Mehrerträge können in Einzeljahren deutlich höher ausfallen, nämlich dann, wenn Frühjahrs- oder Vorsommertrockenheit auftritt, was immer häufiger der Fall ist. Hierbei kommt eine wesentliche Funktion des Kaliums voll zum Tragen: die Steuerung des Wasserhaushalts durch Veränderung des Turgordrucks in den Pflanzenzellen sowie die Regulierung der Spaltöffnungen, was die Wassernutzungseffizienz verbessert und Trockenstress mindert. Zudem steigert Kalium die Frostresistenz durch die Verringerung des Gefrierpunktes im Zellsaft.

Aber auch andere, im Getreidebau nicht weniger wichtige Funktionen des Kaliums werden direkt oder indirekt ertrags- und qualitätswirksam:

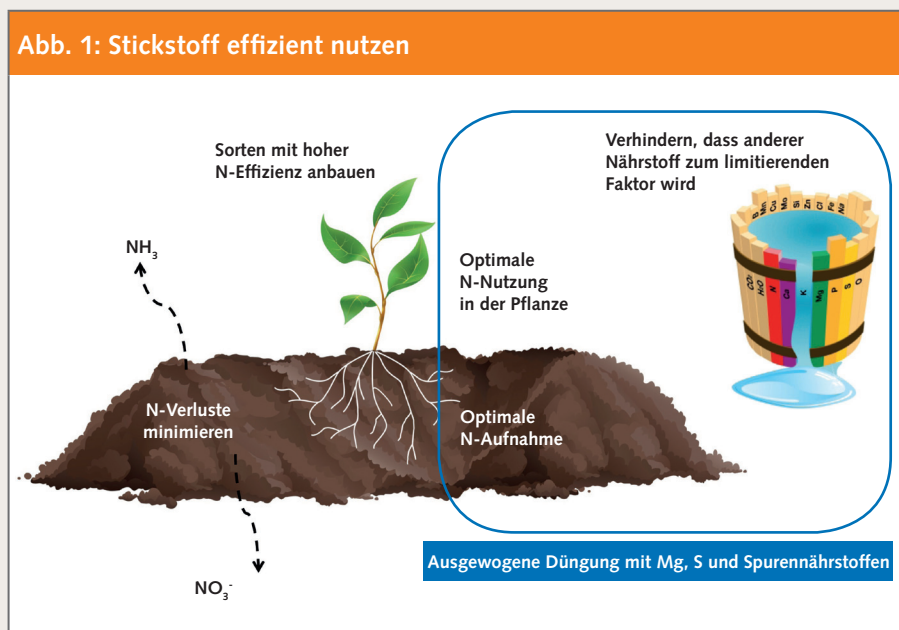
## Wie kann die N-Effizienz erhöht werden?

Grundsätzlich gilt es, Stickstoffverluste durch Emissionen oder Auswaschung zu minimieren. Auch der Anbau von Sorten mit einer hohen Stickstoffeffizienz kann sich positiv auswirken.

Einen wesentlichen Beitrag zur Steigerung der Stickstoffeffizienz leistet auch die ausgewogene Düngung. Nach dem „Gesetz vom Minimum“ kann Stickstoff nur dann optimal in Ertrag umgesetzt werden, wenn seine Nutzung nicht durch eine Unterversorgung mit einem anderen Nährstoff limitiert wird.

Um den Stickstoff effizient zu nutzen, ist eine optimale Aufnahme in die Pflanze und eine optimale Nutzung in der Pflanze erforderlich. Kalium, Magnesium und Schwefel sind an verschiedenen pflanzenphysiologischen Prozessen beteiligt, die diese beiden Schritte beeinflussen. Mehr dazu in den folgenden Artikeln.

Abb. 1: Stickstoff effizient nutzen



**Kalium**

- beeinflusst die Fotosyntheseleistung direkt über eine Wirkung auf die Chloroplasten und indirekt über die Beeinflussung des Schließmechanismus der Stomata.
- ist im Stoffwechsel der Pflanze an der Aktivierung von mehr als 50 Enzymen beteiligt.

- verbessert die Bildung von Kohlenhydraten wie Zucker und Stärke.
- ermöglicht den Transport und die Einlagerung von Kohlenhydraten aus den Blättern in die Speicherorgane (Körner).
- fördert die interne Produktqualität durch höhere Eiweißgehalte.
- fördert die Ausbildung des Stützgewebes,

wodurch Lagergefahr und Anfälligkeit gegenüber Krankheiten (z. B. Pilze) verringert werden.

Steht Kalium nicht in optimaler Menge zur Verfügung, wird gemäß dem Gesetz vom Minimum zwangsläufig auch weniger Stickstoff verwertet: Die N-Effizienz des eingesetzten N-Düngers sinkt. Dies

### Pflanzenphysiologie: Kalium fördert die N-Aufnahme und die Bildung von Proteinen

Kalium wird für die Aufnahme von Stickstoff durch die Wurzeln und für den Transport von den Wurzeln zum Spross benötigt. Da Kalium- und Nitrat-Ionen unterschiedliche Ladungen haben ( $K^+$  und  $NO_3^-$ ), erleichtert Kalium die Wurzelaufnahme von Nitrat (Synergismus). Zudem stimuliert Kalium die Aktivität des in den Membranen gebundenen Enzyms ATPase, das für den Transport von Nitrat durch die Wurzelzell-Membranen benötigt wird. In wissenschaftlichen Studien wurde zudem gezeigt, dass Kalium für den Transport von Nitrat von den Wurzeln in den Spross benötigt wird, da es im Xylem als Gegenion fungiert.

Darüber hinaus ist Kalium essenziell für die Bildung von Proteinen und hierbei an verschiedenen Prozessschritten beteiligt. In Kaliummangelpflanzen sammeln sich große Mengen an stickstoffhaltigen Protein-Bausteinen wie Aminosäuren und Aminen an, die nicht weiter zu Eiweißen aufgebaut werden. Die Akkumulation dieser löslichen Stickstoffbestandteile führt nicht nur zu einer ineffizienten Nutzung des bereits aufgenommenen Stickstoffs, sondern reduziert zudem die weitere Nitrataufnahme durch die Wurzeln.

Als Konsequenz aus diesen physiologischen Effekten und Interaktionen benötigen Pflanzen eine bedarfsgerechte Versorgung mit Kalium, um Stickstoffdünger möglichst effizient nutzen zu können.

*Prof. Dr. Ismail Cakmak, Sabanci-Universität Istanbul, Türkei*

Abb. 1: Erträge von Wintergerste im K-Düngungsversuch Ostenfeld 2015

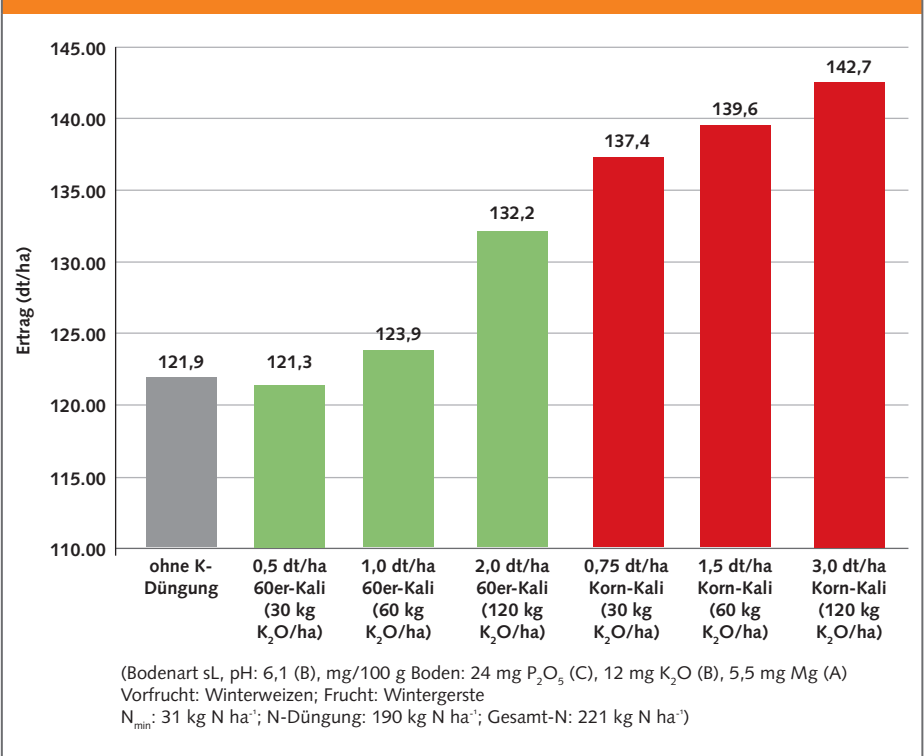


Abb. 2: N-Bilanz des K-Düngungsversuchs Ostenfeld 2015

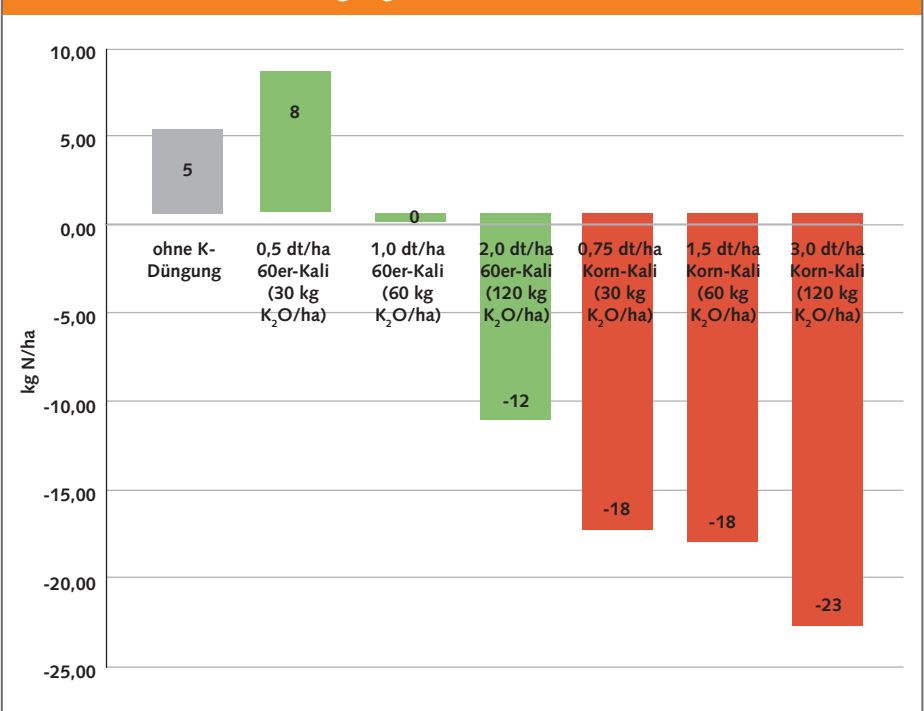


Tabelle: Einfluss der K-Düngung auf Proteingehalt und Sedimentationswert

Einfluss der Kalidüngung auf Proteingehalt und Sedimentationswert in Feldversuchen	Winterweizen – 37 Versuche		Wintergerste – 32 Versuche
	Proteingehalt (%)	Sediwert	Proteingehalt (%)
Kalidüngung niedrig	14,8	61	12,9
Kalidüngung optimal	15,6	68	13,4
Zunahme relativ	+ 5,4 %	+ 11,5 %	+ 3,9 %

ist nicht nur unökonomisch und unökologisch, sondern wird mit den zu erwartenden Restriktionen der neuen Düngerverordnung (DüV) auch zunehmend problematischer werden.

Wie positiv sich eine K-Düngung auf die N-Aufnahme, den Stickstoffeinbau in organisches Material und so auch auf die N-Abfuhr vom Feld – also letztendlich auf die N-Effizienz – auswirkt, kann nur in Exaktversuchen quantifiziert werden. Ein Feldversuch an der Versuchsstation „Lindenhof“ der Fachhochschule Kiel aus dem vergangenen Jahr zeigt diese Zusammenhänge beispielhaft auf.

Durch reine K-Düngung in Höhe von 120 kg K<sub>2</sub>O/ha konnte der Ertrag der Wintergerste um 10,3 dt/ha gesteigert

werden (Abb. 1). Wurde anstelle von 60er Kali über Korn-Kali gedüngt, verdoppelte sich der Mehrertrag auf 20,8 dt/ha, wohlgermerkt bei gleicher N- und K-Düngungshöhe. Ein Paradebeispiel für das Gesetz vom Minimum: Bei niedrigem K-Gehalt im Boden (12 mg K<sub>2</sub>O/100 g Boden, GK B) ist allein durch K-Düngung ein deutlicher Mehrertrag erzielt worden, aber noch nicht der Optimalertrag, weil andere Minimumfaktoren diesen verhinderten. Durch gleichzeitige Düngung von 18 kg MgO/ha (bei 5,5 mg Mg/100 g Boden, GK A) und 45 kg S/ha über den Einsatz von Korn-Kali wurde ein zusätzlicher Mehrertrag von 10,5 dt/ha gegenüber der „reinen“ 60er-Variante erzielt – bei einheitlicher Düngung von 190 kg N/ha und 120 kg K<sub>2</sub>O/ha. Die K-Düngung erhöhte die N-Effizienz deut-

lich, allerdings brachte erst die Kombination der K-Düngung mit einer Magnesium- und Schwefeldüngung die volle Ertragsleistung und damit die höchste N-Effizienz.

Das schlägt sich natürlich auch in der N-Bilanz nieder, die im Hinblick auf die neue DüV immer wichtiger wird: Aus einer leicht positiven Bilanz beim Prüfglied „ohne K-Düngung“ wurde eine negative bei K-Düngung mit 60er-Kali und eine deutlich negative bei kombinierter KMgS-Düngung über Korn-Kali (Abb. 2).

Eine K-Unterversorgung des Bodens ist bezüglich der N-Aufnahme generell insofern problematisch, als dass entstandene Lücken in den Zwischenschichten der Tonminerale durch NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-Ionen ersetzt werden, die dann wiederum für die N-Ernährung fehlen (Abb. 3). Die sogenannte NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-Fixierung erfolgt dabei bereits kurz nach der N-Düngung. Die Effizienz der N-Düngung wird in diesen Fällen von vornherein schon eingeschränkt.

Eine bessere N-Verwertung durch K-Düngung kann man nicht nur am Ertrag festmachen, sondern auch im positiven Einfluss auf Proteingehalte erkennen (siehe Tabelle): Bei optimaler K-Düngung sind die Proteingehalte häufig höher als bei suboptimaler K-Düngung (bei gleicher Höhe der N-Düngung). Bei zukünftig zu erwartenden Restriktionen in der N-Düngung wird dieser Fakt im Qualitätsweizenbau hinsichtlich Absicherung der Proteingehalte noch bedeutsamer werden.

Auch die Frage der P-Effizienz wird durch die neue DüV einen höheren Stellenwert erhalten, besonders in P-Überschussregionen. Analog zur N-Effizienz gilt auch hier das Gesetz vom Minimum – und verbessert eine angepasste K-Düngung auch die P-Effizienz. K-Düngung fördert grundsätzlich die Durchwurzelung und erhöht so das P-Aneignungsvermögen.

Frank Hertwig, K+S KALI GmbH

Abb. 3: NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-Fixierung bei K-Unterversorgung im Boden