



_____ Alles rund um _____
TROCKENSTRESS

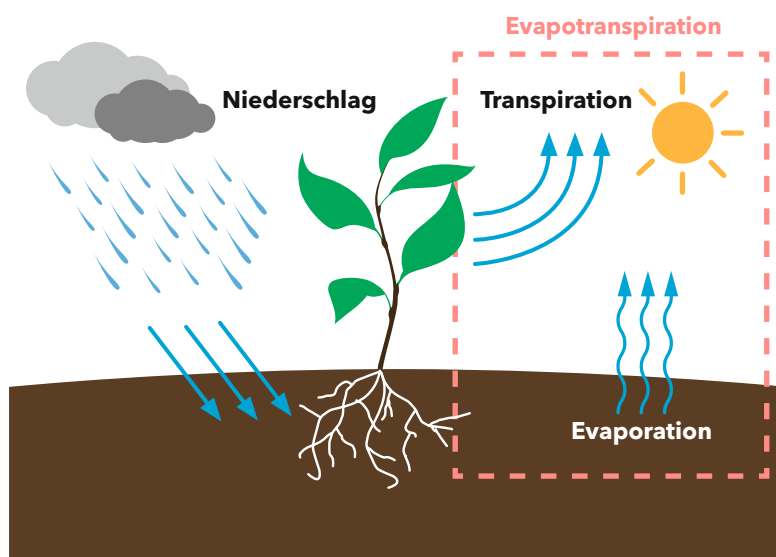


Mehr Infos zum WISSENS SPEICHER und rund um die
Pflanzenernährung unter www.kali-akademie.de

Trockenstress

Was ist Trockenstress?

Wenn Pflanzen nicht genug Wasser zur Verfügung steht, ist dies für sie ein Stressfaktor, der Wachstum und Entwicklung limitiert. Dabei gehört Trockenstress im Gegensatz zu Schadorganismen, Insekten, Krankheiten und Unkräutern zu den abiotischen Stressfaktoren. Trockenheit entsteht in erster Linie durch zu geringe Niederschläge, aber auch durch eine hohe Evaporation und Transpiration infolge hoher Temperaturen (siehe Infokasten rechts).



EVAPORATION ist die Verdunstung von allen Oberflächen, wie zum Beispiel vom Boden oder von Gewässern. In der Landwirtschaft meint Evaporation vor allem die Verdunstung von Bodenwasser. Sie ist bei hohen Temperaturen und niedriger Luftfeuchte besonders hoch. Geschlossene Bestände beschatten den Boden und reduzieren damit auch die Evaporation. Zudem ist die Verdunstung von Bodenwasser abhängig von der Beschaffenheit der Kapillaren (feine Poren im Boden) - diese werden durch die Bodenbearbeitung nach der Ernte unterbrochen. So wird der Wasserverlust über Verdunstung reduziert.

TRANSPIRATION bezeichnet die Verdunstung von Wasser durch Lebewesen und Pflanzen. In der Landwirtschaft versteht man unter Transpiration vor allem die Abgabe von Wasser über die Stomata (Spaltöffnungen an den Blättern der Pflanzen). Über die Stomata wird CO_2 für die Photosynthese aufgenommen und Wasser abgegeben. Die Transpiration hat einen großen Einfluss auf den Wasserhaushalt der Pflanzen und bedingt über einen Sog auch die Aufnahme weiteren Wassers und darin enthaltener Nährstoffe aus dem Boden. Beeinflusst wird die Transpiration von der Temperatur, der Luftfeuchtigkeit, dem Nährstoffstatus der Pflanze und der Wasseraufnahme durch die Wurzeln bzw. der Verfügbarkeit von Wasser im Boden.

EVAPOTRANSPIRATION ist die Summe aus Evaporation und Transpiration und bezeichnet die Verdunstung von Wasser von allen Oberflächen, Tieren und Pflanzen.

Trockenstress

Ändert sich unser Klima auch in Deutschland?

Global betrachtet gehen Klimaforscher davon aus, dass sich die Mitteltemperatur der Erde um 2 bis 5°C erhöhen wird - je nachdem, wie sich die weltweiten Treibhausgas-Emissionen entwickeln werden. Der Klimawandel wird nicht überall gleichmäßig stattfinden. In einigen Regionen könnte es sogar etwas kühler werden, in anderen ein stärkerer Temperaturanstieg stattfinden.

Doch nicht nur die Temperatur ändert sich, sondern auch andere Klimafaktoren, allen voran die Niederschläge. Im Norden der Erdkugel werden eher mehr Niederschläge erwartet, in Nordafrika oder Südeuropa hingegen geht man von einer Zunahme von Trockenperioden aus.

Bei uns in Deutschland wird sich vor allem die Niederschlagsverteilung ändern: Mehr Niederschlag im Winter, stärker ausgeprägte Trockenheit und Hitzestress im Frühjahr und Sommer. Zudem rechnen Klimaforscher mit zunehmenden Wetterkapriolen: Häufiger und intensiver als in der Vergangenheit werden lange Trockenperioden, Starkregen, Hagel oder Sturm auftreten. Der Sommer 2018 hat uns in weiten Teilen Deutschlands vor Augen geführt, welche verheerenden Folgen die über mehrere Monate anhaltende Trockenheit für die Ernte der Landwirte haben kann. Trockenstress wird auch in den kommenden Jahren immer wieder auftreten.



Klimamodellrechnungen für Deutschland

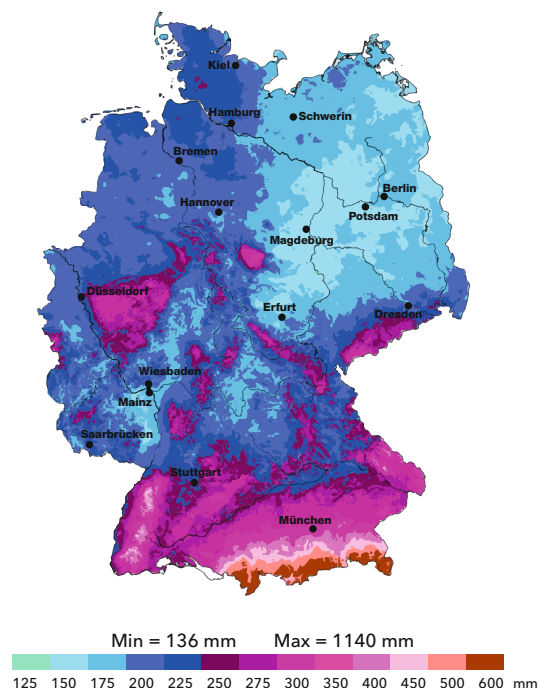
So wird das Klima im Jahr 2050 im Vergleich zu 1990:

- Temperaturanstieg um ca. 1,5 bis 2,5°C
- Sommerniederschläge sinken um bis zu 40%
- Winterniederschläge steigen um bis zu 30%
- Zunahme von Wetterereignissen wie Trocken-/Hitzep Perioden, Starkregen, Hagel, Sturm

Quelle: Deutscher Wetterdienst, Klimawandel - ein Überblick

Niederschlagsentwicklung in Deutschland

Niederschlag im Sommer: Normalwerte (Zeitraum 1961-1990)



Niederschlag im Sommer: Klimaszenario (Zeitraum 2050-2080)



Quelle: Deutscher Wetterdienst - Klimatlas (50. Perzentil, Emissionsszenario A1B)

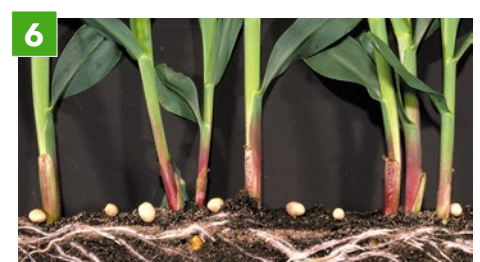
Wie können wir unsere Kulturen vor den Folgen von Trockenstress schützen?

Anders als bei Hagelschäden hat es sich in Deutschland bisher nicht allgemein etabliert, Versicherungen gegen die Folgen von Trockenstress abzuschließen. Derzeit nehmen jedoch die Angebote zur Absicherung von Dürreschäden zu. Sie erfordern eine genaue Abwägung der Kosten und des Risikos.

Darüber hinaus bieten sich eine Reihe pflanzenbaulicher Maßnahmen, die das Risiko von Ertragsausfällen durch Trockenheit reduzieren können:

- 1 Bodenbearbeitung:** Es gilt, die Evaporation des Bodenwassers möglichst gering zu halten. Dazu gehört zum Beispiel eine gute Rückverfestigung des Saatbettes. So können die Bodenporen das Wasser und die darin enthaltenen Nährstoffe halten und es steht für die Keimung zur Verfügung. Nach der Ernte sorgt eine zeitige Bodenbearbeitung dafür, dass die Kapillaren getrennt werden und der Wasserverlust möglichst gering gehalten wird.
- 2 Bodenbedeckung:** Ist der Boden durch ein Blätterdach beschattet, sinkt die Evaporation. In dieser Hinsicht können zum Beispiel Zwischenfrüchte sinnvoll sein.
- 3 Sortenwahl:** Für viele Kulturen sind inzwischen Sorten mit hoher Trockenstresstoleranz verfügbar, die jedoch teilweise bei ausreichenden Niederschlägen hinter dem Ertragspotenzial herkömmlicher Sorten zurückbleiben. Züchter stellen sich der Herausforderung, hier noch weitere Fortschritte zu erzielen.
- 4 Management des Pflanzenbestandes:** Durch die Wahl der Aussaat- bzw. Pflanzdichte kann Einfluss auf den Wasserverbrauch des Bestandes genommen werden.
- 5 Bewässerung:** Insbesondere in Regionen mit leichten Böden verfügen Landwirte über Bewässerungssysteme, kommen aber bei extremer Trockenheit an Kapazitätsgrenzen.
- 6 Nährstoffmanagement:** Eine zentrale Rolle beim Schutz landwirtschaftlicher Kulturen vor Trockenstress nimmt die Versorgung mit Nährstoffen ein. Allgemein macht ein guter Nährstoffstatus die Pflanzen stresstolerant. Eine besondere Rolle im Wasserhaushalt der Pflanzen nehmen Kalium, Magnesium und Schwefel ein.

Eine bedarfsgerechte Versorgung der Kulturen mit Kalium, Magnesium und Schwefel hat eine zentrale Rolle beim Schutz vor Trockenstress und steigert die Wassernutzungseffizienz.



Trockenstress

Was bedeutet Wassernutzungseffizienz?

Die Wassernutzungseffizienz beschreibt, wie viel Wasser für die Produktion einer bestimmten Erntemenge verbraucht wird. Sie lässt sich als Menge produzierter Biomasse pro Einheit Wasserverbrauch messen (z. B. Gramm Trockenmasse pro Liter Wasser). Die Wassernutzungseffizienz misst also die Fähigkeit einer Pflanze, die Ressource Wasser in Biomasse umzusetzen. Das Ziel ist, den Ertrag pro Liter verbrauchtem Wasser zu maximieren.

Entscheidend ist, dass die Pflanzen unter trockenen Bedingungen ihre physiologischen Prozesse noch optimal steuern können und so möglichst gutes Wachstum sowie einen möglichst hohen Ertrag erzielen.



Welche Rolle spielt Kalium bei Trockenstress?

1. Kalium spielt eine zentrale Rolle im Wasserhaushalt der Pflanzen und sorgt damit für eine effiziente Wassernutzung.

Kalium hat im Stoffwechsel der Pflanze viele wesentliche Funktionen. Unter anderem wirkt Kalium als ein wichtiges Osmotikum. Es steuert den Wasserhaushalt der Pflanze von der Wasseraufnahme durch die Wurzel bis zur Abgabe durch die Stomata der Blätter.

Neue Forschungsergebnisse des „Institute of Applied Plant Nutrition“ (IAPN) zeigen, dass Pflanzen die lebenswichtige Funktion ihrer Stomata selbst in Stresssituationen - wie zum Beispiel bei Wasser- und auch Nährstoffmangel - so lang wie möglich aufrechterhalten*.

Bei einer guten Nährstoffversorgung entfaltet Kalium sein volles osmotisches Potenzial, das weit über die Funktion der Stomata hinausgeht: Der osmotische Druck wird durch Kalium in allen Zellen aufrechterhalten und die Pflanze kann über den Sog von den Blättern zu den Wurzeln auch bei beginnender Trockenheit noch deutlich mehr und länger Wasser aufnehmen. Das Wasser gelangt in die Stomata und ermöglicht dort, dass die Photosynthese optimal abläuft: Unter Einwirkung von Licht wird Kohlendioxid aufgenommen und Wasserdampf abgegeben, sodass Kohlenhydrate gebildet werden können. Wie die neuen Forschungsergebnisse zeigen, ist die Transpiration deshalb bei guter Kaliumversorgung höher als bei Kaliummangel. Die Pflanze nutzt das wenige vorhandene Wasser effizient zur Biomasse- und Ertragsbildung. So ermöglicht Kalium, dass die Pflanze trotz mäßiger Trockenheit weiter nahezu optimal wachsen kann, wohingegen K-Mangel zu Reduktion der Transpiration und somit zu geringerem Wachstum führt.

Ebenso ist jetzt bekannt, dass Kalium die Synthese des Reifehormons Abscisinsäure hemmt. Damit verliert der häufig beobachtete Notreifeprozess, wie er unter Stresssituationen auftritt, an Intensität und die Pflanzen bleiben länger grün und vital. Ein typisches Symptom für Kaliummangel bei gleichzeitiger Trockenheit ist die sogenannte Welketracht, die durch den gestörten Wasserhaushalt entsteht.

* Tavakoli et al. 2018, Plant & Soil / Jáklí et al. 2017, Journal of Plant Physiology / Jáklí et al. 2016, Journal of Plant Nutrition and Soil Science.



Wassernutzungseffizienz im Detail

Die Wassernutzungseffizienz lässt sich auf unterschiedlichen Ebenen ermitteln:

Biomasse-Wassernutzungseffizienz

Hier wird die gesamte produzierte Biomasse ins Verhältnis zum Wasserverbrauch gesetzt, also z.B. auch Blätter und Stängel.

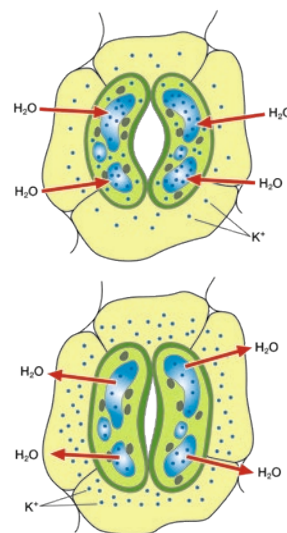
Ertrags-Wassernutzungseffizienz

Mit dieser Betrachtungsweise lässt sich das Verhältnis von Wasserverbrauch und erzieltm Ertrag messen.

Blatt- bzw. Pflanzen-Wassernutzungseffizienz

Auch auf der Ebene eines Blattes bzw. einer einzelnen Pflanze lässt sich der Wasserbedarf ermitteln.

Die Rolle von Kalium in der Funktion der Stomata



Kalium hält Transpiration und Photosynthese aufrecht: Das Wasser folgt dem Kalium und führt somit zu hohem Turgor und einer Öffnung der Stomata (oben) bzw. zu verringertem Turgor und einem Schließen der Stomata (unten).

2. Kalium ist am Assimilattransport innerhalb der Pflanzen zu den Zielorganen beteiligt.

In der Photosynthese werden in den Blättern der Pflanzen Kohlenhydrate (vor allem Zucker und Stärke) gebildet, die auch als Assimilate bezeichnet werden. Sie werden überall in der Pflanze für deren Wachstum und Entwicklung benötigt. Der Transport von den Blättern in Wurzeln, Knollen, Ähren etc. wird auch als Assimilattransport bezeichnet.

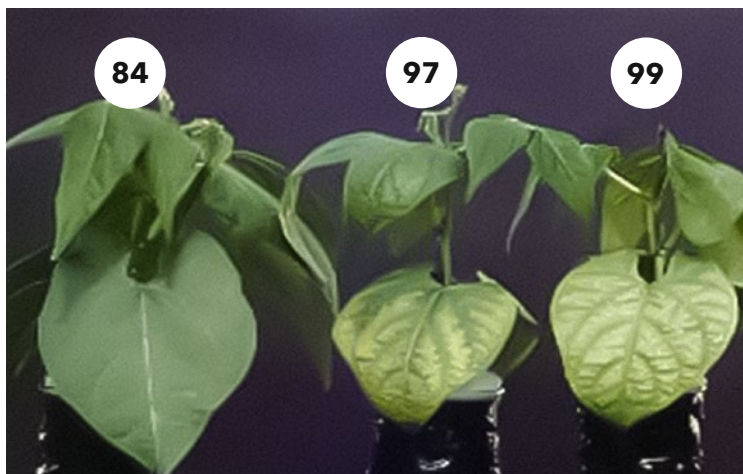
Dieser läuft nur dann optimal ab, wenn der Pflanzenbedarf an Kalium und Magnesium gedeckt ist. Denn die beiden Nährstoffe haben wichtige Funktionen bei der Beladung der Leitbahnen, über die der Transport von Kohlenhydraten aus der Photosynthese stattfindet. Ist nicht genug Kalium oder Magnesium vorhanden, so stockt der Assimilattransport und die Kohlenhydrate reichern sich in den Blättern an.



Assimilattransport

Assimilate sind die Kohlenhydrate, die von den Pflanzen während der Photosynthese gebildet werden; zum Beispiel Zucker oder Stärke. Sie müssen innerhalb der Pflanze dorthin transportiert werden, wo das Wachstum stattfindet. Also zum Beispiel in die Wurzeln oder zu den Ähren. Diesen Vorgang nennt man Assimilattransport.

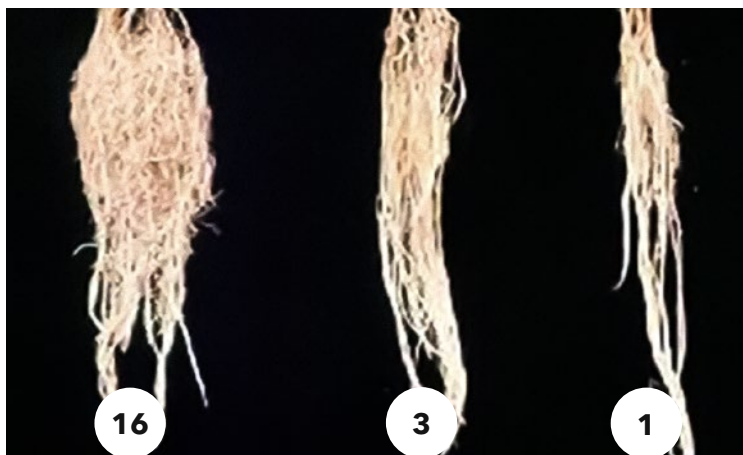
Relative Verteilung der Kohlenhydrate zwischen Spross und Wurzel (%)



+K
+Mg

-K

-Mg



Bei Kalium- oder Magnesiummangel wird der Abtransport von Kohlenhydraten aus den Blättern, in denen sie gebildet werden, gehemmt. Kohlenhydrate sammeln sich dort an, während die Wurzeln schlechter versorgt werden. Dies verlangsamt das Wachstum der Wurzeln.

Quelle: Cakmak et al. 1994

Trockenstress

Durch den gestörten Assimilattransport kommen nicht genug Assimilate in den Zielorganen (z.B. Wurzeln, jungen Blättern, Ähren etc.) an und diese können sich nicht mehr optimal entwickeln. Gleichzeitig reichern sich die Assimilate in den Zellen der Blätter an. Es kommt zu einem Assimilatstau, der dazu führt, dass sich in den Zellen so genannte Sauerstoff-Radikale bilden. Diese aggressiven Sauerstoff-Verbindungen schädigen viele wichtige Zellbestandteile, darunter das Chlorophyll. Nimmt ihre Konzentration weiter zu, sterben die Zellen ab. An den Blättern werden dann Nekrosen sichtbar - zunächst insbesondere dort, wo Magnesiummangel herrscht und die Blätter dem Sonnenlicht ausgesetzt sind. Daher lassen sich diese Nekrosen vor allem am Feldrand oder (z. B. bei Bäumen) an den südlich exponierten Pflanzenteilen feststellen, die nicht beschattet sind.

Gesunde Pflanzen produzieren antioxidative Enzyme, die die Sauerstoff-Radikale unschädlich machen. Kalium ermöglicht eine höhere antioxidative Aktivität. Bei guter Kaliumversorgung entstehen also zunächst weniger Sauerstoff-Radikale und zudem erfolgt ein besserer Abbau der dennoch gebildeten Radikale.

Da Kalium und Magnesium zentrale Rollen beim Assimilattransport sowie bei der Entstehung und dem Abbau von Sauerstoff-Radikalen spielen, sorgen sie für eine ungestörte Entwicklung der Pflanzen und tragen somit zu einer Verbesserung der Wassernutzungseffizienz bei.



3. Kalium beeinflusst die Porengrößenverteilung des Bodens und kann so die Wasserspeicherfähigkeit verbessern.

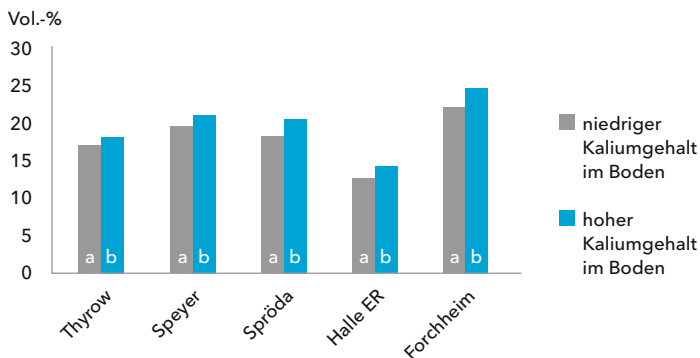
Für das Wasserspeichervermögen des Bodens ist die Größe der Bodenporen entscheidend. Sind diese sehr klein, ist das Bodenwasser so fest gebunden, dass es von den Pflanzen kaum aufgenommen werden kann. Bei sehr großen Bodenporen hingegen versickert das Wasser in tiefere Bodenschichten, wo es von den Pflanzenwurzeln nicht mehr genutzt werden kann. Entscheidend sind daher die Mittelporen, die das Wasser pflanzenverfügbar speichern.

Versuchsergebnisse weisen darauf hin, dass eine ausreichende Kaliumversorgung das Wasserspeichervermögen des Bodens erhöht. In gut mit Kalium versorgten und austrocknenden Böden fallen Feintonminerale aus und verkitten die Bodenaggregate. Große Bodenporen werden durch „Tonmineralbrücken“ unterteilt und so bilden sich Mittelporen (Abbildung rechts).

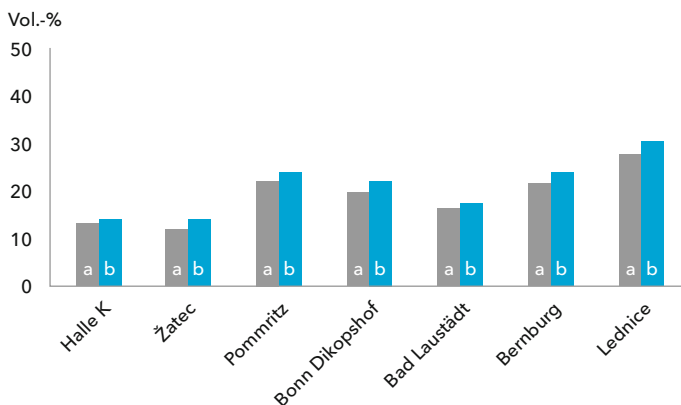
Messbar wird dieser Effekt über die nutzbare Feldkapazität. Das ist die Wassermenge, die der Boden pflanzenverfügbar speichern kann. Sie wird vor allem über den Anteil an Mittelporen bestimmt. In Feldversuchen (siehe Abbildung unten) war die nutzbare Feldkapazität bei einem guten Kaliumangebot im Boden signifikant höher als bei einem niedrigen Kaliumgehalt.

Nutzbare Feldkapazität an verschiedenen Versuchsstandorten

Leichte Böden



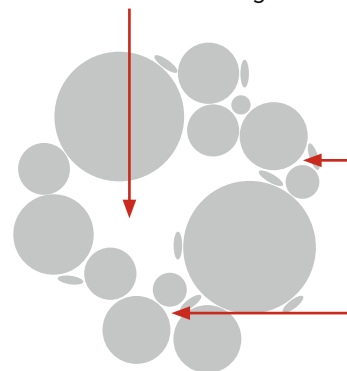
Schwere Böden



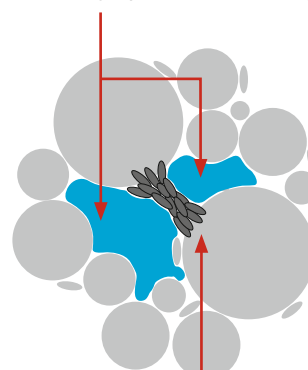
Mittelporenbildung durch „Tonmineralbrücken“

Zu große Poren -
Wasser versickert

Zu kleine Poren -
Wasser zu fest
gebunden



Mittelporen - Wasser
gespeichert und verfügbar



„Tonmineralbrücken“

Eine ausreichende Kaliumversorgung erhöht das Wasserspeichervermögen des Bodens durch die Bildung von Mittelporen. Dies geschieht über „Tonmineralbrücken“.

Kalium steigert die Wasserverfügbarkeit im Boden für die Pflanze. Dies trifft sowohl auf Standorte mit leichten Böden (links, obere Grafik), als auch auf Standorte mit schweren Böden (links, untere Grafik) zu. Unterschiedliche Buchstaben beschreiben statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Kaliumgehaltsklassen des jeweiligen Versuchsstandortes. (Forschungsprojekt von K+S und der Universität Halle, veröffentlicht in Damm et al., 2012).

Trockenstress



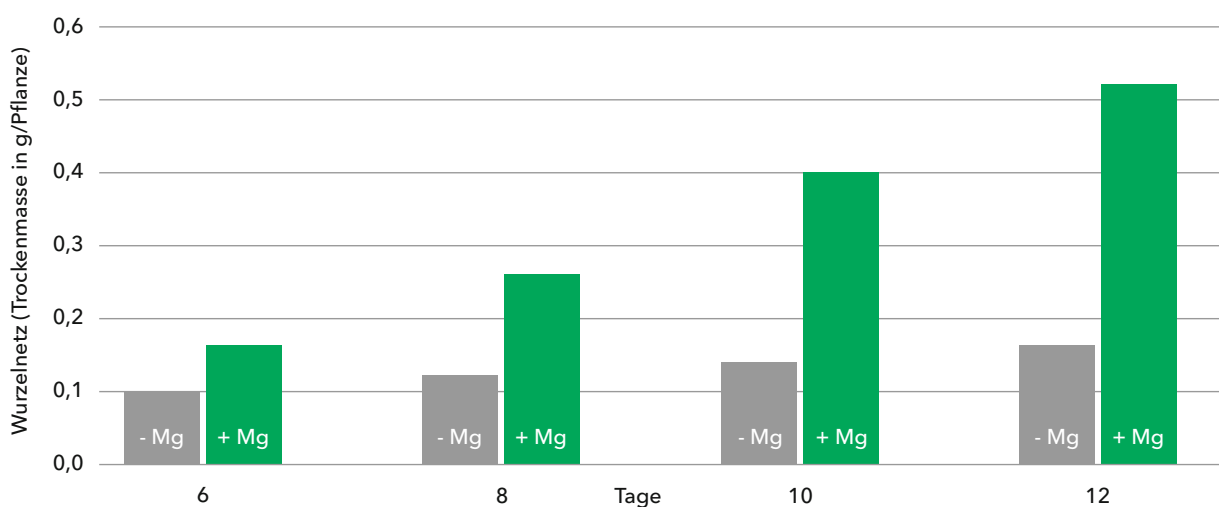
Welche Rolle spielt Magnesium bei Trockenstress?

Ein wichtiger Aspekt zur Rolle von Magnesium bei Trockenstress wurde bereits erläutert: Genau wie Kalium steuert auch Magnesium den Assimilattransport und ermöglicht so, dass genug Kohlenhydrate für Wachstum und Entwicklung der Pflanze zur Verfügung stehen und zugleich weniger schädigende Sauerstoff-Radikale gebildet werden. Genauer aktiviert Magnesium das Enzym ATPase, das die Beladung der Leitbahnen (Phloem) mit Kohlenhydraten ermöglicht und somit die Versorgung der Zielorgane (z. B. Wurzeln, jungen Blättern, Ähren, etc.) gewährleistet.

Eine besondere Bedeutung hat Magnesium auch beim Wurzelwachstum. Je tiefer und verzweigter eine Pflanze wurzelt, umso besser kann sie auch bei trockenen Bedingungen das in tieferen Bodenschichten noch vorhandene Wasser aufnehmen. Gleichzeitig verbessert ein gutes Wurzelnetz die Aufnahme von Nährstoffen, die insgesamt für ihr Wachstum und ihre Entwicklung notwendig sind.

Die Beschaffenheit der Wurzeln ist von mehreren Faktoren abhängig, zum Beispiel vom Wasserangebot zu Beginn des Pflanzenwachstums. Ist es nach der Aussaat sehr nass, bilden Pflanzen kürzere Wurzeln aus, da diese zu diesem Zeitpunkt bereits ausreichen, um die Wasserversorgung sicherzustellen. Bei einer späteren Trockenphase wirkt sich dies nachteilig aus. Auch die Beschaffenheit des Bodens beeinflusst die Wurzeln und grundsätzlich ist das Wurzelnetz und die Wurzeltiefe von Kultur zu Kultur unterschiedlich. Allen Kulturen ist gemein, dass Magnesium maßgeblich das Wurzelwachstum verbessert.

Einfluss von Magnesium auf das Wurzelwachstum am Beispiel Ackerbohne



Bei Magnesiummangel ist das Wurzelwachstum gehemmt. ■ Magnesiummangel ■ Gute Magnesiumversorgung

Quelle: Cakmak et al.

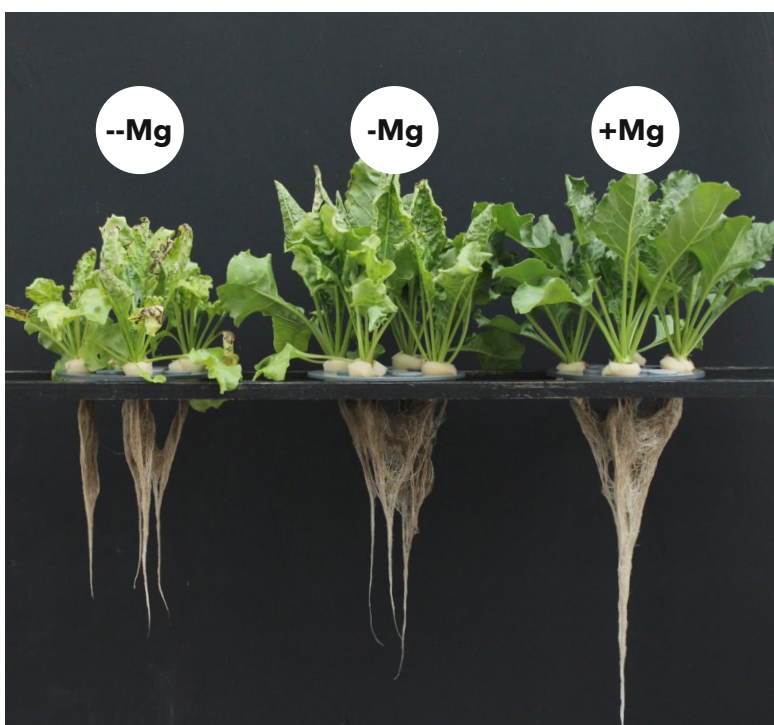
Der Effekt von Magnesium auf die Entwicklung der Wurzeln ist so stark, dass er nicht nur messbar ist, sondern in Gefäßversuchen auch mit dem bloßen Auge erkennbar:

Einfluss von Magnesium auf das Wurzelwachstum am Beispiel Weizen und Zuckerrübe.



Bei Magnesiummangel reduzieren Pflanzen zunächst ihr Wurzelwachstum. Erst bei einem stärkeren Mangel werden die ersten Symptome an den Blättern sichtbar. Das obere Foto zeigt Weizen mit guter Magnesiumversorgung (+Mg) und Magnesiummangel (-Mg). Auf dem unteren Foto mit Zuckerrüben ist zusätzlich eine Pflanze mit starkem Magnesiummangel zu sehen (- - Mg).

Quelle: Cakmak et al.



Trockenstress

Schwefel

S

32.07 16

Welche Rolle spielt Schwefel bei Trockenstress?

Neben Kalium und Magnesium spielt auch Schwefel eine wichtige Rolle bei der Wassernutzungseffizienz. Schwefel ist an der Biosynthese von Aminosäuren und sekundären Pflanzenstoffen beteiligt und verbessert so die Qualität der Ernteprodukte.

Neuere wissenschaftliche Ergebnisse belegen: Eine gute Versorgung mit Schwefel in der Pflanze ist auch bei Trockenstress wichtig. Einerseits spielt bei Trockenstress das im Xylem (Leitgewebe) von der Wurzel zum Spross transportierte Sulfat als ein chemisches Signal an die Stomata eine wichtige Rolle. Auf der anderen Seite trägt unter diesen Bedingungen eine bessere Sulfat-Versorgung der Wurzeln dazu bei, dass dort die Biomasseproduktion weiterläuft, während sie im Spross schon zum Stillstand gekommen ist. Pflanzen adaptieren sich mit Hilfe von Sulfat an den Trockenstress, indem sie dem Wurzelwachstum für die Exploration des Bodens nach Wasser eine höhere Priorität einräumen.

Zudem ist Schwefel Bestandteil des Stoffwechselproduktes Glutathion. Dieses wirkt als Antioxidant und macht bei Trockenstress entstehende Sauerstoff-Radikale unschädlich und verhindert so die zerstörenden Folgen für die Zellen. Blätter bilden damit bei Trockenstress weniger Nekrosen und die Pflanzen bleiben zugleich in Alarmstellung, um auf weitere Stresssignale zu reagieren.

Eine ausreichende Versorgung mit Schwefel ermöglicht es der Pflanze, auch bei Trockenstress ihre physiologischen Prozesse optimal aufrecht zu erhalten und kann dadurch Ertragsverluste vermeiden oder zumindest minimieren.



Was bedeutet das für die Düngungspraxis?

Kalium, Magnesium und Schwefel steigern gemeinsam die Toleranz der Pflanzen gegenüber Trockenstress und erhöhen damit auch die Wassernutzungseffizienz. Das bedeutet, dass unter zunehmender Trockenheit die meisten Prozesse im pflanzlichen Metabolismus noch möglichst lange aufrecht erhalten werden. So bleiben Wachstum und Entwicklung intakt und es können sich dadurch auch bei Wassermangel gute Erträge und Qualitäten bilden.

Umgekehrt führt ein Mangel an diesen drei Nährstoffen zu einer höheren Anfälligkeit gegenüber Trockenstress. Eine durchweg gute Versorgung mit Kalium, Magnesium und Schwefel reduziert daher das Risiko, dass es bei einem eintretenden Wassermangel zu Ertragseinbußen kommt. Suboptimale Nährstoffversorgung mag in einem Jahr mit ansonsten optimalen Wachstumsbedingungen (Temperatur, Wasserversorgung) kompensiert werden. Bei ungünstigen Bedingungen wie etwa Trockenheit hingegen führt ein nicht ausreichendes bzw. unausgewogenes Nährstoffangebot häufig zu überproportionalen Ertragsrückgängen (siehe Abbildung).

Für die Düngungspraxis empfiehlt es sich daher grundsätzlich, regelmäßig (ca. alle 2-3 Jahre) Bodenproben zu analysieren und eine Nährstoffversorgung in der Gehaltsklasse C sicher zu stellen. Bei Trockenheit wird aufgrund der geringen Mobilität und Aufnahme auch der Nährstoffmangel ertragsbegrenzend. Abhilfe kann eine Blattdüngung (z.B. zusammen mit der Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln) schaffen. Mit einer solchen Maßnahme gelingt es, den Bedarf an Magnesium und Schwefel abzudecken. Auch die Versorgung mit Mikronährstoffen, wie z.B. Bor, Mangan und Zink, kann über eine Blattdüngung sichergestellt werden. Obwohl Kalium in vergleichbar größeren Mengen von der Pflanze benötigt wird, kann bei Wassermangel auch für diesen Nährstoff eine ergänzende Flüssigdüngung eingesetzt werden. Dabei ist allerdings eine mehrmalige Ausbringung zur Erzielung guter Effekte erforderlich.



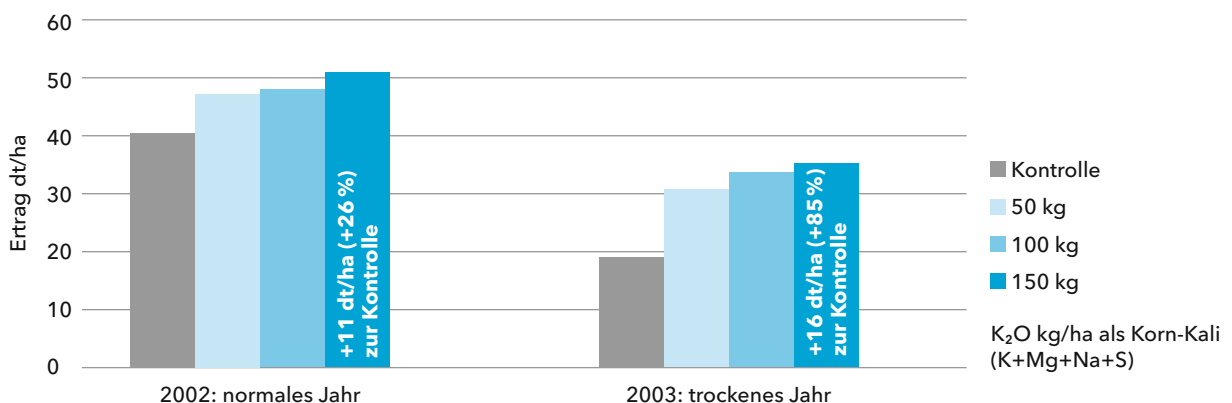
Einblicke in die Landwirtschaft

Wie Landwirte unterschiedliche Pflanzennährstoffe im Alltag und in herausfordernden Stresssituationen einsetzen, erfahren Sie in zwölf Videos.

www.kali-akademie.de



Ertragszuwachs bei Sommergerste durch Kalium- und Magnesiumdüngung in Form von Korn-Kali*. In trockenen Jahren ist die Düngung besonders wirksam.



Quelle: Feldversuch von K+S, Langwedel, Niedersachsen



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

