

Kalkung

Eine ausreichende Kalkversorgung des Bodens ist für die Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit essenziell. Hierbei kann man drei Wirkungsweisen des Kalks unterscheiden:

- Die **chemische Wirkung** des Kalks beruht auf dem Zusammenhang zwischen dem pH-Wert als Maß für den Kalkversorgungszustand und der Verfügbarkeit der Nährstoffe. Während Phosphat und Bor im schwach sauren bis neutralen Bereich (pH 6 bis 7) am besten verfügbar sind, nimmt die Löslichkeit der Spurenelemente (außer Molybdän) mit steigendem pH-Wert ab.
- Die **physikalische Wirkung** beruht darauf, dass insbesondere das zweiwertige Calcium (Ca^{2+}) im Kalk Brücken zwischen den Tonteilchen und den Ton- und Humusteilchen bildet, sodass stabile Bodenkrümel entstehen können. Diese strukturverbessernde Wirkung ist besonders auf ton- und schluffreichen Böden wichtig: Die Verschlämmungs- und Erosionsneigung wird gemindert, die Böden sind tragfähiger und weniger anfällig gegenüber Verdichtungen, wodurch gleichzeitig das Wurzelwachstum der Pflanzen und der Luft sowie der Wasser- und Wärmehaushalt des Bodens begünstigt werden.
- Durch einen optimalen pH-Wert wird die **biologische Aktivität** des Bodens (Mikroorganismenaktivität) begünstigt. Damit hat der pH-Wert einen Einfluss auf wichtige Ab- und Umbauprozesse im Boden (Zersetzung der Erntereste, Aufbau stabiler Humusformen, Mineralisation usw.).

Wegen der vielfältigen Wirkung des Kalks stellt der für einen bestimmten Standort anzustrebende pH-Wert einen Kompromiss dar, der die optimale Nährstoffverfügbarkeit, Bodengare und biologische Aktivität gewährleistet. Der richtige pH-Wert hängt von der Bodenart, dem Humusgehalt und der Art der Nutzung (Acker, Grünland) ab. Ähnlich der bekannten Einstufung der Nährstoffversorgung in die Gehaltsklassen A bis E wird auch der gemessene pH-Wert einer Gehaltsklasse zugeordnet, um eine schnelle und einfache Bewertung der Kalkversorgung vornehmen zu können. Die Tabelle „Bedeutung der Kalkgehaltsklassen“ enthält die Interpretation der Gehaltsklassen.

Bei Unterschreitung des optimalen pH-Bereichs müssen die Kalkgaben gegenüber der Erhaltungskalkung gesteigert werden, um den pH-Wert mittelfristig bis zum gewünschten Niveau anzuheben. Die Tabelle „Aufkalkungsempfehlungen“ enthält gerundete Kalkmengen für die Aufkalkung bei Unterschreitung des Ziel-pH-Werts in Abhängigkeit vom gemessenen pH-Wert und bei durchschnittlichen Humusgehalten, typischen Standort- und Fruchtfolgebedingungen.

Aufkalkungsempfehlungen (kg CaO/ha) für Ackerland bei 2 % Humus in Abhängigkeit von Ist-pH-Wert und Bodenart

Bodenart	S		IS, sU		ssl, IU		sL, uL, L		utL, tL, T	
Ist-pH-Wert	GK	kg CaO/ha	GK	kg CaO/ha	GK	kg CaO/ha	GK	kg CaO/ha	GK	kg CaO/ha
5,0	B	2.000	B	4.500	A	6.500	A	7.700	A	9.200
5,1	B	1.800	B	4.100	A	6.100	A	7.300	A	8.800
5,2	B	1.500	B	3.800	A	5.700	A	7.000	A	8.400
5,3	B	1.300	B	3.400	A	5.300	A	6.600	A	8.000
5,4	C	1.000	B	3.000	B	4.900	A	6.200	A	7.600
5,5	C	800	B	2.600	B	4.500	A	5.900	A	7.200
5,6	C	500	B	2.200	B	4.100	A	5.500	A	6.900
5,7	C	300	B	1.900	B	3.700	A	5.100	A	6.500
5,8	C	100	C	1.500	B	3.300	B	4.800	A	6.100
5,9	D	–	C	1.100	B	2.900	B	4.400	A	5.700
6,0	D	–	C	700	B	2.500	B	4.000	B	5.300
6,1	E	–	C	300	B	2.100	B	3.700	B	4.900
6,2	E	–	C	–	C	1.700	B	3.300	B	4.500
6,3	E	–	D	–	C	1.300	B	2.900	B	4.100
6,4	E	–	D	–	C	900	B	2.600	B	3.700
6,5	E	–	E	–	C	500	B	2.200	B	3.300
6,6	E	–	E	–	C	100	C	1.800	B	2.900
6,7	E	–	E	–	D	–	C	1.500	B	2.500
6,8	E	–	E	–	D	–	C	1.100	C	2.100
6,9	E	–	E	–	E	–	C	700	C	1.700
7,0	E	–	E	–	E	–	C	400	C	1.400
7,1	E	–	E	–	E	–	D	–	C	1.000
7,2	E	–	E	–	E	–	D	–	C	600
7,3	E	–	E	–	E	–	E	–	D	200

- Genauer als diese Anhaltswerte sind die Kalkmengen, die von der LUFA NRW auf der Grundlage der Bodenuntersuchung als Empfehlung ausgewiesen werden, weil bei der Berechnung die Niederschlagsmengen und Humusgehalte sowie die mit dem Erntegut und den Ernteresten abgefahrenen Kalkmengen berücksichtigt werden. Voraussetzung hierfür ist, dass entsprechende Angaben im Auftragsformular gemacht werden. Die Werte wurden mit dem neuen Düngeempfehlungsdienst (DED) für die jeweiligen Szenarien berechnet.
- Um möglichen Problemen bei der Nährstoffverfügbarkeit durch zu schnelle pH-Veränderungen vorzubeugen, sollten pro Kalkung bestimmte Kalkmengen nicht überschritten werden (s. Tabellen „Ziel-pH-Wert und Erhaltungskalkung“). Die maximal auszubringenden Kalkgaben sind umso kleiner, je leichter der Boden ist, da solche Böden mit niedrigem Tongehalt nur ein geringes Puffervermögen aufweisen.
- Für die Kalkung kommt eine breite Palette an Kalkdüngern in Betracht (s. Tabelle „Auswahl wichtiger Kalkdünger“). Für die Erhaltungskalkung sind kohlen- und kieselsaure Kalken ausreichend schnell wirksam. Branntkalk und Mischkalk eignen sich vor allem für die schnelle pH-Anhebung (Aufkalkung) auf mittleren und schwereren Böden. Auf leichten Standorten sollten sie wegen der geringen Pufferfähigkeit des Bodens nicht eingesetzt werden. Für Grünland sind sie ebenfalls weniger geeignet, da beim Einsatz von Branntkalk Ätزشäden an Pflanzen auftreten können.
- Neben diesen klassischen Kalkformen lässt das Düngemittelrecht weitere Kalke industrieller Herkunft zu, wozu unter anderem auch der Carbokalk gehört. Je nach Herkunft können diese sehr unterschiedliche CaO-Gehalte aufweisen. Gleiches gilt für die Reaktivität, sodass zur Beurteilung der Wirkgeschwindigkeit entsprechende Angaben eingefordert werden sollten.



Im Internet finden Sie unter <http://www.duengung-nrw.de> in der Rubrik „Fachinfos Düngung, Boden/Kalkung“ ebenfalls die Aufkalkungstabellen für Ackerland und Grünland sowie eine passende Grafik dazu.

<https://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/ackerbau/duengung/basisinfos/kalkung/aufkalkung.htm>

Der Gehalt eines Kalks an basisch wirksamen Bestandteilen (bewertet als CaO) muss nach Düngemittelverordnung (DüMV) oder alternativ nach EU-Düngeprodukteverordnung deklariert werden. Auf diese Angaben beziehen sich die Düngeempfehlungen. Nur bei Kohlensäuren Kalken wird die chemische Formel CaCO_3 bzw. MgCO_3 verwendet. Die Umrechnung kann mit den Faktoren 0,56 bzw. 0,48 erfolgen:

$$\text{CaCO}_3\text{-Gehalt in \%} \times 0,56 = \text{CaO-Gehalt in \%} \text{ bzw.}$$

$$\text{MgCO}_3\text{-Gehalt} \times 0,48 = \text{MgO-Gehalt in \%}$$

Bei der düngemittelrechtlichen Deklaration wird die Neutralisationswirkung von Calcium und Magnesium gleich bewertet, obwohl Magnesium eine ca. 1,4-mal höhere neutralisierende Wirkung aufweist. Für einen Kalk mit höherem Anteil an Magnesium, wie es bei den Kohlensäuren Kalken häufiger vorkommt, ergibt sich daraus eine höhere basische Wirksamkeit als ausgewiesen wird. Diese lässt sich in der Tabelle „Basische Wirksamkeit von Kohlensäuren Kalken ...“ in 5%-Schritten ablesen. Wird neben dem CaO-Gehalt oder dem CaCO_3 -Gehalt auch der nicht vorgeschriebene Neutralisationswert angegeben, entspricht dieser der in der Tabelle vorgenommenen Umrechnung und ist der genaueste Vergleichsmaßstab.

Ziel-pH-Wert und Erhaltungskalkung für Grünland (gerundete Werte)

Bodenart		Ziel-pH-Wert und Erhaltungskalkung ¹ (kg CaO/ha) in Abhängigkeit vom Humusgehalt				maximale Kalkgabe pro Jahr in kg CaO/ha
		bis 8 % humusarm bis stark humos	8,1–15 % sehr stark humos	15,1–30 % anmoorig	über 30 % Moor ²	
S	pH CaO	5,0 800	4,8 500	4,5 500	4,3 0	1.000
IS, sU	pH CaO	5,4 900	5,2 700	5 500		1.000
ssL, IU	pH CaO	5,7 1.000	5,4 800	5,1 600		1.500
sL, uL, L	pH CaO	5,9 1.100	5,6 900	5,3 700		1.500
utL, tL, T	pH CaO	6,1 1.200	5,8 1.000	5,5 800		2.000

¹ Die empfohlenen Kalkmengen beziehen sich auf eine dreijährige Fruchtfolge mit mittlerem Ertragsniveau bei 950 mm Jahresniederschlag;

² Die Kalkempfehlung für Moorstandorte bezieht sich auf Hochmoor, Niedermoorstandorte weisen zumeist von Natur aus pH-Werte von 6–6,5 auf und bedürfen keiner Kalkung.

**Aufkalkungsempfehlungen (kg CaO/ha, gerundet) für Grünland bei 5% Humus in
Abhängigkeit von Ist-pH-Wert und Bodenart**

Bodenart	S		IS, sU		ssL, IU		sL, uL, L		utL, tL, T	
Ist-pH-Wert	GK	kg CaO/ha	GK	kg CaO/ha	GK	kg CaO/ha	GK	kg CaO/ha	GK	kg CaO/ha
4,1	B	2.300	A	3.100	A	5.200	A	6.200	A	7.300
4,2	B	2.100	A	2.900	A	4.900	A	5.900	A	7.000
4,3	B	1.900	A	2.700	A	4.600	A	5.600	A	6.600
4,4	B	1.700	A	2.600	A	4.400	A	5.300	A	6.300
4,5	B	1.500	B	2.400	A	4.100	A	5.000	A	6.000
4,6	B	1.400	B	2.200	A	3.800	A	4.700	A	5.700
4,7	B	1.200	B	2.000	A	3.500	A	4.400	A	5.400
4,8	C	1.000	B	1.800	B	3.300	A	4.100	A	5.100
4,9	C	800	B	1.600	B	3.000	A	3.900	A	4.800
5,0	C	600	B	1.500	B	2.700	B	3.600	A	4.500
5,1	C	400	B	1.300	B	2.500	B	3.300	A	4.200
5,2	C	200	C	1.100	B	2.200	B	3.000	B	3.900
5,3	D	100	C	900	B	1.900	B	2.700	B	3.600
5,4	D	–	C	700	B	1.600	B	2.400	B	3.300
5,5	D	–	C	500	C	1.400	B	2.100	B	3.000
5,6	D	–	C	400	C	1.100	B	1.800	B	2.600
5,7	E	–	D	200	C	800	C	1.500	B	2.300
5,8	E	–	D	–	C	500	C	1.200	B	2.000
5,9	E	–	D	–	C	300	C	1.000	C	1.700
6,0	E	–	D	–	D	–	C	700	C	1.400
6,1	E	–	E	–	D	–	C	400	C	1.100
6,2	E	–	E	–	D	–	D	100	C	800
6,3	E	–	E	–	D	–	D	–	C	500
6,4	E	–	E	–	E	–	D	–	D	200

Hinweis: Manche Kalkdünger enthalten wesentliche Gehalte an Stickstoff oder Phosphat. Diese unterliegen der jeweiligen Sperrfristregelung (s. Kapitel „Fachrecht“). Unabhängig davon müssen, wenn Nährstoffangaben, egal in welcher Menge, zu Stickstoff oder Phosphat auf Düngemitteln angegeben (deklariert) sind, die ausgebrachten Mengen auf den nach DBE ermittelten Düngebedarf (N und P_2O_5) angerechnet und die Düngung dokumentiert werden.

Basische Wirksamkeit von Kohlensäuren Kalken bei unterschiedlichen Gehalten an Magnesium (MgCO_3)

CaCO ₃ -Gehalt in %	MgCO ₃ -Gehalt in %								
	0	5	10	15	20	25	30	35	40
	basische Wirksamkeit in %, berechnet als CaO (Neutralisationswert)								
50	–	–	–	–	–	45	48	51	55
55	–	–	–	–	44	47	51	54	58
60	–	–	–	44	47	50	54	57	–
65	–	–	43	46	50	53	56	–	–
70	–	43	46	49	53	56	–	–	–
75	42	45	49	52	56	–	–	–	–
80	45	48	51	55	–	–	–	–	–
85	48	51	54	–	–	–	–	–	–
90	50	54	–	–	–	–	–	–	–
95	53	–	–	–	–	–	–	–	–

Beispiele wichtiger Kalkdünger

Kalkdünger	basische Wirkung CaO- und MgO-Gehalt (in Klammern: Mindestgehalt)	tatsächliche Kalkform, Wirkung und Nebenbestandteile
Kohlensäurer Kalk	42–53 %, teils als MgO	75–95 % CaCO ₃ und MgCO ₃ , langsam und nachhaltig
Kohlensäurer Magnesiumkalk	(> 15 % MgCO ₃ und MgO)	leicht umsetzbar ab 80 % Reaktivität
Branntkalk	(65) 80–95 %, zum Teil als MgO	gebrannter Kalk mit sehr schneller Wirkung
Mischkalk	(50) 60–65 %, zum Teil als MgO	Gemisch aus Branntkalk und Kohlensäurem Kalk; teils schnelle, teils nachhaltige Wirkung
Konverterkalk feucht-körnig	(40) 45 %, davon 7 % MgO	kieselsaure Kalke mit nachhaltiger Wirkung, Spurennährstoffe
Kalkdünger aus der ...		
Herstellung von Zucker Carbokalk (abgepresst)	27–32 %, davon 1–1,7 % MgO	CaCO ₃ mit schneller Wirkung, ca. 0,4 % N und 0,6–1,0 % P ₂ O ₅ , 12–15 % organische Bestandteile
Herstellung von Zucker Carbokalk (flüssig)	19 %, davon 0,8 % MgO	CaCO ₃ mit schneller Wirkung, ca. 0,2 % N und 0,7 % P ₂ O ₅ , 6 % organische Bestandteile
Verbrennung von Braunkohle (z. B. Fortunit)	40 %, davon 10 % MgO	Schwefel, Kieselsäure, Spurennährstoffe
Sodaherstellung (z. B. DS-Kalk)	45 %	0,5 % S, 10 % Kieselsäure, Spurennährstoffe, mittlere Umsetzbarkeit, ca. 60 % Reaktivität
Aufbereitung von Trink- und Brauchwasser	je nach Herkunft sehr unterschiedliche Kalkgehalte und Reaktivitäten, überwiegend als CaCO ₃	
weitere 17 Herkünfte nach Düngemittelverordnung (DüMV) aus Industrie möglich		