

Kalkung

Eine ausreichende Kalkversorgung des Bodens ist für die Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit wichtig. 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 Verschlammungs- 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.

Bedeutung der Kalkgehaltsklassen

Klasse	Auswirkungen	Maßnahmen
A	starke Beeinträchtigung der Bodenstruktur und Nährstoffverfügbarkeit, deutliche Ertragseinbußen bei fast allen Kulturen	Kalkung hat unabhängig von der aktuellen Kultur Vorrang vor anderen Düngemaßnahmen
B	beeinträchtigte Bodenstruktur und Nährstoffverfügbarkeit, Ertragseinbußen bei kalkanspruchsvollen Kulturen	möglichst baldige Kalkung in der Fruchtfolge
C	optimale Bedingungen für Bodenstruktur und Nährstoffverfügbarkeit	Erhaltungskalkung
D	Nährstoffverfügbarkeit kann unter bestimmten Bedingungen eingeschränkt sein, Ertragseinbußen	keine Kalkung
E	eingeschränkte Nährstoffverfügbarkeit, Ertrags- und Qualitätseinbußen wahrscheinlich	keine Kalkung, Einsatz versauernder Dünger

In den Tabellen „Ziel-pH-Wert und Erhaltungskalkung“ sind bodenart- und humusgehaltsabhängige Ziel-pH-Werte angegeben. Diese entsprechen der Mitte der Gehaltsklasse C, die jeweils eine Spannweite von 0,2 pH-Einheiten nach oben und unten umfasst (s. Tabellen „Gehaltsklassen und Kalkempfehlung“). Wenn der pH-Wert im Optimalbereich liegt, muss regelmäßig gekalkt werden, um die unvermeidbaren Kalkverluste (z. B. durch Auswaschung, Eintrag versauernder Substanzen, Pflanzenentzug) zu ersetzen (Erhaltungskalkung). Die hierzu im Mittel für drei Jahre benötigten Kalkmengen für Acker- und Grünland sind in den Tabellen „Ziel-pH-Wert und Erhaltungskalkung“ aufgeführt. Die Werte wurden mit dem neuen Düngeempfehlungsdienst (DED) für die jeweiligen Szenarien berechnet und werden gerundet dargestellt.

Ziel-pH-Wert und Erhaltungskalkung für Ackerland (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 4 % humusarm bis humos	4,1–8 % stark humos	8,1–15 % sehr stark humos	15,1–30 % anmoorig	über 30 % Moor ²	
S	pH	5,6	5,2	4,8	4,3	4,1	1.000
	CaO	600	400	300	300	0	
IS, sU	pH	6,0	5,6	5,2	4,8		1.500
	CaO	900	600	600	300		
ssL, IU	pH	6,4	6,0	5,6	5,1		2.000
	CaO	1.000	700	600	500		
sL, uL, L	pH	6,8	6,3	5,8	5,2		3.000
	CaO	1.300	900	800	600		
utL, tL, T	pH	7,0	6,5	6,0	5,4		4.000
	CaO	1.500	1.200	1.000	600		

¹ Die empfohlenen Kalkmengen beziehen sich auf eine dreijährige Fruchtfolge mit mittlerem Ertragsniveau bei 850 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.

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 Tabellen „Aufkalkungsempfehlungen“ enthalten 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	–

- 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 Pufferungsvermögen aufweisen.

- Für die Kalkung kommt eine breite Palette an Kalkdüngern in Betracht (s. Tabelle „Auswahl wichtiger Kalkdünger“). Für die Erhaltungskalkung sind kohlen- und kieselsaure Kalke 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 Ättschäden 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 diesbezügliche Angaben eingefordert werden sollten.

Der Gehalt eines Kalks an basisch wirksamen Bestandteilen (bewertet als CaO) muss nach Düngemittelverordnung (DüMV) deklariert werden. Auf diese Angaben beziehen sich die Düngeempfehlungen. Nur bei kohlen-sauren Kalken wird die chemische Formel CaCO_3 bzw. MgCO_3 verwendet. Die Umrechnung kann mit den Faktoren 0,56 bzw. 0,48 (CaCO_3 -Gehalt in % \times 0,56 = CaO-Gehalt in %; MgCO_3 -Gehalt \times 0,48 = MgO-Gehalt in %) erfolgen. 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 kohlen-sauren Kalken häufiger vorkommt, ergibt sich daraus eine höhere basische Wirksamkeit als ausgewiesen wird. Diese lässt sich in der Tabelle „Basische Wirksamkeit von kohlen-sauren 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	–	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	–	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	–	C	800
6,3	E	–	E	–	D	–	D	–	C	500
6,4	E	–	E	–	E	–	D	–	D	–

Hinweis: Manche Kalkdünger enthalten wesentliche Gehalte an Stickstoff oder Phosphat. Diese unterliegen der jeweiligen Sperrfristregelung (s. Kapitel „Fachrecht“). Davon unabhängig gilt, dass, wenn Nährstoffangaben hinsichtlich Stickstoff oder Phosphat, egal in welcher Menge, auf den Düngemitteln angegeben (deklariert) sind, die mit dem jeweiligen Düngemittel ausgebrachten Mengen entsprechend auf den nach DBE ermittelten Düngebedarf (N und P₂O₅) angerechnet werden müssen und die Düngung dokumentiert werden muss.

Basische Wirksamkeit von kohlensauen Kalken bei unterschiedlichen Gehalten an Magnesium (MgCO₃)

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
kohlensaurer Kalk	42–53 %, teils als MgO	75–95 % CaCO ₃ und MgCO ₃ , langsam und nachhaltig
kohlensaurer 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 kohlensaurem 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		