

Kalium sichert Rapsertträge

Für Körnerraps war das abgelaufene Vegetationsjahr sicher ein besonderes. Selten hat diese Frucht den Winter nahezu unbeschadet und mit so wenig Blattverlusten überstanden. Somit waren der Nährstoff- und auch Energiehaushalt kaum beansprucht, sodass die Blüte sehr früh einsetzte und recht gute Druschergebnisse hervorbrachte. Allerdings gab es temporär und regional unterschiedlich Trockenphasen, die eine ungenügende Nährstoffverfügbarkeit induzierten und wieder einmal Wasser zum den Ertrag begrenzenden Faktor machten. Gerade diese Zeiten sind durch eine ausgeglichene Mineraldüngung mit Kalium und Magnesium zu überbrücken, um so die Ertragsicherheit zu verbessern.

Reinhard Elfrich, K+S KALI GmbH, Everswinkel

Hohe Aufnahme­raten beim Kalium

Der ausgebliebene Winter hat auch eine Kehrseite in Form fehlender Frostgare: Vielfach traten in diesem Jahr Struktur­schäden auf, sodass die Ausbildung von Feinwurzeln in tieferen Bodenschichten häufig behindert war und weniger Wasser wie auch Nährstoffe erschlossen werden konnten. Ein Defizit an dieser Stelle trifft besonders Kalium, denn unter den Nährstoffen nimmt Kalium vom Bedarf her eine bedeutende Position ein. In der Summe werden vom Raps bis zu 400 kg/ha⁻¹ K₂O aufgenommen. In der Regel werden der Kultur jedoch in Form einer Düngung nur 200 bis 240 kg/ha⁻¹ K₂O zugeführt. Um die Differenz den Bodenvorräten entnehmen zu können, ist daher gerade in Körnerraps-Fruchtfolgen eine gute Bodenversorgung angeraten. Im Lichte hoher Bruttoentzüge wird im Rahmen der Fruchtfolgedüngung immer ein Schwerpunkt auf Raps als die anspruchsvollere Pflanze gelegt. Zum Zeitpunkt des Schossens sind an einigen Tagen bis zu 10 kg/Tag⁻¹ K₂O für die Trockensubstanzbildung erforderlich. In dieser Zeit wird maßgeblich die Schotenzahl je Pflanze bestimmt, auch diese Ertragskomponente unterliegt im Vegetationsverlauf der Gefahr übermäßiger Reduktion oder unzureichender Ausbildung aufgrund von Mangel an Wasser und Nährstoffen. Nicht zuletzt wird durch Kalium die Schotenfestigkeit und damit einhergehend die Elastizität verbessert, weniger Ausfallraps in der Abreifephase ist die Folge. Aufgrund besserer N-Ausnutzung und zusätzlicher Ausbildung von Gerüstsubstanzen wird durch Kalium auch der Rapsstängel stabilisiert, sodass Lager im



Abb. 1: In diesem Jahr gingen auch Rapsbestände vermehrt ins Lager, wie das Bild aus dem Münsterland am 14. Juni zeigt.

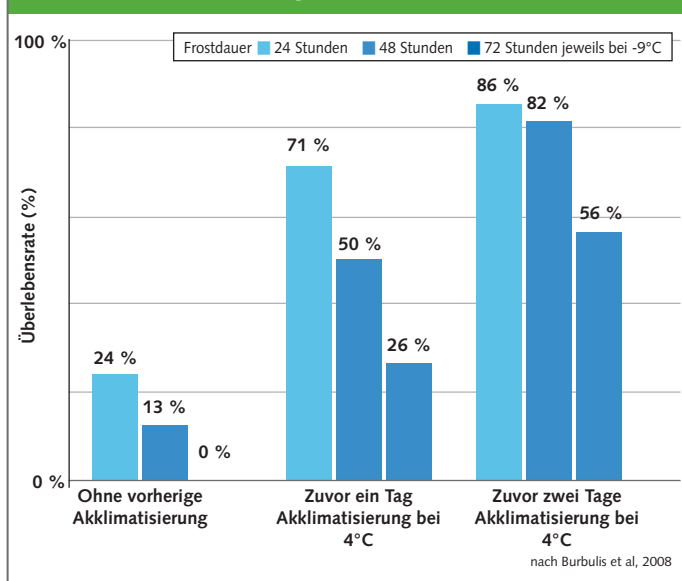
Bestand seltener auftritt. Aufgrund starker Niederschläge und später N-Mineralisierung war dieses in 2014 häufiger ein Problem, wie Abb. 1 zeigt.

Osmolarität reduziert Auswinterung

Vielfach gibt es noch Erinnerungen an das Jahr 2012 mit starken Auswinterungen auch beim Raps. Trotz gut ausgebildetem Wurzelhals und starker Biomasse-Entwicklung gab es verbreitet Frostschäden. Entscheidend war hier die aufgrund von starkem Temperaturabfall nicht mögliche Anpassung der Kultur an die verschärften Bedingungen. Kommt es aufgrund ungenügender Abhärtung zur Eisbildung im Zellinneren, so werden die Membranen geschädigt und die Zelle trocknet aus. Um den Prozess der Abhärtung in Gang zu setzen, reichen schon Temperaturen von ca. 4 °C. Klimakam-

merversuche mit Raps-Gewebe weisen nach, dass schon wenige Tage der Akklimatisierung helfen, die Frostresistenz zu steigern (Abb. 2). Neben der Zeit der Abhärtung entscheidet auch die Dauer des Frostes über das Überleben der Kulturen. Dauerfrost kann schon bei -9 °C Schäden anrichten, wobei oftmals die mit dieser Kalamität einhergehende fehlende Wassernachlieferung zum Ausfall von Pflanzen führt. Bei länger andauerndem Frost oder noch tieferen Temperaturen wird dem Zellinneren Wasser entzogen, welches sich dann an die Eislinsen im Zwischenzellraum anlagert. Im Zellinneren werden dadurch Zucker und Kalium aufkonzentriert und der Gefrierpunkt weiter abgesenkt. Um die Frostgefahr abzumildern, ist folglich eine möglichst hohe Osmolarität anzustreben. Möglichst viele Osmolyte sollten im Zellsaft angereichert sein. Dazu zählen neben Kalium auch Aminosäuren und Zuckerverbindungen. Diese werden bei ausreichender K-Ver-

Abb. 2: Akklimatisierung vor Frost



sorgung der Pflanze vermehrt gebildet. Auf diesem Weg behindert Kalium zusätzlich die Eisbildung im Pflanzengewebe. Für den Aufbau ausreichender Glukosegehalte in Blatt und Stängel ist entsprechend eine frühzeitige Kaliumdüngung – welche noch vor der Winterruhe aufgenommen wird – ratsam.

Problemfall Wasserhaushalt

Winterraps leidet unter Wassermangel oftmals im Zeitraum April bis Mitte Mai. Hier wird viel Pflanzensubstanz gebildet, zudem gibt es hohe Verdunstungsraten durch die Blattmasse. Der Wasserbedarf von Raps liegt bezogen auf das Erntegut deutlich über dem von Getreide. Somit gilt es, die Transpirationsrate möglichst niedrig zu halten. Kalium hilft an verschiedenen Stellen der Pflanze, Wasser zu sparen:

a) Erhöhung des Speichervolumens des Bodens für Wasser

→ Entscheidend für den Wasserhaushalt der Pflanze ist das pflanzenverfügbare Bodenwasser, die nutzbare Feldkapazität (nFK), die in Vol.-% angegeben wird. Neueste 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, in denen die nutzbare Feldkapazität durch K_2O -Düngung um 1,5–2 Vol.-% signifikant erhöht werden konnte. Relativ gesehen wird die nFK

auf 12 von verschiedenen Hochschulen geprüften Standorten um mehr als 5 % verbessert. Gut mit Kalium versorgte Böden liefern folglich länger Wasser nach.

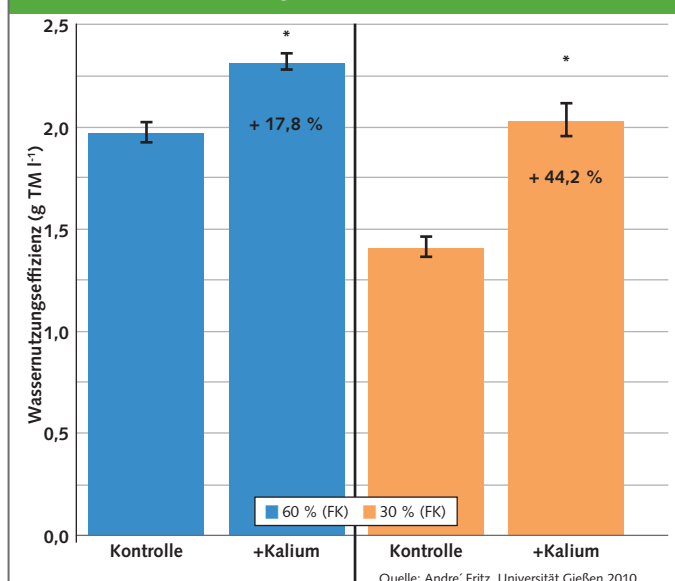
b) Verbessertes Wurzelwachstum

→ Ein gutes Wurzelwachstum und damit die Erschließung zusätzlicher Wasser- und Nährstoffressourcen des Bodens kann die Pflanze vor frühzeitig auftretendem Trockenstress schützen. Für ein gesundes Pflanzenwachstum unter trockenen Bedingungen ist es notwendig, dass die gebildeten Kohlenhydrate in der Pflanze vom Ort 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 Rolle.

c) Ausbildung eines osmotischen Gefälles für die Wasseraufnahme

→ Die 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

Abb. 3: Wassernutzungseffizienz

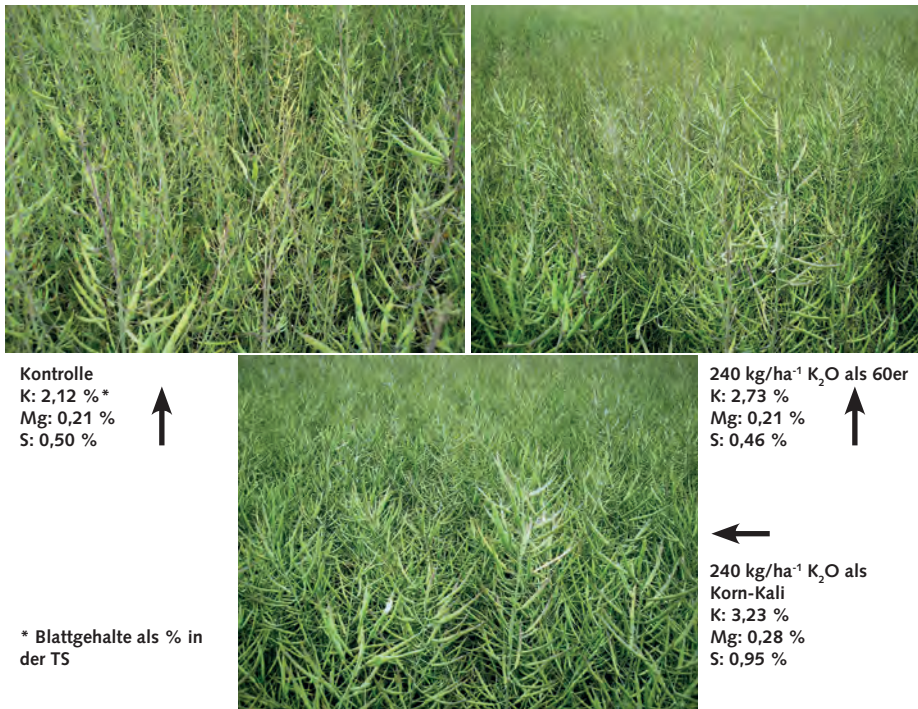


Pflanze. Ein osmotisches Gefälle von der Bodenlösung zu den Wurzeln begünstigt die Wasseraufnahme. Neben organischen Verbindungen sind auch Kalium und Chlorid osmotisch wirksame Substanzen. Hohe Kalium- oder Chlorid-Gehalte in den Pflanzenwurzeln verstärken das Potenzialgefälle vom Boden zur Pflanzenwurzel und erhöhen so die Wasseraufnahme.

d) Weniger unproduktive Verdunstung

→ Kalium übernimmt eine wichtige Funktion bei der Kontrolle des pflanzlichen Wasserhaushaltes über die Regulation der Spaltöffnungen. Diese Poren werden durch sogenannte Schließzellen geformt. Wird Kalium in die Schließzellen transportiert, fließt aufgrund der entstehenden Potentialdifferenz Wasser nach. Der Turgor in den Schließzellen steigt, und die Stomata öffnen sich. Die Spaltöffnungen schließen, wenn das Kalium wieder aus den Schließzellen herausgepumpt wird. Unter Kaliummangel ist dieser Mechanismus gestört, was zu erhöhter unproduktiver Transpiration führt.

Eine ausreichende Kaliumversorgung minimiert diese Wasserverluste und erhöht so die Wassernutzungseffizienz der Pflanze. Die genannten Faktoren bewirken eine deutlich höhere Wachstumsrate aufgrund reduzierter Transpiration und erhöhtem Turgor. In der Summe münden die Effekte in einer signifikant verbesserten Wassernutzungseffizienz (WUE, Abb. 3) ein. Durch eine angemessene Kaliumdüngung kann im Versuch der Universität Gießen die Wasserversorgung der Pflanzen verbessert und die Wasser-



Kontrolle
K: 2,12 %*
Mg: 0,21 %
S: 0,50 %

240 kg/ha⁻¹ K₂O als 60er
K: 2,73 %
Mg: 0,21 %
S: 0,46 %

240 kg/ha⁻¹ K₂O als
Korn-Kali
K: 3,23 %
Mg: 0,28 %
S: 0,95 %

* Blattgehalte als % in der TS

Abb. 4: Kaliversuch Raps

nutzungseffizienz (erzeugte Trockenmasse je Einheit Wasser [g/l]) erhöht werden. Raps zeigt bei einer Wasserversorgung von 60 % der maximalen Wasserspeicherkapazität des Bodens den erwarteten Mehrertrag durch Kaliumdüngung. Bei einer Feldkapazität von nur 30 % tritt der Ertragseffekt der Kaliumdüngung statistisch abgesichert wesentlich stärker zutage.

Praktische Düngung

Körnerraps nimmt je nach Vegetationsentwicklung bereits im Herbst 100 bis 150 kg/ha⁻¹ K₂O auf. Daher ist zur Förderung der Jugendentwicklung wie auch zur Reduzierung von Auswinterungsschäden eine Herbstdüngung auf Standorten mit mehr als 8 % Ton angeraten. Selbst auf leichten Böden ist eine Gabe in Höhe des zu erwartenden Entzuges angezeigt. Dieser ist aufgrund der Vorgaben der Düngeverordnung durch Gülle allein nicht zu decken. Zudem sind Magnesium und Schwefel in Güllen nur eingeschränkt verfügbar – andererseits liegt zu Raps aber auch bei diesen Mineralien bereits ein geringer Bedarf im Herbst vor. In der Regel wird eine ausreichende Zufuhr über Korn-Kali, welches jetzt 5 % S enthält, sichergestellt. Allerdings ist ein größerer Anteil Schwefel und auch Magnesium im Frühjahr zu applizieren. Hier bietet sich ESTA® Kieserit gran. an, welches 25 % MgO und 20 % S enthält.

Zunehmend werden in Wissenschaft

Fotos: Reinhard Elfrich, K+S KALI GmbH

und Praxis Wechselwirkungen zwischen Nährstoffen diskutiert. Gleich geladene Ionen konkurrieren um die Aufnahme in die Pflanze. Aufgrund seiner größeren Hydrathülle und der auf den Massenfloss angewiesenen Aufnahme ist Magnesium gegen andere Kationen wie Ammonium-N und Kalium hinsichtlich der Pflanzenverfügbarkeit im Nachteil. Ein Feldversuch in Lippe mit Bodenwerten für Kalium im Bereich C und Magnesium Gehaltsklasse D zeigt deutlich, dass eine isolierte Düngung von Kalium aufgrund der Verdrängungswirkung zum Magnesium weniger wirksam als die kombinierte Zufuhr von K und Mg in wasser-



Abb. 5: Bormangel-Symptomatik

Foto: Dr. Gudwin Rühlicke, K+S KALI GmbH

löslicher Form ist. Sowohl der in den Versuchsvarianten unterschiedliche Wuchs wie auch die Blattproben zeigen, dass die Anwendung von Korn-Kali im Vergleich zur Kontrolle und auch zum 60er-Kali Vorteile bringt (Abb. 4). Trotz vermehrter Biomasse-Produktion sind hier nicht nur höhere Mg- und S-Gehalte, sondern bei gleichem K-Düngungsniveau von 240 kg/ha⁻¹ K₂O auch gesteigerte K-Gehalte im Blatt zu konstatieren, vermutlich aufgrund des durch Magnesium verbesserten Wurzelwachstums. Verschiedene K-Formen sind folglich unterschiedlich effizient.

Zunehmende Trockenphasen und hohe pH-Werte induzieren vermehrt auch einen Mangel an den Spurennährstoffen Bor und Mangan. Wenn der Boden locker ist, verschärft sich dieses Problem noch. Bor-Mangel ist gut im Herbst zu diagnostizieren, es bilden sich leicht bräunlich verfärbte Risse am Wurzelhals (Abb. 5). Im weiteren Verlauf kann es zu Wuchsdeformationen kommen. Zu spät für eine Behandlung, aber auch oftmals nicht beachtet ist die mangelnde Schotenausbildung infolge von Bormangel. Eine recht günstige Nährstoffkombination bildet EPSO Microtop ab. In der Regel werden 10 kg/ha⁻¹ gefahren, angesichts zunehmender Überfahrten im Herbst und bei hohem Bedarf auch 2 x 8 kg/ha⁻¹. Wegen seiner speziellen Formulierung kann diese Maßnahme im Frühjahr mehrfach bis zur Blütenbehandlung wiederholt werden. Die Wirksamkeit ist unter trockenen Bedingungen erhöht.

Fazit

Beim Körnerraps treten vermehrt schwankende Naturalerträge auf. Dieses hat nicht immer mit Fruchtfolgen und Krankheiten zu tun. Die Ursache liegt oftmals in den periodisch auftretenden abiotischen Faktoren, welche in ihrer Ausprägung jedoch durch eine ausgeglichene Düngung abgemildert werden können. Kalium und Magnesium beeinflussen an verschiedenen Stellen den Wasserhaushalt der Kultur und tragen so zu einem nachhaltig wettbewerbsfähigen Anbau bei. <<

■ KONTAKT ■ ■ ■

Reinhard Elfrich

K+S KALI GmbH, Everswinkel

Telefon: 02582 9363

reinhard.elfrich@kali-gmbh.com