

# Im Herbst Grundlagen für den Rapserttrag legen

**Strenge Frosttemperaturen bringen es an den Tag: optimal vor Vegetationsruhe entwickelte Bestände haben gute Chancen, Wetterextreme gut zu überstehen. Ideal ist die Ausbildung von 8–10 Blättern und eine Wurzelhalsdicke von 8–10 mm. Der Spross sollte noch nicht gestreckt sein, sodass der Vegetationspunkt dicht am Boden liegt. Entscheidend für Regenerationskraft, aber auch Ertragspotenzial ist auch die Ausbildung der Wurzel. Im Wurzelhals werden Nährstoffe eingelagert, auf die die Raps-pflanze im Falle hoher Blattverluste zurückgreift.**

*Erwin Niederländer, K+S Kali GmbH, Mandelbachtal*

## So viel N wie nötig, so wenig wie möglich

Während in der Biomasse eines guten Rapsbestandes durchaus mehr als 200 Kilogramm Stickstoff gebunden sein können, werden mit der Körnerernte bei einem Ertrag von vier Tonnen nur etwa 130 Kilogramm Stickstoff von der Fläche abgefahren. Noch stärker als bisher gilt es nach der neuen Dünge-VO für die Rapsanbauer daher, den Stickstoff mit der größtmöglichen Effizienz einzusetzen.

Zur Vermeidung unerwünschter Bilanzüberschüsse sollte die Stickstoffdüngung nicht auf den Höchstertrag, sondern auf das wirtschaftliche Optimum zielen. Raps zeichnet sich durch eine relativ flache Ertragskurve aus, daher liegt die Stickstoffmenge für den Optimal-Ertrag deutlich unter derjenigen für den Höchstertrag. Mehrjährige Auswertungen der UFOP zeigen, dass der höchste Deckungsbeitrag meist bereits mit einem Aufwand von weniger als 160 Kilogramm Stickstoff je Hektar erreicht wird. Bis zur Vegetationsruhe hat ein gut entwickelter Bestand 50 kg N/ha aufgenommen, der weitgehend über N-Mineralisierung aus Ernteresten der Vorfrucht abgedeckt wird. Zusätzlicher Bedarf ergibt sich aus später Aussaat und schlechtem Feldaufgang.

Die Stickstoffdüngung im Frühjahr richtet sich nach dem Sollwert bei hohem Ertragsniveau. Er beträgt beispielsweise 210 Kilogramm Stickstoff je ha und teilt sich auf in 140 Kilogramm N zum Zeitpunkt der ersten und 70 Kilogramm N zum Zeitpunkt der zweiten Gabe. Von den 140 Kilogramm bei der ersten Gabe ist allerdings noch der im Boden enthal-

tene  $N_{\min}$  abzuziehen. Weitere Abschläge sind gegebenenfalls für im Herbst gedüngten Stickstoff bei langjährig organischer Düngung oder bei außergewöhnlich stark entwickelten Beständen vorzunehmen.

## Raps hat einen hohen Kaliumbedarf

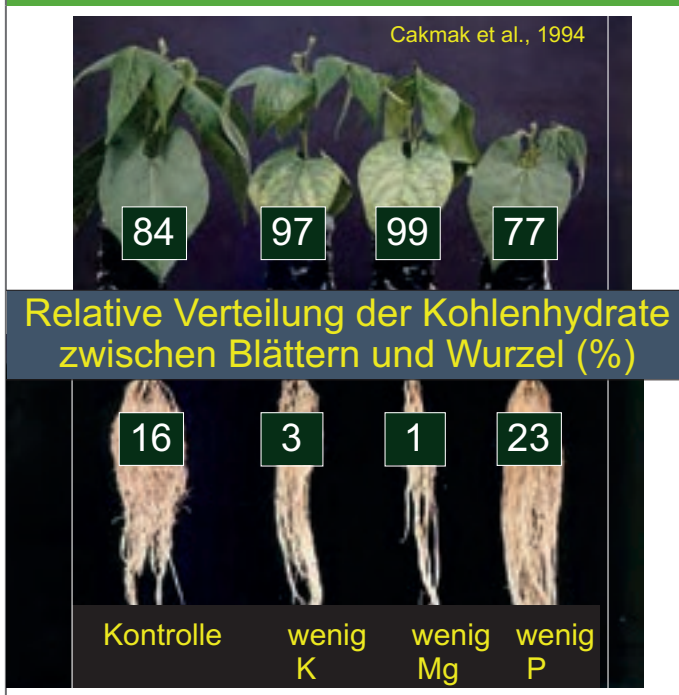
Viehhaltende Betriebe decken einen Teil der Grunddüngung organisch ab. Die hiermit zugeführten P-, K- und Mg-Mengen sind bei der Düngeplanung voll anzurechnen. Die zusätzliche mineralische Grunddüngung muss bei Nährstoffgehalten der Gehaltsklasse C die Nährstoffabfuhr vom Feld ersetzen. Eine Dezitonne Raps enthält 1,8 kg  $P_2O_5$ , 1

kg  $K_2O$  und 0,50 kg MgO. Bei einem Ertrag von 50 dt/ha errechnet sich somit eine Düngung in Höhe von 90 kg  $P_2O_5$ , 50 kg  $K_2O$  und 25 kg MgO. Dabei wird unterstellt, dass das Stroh der Vorfrucht auf dem Feld verblieben ist. Wird das Stroh abgefahren, sind die Düngergaben wesentlich höher. Bekanntermaßen baut Raps das Kalium weniger ins Korn als vielmehr in die Restpflanze, hauptsächlich Stängel, ein. In Summe werden daher bis zu 400 kg/ha  $K_2O$  aufgenommen. Die Hauptaufnahmerate mit ca. 10 kg/Tag fällt dabei in die Schossphase. Auf leichten Böden mit geringem Kalium-Bindevermögen besteht die Gefahr, dass nach längeren Niederschlagsperioden Kalium ausgewaschen wird. Aufgrund seiner Bedeutung für den Wasserhaushalt sind Ertragsausfälle auf die-



Grunddünger und Kalk können im Gegensatz zu Stickstoff dann ausgebracht werden, wenn es terminlich am besten in den Betriebsablauf passt. Allerdings zeigen Versuche, dass die Herbstdüngung gegenüber der Frühjahrsdüngung viele Vorteile hat. *Foto: Werkbild*

Abb. 1: Relative Verteilung der Kohlenhydrate zwischen Blättern und Wurzel (%)



sen Standorten besonders gravierend bei Frühjahrs- und Vorsommertrockenheit. Gut entwickelte Rapsbestände mit tiefer Durchwurzelung haben dank ihres guten Kalium-Aneignungsvermögens beste Voraussetzungen, Kaligaben in Ertrag umzusetzen.

### Kalium hilft, Wasser zu sparen

In den letzten Jahren war es häufig in der Hauptwachstumsphase April bis Anfang Juni sehr trocken, in diesem Jahr setzte die Trockenphase zumindest im Süden Deutschlands bereits im März ein. Im Südwesten war es gar der wärmste März seit der Wetteraufzeichnung. Bildung organischer Substanz bei gleichzeitig hoher Verdunstungsrate setzen die Pflanzen unter Stress. An dieser Stelle greift die Wirkung von Kalium in seiner Funktion, den Wasserhaushalt zu regulieren.

Entscheidend ist das pflanzenverfügbare Bodenwasser, die nutzbare Feldkapazität (nFK), die in Vol.-% angegeben wird. Dauerversuche belegen signifikant einen positiven Einfluss des Kaliums auf die Feldkapazität sowohl schwerer als auch leichter Böden. Auf 12 von verschiedenen Hochschulen geprüften Standorten wird die nFK um mehr als 5 % verbessert. Das heißt, gut mit Kalium versorgte Böden liefern länger Wasser nach.

Entscheidend für die Wasseraufnahme und damit die Entwicklung der Gesamtpflanze ist eine gut ausgebildete Wurzel. Dazu müssen Kohlenhydrate, die in den Blättern gebildet werden, in die Wurzel verlagert werden. Auch an diesem Prozess sind Kalium wie auch Magnesium beteiligt. Bei ungenügender Versorgung mit diesen Nährstoffen verbleibt ein Großteil der Kohlenhydrate in den Blättern (Abb. 1), wodurch die Wurzelbildung stark eingeschränkt ist.

Die Pflanze muss ihren Wasserbedarf gegen die wasserhaltenden Kräfte des Bodens decken. Länger anhaltende Trockenheit führt zu starkem Absinken der nFK. Die Saugkraft der Pflanzenwurzeln reicht nicht mehr aus, um ausreichend Wasser aus dem Boden aufzunehmen. In den Leitbahnen (Xylem) reißt der kapillare Wasserstrom von den Wurzeln zu den Blättern ab. Die Pflanze welkt. Hilfreich ist hier der Aufbau eines osmotischen Gefälles zwischen Bodenlösung und Wurzeln, um mehr Wasser aufnehmen zu können. Salze wie Kaliumchlorid sind solche osmotisch wirksamen Verbindungen. Höhere Konzentrationen in den Wurzeln als in der Bodenlösung führen zu verstärkter Wasseraufnahme entlang des Konzentrationsgefälles.

Kalium reguliert den Wasserhaushalt aber auch in den Spaltöffnungen (Stomata), die durch die Schließzellen entstehen. Wird Kalium in die Schließzellen transportiert, fließt aufgrund der entstehen-

den Potenzialdifferenz Wasser nach. Der Turgor in den Schließzellen steigt, und die Stomata öffnen sich. Wenn Kalium wieder herausgepumpt wird, schließen sie sich. Im Falle von Kaliummangel ist dieser Mechanismus gestört. Die Folge ist höhere Verdunstung.

### Magnesium nicht vernachlässigen

Während Raps ein sehr gutes Kalium-Aneignungsvermögen hat, gilt dies nicht für Magnesium. Die Verfügbarkeit wird durch eine Reihe von Faktoren beeinflusst (Abb. 2). Im Gegensatz zu Kalium wird Magnesium zu etwa 80 % passiv über Massenfluss aufgenommen. Jegliche Beeinträchtigung der Wasserführung stört die Aufnahme. Da der Magnesiumbedarf hoch ist, kommt es vor allem in der Hauptbedarfsphase von Mitte Juni bis Mitte Juli oft zur Unterernährung, insbesondere wenn es trocken ist. Kann die Pflanze ihren Magnesiumbedarf nicht mehr durch Massenfluss decken, schaltet sie auf Diffusion um. In diesem Fall konkurriert Magnesium mit den Kationen  $K^+$  und  $NH_4^+$  um die Aufnahme in die Wurzel.

### Antagonismus beachten

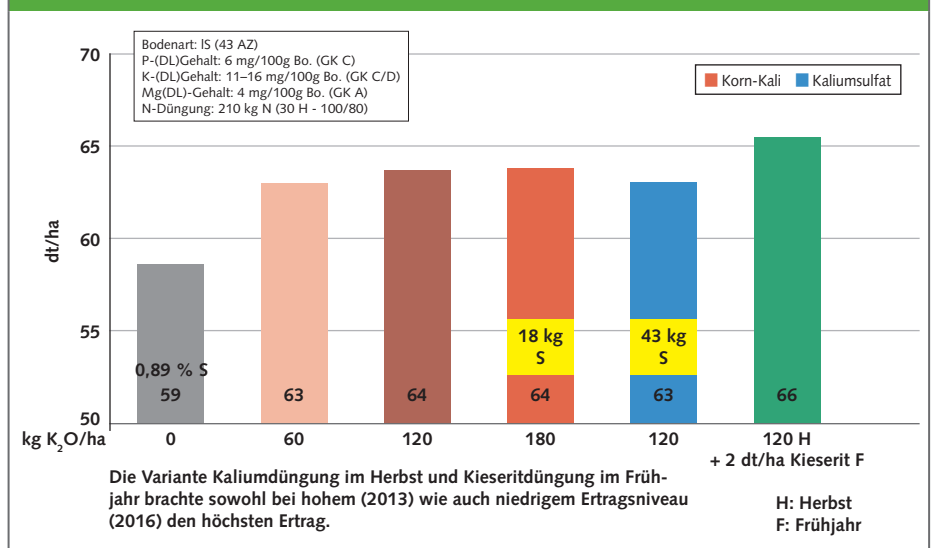
Erhält Raps organischen Dünger, werden oft hohe Mengen an Ammonium

Abb. 2: Einflussfaktoren auf die Magnesiumverfügbarkeit

Faktor	Diagnose	Auswirkung
Leichte, humusarme Böden	niedriger Bodengehalt	akuter Mangel, starke Ertragseinbußen
Auswaschung auf sandigen, leichten Böden	Mg-Verluste	akuter Mangel, starke Ertragseinbußen
Hohe pH-Werte > 7,0, starke Aufkalkung vor Saat	Ca-Mg-Antagonismus	induzierter Mangel, latenter Mangel
Weites K-Mg-Verhältnis > ca. 2:1	K-Mg-Antagonismus	induzierter Mangel, latenter Mangel
Ammoniumbetonte N-Düngung Gülle, AHL, ASS, SSA, HAST	$NH_4$ -Mg-Antagonismus	induzierter Mangel, latenter Mangel
Intensivanbau, Blattfrüchte, Grünland, Feldfutterbau	Spitzenbedarf bei anspruchsvollen Kulturen	Vernachlässigung führt zu latentem und/oder temporärem Mangel

und Kalium appliziert, während Magnesium meist im Mangel ist. Behinderung der Mg-Aufnahme durch Nährstoffantagonismen, die sich im Falle von Trockenheit noch verstärken, sind die Folge. Die Begründung liegt in den beachtlichen Unterschieden zwischen den Radien der beiden hydratisierten Ionen. Auch wenn der Radius des  $Mg^{2+}$ -Ions selbst kleiner als der Ionenradius des  $K^+$  ist, so ist der hydratisierte, für die Aufnahme entscheidende Radius deutlich größer. Forschungsergebnisse der letzten Jahre konnten zeigen, dass Pflanzen unterschiedliche Aufnahmesysteme für  $K^+$  und  $Mg^{2+}$  entwickelt haben. Diese erleichtern bzw. ermöglichen die  $K^+$ - bzw.  $Mg^{2+}$ -Aufnahme über einen weiten Konzentrationsbereich beider Ionen in der Bodenlösung. Besonders für  $K^+$  ist das Aufnahmesystem sehr spezifisch. Kein anderes Ion wird über dieses System transportiert. Im Gegensatz dazu arbeiten die Transporter des gesamten  $Mg^{2+}$ -Aufnahmesystems weniger spezifisch. Das bedeutet, dass einige der  $Mg^{2+}$ -Transporter auch andere Kationen, wie z. B.  $K^+$ , transportieren können. Daher kann eine hohe pflanzenverfügbare  $K^+$ -Konzentration in der Bodenlösung bzw. der Rhizosphäre eben diese unspezifischen  $Mg^{2+}$ -Transporter für die  $Mg^{2+}$ -Aufnahme blockieren. Andererseits führt eine hohe  $Mg^{2+}$ -Konzentration in der Bodenlösung nicht zu einer verminderten  $K^+$ -Aufnahme. Vereinfacht ausgedrückt: Kalium kann die Magnesiumaufnahme hemmen, aber nicht umgekehrt. Magnesiumausgleich ist daher gerade beim Raps aufgrund seines hohen Bedarfes dringend erforderlich.

Abb. 3: K-Versuch Rosenow 2013; Winterraps – Kornertrag



Neben seinem Anteil an Schwefel liegt der Vorteil von Kieserit als Magnesiumquelle in seiner Löslichkeit, die um ein Vielfaches höher ist als die im Boden hauptsächlich vorhandenen Oxide und Hydroxide, was insbesondere für die schnelle Jugendentwicklung von Bedeutung sein kann.

### Herbstdüngung bringt Vorteile

Im Gegensatz zu Stickstoff können Grunddünger und Kalk unabhängig von Terminzwängen dann gestreut werden, wenn es am besten in den Betriebsablauf passt. Die Vorteile der Stoppel- und Herbstdüngung sind neben größerer zeitlicher Flexibilität die meist niedrigeren Düngerpreise nach der Ernte. Die Nährstoffe werden im Bearbeitungs-

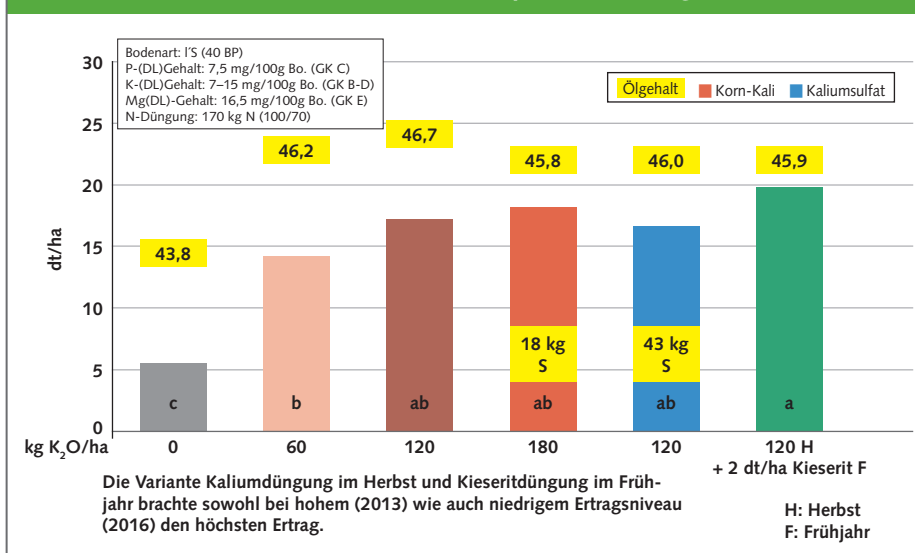
horizont an den Ort der Aufnahme eingemischt. Der Landwirt hat freie Hand bei der N-Düngung mit Einzeldüngern. Wird die Düngung mit Einzeldüngern durchgeführt, ist eine flexible Anpassung an die unterschiedliche Bodenversorgung, organische Düngung und den Bedarf der Kulturen gegeben. Kalidünger zur Saat oder kurz nach der Saat von Winterraps haben zudem eine Nebenwirkung gegen Ackerschnecken. Grunddünger mit Magnesiumsulfat decken den Schwefelbedarf von Raps bis Vegetationsende.

Rapsversuche aus Norddeutschland belegen die Vorzüglichkeit der Herbst- gegenüber der Frühjahrsdüngung (Abb. 3 und 4).

### Fazit

In Jahren mit extremer Frühjahrs- und/oder Frühsommertrockenheit werden die obenauf gestreuten Grundnährstoffe kaum oder nur langsam in den Wurzelhorizont eingewaschen. Pflanzen ernähren sich überwiegend aus den im Boden gelösten Nährstoffen. Versuchsergebnisse zeigen immer wieder, dass die Grunddüngung, bereits nach der Ernte oder im Herbst eingearbeitet, ertragliche Vorteile bringt. <<

Abb. 4: K-Versuch Rostock 2016; Winterraps – Kornertrag



### KONTAKT

Erwin Niederländer  
K+S Kali GmbH  
Mandelbachtal  
erwin.niederlaender@k-plus-s.com