



# KARTOFFELDÜNGUNG

hat Qualität im Fokus

The logo for K+S, consisting of the letters 'K+S' in a bold, white, sans-serif font, set against a dark blue rectangular background with a slight gradient and a white border.



# Kartoffel

## Nahrungsmittel und nachwachsender Rohstoff

Der Einsatzbereich der Kartoffel hat sich stetig erweitert. Neben der traditionellen Verwendung als Nahrungsmittel nimmt ihre Bedeutung im „Non-Food-Bereich“ immer mehr zu. So wird die aus der Kartoffel extrahierte Stärke in der Papierindustrie, als Baustoff, als Klebstoff, in der Biotechnologie, als Reinigungsmittel, in der Kosmetik und in pharmazeutischen Produkten eingesetzt.

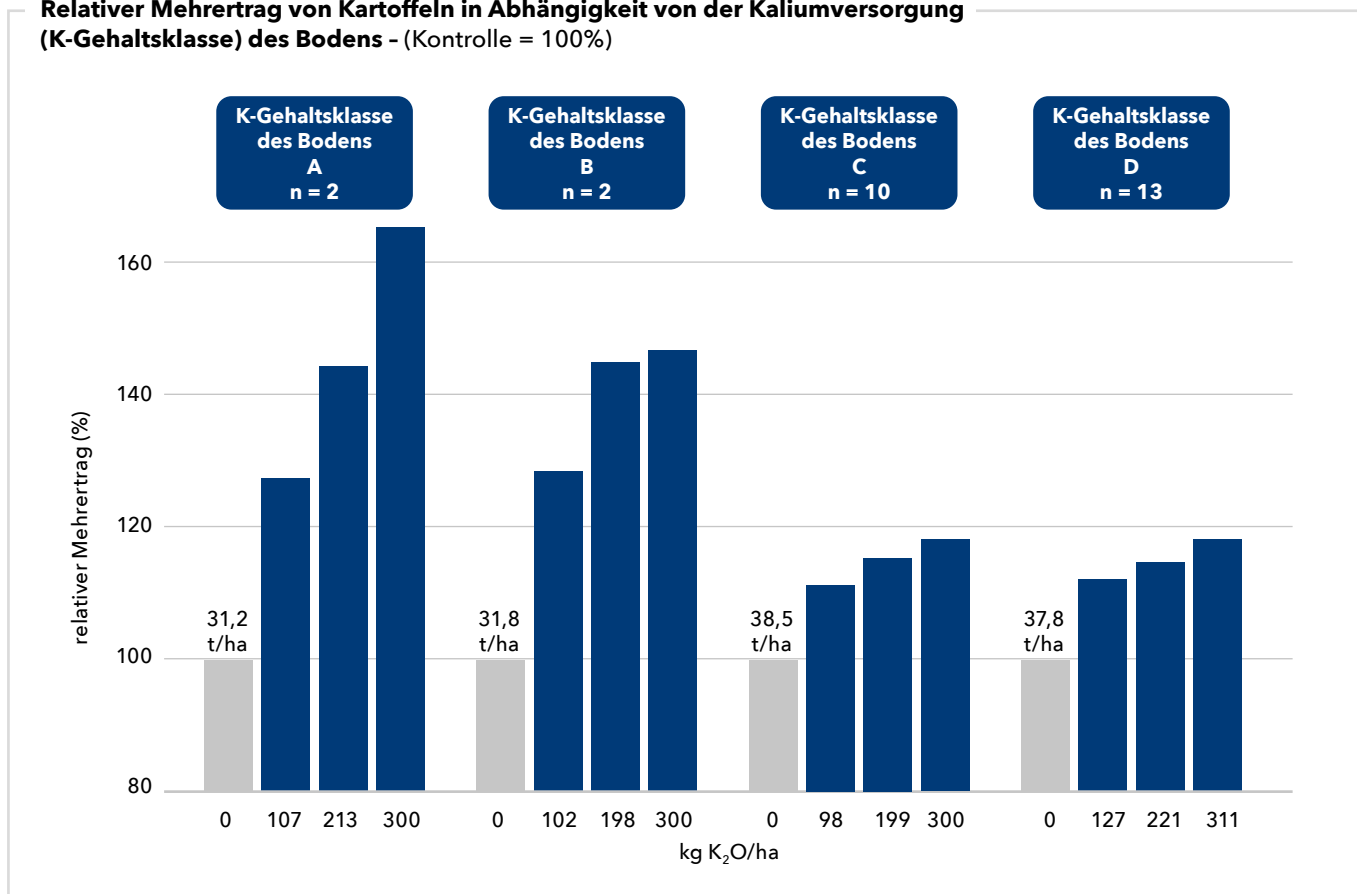
Bei allen Verwertungsrichtungen bestimmen Ertrag und die spezifisch geforderte Qualität die Wirtschaftlichkeit. Gefordert ist dabei ein hervorragendes Anbaumanagement mit Blick auf die Düngung, denn sie bestimmt den Erfolg maßgeblich.

Im Vergleich mit den weiteren Nährstoffen haben die Kartoffelpflanzen den höchsten Nährstoffbedarf bei Kalium.

### Nährstoffentzüge von Kartoffeln

Nährstoff	Ertragsniveau Knolle (t/ha)			
	40	60	40	60
	Abfuhr Knolle kg Nährstoff/ha		Entzug Knolle + Kraut kg Nährstoff/ha	
<b>N</b>	140	210	156	234
<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	56	84	64	96
<b>K<sub>2</sub>O</b>	240	360	268	402
<b>MgO</b>	40	60	70	90
<b>S</b>	20	35	30	45

### Relativer Mehrertrag von Kartoffeln in Abhängigkeit von der Kaliumversorgung (K-Gehaltsklasse) des Bodens - (Kontrolle = 100%)



Kartoffeln haben einen hohen Anspruch an den Nährstoff Kalium und reagieren mit empfindlichen Ertragsverlusten auf eine Unterversorgung.

# Kalium

## Nährstoff für die Qualität

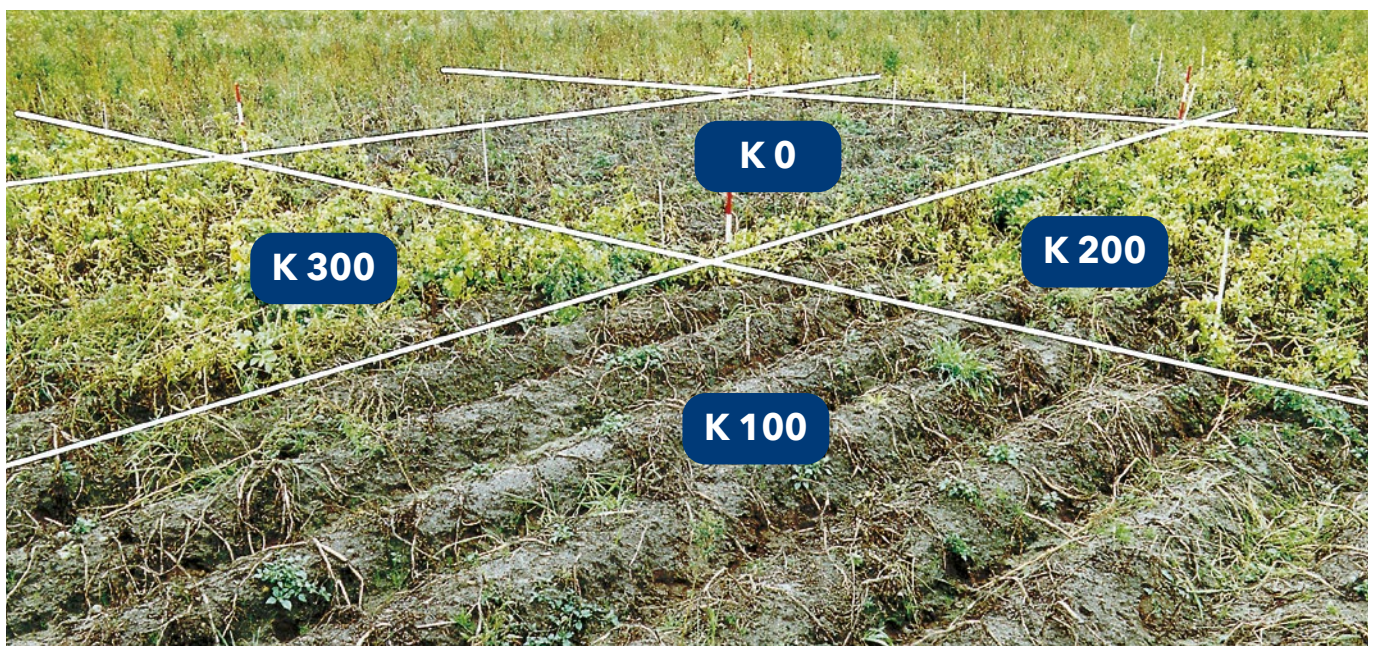
Kalium bestimmt den Ertrag und die Qualität im Kartoffelanbau maßgeblich. Der Nährstoff erhöht zudem die Ertrags-sicherheit sowie den Anteil marktfähiger Ware und verbessert die Effizienz der Stickstoffdüngung.

### Kalium

- ist an der Aktivierung der wichtigsten Stoffwechselprozesse beteiligt und hat daher maßgeblichen Einfluss auf Qualitätsfaktoren der Knolle. Der Nährstoff steuert über die Aktivierung von Enzymsystemen die Bildung, Verlagerung, Umwandlung und Einlagerung von Kohlenhydraten
- beeinflusst den osmotischen Druck der Zellen und reguliert den Wasserhaushalt. Deshalb weisen gut mit Kalium versorgte Pflanzen einen optimalen spezifischen Wasserverbrauch je kg gebildeter Pflanzensubstanz auf und können Trockenperioden besser überstehen.
- führt durch hohe Gehalte im Blatt direkt und auch indirekt über die vermehrte Bildung von höhermolekularen Zuckern zu einer Absenkung des Gefrierpunktes. Dadurch kommt es zu weniger Schäden bei Spätfrost.
- vermindert die Verfärbungsneigung der Knolle wie Schwarzfleckigkeit, Kochdunkelung, Rohbreiverfärbung.
- erhöht den Gehalt an Zitronensäure und Vitamin C in der Knolle.
- verbessert über eine optimale Ausreife die Beschädigungsempfindlichkeit und Lagerungsfähigkeit.
- vermindert den Gehalt an reduzierenden Zuckern und verbessert dadurch die Eignung der Knollen für die Herstellung von Chips und Pommes frites.
- beeinflusst den Stärkegehalt bzw. das Unterwassergewicht (UWG) und steigert im Stärkekartoffelanbau den Stärkeertrag je Flächeneinheit.
- bestimmt maßgeblich Ertrag und Qualität.
- erhöht die Ertrags-sicherheit und den Anteil marktfähiger Ware.
- verbessert die Effizienz der Stickstoffdüngung.



Spätfrostschaden an Kartoffeln



Bei Kaliummangel stirbt das Kraut früher ab, sodass die Assimilationsleistung eingeschränkt und das Ertragspotential nicht vollständig genutzt wird.

### Bei Kaliummangel

- zeigen die Pflanzen ein insgesamt gestauchtes Wachstum.
- werden zunächst ältere Blätter hellgrün, später vom Blatt- rand her nekrotisch und es erfolgt ein Übergreifen der Sym- ptome auf jüngere Pflanzenteile.
- stirbt das Kartoffelkraut frühzeitig ab, daher verkürzt sich die Vegetationszeit und Assimilations- und Ertragsleistung verringern sich.
- erhöht sich der Anteil kleiner Knollen, der Anteil marktfä- higer Ware sinkt.
- leidet die Qualität: Beim Roden werden mehr Knollen beschädigt, die Schwarzfleckigkeit nimmt deutlich zu, eben- so die Verluste bei der sich anschließenden Lagerung.

### Diagnose von Kaliummangel

Der Ernährungszustand der Kultur ist an drei Stellen abzu- lesen:

- Bodenversorgung - Zur Kartoffel sollte angesichts ihres einerseits hohen Bedarfes, andererseits schwachen Wurzel- werks ein Bodengehalte eher im oberen Bereich C oder unteren Spektrum von Gehaltsklasse D etabliert werden.

- Blattanalyse - Der Grenzwert für Kalium von mindestens 5% Kalium in der Trockenmasse gilt für gerade voll entwi- ckelte Blätter zum Blühbeginn. In Abhängigkeit vom Ent- wicklungsstadium können auch folgende Blattgehalte als Orientierung dienen:

#### Blattanalysen geben Aufschluss über den Versorgungszustand der Pflanzen

##### Ausreichende K-Gehalte im Blatt (i. d. TS)

Knospenstadium	4,5 - 7,0% K
Blühbeginn	4,0 - 6,4% K
Blühende	3,7 - 6,1% K
Knollenbildung	3,5 - 5,7% K

- Knollenanalyse - Die Kaliumkonzentration in der Knolle hängt von der Kaliumdüngung, vom Erntevolumen und vom Stickstoffhaushalt ab. Niedrige Kaliumgehalte in der Knolle von unter 2,2% Kalium in der Trockensubstanz deuten auf ein Kaliumdefizit hin. Mit Blick auf die Schwarzfleckigkeit sind 2,5% Kalium in der Trockensubstanz der Knolle als Zielwert zu nennen.



Kaliummangelsymptome treten zunächst an älteren Blättern auf, später erfolgt ein Übergreifen auch auf jüngere Pflanzenteile.

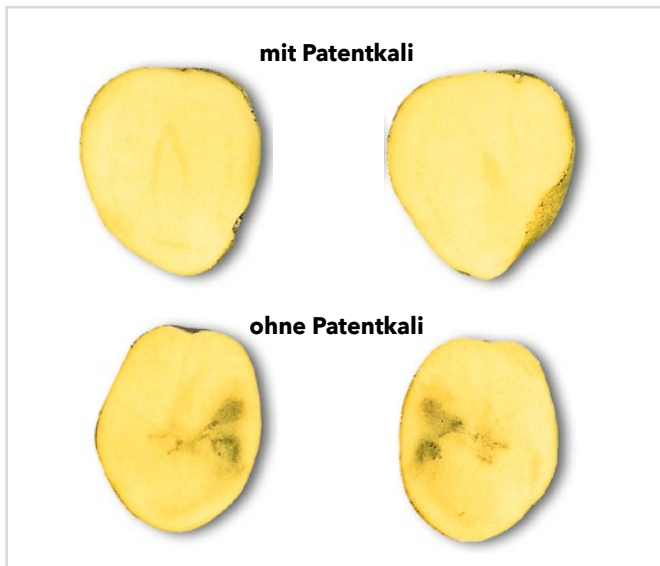
# Kalium

## forciert wichtige Stoffwechselprozesse

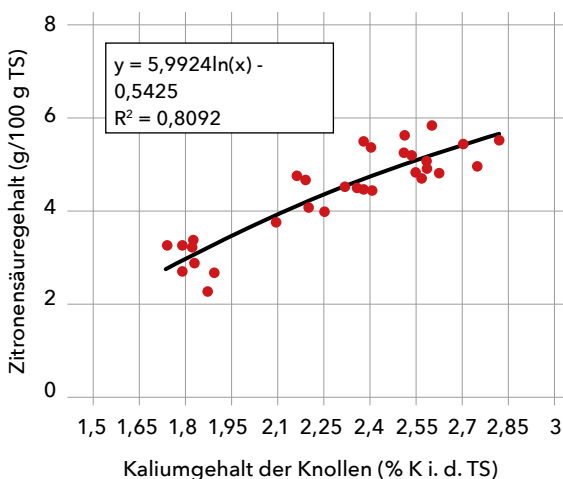
Eine deutliche Anhebung der Kaliumgehalte in den Knollen auf  $\geq 2,5\%$  führt zu Qualitätssteigerungen. Dieses Ziel wird über eine am Entzug und der Kaliumversorgung ausgerichtete Bodendüngung erreicht. In Form einer Blattdüngung sind die erforderlichen Mengen in der Regel nicht ausbringbar. Hohe Kaliumgehalte in der Knolle wirken positiv auf eine Vielzahl von Qualitätsparametern. Sie erhöhen die Konzentration von Zitronensäure, welche die Oxidation phenolischer Verbindungen und damit das Auftreten der Schwarzfleckigkeit herabsetzt. Zudem erhöht Kalium den Turgordruck in der Knolle und reduziert so die Empfindlichkeit gegenüber mechanischen Belastungen, z.B. bei Ernte oder Umschlag.



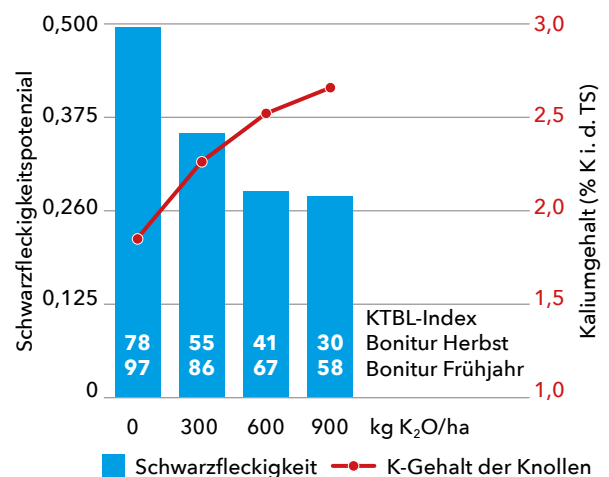
Kalium vermindert Erntebeschädigungen und erhöht die Lagerstabilität.



**Einfluss unterschiedlicher Kaliumversorgung von Kartoffeln auf den Gehalt an Zitronensäure in den Knollen**



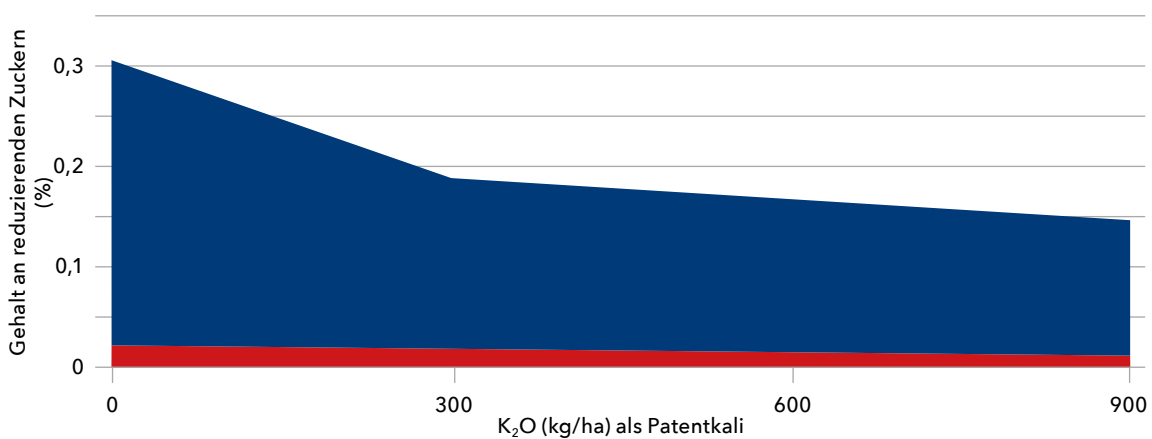
**Einfluss der Kaliumversorgung auf den Schwarzfleckigkeitsindex im Lager**



Kalium ist maßgeblich an verschiedenen Stoffwechselprozessen beteiligt. So ist unter Kaliummangelbedingungen die Proteinbiosynthese gehemmt. Ist parallel eine einseitig hohe Stickstoffversorgung gegeben, erhöht sich der Gehalt an Asparagin

und freien Aminosäuren. Ebenso steigt der Gehalt an reduzierenden Zuckern (Glukose und Fruktose). Diese reagieren mit Aminosäuren beim Rösten/Frittieren (Maillard Reaktion), die zu einer unerwünschten Bildung von Acrylamid führen kann.

### Einfluss der Kaliumversorgung auf den Gehalt an reduzierenden Zuckern



■ Fruktose  
■ Glukose

Durch eine gute Kaliumversorgung kann der Gehalt an reduzierenden Zuckern vermindert werden, wodurch die Verarbeitungsqualität von Pommes frites und Chipskartoffeln verbessert wird.



1,0 g K Topf<sup>-1</sup>  
2,4 g N Topf<sup>-1</sup>



3,0 g K Topf<sup>-1</sup>  
1,6 g N Topf<sup>-1</sup>



5,0 g K Topf<sup>-1</sup>  
0,8 g N Topf<sup>-1</sup>

Pommes frites unterscheiden sich aufgrund differenzierter Düngung in der Farbe (Maillard-Reaktion). (Gerendás et al., 2007. J. Plant Nutr 30, 1499-1516)

# Verwertungsrichtung bestimmt die gewünschte Qualität

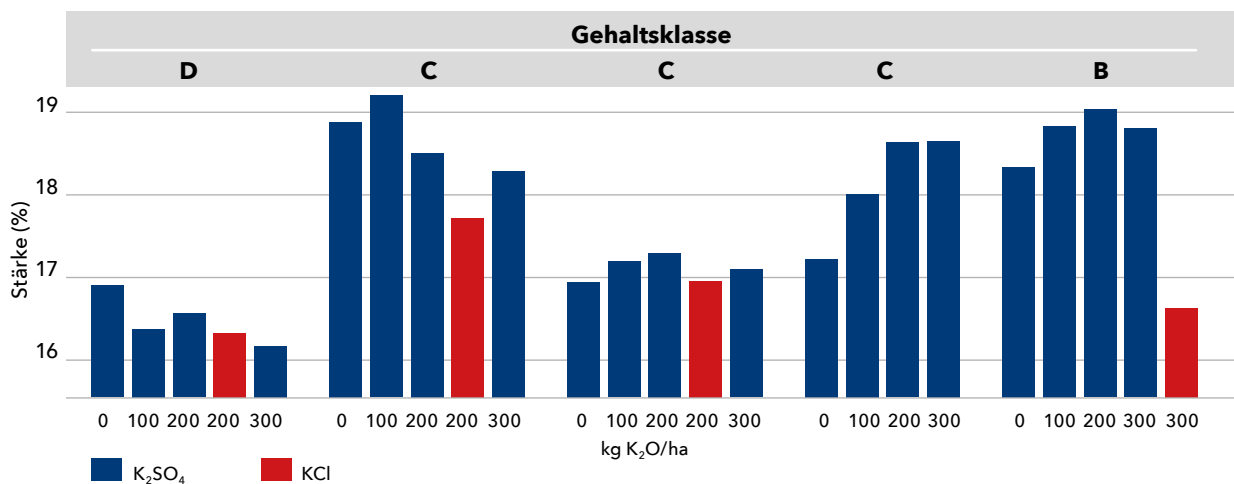
## Veredelungs- und Stärkekartoffeln

Die Qualitätsanforderungen können je nach Verwertungsrichtung sehr unterschiedlich ausfallen. Für Pommes frites und Chipskartoffeln werden mittelhohe, für Stärkekartoffeln sehr hohe Stärkegehalte verlangt und im Auszahlungspreis honoriert.

- Auf Standorten mit knapper Kaliumversorgung (Gehaltsklassen A und B) steigt der Stärkegehalt zunächst durch mäßige Kaliumdüngung an, da bei Kaliummangel die Stärkebildung und -ableitung in die Knollen behindert wird.
- Der Stärkegehalt wird deutlich durch die Bindungsform des Kaliums bestimmt. Hohe Chloridgehalte in der Pflanze beeinträchtigen die Stärkeableitung und -einlagerung in die Knollen. Eine Kaliumdüngung in sulfatischer Form erbringt etwa um 1% höhere Stärkegehalte als bei chloridischen Kaliumdüngern.
- Auch bei früher Ausbringung chloridischer Kaliumdünger wird das Chlorid oft nicht so tief verlagert, dass es durch die Pflanzenwurzel nicht mehr erreicht werden könnte. Ein Wiederaufstieg mit dem Kapillarwasser in den Wurzelraum erhöht die Gefahr zu hoher Chloridaufnahme mit der Folge sinkender Stärkegehalte.
- Deshalb: Die Verwendung von sulfatischen Kaliumdüngern liefert hohe Stärkeerträge. Den dafür notwendigen, finanziell höheren Aufwendungen stehen deutlich verbesserte Erlöse gegenüber.
- Die Kaliumdüngung in sulfatischer Form bringt zudem gegenüber der chloridischen eine gesteigerte Ertragswirkung wie auch eine verbesserte Lagerfähigkeit. Die Schwefelversorgung der Pflanze ist über diesen Weg sichergestellt.



## Wirkung von Kalium auf den Stärkegehalt von Kartoffeln



Sulfatische Kaliumdünger verbessern die Wirtschaftlichkeit im Veredelungs- und Stärkekartoffelbau.



## Einfluss der Nährstoffe auf den Ertrag und einige Qualitätsmerkmale der Kartoffeln.

Qualitätsmerkmale	Nährstoffe			
	N	P	K	Mg
Knollenertrag	++	+	++	+
Stärkegehalt	-	+	+/-	+
Proteingehalt	++	++	+	
Zitronensäure			++	
Ascorbinsäure (Vitamin C)	+	+	++	
Reife	-	+		
Schalenfestigkeit	-	+		
Lagerverluste	-		+	+
Geschmack	-	+	+	
Beschädigungen	-	+	+	+
Schwarzfleckigkeit	-		++	+
Kochdunkelung			++	
Rohbreiverfärbung			++	
Reduzierende Zucker	-		+	

+ = positive Beeinflussung   ++ = sehr positive Beeinflussung   - = negative Beeinflussung

### Speisekartoffeln

- Speisekartoffeln erfordern äußerlich einwandfreie und gut schälbare Kartoffeln, die beim Kochen nicht zerfallen, auf dem Teller gut aussehen und angenehm schmecken.
- Die Neigung zu Verfärbungserscheinungen (Schwarzfleckigkeit, Rohbreiverfärbung, Kochdunkelung) muss möglichst niedrig gehalten werden.
- Daraus ergibt sich für die Kartoffelernährung die Konsequenz einer Ausrichtung des Anbaus auf hohen Knollenertrag mit einem für die jeweilige Sorte optimalen Trockensubstanzgehalt.
- Kartoffeln mit hohem Anteil an marktfähiger Ware, die gut lagerfähig sind und sich bei der Zubereitung nicht verfärben, verlangen eine entsprechend hohe Kaliumdüngung. Dadurch wird der Anteil an wertgebenden Inhaltsstoffen erhöht und ein guter Geschmack erreicht.

### Unsere Empfehlung zur Kaliumdüngung

#### Bodendünger

**Patentkali®**

30 % K<sub>2</sub>O · 10 % MgO · 42,5 % SO<sub>3</sub>

**KALISOP®**

50 % K<sub>2</sub>O · 45 % SO<sub>3</sub>

**Düngezeitpunkt:** Grunddüngung im Frühjahr

#### Blatt- und Flüssigdünger

**soluSOP® 52**  
organic

52 % K<sub>2</sub>O · 45 % SO<sub>3</sub>

**Düngezeitpunkt:** Ist ausreichend Blattmaterial gebildet, kann soluSOP 52 organic mehrfach während der Vegetation appliziert werden.

# Magnesium

## Mangel nicht riskieren

Bei ausgewogener Nährstoffversorgung muss besonderes Augenmerk auf Magnesium liegen, denn die Kartoffel gilt als ausgesprochen empfindlich gegenüber Magnesiummangel. Zusammen mit der zusätzlichen Aktivierung vieler Enzymprozesse übernimmt Magnesium zentrale Funktionen im gesamten System der Energieübertragung und Proteinbildung. Bei Magnesiummangel ist der Proteinaufbau und die Proteinbildung behindert, verbunden mit einer Nitratanreicherung. Das gesamte Wachstum verzögert sich, woraus Ertragseinbußen und Qualitätsverschlechterungen resultieren.

Bei Magnesium führt ein Mangel zunächst zu einem reduzierten Wurzelwachstum. Erst nachfolgend werden die typischen chlorotischen Erscheinungen an den älteren Blättern sichtbar. Vor einer Reduzierung der Chlorophyll-Bildung kommt es zu einer Anreicherung von Zucker und Stärke in den Blättern, weil der Transport vom Blatt durch das Phloem in das Wurzelgewebe nicht mehr gewährleistet ist. Diese Assimilate sind jedoch unerlässlich für neues Wurzelwachstum und wichtig, insbesondere mit Blick auf die beim Wurzelwerk eher benachteiligte Kartoffelpflanze.

Angesichts zunehmend ausgeprägter Vorsommertrockenheit nehmen Perioden intensiver Einstrahlung deutlich zu. Hier leidet gerade das wenig an diese Verhältnisse adaptierte

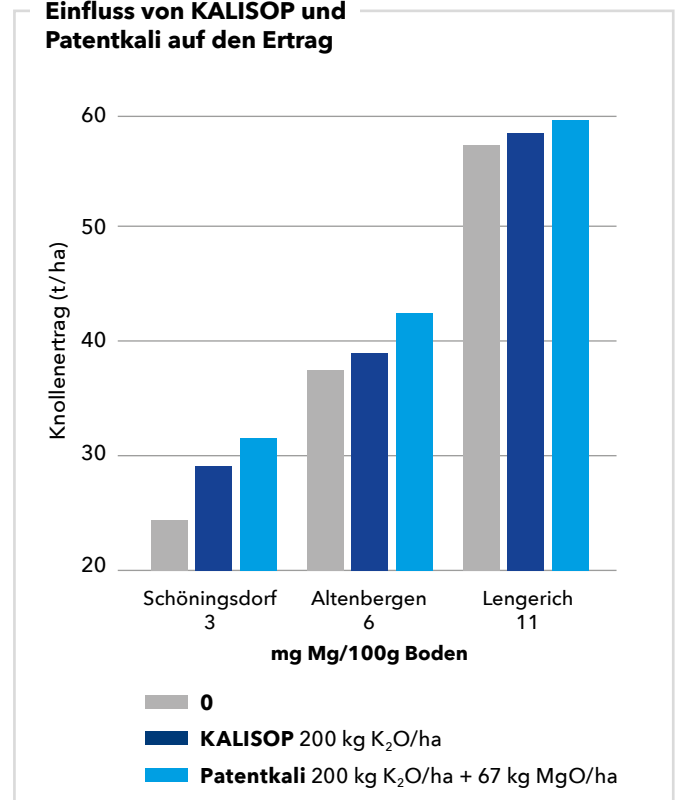


Magnesiummangel bei Kartoffeln

Kartoffelkraut. Die durch hohe Strahlungsintensitäten vermehrte Bildung toxischer Sauerstoffverbindungen (reaktive Sauerstoffspezies [ROS]) führt zur photooxidativen Zellzerstörung, d.h. geschädigtem Blattgewebe.

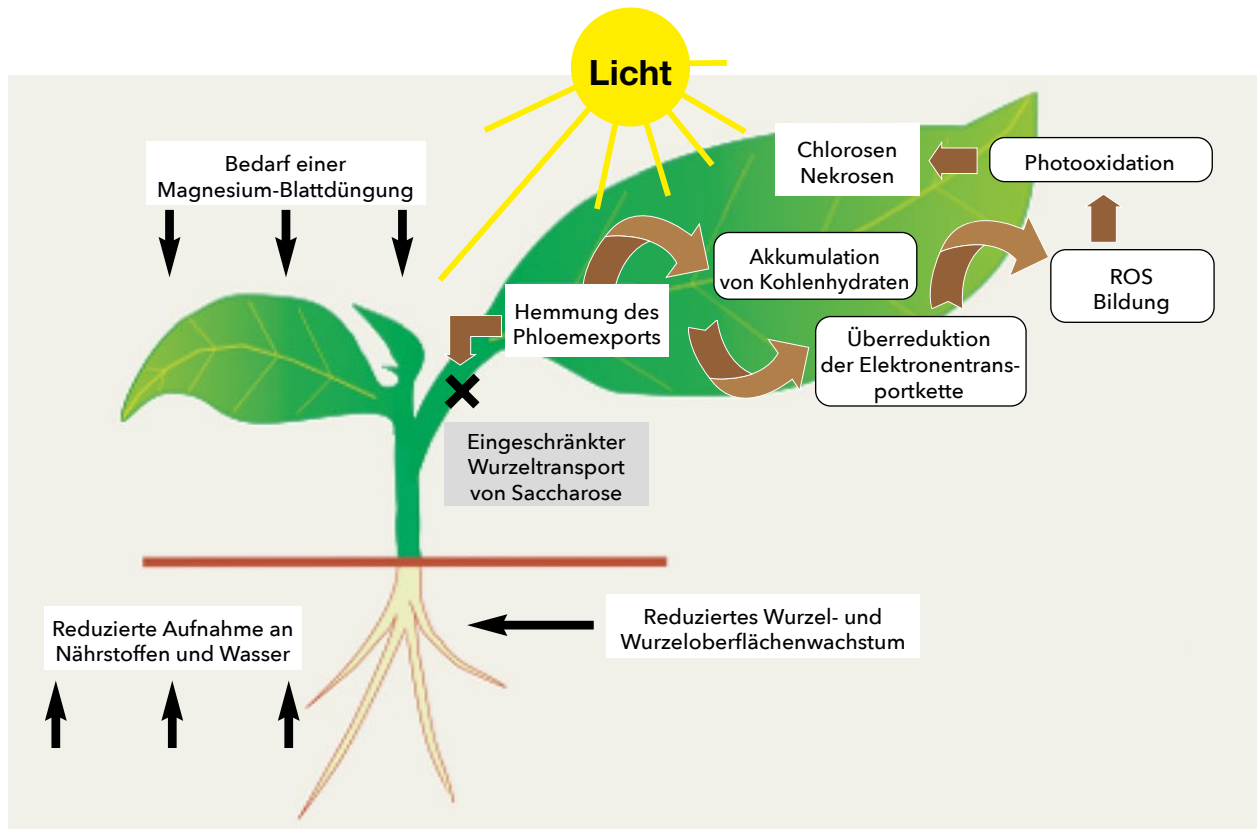
- Kartoffeln werden häufig auf magnesiumarmen Sand- und Lössstandorten angebaut, die eine Magnesiumdüngung erfordern.
- Ein zunehmend hoher Kaliumbedarf und eine Stickstoffdüngung überwiegend in Ammoniumform konkurrieren mit dem Magnesium um die Aufnahme in die Pflanze. Daher ist gerade in modernen Düngesystemen ein Ausgleich mit schnell wirksamen Magnesiumformen zu schaffen. ESTA Kieserit gran. besteht aus direkt aufnehmbarem Magnesiumsulfat (25 % MgO und 20 % S). Hiervon werden 2-4 dt/ha Aufwandmenge empfohlen.
- Patentkali (30 % K<sub>2</sub>O, 10 % MgO, 17 % S) enthält die drei Nährstoffe Kalium, Magnesium und Schwefel in sulfatischer, sofort pflanzenverfügbarer Form.
- Sulfatisches Magnesium ist voll wasserlöslich und insbesondere auf Standorten mit hohen pH-Werten zur Deckung des hohen Magnesiumbedarfes erforderlich.

**Einfluss von KALISOP und Patentkali auf den Ertrag**



Patentkali erhöht den Knollenertrag auch bei hohen Magnesiumgehalten im Boden.

## Physiologische Wirkungen von Magnesiummangel



Cakmak und Kirkby, 2008, *Physiol Plant*

### Düngung mit Magnesium

- Der Grundbedarf an Magnesium in Höhe von 40–80 kg MgO/ha muss über eine Bodendüngung abgedeckt werden.
- Magnesium wird im Laufe der Vegetation wesentlich später aufgenommen als Kalium. Stressbedingungen (Kälte, Trockenheit, Kationen-Antagonismen) können die Magnesiumaufnahme aus dem Boden erheblich einschränken, wodurch es zu temporären Engpässen in der Magnesiumversorgung der empfindlichen Kartoffelpflanzen kommen kann.
- Durch eine Blattdüngung mit EPSO Top (16% MgO, 13% S) oder EPSO Microtop (15% MgO, 12% S, 0,9% B, 1% Mn), meist in Verbindung mit den ersten Krautfäulebehandlungen, wird einem Magnesium-, Schwefel- und Spurenelementmangel entgegengewirkt und vorgebeugt. Düngungsversuche verschiedener Versuchsansteller zeigen Mehrerträge durch die EPSO Top-Blattdüngung zu Kartoffeln in Höhe von 4–10% auch bei ausreichender Magnesiumversorgung im Boden (Gehaltsklasse C). Gleichzeitig wird der TS- bzw. Stärkegehalt leicht erhöht.

### Unsere Empfehlung zur Magnesiumdüngung

#### Bodendünger

**Patentkali®**

30% K<sub>2</sub>O · 10% MgO · 42,5% SO<sub>3</sub>

**ESTA® Kieserit**

25% MgO · 50% SO<sub>3</sub>

**Düngezeitpunkt:** Grunddüngung im Frühjahr

#### Blatt- und Flüssigdünger

**EPSO Top®**

16% MgO · 32,5% SO<sub>3</sub>

**Düngezeitpunkt:** Ist ausreichend Blattmaterial gebildet, kann EPSO Top mehrfach während der Vegetation appliziert werden.

# Mikronährstoffe nicht vergessen

## Blattdüngung mit Mangan und Bor

Mikronährstoffe (Spurennährstoffe) haben im Kartoffelanbau eine große Bedeutung, sie steuern wichtige Entwicklungsabschnitte der Pflanzen. Selbst temporärer Mangel kann zu Ertrags- und Qualitätseinbußen führen. Schlechte Versorgung mit Mangan und Bor wirken aufgrund eines veränderten Ertragsniveaus und zunehmender Trockenphasen mehr als in früheren Jahren limitierend hinsichtlich Ertrag und Qualität. Um eine Festlegung im Boden zu umgehen, sollten diese Spurennährstoffe über das Blatt appliziert werden. Durch die Blattdüngung mit EPSO Microtop (15 % MgO, 12 % S, 0,9 % B, 1 % Mn) kann die bei allen vier Nährstoffen standort- oder witterungsbedingt ungenügende Aufnahme aus dem Boden überbrückt werden. Bei besonders hohem Borbedarf (z.B. niedrige Bodengehalte) sollte zu Blühbeginn EPSO Bortop eingesetzt werden.

## Starke Zellen

Bor wird zur Zellausbildung, Stabilisierung der Zellwände und Bildung energiereicher Inhaltsstoffe wie Zucker und Stärke

benötigt. Die Eisenfleckigkeit der Knollen wird überwiegend durch Viren, welche von freilebenden Nematoden übertragen werden, hervorgerufen. In einigen Fällen scheint ein hoher Borgehalt in der Knolle dieses Schadsymptom in seiner Ausprägung zu reduzieren.

## Positive Wechselwirkungen

Mangan drängt Bodenbakterien zurück, die einen Befall der Knolle mit Flach- oder Oberflächenschorf induzieren. Daher führt eine entsprechende Zufuhr besonders auf leichten und trockenen Standorten zu weniger schorfigen Stellen auf dem Erntegut. Mangan hat z.T. ähnliche Aufgaben im Stoffwechsel wie Magnesium. Die gleichzeitige Düngung beider Nährstoffe ist daher ernährungsphysiologisch günstig. Durch die kombinierte Blatt- und Flüssigdüngung mit Mg, S, Mn und B über EPSO Microtop wird das Risiko der Schwarzfleckigkeit gesenkt.



## Unsere Empfehlung zur Blatt- und Flüssigdüngung mit Mikronährstoffen

**EPSO Microtop®**

15 % MgO · 31 % SO<sub>3</sub> · 0,9 % B · 1 % Mn

**EPSO Bortop®**

12,6 % MgO · 25 % SO<sub>3</sub> · 4 % B

### Düngeempfehlung:

Eine Konzentration von 5 kg/100 l (5%) Wasser sollte nicht überschritten werden.

### Düngezeitpunkt:

Zum Reihenschluss bis Ende der Blüte 5 x 10 kg/ha EPSO Microtop, bei höherem Borbedarf kann hier 1-2 x 5-10 kg EPSO Bortop isoliert oder in Kombination mit den Krautfäulebehandlungen appliziert werden.

### Technischer Hinweis:

Die Mischbarkeit mit den Pflanzenbehandlungsmitteln ist zu prüfen.

**Mangelsymptome erkennen**  
**Ertrags- und Qualitätsverluste vermeiden**



*Bormangel an Kartoffeln*



*Stippigkeit respektive Eisenfleckigkeit an Kartoffeln*



*Manganmangel an Kartoffeln*



*Schorfbefall und Manganmangel sind bei Kartoffeln eng korreliert.*


# Unsere Düngeempfehlung für den Kartoffelanbau

- Alle K+S-Düngemittel enthalten die Nährstoffe in voll wasserlöslicher Form. Daher ist in der Regel eine einmalige Gabe vor dem Pflanzen ausreichend. Eine Unterfußdüngung ist ebenso möglich. Zur Steuerung bestimmter Qualitätsmerkmale (UWG) kann eine Teilmenge Patentkali auch noch bis zum Reihenschluss appliziert werden.
- Die Düngung von Kartoffeln muss auf die Ertragserwartung und die Verwertungsrichtung abgestimmt werden.
- In Gehaltsklasse C sind für ein Ertragsniveau von 40-60 t/ha folgende Düngermengen auszubringen:
 


<b>Speise-/Pflanzkartoffeln</b>	<b>7 - 11 dt/ha Patentkali</b>
<b>Stärkekartoffeln</b>	<b>6 - 8 dt/ha Patentkali</b>
<b>Veredelungskartoffeln</b>	<b>8 - 12 dt/ha Patentkali</b>
- Eine Düngung in Form von Wirtschaftsdüngern oder anderen organischen Stoffen wird oftmals den vom Markt geforderten Qualitätsansprüchen nicht gerecht. Die Bewertung der Stickstoffzufuhr gestaltet sich eher schwierig, daraus resultiert häufig eine Mangel- oder auch Überschusssituation. Organische Düngung führt in vielen Fällen aufgrund absolut niedriger Gehalte wie auch antagonistischer Effekte zu Defiziten beim Magnesium.
- Bei niedriger Kaliumversorgung des Bodens wird der Stärkegehalt durch die Patentkali-Düngung zunächst gesteigert. Der durch hohe Kaliumgaben senkende Effekt auf den Stärkegehalt kann bei Düngung in sulfatischer Form stark vermindert werden. Der optimale Stärkeertrag liegt nahe beim optimalen Knollenertrag.
- Patentkali enthält Kalium und Magnesium im idealen Verhältnis 3 : 1. Damit kann gleichzeitig dem hohen Magnesiumbedarf der Kartoffel entsprochen werden.
- Mit Patentkali wird gleichzeitig der Schwefelbedarf abgedeckt. Alle drei Nährstoffe liegen in sulfatischer, sofort pflanzenverfügbarer Form vor.
- Besteht höherer Kaliumbedarf ist eine Bodendüngung mit KALISOP (50% K<sub>2</sub>O + 18% S) oder eine Blattdüngung mit soluSOP 52 organic (52% K<sub>2</sub>O + 18% S) empfehlenswert.
- Durch eine Blattdüngung mit EPSO Top, EPSO Microtop von 25-50 kg/ha oder eine Anwendung von EPSO Bortop von 5-10 kg/ha aufgeteilt in mehrere Teilgaben, meist zusammen mit Pflanzenschutzmaßnahmen, kann temporärer Nährstoffmangel an Magnesium, Schwefel, Bor oder Mangan ausgeglichen und/oder diesem vorgebeugt werden.

## Unsere Produkte für den Kartoffelanbau auf einen Blick



Blatt- und Flüssigdüngung		Nährstoffangaben in %				
		K <sub>2</sub> O	MgO	S	B	Mn
<b>soluSOP<sup>52</sup> organic</b>	✓	52	-	18	-	-
<b>EPSO<sup>Top</sup></b>	✓	-	16	13	-	-
<b>EPSO<sup>Microtop</sup></b>	✓	-	15	12,4	0,9	1
<b>EPSO<sup>Bortop</sup></b>	✓	-	12,6	10	4	-

Bodendüngung		Nährstoffangaben in %				
		K <sub>2</sub> O	MgO	S	B	Mn
<b>Patentkali<sup>®</sup></b>	✓	30	10	17	-	-
<b>KALISOP<sup>®</sup></b>	✓	50	-	18	-	-
<b>ESTA<sup>®</sup> Kieserit</b>	✓	-	25	20	-	-

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

# Patentkali®

Die Erfolgsformel -  
für höchste Qualität



## Patentkali®

### EG-DÜNGEMITTEL

#### Kaliumsulfat mit Magnesium

- 30% K<sub>2</sub>O** wasserlösliches Kaliumoxid
- 10% MgO** wasserlösliches Magnesiumoxid
- 42,5% SO<sub>3</sub>** wasserlösliches Schwefeltrioxid (= 17% S)

#### Patentkali\*

- ist ein Kaliumspezialdünger mit hohen Gehalten an Magnesium und Schwefel. Die Nährstoffe liegen in sulfatischer Form vor, sind wasserlöslich und damit für die Pflanze sofort verfügbar. Der Magnesiumanteil im Patentkali stammt im Gegensatz zu vielen anderen Magnesiumdüngemitteln zu 100% aus dem natürlichen Mineral Kieserit (MgSO<sub>4</sub> · H<sub>2</sub>O).
- wirkt unabhängig vom pH-Wert des Bodens und ist daher auf allen Standorten einsetzbar.
- sichert eine hohe Streuqualität. Das Korngrößenspektrum ermöglicht eine verteilgenaue Ausbringung auch bei großen Streubreiten.
- ist wegen seines hohen Schwefelanteils (17% S) insbesondere für Pflanzen mit hohem Schwefelbedarf (Raps, Sonnenblumen, Kohllarten, Zwiebeln, Lauch etc.) geeignet. Zudem verbessert eine gute Schwefelversorgung der Pflanzen die Ausnutzung des Stickstoffs.
- 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.

# KALISOP®

## Spitzenqualität - für alle Spezialkulturen



**KALISOP®**

max. 1% Chlorid

### EG-DÜNGEMITTEL Kaliumsulfat gran.

**50 % K<sub>2</sub>O** wasserlösliches Kaliumoxid

**45 % SO<sub>3</sub>** wasserlösliches Schwefeltrioxid (= 18 % S)

#### KALISOP®

- ist ein hochkonzentrierter Kaliumsulfat-Dünger mit 50 % K<sub>2</sub>O und 18 % S in Sulfatform.
- ist vollständig wasserlöslich, so dass die Nährstoffe Kalium und Schwefel direkt pflanzenverfügbar sind.
- ist praktisch chloridfrei (max. 1 % Cl) und dadurch die ideale Kaliumquelle für chloridempfindliche Kulturen.
- hat im Vergleich zu anderen Kaliumdüngern einen niedrigen Salzindex und eignet sich daher besonders für die Düngung wertvoller Spezialkulturen in intensiven Anbausystemen.
- ist der ideale Dünger für Kulturen mit hohem Schwefelbedarf. Schwefel verbessert die Effizienz der Stickstoffdüngung und wirkt sich positiv auf Ertrag und Qualität aus.
- ist nicht hygroskopisch und somit gut lagerfähig.
- 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.



# ESTA® Kieserit

## Fein und granuliert - 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 Magnesium- und Schwefeldünger mit 25% MgO und 50% SO<sub>3</sub> (20% S).
- enthält die Nährstoffe Magnesium und Schwefel in voll wasserlöslicher und somit sofort pflanzenverfügbarer Form.
- wirkt unabhängig vom pH-Wert des Bodens und ist daher auf allen Standorten einsetzbar.
- weist eine hervorragende Korngrößenverteilung, Kornhärte und Streufähigkeit auf und kann mit allen modernen Düngerstreuern gezielt und ordnungsgemäß ausgebracht werden.
- eignet sich hervorragend zum Einsatz in mechanischen Düngermischungen.
- 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.

# **soluSOP<sup>®</sup> 52** organic

## Das Beste aus der Natur - für Ihre Spezialkulturen



**soluSOP<sup>®</sup> 52**  
organic

### **EG-DÜNGEMITTEL Kaliumsulfat**

**52% K<sub>2</sub>O** wasserlösliches Kaliumoxid

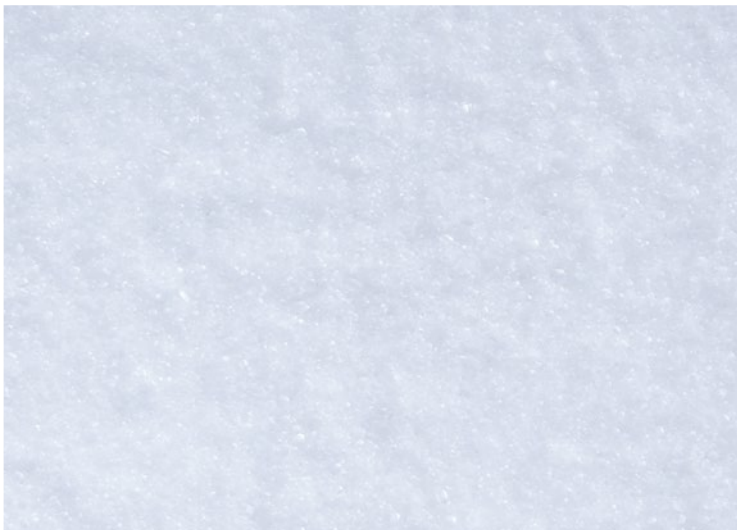
**45% SO<sub>3</sub>** wasserlösliches Schwefeltrioxid (= 18% S)

#### **soluSOP 52 organic**

- ist ein hochkonzentrierter Kaliumdünger auf Sulfatbasis mit ausgesprochen niedrigem Chloridgehalt und wasserlöslichen Nährstoffen.
- ist gut geeignet zum Ausbringen mit Pflanzenschutzspritzen als Blattdünger bzw. Einspeisen in Bewässerungssysteme (Fertigation).
- wird als staubarme, rieselfähige Ware geliefert und kann somit auch als Einzeldünger in fester Form eingesetzt werden.
- 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.

# EPSO<sup>Top</sup><sup>®</sup>

## Magnesium & Schwefel - Nährstofflücken schließen



### EPSO<sup>Top</sup><sup>®</sup>

#### 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 ( $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ ).
- 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. 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.
- entfaltet seine Wirksamkeit unabhängig von der Bodenfeuchte, die für die Anlieferung der Nährstoffe an die Wurzeln nötig ist. Die Nährstoffe werden direkt über das Blatt aufgenommen.
- erreicht, wie bei Blattdüngung allgemein üblich, 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.

# EPSOMicrotop®

## Der spezielle Blattdünger – das Extra Bor und Mangan



EPSOMicrotop®

### EG-DÜNGEMITTEL

#### Magnesiumsulfat mit Spurennährstoffen 15+31

- 15% MgO** wasserlösliches Magnesiumoxid
- 31% SO<sub>3</sub>** wasserlösliches Schwefelsäureanhydrid (= 12,4% S)
- 0,9% B** wasserlösliches Bor
- 1% Mn** wasserlösliches Mangan

#### EPSO Microtop®

- ist ein sofort wirksamer Blattdünger mit den Nährstoffen Magnesium und Schwefel sowie Bor und Mangan. Alle Nährstoffe liegen in wasserlöslicher Form vor.
- ergänzt den zunehmenden Bedarf an Mikronährstoffen (Spurennährstoffen).
- kann sofort über das Blatt vollständig aufgenommen und damit schnell wirksam werden.
- verhindert Mangelerscheinungen während des Wachstums an Magnesium, Schwefel, Bor und Mangan schnell und sicher.
- ist besonders geeignet als kostengünstige Vorsorgemaßnahme zur Vermeidung von Mangelsituationen.
- entfaltet seine Wirksamkeit unabhängig von der Bodenfeuchte, die für die Anlieferung der Nährstoffe an die Wurzeln nötig ist. Die Nährstoffe werden direkt über das Blatt aufgenommen.
- ermöglicht eine schnelle, gezielte und dosierte Ausbringung von Bor und Mangan in Verbindung mit Magnesium und Schwefel.
- sollte bei borempfindlichen Kulturen, wie z.B. allen Getreidearten, Erdbeeren etc., nur in Kenntnis des Borgehaltes des Bodens oder der Pflanzen eingesetzt werden.
- 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.

# EPSOBortop®

## Der wasserlösliche Blattdünger - mit dem Extra an Bor



EPSOBortop®

### EG-DÜNGEMITTEL

Magnesiumsulfat mit Spurennährstoffen 12,6+25

**12,6% MgO** wasserlösliches Magnesiumoxid  
**25% SO<sub>3</sub>** wasserlösliches Schwefelsäureanhydrid (= 10% S)  
**4% B** wasserlösliches Bor

### EPSO Bortop®

- ist ein sofort wirksamer Blattdünger, der die Nährstoffe Magnesium, Schwefel und Bor in voll wasserlöslicher Form enthält.
- ist sehr gut pflanzenverträglich und sichert eine effiziente Nährstoffaufnahme über das Blatt.
- löst sich schnell und absolut rückstandsfrei auf.
- ist ideal geeignet, um mittel bis stark borbedürftige Kulturen während der Vegetation mit Bor zu versorgen. Ein Splitting des Einsatzes von EPSO Bortop in 2-3 Gaben erhöht die Effizienz der Maßnahme.
- bewirkt eine Absenkung des Spritzwasser-pH-Werts um bis zu zwei Einheiten unabhängig von der Wasserhärte.
- entfaltet seine Wirksamkeit unabhängig von der Bodenfeuchte, die für die Anlieferung der Nährstoffe an die Wurzeln nötig ist. Die Nährstoffe werden direkt über das Blatt aufgenommen.
- ist sowohl einzeln als auch in Kombination mit vielen Pflanzenschutzmitteln anwendbar.
- 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-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

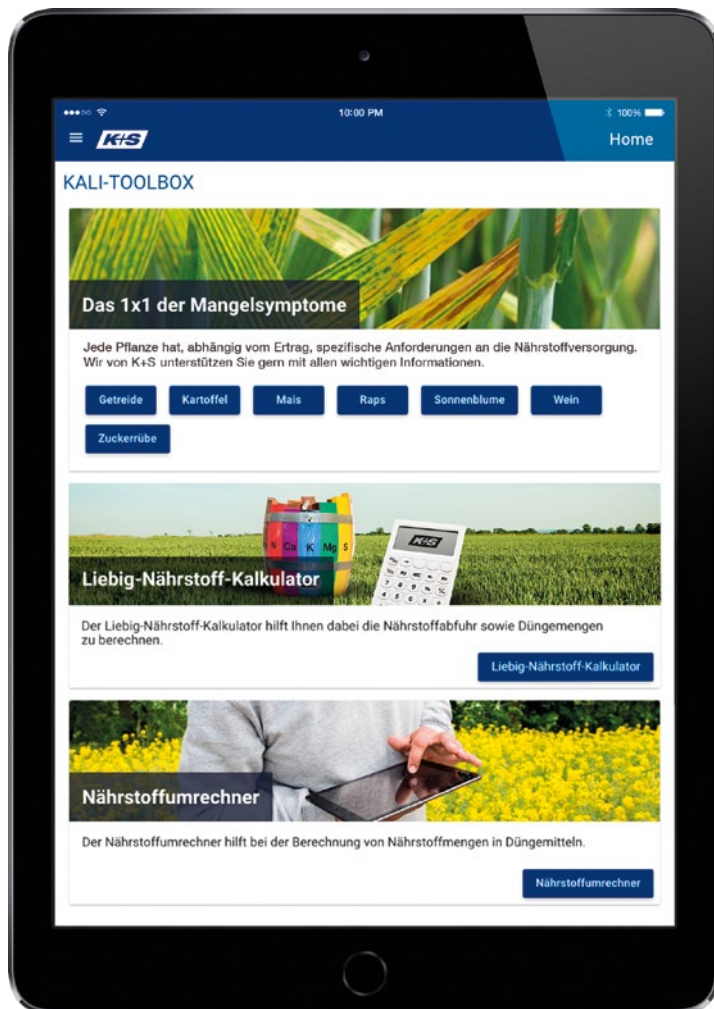
Sie möchten genau wissen, welche Pflanzennährstoffe in welcher Menge Ihre Kulturen benötigen? Mit dem neuen **Liebig-Nährstoff-Kalkulator** können Sie die Nährstoffentzüge ganz bequem in nur wenigen Schritten per App berechnen.

### 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 & 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 ihrer 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 aus der Abteilung Agronomy & Advisory mit Forschung und Beratung oder unsere 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](http://www.kpluss.com)

### **K+S Minerals and Agriculture GmbH**

Agronomy & Advisory  
Bertha-von-Suttner-Str. 7  
34131 Kassel · Deutschland

Telefon +49 561 9301-0  
Fax +49 561 9301-1753  
[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**  
[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.

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

Fotos: K+S Minerals and Agriculture GmbH,  
[iStockphoto.com](http://iStockphoto.com)



# 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



**Reinhard Elfrich**

Telefon +49 2582 9363  
Mobil +49 176 12348347  
reinhard.elfrich@k-plus-s.com



**Erwin Niederländer**

Telefon +49 6893 6388  
Mobil +49 176 12348350  
erwin.niederlaender@k-plus-s.com







**Dr. Steffen  
Leidel**

**Bernd  
Frey**

**Frank  
Hertwig**

**Dr. Ludwig  
Lichtenegger**



**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 9503714  
Mobil +49 176 12347930  
ludwig.lichtenegger@k-plus-s.com



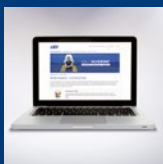


# KALI AKADEMIE®

WISSEN SCHAFFT WERTE

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

Mit der KALI Akademie bieten wir Landwirten, Händlern, Beratern und Nachwuchskräften wertvolle Informationen aus dem Bereich der Pflanzenernährung und Praxis-Tipps gebündelt auf einer Wissensplattform. 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!



### 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)



### 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)



### Webinare

Informationen zu relevanten Themen kompakt, effektiv und schnell bekommen Sie in unseren interaktiven Webinaren: [webinare.kali-akademie.de](http://webinare.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)**





**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

