

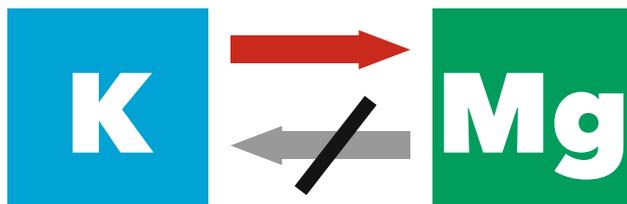
Kalium-Magnesium-Antagonismus

Wie beeinflusst Kalium die Aufnahme von Magnesium?

Eine für die Praxis besonders relevante Nährstoffinteraktion ist die zwischen Kalium und Magnesium. Kalium hat einen antagonistischen, also hemmenden Einfluss auf die Aufnahme von Magnesium.

Dieser Zusammenhang ist deshalb besonders interessant, weil ein Überangebot an Kalium die Aufnahme von Magnesium an der Pflanzenwurzel hemmt, es aber umgekehrt bei hohen Magnesiummengen in der Bodenlösung zu **keiner** Beeinträchtigung der Kaliumaufnahme kommt. Es handelt sich also um einen **einseitigen Antagonismus**.

Einseitiger Antagonismus von Kalium gegenüber Magnesium



Einseitiger Antagonismus:

Ein Nährstoff reduziert die Verfügbarkeit eines anderen Nährstoffs im Boden, hemmt die Aufnahme in die Pflanze oder seine Funktion im Stoffwechsel der Pflanze. Umgekehrt findet jedoch **keine** Beeinträchtigung statt.

Beidseitiger Antagonismus:

Die Verfügbarkeit im Boden, die Aufnahme in die Pflanze oder die Funktion im Stoffwechsel der Pflanze wird durch zwei Nährstoffe **gegenseitig** gehemmt.

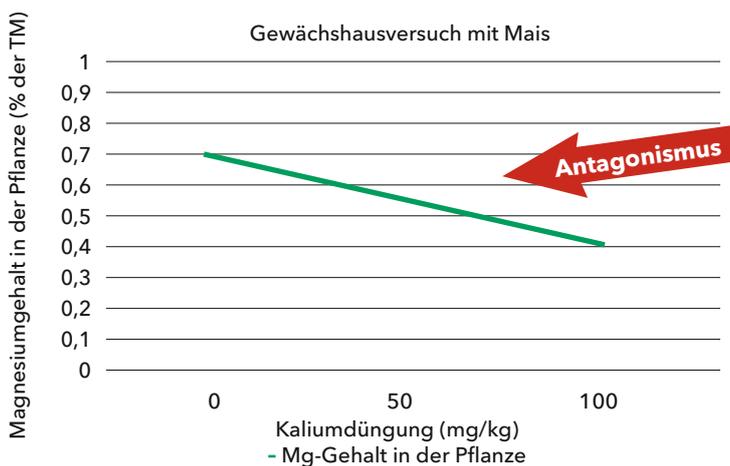


Kalium-Magnesium-Antagonismus

Durch die Düngungspraxis, wie z.B. die Ausbringung von größeren Kaliummengen ohne eine gleichzeitige Gabe von Magnesium, kann das Nährstoffverhältnis an der Wurzeloberfläche zu Ungunsten von Magnesium verschoben werden. In diesem Fall kann ein Magnesiummangel entstehen, obwohl der Boden laut Bodenanalyse ausreichend mit Magnesium versorgt ist, da Kalium die Aufnahme von Magnesium hemmt. Umgekehrt gilt dieser beschriebene Antagonismus nicht - auch bei einem sehr hohen Magnesiumangebot nehmen Pflanzen noch ausreichend Kalium auf.

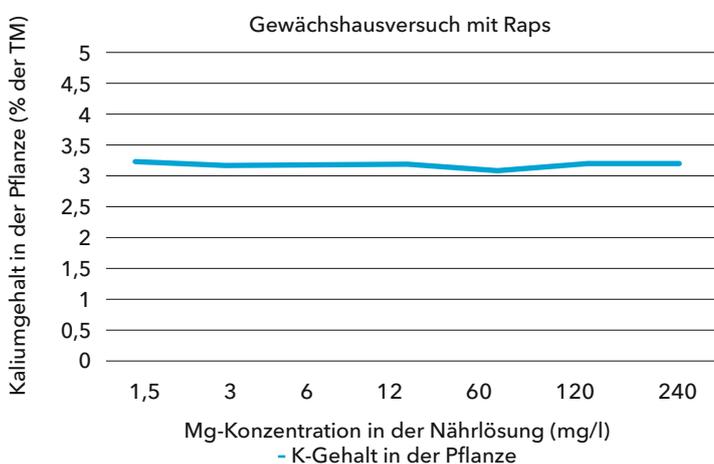
Kalium- und Magnesium-Verfügbarkeiten

Bei hoher Kaliumverfügbarkeit sinkt die Magnesiumaufnahme



Daten aus Claassen und Wilcox, 1974

Bei hoher Magnesiumverfügbarkeit bleibt die Kaliumaufnahme konstant



Daten aus Seggewiss, 1986

Warum hemmt Kalium die Aufnahme von Magnesium - aber nicht umgekehrt?

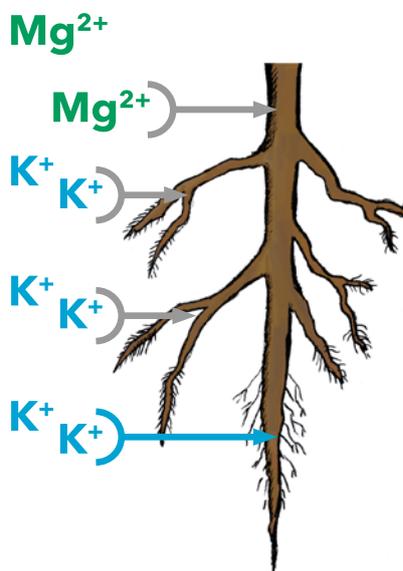
Die Nährstoffaufnahme in die Pflanzen erfolgt über sogenannte Transportproteine, die in den Membranen der Wurzelzellen lokalisiert sind. Nährstoffe werden in Form von geladenen Ionen (Kationen und Anionen) aufgenommen und es gibt Transporter für die Aufnahme von Kationen und andere Transporter für die Aufnahme von Anionen.

Sowohl Magnesium als auch Kalium werden in Form von Kationen, also generell über die gleichen Transporter, von der Pflanze aufgenommen. Sie konkurrieren zusammen mit anderen Kationen um dieselben, unspezifischen (nicht auf ein spezielles Kation spezialisierte) Transporter.

Deshalb kann ein sehr großes Angebot an Kalium die Magnesiumaufnahme stören. Eine hohe Magnesiumverfügbarkeit hat jedoch keinen Einfluss auf die Kaliumaufnahme, da Pflanzen im Laufe der Evolution spezifische Transporter entwickelt haben, die ausschließlich Kalium transportieren können. Sind also die unspezifischen Kationen-Transporter durch Magnesium belegt, kann die Aufnahme von Kalium über die spezifischen Kalium-Transporter erfolgen. Pflanzen verhindern über dieses System, dass es aufgrund einer hohen Magnesium- (oder auch Calcium-)versorgung in natürlichen Bodenvorkommen oder über die Düngung zu einer Unterversorgung mit Kalium kommt.

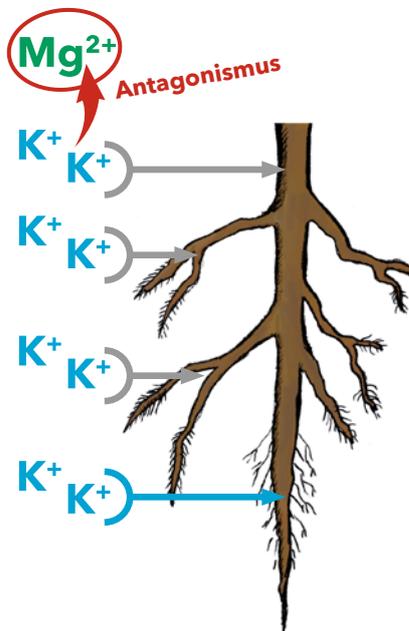
Transportsysteme für die Aufnahme von Kalium und Magnesium in die Pflanzenwurzel

Ausgewogenes K-/Mg-Verhältnis



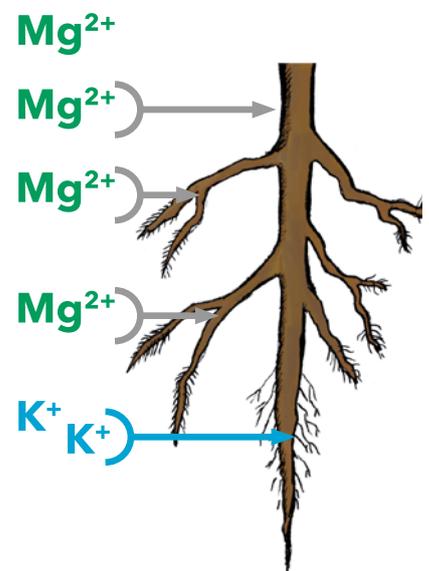
Kalium wird über spezifische und unspezifische Transporter aufgenommen, Magnesium ausschließlich über unspezifische Transporter. Beide Nährstoffe werden bedarfsgerecht in die Pflanzenwurzel aufgenommen.

Hohe K-Verfügbarkeit, geringe Mg-Verfügbarkeit



Das Überangebot an Kalium blockiert auch die unspezifischen Transporter, aufgrund dieses Aufnahmeantagonismus kann **nicht genug Magnesium aufgenommen werden**.

Hohe Mg-Verfügbarkeit, geringe K-Verfügbarkeit



Magnesium blockiert die unspezifischen Transporter, Kalium kann dennoch über spezifische Transporter aufgenommen werden und so ist die Versorgung der Pflanze gesichert.

-  Unspezifische Kationen-Transporter zur Aufnahme von z.B. K^+ oder Mg^{2+}
-  Spezifische K^+ -Transporter (sie nehmen ausschließlich K^+ -Ionen auf)

Kalium-Magnesium-Antagonismus

Aus welchem Grund Pflanzen ausgerechnet für Kalium ein spezifisches Transportsystem entwickelt haben, ist noch nicht bis ins Detail geklärt. Die aktuelle These der Forschung lautet: Pflanzen benötigen Mechanismen, um ihren Nährstoffbedarf auch dann noch zu decken, wenn es zwischen der Konzentration in der Pflanze und im Boden einen großen Gradienten gibt. Von der Pflanze wird Kalium in relativ hohen Mengen benötigt und liegt dort als ungebundenes, freies Ion vor. In der Bodenlösung liegen Kaliumionen meist in deutlich niedrigeren Konzentrationen vor, da sie an Tonminerale fixiert werden.

Bei anderen Kationen wie z. B. Magnesium und Calcium ist das Verhältnis von Bodenlösung zu Pflanze eher umgekehrt, was zum einen durch den geringeren Bedarf und den Einbau dieser Nährstoffe in die organische Substanz erklärt werden kann. Zum anderen werden diese beiden Kationen auch schwächer im Boden gebunden.

Antagonismus im Feldversuch

Der Antagonismus von Kalium zu Magnesium wird vielfach auch in Feldversuchen sichtbar - so wie hier am Beispiel Wintergerste auf der rechten Seite: In den Parzellen wur-

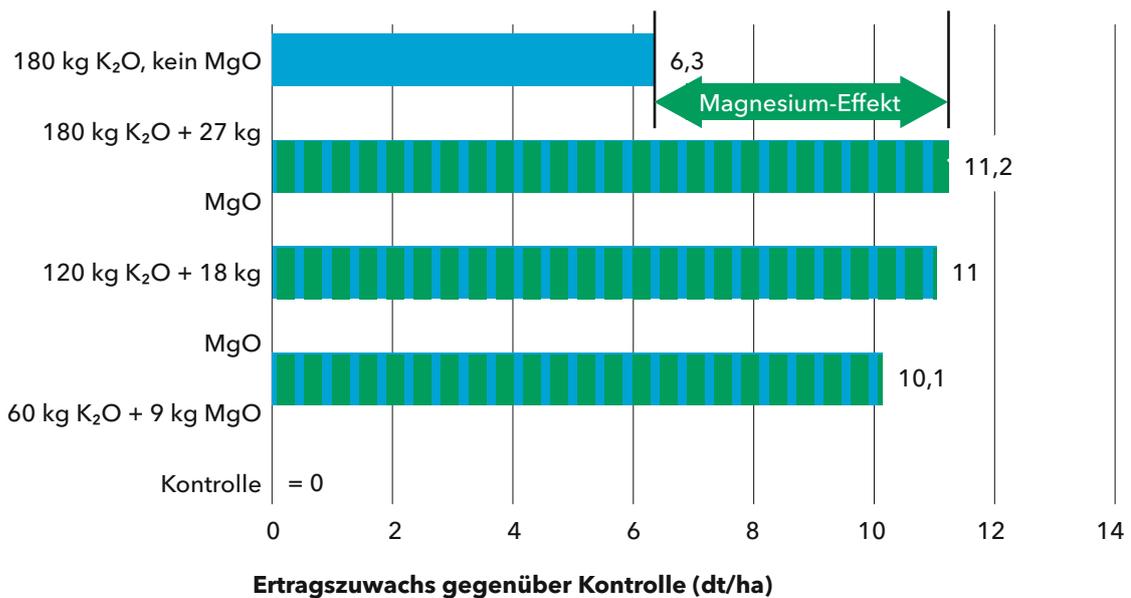
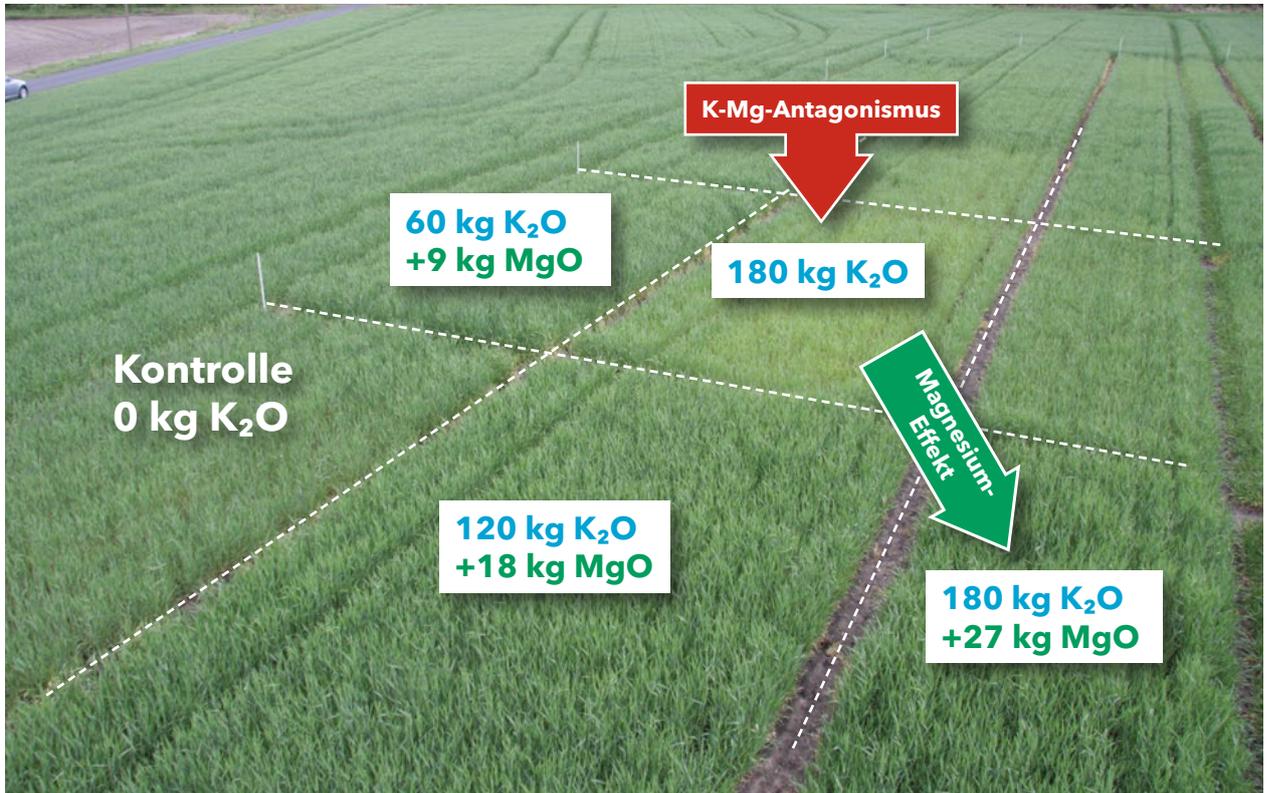
den unterschiedliche Mengen Kalium gedüngt, zum Teil in Kombination mit Magnesium. Bereits in der Wachstumsperiode wurden die Unterschiede sichtbar und der Effekt der Magnesiumdüngung trat deutlich zutage.

Auf dem leichten und zu Trockenheit neigenden Boden steigt der Ertrag mit steigender Kali- und Magnesiumgabe. Das Ertragsoptimum liegt in den Varianten mit kombinierter Kalium-/Magnesium-Düngung (siehe Grafik auf Seite 5). Die Verwertung des zugeführten Kaliums bleibt bei isolierter Anwendung hinter der Effizienz des Kalium-Magnesium-Düngers zurück.

Dieser Effekt ist nicht etwa auf eine mangelnde Magnesiumverfügbarkeit zurückzuführen, denn der Bodengehalt an Magnesium lag vor Versuchsbeginn in der Gehaltsklasse D. In der Versuchspartzeile mit 180 kg K₂O/ha ohne zusätzliche Magnesiumgabe tritt offensichtlich ein Kalium-Magnesium-Antagonismus auf, bei dem die hohe Menge an Kalium die unspezifischen Transporter blockiert. Nur durch die kombinierte Gabe von Kalium und Magnesium können beide Nährstoffe in bedarfsgerechter Menge aufgenommen und das Ertragspotenzial realisiert werden.



Kalium-Magnesium-Antagonismus im Feldversuch mit Wintergerste



Kalium: Gehaltsklasse C
Magnesium: Gehaltsklasse D

Die Angaben beziehen sich je auf die Nährstoffmenge in kg pro ha.

Quelle: Feldversuch der
 K+S Minerals and Agriculture GmbH

Kalium-Magnesium-Antagonismus

Wie kann der Antagonismus in der Praxis vermieden werden?

In der Praxis lässt sich das Auftreten dieses Nährstoff-Antagonismus vermeiden, indem Kalium in Kombination mit Magnesium gedüngt wird bzw. ein hohes Kaliumangebot aus organischen Stoffen durch eine gezielte Magnesiumdüngung ausgeglichen wird.

Mit einem Kalium-/Magnesium-Verhältnis von 3 : 1 im Boden kann eine Aufnahme beider Nährstoffe gewährleistet werden. Dies wird auch durch die jeweiligen Konzentrationsbereiche in der Bodengehaltsklasse C sichergestellt.

Abweichend davon sollte im Weinbau dieses Verhältnis etwas enger sein (2,5 : 1), um der Gefahr von Stiellähme vorzubeugen. Im Obst- und Gemüsebau reicht die Spannweite des optimalen Nährstoffverhältnisses je nach Kultur von 2 : 1 bis 5 : 1. Dies sichert einen hohen Ertrag und eine gute Qualität der Ernteprodukte.



OPTIMALES KALIUM-/ MAGNESIUM-VERHÄLTNIS

Für die meisten Kulturen:

K : Mg = 3 : 1

Weinbau:

K : Mg = 2,5 : 1

Obst und Gemüse:

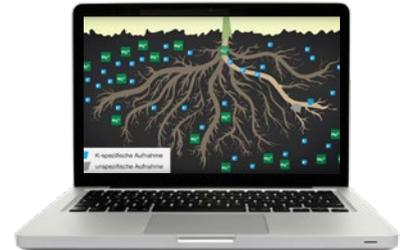
K : Mg = 2 : 1 bis 5 : 1,
je nach Nährstoffbedarf
der jeweiligen Kultur



Entscheidend für den Erfolg der ausgewogenen Kalium- und Magnesiumdüngung ist auch die Wahl der geeigneten Magnesiumform. Dabei ist zum einen auf die Löslichkeit zu achten, zum anderen auf weitere im Magnesiumdünger enthaltene Kationen. Dies ist z.B. bei Dolomit der Fall, der neben Magnesium große Mengen an Calcium enthält. Dies kann wiederum zu einer Unterdrückung der Magnesiumaufnahme führen (Ca:Mg-Antagonismus). Daher empfiehlt sich die Anwendung von Magnesium in Form von Sulfat.

FAZIT:

Ein Überangebot an Kalium kann die Aufnahme von Magnesium hemmen. Umgekehrt findet dieser Antagonismus nicht statt. Daher sollte bei der Düngung stets ein hohes Augenmerk auf der bedarfsgerechten Magnesiumversorgung liegen.



Im Video erklären wir das ideale Verhältnis von Kalium und Magnesium.

 video.kali-akademie.de





K+S Minerals and Agriculture GmbH

Bertha-von-Suttner-Str. 7
34131 Kassel, Deutschland

+49 561 9301-0
kali-akademie@k-plus-s.com
www.kali-akademie.de

Ein Unternehmen der K+S

