

So beeinflusst die Kalidüngung den DCAB-Wert

Für die Gesundheit und Leistungsfähigkeit der Milchkühe spielt der Säure-Basen-Haushalt eine wichtige Rolle. Er wird wesentlich durch die Zusammensetzung der Futtermittel bestimmt. Eine Bewertung erfolgt durch den sogenannten DCAB- (Dietary Cation-Anion-Balance) bzw. FKAD-Wert (Futter-Kationen-Anionen-Differenz). Welchen Effekt die Kalidüngung des Grünlands auf den DCAB-Wert hat, erläutert der folgende Beitrag.

Bernd Frey, K+S Kali GmbH, Neundorf

Betrachtet werden die (positiv geladenen) Kationen Kalium (K) und Natrium (Na) und die (negativ geladenen) Anionen Chlorid (Cl) und Schwefel (S). Die Kationen wirken basisch, während die Anionen den DCAB-/FKAD-Wert in die Richtung eines sauren Milieus beeinflussen. Die unterschiedlichen chemischen Elemente/Ionen haben nicht nur verschiedene Atomgewichte, sondern auch Wertigkeiten (Bindungsstellen). Das wird in der Berechnung des DCAB-Wertes durch die Multiplikation der bei der Analyse (in g/kg TM) ermittelten Elemente mit einem entsprechenden Faktor berücksichtigt. Die Angabe erfolgt dann in meq (Milligramm-äquivalent) je kg Trockenmasse (TM):

$$\text{DCAB (meq/kg TS)} = ((43,5 \times \text{Na} + 25,6 \times \text{K}) - (28,2 \times \text{Cl} + 62,4 \times \text{S}))$$

Im Zusammenhang mit der Milchviehfütterung ist der DCAB-Wert schon länger bekannt. Vor 15–20 Jahren wurde vor allem der negative Einfluss eines zu hohen DCAB während der Trockensteherzeit diskutiert. Insbesondere durch neuere Arbeiten von Staufenberg¹ wurden die Anforderungen während der einzelnen Phasen der

¹ Staufenberg, R., Roder, A., Pieper, L.: Die DCAB der Futtermittel als eine bisher wenig beachtete Ursache für eine azidotische Stoffwechsellage von Junggründern und Milchkühen (2016). Leipzig 24.06.2016.



In Feldversuchen wird der Einfluss der Düngung auf Ertrag und Inhaltsstoffe ermittelt.

Foto: Leidel

Fütterung noch einmal deutlich präzisiert und um den im Zusammenhang stehenden NSBA-Wert (Netto-Säure-Basen-Ausscheidung) im Harn ergänzt (Tab. 1).

Große Schwankungen im Grundfutter

Es wird klar, dass die Ansprüche an die Höhe des DCAB sehr unterschiedlich sind. Da der Hauptanteil der Futtermittel für das Milchvieh aus dem Grundfutter kommt, ist der Einfluss dieser Komponenten

auf den DCAB-Wert entsprechend hoch. In aktuellen Veröffentlichungen berichten verschiedene Autoren (Engelhard, Greiner, Miller, Staufenberg) über starke Schwankungen des DCAB in den Grundfutterkomponenten bzw. den daraus gewonnenen Silagen. Beim Grünland werden durchaus Schwankungen von > 100 % und beim Mais von ca. 50 % um den Mittelwert genannt. In jedem Fall empfiehlt sich also eine Untersuchung der Grundfutterkomponente, um hier reagieren zu können. Die Ursachen für die recht unterschiedlichen Werte dürften recht vielfältig und u. a. vom Standort, der Witterung, dem Erntezeitpunkt und vor allem auch der Düngung abhängig sein. Während der Vegetationsperiode kann der Landwirt eigentlich nur mit der Düngung nennenswert Einfluss nehmen.

Folgend soll vor allem der Einfluss der Kalidüngung auf das für die Futtergewinnung wichtige Grünland erläutert werden. Kalium ist für das Grünland u. a. wegen

Tab. 1: Empfehlungen für die DCAB und die NSBA in den verschiedenen Fütterungsgruppen

	Trockenstand früh	Vorbereitung Ca-arm	Vorbereitung Anionenration	Laktation
DCAB (meq/kg TM)	200 bis 300	100 bis 200	-50 bis + 50	200 bis 350
NSBA (mmol/l)	100 bis 200	100 bis 200	-20 bis + 36	100 bis 200

Quelle: Staufenberg, R.

der vergleichsweise hohen Entzüge besonders wichtig. Zudem befinden sich viele Grünlandstandorte auf organischen Böden (Moor). Diese enthalten kaum Ton und können somit die K-Ionen nicht binden; eine entsprechend hohe Bedeutung hat hier deshalb eine jährlich ausreichende Kalidüngung. Das ist insbesondere auch für eine effektive Nutzung des aus Düngung und Mineralisierung stammenden Stickstoffs erforderlich. In ihrer Wirkung auf den DCAB ist die Kalidüngung jedoch noch aus einem weiteren Grund von Interesse; Kalidüngemittel enthalten in unterschiedlichem Umfang die für den DCAB-Wert relevanten Mineralstoffe (Tab. 2).

Welche Wirkung hat die Düngung?

Bedingt durch die Zusammensetzung des Rohsalzes sind alle vier „DCAB-Elemente“ im nahezu naturbelassenen typischen Grünlanddünger Magnesia-Kainit enthalten. Mit der Verwendung anderer Rohsalze und Herstellungsverfahren weicht die Zusammensetzung bei den anderen Düngemitteln entsprechend ab. Von den stofflichen Voraussetzungen her haben Kalidüngemittel demnach gute Voraussetzungen einer gezielten Beeinflussung des DCAB-Wertes.

Feldversuche bieten die Möglichkeit, durch das Konstanthalten aller übrigen Faktoren die Düngungswirkung zu ermitteln. Welche Aussagen lassen sich aus der Auswertung von Düngungsversuchen ableiten? Derzeit ist die Anzahl der Versuche, bei denen neben dem Ertrag auch die für die Ermittlung des DCAB-Wertes wichtigen Inhaltsstoffe bestimmt werden, überschaubar. Das dürfte sich jedoch in nächster Zeit ändern. Zweijährige Ergebnisse liegen bereits vom Niedermoorstandort Lüchfeld (Abb. 1) vor, auf dem eine chloridische Düngung (Korn-Kali) in verschiedenen Gabenteilungen und Düngungshöhen mit einer sulfatischen Kalidüngung verglichen wurde. Die Ergebnisse zeigen, dass es einen erheblichen Jahreseffekt gibt. Die Düngung mit Kaliumsulfat erzielt jedoch jeweils die höchsten DCAB-Werte. Insgesamt ist das DCAB-Niveau (Mittel von drei Aufwüchsen/Jahr) überdurchschnittlich niedrig, was hier auf generell hohe S- und Cl-Werte zurückzuführen ist. Diese stammen nicht aus der Düngung, sondern vor allem aus höheren Salz- oder Cl-Frachten, die mit dem Grundwasser an die Pflanzen gelangen. Ein weiterer Versuch (Abb. 2) zeigt, dass es neben dem Standort- und Jahreseinfluss auch zwischen den

Tab. 2: DCAB-relevante Inhaltsstoffe in Kalidüngemitteln in Prozent (Element)

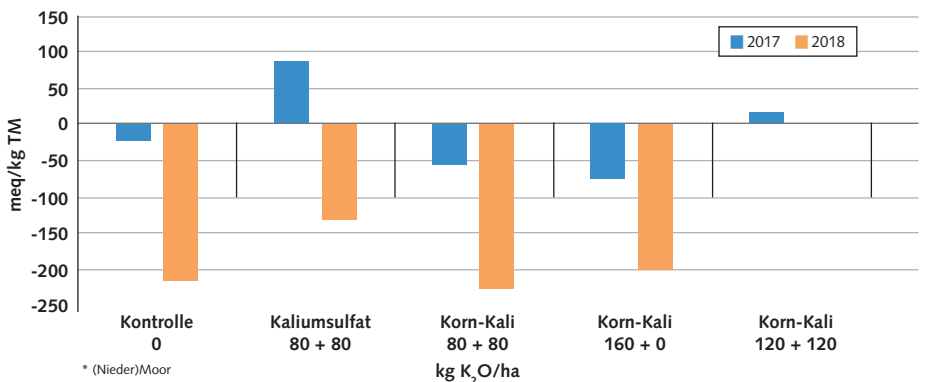
Dünger	Na ₂ O (Na)	K ₂ O (K)	Cl**	S
Korn-Kali	4 (3)	40 (33)	36	5
Kainit*	27 (20)	11-(9)	42	4
60er-Kali	-	60 (50)	47	-
Patentkali	-	30 (25)	-	17
Kaliumsulfat	-	50 (42)	-	18

* bis 10/2018 ** ca.
 aktuell: 9 % K₂O, wasserlösliches Kaliumoxid
 35 % Na₂O, insgesamt Natriumoxid (= 26 % Na)
 9 % SO₃, wasserlösliches Schwefeltrioxid (= 3,6 % S)
 47 % Cl, Chlorid

einzelnen Aufwüchsen relevante Unterschiede gibt, die in diesem Versuch durchaus 200 meq/kg TM betragen. Auch hier werden die höheren Werte mit der sulfatischen Düngung (Patentkali, Kaliumsulfat) und ein niedriger DCAB mit dem Einsatz von chloridischen Düngemitteln (Kainit, Korn-Kali) erzielt. In einem seit 2011 laufenden Düngungsversuch auf Grünland am Standort Iden in Sachsen-Anhalt (Land-

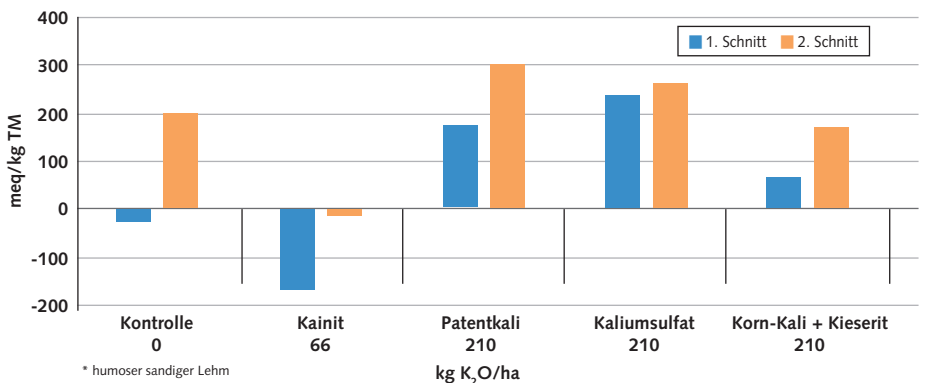
kreis Stendal) wurde mit der zusätzlichen Bestimmung von Chlorid (Cl) im Aufwuchs seit 2015 die konkrete Wirkung der K-/Mg-Düngemittel auf die den DCAB-Wert bestimmenden Inhaltsstoffe untersucht. Mit dem Versuchsjahr 2018 wurde die Variante 2 in eine Düngung mit Kaliumsulfat verändert. Wegen der besseren Vergleichbarkeit ist lediglich der 1. Aufwuchs aufgeführt (Tab. 3, S. 62).

Abb. 1: DCAB-Wert in Abhängigkeit von K-Düngung und Jahr (Grünlandversuch Lüchfeld Mo*)



* (Nieder)Moor
 K+S; Leidel

Abb. 2: DCAB-Wert in Abhängigkeit von der K-Düngung und vom Schnittzeitpunkt (Grünlandversuch Isernhagen 2017 hsL*)



* humoser sandiger Lehm
 K+S; Frey

Tab. 3: DCAB-relevante Inhaltsstoffe in Abhängigkeit von der K-Düngung

(Grünlandversuch Iden (L*) 1. Aufwuchs)

Variante	2015–2017	dt/ha	kg K ₂ O/ha	Mittlerer Gehalt – g/kg TS				meq/kg TM
				Na	K	S	Cl	DCAB
1	Kieserit	1	0	3,2	17,3	3,1	2,0	328,6
2	Kainit	5	55	6,8	24,2	2,4	19,1	214,7
3	60er	2 + 0,9	120 + 55	1,6	29,7	1,9	15,5	274,9
4	Kainit + Korn-Kali	5 + 3	55 + 120	5,2	28,7	2,5	21,5	193,8
Variante	2018	dt/ha	kg K ₂ O/ha	Na	K	S	Cl	DCAB
1	Kieserit	1	0	2,4	16,1	3	4	219
2	Kaliumsulfat	2,4 + 1,1	120 + 55	6,0	19	3,3	6,2	362
3	60er	2 + 0,9	120 + 55	1,6	21,5	2	18,3	-15
4	Kainit + Korn-Kali	5 + 3	55 + 120	8,2	20,2	2,6	23,3	55

* Lehm Quelle: Greiner, B.; LLG ST

Welche Rolle spielen Schwefel und Chlorid?

Tiernährer fordern ein K-Na-Verhältnis von höchstens 20 : 1. Selbst ohne Na-Düngung (Variante 1) werden in Iden 3,2 bzw. 2,4 g/kg TM erreicht. Das weist auf einen besseren Standort hin. Bei der Aufnahme von Na durch die Pflanze gibt es eine Konkurrenz zwischen den Kationen K und Na. Wird K ohne Na gedüngt, erfolgt eine geringere Na-Aufnahme (siehe Var. 3). Das vermindert zusätzlich die Schmackhaftigkeit des Futters.

Wird die K-Düngung unterlassen, so führt das zu sehr niedrigen Gehalten < 20 g K/kg TM, die bereits ertragsbegrenzend wirken dürften (Var. 1). Angestrebt werden 24–27 g kg TM² bei 3- bzw. 5-Schnitt-Nutzung. Die besonderen Bedingungen 2018 führten offenbar zu insgesamt sehr niedrigen Gehalten.

Ähnlich dem Kalium gibt es auch beim

Schwefel Richtwerte, deren Höhe von der Schnitthäufigkeit abhängen. Es werden 2,4 (drei Schnitte) bzw. 2,8 (fünf Schnitte) g S/kg TM gefordert. Ein jüngerer Aufwuchs enthält demnach mehr S. Die Düngung von 20 kg S/ha in der ersten Gabe (Var. 1, 2, 4; 2015–18) findet man deutlich wieder. Die Düngung mit 60er-Kali kann den erforderlichen S-Gehalt dagegen offenbar nicht absichern. Auf der anderen Seite erhöht eine auf 43 kg S/ha mehr als verdoppelte S-Düngung (Var. 2, 2018) den S-Gehalt nur noch wenig, da Gras keinen Luxuskonsum an Schwefel betreibt.

In den Varianten 2–4 (2015–17) wurden ca. 200 (2; 4) bzw. 90 kg Cl/ha gedüngt. Die Düngung wirkt sich so direkt wie bei keinem anderen Element auf die Pflanzengehalte aus, die Cl-Menge wird zu einem großen Teil aufgenommen. Offensichtlich wird auch auf diesem besseren Boden Cl kaum gespeichert; nach der Umstellung der Variante 2 auf Kaliumsulfat 2018 enthält der Aufwuchs nur wenig mehr Cl als die mehrjährig Cl-freie Variante 1.

Theoretisch führt die Zunahme um 1 g bei Na bzw. K zu einer Erhöhung des DCAB um 43 bzw. 26 meq/kg TM, während die Erhöhung um den gleichen Betrag bei Cl eine Reduzierung von 28 und bei S von 62 meq/kg TM bewirkt. Wie die Ergebnisse des Versuches in Iden zeigen, werden K, Na, S und Cl nicht gleich gut aufgenommen. Vor allem Cl, aber auch K gelangen leicht und auch über den erforderlichen Bedarf hinaus in die Pflanze. Bei Na und S ist das nicht in vergleichbarem Umfang der Fall. Das ist der Hauptgrund für die unterschiedliche Reaktion von chloridischer und sulfatischer K-Düngung auf den DCAB-Wert.

Fazit

Anders als noch vor Jahren angenommen, erfolgt durch eine chloridische K-Düngung (Kainit, Korn-Kali, 60er-Kali) offenbar eine Reduktion des DCAB-Wertes. Eine sulfatische Kalidüngung führt dagegen zu einem hohen DCAB. Darauf weisen zumindest die bisher ausgewerteten Versuche recht deutlich hin. Somit kann mit der K-Düngung des Grünlandes grundsätzlich das DCAB-Niveau des Aufwuchses gesteuert werden. Das erscheint insbesondere im Zusammenhang mit dem stärkeren Einsatz von Rapsextraktionsschrot in der Fütterung interessant. Aufgrund der starken Abhängigkeit von Standort, Erntezeitpunkt, Witterung und Jahr ist es nicht möglich, einen ganz bestimmten DCAB-Wert durch die Düngung vorherzusagen. Eine Analyse zur optimalen Gestaltung der Futtermittel ist somit unerlässlich.

Auch sollte bei der Düngung natürlich die Versorgung der Pflanzen im Mittelpunkt stehen. Nur ein ausreichendes Düngungsniveau sichert auch den optimalen Ertrag! Bei den aufgeführten Versuchen wurden Ertragseffekte von 5–>20 % durch die Düngung erzielt. Gerade Grünlandflächen sind häufig schlecht mit Kalium versorgt. Prinzipiell sind die beschriebenen Einflüsse der Düngung natürlich auch bei anderen Kulturen zu erwarten. Abschließend zu erwähnen ist, dass organische Düngemittel nicht chloridfrei sind und auch keine nennenswerten Mengen an pflanzenverfügbarem Sulfatschwefel enthalten. <<

Bernd Frey

K + S, Neundorf

bernd.frey@k-plus-s.com

² DLG-Merkblatt 433. Düngung von Wiesen, Weiden und Feldfutter. 2018

Chlorid

Das einwertige Anion Chlorid (Cl) kommt häufig in der belebten und unbelebten Natur vor. Chlorid erfüllt essenzielle Funktionen im Stoffwechsel von Tieren und Pflanzen. Es darf nicht mit Chlor (Cl₂), einem gelblich-grünen giftigen Gas, welches in der Natur nicht beständig ist, verwechselt werden. Somit gibt es Chlorid-enthaltende, jedoch keine „chlorhaltigen“ Kalidünger.

Chlorid bildet mit Metall-Kationen wie Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ und Na⁺ Salze, die fast alle sehr gut wasserlöslich sind. Die bekanntesten sind die natürlich vorkommenden Stein- und Kalisalze.

Chlorid verfügt über einen relativ großen Ionenradius und wird deshalb in unseren Böden nicht nennenswert gespeichert.

Chlorid gilt für die Pflanzen als Mikronährstoff. Am häufigsten werden Gehalte zwischen 0,1–2 % in der Trockenmasse gefunden. Es können also durchaus Mengen von > 200 kg Cl/ha aufgenommen werden.

Für den tierischen Organismus ist Chlorid als eines der Hauptionen der extrazellulären Körperflüssigkeit und Bestandteil der Magensalzsäure ebenso lebensnotwendig.