

Kalium – ein wesentliches Element bei der Düngung von Gräsern auf Golf- und Sportplätzen

Lord, F. und P. Mertens

Einleitung

In den letzten Jahren haben verschiedene Publikationen einen Zusammenhang zwischen Kalium-Applikationen und einer erhöhten Schneeschimmel-Anfälligkeit herausgestellt (ROSSI, 2008; SOLDAT et al., 2016; BIER et al., 2018). Derartige Erkenntnisse haben bei den Greenkeepern hierzulande für einige Irritationen gesorgt und zu sehr pauschalen Interpretationen geführt, die diesen essenziellen Nährstoff Kalium geradezu in Misskredit bringen. Wie so oft, sollte dieser Sachverhalt relativiert und differenziert betrachtet werden.

Signifikante Unterschiede bezüglich einer Schneeschimmel-Infektion wurden vor allem bei sehr hohen Kaliumkonzentrationen, die unter Praxisbedingungen hier eher nicht üblich sind, beobachtet. Hohe einseitige Gaben einzelner Nährstoffe können die Nährstoffverhältnismäßigkeit mit z. T. ionen-antagonistischen Effekten ungünstig verzerren und zu negativen Effekten führen. Zudem sind Pflanze-Pathogen-Interaktionen sehr komplex und korrelieren mit verschiedensten Parametern.

Kontroverse Ergebnisse, gerade aus Freilandversuchen, können deshalb immer wieder beobachtet werden. So konnten MATTOX et al. (2019) mit einer Kaliumdüngung auch reduzierte Schneeschimmel-Infektionen feststellen (Tabelle 1). Daher sollten zur Klärung des Sachverhaltes neben den Beobachtungen aus den Freilandversuchen, unbedingt auch ergänzende Exaktversuche unter kontrollierten Bedingungen und mit einer definierten Inokulation durchgeführt werden.

Aufnahme und Wirkung von Kalium

Gräser können wie alle Gramineen Kalium relativ leicht aufnehmen und wechseln sogar zu einer Form des Luxuskonsums, wenn das Angebot (Düngung, K-Nachlieferungsvermögen des Bodens/austauschbares K) hoch ist.

Pound/1.000 Square feet	kg/ha	<i>Microdochium nivale</i> Krankheitsbefall in %
Stickstoffrate¹		
0,10	4,9	19,1 a ²
0,20	9,8	29,0 b
Phosphorrates		
0,00	0,0	24,4 ns
0,025	1,22	23,7 ns
Kaliumrate		
0,00	0,0	27,2 b
0,10	4,9	20,9 a

¹ Stickstoff, Phosphor und Kalium wurden in den genannten Raten ab Sept. 2017 monatlich appliziert.

² Daten mit unterschiedlichen Buchstaben unterschieden sich signifikant.

Tab. 1: Einfluss von Stickstoff, Phosphor und Kalium auf die Schneeschimmelfektion auf einem *Poa annua*-Putting-Green in Corvallis, Oregon. Bonitur 22.02.2018 (MATTOX et al., 2019).

Unausgewogene Nährstoffverhältnisse können jedoch bekanntermaßen auch zu einer erhöhten Krankheitsanfälligkeit führen. Neuere Versuche an der Oregon State University belegen, dass eine ausgeglichene N-P-K-Düngung hingegen den Schneeschimmelbefall sogar signifikant reduzieren kann (Tabelle 2). Kalium (K+) wird in der Pflanze sowohl in akro-, als auch basipetaler Richtung transportiert und gelangt so schnell an die Bedarfsorte. Neben der Pflanzenart hat insbesondere auch die Wurzelmorphologie einen Einfluss auf die Kaliumaufnahme (MENGEL und KIRKBY, 1978). Auch in diesem Zusammenhang wird eine mögliche unterschiedliche „Kalium-Response“ der in den Versuchen überwiegend verwendeten Bentgrass Greens (*Agrostis stolonifera*) im Vergleich zu *Poa annua* dominierten Grüns, wo eine Kaliumdüngung die Schneeschimmel-Toleranz im Gegensatz sogar erhöhte, diskutiert (Tabelle 1).

Krankheitsabwehr durch Kalium

Wer sich hinsichtlich der Bedeutung von Kalium ausschließlich auf die Herbstdüngung und die Schneeschimmel-Thematik fokussiert, unterschätzt diesen Nährstoff allerdings und begrenzt sich damit gegebenenfalls selbst. Sicherlich sollten die kontroversen Versuchsergebnisse zum Einfluss von Kaliumgaben im Spätherbst auf eine Schneeschimmelfektion Anlass zu weiteren wissenschaftlich differenzierten Untersuchungen geben und dann bei eindeutiger Korrelation ggf. auch zur Anpassung von Düngerkonzepten führen. Aber Kalium gänzlich zu ignorieren, ist definitiv nicht die fachliche Folgerung aus dieser Diskussion und auch keine ratsame Konsequenz.

Neben Schneeschimmel gibt es im Rasen eine Vielzahl weiterer Schadpilze,

Behandlung*	N-Gabe kg/ha	P-Gabe kg/ha	K-Gabe kg/ha	Krankheitsindex (%)
N-Düngung	4,9	0	0	9,9 a
N-P-K-Düngung	4,9	1,22	4,9	5,6 b**

* N, P, K-Gaben monatlich ab Oktober 2018, Bonitur 12.02.2019, etabliertes *Poa annua*-Grün, Corvallis, Oregon; ** Daten sind signifikant, P=0,05

Tab. 2: Einfluss einer NPK-Düngung auf den Schneeschimmelbefall (MATTOX et. al, 2019).

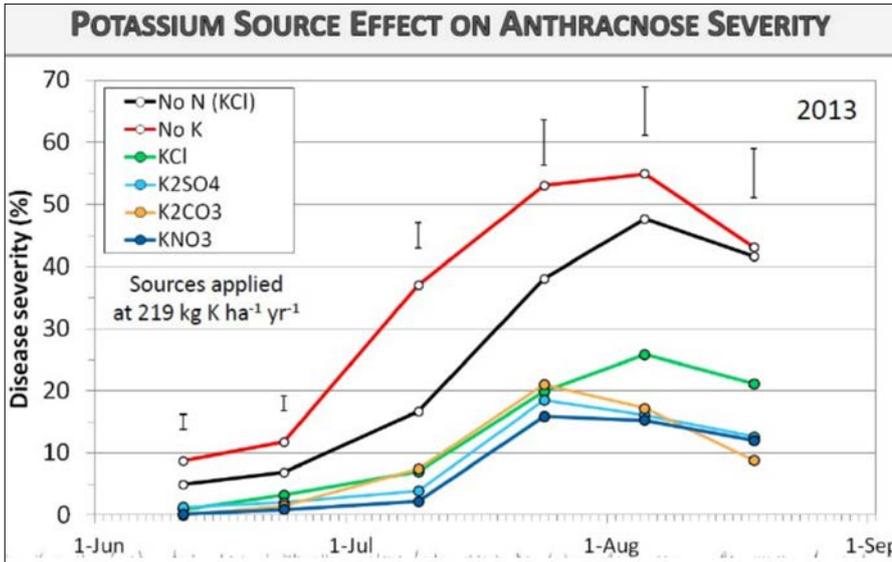


Abb. 1: Einfluss von Kalium auf Anthracnose-Infektion und Krankheitsverlauf (SCHMID et al., 2018).

die die Funktionsflächen der Golfplätze auch in der Hauptsaison stark beeinträchtigen können.

In den letzten Jahren sind wieder verstärkt vor allem Dollarspot (*Sclerotinia homocarpa/Clariireedia* spp.) aufgetreten, mittlerweile eine der wichtigsten und verbreitetsten Rasenkrankheiten überhaupt. Daneben gewinnt aber auch Anthracnose (*Colletotrichum graminicola*) an Bedeutung. Umfangreiche Versuche an der Rutgers University haben eindeutig gezeigt, dass gezielte Kalium- und auch Stickstoffapplikationen die Toleranz der Gräser gegenüber diesen beiden Pathogenen signifikant erhöhen können (Abbildung 1). Im Rahmen der diesjährigen Turf Webinars der europäischen Rasengesellschaft (ETS) haben Dr. James Murphey und Dr. Chas Schmid die Zusammenhänge eingehend erläutert und die Resulta-

te vorgestellt. Die Präsentationen sind über das Sekretariat der European Turf Grass Society als Handout erhältlich (www.turfgrasssociety.eu).

Kalium im Stoffwechsel der Gräser

Im Kontext einer nachhaltigen und integrativen Sportrasenpflege ist eine ausgewogene und zielgerichtete Gräserernährung wichtiger denn je und Kalium hat dabei eine vitale Bedeutung. Schließlich ist Kalium ein Hauptelement in der Pflanzenernährung, das in relativ großen Mengen aufgenommen wird. Es ist nach Stickstoff der zweitwichtigste Nährstoff und steuert viele pflanzenphysiologisch relevante Prozesse. Kalium spielt beispielsweise eine wesentliche Rolle bei der Atmung und Photosynthese sowie bei der

Translokation verschiedener Nährstoffe in der Pflanze. Kalium aktiviert auch etwa 60 Enzyme, die an verschiedenen Stoffwechselprozessen beteiligt sind, ist ein wesentliches Element beim Zuckertransport durch Pflanzen und für die Synthese von Stärke und Proteinen unverzichtbar. Im Winter schützt eine hohe Zuckerkonzentration in der Zelle die Pflanzen vor irreversiblen intrazellulären Frostschäden und mildert somit Überwinterungsschäden. Auch die Akkumulierung von Kohlenhydraten und damit ein positiver Einfluss auf das Regenerationspotenzial wird durch Kalium unterstützt. Einige schwedische Greenkeeper berichten über den Erfolg gezielter N-K-Düngungen mit moderatem Langzeit-N und Eisen im Spätsommer. Dabei konnten sie eine Verringerung von Überwinterungsschäden und eine Förderung des regenerativen Neuaustriebes im Frühjahr beobachten (Abbildung 2).

Insbesondere im Sommer, wenn bei hohen Temperaturen der Verbrauch an Reservestoffen (Dissimilation) und die Produktion von Assimilaten (Photosynthese) ins Ungleichgewicht geraten kann, hat eine ausreichende Kohlenhydrateinlagerung entscheidenden Einfluss auf die Stresstoleranz der Gräser. Ein weiterer Aspekt, der Kalium vor allem für die Konditionierung der Gräser gegenüber Sommerstress-Faktoren prädestiniert, ist der positive Einfluss auf den Wasserhaushalt der Pflanze.

Eine Hauptfunktion von Kalium ist hierbei die Wasserretention einer Zelle. Der größte Teil des von den Wurzeln aufgenommenen Kaliums ist nicht in die Zell- oder Gewebestruktur integriert, sondern bleibt als Ion in der Zellflüssigkeit vorhanden. Diese Zellflüssigkeit befindet sich hauptsächlich in der Vakuole, die mit Wasser und den darin gelösten Nährstoffen gefüllt ist. Aufgrund der zunehmenden Kaliumkonzentration und damit der zunehmenden Salzkonzentration ziehen diese Zellen zusätzliches Wasser an, um einen Konzentrationsausgleich zu schaffen. Dies bewirkt, dass die Vakuole innerhalb ihrer Zellmembran auf ihre maximale Größe anschwillt, wodurch sie gegen die Zellwand drückt und ihr die optimale Festigkeit verleiht. Diese Zellenspannung wird als Turgordruck bezeichnet. Wenn sich die Zelle in einem guten Turgorzustand befindet, d. h. die Zellen die maximale Menge Wasser enthalten und durch die hohe Kaliumkonzentration aufrechterhalten, haben die Gräser ihre ideale Widerstandskraft gegen Hitze, Trockenheit und Frost erreicht.



Abb. 2: Mit gezielter Kaliumapplikationen konditionierte Gräser kommen gut durch den skandinavischen Winter. (Foto: F. Lord)

Kalium-Applikation g/m ² /Jahr	Scherfestigkeit Nr. of trackings	Belastbarkeit newtons/45 cm ²	K-Gehalt i.d. Pflanze %	Zellwandstärke g/dm ²
0	400	14	1,4	1,45
10	455	20	1,88	1,79
20	500	25	2,25	1,9
30	535	28	2,73	1,98
40	595	32	3,01	2,07
Signifikanzniveau:				
LSD (0,05)	30	2	0,21	0,21

Tab. 3: Einfluss von Kalium auf einige Qualitätsparameter von *Agrostis stolonifera* (modifiziert nach SHEARMAN und BEARD, 2002).

Das Öffnen und Schließen der Stomata wird ebenfalls von den Gräsern aktiv durch Kaliumverlagerungen gesteuert. Infolgedessen kann eine Pflanze spezifisch auf Licht, die Umgebungsfeuchtigkeit, die Aufrechterhaltung ihres eigenen Feuchtigkeitshaushalts (und damit ihres Kühlsystems), die Absorption von CO₂, die Freisetzung von O₂ usw. reagieren. Eine weitere wichtige Eigenschaft von Kalium in der Sportrasenpflege ist die Zellwandstabilisierung und damit eine Erhöhung der Belastungstoleranz, Nutzungsintensität und Vermeidung ineffektiver Transpiration. Tabelle 3 zeigt einen Kaliumsteigerungsversuch mit den entsprechenden Effekten auf die Prüfparameter.

Eine ordnungsgemäße Kaliumdüngung optimiert daher die Gräserqualität und Widerstandskraft erheblich, insbesondere auf Kaliummangelstandorten, wie wir oft in sandigen Rasentragschichten (USGA/FLL/DIN) auf Golfplätzen und in Fußballstadien oder in modernen Hybridrasensystemen sehen können.

Kalium zur Stress-Vorbeugung

Der Klimawandel und die globale Erwärmung haben eindeutig bereits begonnen und sind ein fortlaufender Prozess. Von großer Bedeutung sind daher alle Maßnahmen, die einerseits zur Wassereinsparung und andererseits zur Erhöhung der Trocken- und Hitzetoleranz von Gräsern geeignet sind. Kalium spielt in diesem Zusammenhang eine wesentliche Rolle.

Es ist bekannt, dass Kalium den Wasserhaushalt von Pflanzen reguliert (siehe oben). Was bedeutet dies für eine genaue Anti-Stress-Düngung? Abbildung 3 zeigt die Auswirkungen gezielter Kaliumapplikationen im Sommer in Ergänzung zu einer Grunddüngung in unterschiedlichen N:K-Verhältnissen auf Trockenstressbedingungen.

Der Versuch wurde in einem Rain-Out-Tunnel-System am LandLab Rasenfor-

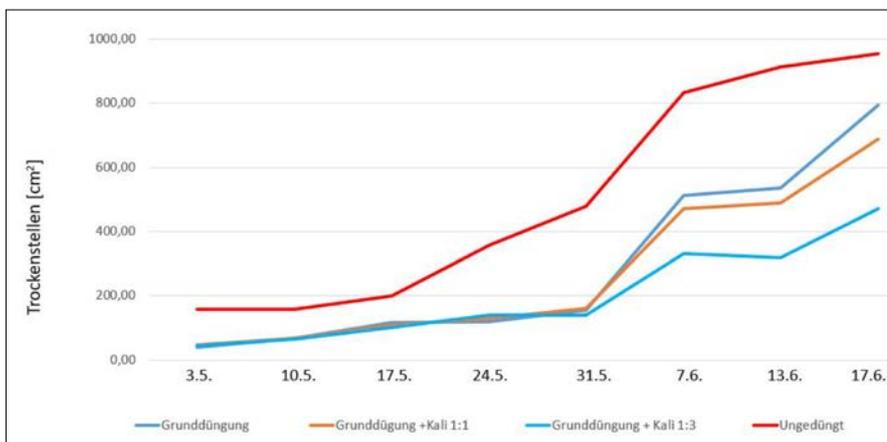


Abb. 3: Einfluss der Kaliumdüngung auf die Trockentoleranz von Gräsern (*Lolium perenne/Poa pratensis*-Mischung) bei ET 25 % (ALTISSIMO und LORD, 2016).

schungsinstitut in Italien mit einer *Lolium perenne/Poa pratensis*-Mischung durchgeführt. Pro Tunnelsegment wurde ein separates Wasserregime (100 % ET, 50 % ET und 25 % ET) eingestellt. Aus der Grafik lässt sich ableiten, dass alle Kaliumanwendungen die Schwere des Trockenstresses verringern konnten (Anzahl der Localized Dry Spots), wobei ein N:K-Verhältnis während des Versuchszeitraumes (Mai-September, 15 g N/m²) von 1:3 die besten Ergebnisse erzielte (Abbildungen 4 und 5). Auch die Kombination mit Silizium (Si) zeigte hervorragende Ergebnisse mit einer deutlich reduzierten Empfindlichkeit der Gräser gegenüber Trockenheit und Hitzestress.



Abb. 4: Versuchsplots Rasen bei 50 % ET



Abb. 5: Versuchsplots Rasen bei 25 % ET (Fotos: F. Lord)

Die Fotos zeigen die getrockneten Stellen (LDS, Localized Dry Spots) auf den gezeichneten Versuchsflächen für die verschiedenen Bewässerungsregime. Die Varianten ohne zusätzliches K reagierten eindeutig mit schweren Trockenfleckensymptomen, insbesondere bei nur 25 % ET.

Kalium unterstützt Gräser-Regeneration

Abbildung 6 zeigt den Einfluss der Kaliumdüngung auf die direkten Blattschäden durch Hitze und Trockenheit sowie das Regenerationspotenzial

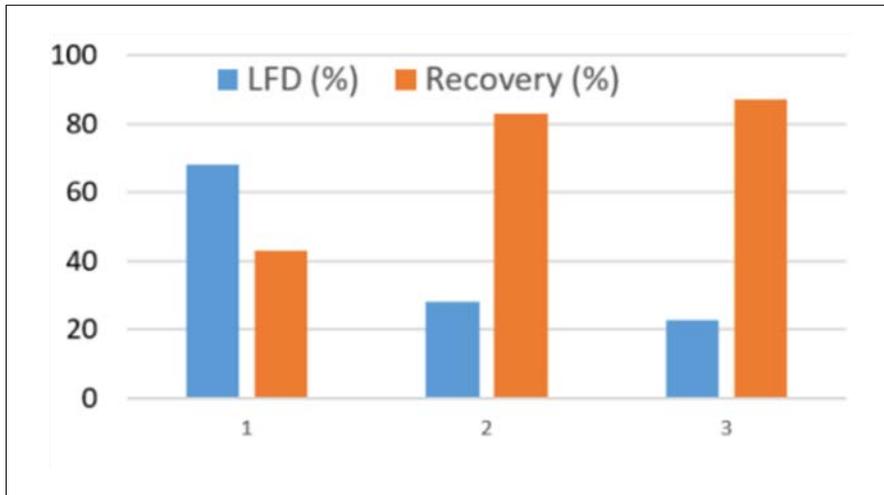


Abb. 6: Einfluss von Kalium auf die Schädigung der Blätter (LFD = Leaf Damages) sowie auf das Regenerationsvermögen (Recovery) von Gräsern nach Trockenstress.

1 = 0 g K/m², 2 = 5 g K/m², 3 = 10 g K/m² (MILLER and DICKENS, 1998).

von Gräsern nach Trockenstress. Die mit Kalium gedüngten Parzellen konnten sich viel intensiver erholen als die kaliumfreien Parzellen. Wie bereits erwähnt, ist Kalium bei der Anreicherung von Kohlenhydraten in der Pflanze beteiligt. Dank dieser Reservestoffe verfügen die Gräser dann auch im Vergleich zur nicht mit Kalium versorgten Varianten über ausreichend Energie für regeneratives Wachstum nach dem Trockenstressereignis.

Diese Forschungsdaten zeigen, dass Kalium ein wesentlicher und entscheidender Nährstoff für die Aufrechterhaltung der Funktionen von Sportrasen ist, die biotische und abiotische Stresstoleranzen fördern. Dieses Element spielt daher eine Schlüsselrolle bei der nachhaltigen Rasenpflege und beim integrierten Stress- und Krankheitsmanagement. Insbesondere Anwendungen im späten Frühling und Frühsommer, um die Golfplätze und Fußballplätze auf den bevorstehenden Sommerstress vorzubereiten, können möglicherweise schwere Symptome verhindern und dazu beitragen, die Plätze in einem guten, beispielbaren und funktionierenden Zustand zu halten.

Fazit

Sicherlich ist es nicht ratsam, einfach unkalkuliert und pauschal zusätzliches Kalium zu geben. Wie oben erwähnt, sollte die Düngung ausgeglichen sein und immer als Bestandteil eines nachhaltigen und komplexen Gesamtpflegekonzeptes gesehen werden. Man erkennt zunehmend, dass Gräserdüngung nicht nur dem Biomassezuwachs dient, sondern vielgerichtete, z.T. diffizile Gräserernährung ist. In diesem Zusammenhang wird die differenzierte Betrachtung von speziellen Nährstoffen und ihrer Einflussnahme auf interne pflanzenphysiologische Prozesse, die relevant für die Qualität und Widerstandskraft der Gräser sind, an Bedeutung zunehmen.

Literatur

- ALTISSIMO, A. und F. LORD, 2016: Forschungsprojekt LandLab Turf Research Station, Italy, unveröffentlicht.
- BIER, P.V., M. PERSCHKE, P. KOCH and D.J. SOLDAT, 2018: A long term evaluation of differential potassium fertilization of a creeping bentgrass putting green. *Plant Soil*, 431, 303-316.

MATTOX, C., A. KOWALEWSKI and B. MC DONALD, 2019: Microdochium patch management without fungicides. *Golf Course Management Magazine*, GCM online, May 2019, www.gcmonline.com/course/environment/news/microdochium-patch-management

MENDEL, K. and E.A. KIRKBY, 1978: *Principles of Plant Nutrition*. Editors: International Potash Institute Berne, Switzerland, 1978.

MILLER, G.L. and R. DICKENS, 1998: Water relations of two cynodon turf cultivars as influenced by potassium. *Int. Turfgrass Soc. Res. J.*, No. 8, p. 1298-1306.

ROSSI, F., 2008: Does late season potassium increase snow mold. *Cornell University Turf Times* 2018, Issue 4, Volume 19, No. 4.

SCHMID, C.J., B.B. CLARKE and J.A. MURPHY, 2018: Potassium Nutrition Affects Anthracnose on Annual Bluegrass. *Agronomy Journal*, Vol. 110, Issue 6, 2171-2179.

SHEARMAN, R.C. and J.B. BEARD, 2002: Potassium nutrition effects on *Agrostis stolonifera* L wear tolerance. *Turfgrass Soc. Res. J.*, No.9, p. 667-675.

SOLDAT, D.J. and P.L. KOCH, 2016: Potassium fertilization increases *Microdochium* patch incidence and severity on creeping bentgrass. *ASA CSSA SSSA Annual Meeting*, Phoenix, AZ, <https://scisoc.confex.com/crops/2016am/webprogram/Paper100403.html>.

Autoren:

Dr. Fritz Lord
Global Crop Manager Turf,
COMPO EXPERT
fritz.lord@compo-expert.com

Paul Mertens
Fachberater COMPO EXPERT
Benelux
paul.mertens@compo-expert.com