



Zuckerrüben haben generell einen hohen Kalium-Bedarf. Die Düngung nach Brutto-Entzug der Kultur sorgt für einen grundlegenden Schutz gegen Trockenstress.

Foto: Scharrenberg

Kalium mindert Trockenstress bei Zuckerrüben

Zuckergehalte leiden bei unausgewogener Nährstoffversorgung

Die Rübenenerträge haben sich in den letzten Jahren rasant nach oben entwickelt. Nur so konnte der Anbauumfang trotz angespannter Marktlage auf dem heutigen Niveau gehalten werden. In 2018 jedoch leiden viele Naturräume in Deutschland unter absolutem Trockenstress, der mit nutzbaren Feldkapazitäten unter 30 % einhergeht und bei den Rüben zunächst in Form eines schlaffen Habitus wie auch labilen Pflanzenorganen sichtbar wird. Wie sich das Phänomen der „schlafenden Rüben“ verhindern lässt, erklärt der folgende Beitrag.

Reinhard Elfrich K+S KALI GmbH, Everswinkel

Im Sprachgebrauch nennt man das Phänomen – sobald die Blätter den Boden berühren – „schlafende Rüben“. Es stellt sich 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 bei hohen Verdunstungsraten werden diese

Symptome besonders in der Mittagshitze hervorgerufen.

Feldversuch: Schlafende Rüben

In einem Feldversuch der Hochschule Anhalt in Bernburg (Trockenstandort) sind schlafende Rüben bereits in den Morgenstunden zu bonitieren gewesen. Die Versuchsfrage war die Ertragswirkung einer Kali-Steigerung bei hoher Bodenversor-

» Nach dem neueren Rüben-geld-Modus vieler Fabriken rückt der Zuckergehalt mehr in den Mittelpunkt der ökonomischen Betrachtung. «

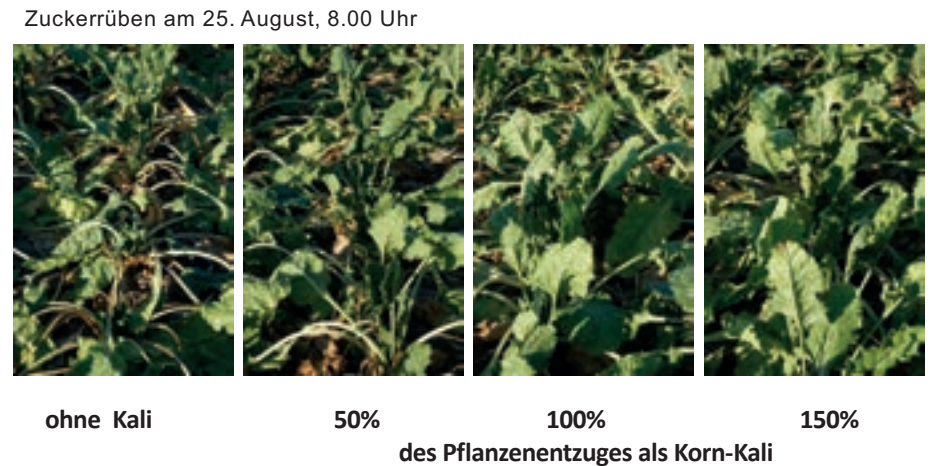
gung bis zu einem Niveau von 150 % des Entzuges. Hier gibt es eine deutliche Ausdifferenzierung des Anteils schlafender Rüben in Abhängigkeit von der Kali-Zufuhr (Abb. 1). In der Kontrolle ist der Blattapparat wesentlich instabiler als in den mit Kalium gedüngten Varianten. Doch auch zwischen der vollen Entzugsdüngung und der darüber hinausgehenden Menge werden noch Unterschiede in der Blattstellung sichtbar.

Nun kann man die Auffassung vertreten, dass ein temporäres Wasserdefizit sich nicht unmittelbar auf die Ertragsbildung auswirkt. Der auf bestem Boden angelegte Feldversuch mit einer Kaliversorgung in der Gehaltsklasse E vor Anlage des Versuchs zeigt jedoch eine nennenswerte Steigerung der Zuckererträge und Zuckergehalte (Abb. 2). Nach dem neueren Rübengeld-Modus vieler Fabriken rückt der Zuckergehalt mehr in den Mittelpunkt der ökonomischen Betrachtung. So ist oftmals bei einer Steigerung des Zuckergehaltes um 1 % allein über diesen Faktor bereits die Wirtschaftlichkeit einer Düngung mit Korn-Kali gegeben. Zusätzlich gibt es noch höhere Rübenenerträge und eine verbesserte Zuckerausbeute durch die Absenkung der Amino-N-Werte nach Kali-Zufuhr. Es lohnt folglich, sich näher mit dem Hintergrund der wassersparenden Wirkung von Kalium zu befassen und die Ursachen zu eruieren.

Regulierung Stomata

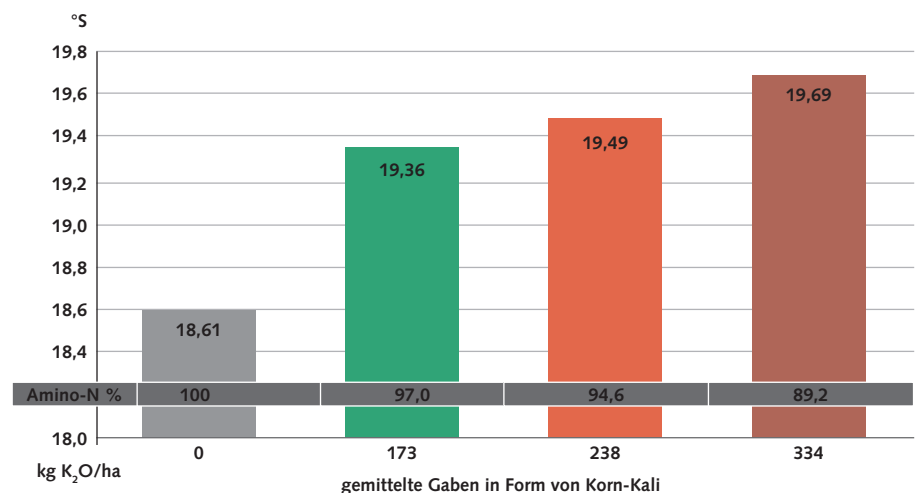
Wenn die Saugspannung des Bodens konstant bleibt und die Verdunstung von Wasser durch ausreichende Regulierung – in dem Fall Schließen der Stomata – herabgesetzt wird, gibt es anteilig weniger schlafende Rüben. Das Signal der Wasserknappheit wird von den Wurzeln bis zu den Trieben übertragen. Das Phytohormon Abscisinsäure (ABA) ist der Schlüssel beim stressinduzierten Verschluss der Stomata und hemmt bei Trockenheit die Funktion der Kalium-Ionenpumpe. Neuere Experimente (Ernst et al., 2010; Korovetska et al., 2014; Malcheska et al., 2017) lieferten den ersten Beweis dafür, dass auch Xylem-transportiertes Sulfat ein von der Wurzel zum Spross gelangendes chemisches Signal für Wassermangel sein könnte. Unter Trockenstress strömen Kaliumionen aus den Schließzellen entsprechend ihrem Konzentrationsgefälle nach außen. Dadurch fließt Wasser aus den Zellen heraus, der Turgordruck sinkt und die Spaltöffnung schließt sich. Wenn nach Aufnah-

Abb. 1: Kali-Dauerdüngungsversuch der Hochschule Anhalt 2016 in Bernburg



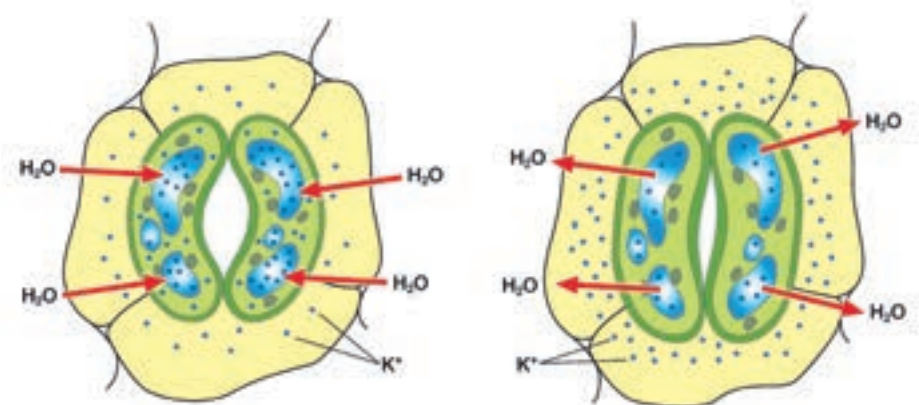
Schwarzerde aus Löss, BU Kali GK D; Quelle: Prof. Dr. Annette Deubel

Abb. 2: Zuckergehalt in Abhängigkeit von der K-Düngung



K-Versuch Bernburg im Mittel der Jahre 1996–2016; Schwarzerde aus Löss, BU Kali GK D; Quelle: Bernd Frey, K+S KALI GmbH

Abb. 3: Regulierung der Stomata durch Kalium



Kalium reguliert die Blattöffnungen und verhindert so unproduktive Wasserverluste. (Grafik: K+S KALI GmbH)

Abb. 4: Einfluss der K-Düngung auf den Ertrag, den Zuckergehalt und den Wasserverbrauch von Zuckerrüben

Düngung g K/Gefäß	Ertrag g TS/Gefäß		Zuckergehalt % i. Fr. S.	Wasserverbrauch l/kg TS
	Rüben	Blätter		
0,20	41,9	58,0	15,1	522
0,78	77,6	64,0	16,6	364
2,72	109,3	59,4	17,6	314

Quelle: Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

me von Kalium – von der Ionenpumpe aktiv gesteuert – Flüssigkeit in die Schließzellen strömt, wölben sich diese wieder und bilden eine Öffnung, sodass der Gasaustausch weiter gewährleistet ist (Abb. 3, S. 45).

Die K-Konzentration in bestimmten Pflanzenteilen bzw. Zellorganellen hat also einen hohen Einfluss auf die Wasseraufnahme. Ein osmotisches Gefälle von den Wurzeln zur Bodenlösung sowie von den Blattzellen zu den Xylemgefäßen begünstigt zudem die Wasseraufnahme bzw. -leitung und die Ausbildung eines günstigen Turgordrucks. In Summe spart die Rübe durch die oben genannten Vorgänge deutlich Wasser (je kg Trockenmasse ca. 200 l), wenn Kalium in ausreichender Konzentration vorliegt (Abb. 4).

Wurzelbildung fördern!

Vierorts, z. B. im Rheinland, gab es noch genügend Bodenfeuchte für anspre-

chende Feldaufgänge. Die nachfolgende Trockenheit bildete einen Anreiz für die Wurzeln, in tiefere Schichten vorzudringen und so das Bodenwasser etwas länger zu nutzen. Zusätzlich kann eine gute Nährstoffversorgung mit Kalium und Magnesium absolut gesehen und speziell

» In Summe spart die Rübe durch die oben genannten Vorgänge deutlich Wasser (je kg Trockenmasse ca. 200 l), wenn Kalium in ausreichender Konzentration vorliegt. «

noch einmal im Unterboden (30–60 cm) das Wurzelwachstum verbessern. Damit es gerade bei der zunehmenden pfluglosen Bestellung nicht zu einer kopflastigen Nährstoffverteilung kommt, sollten diese Elemente je nach Bodenart im Herbst oder

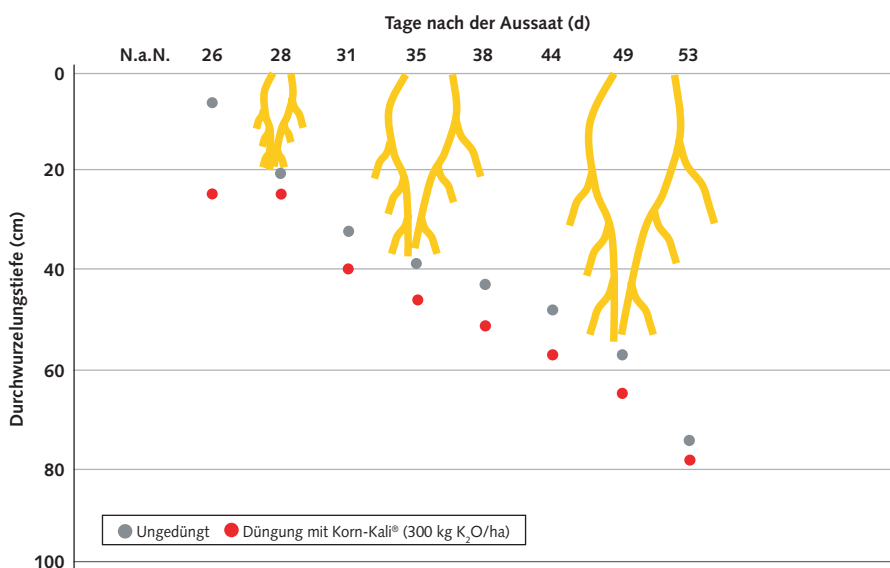
in den letzten Wintertagen, z. B. auf Frost, appliziert werden. Frühe Applikationstermine bringen diese Mineralien in Abhängigkeit von den Niederschlagsereignissen und dem Tongehalt des Bodens bevorzugt in den Wurzelraum.

Kalium und Magnesium fördern die Wurzellänge und damit auch den Wurzel-durchmesser, sodass mehr Wasser aus dem Boden erschlossen werden kann. Dieses zeigt ein Versuchsprojekt mit der Universität Halle (Abb. 5). Durch 300 kg K₂O ha⁻¹ in Form von Korn-Kali wird das Längenwachstum der Pflanzenwurzel besonders in der Zeit nach dem Feldaufgang stark gefördert, sodass auch unter trockensten Bedingungen ein Wachstumsvorsprung bleibt und selbst 50 Tage nach der Aussaat noch mehr Wurzelmasse zusätzliches Wasser aus dem Boden generieren kann. Kalium und besonders Magnesium begünstigen den Abtransport der Assimilate in die Wurzeln und ermöglichen dadurch eine gesteigerte Bildung von Biomasse. Doch diese Source-to-sink-Beziehung gibt es hinsichtlich der Fotosynthese-Produkte auch zwischen Blatt und Rübenkörper – ein Grund für die verbesserte Einlagerung von Zucker in die Rübe nach einer Mineraldüngung mit Korn-Kali (Abb. 6).

Schadensbegrenzung in der Praxis

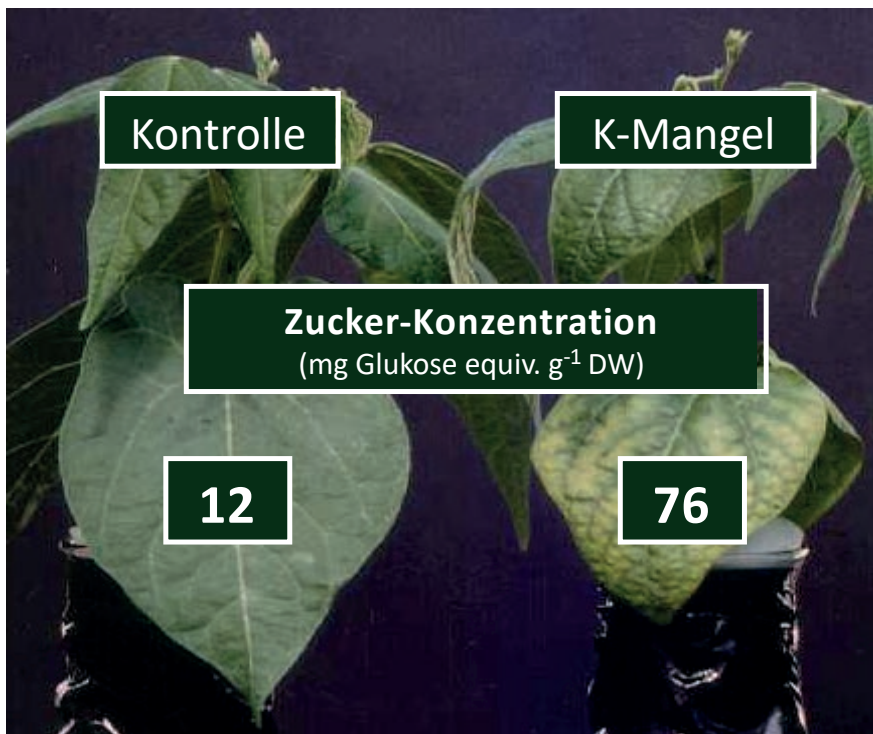
Sollte sich Trockenstress mit einem instabilen Blattapparat einstellen, dann empfiehlt sich zu Beginn der Trockenperiode eine Blattdüngung. Sie hilft, temporäre Engpässe hinsichtlich der Nachlieferung von Nährelementen aus dem Boden zu überwinden. Der Blattdünger mit einer sehr hohen Kali-Konzentration von 60 % in chloridischer Form ist Solumop – eine Anwendung ab dem 6-Blatt-Stadium und mit der Fungizidbehandlung mit je 10 kg ha⁻¹ an Aufwandmenge kann hier die Ergänzung zur Bodendüngung darstellen. Ebenso möglich – und parallel 18 % Schwefel liefernd – wäre ein voll wasserlösliches SoluSOP⁵² mit 52 % K₂O. Zuckerrüben haben aber generell einen sehr hohen Kalium-Bedarf. Insofern gibt es schon einen grundlegenden Schutz gegen Trockenstress, wenn Kalium und Magnesium nach dem Brutto-Entzug der Kultur appliziert werden. Dieser liegt für die Rübe mit einer Ertragserwartung von 80 t ha⁻¹ bei 400 kg ha⁻¹ K₂O und 80 kg ha⁻¹ MgO. Kalium steht als einwertig positives Ion mit dem gleichgerichteten, aber zweiwertigen Magnesium im Wettbewerb um die Aufnahme in die Pflanze, durch diesen Antagonismus

Abb. 5: Wurzeltiefgang von Zuckerrüben bei unterschiedlicher Kalium- und Magnesiumversorgung



Quelle: Forschungsprojekt der K+S KALI GmbH und der Universität Halle-Wittenberg; veröffentlicht in: Damm 2012

Abb. 6: Akkumulation von Zucker in K-Mangel-Blättern



Quelle: Prof. Cakmak, Sabanci-Universität

wird Magnesium trotz guter Bodenversorgung schnell verdrängt. Daher ist eine kombinierte Kali-/Magnesiumdüngung angeraten.

Fazit

Hohe Ertragsschwankungen und unsichere Qualitäten sind betriebswirtschaftlich gesehen als äußerst problematisch zu beurteilen. Es gilt folglich, Mindererträge aufgrund von abiotischen Ereignissen wie Trockenstress zu verhindern. Dabei können gerade in der anspruchsvollen Zuckerrübe die Nährstoffe Kalium und Magnesium helfen und einen nachhaltigen Pflanzenbau generieren. <<

Reinhard Elfrich
K+S KALI GmbH
Telefon: 02582 9363
reinhard.elfrich@k-plus-s.com



DER ANTRIEB FÜR SÜSSE RÜBEN

Korn-Kali®

40 % K₂O · 6 % MgO · 3 % Na · 5 % S

Mehr unter www.kali-gmbh.com

K+S KALI GmbH
Ein Unternehmen der K+S Gruppe

