

Ergebnisse vom Versuchsfeld der Fachhochschule Kiel

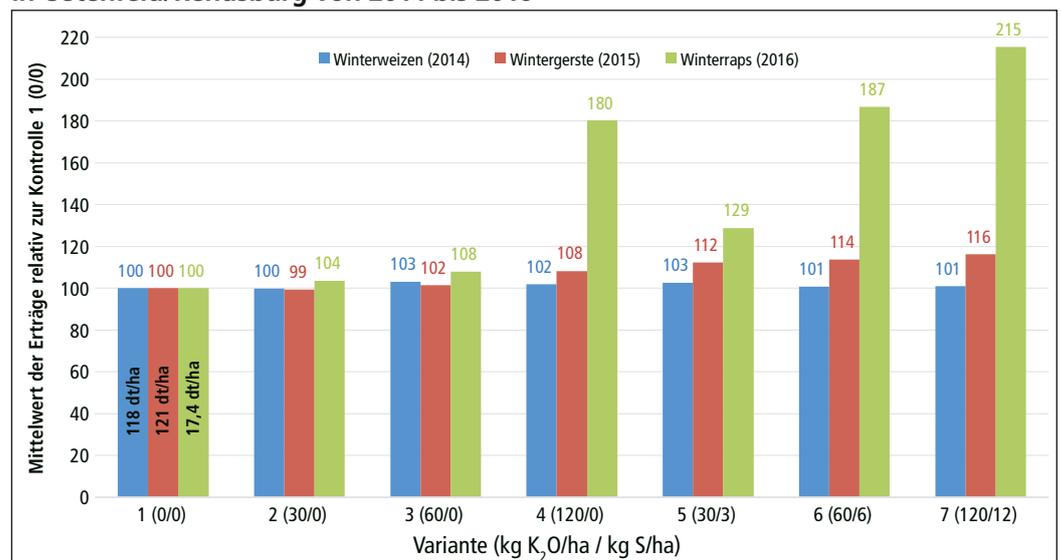
## Mit Kalium- und Schwefeleinsatz Nährstoffeffizienz verbessern

Mit der Neufassung der Düngeverordnung werden die Anforderungen an das Nährstoffmanagement der landwirtschaftlichen Betriebe weiter steigen. Für Ackerbaubetriebe in Schleswig-Holstein sind hierbei das Stickstoffmanagement beziehungsweise der Stickstoffbilanzsaldo von besonderem Interesse: Voraussichtlich ab 2018 darf die Stickstoffbilanz einen Saldo von +50 kg N/ha im Mittel von drei Jahren nicht überschreiten.

Um diese Zielvorgabe zu erreichen, bedarf es geeigneter Anpassungsstrategien. Seit Langem ist bekannt, dass die Effizienz der Stickstoffdüngung in einem erheblichen Umfang vom Nährstoffangebot weiterer essenzieller Nährstoffe abhängt: Das heißt, die beste Stickstoffdüngungsstrategie ist nur dann effizient, wenn auch gleichzeitig die Versorgung mit anderen Nährstoffen optimiert wird. Der Kaliumdüngbedarf wird üblicherweise für eine Rotation kalkuliert. In einer Raps-Weizen-Gerste-Fruchtfolge wird Kalium in der Regel nur zu Raps gedüngt, da dieser den höchsten Bedarf aufweist.

Die vergangenen drei Jahre waren durch hohe Niederschläge in Herbst und Winter gekennzeichnet, sodass wichtige Nährstoffe wie Kalium und Schwefel besonders auf sorptionsschwachen Böden aus der Wurzelzone ausgetragen wurden. Die Bedeutung einer differenzierten Kalium- und Schwefeldüngung für den Stickstoffbilanzsaldo einer dreijährigen Ackerfruchtfolge soll deshalb

Abbildung 1: Auswirkungen unterschiedlicher Kalium- und Schwefeldüngung auf den Ertrag (dt/ha) einer dreigliedrigen Fruchtfolge auf dem Lindenhof-Versuchsfeld in Ostenfeld/Rendsburg von 2014 bis 2016



im Folgenden für einen sorptionschwachen Standort des Östlichen Hügellandes untersucht werden.

Tabelle 1: Varianten des kombinierten Kalium- und Schwefeldüngungsversuches (Lindenhof/Ostenfeld)

Variante	Kalium [kg K <sub>2</sub> O/ha]	Schwefel [kg S/ha]
1	0	0
2	30	0
3	60	0
4	120	0
5	30	3 (4)
6	60	6 (8)
7	120	12 (15)

Die Schwefelmengen in Klammern gelten für Winterraps 2015/2016

Dazu wurde ein Fruchtfolgeversuch auf dem Versuchsfeld der Fachhochschule Kiel in Ostenfeld bei Rendsburg in den Jahren 2014 bis 2016 (45 BP, Bodenart: sL, 6 % Ton, 2,5 % Gesamthumus) durchgeführt. Die Kaliumversorgung des Standortes entsprach zu Versuchsbeginn der Gehaltsklasse B. In einer einfaktoriellem Blockanlage wurden in jeweils vierfacher Wiederholung sieben Varianten mit unterschiedlich kombinierten Kalium- und Schwefeldüngungsmengen angelegt (siehe Tabelle 1).

Die Stickstoffdüngungsmenge wurde über alle Varianten konstant gehalten, um die variierende Stickstoffausnutzung für die verschiedenen Kalium- und Schwefeldüngungskombinationen berechnen zu können. 2014 wurde die Winterweizensorte ‚Desamo‘ mit 220 kg N/ha, 2015 die Wintergerstensorte ‚Meridian‘ mit 190 kg N/ha und 2016 die Rapsorte ‚Avatar‘ mit 190 kg N/ha mineralisch gedüngt. Die Pflanzenschutzmaßnahmen wurden ebenfalls für alle Varianten gleich ausgeführt.

### Witterungseinfluss auf Auswaschung

Die Witterung und damit verbunden auch die Auswaschungsverluste während der Wintermonate spielen in Bezug



Kontrolle  
(0 kg K<sub>2</sub>O/ha / 0 kg S/ha)



mit Kaliumdüngung  
(120 kg K<sub>2</sub>O/ha / 0 kg S/ha)



mit Kalium- und Schwefeldüngung  
(120 kg K<sub>2</sub>O/ha / 15 kg S/ha)

auf die Kalium- und Schwefelversorgung eine wichtige Rolle. Der zum größten Teil in der organischen Substanz gebundene Schwefel ist in der mineralisierten SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-Form, genau wie auch das in der Bodenlösung vorliegende K<sup>+</sup>-Ion, auswaschunggefährdet. Die K<sup>+</sup>-Austräge hängen in erster Linie von der Sorptionsstärke des Standortes, also dem Ton- und Humusgehalt, ab. Auf sorptionschwächeren Standorten kann es über die Wintermonate zu erheblichen K<sup>+</sup>- und SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-Austrägen kommen. Neben den Aspekten der Nährstoffsorption und -auswaschung sind besonders im Hinblick auf die Schwefelversorgung im Frühjahr auch die Mineralisationsbedingungen mit Beginn der Vegetation zu berücksichtigen. Tabelle 2 gibt deshalb Auskunft über die Niederschlags- und Mineralisationsbedingungen der Jahre 2014 bis 2016.

**Tabelle 2: Niederschlag (mm) und Mineralisationsbedingungen im Frühjahr der Versuchsjahre 2014 bis 2016 für den Versuchsstandort Lindenhof/Ostenfeld**

Zeitraum	Niederschlag [mm]	Mineralisationsbedingungen Frühjahr
Nov. 2013 - Feb. 2014	263	Frühj. 2014 - gut
Nov. 2014 - Feb. 2015	371	Frühj. 2015 - schlecht
Nov. 2015 - Feb. 2016	411	Frühj. 2016 - schleppend

(Quelle: ProPlant 2016/verändert)

### Einfluss variiert Dün- gung auf den Ertrag

Die Effekte einer verringerten bis unterlassenen Kalium- und/ oder Schwefeldüngung blieben beim Winterweizen im ersten Versuchsjahr aus. Im Ertrag und auch in den Qualitäten konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten festgestellt werden (siehe Abbildung 1).

Anders bei der Wintergerste im zweiten Versuchsjahr: Ohne Schwefel sank der Ertrag von 141 dt/ha auf 131 dt/ha. Wurden weder Schwefel noch Kalium gedüngt, verringerte sich der Ertrag um weitere 10 dt/ha auf 121 dt/ha. Dieser Trend setzte sich 2016 im Winterrraps fort: Mit Kalium und Schwefel wurden 37,5 dt/ha geerntet. Ohne Schwefel lag der Ertrag bei 31,3 dt/ha. Ohne Schwefel und Kalium konnten trotz eines N-Niveaus von 190 kg N/ha nur noch 17,4 dt/ha geerntet werden.

Die abnehmende Nährstoffversorgung mit Kalium und Schwefel wird eindrücklich durch die Fotos dokumentiert: Bei einer ausgewogenen Ernährung sind die Pflanzen vital und die Schoten gut entwickelt (siehe Foto rechts). Bei voller Kaliversorgung, aber fehlendem Schwefel wird der Schwefelman-

gel deutlich: Die Schoten zeigen deutlichen Schwefel- beziehungsweise Stickstoffmangel (siehe Foto Mitte). Ohne Kali und Schwefel reduzieren sich Schotenansatz, Schoten- ausbildung und die Gesamtvi- talität der Pflanzen auf ein Minimum (siehe Foto links).

### Wirkung der Reduzie- rung auf Stickstoffbilanz

Aufgrund der beschriebenen Ertragsminderungen durch eine reduzierte Kalium- und Schwefeldüngung ist auch eine negative Beeinflussung der Stickstoffbilanz über die dreijährige

### Wofür benötigt die Pflanze Kalium?

Kalium ist neben Stickstoff der Nährstoff, der in erheblichen Mengen durch die Pflanze aufgenommen wird. Kalium liegt als K<sup>+</sup>-Ion im Boden vor. In der Pflanze ist Kalium sowohl im Xylem als auch im Phloem mobil. Es dient der Aktivierung zahlreicher Enzymreaktionen und reguliert den Wasserhaushalt der Pflanze. Über Veränderungen des Zellinnendrucks

(Turgor) werden insbesondere die Spaltöffnungen der Blätter gesteuert. Bestände, die ausreichend mit Kalium versorgt sind, haben in der Regel eine höhere Frosttoleranz. Ebenso sagt man Kalium eine resistenzfördernde Wirkung in Bezug auf verschiedene Krankheitserreger nach, die auf eine verbesserte Zellwandausbildung zurückzuführen ist.

### Wofür benötigt die Pflanze Schwefel?

Schwefel wird von der Pflanze überwiegend als Sulfat (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) aus der Bodenlösung aufgenommen. Die Pflanze nimmt allerdings auch über die Luft Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>) auf. In den 1970er und 1980er Jahren konnte der Schwefelbedarf der meisten Kulturpflanzen weitestgehend über die atmosphärischen Einträge gedeckt werden. Dieser Eintrag ist heutzutage durch die Entschwefelungsanlagen der Kraftwer-

ke stark reduziert. Schwefel ist wichtiger Bestandteil von Proteinen und an wichtigen Enzym- und Redoxreaktionen in der Pflanze beteiligt. Ebenso ist Schwefel für den Chlorophyll- und Chloroplastenaufbau von essenzieller Bedeutung. Sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe wie die Glucosinolate des Rapses haben hohe Schwefelanteile, wodurch unter anderem der hohe Schwefelbedarf des Rapses zu erklären ist.



Ohne Schwefeldüngung kann Gerste auch 190 kg N/ha nicht in Ertrag umsetzen.  
Fotos: Dr. Ute Kropf

Ohne Schwefeldüngung kann Gerste auch 190 kg N/ha nicht in Ertrag umsetzen.  
Fotos: Dr. Ute Kropf

Fruchtfolge zu erwarten. Dies wird mit Abbildung 2 bestätigt: Während der Stickstoffbilanzsaldo durch eine Düngung mit bis zu 60 kg K<sub>2</sub>O/ha mehr oder weniger unverändert blieb, resultierte eine kombinierte Kalium- und Schwefeldüngung mit 60 kg K<sub>2</sub>O/ha und 6 kg S/ha bereits in einer Absenkung des Stickstoffsaldo um zirka 20 kg N/ha. In der Variante 7 konnte mit 120 kg K<sub>2</sub>O in Kombination mit 12 kg S/ha schließlich für den Versuchszeitraum ein Bilanzsaldo von lediglich 25 kg N/ha erreicht werden.

ten Versuchsjahr in der Wintergerste eine deutliche Ertragsminderung durch reduzierte Schwefel- und Kaliumdüngung. Die Versuchsergebnisse sind auch durch die überdurchschnittlichen Erträge der Jahre

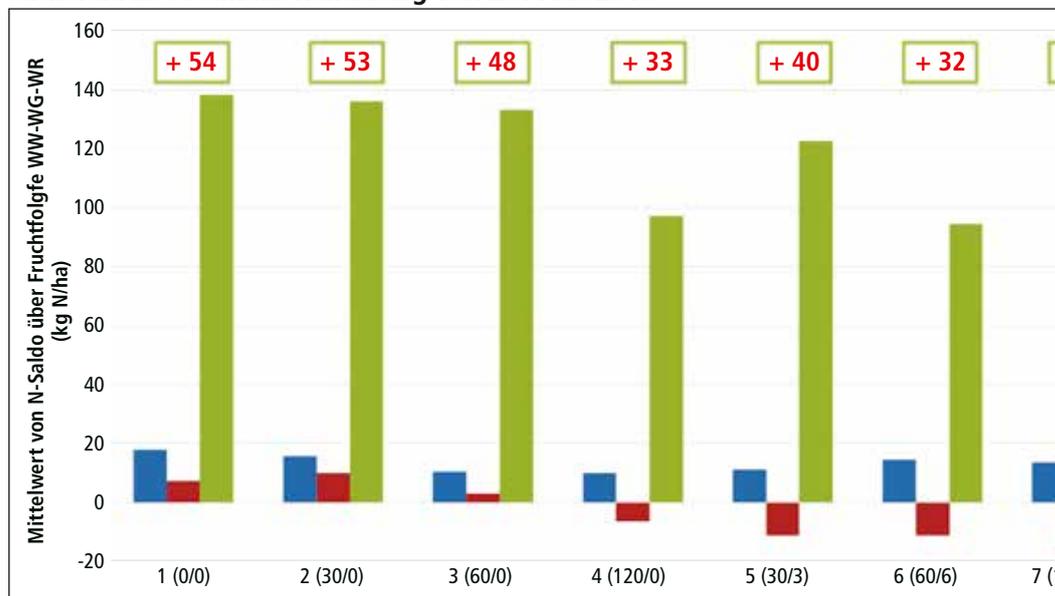
2014 und 2015 geprägt. Es bleibt deshalb abzuwarten, wie sich die Ergebnisse in den kommenden Jahren darstellen und ob sich die dargelegten Zusammenhänge entsprechend weiterentwickeln.

**B. Sc. Vincent Voß**  
**Dr. Ute Kropf**  
**Prof. Dr. Conrad Wiermann**  
**Fachhochschule Kiel**  
**Fachbereich Agrarwirtschaft**  
**Tel.: 0 43 31-845-130**  
**conrad.wiermann@fh-kiel.de**

### Bewertung der Versuchsergebnisse

Die Ergebnisse basieren auf einem dreijährigen stationären Versuch. Auf der Nullparzelle wurde konsequent drei Jahre keine Kalium- und Schwefeldüngung durchgeführt. Analog dazu waren die verschiedenen Düngungsstufen angelegt. Auch wenn der dreijährige Verzicht auf eine Düngung mit Kalium und Schwefel nicht praxisgerecht ist, zeigt sich bereits im zwei-

**Abbildung 2: Auswirkungen unterschiedlicher Kalium- und Schwefeldüngung auf die Stickstoffbilanz (kg N//ha) einer dreigliedrigen Fruchtfolge auf dem Lindenhof-Versuchsfeld in Ostenfeld/Rendsburg von 2014 bis 2016**





# DER ANTRIEB FÜR VOLLE KOLBEN

**ESTA® Kieserit**

25% MgO · 20% S



Mehr unter [www.kali-gmbh.com](http://www.kali-gmbh.com)  
**K+S KALI GmbH** · Pflanzennährstoffe  
Ein Unternehmen der K+S Gruppe

