



QUALITÄTSGEMÜSE

Informationen zur Düngung von Gemüse
mit Kalium, Magnesium und Schwefel



K+S



Qualitätsgemüse

Gemüse spielt für die gesunde Ernährung des Menschen eine herausragende Rolle. Neben Vitaminen, Proteinen und anderen wertvollen Inhaltsstoffen stellen Gemüsearten auch eine wichtige Quelle für Mineralstoffe dar.

Für die Gesundheit des Menschen sind vor allem Kalium und Magnesium förderlich. Durch eine entsprechende Pflanzenernährung lassen sich die Gehalte im Gemüse in unterschiedlichem Maße anreichern. Besonders hohe Gehalte an Kalium weisen die Gemüsearten Spinat, Salat, Hülsenfrüchte, Kohlarten, Tomaten und Karotten auf.

Bei der Erzeugung von Gemüse steht die Qualität an erster Stelle. Dazu muss besonderes Augenmerk auf eine angemessene Versorgung der Kulturen mit Nährelementen Wert gelegt werden. Dies gilt für Freilandkulturen genauso wie für den geschützten Anbau.

Qualitätsgemüse muss hohen Ansprüchen genügen:

Marktwert - äußere Qualitätseigenschaften

- Geschmack
- Farbe
- Form
- Größe
- Konsistenz

Gesundheitswert - innere Qualitätseigenschaften

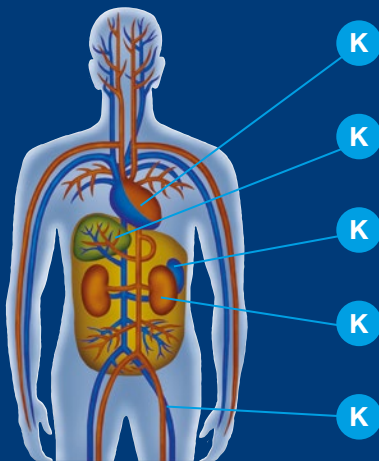
- Nährstoffe
- Mineralstoffe
- Vitamine
- Ballaststoffe
- Bioaktive Inhaltsstoffe

Technologischer Wert

- Reduzierung Ernteverluste
- Transport- und Lagerfähigkeit
- Verarbeitungseigenschaften

Der mineralischen Düngung kommt bei der Produktion von Qualitätsgemüse eine Schlüsselrolle zu. Mineraldünger aus natürlichen Rohstoffen garantieren dabei die Gewinnung hochwertiger und gesunder Lebensmittel.

Der Gemüsebau gehört zu den intensivsten Bereichen der pflanzenbaulichen Produktion. Die hohen Nährstoffansprüche der Kulturen sind bei Blatt- und Knollengemüse besonders ausgeprägt.



Kalium ist in jeder Körperzelle vorhanden und sorgt durch die Aufrechterhaltung des osmotischen Drucks dafür, dass ihr Flüssigkeitshaushalt stimmt.

Kalium wird für den körpereigenen Eiweißaufbau und die Verwertung von Kohlenhydraten benötigt und ist für die Muskelfunktionen unentbehrlich.

Kalium hat eine Funktion bei der Weiterleitung von Nervenimpulsen und der Regulierung von Herzfunktion und Blutdruck.

Die Symptome von fehlendem Kalium sind: Abgeschlagenheit, Müdigkeit, Muskelschwäche und Verstopfung. In schweren Fällen treten sogar Bewusstseins- und Herzrhythmusstörungen auf.



**Durchschnittliche Nährstoffentzüge bei Freilandgemüse und Sonderkulturen
in kg/ha auf gut versorgten Böden**

Gemüseart	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	S
Blumenkohl	300	35	126	7	10
Buschbohnen	86	11	36	5	2
Endivien	150	21	193	11	5
Einlegegurke	210	56	192	16	8
Weißkohl	320	70	310	30	15
Kohlrabi	230	45	189	14	9
Kopfsalat	150	35	180	15	6
Möhren	115	48	318	30	7
Porree	250	48	216	18	15
Rettich	175	44	220	11	5
Rosenkohl	310	50	165	10	16
Rote Rübe	250	72	288	30	11
Sellerie	230	60	270	15	10
Spinat	190	30	165	20	6
Zwiebeln	155	48	144	18	11

Sonderkulturen					
Reben	25	10	40	8	3
Erdbeeren	60	7	39	4	2
Strauchbeeren	24	8	35	2	2
Kernobst	44	12	72	4	3
Steinobst	50	12	80	4	2

Die Kalium- und Magnesium-Düngung erfolgt im Freilandgemüsebau in Abhängigkeit von Nährstoffbedarf und Chlorid-empfindlichkeit über chloridische oder sulfatische Düngemittel. Die jeweiligen Auflagen der Düngeverordnung für Stickstoff und Phosphor sind zu beachten.

Quelle: LfL 2024, eigene Berechnungen



Kalium - Grundlage für Ertragssicherheit und Qualität

Kalium steuert eine Vielzahl von Stoffwechselprozessen in Gemüsepflanzen. So ist Kalium direkt an der Ertragsbildung und der Bildung von Wert gebenden Inhaltsstoffen beteiligt, die Gemüse zu einem hochwertigen Lebensmittel machen.

Kalium

- reduziert die Ernteverluste
- erhöht die Krankheitsresistenz von Pflanze und Frucht
- verbessert die Nutzung von Wasser aus Boden und Niederschlag
- erhöht die Trockenresistenz der Kultur
- verbessert den Fruchtansatz und die Farbausbildung
- beeinflusst die Fruchtgröße und den Geschmack
- fördert die Gesundheit des Menschen durch Synthese essentieller Komponenten

Besonders auf leichten Böden und bei intensiver Bewässerung kann es zu Kaliumverlagerungen in tiefere Bodenschichten kommen; die Vorräte können dann durch flach wurzelnde Gemüsearten nicht mehr genutzt werden. Mit wenig tiefstreichenden Wurzeln ausgestattet sind besonders Kopfsalat und Spinat, aber auch die Bohne und Gurke sowie Zwiebeln und Tomate. Eine ausreichende und termingerechte Kaliumversorgung der Kulturen ist von großer Bedeutung.

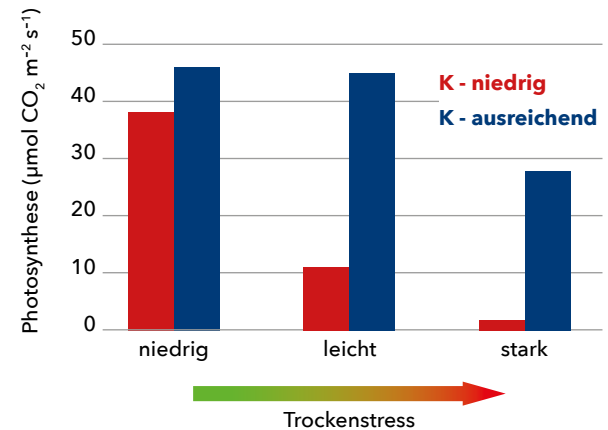
Sehr häufig reagieren im Feldgemüsebau auch hoch versorgte Standorte hinsichtlich Ertrag und Qualität noch auf mineralische Kalidüngung.

Bei Wirtschaftsdüngern ist die Nährstofflieferung schwer kalkulierbar und wird daher im Feldgemüse, mit häufig kurzen Vegetationszeiten, kaum eingesetzt.

Kalium und Magnesium helfen auch bei der Stickstoffeffizienz:

Die Gemüsearten nehmen in sehr unterschiedlichem Maß Stickstoff auf und haben oft das Problem der unzureichenden Erschließung der Bodenvorräte. Andererseits sind, z.B. beim Blattgemüse, oftmals nur vom Markt akzeptierte Qualitäten mit Stickstoffüberhängen zu produzieren. Kalium hilft auch im Zusammenspiel mit Magnesium maßgeblich, die Ausnutzung von Stickstoff zu verbessern und damit positive Nährstoffsalzen abzubauen.

Wirkung von Kalium auf das Wachstum von Pflanzen unter Trockenstress



Quelle: Sen Gupta et al., 1988, Plant Physiol.



Trockenheit bei Zwiebeln

Kaliummangel erkennen

Kaliummangel wird optisch in Form von Aufhellungen des Blattes (Chlorosen) sichtbar und ist im fortgeschrittenen Stadium eindeutig anhand von nekrotischen Blattrandverfärbungen älterer Blätter zu verifizieren.

Vor dem Auftreten von sichtbaren Schäden kommt es jedoch bei Kaliummangel zu einem verringerten Wurzel- und Sprosswachstum infolge behinderter Assimilatverlagerung, zu einer schlechteren Wasserbilanz und zu reduzierten Gehalten an Wert gebenden Inhaltsstoffen, wie etwa Vitamin C. Als Folge davon gehen sowohl die Erträge als auch die Qualität zurück.

Welche Kaliumform für welche Gemüseart?

Bis auf wenige Ausnahmen (u.a. Sellerie, Rote Beete, Rhabarber, Grobkohlarten und Spargel) sind Gemüsekulturen chloridempfindlich, d. h. sie reagieren auf hohe Chloridgehalte im Boden oder Substrat mit Ertragsrückgang und Salzschiiden. Im Boden fiihren hohe Salzgehalte zu einer reduzierten Bereitstellung von Wasser. Chlorid verfiihrt iiber einen relativ groiihen Ionenradius und wird deshalb in unseren Biiiden besonders unter ariden Bedingungen nicht nennenswert gespeichert. Zum Vergleich bei der Auswahl von Kalidiiungern: Der Salzindex als Maiiii fiiur das osmotische Potenzial liegt fiiur Kaliumchlorid bei 116 - fiiur Kaliumsulfat betriiagt er nur 46. Besonders chloridempfindlich sind alle Gemiiusearten im Jugendstadium, also zur Aussaat bzw. Pflanzung.

Eine chloridische Diiungung fiihrt bei empfindlichen Kulturen zur Schiiidigung des Keimlings und starkem Ausfall von Pflanzen. Das Wurzelwachstum wird durch Chlorid bei diesen Friiuchten gehemmt.

Im spiiateren Wuchsstadium kann es nach Chlorid-Applikation und einer Konzentration von mehr als 20 mg Cl je g Trockenmasse in den Pflanzenorganen zu Blattrandnekrosen kommen. Ebenso ist die Ableitung der in der Photosynthese gebildeten Assimilate von den Bliiittern in die Frucht behindert, sodass der Ertrag und der Gehalt an Inhaltsstoffen gegeniiuber der Diiungung von Kalium in sulfatischer Form sinken.

Die Diiungung in sulfatischer Form fiihrt zu vergleichsweise weniger Wasseransammlung im Pflanzengewebe. Die Bliiitter und Stiiengel zeigen eher eine steile Tracht. So kommt es zu hiiheren Gehalten an Trockensubstanz im Erntegut. Bei Zwiebeln z.B. sinkt der Aufwand fiiur die Trocknung nach der Ernte. Bei der Kaliumdiiungung ist deshalb je nach Verwertungsrichtung, Chloridempfindlichkeit und Entwicklungsstadium der Kultur die entsprechende Kaliumform zu wiihlen.

Kaliumsulfatdiiunger von K+S sind chloridarm und aus diesem Grunde besonders vertriiglich fiiur Jungpflanzen und salzempfindliche Kulturen.

Organische Niihrstofftriiager hingegen sind in der Regel mit nennenswerten Gehalten an Chlorid behaftet.

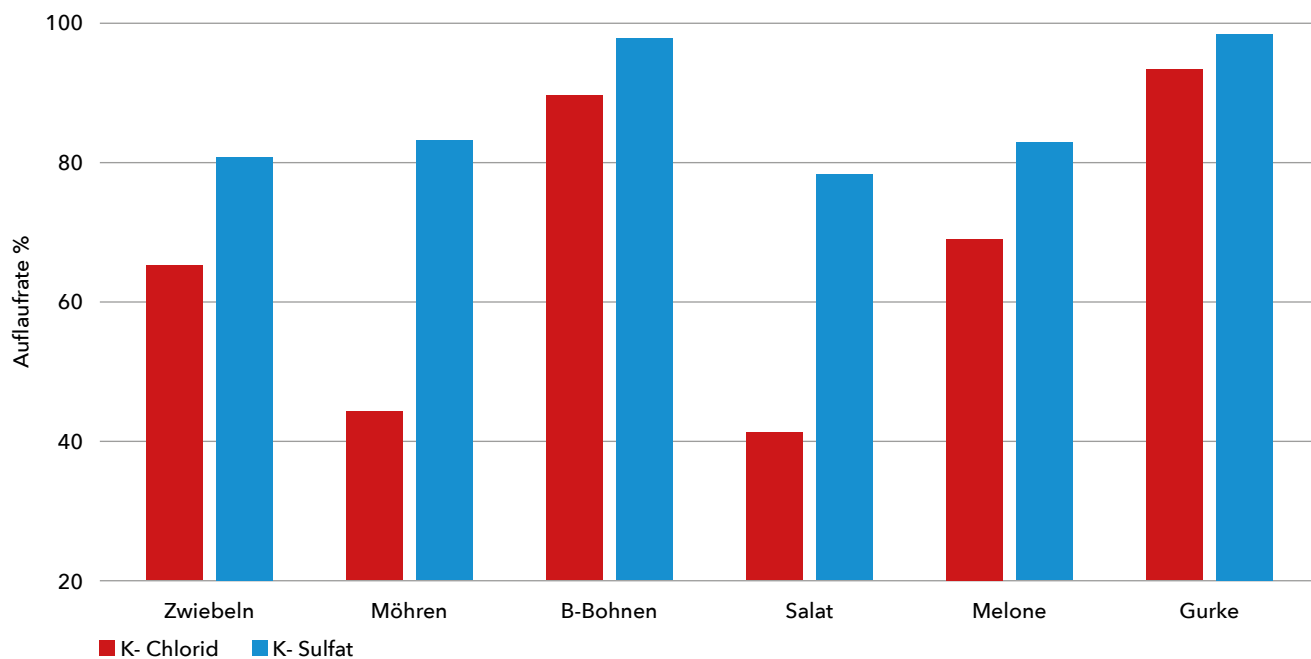


Kaliummangel bei Tomate

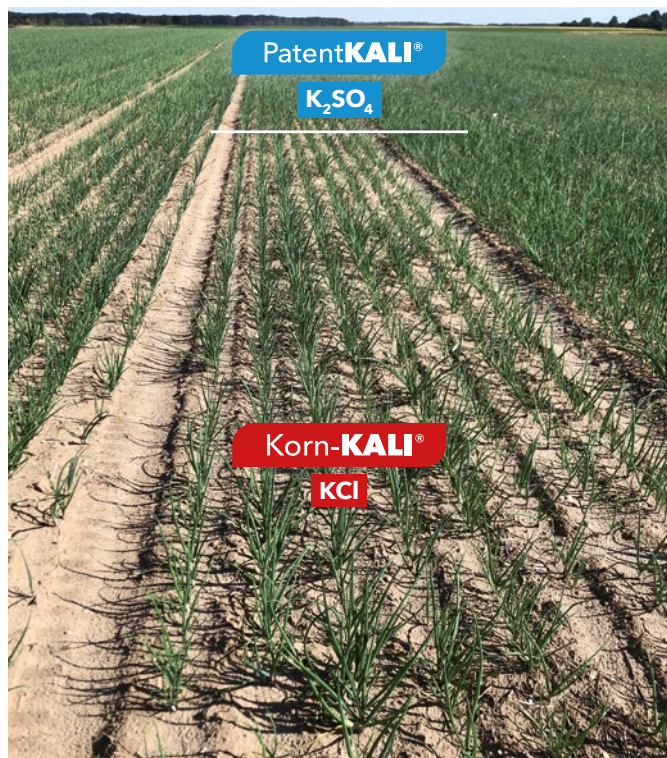


Kaliummangel bei Einlegegurke

Einfluss unterschiedlicher Kaliumdüngung auf die Auflauftrate von Gemüsekulturen (6 Tage nach der Saat)

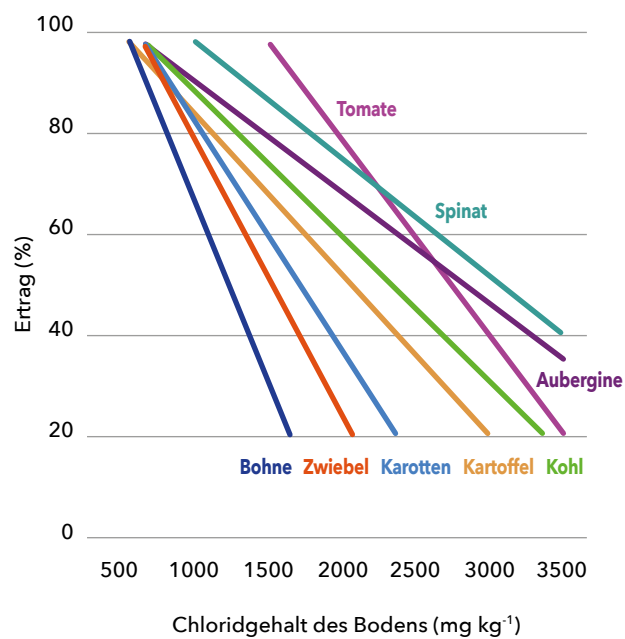


Quelle: Gefäßversuche Kamperhof



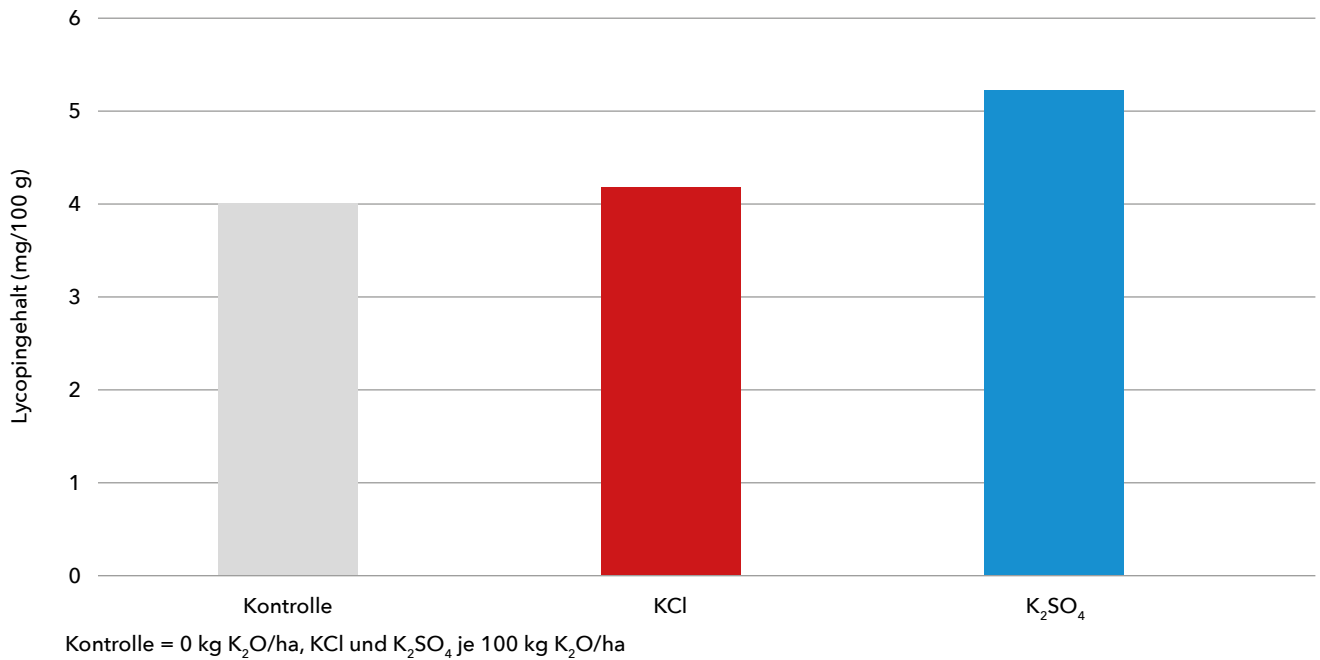
Quelle: Feldversuch Zwiebeln der Landwirtschaftskammer Niedersachsen in Jembke/Gifhorn 2022

Die Wirkung des Chloridgehaltes im Boden auf den Ertrag ausgewählter Gemüsearten



Quelle: K+S

Auswirkung unterschiedlicher Kaliumversorgung auf die Farbstoffausbildung (Lycopin) in Tomatenfrüchten
(Lycopin ist für die rote Fruchtfarbe verantwortlich und fördert die Gesundheit des Menschen.)



Magnesium - für grüne Blätter

Magnesium ist das Zentralatom des Chlorophylls, des grünen Farbstoffs der Blätter. Damit ist Magnesium nicht nur am wichtigsten Stoffwechselprozess der Pflanzen, der Photosynthese, beteiligt, sondern auch für eine intensive Grünfärbung von Blattgemüse und grünen Früchten wie Gurken und Bohnen verantwortlich.

Etwa 60 verschiedene Enzyme im Stoffwechsel von Gemüsepflanzen werden durch Magnesium reguliert, wodurch sich der große Einfluss dieses Nährstoffs auf die Qualität von Gemüsekulturen erklärt, z. B. auf die Bildung von Aromastoffen.

Zudem nehmen Enzyme eine eminent wichtige Rolle bei der Umwandlung der aufgenommenen Stickstoffformen zu hochwertigem Protein ein. Die nicht fertig gebaute Zwischenstufe als Amid-Stickstoff würde zu schlechtem Geruch führen und das Nitrat könnte bei der Einlagerung des Produktes mikrobiell zu Nitrit reduziert werden. Nitrit blockiert die Sauerstoffaufnahme des Hämoglobins und gilt als Vorläufer der krebserregenden Nitrosamine.

Der als „Spitzenbräune“ betitelte Überschuss an Nitrat (oder auch Chlorid) im Salat wird durch die Düngung mit Magnesiumsulfaten (PatentKALI, ESTA Kieserit, epsoTOP) begegnet. In Versuchen mit Kohlrarten wurde die Minderung von Stickstoff mehrfach durch ESTA Kieserit kompensiert.

Besonders bei den intensiven Gemüsekulturen kommt es auf das richtige Verhältnis der Nährstoffe zueinander an. Im Wettbewerb mit anderen Kationen, wie Calcium, Kalium und Ammonium um die Aufnahme durch die Pflanzenwurzel, hat Magnesium in der Regel das Nachsehen. Unter diesen Umständen kann latenter und nachfolgend ausgeprägter Mangel auch bei vermeintlich guter Bodenversorgung mit Magnesium auftreten. Bei hoher Kaliumversorgung ist deshalb stets auf eine adäquate Magnesiumdüngung zu achten, was vorzugsweise durch den Einsatz von PatentKALI und ESTA Kieserit ge-

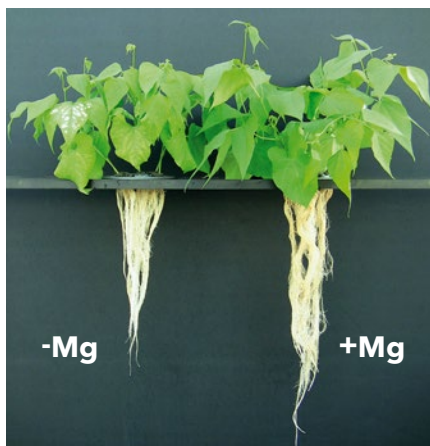
währleistet wird. Im Gegensatz zu magnesiumhaltigen Kalken steht Magnesium den Kulturen hier in wasserlöslicher und damit sofort aufnehmbarer Form zur Verfügung.

Ein Defizit an Magnesium wird überwiegend induziert durch Trockenperioden, da dieses Element mittels Massenstrom aufgenommen wird. Es gelangt folglich mit dem Wasserstrom in die Pflanze. Die Voraussetzung dafür ist eine Aufnahme des Wassers von den Wurzeln über den Spross bis zur Transpiration an der Blattunterseite. Neben Gurken, Chicoree und diversen Kohlrarten hat Spargel einen sehr hohen Magnesiumbedarf von bis zu 100 kg/ha, sodass von Praktikern auch hier überwiegend mit PatentKALI gearbeitet wird.

Magnesiummangel zeigt sich an typischen Blattvergilbungen vornehmlich älterer Blätter, die von den Flächen zwischen den Blattadern ausgehen.

Noch bevor visuelle Mangelsymptome auftreten kommt es zu einer Kollabierung des Phloems, sodass die im Photosyntheseprozess gebildeten Assimilate nicht mehr ausreichend in die Wurzeln abgeleitet werden. Ungenügend ausgebildete Wurzeln führen zur mangelhaften Erschließung von Bodenvorräten an Wasser und auch Nährstoffen. Neben dem problematischen Wasserhaushalt ist so der im Boden mineralisierte Stickstoff wie auch der auf Wurzelwachstum in besonderem Maße angewiesene Phosphor nicht ausreichend zu nutzen.

Sehr viele Feldgemüsearten sind mit einem sensiblen Blattapparat ausgestattet. Sie leiden folglich besonders unter den zunehmend hohen Intensitäten der Sonneneinstrahlung. Magnesium reduziert die dafür mitverantwortlichen freien Sauerstoffradikale, sodass weniger photooxidative Schäden an den Blättern entstehen. Mit Magnesium geht eine höhere Stoffwechselaktivität einher - die Blätter als Erntegut von Blattgemüse sind besser zu vermarkten.



Wurzelwachstum von Bohnen nach unterschiedlicher Magnesiumversorgung



Magnesiummangel macht Blätter lichtempfindlich. Bei den zuvor schattierten Bereichen werden noch keine Mg-Mangelsymptome sichtbar. Die beiden dem Licht ausgesetzten Blattbereiche sind bereits stark betroffen. Quelle: M.A. Yazici, E. Hakli und I. Cakmak

Auswirkung von epsoMICROTOP®-Anwendungen auf Ertrag und Qualität von Blattspinat

Behandlung	Ertrag t/ha	Blattfarbe		Sortierung %	
		19. April	09. Mai	Klasse 1	Klasse 2
Kontrolle	15,6	5,3	6	0	100
epsoMICROTOP®	18,7	6,0	7	38,3	61,8

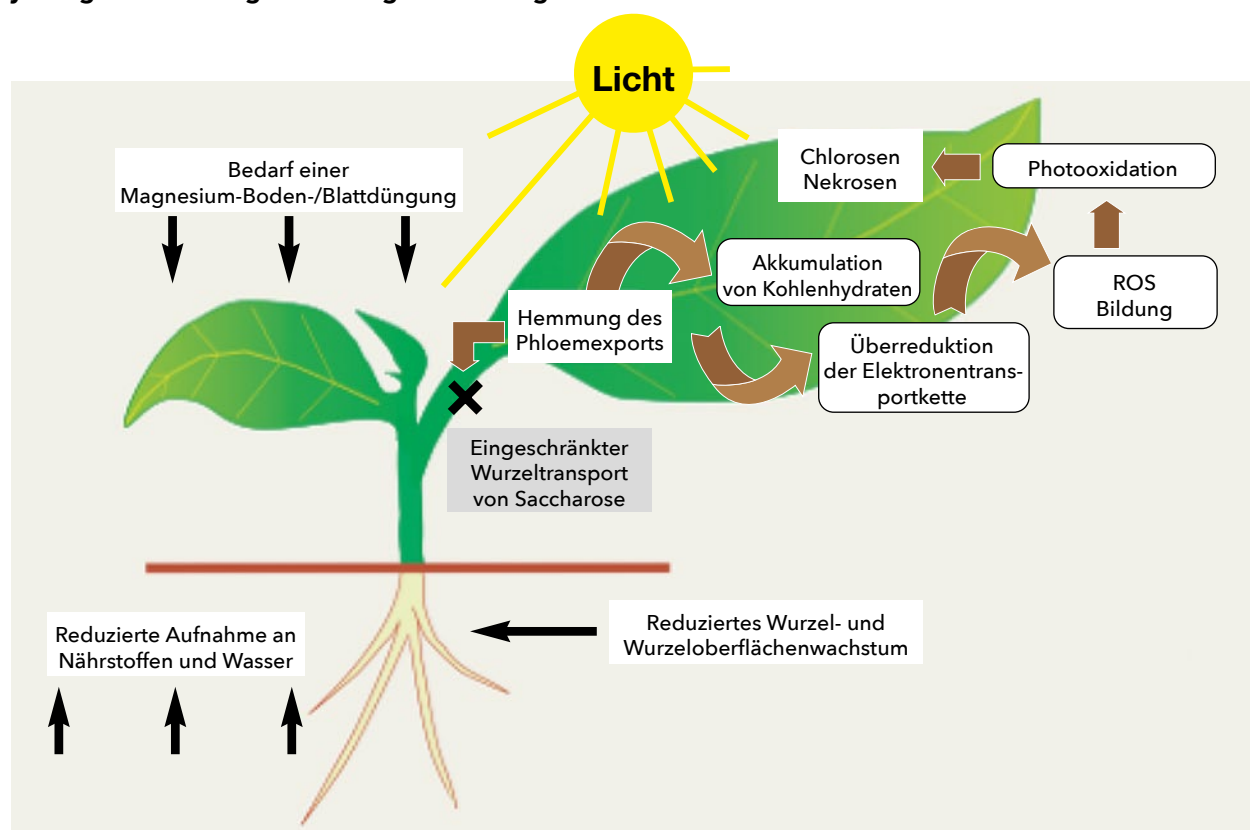
Kontrolle = 0 kg MgO · epsoMICROTOP = 1 x 10 kg/ha + 2 x 15 kg/ha · Blattfarbeindex 0 = hell, 9 = dunkel

Eine schnelle Korrektur von Magnesiummangel kann über die Blattdüngung erreicht werden. Hier hat sich wasserlösliches Magnesiumsulfat bewährt, da bei guter Pflanzenverträglichkeit eine ausreichende Magnesiummenge aufgenommen werden kann. So führte bei Blattspinat eine Behandlung mit epsoMICROTOP (MgSO₄ mit Mangan und Bor) zu einer schnellen und nachhaltigen Intensivierung der Blattfarbe und damit zu einer Qualitätsaufwertung der Ware. Die Magnesium-Grundversorgung sollte aber mittels Bodendüngern wie ESTA Kieserit gran. sichergestellt werden, wobei gleichzeitig die Schwefelversorgung der Kulturen abgedeckt wird.



Magnesiummangel bei Kohlrabi

Physiologische Wirkungen von Magnesiummangel



Cakmak und Kirkby, 2008, Physiol Plant

Schwefel - ein wichtiger Nährstoff für Gemüsekulturen

Schwefel ist im pflanzlichen Stoffwechsel an zahlreichen wichtigen Vorgängen beteiligt. Während zu Zeiten unzureichender Abgasreinigung noch große Mengen an Schwefel in die Atmosphäre und damit zu den Pflanzen gelangten, ist Schwefel heute - durch moderne Abgastechnologien - in vielen Böden ein Mangel-element.

Schwefel ist ausschließlich in der Sulfatform von den Pflanzen aufnehmbar. Bodenbürtiger organischer oder auch gedüngter elementarer Schwefel kann nicht direkt verwertet werden, sondern muss erst durch Thiobakterien zu sulfatischen Komponenten umgebaut werden. Die Aktivität dieser Organismen hängt maßgeblich von milden Temperaturen und einer mittleren Bodenfeuchte ab. Daher können frühe Feldfrüchte kaum von Schwefelvorräten profitieren und sind in besonderem Maße auf eine adäquate mineralische Zufuhr an Sulfat angewiesen.

Funktionen in der Pflanze

Schwefel:

- ist beteiligt im Redoxsystem Glutathion, an der Chlorophyllbildung, in Hormonen und im Eiweißstoffwechsel. Da das Enzym Glutathion-S-Transferase zum Abbau von Herbizid-Wirkstoffen stark schwefelbedürftig ist, kann eine gute Schwefelversorgung die Verträglichkeit der Herbizid-Maßnahme verbessern.
- führt zu einer Verbesserung der äußeren Qualität im Hinblick auf die Ausfärbung, Blattstellung und den Schorfbefall.

- fördert die innere Qualität, da er in wichtigen Aminosäuren wie Cystein und Methionin eingebaut ist.
- ist wichtig für die Aktivierung von aufbauenden Enzymen und ist beteiligt an der Erzeugung von hochmolekularen Kohlenhydraten.
- fördert bei Zwiebeln, Porree und Schnittlauch einen angenehmen Geruch durch Synthese von Allicin (Lauchöle).
- fördert bei Kohl, Rettich und Radieschen die Bildung von Isothiocyanate (Senföle).
- fördert die zusätzliche Bildung von Dimethylsulfid als Hauptgeschmacksträger beim Spargel. Mehr wertgebende Inhaltsstoffe und Aroma durch erhöhte Aminosäure- bzw. Proteinbildung sowie durch Bildung von Lauch- und Senfölen.
- reduziert Nährstoffverluste durch verbesserte Stickstoffausnutzung.
- sorgt für gesündere Pflanzen durch Bildung pflanzeneigener Abwehrstoffe (Phytoalexine) gegen Krankheiten und Schädlinge.

Gemüsekulturen wie Zwiebel und Lauch, Kohlsorten sowie Erbsen und Bohnen haben einen hohen Schwefelbedarf, der über die mineralische Düngung gedeckt werden muss. Am besten geeignet sind dazu sulfatische Kalium- und Magnesiumdünger, da Schwefel nur in dieser Form direkt von der Pflanze aufgenommen und verwertet werden kann.



Schwefelmangel bei Blattspinat

Anhand nachfolgender Tabelle wird der im Vergleich zu landwirtschaftlichen Kulturen überproportional hohe Bedarf an Schwefel von diversen Gemüsearten sichtbar. Die Düngung sollte sich bei allen Nährstoffen grundsätzlich am Gesamtbedarf der Kultur abzüglich eventueller Nachlieferung aus

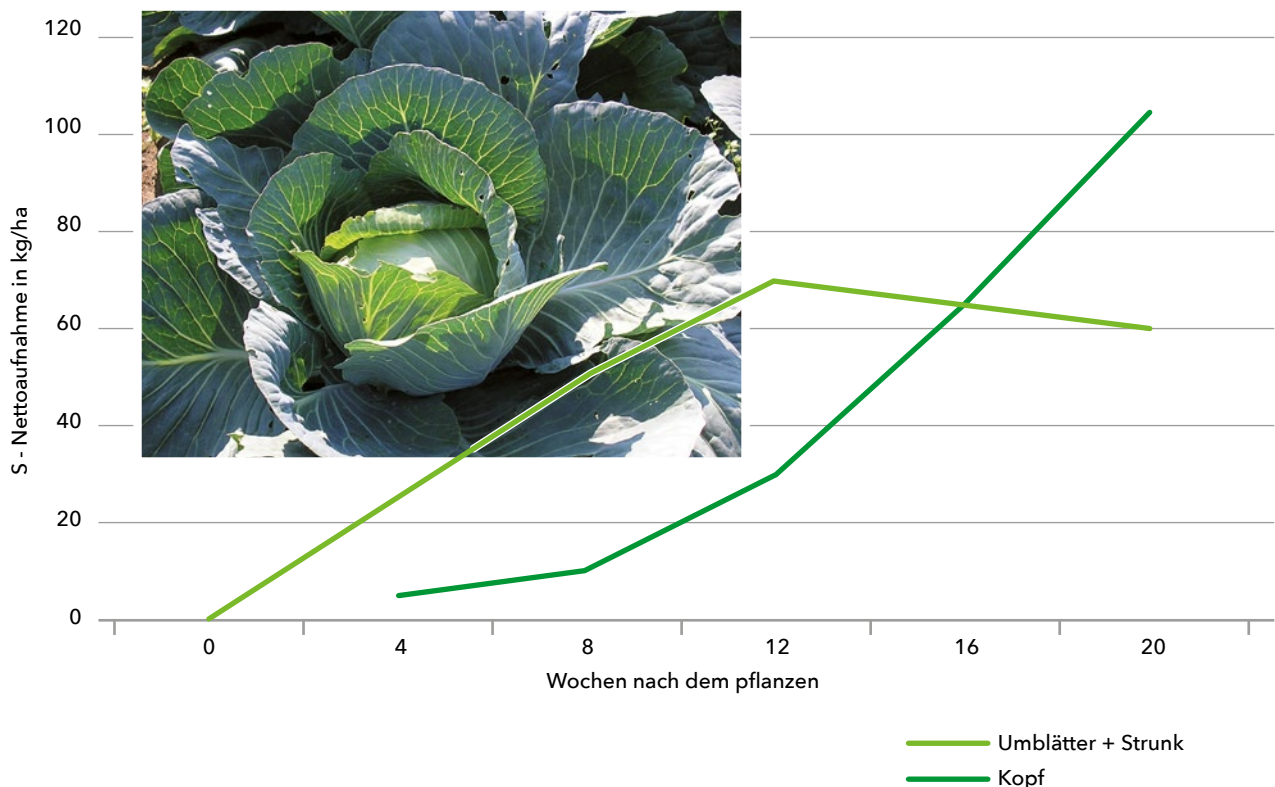
dem Boden orientieren. Die Ernterückstände können für die Folgefrucht angerechnet werden, wenn diese im gleichen Vegetationsjahr angebaut wird. Da Schwefel durch Winter-niederschläge in tiefere Bodenschichten verlagert wird, steht dem Bestand des Folgejahres nur wenig davon zur Verfügung.

Gemüsearten mit sehr hohem Schwefelanspruch

Kultur	Ertrag		Schwefel-Gehalt		Schwefel-Aufnahme	
	Marktware	Ernterückstand	Marktware	Ernterückstand	Marktware	Ernterückstand
	dt FM/ha		% der TM		kg S/ha	
Rotkohl	610	330	0,83	1,58	43	108
Weißkohl	740	390	0,75	1,47	42	102
Rosenkohl	190	480	0,85	1,65	18	99
Sellerie	490	290	0,17	2,03	11	94
Blumenkohl - früh	430	480	1,05	1,62	31	86
Blumenkohl - spät	410	570	0,82	1,36	24	71
Chinakohl	430	230	0,96	1,91	32	70
Brokkoli	210	400	0,88	1,32	18	70

Quelle: Dr. Blankenburg, FH Erfurt

Verlauf der Schwefel-Aufnahme in Weißkohl



Quelle: Dissertation Preuschoff ver., Univ. Hannover

Bor, Mangan und Zink – Mikronährstoffe mit großer Wirkung

In vielen Böden sind Mikronährstoffe entweder im Mangelbereich oder können von den Kulturen nicht in ausreichendem Maße aufgenommen werden. Da Mikronährstoffe wichtige Entwicklungsabschnitte der Gemüsepflanzen steuern, kann es bei Mangel schnell zu Ertrags- und Qualitätseinbußen kommen. Beispiele sind Herznekrosen der Kohlarten sowie innere Verbräunungen und Qualitätseinbußen bei Wurzelgemüse durch Bormangel.

Borbedürftige Gemüsearten und Symptomatik

- Gurke: Fehlentwicklung des jungen meristematischen Gewebes und kleine, eingerollte Blätter
- Rote Bete: Schwarzfleckigkeit und aufgerissene Rinde
- Sellerie: Braunfleckigkeit und aufgeplatzte Stängel sowie kleiner Knollenansatz
- Chinakohl: Wuchsdepressionen mit Schorfbildung auf Blattadern
- Weißkohl und Wirsing: kleine, gekräuselte und helle Blätter
- Blumenkohl: Kopfverfärbung/-Zerstörung mit hohlen Strüngen
- Möhren: Schorf, Rissigkeit, Hohlherzigkeit sowie chlorotische Blattränder
- Spinat: missgestaltete, aufgehellte jüngere Blätter

Manganbedürftige Gemüsearten und Symptomatik

- Buschbohnen: netzförmige chlorotische Aufhellungen an jüngeren Blättern
- Erbsen: Chlorosen an jüngeren Fiederblättern
- Sellerie: glanzlose Fiederblätter mit chlorotischen Aufhellungen an Blatträndern
- Salat: Interkostalchlorosen mit grünen Blattadern

Bor-, Mangan- und Zinkmangel treten verstärkt bei hohen Boden-pH-Werten und bei Trockenheit auf. Die Bodenuntersuchung ist daher nur begrenzt aussagefähig. Neben der visuellen Diagnose kann eine Blattprobe zur präzisen Bestimmung des Mangels sinnvoll sein.

Intensive Gemüsekulturen verlangen eine ausreichende Versorgung mit Mikronährstoffen. Einige Gemüsearten sind besonders reich an Bor, Mangan oder Zink und benötigen eine angemessene Versorgung über die mineralische Düngung.

Zinkbedürftige Gemüsearten und Symptomatik

- Salat: rosettenartiges Wachstum und Purpurfärbung älterer Blätter
- Buschbohnen und Stangenbohnen: verkürzte Internodien und chlorotische Aufhellungen

- Erbsen: Chlorosen an jungen Fiederblättern
- Zuckermais: an jüngeren Blättern (vom Blattansatz bis zur Mitte des Blattes) gelb-grüne Streifen
- Zwiebeln: stark gehemmtes Wachstum und chlorotische Blattspitzen

Mikronährstoffmangel kann effektiv und schnell durch die Verwendung von Blattdüngern behoben werden. Durch die direkte Applikation auf das Blatt wird die Gefahr einer Verlagerung oder Festlegung im Boden umgangen; die Nährstoffe gelangen ohne Umwege zu den Orten des Bedarfes.

Oft reichen zur Vorbeugung oder Vermeidung eines latenten Mangels schon Aufwandmengen von 0,3 bis 0,5 kg/ha Zink und Bor, wobei der Borbedarf je nach Gemüsefrucht sehr unterschiedlich sein kann und einmal gesetzter Bormangel irreversibel ist. Für eine Blattdüngung mit Mangan sollten 0,5 bis 1,0 kg/ha vorgesehen werden. Eine Aufteilung in mehreren Gaben oder eine Wiederholung der Maßnahme auf Mangelstandorten optimiert die Effizienz der Blattdüngung.

Die Blattdünger aus der epso-Familie wirken direkt und schnell. Sie weisen aufgrund des niedrigen EC-Wertes eine hohe Verträglichkeit für die Gemüsekultur auf.



Bormangel bei Sellerie



Düngeempfehlung im geschützten Anbau

Neben dem Feldgemüsebau nimmt auch die Bedeutung der Unterglaskulturen zu. Unter geschützten Bedingungen können unabhängig von der Witterung höchste Qualitäten bei kurzer Kulturdauer erzeugt werden.

Hohe Flächenerträge und dichte Kulturfolgen bedingen erhebliche Nährstoffentzüge durch die Gemüsekulturen. Die mineralische Düngung muss so bemessen werden, dass es nicht zu einer Pflanzen schädigenden Anreicherung von Salzen im Boden oder Substrat kommt.

**EC-Wert –
Leitfähigkeit in mS/cm**

(0,5 ‰ Konzentration in der Gebrauchslösung mit 20° C)

epsoTOP® 0,74

epsoMICROTOP® 0,73

epsoCOMBITOP® 0,73

soluSOP⁵² ORGANIC 1,7 (bei 1,0 ‰)

Quelle: K+S

**Ertrag und Nährstoffbedarf verschiedener Gemüsearten
im Gewächshaus/Tunnel**

Kultur	Ertrag kg/a	Netto-Nährstoffbedarf kg/ha	
		K ₂ O	MgO
Bohnen	500	180	36
Gurken Boden 50 Stück/m ²	2500	400	96
Kohlrabi	450	200	36
Paprika Bodenkultur	600	250	36
Petersilie	300	180	25
Rucola 2 Schnitte	300	180	25
Schnittlauch eine Kultur	300	180	36
Tomaten Bodenkultur	3000	850	180

Quelle: Eigene Berechnungen

In erdlosen Kulturen werden die Nährstoffe in gelöster Form in das Bewässerungssystem eingespeist (Düngende Bewässerung = Fertigation). Dabei ist auf eine gute Löslichkeit der Komponenten sowie einen geringen Salzindex oder EC-Wert zu achten, denn hohe Nährsalzkonzentrationen können für die empfindlichen Gemüsekulturen auch einen erheblichen Salzstress darstellen.

Die Applikation von Mangan führt (exemplarisch für viele Gemüsearten) bei Zuckermais und Bohnen zu reduzierten Nitrat-Gehalten in den Pflanzenorganen – die Stickstoff-Ausnutzung und seine Umwandlung zu hochwertigem Protein wird folglich verbessert.

Manganmangel hemmt Proteinsynthese der Pflanze

Pflanzenorgan	Variante	Mais Nitrit [g (kg TM) ⁻¹]	Bohnen lösl. N [g (kg TM) ⁻¹]	Bohnen Protein N [g (kg TM) ⁻¹]
Blätter	+ Mn	1,9	6,8	52,7
	- Mn	2,7	11,9	51,2
Wurzeln	+ Mn	7,8	17,2	27,0
	- Mn	14,5	21,7	25,6

Quelle: Amberger, Vielemeyer et. al., verändert



Zinkmangel an Buschbohne

Düngeempfehlungen

Die meisten Gemüsearten sind zumindest im Jugendstadium chlorid- bzw. salzempfindlich. Deshalb sollten Kalium und Magnesium vornehmlich in der Sulfatform angewendet werden.

K+S Dünger auf Sulfatbasis enthalten praktisch kein Chlorid und sind somit sehr gut pflanzenverträglich.

Düngeempfehlung (kg/ha)				
	KALISOP®	PatentKALI®	ESTA® Kieserit	epsoFAMILY
Kohl- und Wurzelgemüse	300 - 500			Menge pro Teilanwendung: 10 - 15 kg/ha
Weißkohl (700 dt/ha)	440	730	80	
Spargel (100 dt/ha)	50	80	10	
Möhre (Bund; 600 dt/ha)	640	1060	115	
Kopfsalat (450 dt/ha)	330	540	50	
Zwiebel (trocken) (650 dt/ha)	320	520	75	
Speisekürbis (400 dt/ha)	440	740	120	
Buschbohne (120 dt/ha)	80	120	20	Anzahl Applikationen: 2 - 3
Tomate	200 - 600			
Paprika	300 - 600			




Vielfältig, hochwertig und ökologisch – unsere Produkte auf einen Blick

Weitere Informationen: www.kpluss.com/duengemittel

Wir gewinnen Pflanzennährstoffe im Bergbau und veredeln sie zu Boden-, Blatt- und Fertigungs-
düngern. Aufgrund ihrer natürlichen Herkunft sind
unsere vielseitigen Produkte gemäß den Verord-
nungen (EU) 2018/848 und (EU) 2021/1165 zum
Einsatz im ökologischen Landbau zugelassen und
in den Betriebsmittellisten von FiBL (D) und EASY
CERT (A) gelistet.



 BODENDÜNGUNG		K ₂ O	MgO	S *	Weitere Nährstoffe
	KALIMOP®	60	-	-	-
	Roll-KALI®	48	4	4	-
	Korn-KALI®	38	6	4,8	-
	Korn-KALI®^{+B}	38	6	4,8	0,25 B
	Magnesia-Kainit®	9	4	3,2	26,7 Na
	KALISOP®	50	-	17,6	-
	PatentKALI®	30	10	17,6	-
	ESTA® Kieserit	-	25	20,8	-

Angaben in Prozent

 BLATT- UND FLÜSSIGDÜNGUNG		K ₂ O	MgO	S *	Weitere Nährstoffe
	epsoTOP®	-	16	13	-
	epsoMICROTOP®	-	15	12,4	0,9 B · 1 Mn
	epsoCOMBITOP®	-	14	13,8	4 Mn · 1 Zn
	epsoBORTOP®	-	12,6	10	4 B
	epsoPROFITOP®	-	12	14	5 Mn · 2 Zn · 1 Cu
	soluSOP®⁵² ORGANIC	52,5	-	18	-
	soluMOP®	60	-	-	-

Angaben in Prozent

KALIMOP®

MINERALISCHES DÜNGEMITTEL

K₂O, 60

60% K₂O wasserlösliches Kaliumoxid (= 49,8 % K)

Der universelle Kaliumdünger ist in granulierter Form bei hoher Streuqualität mit allen Düngerstreuern und großen Streubreiten auszubringen. Er versorgt die Pflanzen mit dem Makronährstoff Kalium und ist für viele chloridverträgliche Kulturen geeignet. Bei der Düngeplanung ist neben dem Makronährstoff Kalium auch auf den zusätzlichen Bedarf an Magnesium, Schwefel und Mikronährstoffen zu achten. KALIMOP kann als Mischpartner in Bulk Blends eingesetzt werden.



Roll-KALI®

ANORGANISCHES MAKRONÄHRSTOFF-DÜNGEMITTEL

K₂O (MgO, SO₃) 48 (4+10)

48% K₂O wasserlösliches Kaliumoxid (= 39,8 % K)

4% MgO wasserlösliches Magnesiumoxid (= 2,4 % Mg)

10% SO₃ wasserlösliches Schwefeltrioxid (= 4 % S)

Seine besonderen physikalischen Eigenschaften machen das Rollgranulat zum perfekten Mischpartner in verschiedensten Bulk Blends. Insbesondere die spezifische Dichte von Roll-KALI, das enge Korngrößenspektrum und die gleichmäßig runde Form der Granulate verhindern eine Entmischung der fertigen Blends. Dadurch entsteht ein exaktes und überaus gleichmäßiges Streubild.



Korn-KALI®

MINERALISCHES DÜNGEMITTEL

K₂O (MgO, SO₃) 38 (6+12)

38% K₂O wasserlösliches Kaliumoxid (= 31,5 % K)

6% MgO wasserlösliches Magnesiumoxid (= 3,6 % Mg)

12% SO₃ wasserlösliches Schwefeltrioxid (= 4,8 % S)

Korn-KALI ist der ideale Kaliumdünger mit Magnesium und Schwefel und liefert alle enthaltenen Nährstoffe im richtigen Verhältnis für landwirtschaftliche Kulturen. Alle Nährstoffe sind voll wasserlöslich und liegen in sofort pflanzenverfügbarer Form vor. Korn-KALI ist auf allen Böden einsetzbar und ist ideal für alle chloridverträglichen Kulturen.





MINERALISCHES DÜNGEMITTEL mit Spurennährstoffen
K₂O (MgO, SO₃) 38 (6+12) +0,25 % B

- 38 % K₂O** wasserlösliches Kaliumoxid (= 31,5 % K)
- 6 % MgO** wasserlösliches Magnesiumoxid (= 3,6 % Mg)
- 12 % SO₃** wasserlösliches Schwefeltrioxid (= 4,8 % S)
- 0,25 % B** wasserlösliches Bor als Natriumtetraborat

Unser Multitalent Korn-KALI ist auch mit dem Zusatz 0,25 % Bor erhältlich, um das Wurzelwachstum Ihrer Pflanze zu stärken. Korn-KALI+B eignet sich für alle borbedürftigen Winter- und Sommerkulturen. Der Mikronährstoff Bor ist gleichmäßig in jedem Düngerkorn vorhanden.



MINERALISCHES DÜNGEMITTEL
K₂O (MgO, Na₂O, SO₃), 9 (4+36+8)

- 9 % K₂O** wasserlösliches Kaliumoxid (= 7,5 % K)
- 4 % MgO** wasserlösliches Magnesiumoxid (= 2,4 % Mg)
- 36 % Na₂O** wasserlösliches Natriumoxid (= 26,7 % Na)
- 8 % SO₃** wasserlösliches Schwefeltrioxid (= 3,2 % S)

Magnesia-Kainit, der Kaliumdünger speziell für Grünland und Feldfutterbau, verbessert über eine Magnesium- und Natriumanreicherung des Grundfutters die Gesundheit, Leistungsfähigkeit und Fruchtbarkeit der Tiere.



MINERALISCHES DÜNGEMITTEL
K₂O (SO₃), 50 (44)

- 50 % K₂O** wasserlösliches Kaliumoxid (= 41,5 % K)
- 44 % SO₃** wasserlösliches Schwefeltrioxid (= 17,6 % S)

KALISOP ist ein hochkonzentrierter Kaliumsulfatdünger, praktisch chloridfrei und dadurch die ideale Kaliumquelle für chloridempfindliche Kulturen mit hohem Schwefelbedarf. Alle Nährstoffe sind wasserlöslich und direkt pflanzenverfügbar, nicht hygroskopisch und gut lagerfähig. KALISOP ist in Einzelapplikation oder als Komponente in Bulk Blends anzuwenden.



PatentKALI®

MINERALISCHES DÜNGEMITTEL K_2O (MgO , SO_3) 30 (10+44)

30 % K_2O wasserlösliches Kaliumoxid (= 24,9 % K)
10 % MgO wasserlösliches Magnesiumoxid (= 6 % Mg)
44 % SO_3 wasserlösliches Schwefeltrioxid (= 17,6 % S)

PatentKALI ist ein Kalium-Spezialdünger, bei dem Kalium, Magnesium und Schwefel in sulfatischer Form vorliegen. Er eignet sich besonders für chloridempfindliche Kulturen wie Kartoffeln, Obst, Gemüse, Reben, Hopfen und Sonnenblumen. Als Rundgranulat weist PatentKALI besonders gute Streueigenschaften auch auf großen Streubreiten aus.



ESTA® Kieserit

MINERALISCHES DÜNGEMITTEL (MgO , SO_3) (25+52)

25 % MgO wasserlösliches Magnesiumoxid (= 15,1 % Mg)
52 % SO_3 wasserlösliches Schwefeltrioxid (= 20,8 % S)

ESTA Kieserit ist ein natürlicher, hochprozentiger Magnesium- und Schwefeldünger, der direkt pflanzenverfügbares Magnesium in sulfatischer Form enthält und unter allen Bodenbedingungen unabhängig vom pH-Wert schnell und nachhaltig wirksam ist. ESTA Kieserit ermöglicht eine Schwefeldüngung unabhängig von der Stickstoffgabe, kann sowohl als Einzelapplikation oder zur Weiterverarbeitung in Bulk Blends angewandt werden.



epsoTOP®

MINERALISCHES DÜNGEMITTEL (MgO , SO_3) (16+32,5)

16 % MgO wasserlösliches Magnesiumoxid (= 9,6 % Mg)
32,5 % SO_3 wasserlösliches Schwefeltrioxid (= 13 % S)

epsoTOP ist ein schnell wirksamer Magnesium- und Schwefeldünger. Es deckt den Spitzenbedarf in allen Wachstumsphasen für verschiedene Kulturen wie Getreide, Raps, Zuckerrüben oder Kartoffeln. epsoTOP ist mit den meisten Pflanzenschutzmitteln und Flüssigdüngern mischbar und auch in Fertigungsanlagen einsetzbar. Es enthält ausschließlich sulfatischen Schwefel und Magnesium aus natürlichem Ursprung (Kieserit).





MINERALISCHES DÜNGEMITTEL mit Spurennährstoffen
(MgO, SO₃) (15+31) + 0,9 % B + 1 % Mn

- 15 % MgO** wasserlösliches Magnesiumoxid (= 9 % Mg)
- 31 % SO₃** wasserlösliches Schwefeltrioxid (= 12,4 % S)
- 0,9 % B** wasserlösliches Bor als Borsäure
- 1 % Mn** wasserlösliches Mangan als Sulfat

epsoMICROTOP ist speziell auf den Nährstoffbedarf von Hack- und Blattfrüchten abgestimmt. Es ergänzt wirkungsvoll die Versorgung mit dem Bedarf an Mikronährstoffen und verhindert Mangelerscheinungen schnell und sicher.



MINERALISCHES DÜNGEMITTEL mit Spurennährstoffen
(MgO, SO₃) (14+34,5) + 4 % Mn + 1 % Zn

- 14 % MgO** wasserlösliches Magnesiumoxid (= 8,4 % Mg)
- 34,5 % SO₃** wasserlösliches Schwefeltrioxid (= 13,8 % S)
- 4 % Mn** wasserlösliches Mangan als Sulfat
- 1 % Zn** wasserlösliches Zink als Sulfat

epsoCOMBITOP ist speziell für mangan- und zinkbedürftige Kulturen wie beispielsweise Feldgemüse, Obst und auch Getreide abgestimmt. Zink ist für die Proteinbiosynthese wichtig und Mangan ist essentiell für die Enzymaktivierung.



MINERALISCHES DÜNGEMITTEL mit Spurennährstoffen
(MgO, SO₃) (12,6+25) + 4 % B

- 12,6 % MgO** wasserlösliches Magnesiumoxid (= 7,6 % Mg)
- 25 % SO₃** wasserlösliches Schwefeltrioxid (= 10 % S)
- 4 % B** wasserlösliches Bor als Borsäure

epsoBORTOP mit 4 % Bor ist speziell für mittel bis stark borbedürftige Kulturen, wie zum Beispiel Raps, Zuckerrübe, Mais und Sonnenblume, entwickelt worden. Es verbessert die Energieversorgung und fördert das Wachstum und die Zellteilung. Bor trägt zur Bildung von Blüten und Früchten bei.





**MINERALISCHES DÜNGEMITTEL mit Spurennährstoffen
(MgO, SO₃) (12+35) + 1 % Cu + 5 % Mn + 2 % Zn**

- 12 % MgO** wasserlösliches Magnesiumoxid (= 7,2 % Mg)
- 35 % SO₃** wasserlösliches Schwefeltrioxid (= 14 % S)
- 1 % Cu** wasserlösliches Kupfer als Sulfat
- 5 % Mn** wasserlösliches Mangan als Sulfat
- 2 % Zn** wasserlösliches Zink als Sulfat

epsoPROFITOP ist speziell auf den Mikronährstoffbedarf von Getreide abgestimmt und eignet sich besonders auf Standorten, die für Kupfer-, Mangan- und Zinkmangel bekannt sind. Es wirkt besonders in Wachstumsphasen Mangelerscheinungen entgegen und verbessert die Halmstabilität und die Winterhärte.



**MINERALISCHES DÜNGEMITTEL
K₂O (SO₃), 52,5 (+45)**

- 52,5 % K₂O** wasserlösliches Kaliumoxid (= 43,6 % K)
- 45 % SO₃** wasserlösliches Schwefeltrioxid (= 18 % S)

soluSOP52 ORGANIC hat die höchstmögliche Konzentration an Kalium und Schwefel. Es ist besonders geeignet für Obst- und Gemüsekulturen, da es praktisch chlorid- und natriumfrei ist. soluSOP52 ORGANIC verbessert die Pflanzenqualität und erhöht die Toleranz gegen Trockenheit und Frost.



**MINERALISCHES DÜNGEMITTEL
K₂O, 60**

- 60 % K₂O** wasserlösliches Kaliumoxid (= 49,8 % K)

soluMOP ist die ideale Kaliumquelle für die Fertigation und die Blattdüngung. Es ist geeignet für chloridunempfindliche Kulturen. Es ist kombinierbar mit den meisten Pflanzenschutzmitteln und anderen Düngern und senkt in 5%iger Konzentration den Gefrierpunkt des Spritzwassers auf -2 °C.





KALI AKADEMIE®
DIE K+S WISSENSPLATTFORM



Die neue KALI-TOOLBOX APP

Nährstoffmangel diagnostizieren -
Düngebedarf kalkulieren

Kostenlos - Einfach im Store nach „KALI-TOOLBOX“ suchen.



Jetzt für den **KALI Akademie® Newsletter**
einschreiben: newsletter.kali-akademie.de



Fan von **K+S Agrar** werden



Folge **kplussagrar**



Kompetente Ansprechpartner in Deutschland und Österreich – Ihre K+S-Regionalberater



Christoph Weidemann

☎ +49 176 12348345

✉ christoph.weidemann@k-plus-s.com



Tobias Elfrich

☎ +49 176 12347505

✉ tobias.elfrich@k-plus-s.com



Max Schliemann

☎ +49 176 12347932

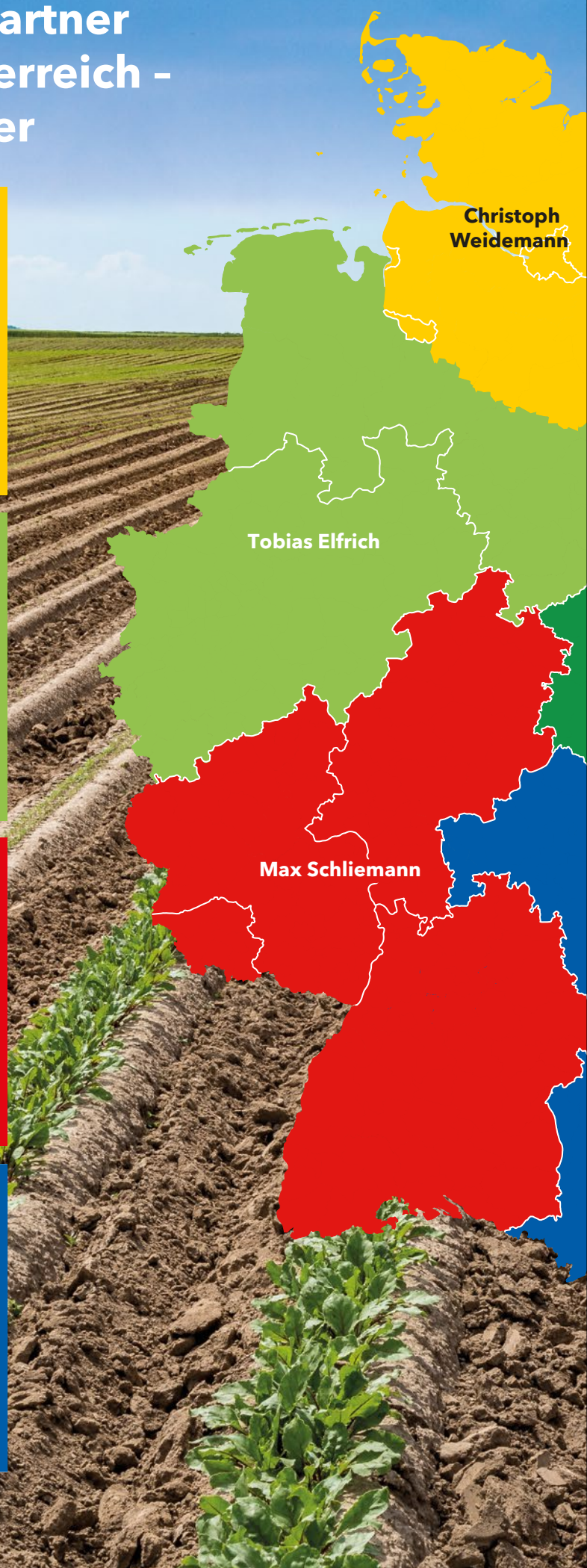
✉ max.schliemann@k-plus-s.com



Dr. Ludwig Lichtenegger

☎ +49 176 12347930

✉ ludwig.lichtenegger@k-plus-s.com



**Dr. Steffen
Leidel**



Dr. Steffen Leidel

☎ +49 176 12348357

✉ steffen.leidel@k-plus-s.com

**Frank
Hertwig**



Frank Hertwig

☎ +49 176 12349332

✉ frank.hertwig@k-plus-s.com

**Dr. Ludwig
Lichtenegger**



Martin Schuh

☎ +43 664 394 9365

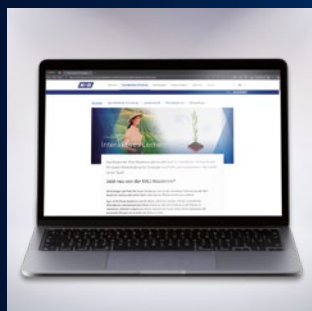
✉ martin.schuh@k-plus-s.com



Martin Schuh



K+S



Online-Kurse

Ob Einsteiger oder Profi. Wir lernen niemals aus. Und mit den interaktiven Online-Kursen der KALI Akademie macht es jetzt einfach Spaß, mehr über die Pflanzenernährung zu erfahren.

kurse.kali-akademie.de



Podcast

In der KALI Akademie zum Hören gibt es Nährstoff für die Ohren. Werfen Sie den Schlepper an und bleiben Sie ganz nebenbei auf dem neuesten Stand:

podcast.kali-akademie.de



Webinare

Informationen zu relevanten Themen – kompakt, effektiv und aus erster Hand direkt vom Experten. Das bekommen Sie in unseren interaktiven Webinaren:

webinare.kali-akademie.de



Wissen zum Sammeln

Nützliches Wissen und Praxis-Tipps als Infoblätter zum Abheften oder als Digitalversion bietet der WISSENS SPEICHER. Jetzt kostenlos bestellen:

wissen.kali-akademie.de



Videos

Anschauliche Erklärfilme rund um die Pflanzenernährung sehen Sie in unserer KALI Akademie-Playlist auf YouTube:

video.kali-akademie.de



**Von Profis für Profis –
Entdecken Sie das Wissen
der KALI Akademie®!**

Die KALI Akademie ist die Wissensplattform von K+S rund um die Pflanzenernährung. Seit mehr als 100 Jahren forschen wir aktiv nach Lösungen für agronomische Herausforderungen.

Dazu gehören die Steigerung der Produktivität, die Förderung der Bodenfruchtbarkeit und eine effiziente, umweltschonende Nutzung der Ressourcen durch eine ausgewogene Düngung.

Unser Wissen geben wir in der KALI Akademie über Online-Kurse, Webinare, Fachbeiträge und Podcasts weiter an die landwirtschaftliche Praxis.

**Alles zur KALI Akademie®
unter www.kali-akademie.de**

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.

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 Agronomen und Regionalberater zur Verfügung. Profitieren Sie von unseren Fachinformationen, Broschüren sowie unserer App, der KALI-TOOLBOX und der KALI Akademie.

Ihr Kontakt zu uns

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



Fan von

K+S Agrar werden



Videos auf dem

K+S Minerals and Agriculture-Kanal schauen



Folge **kplussagrar**



KALI Akademie®

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.

® = registriertes Markenzeichen
der K+S Minerals and Agriculture GmbH

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





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

