



# GETREIDEDÜNGUNG

für Ertrag und Qualität









# Die Nährstoffversorgung bestimmt den Ertrag und die Qualität beim Getreide

Das Verwertungsziel des Getreides bestimmt, welche Anforderungen das Anbaumanagement erfüllen muss. Es gibt etliche Parameter, die zur Einstufung als Brotgetreide, Futtergetreide, Saatgetreide oder Braugetreide herangezogen werden. Ein großer Teil dieser Qualitätskriterien wird durch die Düngung

beeinflusst. Neben Stickstoff haben auch Phosphor, Kalium, Magnesium und Schwefel sowie zunehmend Mikronährstoffe einen entscheidenden Einfluss auf den Ertrag und die Ausprägung verschiedener Qualitätsmerkmale. Dieser Einfluss wird oft unterschätzt.

## Beeinflussung des Ertrags und verschiedener Qualitätskriterien von Getreide durch Makronährstoffe

	Stickstoff	Phosphor	Kalium	Magnesium	Schwefel
<b>Ertrag</b>	+++	++	++	++	++
<b>Protein</b>	+++	+	++	++	++
<b>Sedimentationswert</b>	++		++	++	++
<b>Tausendkornmasse</b>	++	+	++	++	+
<b>Hektoliter-Gewicht</b>	++	+	++	++	+
<b>Keimfähigkeit</b>	+	++	+	+++	

+ = von Bedeutung    ++ = wichtig    +++ = sehr wichtig

Für eine zielgerichtete Düngung muss bei einer Bodenversorgung in der anzustrebenden Gehaltsklasse C dem Acker mindestens der Nährstoffzug der Getreideart zugeführt werden. Zusätzlich zum Bedarf der jeweiligen Getreidekultur ist die Grunddüngung so zu bemessen, dass die Verluste im Boden durch Auswaschung oder Fixierung ausgeglichen werden (Erhaltungsdüngung).

Wird das Getreidestroh nach der Ernte vom Feld abgefahren, so muss das von der Pflanze im Stroh eingelagerte Kalium entsprechend dem Düngbedarf der Folgekultur angerechnet werden. Der Kaliumentzug durch die Abfuhr des Getreidestrohs ist abhängig von der Stroherntemenge und kann im Mittel mit ca. 100 kg K<sub>2</sub>O/ha beziffert werden.

Verbleibt das Getreidestroh nach der Ernte auf dem Feld, so wird nur zu Teilen die Rücklieferung von Kalium aus dem Stroh als Ernterest für die Folgefucht angerechnet. Wegen der auf leichten Standorten gegebenen Verlagerung mit den Winterniederschlägen sind hier in der Regel nur 50% der Menge an Kalium aus dem Getreidestroh anrechenbar.

## Nährstoffentzüge von Getreide (Korn und Stroh) in kg/ha

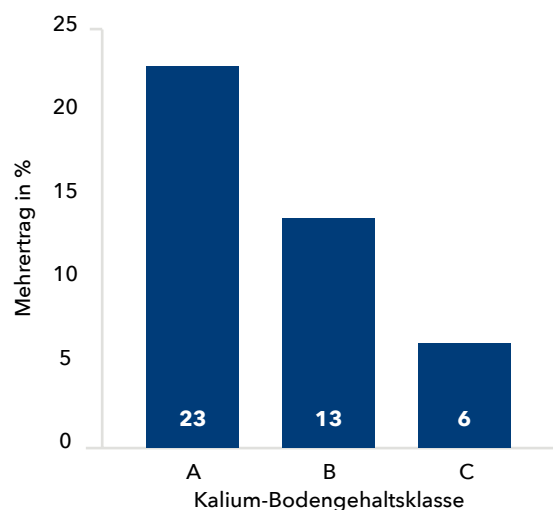
	Ertrag dt/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	S
<b>Wintergetreide</b>	80	83	156	53	30
<b>Sommergetreide</b>	60	62	146	41	25

Quelle: Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, Richtwerte für die Düngung 2021, 26. Auflage, ergänzt um Schwefel

Anhand der durchschnittlichen Getreideerträge der letzten Jahre wird deutlich, dass besonders der Bruttoentzug von Kalium stark ansteigt. Winterroggen z.B. entzieht dem Boden bei einem Ertragsniveau von 90 dt/ha eine Menge an Kalium von 176 kg K<sub>2</sub>O/ha (1,951 kg K<sub>2</sub>O/dt Ertrag), das sind 39 kg K<sub>2</sub>O/ha mehr Entzug als bei einem Ertragsniveau von 70 dt/ha.

In der Gehaltsklasse C liegen die Mehrerträge durch die Erhaltungsdüngung im Vergleich zur ungedüngten Variante bei 6%. Sind die Böden nur niedrig mit Kalium versorgt (Gehaltsklasse B), so erhöht sich der Ertrag um 13% und entsprechend in der Gehaltsklasse A sogar um 23%, wie langjährige Ergebnisse aus Feldversuchen in nebenstehender Abbildung zeigen.

**Ertragssteigerung von Getreide durch Kaliumdüngung in Abhängigkeit von der Bodengehaltsklasse, jeweils im Vergleich zur ungedüngten Kontrolle**



Quelle: Dr. Kerschberger, TLL



Optimaler Bestand durch ausgewogene Düngung aller Nährstoffe



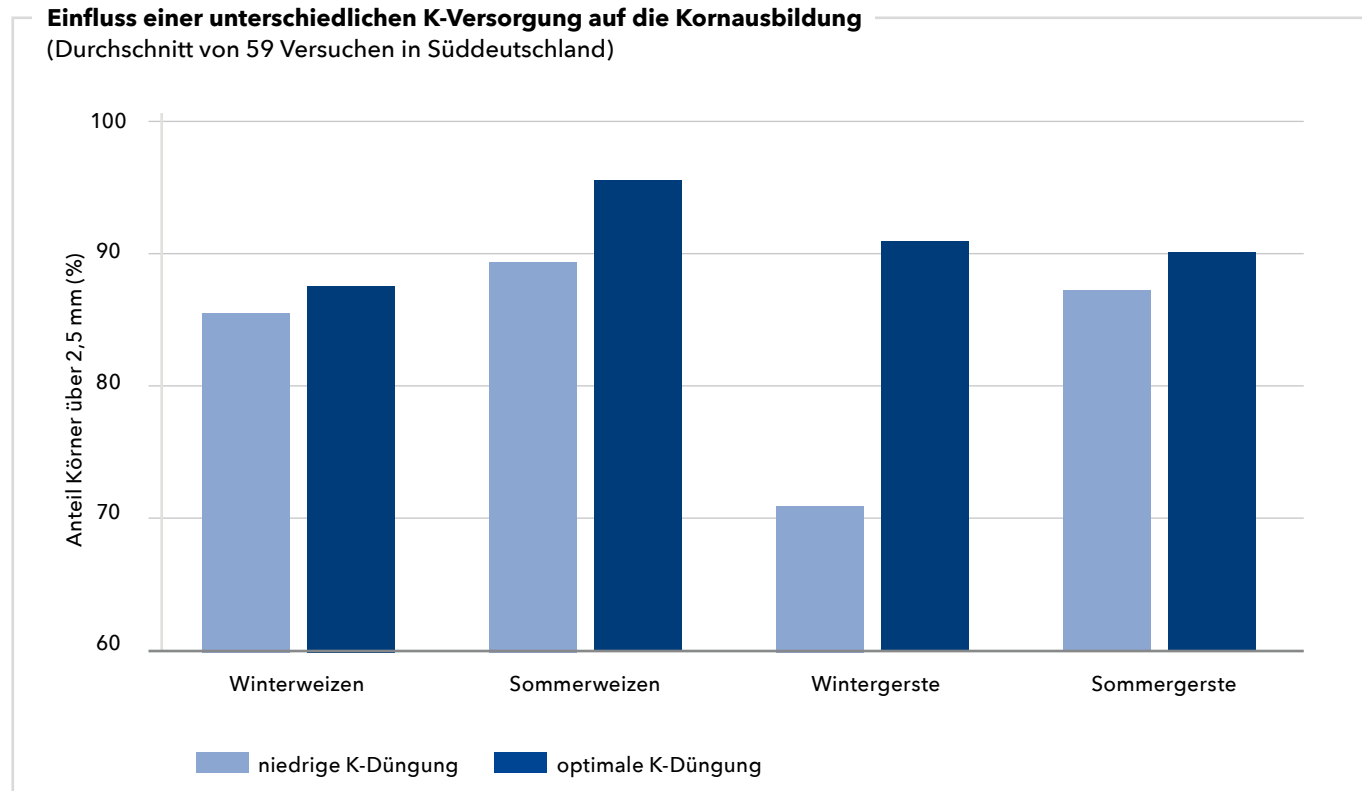
# Qualitätsparameter für die Kornausbildung - TKM, Proteingehalt und Sedimentationswert

## Tausendkornmasse (TKM)

In einer Vielzahl von Feldversuchen konnte der positive Einfluss einer optimalen Kaliumdüngung auf die Tausendkornmasse dargestellt werden. Die durchschnittliche Erhöhung der TKM um rund 2,5 Gramm führt so zu einem Mehrertrag von 4 dt/ha. Dieses ist maßgeblich auf die verbesserte Pho-

tosynthese-Leistung nach Zufuhr von Kalium zurückzuführen. Dadurch wird mehr Kohlendioxid von der Pflanze eingespeichert und in Form von Assimilaten auch schneller von den vegetativen in die generativen Organe transportiert.

**Einfluss einer unterschiedlichen K-Versorgung auf die Kornausbildung**  
(Durchschnitt von 59 Versuchen in Süddeutschland)



## Proteingehalt und Sedimentationswert

Bei der Photosynthese und der Bildung von Proteinen in den Körnern sind zahlreiche Enzyme beteiligt, die durch Kalium aktiviert werden. Eine gute Kaliumversorgung führt zu einer

besseren Ausnutzung und Verwertung des Stickstoffes in der Getreidepflanze und bewirkt eine Erhöhung des Proteingehaltes und des Sedimentationswertes.

Einfluss der Kaliumdüngung auf Proteingehalt (%) und Sedimentationswert	Winterweizen (37 Versuche)		Wintergerste (32 Versuche)
	Proteingehalt	Sedimentationswert	Proteingehalt
Kaliumdüngung niedrig	14,8	61	44,1
Kaliumdüngung optimal	15,6	68	46,9
<b>Zunahme</b>	<b>+ 5,4%</b>	<b>+ 11,5%</b>	<b>+ 9,9%</b>



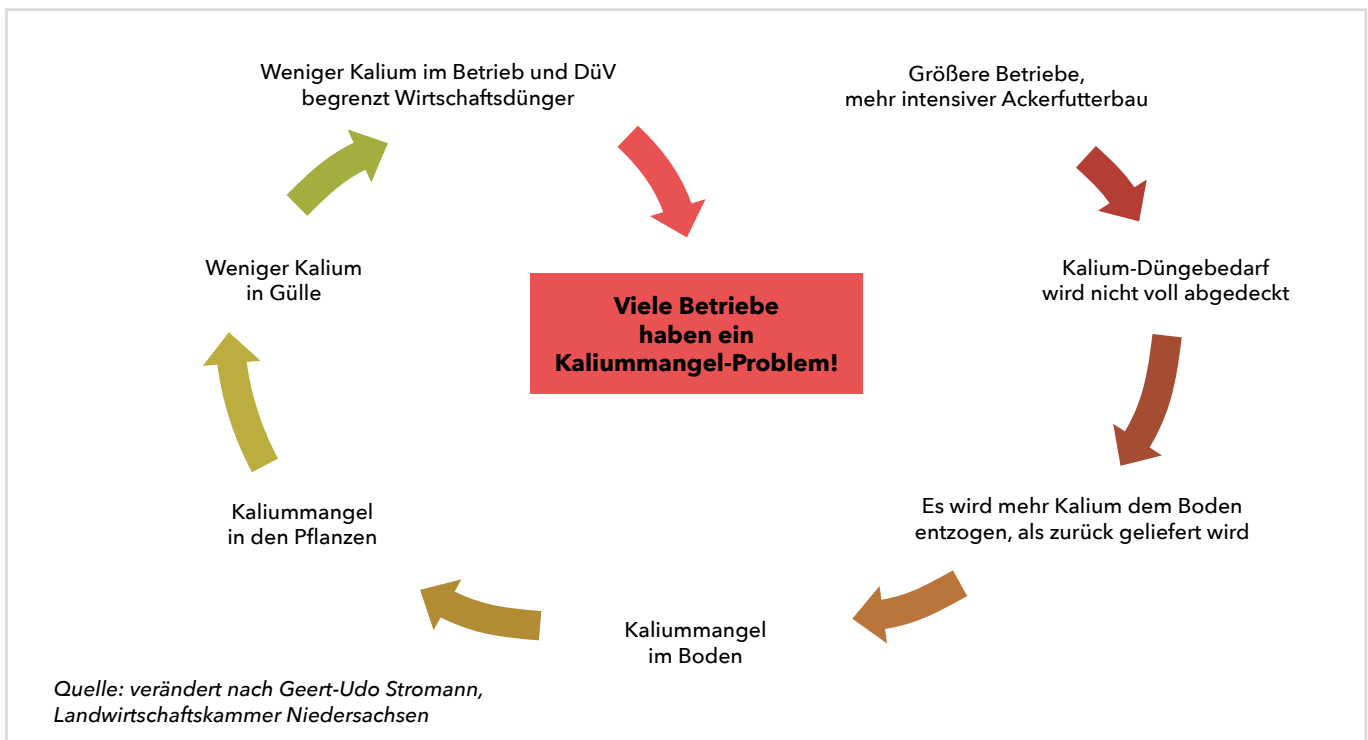
# Nährstoffgehalte in Wirtschaftsdüngern oft überschätzt“

## Wirtschaftsdünger

Die Gehalte an Kalium, aber auch Magnesium und Schwefel in Gülle und Mist werden oftmals überschätzt. Sie sind besonders in Rindergüllen stark rückläufig und ändern sich mit jeder Umstellung der Produktionstechnik. Es empfiehlt sich daher eine regelmäßige Laboranalyse der organischen Nährstoffträger.

Eine Versuchsreihe auf leichten Böden in Nordwestdeutschland mit 20-30 m<sup>3</sup>/ha Rindergülle ergab, dass in der Gehalts-

klasse C zu Wintergetreide nach Vorfrucht Getreide noch 2-2,5 dt/ha Korn-Kali als Ergänzung wirtschaftlich sind und den Ausgangsbodenwert für Kalium im Zielkorridor halten. Im Lichte der starken Reglementierungen bei Stickstoff und Phosphor sind vielfach nur noch geringe mineralische Güllegaben zugelassen, sodass der Ergänzungsbedarf an Kalium steigt.





# Die Ausnutzung von Stickstoff verbessern

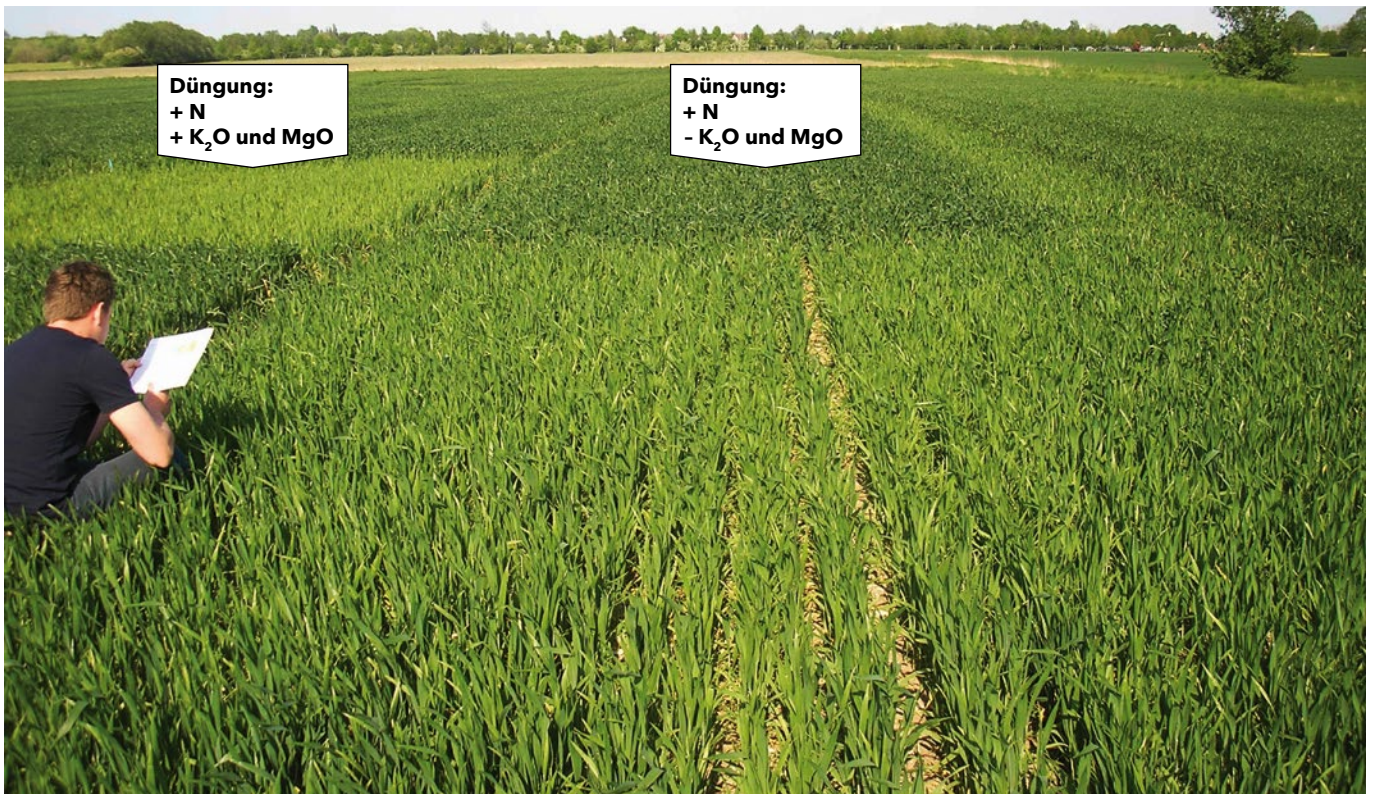
In der Ackerbaustrategie 2035 des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft ist explizit die ausgewogene Düngung zur Vermeidung von Stickstoff-Überschüssen genannt. Steht Kalium nicht in optimaler Menge zur Verfügung, wird gemäß dem Gesetz vom Minimum zwangsläufig auch weniger Stickstoff verwertet: Die N-Effizienz des eingesetzten Stickstoffdüngers sinkt. Kalium wird für die Aufnahme von Stickstoff durch die Wurzeln und für den Transport von den Wurzeln zum Spross benötigt. Da Kalium ( $K^+$ ) und Nitrat-Ionen ( $NO_3^-$ ) unterschiedliche Ladungen haben, erleichtert Kalium die Aufnahme von Nitrat über die Wurzel. Die Kaliumdüngung wirkt sich positiv auf die N-Aufnahme, die Proteinbildung und so auch auf die N-Abfuhr vom Feld aus.

Entzüge durch adäquaten Einsatz von Betriebsmitteln zu steigern, ist mehr denn je das Gebot der Stunde. Dabei ist Stickstoff weiterhin der Motor des Wachstums. Bei Getreide würde eine nennenswerte Ertragssteigerung den in der Düngeplanung noch möglichen N- und P-Input deutlich erhöhen. Eine Düngung mit Kalium sowie mit Magnesium, Schwefel und im Mangel befindlichen Mikronährstoffen ermöglicht diese Ertragssteigerung.

Die Optimierung der N- und P-Effizienz zeigt ein Feldversuch am Standort Ahlten in Winterweizen, der mit Ausnahme der Kontrolle flächig mit 200 kg N/ha in mineralischer Form

gedüngt wurde. Dabei ist der Pflanzenbestand ohne Stickstoff im Vergleich zu den mit Stickstoff versorgten Versuchsvarianten hinsichtlich Wuchshöhe und Ausfärbung wesentlich schlechter ausgeprägt. Die Behandlung mit ausschließlich 200 kg N/ha, (ohne Kalium und Magnesium), stellte sich gegenüber den optimal versorgten Parzellen mit weniger vitalen Pflanzen und geringerer Bestandsdichte dar. Angesichts der verringerten Bestockung (teils mit reduzierter Anzahl an Nebetrieben) und dem aufgehellten Bestand ist der Landwirt geneigt, eine zusätzliche Stickstoff-Gabe zu applizieren. Doch in diesem Fall ist auf dem lehmigen Standort eine latente Unterversorgung mit Kalium und Magnesium festzustellen. Eine zusätzliche N-Gabe würde hier somit keinen positiven Effekt zeigen, da die Nährstoffe Kalium und Magnesium im Minimum sind. Korn-Kali verbessert somit die Stickstoffwirkung in Form von gesteigerten Aufnahmeleistungen und optimiertem Umsatz in der Pflanze. Außerdem hilft es, gesteigerte Abfuhr von Stickstoff und Phosphor zu generieren sowie schlussendlich die Nährstoffsalden zu entlasten.

Ebenso sichtbar wird die optimierte N-Aufnahme und -Verwertung nach Anwendung von Magnesium und Schwefel im Feldversuch Lage (Tabelle Seite 8). Durch Korn-Kali + ESTA Kieserit mit schnell löslichem Magnesiumsulfat wird hier im Vergleich zur isolierten K-Form der Stickstoff-Aufwand je Getreideeinheit um ca. 30 % reduziert.



Feldversuch in Winterweizen zur optimierten N-Effizienz durch Kalium und Magnesium am Standort Ahlten



In einem weiteren Feldversuch (Grafik unten) sind bei guter Bodenversorgung die Düngungseffekte von Kalium und Magnesium dokumentiert. Hier stellt sich ein Mehrertrag von 17 dt/ha durch eine Gabe von Korn-Kali ein. Ebenso sinken die  $N_{min}$ -Werte nach der Ernte aufgrund der Applikation mit Korn-Kali um bis zu 22 kg deutlich ab. Wirtschaftlich bilden hier 3 dt/ha Korn-Kali das Optimum ab. Bei ungenügender Versorgung mit Kalium, Magnesium und Schwefel wäre mehr Stickstoff ungenutzt im Boden verblieben und in tiefere Bodenschichten verlagert worden. Parallel werden aufgrund der Ertrageffekte 14 kg/ha mehr Phosphor vom Feld abgefahren.

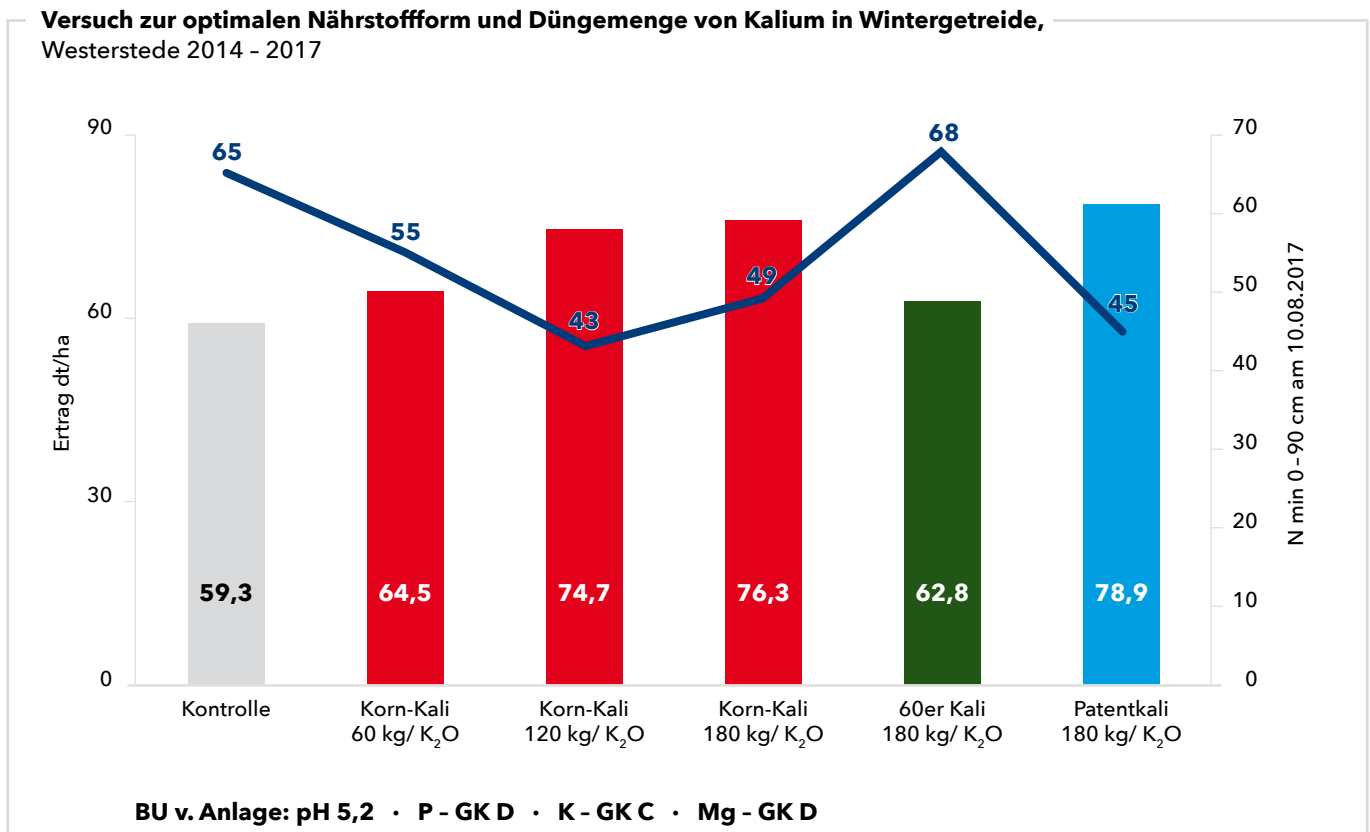
Während die isolierte Zufuhr von Kalium in Form von 60er Kali nur leichte Effekte zeigt, bringt die Kombination von Kalium mit Magnesium in Korn-Kali den Erfolg. Kalium steht als einwertig positives Ion mit dem gleichgerichteten, aber zweiwertigen Magnesium im Wettbewerb um die Aufnahme in die Pflanze. Durch diesen Antagonismus wird Magnesium trotz guter Bodenversorgung schnell verdrängt. Grundsätzlich ist daher eine kombinierte Kalium-/Magnesiumdüngung ange raten. Somit ist Korn-Kali im Getreideanbau das Düngemittel der Wahl.

### Verbesserte Ausnutzung von Stickstoff durch Magnesium und Schwefel im Getreide

Var.	Nährstoffe kg/ha			Düngung	Ertrag dt/ha	N-Aufnahme kg/ha N	N-Effizienz kg N/dt GE*
	K <sub>2</sub> O	MgO	S				
1	160	54	43	60er Kali, ESTA Kieserit / Herbst	71,0	105	2,9
2	160		43	Kaliumsulfat	88,9	140	2,2
3	160			60er Kali	67,3	106	3,1
4	160	24	16	Korn-Kali	89,8	143	2,2
5	160	58	43	Korn-Kali + ESTA Kieserit	93,7	149	2,0

Feldversuch mit 1x Gerste und 2x Weizen in Lage/Lippe im Mittel über 3 Jahre.  
Bodenuntersuchung Kalium und Magnesium: Gehaltsklasse C

\*GE = Getreideeinheiten





# Kalium

## hat vielfältige physiologische Wirkungen

**Kalium hat in der Pflanze eine Schlüsselrolle bei wichtigen Stoffwechselfvorgängen:**

Steuerung des Wasserhaushaltes	▶ <b>Überbrückung von Dürreperioden</b>
Produktion und Ableitung von Kohlenhydraten	▶ <b>Mehr Stärke und Biomasse</b>
Verbesserung der Frostresistenz	▶ <b>Winterhärte</b>
Festigung der Zellwände	▶ <b>Weniger Lager und Pilzbefall</b>
Synthese von Proteinen	▶ <b>Verbesserung der N-Effizienz</b>

Ein Mangel an Kalium zeigt sich zunächst durch Chlorosen an den älteren Blättern. Im fortgeschrittenen Stadium wird dieser optisch zunehmend durch Blattnekrosen erkennbar. Den gelben Fahnenblättern wird fälschlicherweise oftmals Stickstoffmangel zugeschrieben.



*Kaliummangel bei Winterweizen*



# Trockenstress durch Kalium reduzieren

Witterungsextreme in Form von Dürre können gewaltige Ertragseinbußen beim Getreide bis hin zum vollständigen Verlust nach sich ziehen. Bei früh einsetzendem Trockenstress leidet die Bestandsdichte. Temperaturen oberhalb 30°C vor der Blüte reduzieren die Kornzahl je Ähre. Grundsätzlich werden die Niederschläge im Vorsommer den Prognosen zu Folge abnehmen - und das bei steigender Verdunstung, sodass ein Wasserdefizit gerade im Getreidebau ein Thema bleiben wird.

Entscheidend für den Wasserhaushalt der Pflanze ist das pflanzenverfügbare Bodenwasser, das als nutzbare Feldkapazität (nFK), gemessen und als volumetrischer Wassergehalt (%-Vol.) angegeben wird. Untersuchungen mit langjähriger Kaliumdüngung zeigen einen signifikant steigenden Einfluss des Kaliums auf die nutzbare Feldkapazität verschiedener Böden. Verschiedene Hochschulen haben auf 12 Standorten gezeigt, dass die nFK um mehr als 5% verbessert wird. Dies beweist, dass gut mit Kalium versorgte Böden länger Wasser nachliefern.

Die potentielle Wasseraufnahme der Pflanze steht den wasserhaltenden Kräften des Bodens entgegen. Zwischen Feldkapazität und permanentem Welkepunkt existiert mit Blick auf die verfügbare Wassermenge ein weiter Bereich. Die Pflanzenwurzeln können bei einer geringen Bodenfeuchte keine ausreichend hohe Saugspannung entwickeln, um das Wasser aus dem Boden aufzunehmen. Hohe Kaliumgehalte in den Pflanzenwurzeln verstärken das Potenzialgefälle vom Boden zur Pflanzenwurzel und erhöhen so die Wasseraufnahmefähigkeit.

Kritisch ist Trockenstress auch bei der Erhaltung eines hohen Turgordruckes, der unter anderem auch für die Bestäubung wichtig ist. Für die Bestäubung müssen Pollen auf der Narbe kleben bzw. hängen bleiben. Dies funktioniert bei Selbstbestäubern und in besonderem Maße beim Fremdbestäuber Roggen nur, wenn eine gewisse Feuchte der Narbenfäden vorliegt. Diese wird durch einen ausreichenden Turgor erbracht, sodass bei hohem Zellinnendruck - durch Kalium gefördert - der Befruchtungsvorgang effektiv funktioniert und mehr Körner je Ähre gebildet werden.

## Trockenstress beim Weizen

Der Wasser- und Gasaustausch in Pflanzen erfolgt über die Spaltöffnungen (an der Blattunterseite). Kalium ist an der Steuerung des Wasserhaushalts der Pflanze von der Wasseraufnahme durch die Wurzel bis zur Abgabe durch die Spaltöffnungen der Blätter wesentlich beteiligt. Die Spaltöffnungen werden durch sogenannte Schließzellen geformt. Der Grad der Turgeszenz, d. h. die Fähigkeit dieser Schließzellen, Wasser und Nährstoffe aufzunehmen, bestimmt den Öffnungsgrad der Spaltöffnungen und damit den Gas- und Wasseraustausch mit der Atmosphäre. Kalium wirkt bei der Regulation der Turgeszenz der Schließzellen mit. Infolgedessen reduziert eine ausreichende Kaliumversorgung Wasserverluste und erhöht die Wassernutzungseffizienz der Pflanzen.





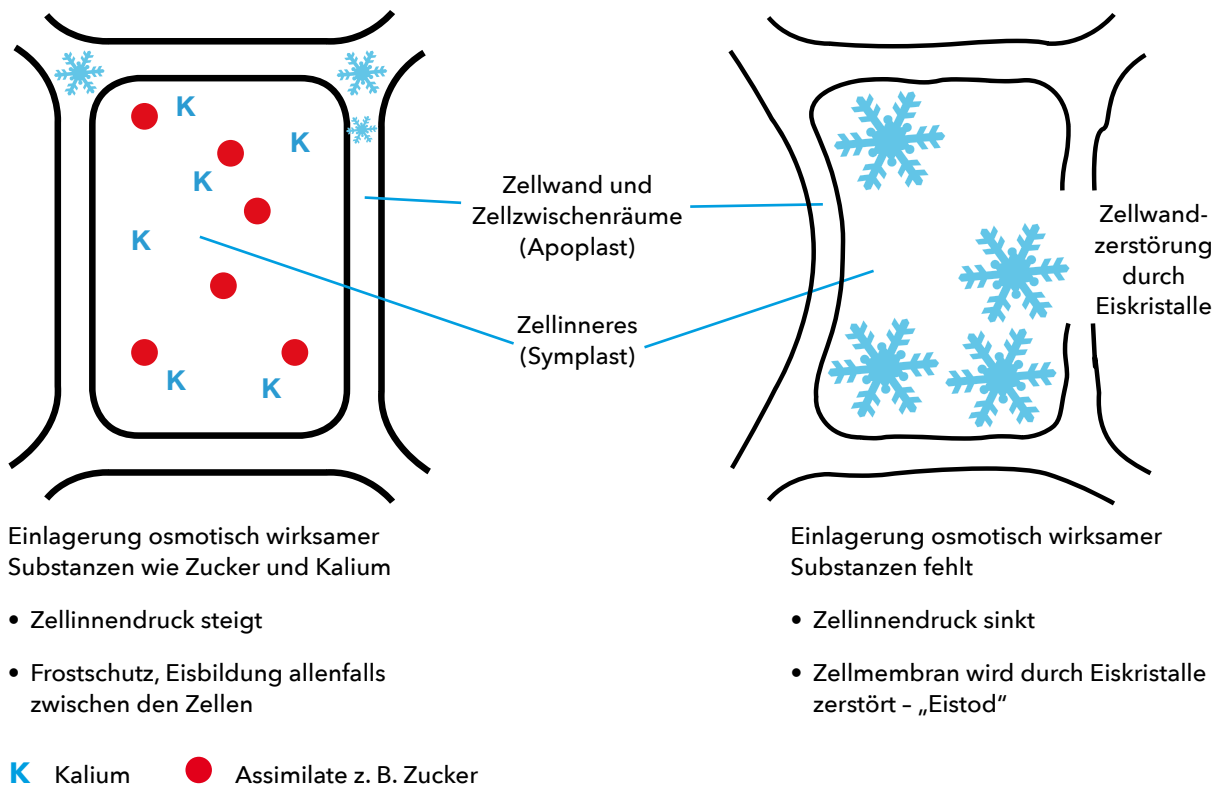
# Kalium

## steigert die Frostresistenz

Der Eistod von Pflanzen wird durch Eiskristalle verursacht, die sich in den Zellzwischenräumen bilden. Wenn Wasser gefriert, vergrößert sich das Volumen um ca. 10%. Zudem bilden sich nadelförmige Kristalle, sodass beim Gefrieren die feinen Zellstrukturen gesprengt werden. Die Zerstörung von Zellgewebe führt zur Unterbrechung von Stoffwechselprozessen und damit zum Absterben der Kulturen. Im Inneren der Zellen (Cytoplasma) setzt die hohe Konzentration von gelösten Stoffen den Gefrierpunkt deutlich herab, so dass hier nur bei sehr niedrigen Temperaturen eine Eisbildung stattfinden kann. Um die

Frostgefahr abzumildern, ist eine möglichst hohe Osmolarität anzustreben. Möglichst viele osmotisch aktive Teilchen sollten im Zellsaft angereichert sein. Dazu zählen neben Kalium auch Aminosäuren und Zuckerverbindungen. Diese werden bei ausreichender K-Versorgung der Pflanze vermehrt gebildet. Auf diesem Weg behindert Kalium zusätzlich die Eisbildung im Pflanzengewebe, ähnlich dem Effekt von Frostschutzmittel im Kühlwasser von Kraftfahrzeugmotoren.

### Eistod: Zucker und Kalium als „Frostschutzmittel“



### Frühe Düngungstermine beim Kalium vorteilhaft

In der praktischen Düngung gibt es immer wieder Beispiele, nach denen Pflanzen mit verbesserter Kalium-Versorgung resistenter gegen Frostereignisse sind. Entscheidend ist dabei, dass Kalium aus dem Boden, welches durch eine gezielte Düngungsmaßnahme angeboten wird, zum Zeitpunkt des Frostes vollständig aufgenommen ist. Daher ist zu Wintergetreide auf Böden mit Tongehalten oberhalb 8% eine Applikation von Kalium im Herbst von Vorteil. Entscheidend dafür ist ein gut entwickeltes Wurzelsystem, das zur Reduzierung von Frost- und Trockenschäden beiträgt. Wurzeln brauchen einen Anreiz, um in tiefere Schichten vorzudringen, und

so für eine bessere Verankerung sorgen und sich dann aus dem vorhandenen Wasserreservoir bedienen zu können. Eine Grunddüngung im Herbst und eine anschließende Einarbeitung ermöglichen den jungen Pflanzen eine Aufnahme der Nährstoffe aus dem für sie erreichbaren Wurzelraum. Auf schwächeren Standorten macht es Sinn, frühe Applikationszeitpunkte für Kalium zu wählen, damit die Pflanze besser vor Frost geschützt ist. Bei der Auswahl der Düngemittel ist stets auf eine schnelle Löslichkeit des Düngerkornes zu achten, damit eine sofortige Verfügbarkeit der Nährstoffe gewährleistet ist.

# Pflanzengesundheit

## Vitalität und Stresstoleranz

Gut ernährte Pflanzen sind toleranter gegenüber klimatisch bedingtem Stress wie Trockenheit und Kälte, aber auch hinsichtlich pilzlicher Krankheitserreger. Die zellfestigende Wirkung des Kaliums in der Pflanze bringt für die Praxis einige Vorteile:

- erhöhte Widerstandsfähigkeit gegen Pilzkrankheiten
- geringere Lageranfälligkeit durch bessere Halmstabilität. Dies ist besonders wichtig bei Verzicht auf Halmverkürzungsmittel sowie im ökologischen Landbau.



*Starkes Lager in einer Versuchspartizelle ohne Kaliumdüngung*

Kalium ist im Stoffwechsel der Pflanze an der Aktivierung von mehr als 50 Enzymen und damit maßgeblich an der Produktion von Kohlenhydraten sowie Gewebe-/Gerüstsubstanzen beteiligt. Daraus resultieren stabile Halme mit weniger Lagerneigung beim Getreide. Kalium reduziert auch aufgrund eines günstigeren Verhältnisses von Kalium zu Stickstoff den Anteil an schwammigem Gewebe und somit steigert es zudem die Widerstandsfähigkeit der Pflanzen für pilzliche Krankheitserreger. Diese und auch tierische Schaderreger wie Läuse ernähren sich bevorzugt von niedermolekularen Verbindungen in Pflanzensaft. In Kaliummangelpflanzen sammeln sich große Mengen an stickstoffhaltigen Protein-Bausteinen wie Aminosäuren und Aminen an, die nicht weiter zu Eiweißen aufgebaut werden. Bei ausreichender Versorgung mit Kalium werden diese im Stoffwechsel des Getreides zu höherwertigem Protein umgewandelt und den biotischen Vektoren somit ein Teil der Futtergrundlage entzogen. Dieser Zusammenhang wird beispielsweise durch Bonituren von Mehltau oder auch nichtparasitären Blattflecken (Teerflecken, Sonnenbrand) in Feldversuchen praxisnah verifiziert.





**Verbesserte Resistenz gegen Mehltau nach Applikation von Korn-Kali im Feldversuch - Füchtorf, Münsterland (NRW)**



**K<sub>2</sub>O Stufe C, Mg Gehaltsklasse D**

*unbehandelt: Boniturnote 7*



*2,5 dt/ha Korn-Kali: Boniturnote 3*



**Unsere Empfehlung zur Kaliumdüngung in Getreide**

**Bodendüngung**

**Korn-Kali®**

**40 % K<sub>2</sub>O · 6 % MgO · 4 % Na<sub>2</sub>O · 12,5 % SO<sub>3</sub>**

In Gehaltsklasse C und in Abhängigkeit von der organischen Düngung: 2-5 dt/ha

**Düngezeitpunkt:**

Grunddüngung im Herbst ist anzustreben.  
Auf leichten Böden ist eine zeitige Frühjahrsdüngung ratsam.



# Magnesium

## nur grüne Pflanzen bringen hohe Leistung

Magnesium ist der zentrale Baustein im Blattgrün. Einen Mangel erkennt man an der blassgrünen Verfärbung und perl-schnurartigen Aufhellungen an älteren Blättern. Pflanzen unter Magnesiummangel sind besonders empfindlich gegenüber hoher Lichtintensität und Hitzestress. Daher entwickeln sich die Blattsymptome bei Magnesiummangel sehr schnell, wenn Pflanzen zu hoher Hitze oder starker Sonnenstrahlung ausgesetzt sind. Magnesium ist zudem für das Streckungswachstum und viele Vorgänge in der Pflanze unentbehrlich, wie z.B. im Protein- und Kohlenhydratstoffwechsel. Getreide hat bereits in der frühen Wachstumsphase einen beachtlichen Magnesiumbedarf, um die Ausbildung des Blattgrüns bei der raschen Jugendentwicklung sowie die frühe Ährchen- und Kornanlage zu sichern.

In der Kornfüllungsphase ist Magnesium vor allem für die Photosynthese des Fahnenblattes und der Spelzen von großer Bedeutung. Mit einer guten Magnesiumversorgung können diese Pflanzenteile länger grün gehalten werden. Dies erhöht die Photosyntheseleistung und verbessert so die Kornfüllung. Ebenso wird dadurch die Blattseneszenz herabgesetzt. Magnesium ist nicht nur ein wichtiger Pflanzennährstoff, sondern auch von großer Bedeutung für die menschliche und tierische Ernährung (z.B. Stressminderung).

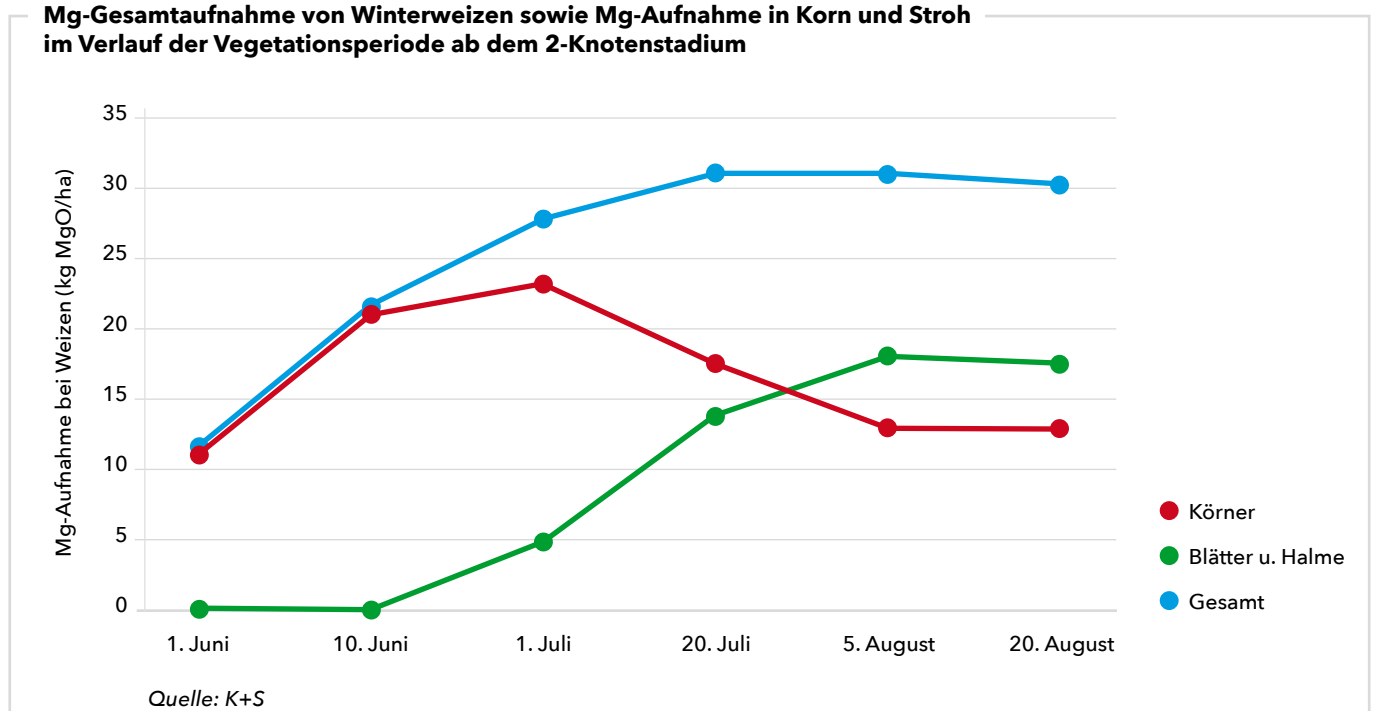
Im Gegensatz zu akuten und sichtbaren Mangelsymptomen sind latente Magnesiumdefizite, die sich auf die lebenswichtigen Abläufe innerhalb einer Pflanze auswirken, nicht so leicht zu diagnostizieren.

Dazu zählen:

- die Transportvorgänge in der Pflanze zur Wurzelbildung und Füllung der Ernteorgane,
- die Funktionen von Magnesium gegen Trocken- und Hitzestress, Lichtschäden, Eintrittspforten für Krankheiten,
- die Bedeutung in sauren Böden für die Effizienz von gedüngtem Stickstoff.

Diese „versteckten Defizite“ können mit einer Bodenuntersuchung häufig nicht ausreichend erfasst werden. Hier kann nur eine Pflanzenanalyse weiterhelfen. Z. B. liegt in Kalken Magnesium in langsam löslicher Form vor und in Wirtschaftsdüngern ist Magnesium überwiegend organisch gebunden. Damit kann es in diesen Formen nicht direkt oder erst deutlich später vom Getreide aufgenommen werden.

**Mg-Gesamtaufnahme von Winterweizen sowie Mg-Aufnahme in Korn und Stroh im Verlauf der Vegetationsperiode ab dem 2-Knotenstadium**





# Magnesiummangel trotz hoher Bodenwerte



Foto: Gerhard Feger, Fiefbergen (SH)

Magnesiummangel beginnt beim Weizen mit einer perschnurartigen Aufkettung des Chlorophylls in den älteren Blättern, geht dann über in streifenartige Chlorosen bis hin zu Nekrosen und endet in starker Ertragsdepression.

Oftmals wird Magnesium im Wettbewerb um die Aufnahme in die Getreidepflanze benachteiligt. Trotz hoher Bodenwerte stellt sich ein Mangel an Magnesium ein, weil andere Kationen wie Calcium und Kalium oder auch Ammonium-N diesen Nährstoff aufgrund des unspezifischen Aufnahmemechanismus verdrängen. Magnesium jedoch kann auch bei hoher Bodenversorgung und zusätzlicher Düngung keine Kationen ver-

drängen, weil diese auf anderem Weg von der Pflanzenwurzel aufgenommen werden. Daher sollte die Kaliumdüngung immer in Kombination mit Magnesium erfolgen und gegebenenfalls durch ESTA Kieserit ergänzt werden.

## Einfluss von Calcium und Kalium auf die Magnesiumaufnahme in Gerste

Pflanzenorgan	Mg <sup>2+</sup> Aufnahme (µeq Mg <sup>2+</sup> / (10 g FM) / (8h))		
	MgCl <sub>2</sub>	MgCl <sub>2</sub> + CaSO <sub>4</sub>	MgCl <sub>2</sub> + CaSO <sub>4</sub> + KCl
Wurzel	165	115	15
Spross	88	25	6,5

Quelle: Marschner, 2012



# Magnesium fördert das Wurzelwachstum

## Wurzelwachstum

Für ein gesundes Pflanzenwachstum unter trockenen Bedingungen ist es notwendig, dass die gebildeten Kohlenhydrate in der Pflanze von der Produktion (source - Blatt, Sproß) zum Ort des Verbrauchs (sink - Wurzel, Früchte, Körner, usw.) optimal verteilt werden. Die Wurzel kann insgesamt als 'sink' für Kohlenhydrate betrachtet werden, da sie für ein gutes Wachstum große Mengen Kohlenhydrate benötigt. Bei diesen Umverteilungsprozessen spielt Magnesium neben Kalium eine große Rolle. Studien belegen, dass eine Unterversorgung von Pflanzen mit Magnesium zu einer Anreicherung von Kohlenhydraten im Blatt führt, während die Kohlenhydratkonzentration im Leitgewebe (Phloem) abnimmt. In Feldversuchen lässt sich konkret nachweisen, dass Magnesium die Ausbildung

von Grob- und Feinwurzeln verbessert. Ein Mangel an Magnesium führt zu reduzierter Wurzelbildung noch bevor Symptome am Getreidespross sichtbar werden. Besonders das leicht lösliche Magnesiumsulfat (ESTA Kieserit) bewirkt eine intensive Durchwurzelung des Bodens, auch in tiefere Schichten. Mit einer ausreichenden Mg-Versorgung kann folglich in Trockenphasen eine potentielle Störung des Wasserhaushaltes abgemildert werden und die Pflanzen halten ihren Stoffwechsel länger aufrecht. Die verbesserte Durchwurzelung des Bodens führt zudem zu einer gesteigerten Aufnahme an Phosphor, da Bodenvorräte des Minerals erschlossen werden können.



Quelle: Prof. Ismail Cakmak, Sabanci Universität, Istanbul



# Schwefel als Magnesiumsulfat schnell löslich

Schwefel wird für vielfältige Funktionen besonders im Eiweiß-, Fett- und Kohlenhydratstoffwechsel von Pflanzen benötigt. Neben dem Ertrag wird auch der Proteingehalt durch eine Schwefeldüngung erhöht. Schwefel ist maßgeblich an der Proteinsynthese beteiligt und dient als wichtiger Baustein essentieller Aminosäuren. Somit werden der Sedimentationswert und das Klebereiweiß im Backweizen und insgesamt die N-Effizienz positiv beeinflusst.

Schwefelmangel ist auf verschiedene Weise zu diagnostizieren. Oftmals wird der Stickstoffmangel mit einer defizitären Schwefelversorgung verwechselt, da sich die Mangelsymptome in ihrer Erscheinung optisch ähneln. Organisch in Wirtschaftsdüngern oder elementar gebundener Schwefel kann von den Pflanzen nicht direkt oder nur eingeschränkt aufgenommen werden. Entscheidend ist die Löslichkeit der Nährstoffe. Sulfat-Schwefel steht den Pflanzen unter schwierigen Aufnahmebedingungen (Trockenheit, Kälte) eher zur Verfügung als andere Schwefelformen (z. B. elementarer Schwefel), die erst umgebaut werden müssen, um aufnehmbar zu sein. Die Nährstoffe des Magnesiumsulfats sind direkt pflanzenver-

fügar und beeinflussen somit kurzfristig und nachhaltig das Getreidewachstum. ESTA Kieserit mit schneller Wirkung enthält 25 % MgO und 20 % S in sulfatischer Form. Magnesiumsulfat und damit nennenswerte Schwefelanteile sind ebenso im Korn-Kali wie in Blattdüngern der EPSO-Produkte enthalten.

**Unsere Düngeempfehlung mit Magnesium und Schwefel in Getreide**

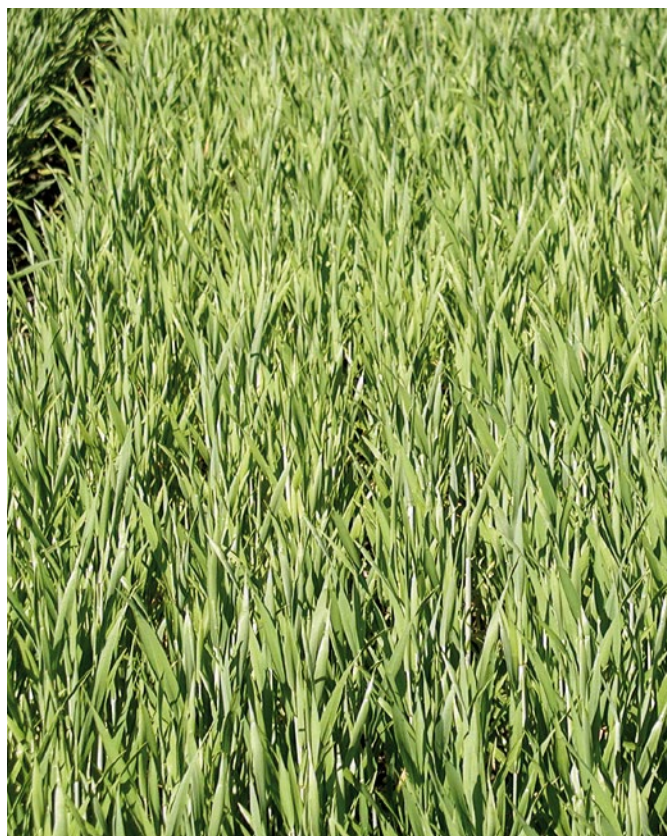
**ESTA® Kieserit**

**25 % MgO · 50 % SO<sub>3</sub>**

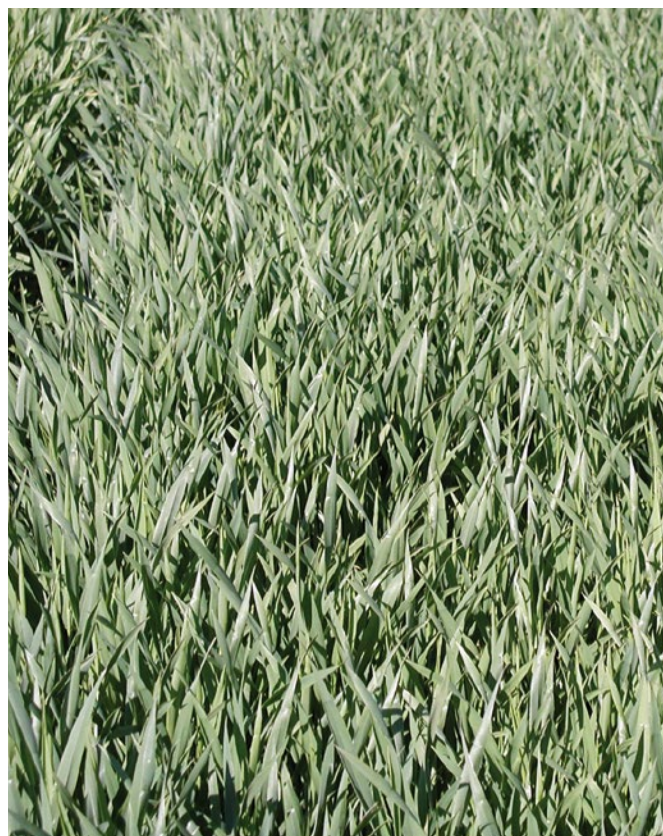
**Düngezeitpunkt:**

1 - 2 dt/ha im zeitigen Frühjahr

## Wirkung von Sulfat-Schwefel in Winterweizen



Kontrolle, ohne Schwefeldüngung



30 kg/ha Schwefel in Sulfatform



# Mikronährstoffe

## kleine Schrauben mit großer Wirkung

Mangelerscheinungen, die durch ein Defizit an Mikronährstoffen verursacht werden, treten häufiger auf als in der Vergangenheit. Die Ursachen hierfür sind vielfältig:

- Anwendung hochkonzentrierter Mineraldünger ohne Nebenbestandteile
- zunehmende Trockenphasen während der Vegetation
- reduzierte Gehalte in wirtschaftseigenen Düngern
- für die Bodenart zu niedrige oder zu hohe pH-Werte
- höheres Ertragsniveau und intensivere Bewirtschaftung

### Empfehlung:

Blattdüngung mit manganhaltigem Bittersalz (EPSO Combitop oder EPSO Profitop) im Herbst, zu Vegetationsbeginn und in der Schossphase auf lockeren, puffigen Böden und bei hohem pH-Wert im Boden unbedingt erforderlich.

**Im Getreideanbau besonders bedeutsam sind die Mikronährstoffe Mangan, Zink und Kupfer**

### Mangan

- aktiviert eine Vielzahl an Enzymen im Stoffwechsel der Pflanze.
- ist sowohl bei der Chlorophyll- und Photosynthese als auch bei der Nitratreduktion und Aminosäurebildung beteiligt.
- fördert die Widerstandfähigkeit und Winterfestigkeit der Pflanzen.
- nimmt in seiner Verfügbarkeit mit steigendem pH-Wert deutlich ab. Trockenheit oder gute Bodendurchlüftung verstärken die Manganfestlegung. In den meisten Fällen wirkt daher nur eine Blattdüngung unmittelbar und sicher.

Manganmangel äußert sich oftmals im Herbst (ab 3 Blattstadium) - besonders bei Wintergerste - und wird zum Winterende mit Vegetationsbeginn sichtbar.

Auch ist Manganmangel häufig schon aus der Ferne an den aufgehellten Bereichen und noch grünen Fahrspuren (rückverfestigte Bodenzonen mit besserer Verfügbarkeit) erkennbar.



Manganmangel flächig bei Wintergerste



Manganmangel bei Winterweizen



## Zink

Zink ist unentbehrlich für die Proteinbildung, die bei Zinkmangel stark gehemmt wird. Auch ist es für das Längenwachstum wichtig.

Typische Zinkmangelsymptome sind daher Verzweigung, Kleinblättrigkeit und zum Teil Rosettenbildung.

Weizen zeigt bei Zinkmangel gelb-weißliche Flecken, die zum Teil in Streifen über das ganze Blatt gehen können. Deshalb sollte die Zinkversorgung besonders auf Böden mit hohem pH-Wert und nach Aufkalkung sichergestellt werden.



Zinkmangel bei Winterweizen

## Kupfer

Kupfer ist bedeutend für die Ausbildung der Pollen und Pollenschläuche sowie die Lignifizierung von Gewebe benötigt.

Ein Kupfermangel kommt meist auf leichten Sandböden, stark an moorigen Flächen und Böden mit extrem hohen Humusgehalt, vor allem bei hohem pH-Wert oder starker Aufkalkung vor.

Auch wenn Symptome von Kupfermangel noch nicht sichtbar sind, kann es zu Ertragsverlusten kommen. Deshalb sollten die Nährstoffgehalte im Boden regelmäßig überprüft werden.

Zusätzlich kann es in Enzymen durch Nährstoffkonkurrenz zur Verdrängung des Mikronährstoffs Mangan durch Kupfer kommen. Deshalb sollten die Düngung von Kupfer und Mangan kombiniert werden



Kupfermangel bei Wintergerste



# Blattdüngung mit den EPSO- Produkten - schnell und direkt in das Blatt

Bei auftretenden Mangelerscheinungen an der Pflanze ist die Blattdüngung die effektivste Maßnahme, Nährstoffdefizite auszugleichen. Durch Blattbehandlungen mit EPSO Top oder den EPSO-Spezialprodukten mit Mikronährstoffen kann Mangel in Wachstumsphasen überwunden werden, in denen die Nährstoffaufnahme aus dem Boden zeitweilig unterbrochen oder behindert ist.

Der Einsatz von EPSO-Blattdüngern ist in den nachfolgenden Situationen besonders wirksam:

- Anbauziele im Hochertragsbereich
- Ergänzung zur Bodendüngung bei absolut niedrigen Nährstoffgehalten im Boden
- Ungleichgewichte verschiedener Nährstoffe im Boden
- Nährstoffaufnahme durch Kälte, Trockenheit oder Nässe behindert

**Die Anwendung von EPSO-Blattdüngern ist eine preiswerte und effiziente Maßnahme im Getreidebau. In der Regel werden 5-10 kg des jeweiligen EPSO-Produktes in mindestens 200 l Wasser je Hektar gelöst und ausgebracht. Diese Maßnahme wird während der Vegetation, insbesondere zu Hochbedarfsphasen 2 bis 3 mal durchgeführt. Die Mischbarkeit mit Pflanzenschutzmitteln ist zu prüfen.**

## Warum eine Mg-Blattdüngung unverzichtbar ist

Trotz optimal versorgter Böden muss in Trockenphasen auf allen Bodentypen Magnesium über das Blatt appliziert werden, um die reduzierte Versorgung durch den verringerten Massenfluss über Blattapplikation auszugleichen.

Blattdünger auf Basis von Magnesiumsulfat entfalten eine milde Wirkung auf die Blattoberfläche. Eine Applikation in den Morgen- oder Abendstunden beschleunigt die Nährstoffaufnahme.

Bei Magnesiummangel wird nur eingeschränkt Chlorophyll gebildet, was in Folge zu einer verringerten Photosyntheseleistung führt. Außerdem läuft der Assimilattransport von den Blättern in die Wurzeln, Knollen, und Ähren nur dann optimal ab, wenn der Pflanzenbedarf an Magnesium (und Kalium) ausreichend gedeckt ist. Ebenso kann es bei starker Sonneneinstrahlung zu einer photooxidativen Schädigung von exponierten Getreideblättern kommen. Die Folge dieser Effekte ist eine unzureichende Ausbildung des Getreidekorns. Magnesium bringt somit nicht nur mehr Körner in die Ähre sondern produziert auch ein schweres Korn mit mehr Hektolitergewicht und Tausendkornmasse.

## Unsere Düngeempfehlung mit Magnesium und Schwefel in Getreide

**EPSO Top®**

16 % MgO · 32,5 % SO<sub>3</sub>

**EPSO Combitorp®**

13 % MgO · 34 % SO<sub>3</sub> · 4 % Mn · 1 % Zn

**EPSO Profitop®**

12 % MgO · 35 % SO<sub>3</sub> · 5 % Mn · 2 % Zn · 1 % Cu

## Anwendungshinweis

Dosierung:

1 bis 3 x 5 bis 10 kg/ha in mindestens 200 l Wasser im Herbst ab 3-Blatt-Stadium und im Frühjahr von Vegetationsbeginn bis zur Blüte.

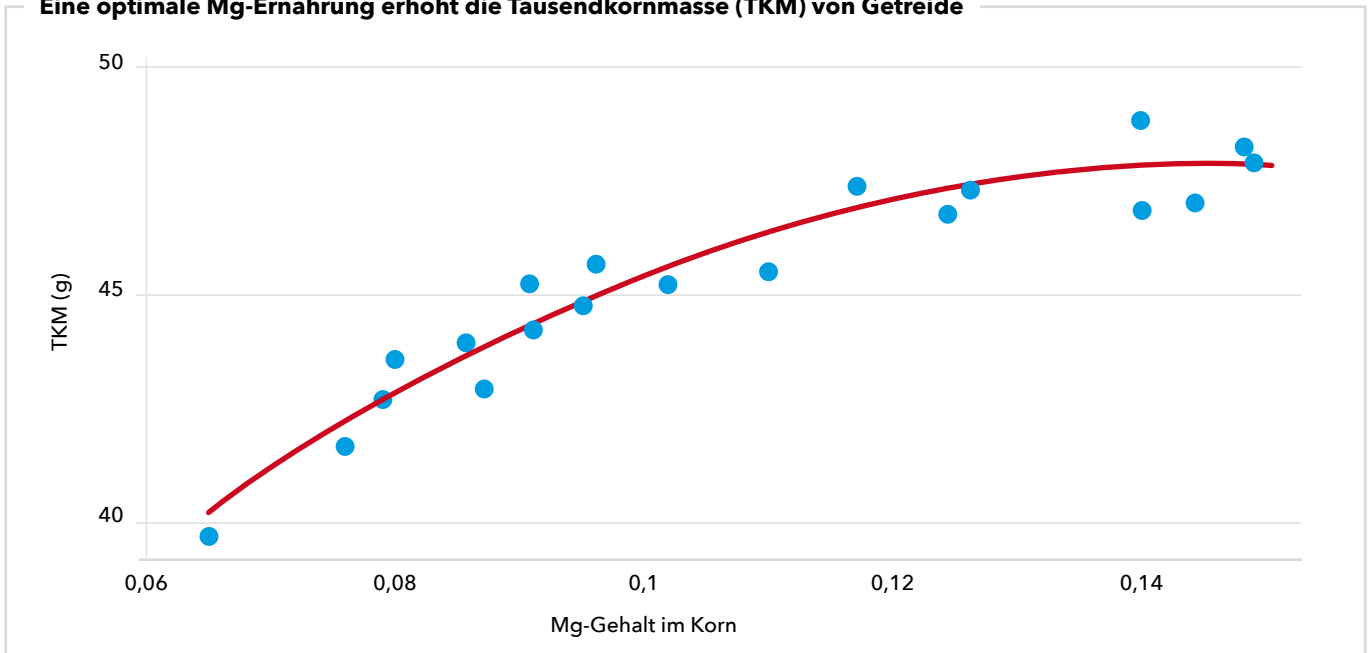
Gesamtaufwandmenge:

15 bis 30 kg/ha



Nach Düngung mit EPSO Top erfolgt innerhalb weniger Tage ein Wiedereergrünen

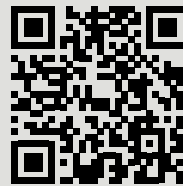
### Eine optimale Mg-Ernährung erhöht die Tausendkornmasse (TKM) von Getreide



Zunehmend begegnet uns ein Mangel an Mikronährstoffen, sodass in jüngster Zeit ein neues EPSO Spezialprodukt mit Mangan, Zink und Kupfer entwickelt wurde. Bisher stand hier allein EPSO Combitop zur Verfügung. Dieses ist schon seit längerem erprobt, mit den meisten Pflanzenschutzmitteln in der Feldspritze mischbar und somit einfach zu handhaben. Das kupferhaltige EPSO Profitop hat sich bereits regional bewährt und wird vielfach mit Wachstumsreglern eingesetzt. Es muss allerdings wegen des enthaltenen Kupfersulfats grundsätzlich im Vorwege auf Mischbarkeit getestet oder von vornherein in einer Solo-Maßnahme gefahren werden. Die EPSO-Maßnahmen sind einfach in der Anwendung und hoch wirtschaftlich, wie Versuche und Bilder zeigen:

#### Der „Eimer-Test“

[www.kpluss.com/mischbarkeit](http://www.kpluss.com/mischbarkeit)



### EPSO Combitop auf Lehm verbessert deutlich die N-Ausnutzung von Winterroggen



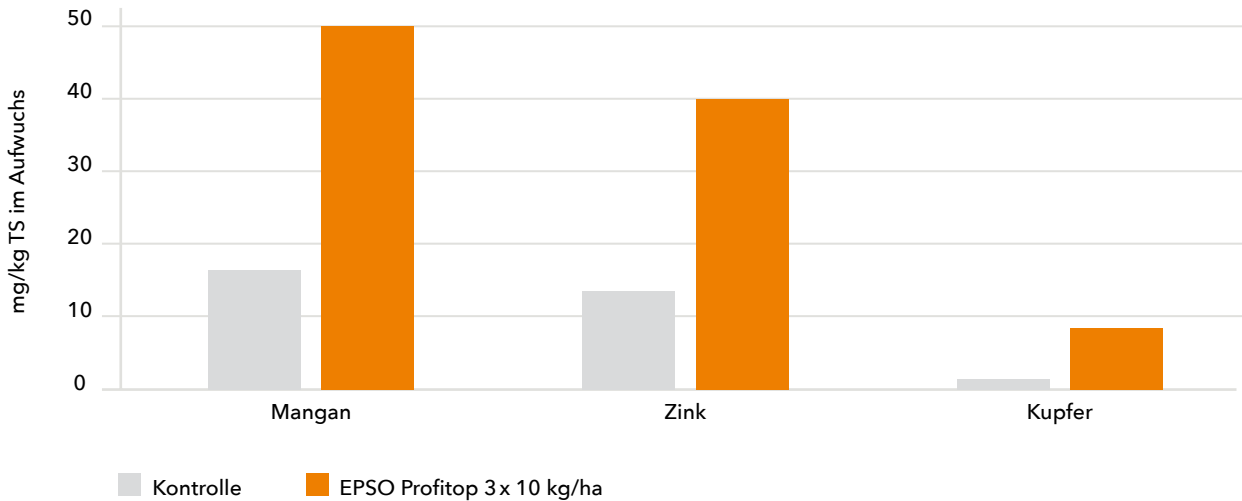
Kontrolle



EPSO Combitop 10 kg/ha



**Pflanzenanalysen von Winterweizen nach Anwendung von EPSO Profitop**  
im Feldversuch 2021, Versuchsstation Ostfeld der FH-Kiel



**Doppelwirkung von Magnesiumsulfaten**

ESTA Kieserit und EPSO Top enthalten Magnesium und Schwefel etwa zu gleichen Anteilen. Beide Nährstoffe ergänzen sich so optimal in ihrer Wirkung auf Ertrag und Qualität. Auch im Korn-Kali sind Magnesium und Schwefel in der sofort pflanzenverfügbaren Sulfatform enthalten.

arten mit hohem Stickstoffbedarf eine Zunahme des Proteingehaltes. Da durch Umweltauflagen die Stickstoff-spätdüngung eingeschränkt ist, sichert der sofortverfügbare Sulfat-Schwefel in EPSO-Blattdüngern zusätzlich die angestrebte Eiweißbildung im Korn.

Die Kombination beider Nährstoffe bewirkt Ertragsvorteile durch eine effiziente N-Verwertung und dadurch bei Getreide-

**Kornausbildung bei Weizen mit unterschiedlicher Magnesiumversorgung**



Ohne Magnesiumdüngung



EPSO<sup>Top</sup>

Ohne Magnesium-Bodendüngung, ergänzt durch späte Mg-Blattdüngung mit EPSO Top



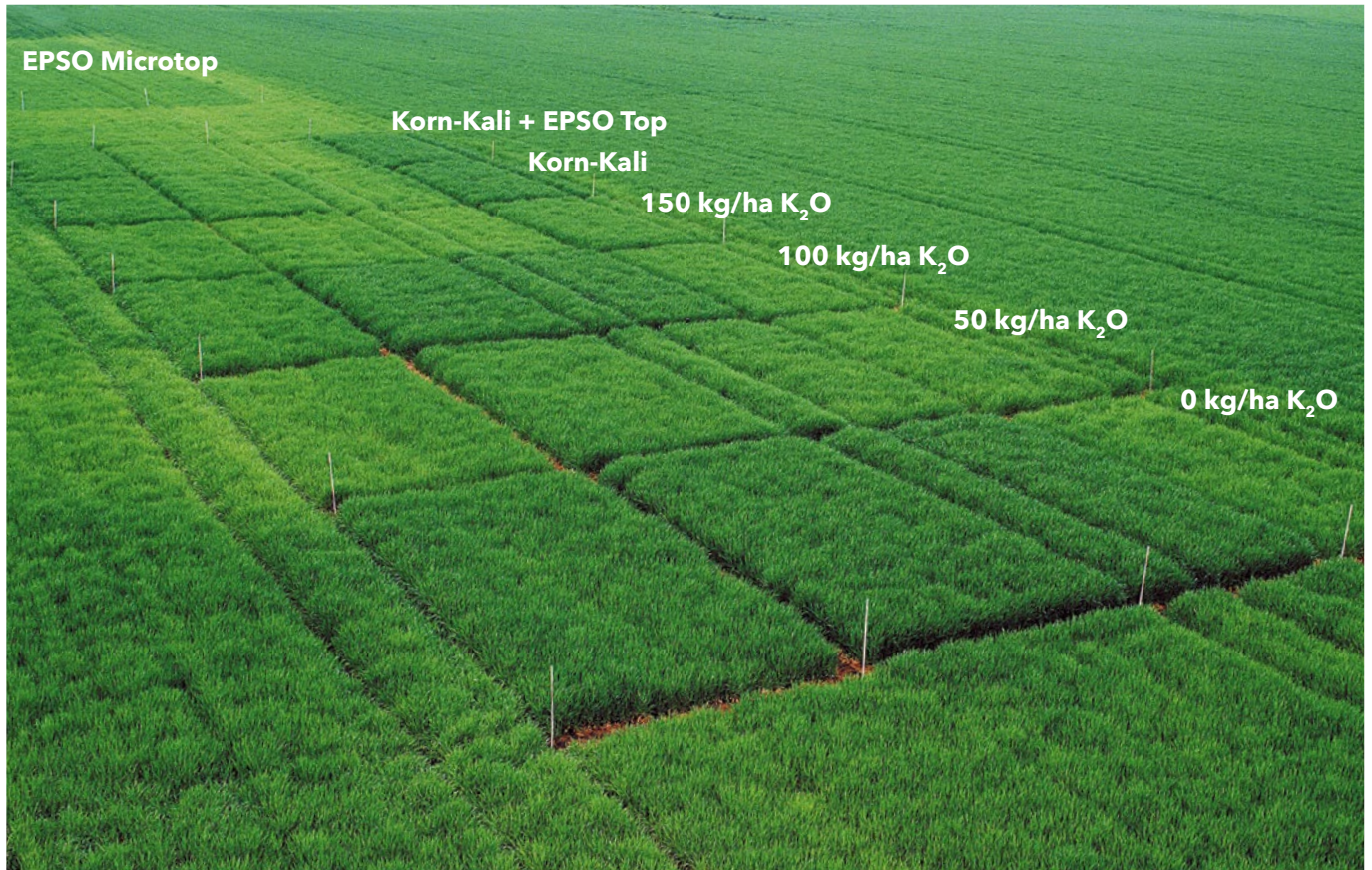
ESTA<sup>®</sup> Kieserit

Optimale Magnesiumversorgung mit ESTA Kieserit Bodendüngung

Fotos: Ceylan et al., 2016



**Wirkung von Korn-Kali und EPSO Top im Feldversuch, Wintergerste, Sassenberg**





# Unsere Düngeempfehlungen für Getreide

Die Düngung von Getreide ist unter Berücksichtigung von Bodengegebenheiten auf Ertragsniveau und Qualität wie folgt auszurichten:

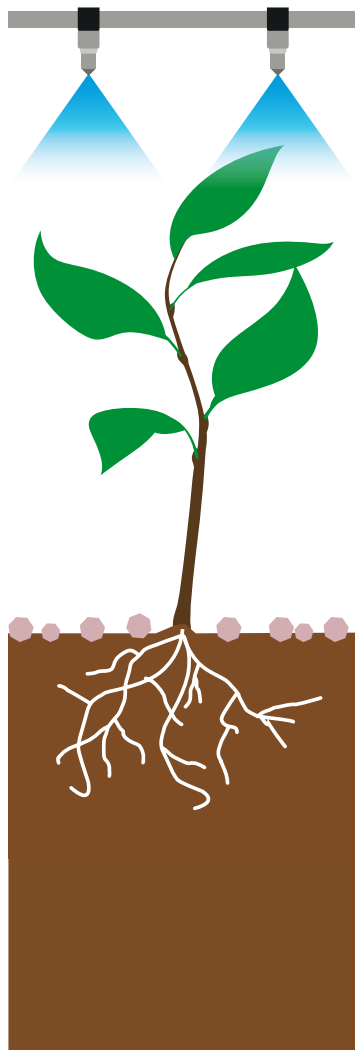
In Versorgungsstufe C ca. 3 dt/ha Korn-Kali zur Abdeckung des Kaliumbedarfs und gleichzeitiger Absicherung des Magnesium- und Schwefelbedarfs. Im Hohertragsbereich und bei schlechter Bodenversorgung 4-5 dt/ha.


Bei akutem Magnesium- und Schwefelmangel ca. 2 dt/ha ESTA Kieserit gran.

Zur Deckung des Spitzenbedarfs und zur Bekämpfung latenten Mangels 15-30 kg/ha EPSO Top in 5%iger Lösung (5 kg/100 l Wasser) in ein- oder mehrfacher Anwendung, bei starkem Mangel und/oder sichtbaren Mangelsymptomen sind die Aufwandmengen bis zu 50 kg/ha, aufgesplittet in zwei bis vier Teilapplikationen, zu erhöhen.

Bei zusätzlichem Spurennährstoffbedarf ca. 20-30 kg EPSO Combitop /ha. (Gesamtaufwandmenge): In Herbstanwendung 5-10 kg/ha ab EC 15. Bei Frühjahrsanwendung zweimalig 5-10 kg/ha ab Vegetationsbeginn.

Auf Standorten mit Kupfermangel ist das EPSO Profitop mit ähnlicher Dosierung vorzuziehen. Bei anhaltender Trockenheit und geringen Bodengehalten an Bor kommt es beim Getreide vermehrt zu einer Pollensterilität und somit weniger Körnern je Spindelstufe respektive Ähre. Um dem vorzubeugen sind etwa 100 g/ha Bor über das Blatt zu applizieren, sodass von Praktikern wahlweise auch 5-10 kg/ha EPSO Microtop in einer oder zwei Teilgaben verwendet wird.




Blatt- und Flüssigdüngung			Angaben in %					
			MgO	S	B	Mn	Zn	Cu
<b>EPSO<sup>Top</sup></b>	**	✓	16	13	-	-	-	-
<b>EPSO<sup>Microtop</sup></b>	**	✓	15	12,4	0,9	1	-	-
<b>EPSO<sup>Combitop</sup></b>	**	✓	13	13,6	-	4	1	-
<b>EPSO<sup>Profitop</sup></b>	**	✓	12	14	-	5	2	1

\*\* 15-30 kg/ha (5 kg/100 l Wasser) in mehreren Teilgaben unter Beachtung des Nährstoffbedarfs.

#### Anwendungshinweis:

1 bis 3 x 5 bis 10 kg/ha in mindestens 200 l Wasser im Herbst ab 3-Blatt-Stadium und im Frühjahr von Vegetationsbeginn bis zur Blüte.  
Gesamtaufwandmenge: 15 bis 30 kg/ha

Bodendüngung			Angaben in %			
			K <sub>2</sub> O	MgO	S	Na
<b>Korn-Kali</b>			40	6	5	3
<b>Roll-Kali</b>			48	4	4	-
<b>ESTA<sup>®</sup> Kieserit</b>		✓	-	25	20	-

\* Zugelassen im ökologischen Landbau nach den Verordnungen (EU) Nr. 2018/848 und (EG) Nr. 889/2008 und gelistet in der Betriebsmittelliste von FiBL.

# Korn-Kali®

Das Multitalent -  
vielseitig anwendbar



## Korn-Kali®

### EG-DÜNGEMITTEL

#### Kaliumchlorid mit Magnesium

<b>40 % K<sub>2</sub>O</b>	wasserlösliches Kaliumoxid
<b>6 % MgO</b>	wasserlösliches Magnesiumoxid
<b>4 % Na<sub>2</sub>O</b>	wasserlösliches Natriumoxid (= 3 % Na)
<b>12,5 % SO<sub>3</sub></b>	wasserlösliches Schwefeltrioxid (= 5 % S)

#### Korn-Kali®

- ist ein kombinierter Kalium- und Magnesiumdünger in Form von Kaliumchlorid und Magnesiumsulfat (Kieserit). Weitere wichtige Inhaltsstoffe sind Natrium und Schwefel.
- enthält alle Nährstoffe in voll wasserlöslicher Form. Sie sind daher von der Pflanze sofort verwertbar.
- sichert mit dem Schwefelanteil von 5 % S die Grundversorgung der Bestände.
- hat ein enges Korngrößenspektrum mit hohem spezifischen Gewicht, gewährleistet dadurch eine hohe Streuqualität und ermöglicht eine verteilgenaue Ausbringung auch bei großen Streubreiten.
- wirkt unabhängig vom pH-Wert des Bodens und ist daher auf allen Standorten einsetzbar.
- ist auch in physikalischen Düngermischungen ein wertvoller Partner, z.B. als Starterdünger in Kombination mit N-Düngern zu Getreide.
- mindert Ertragsschwankungen aufgrund der vielfältigen Wirkung des Produktes.
- eliminiert Nährstoffantagonismen, die bei isolierter Anwendung von K-Düngern oder wenig wasserlöslichem Mg-Gehalt auftreten.
- auf dem Feld schnelle Löslichkeit des Düngerkorns schon bei wenig Niederschlag.



# Roll-Kali

## Mehr Präzision für die Düngermischung



Korngrößenverteilung :	typisch
2,0 - 5,0 mm	95 %
$d_{50}$	3,6 mm $\pm$ 0,3 mm
Schüttdichte	950 kg/m <sup>3</sup>

### Roll-Kali

#### EG-DÜNGEMITTEL Kaliumchlorid

- 48 % K<sub>2</sub>O** wasserlösliches Kaliumoxid als Kaliumchlorid
- 4 % MgO** wasserlösliches Magnesiumoxid
- 10 % SO<sub>3</sub>** wasserlösliches Schwefeltrioxid (= 4 % S)

#### Roll-Kali

- besteht aus bergmännisch gewonnenen und zu gleichmäßig runden Körnern veredelten Mineralien.
- enthält Magnesium und Schwefel aus wertvollem ESTA Kieserit.
- ist ein hochkonzentrierter Kaliumdünger mit 100 % wasserlöslichen und damit direkt pflanzenverfügbaren Nährstoffen.
- enthält Kalium in chloridischer Form und wirkt unabhängig vom pH-Wert des Bodens.
- ermöglicht eine überaus exakte Querverteilung von Düngerkörnern und Nährstoffen sowohl in der Einzelapplikation als auch in Düngermischungen.
- ist als Rundkorn wenig windempfindlich und lässt sich auch bei Streubreiten von über 40 m verteilgenau ausbringen.
- lässt aufgrund seines engen Kornspektrums kaum Entmischungen während des Transportes und im Lager zu.
- neigt kaum zur Staubentwicklung.
- enthält kein Phosphat und ist somit einzeln wie auch in Kombination mit Stickstoff und Phosphor in Düngermischanlagen flexibel einsetzbar.
- liefert Kalium, Magnesium und Schwefel für Bulk-Blends in preisgünstiger Form und kann auf den konkreten Bedarf der Anwendung abgestimmt werden.
- ist sowohl hinsichtlich des Korndurchmessers als auch der Dichte und seiner Oberfläche auf gebräuchliche N- und P-Dünger ausgerichtet und optimiert somit jegliche Düngermischung.

# ESTA® Kieserit

## Natürlich wirksam - granulierte Magnesium-Schwefel-Power



### ESTA® Kieserit

#### EG-DÜNGEMITTEL Kieserit gran.

**25 % MgO** wasserlösliches Magnesiumoxid  
**50 % SO<sub>3</sub>** wasserlösliches Schwefeltrioxid (= 20 % S)

#### ESTA® Kieserit gran.

- ist ein sulfatischer, direkt pflanzenaufnehmbarer Magnesium- und Schwefeldünger.
- deckt aufgrund hoher Nährstoffkonzentration den Bedarf an Magnesium und Schwefel im Getreide.
- wirkt unabhängig vom pH-Wert des Bodens und ist daher auf allen Standorten einsetzbar.
- ist Bestandteil vieler Düngesysteme auch in der regenerativen Landwirtschaft.
- führt sehr schnell zu einer grünen Ausfärbung der Kulturen und verbessert die N-Effizienz.
- weist eine hervorragende Korngrößenverteilung, Kornhärte und Streufähigkeit auf und kann das technische Potenzial moderner Düngerstreuer bedienen.
- mögliche Streubreiten von 50 m unter Einhaltung der geforderten Präzision gegeben.
- Ausbringung vor Vegetationsbeginn ist möglich und sinnvoll.
- eignet sich hervorragend als Komponente von Düngermischungen, z.B. mit Kalkammonsalpeter zur Startdüngung mit Stickstoff, Magnesium und Schwefel in einem Wurf.
- ist gemäß den Verordnungen (EU) 2018/848 und (EG) Nr. 889/2008 und weiteren Standards zum Einsatz im ökologischen Landbau zugelassen. Die Zertifikate sind auf Anfrage erhältlich.



# EPSOTop®

## Magnesium & Schwefel - Nährstofflücken schließen



### EPSOTop®

#### EG-DÜNGEMITTEL Magnesiumsulfat

**16 % MgO** wasserlösliches Magnesiumoxid  
**32,5 % SO<sub>3</sub>** wasserlösliches Schwefelsäureanhydrid (= 13 % S)

#### EPSO Top®

- ist ein sofort wirksamer Magnesium- und Schwefeldünger zur Blattdüngung. Die Nährstoffe sind voll wasserlöslich und liegen in sulfatischer Bindung vor ( $MgSO_4 \cdot 7 H_2O$ ).
- löst sich sofort und rückstandsfrei in Wasser und ist daher bestens geeignet zum Ausbringen mit Pflanzenschutzspritzen als Blattdünger bzw. Einspeisen in Bewässerungssysteme (Fertigation).
- ist als Ergänzungsmaßnahme zur Bodendüngung, vor allem bei Mangelsituationen und zur Deckung des Spitzenbedarfs, einzusetzen.
- wird zu Getreide in 5%iger Lösung eingesetzt, d.h. z.B. 10 kg/ha auf 200 l Wasser.
- ist sehr verträglich - Pflanzenschäden sind bei ordnungsgemäßer Anwendung und unter Beibehaltung der empfohlenen Konzentrationen nicht zu befürchten.
- ist mischbar mit den meisten Pflanzenbehandlungsmitteln und Flüssigdüngern. Hinweise der Hersteller sind jedoch zu beachten.
- erreicht einen sehr hohen Wirkungsgrad durch verlustfreie Magnesium- und Schwefelaufnahme über das Blatt.
- ist gemäß den Verordnungen (EU) 2018/848 und (EG) Nr. 889/2008 und weiteren Standards zum Einsatz im ökologischen Landbau zugelassen. Die Zertifikate sind auf Anfrage erhältlich.

# EPSOCombitop®

## Der Blattdünger mit Mangan und Zink- für alle Getreidearten



EPSOCombitop®

### EG-DÜNGEMITTEL

#### Magnesiumsulfat mit Spurennährstoffen

- 13 % MgO** wasserlösliches Magnesiumoxid
- 34 % SO<sub>3</sub>** wasserlösliches Schwefelsäureanhydrid (= 13,6 % S)
- 4 % Mn** wasserlösliches Mangan
- 1 % Zn** wasserlösliches Zink

#### EPSO Combitop®

- ist speziell abgestimmt auf den Spurennährstoffbedarf von Getreide in idealer Kombination mit Magnesium und Schwefel.
- kann als sofort wirksamer Blattdünger die Versorgung mit Mangan und Zink vollumfänglich sicherstellen.
- sehr günstige Manganquelle - 10 kg/ha in 200 l Wasser bringen 400 g/ha Mangan.
- alle Nährstoffe liegen in wasserlöslicher Form vor, werden direkt aufgenommen und entfalten in wenigen Tagen ihre Wirkung.
- reduziert den pH-Wert der Spritzbrühen und verbessert somit die Wirksamkeit von Pflanzenschutzmitteln als Mischpartner.
- ist aufgrund der pH-Absenkung und des niedrigen EC-Wertes sehr pflanzenverträglich.
- verhindert Mangelercheinungen an Magnesium, Schwefel, Mangan und Zink während des Wachstums schnell und sicher.
- ist besonders geeignet als kostengünstige Vorsorgemaßnahme zur Vermeidung von Mangelsituationen.
- ist gemäß den Verordnungen (EU) 2018/848 und (EG) Nr. 889/2008 und weiteren Standards zum Einsatz im ökologischen Landbau zugelassen. Die Zertifikate sind auf Anfrage erhältlich.



# EPSOProfitop®

## Der Blattdünger - volle Versorgung mit Mikros: hochkonzentriert - hocheffizient



EPSOProfitop®

### EG-DÜNGEMITTEL

#### Magnesiumsulfat mit Spurennährstoffen

<b>12 % MgO</b>	wasserlösliches Magnesiumoxid
<b>35 % SO<sub>3</sub></b>	wasserlösliches Schwefelsäureanhydrid (= 14 % S)
<b>5 % Mn</b>	wasserlösliches Mangan
<b>2 % Zn</b>	wasserlösliches Zink
<b>1 % Cu</b>	wasserlösliches Kupfer

#### EPSO Profitop®

- ideal ausgeglichenes Verhältnis an Mangan, Zink und Kupfer in Kombination mit Magnesium und Schwefel.
- sulfatisch formuliert, daher voll wasserlöslich und sehr pflanzenverträglich.
- erfordert vor kombinierter Anwendung Test auf Mischbarkeit mit Pflanzenschutzmitteln.
- senkt den pH-Wert von Spritzbrühen und wirkt synergistisch hinsichtlich der Effizienz von PS-Anwendungen.
- das Mittel der Wahl zu Getreide mit hohem Mangan-Bedarf - 10 kg/ha in 200 l Wasser bringen 500 g/ha Mangan.
- alle Nährstoffe liegen in wasserlöslicher Form vor, werden direkt aufgenommen und entfalten in wenigen Tagen ihre Wirkung.
- die Verdrängungswirkung von Kupfer zu anderen Kationen wird durch die angepasste Zusammensetzung aufgehoben.
- erhöht die Winterhärte und Halmstabilität, reduziert somit Ertragsschwankungen - auch ohne optische Mangelsymptome an der Pflanze.
- verbessert auf mehreren Wegen die Krankheitsresistenz von Getreide.
- ist gemäß den Verordnungen (EU) 2018/848 und (EG) Nr. 889/2008 und weiteren Standards zum Einsatz im ökologischen Landbau zugelassen. Die Zertifikate sind auf Anfrage erhältlich.



# KALI AKADEMIE®

WISSEN SCHAFFT WERTE

## Von Profis für Profis - entdecken Sie die KALI-Wissensplattform

Mit der KALI Akademie bieten wir als Experte im Bereich der Pflanzenernährung interessierten Landwirten, Händlern und Beratern wertvolle Informationen und Praxis-Tipps gebündelt auf einer Online-Wissensplattform. Ob spannende Betriebsreportagen, aktuelle Fachartikel oder relevante Studien aus der Landwirtschaft - nutzen Sie unser gesammeltes Wissen in Zukunft gezielt für Ihren Erfolg.



### ONLINE-PLATTFORM

Spannende Betriebsreportagen, Fachartikel oder Praxis-Tipps zu aktuellen Aspekten der Pflanzenernährung finden Sie auf der Website: [www.kali-akademie.de](http://www.kali-akademie.de)



### WEBINARE

Informationen zu relevanten Themen kompakt, effektiv und aus erster Hand direkt vom Experten bekommen Sie in unseren interaktiven Webinaren: [webinare.kali-akademie.de](http://webinare.kali-akademie.de)



### SAMMELORDNER

Nützliches Wissen und Praxis-Tipps als Infoblätter zum Abheften und Sammeln bietet der WISSENS SPEICHER. Jetzt bestellen: [wissen.kali-akademie.de](http://wissen.kali-akademie.de)



### VIDEOS

Anschauliche Erklärfilme rund um Pflanzenernährung sehen Sie in unserer KALI Akademie-Playlist auf YouTube: [video.kali-akademie.de](http://video.kali-akademie.de)

Mehr Wissen von uns für Sie unter: [www.kali-akademie.de](http://www.kali-akademie.de)



# Kompetente Ansprechpartner deutschlandweit - Ihre K+S Regionalberater



**Christoph Weidemann**

Mobil +49 176 12348345  
christoph.weidemann@k-plus-s.com



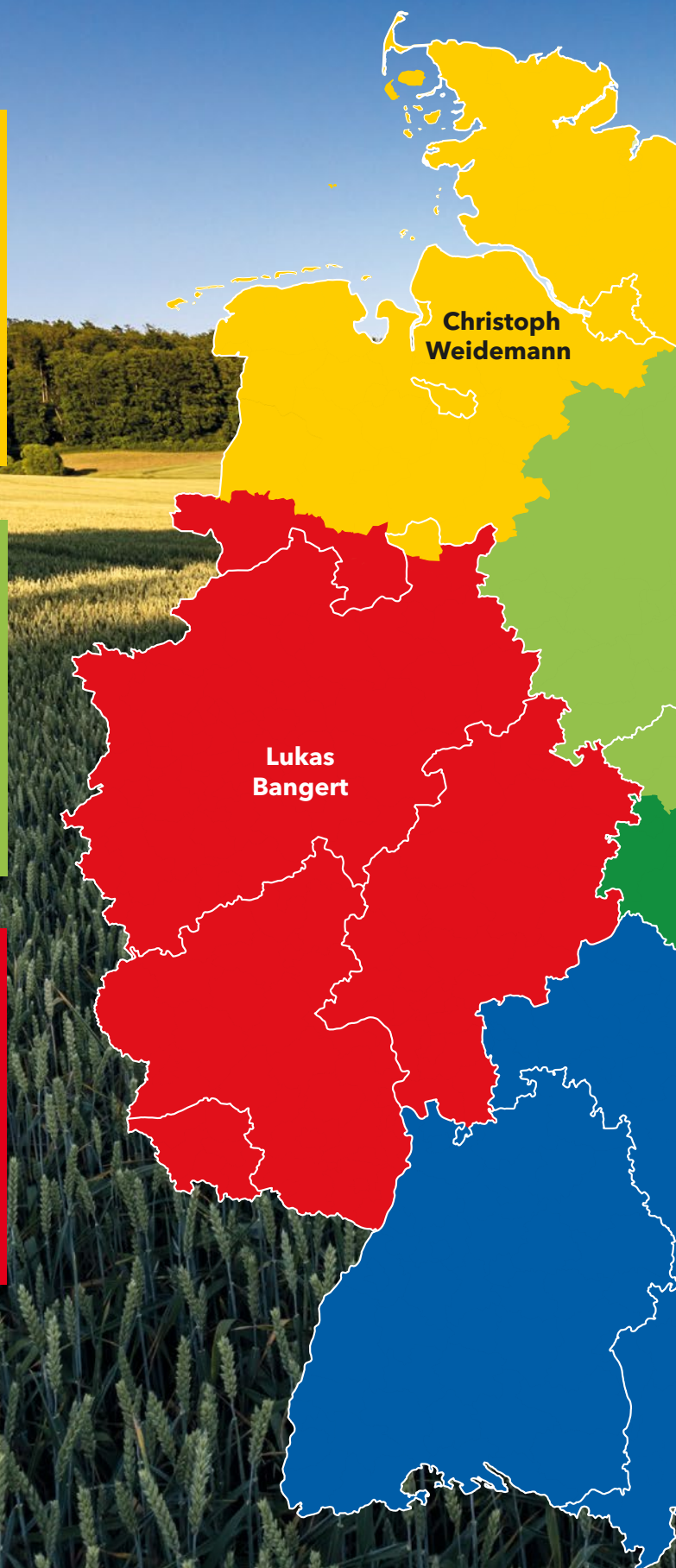
**Bernd Frey**

Telefon +49 3925 320783  
Mobil +49 176 12348353  
bernd.frey@k-plus-s.com

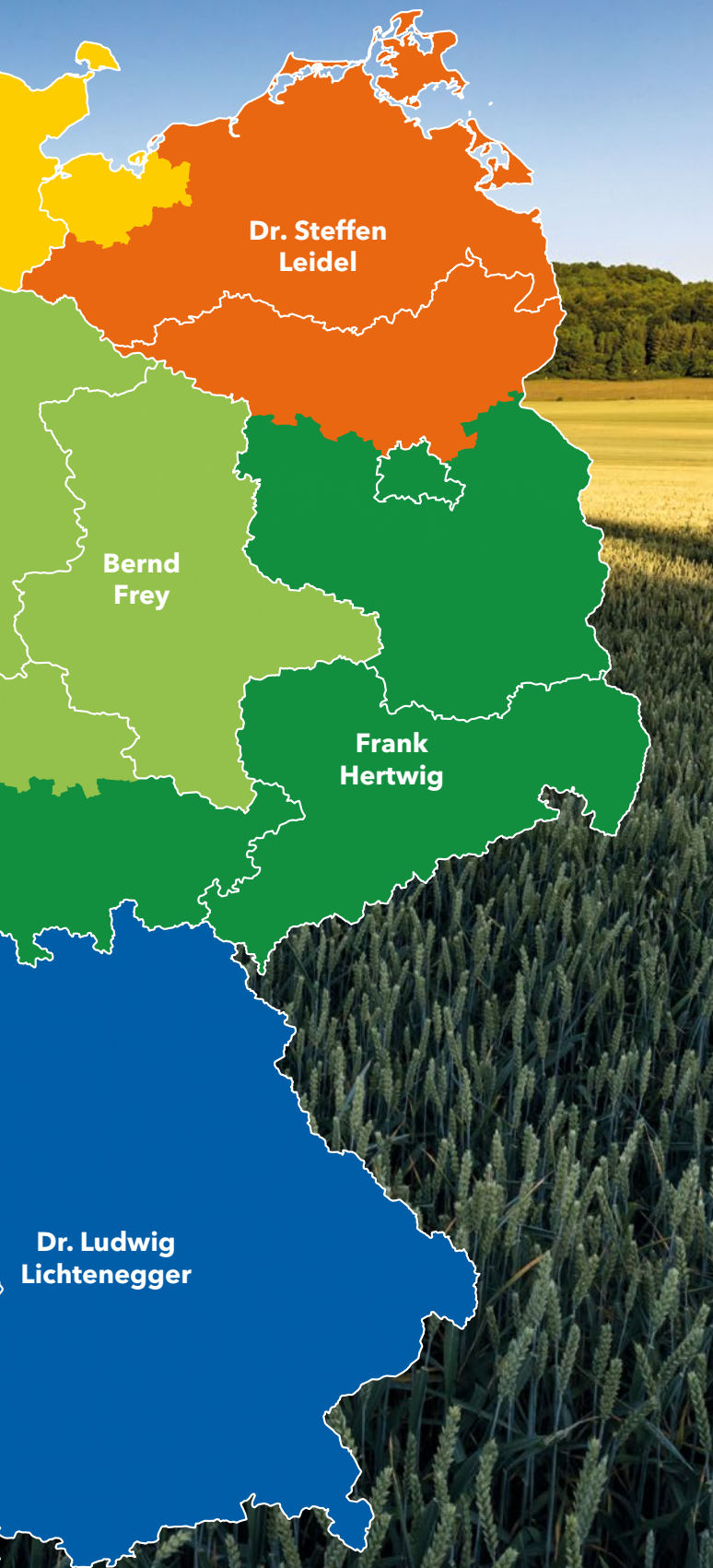


**Lukas Bangert**

Mobil +49 152 5673 8037  
lukas.bangert@k-plus-s.com







**Dr. Steffen Leidel**

Telefon +49 38853 33843  
Mobil +49 176 12348357  
steffen.leidel@k-plus-s.com



**Frank Hertwig**

Telefon +49 30 40056643  
Mobil +49 176 12349332  
frank.hertwig@k-plus-s.com



**Dr. Ludwig Lichtenegger**

Telefon +49 9471 6012014  
Mobil +49 176 12347930  
ludwig.lichtenegger@k-plus-s.com





# KALI-TOOLBOX

## Mangel diagnostizieren – Bedarf kalkulieren

Jede Pflanze hat, abhängig vom Ertrag, spezifische Anforderungen an die Nährstoffversorgung. Mit den **Anwendungen der KALI-TOOLBOX** App profitieren Sie von den wichtigsten Informationen rund um die mineralische Düngung.

### Akute Defizite erkennen

Mit Hilfe unseres **1x1 der Mangelsymptome** können Sie akute Defizite in der Nährstoffversorgung der Pflanzen identifizieren – und das direkt auf dem Acker. Ist das Problem erkannt, sorgen die K+S-Produkte mit ihrer guten Nährstoffverfügbarkeit für Abhilfe.

### Nährstoffbedarf kalkulieren

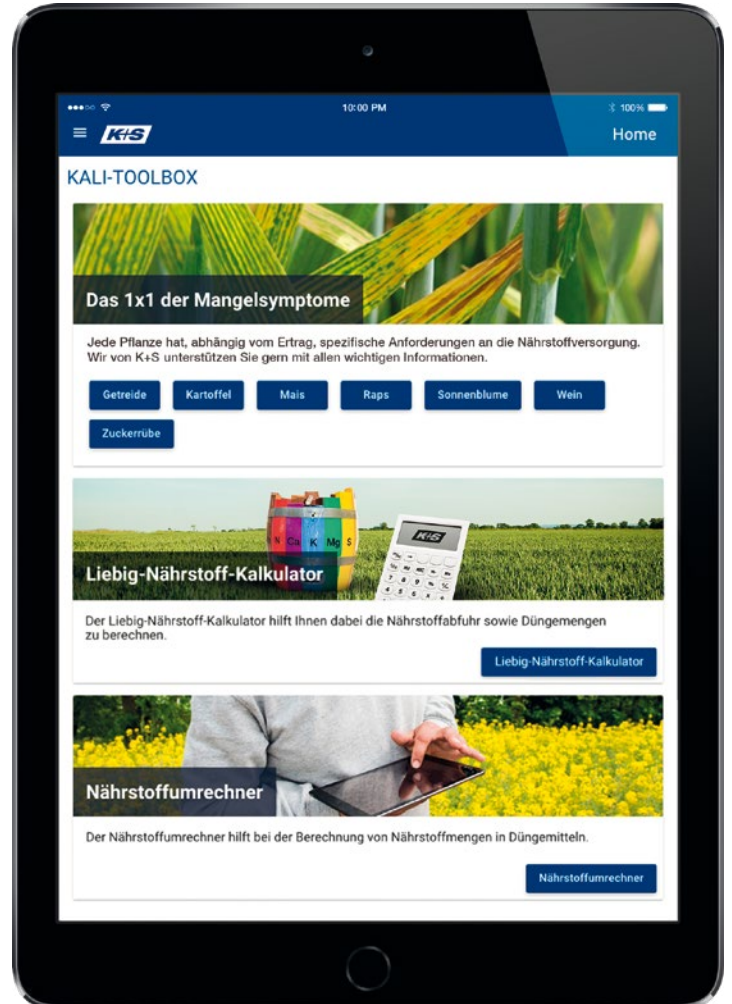
Sie möchten genau wissen, welche Pflanzennährstoffe in welcher Menge Ihre Kulturen benötigen? Mit dem neuen **Liebig-Nährstoff-Kalkulator** können Sie die Nährstoffzüge ganz bequem in nur wenigen Schritten per App berechnen.

### Nährstoffformen umrechnen

Der Nährstoffumrechner hilft Ihnen außerdem bei Angaben der unterschiedlichen Nährstoffformen stets den Überblick zu behalten.

Alle drei Anwendungen finden Sie **in unserer KALI-TOOLBOX App**. Das 1x1 der Mangelsymptome können sie auch mobil auf dem Feld oder zu Hause am PC aufrufen: [www.kpluss.com](http://www.kpluss.com) (**Hierfür ist auch der QR-Code**).

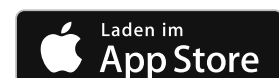
Wir von K+S unterstützen Sie gern mit allen wichtigen Informationen rund um eine optimale Versorgung Ihrer Kulturen.



**Mobil auf dem Feld  
oder zu Hause am PC:**

[www.kpluss.com](http://www.kpluss.com)

**Jetzt als kostenlose App!  
Einfach im Store nach  
„KALI-TOOLBOX“ suchen.**



# Starkes Know-how: Die Forschung und Beratung der K+S

Mit Informationen rund um die Düngung unterstützt K+S weltweit die landwirtschaftliche Praxis darin, hohe Erträge und beste Qualitäten zu erzielen und auch unter ungünstigen Wetterbedingungen zu sichern. Basis dieser Beratungsaktivitäten ist ein umfangreiches Forschungswesen.

Seit mehr als 100 Jahren ist K+S in der landwirtschaftlichen Forschung aktiv und sucht nach Lösungen für agronomische Herausforderungen wie etwa die Steigerung der Produktivität, die Förderung der Bodenfruchtbarkeit und eine effiziente Nutzung der Ressourcen. Gemeinsam mit der Georg-August-Universität Göttingen betreibt K+S heute das Institute of Applied Plant Nutrition (IAPN). Als Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Praxis greift das IAPN in seiner Forschung aktuelle Fragen zur Pflanzenernährung auf und bündelt vorhandenes Wissen mit neuen Erkenntnissen.

Die K+S-Beratung verfolgt das Ziel, diese und weitere Erkenntnisse aus der Pflanzenernährungsforschung an die landwirtschaftliche Praxis weiterzugeben. Landwirte auf der ganzen Welt werden mit diesem Know-how dabei unterstützt, den neuesten Stand der Wissenschaft in ihre Düngepraxis umzusetzen und so Ertrag und Qualität ihrer Ernteprodukte zu sichern. Mit unserem Einsatz und unserer Kompetenz leisten wir einen bedeutenden Beitrag zur Welternährung und festigen die Lebensgrundlage der Landwirte.

Für einen direkten Kontakt stehen Ihnen die K+S Agronomen und Regionalberater zur Verfügung. Profitieren Sie von unseren Fachinformationen, Broschüren sowie unserer App, der KALI-TOOLBOX. In der KALI Akademie, unserer Wissensplattform zur Pflanzenernährung, bündeln wir wertvolle Informationen und Praxis-Tipps. Ob online zum Nachlesen, zum Sammeln und Abheften im WISSENS SPEICHER oder interaktiv in unseren Webinaren - nutzen Sie unser gesammeltes Wissen gezielt für Ihren Erfolg!

## Ihr Kontakt zu uns

[www.kpluss.com](http://www.kpluss.com)

**K+S Minerals and Agriculture GmbH**  
Marketing Agriculture  
Bertha-von-Suttner-Str. 7  
34131 Kassel · Deutschland

Telefon +49 561 9301-0  
[agriculture@k-plus-s.com](mailto:agriculture@k-plus-s.com)



Fan von  
**K+S Agrar** werden



Videos auf dem  
**K+S Minerals and Agriculture**-Kanal schauen



Folge **K+S Agrar**



**KALI Akademie**<sup>®</sup>  
[www.kali-akademie.de](http://www.kali-akademie.de)

Alle Angaben und Aussagen in dieser Broschüre sind unverbindlich. Änderungen behalten wir uns vor. Alle Rechte beim Herausgeber. Abdruck und Vervielfältigungen nur mit Genehmigung des Herausgebers.

<sup>®</sup> = registriertes Markenzeichen  
der K+S Minerals and Agriculture GmbH

Fotos: K+S Minerals and Agriculture GmbH,  
Getty Images, AdobeStock







**K+S Minerals and Agriculture GmbH**  
Bertha-von-Suttner-Str. 7  
34131 Kassel, Deutschland

+49 561 9301-0  
agriculture@k-plus-s.com  
www.kpluss.com

Ein Unternehmen der K+S

