

Wassernutzung durch Kalium und Magnesium verbessern

Lehren aus dem Trockenjahr 2018

Das vergangene Jahr hat uns eindrucksvoll gezeigt, dass Witterungsextreme in Form von Dürre gewaltige Ertragseinbußen beim Getreide bis hin zum vollständigen Verlust nach sich ziehen können. Bei früh einsetzendem Trockenstress leidet die Bestandesdichte. Temperaturen oberhalb 30 °C vor der Blüte reduzieren die Kornzahl je Ähre. Grundsätzlich werden die Niederschläge vor Sommer den Prognosen zufolge abnehmen – und das bei steigender Verdunstung, sodass ein Wasserdefizit gerade im Getreidebau ein Thema bleiben wird. Daher geht es nachfolgend um die Anpassungsmöglichkeiten an die Klimaveränderung im Bereich der Pflanzenernährung.

Reinhard Elfrich, K+S GmbH, Everswinkel

Getreide trifft Vorsommertrockenheit

Bereits in der Schossphase gab es besonders im Norden und Osten Deutschlands eine deutliche Reduktion der Triebe, sodass hier schon der erste Schaden gesetzt war. Aufgrund des starken Biomasse-Zuwachses werden jedoch erhebliche Mengen an Nährstoffen gebraucht. Diese werden nur unzureichend aus dem Boden nachgeliefert, weil z.B. Kalium in den geschrumpften Tonmineralien fixiert ist und somit der Boden nur eingeschränkt den Pflanzenbedarf bedienen kann. Ebenso kommt es sehr schnell auch zu Engpässen in der Versorgung mit Magnesium, weil dieses Mineral in seiner Aufnahme durch die Wurzeln von einem intakten Transpirationsstrom durch die Pflanze via Xylem und Blattöffnung abhängig ist. Nicht zuletzt wird weniger Phosphor mobilisiert und die Mineralisation von Stickstoff lässt nach. Eine Erhebung der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft zeigt diese Zusammenhänge auf (Abb. 1). Die Blattproben weisen trotz hoher Bodengehalte besonders bei Kalium einen Mangel, und dieses ausgeprägt in Jahren mit wenig Niederschlag, während der für das Getreide wichtigen Schossphase aus.

Um die zu Trockenzeiten entstehende Versorgungslücke beim Kalium zu füllen, gibt es einen reinen Kalium-Blattdünger „Solumop“ mit der höchstmöglichen Kaliumkonzentration von 60 % K₂O. Er ist ähnlich wie die EPSO-Blattdünger zu behandeln und mit diesen problemlos mischbar. Bei 300 l/ha Wasseraufwandmenge wür-



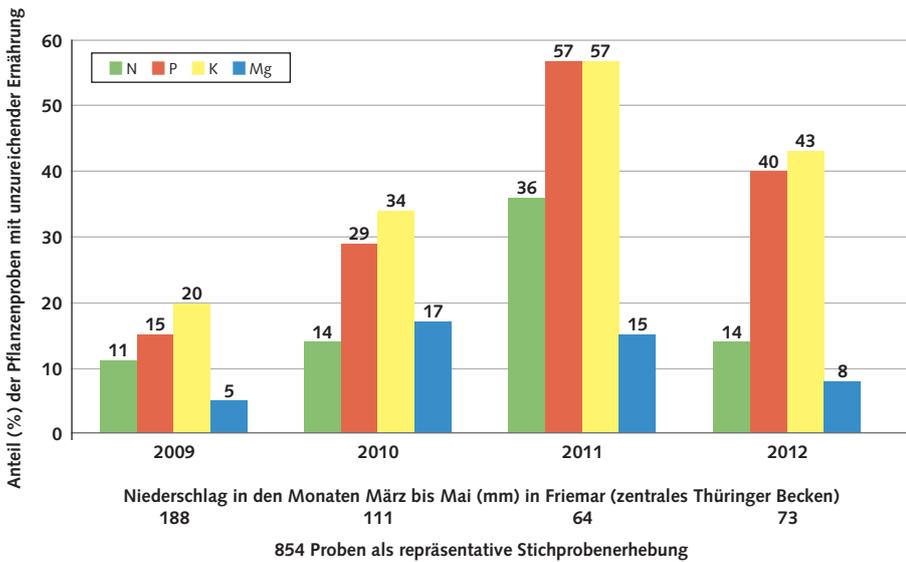
Durch die Vorsommertrockenheit haben sich bereits in der Schossphase die Triebe reduziert (hier bei Winterweizen). Foto: Elfrich

den in einer Gabe 15 kg/ha Produkt bzw. 9 kg/ha Nährstoff gebracht. Doch über diesen Weg kann die Bodendüngung mit Kaliumdüngern nicht ersetzt werden. Es werden temporäre Engpässe überbrückt – entscheidend für eine nachhaltige Versorgung ist die aktuelle mineralische Düngung, welche die Randpositionen der Tonkolloide auffüllt und hier wie auch aus der Bodenlösung aufgenommen wird. Grundsätzlich liefern hohe Bodenwerte im Vergleich zu defizitären Gehalten auch zu Trockenzeiten mehr Kalium nach.

Nutzbare Feldkapazität

Entscheidend für den Wasserhaushalt der Pflanze ist das pflanzenverfügbare Bodenwasser, die nutzbare Feldkapazität (nFK), die in Vol.-% angegeben wird. Untersuchungen mit langjähriger Kaliumdüngung zeigen einen signifikant steigenden Einfluss des Kaliums auf die Feldkapazität verschiedener Böden. Dies trifft sowohl auf sandige als auch auf schwerere Böden zu. Beispielhaft seien Feldversuche in Spröda und Bonn genannt (Abb. 2), in de-

Abb. 1: Einfluss der Jahreswitterung auf den Ernährungszustand



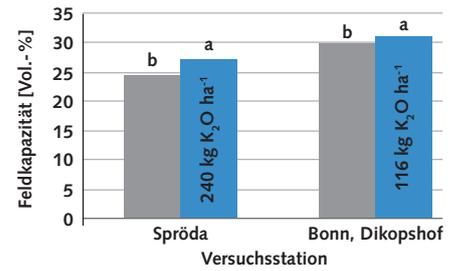
Quelle: Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft

nen die nutzbare Feldkapazität durch K_2O -Düngung um 1,5–2 Vol.-% erhöht werden konnte. Relativ gesehen wird die nFK auf zwölf von verschiedenen Hochschulen geprüften Standorten um mehr als 5 % verbessert, gut mit Kalium versorgte Böden liefern folglich länger Wasser nach.

Dieser bodenphysikalische Effekt wird dadurch erklärt, dass Kaliumsalze in austrocknenden Böden spezifisch über Ausfällungen zur Verkittung von Bodenaggregaten beitragen. Dadurch treten Veränderungen

in Bodeneigenschaften auf, die direkt auf das Pflanzenwachstum wirken. Besonders zu nennen ist eine Verschiebung der Porengrößenverteilung des Bodens zugunsten von Mittelporen, da durch die verkittende Wirkung des Kaliums Grobporen in Mittelporen unterteilt werden. Diese Mittelporen sind entscheidend für die Pflanzenverfügbarkeit des Bodenwassers, denn zu kleine Poren binden das vorhandene Wasser so stark, dass es durch die Pflanzen nicht entzogen werden kann. Im

Abb. 2: Boden als Wasserspeicher



Spröda – sandiger Standort (Su3) Bonn – lehmig-schluffiger Standort (Löss, Ut3)

Gegensatz dazu versickert das Bodenwasser aus den zu großen Grobporen sofort. Der Kultur steht durch Kaliumdüngung mehr pflanzenverfügbares Wasser zur Verfügung.

Wurzelwachstum

Für ein gesundes Pflanzenwachstum unter trockenen Bedingungen ist es notwendig, dass die gebildeten Kohlenhydrate in der Pflanze von der Produktion (source – Blatt) zum Ort des Verbrauchs (sink – Wurzel, Früchte) optimal verteilt werden. Die Wurzel kann insgesamt als „sink“ für Kohlenhydrate betrachtet werden, da sie für ein gutes Wachstum große Mengen Kohlenhydrate benötigt. Bei diesen Umverteilungsprozessen spielen sowohl Magnesium als auch Kalium eine große Rol-

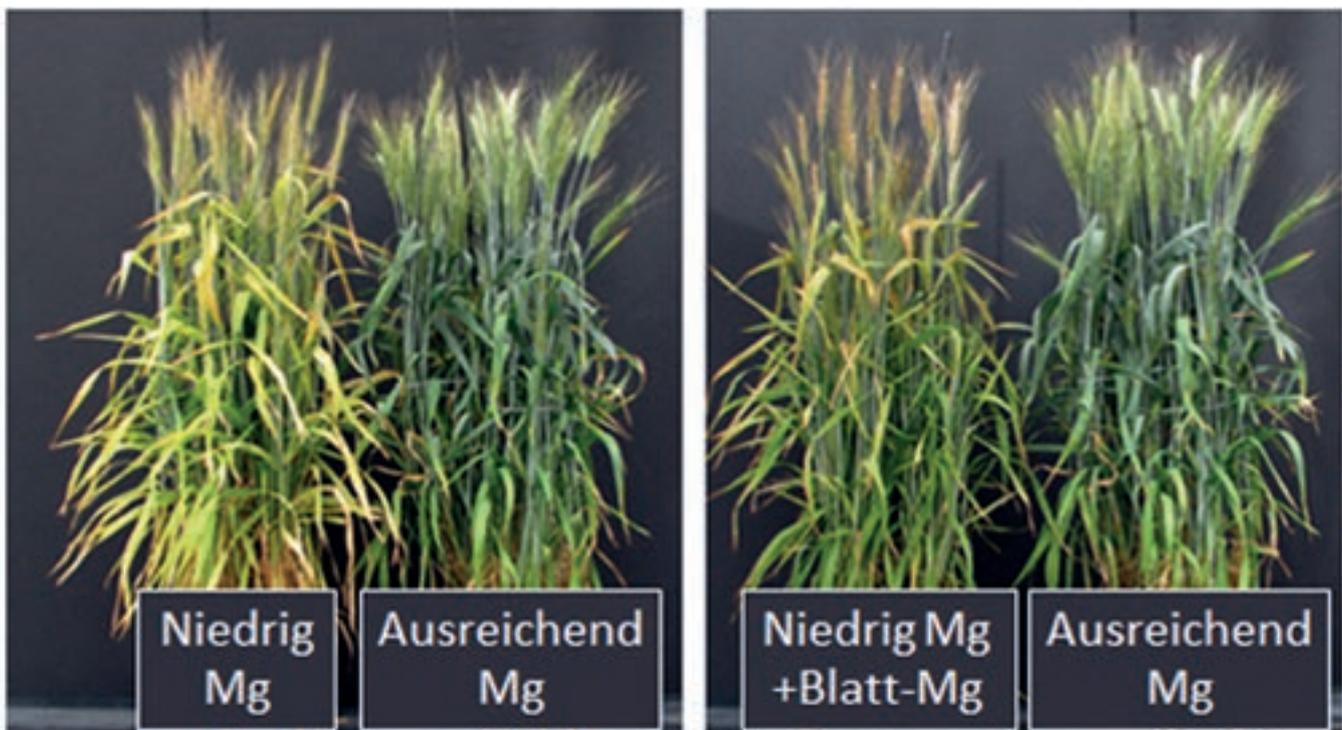
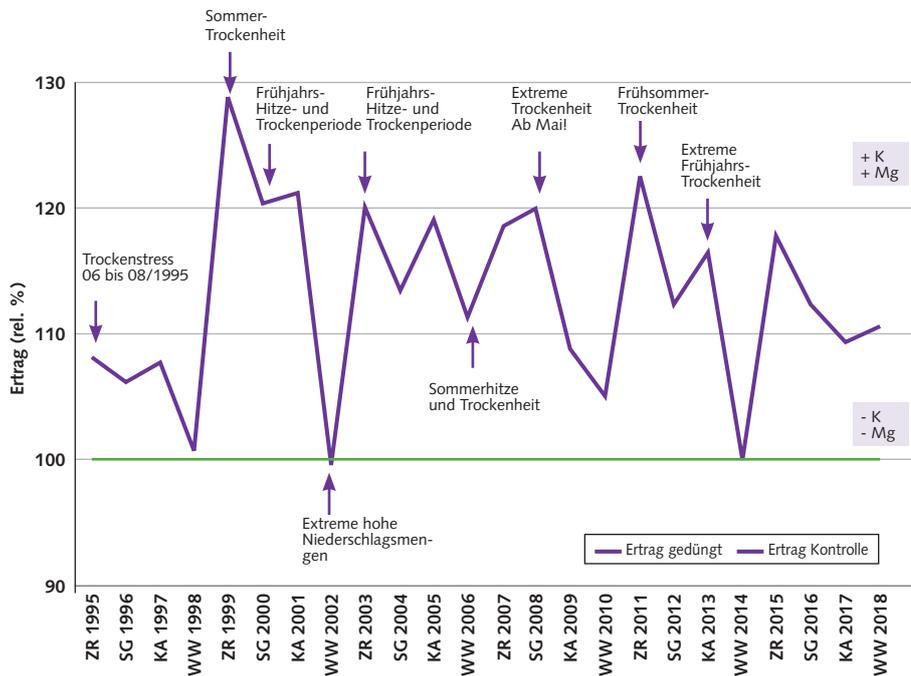


Abb. 3: Magnesium reduziert die Blattseneszenz beim Weizen.

Quelle Ceylan et al. Plant and soil 406: 145–456

Abb. 4: Relativerträge in Abhängigkeit der Niederschläge und der Zufuhr von Kalium und Magnesium

Standort: Cunnersdorf, uLS

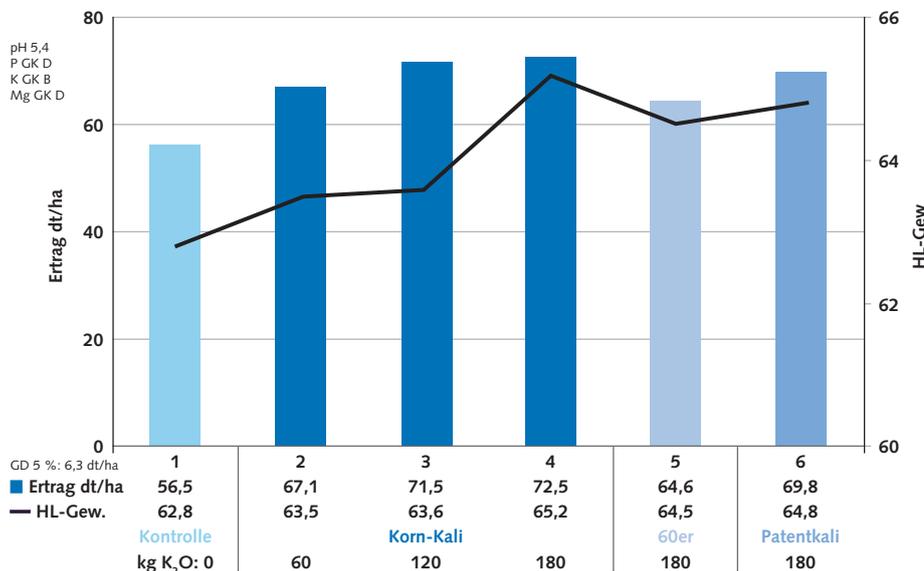


Leitfähigkeit der Wurzel

Die potenzielle Wasseraufnahme der Pflanze steht den wasserhaltenden Kräften des Bodens entgegen. Zwischen Feldkapazität und permanentem Welkepunkt existiert mit Blick auf die verfügbare Wassermenge ein weiter Bereich. Die Pflanzenwurzeln können bei einer geringen Bodenfeuchte keine ausreichend hohe Saugspannung entwickeln, um das Wasser aus dem Boden aufzunehmen. In den Leitungsbahnen der Pflanze (Xylem) reißt der kapillare Wasserstrom von den Wurzeln zu den Blättern ab. Als Folge welkt die Pflanze. Ein osmotisches Gefälle von der Bodenlösung zu den Wurzeln begünstigt die Wasseraufnahme. Neben organischen Verbindungen sind auch Kalium und Chlorid osmotisch wirksame Substanzen. Hohe Kalium- oder Chlorid-Gehalte in den Pflanzenwurzeln verstärken das Potenzialgefälle vom Boden zur Pflanzenwurzel und erhöhen so die Wasseraufnahme.

Abb. 5: Kalium in verschiedenen Anwendungen, Exaktversuch der Landwirtschaftskammer Niedersachsen

Versuchsfrucht Wintergerste, Standort Wehnen, Erntedatum 17.07.2018



Turgor der Pflanze

Eine wesentliche Reaktion der Pflanze auf Trockenstress besteht in der Erhaltung eines hohen Turgordruckes. Er stellt sich neu ein, wenn ein angespannter Wasserhaushalt vorliegt und die Pflanze im Verhältnis zu den Verlusten durch Transpiration nicht genügend Wasser aufnehmen kann. Der Zellinnendruck, auch Turgor genannt, sinkt und die Gewebespannung lässt nach – Blatt und Blattstiel werden weniger fest, instabil und können keine volle Fotosynthese-Aktivität mehr erbringen. Durch zu geringe Regenmengen wie auch ungenügende Nachlieferung aus dem Boden werden diese Symptome hervorgehoben. Eine hohe Kalium-Konzentration im Pflanzensaft verbessert die Osmoregulation, zudem werden Zellwände elastischer – förderlich für die Fotosyntheseleistung der Pflanze.

Durch die Bestäubung wird das Getreide befruchtet. Dazu sollen die Pollen auf der Narbe kleben bzw. hängen bleiben. Dieses funktioniert bei Selbstbestäubern und in besonderem Maße beim Fremdbestäuber Roggen nur, wenn eine gewisse Feuchte der Narbenfäden vorliegt. Diese wird durch einen ausreichenden Turgor erbracht, sodass bei hohem Zellinnendruck – durch Kalium gefördert – der Befruchtungsvorgang effektiv funktioniert und mehr Körner je Ähre gebildet werden.

le. Studien belegen, dass eine Unterversorgung von Pflanzen mit Magnesium zu einer Anreicherung von Kohlenhydraten im Blatt führt, während die Kohlenhydratkonzentration im Leitgewebe (Phloem) abnimmt. Offenbar ist die Beladung des Leitgewebes mit Kohlenhydraten bei Magnesiummangel eingeschränkt. In Feldversuchen lässt sich konkret nachweisen, dass Magnesium die Ausbildung von Grob-

und Feinwurzeln verbessert. Besonders das leicht lösliche Magnesiumsulfat (ESTA Kieserit) bewirkt eine intensive Durchwurzelung des Bodens auch in tiefere Schichten. Mit einer ausreichenden Mg-Versorgung kann folglich in Trockenphasen eine potenzielle Störung des Wasserhaushaltes abgemildert werden, und die Pflanzen halten ihren Stoffwechsel länger aufrecht (Abb. 3).

Ertragswirkung in Trockenjahren

Letztlich sollten sich diese wissenschaftlichen Ausführungen in der Praxis widerspiegeln. Eine optimierte Wasserausnutzung und weniger Pflanzenstress werden nach hinreichender Versorgung mit Kalium und Magnesium die Folge dieser Zusammenhänge sein. Diese Stellschraube moderner Produktionstechnik als Mittel, den Trockenstress abzumildern, wird folglich in Mehrerträge durch Düngung einmünden. Dieses zeigt ein seit 24 Jahren laufender Dauerdüngungsversuch in Cunnerstorf bei Leipzig, in dem in einer definierten Blattfrucht-/Getreidefruchtfolge die Ertragsreaktion zu verschiedenen Früchten und unter wechselnden Klimabedingungen dargestellt ist (Abb. 4). Hier fällt zunächst der unabhängig von der Feldkapazität durch Kalium und Magnesium generierte hohe Mehrertrag von Blattfrüchten auf. Zudem gibt es gerade beim Getreide eine starke Differenzierung der Erntemengen in Abhängigkeit von den Niederschlagsereignissen während der Vegetationsperiode. Unter trockenen Verhältnissen bringen Weizen und Sommer-

gerste nach Applikation von Kalium und Magnesium selbst nach Blattfrüchten mit Verbleib der Ernterückstände noch einen Ertragszuwachs im zweistelligen Prozentbereich. Ratsam ist es folglich, auf zur Trockenheit neigenden Standorten ein besonderes Augenmerk auf diese Nährstoffe zu richten.

Ebenso wird die Besonderheit der Kalium-Düngung bei defizitärem Wasserhaushalt im Feldversuch auf der Versuchsstation Wehnen deutlich (Abb. 5). Bereits im 1. Versuchsjahr gibt es Mehrerträge durch Korn-Kali in Höhe von über 10 dt/ha und eine deutlich verbesserte Korn-Qualität. Auch hier wird im Trockenjahr 2018 eine hohe Ertragsreaktion durch die kombinierte Applikation von Kalium und Magnesium sichtbar. Auffällig ist zudem, dass eine isolierte Kalium-Düngung in Form von 60er-Kali bei Weitem nicht das Ertragspotenzial der Kultur ausschöpfen kann, sondern bei gleicher Aufwandmenge an Kalium fast 8 dt/ha weniger Ertragsbildung als Korn-Kali bewerkstelligt. Kalium ist bekanntlich positiv geladen und verdrängt das zweifach positive Magnesium im Wettbewerb

um die Aufnahme in die Pflanze. Daher ist selbst bei hoher Bodenversorgung mit Magnesium eine parallele Zufuhr von Kalium mit Magnesium angeraten.

Fazit

Hohe Ertragschwankungen und unsichere Qualitäten sind betriebswirtschaftlich gesehen und auch vor dem Hintergrund der neuen Düngeverordnung als äußerst problematisch zu beurteilen. Es gilt folglich, Mindererträge aufgrund von abiotischen Ereignissen wie Trockenstress zu verhindern. Nur ein gutes Wurzelwachstum und damit die Erschließung zusätzlicher Wasser- und Nährstoffressourcen des Bodens kann die Pflanze vor frühzeitig auftretendem Trockenstress schützen. Dabei können zu Getreide die Nährstoffe Kalium und Magnesium helfen, einen nachhaltigen Pflanzenbau zu generieren. <<

Reinhard Elfrich

K+S KALI GmbH

Telefon: 02582 9363

reinhard.elfrich@k-plus-s.com

STARKE LEISTUNG bei der Nährstoffversorgung

Korn-Kali®

40 % K₂O · 6 % MgO
3 % Na · 5 % S