



## Staatliche Pflanzenbauberatung

### Kalkung von Acker- und Grünland

Als meist nicht direkt ertragswirksame Maßnahme wird die Kalkung häufig vernachlässigt. Dabei verbessert Kalk die **Bodenstruktur** und damit auch die Wasserhaltefähigkeit. Daneben hat Kalk eine chemische Wirkung. Er neutralisiert im Boden vorhandene, durch die Aktivität der Bodenlebewesen oder die Umsetzung saurer Dünger entstehende sowie mit den Niederschlägen zugeführte Säuren, d. h. er hebt den **pH-Wert** an.

Ist der Kalk durch Neutralisation von Säure verbraucht, hat eine weitere Säurezufuhr oder -bildung für die Pflanzen ungünstige Folgen, denn die Konzentration der  $H^+$ -Ionen nimmt derart zu, dass diese bei der Nährstoffaufnahme als Konkurrenten von Magnesium auftreten. Auch die Verfügbarkeit weiterer Nährstoffe (unter anderem Phosphat) wird verschlechtert.

Unterhalb etwa pH 5 werden in Mineralböden Aluminiumverbindungen gelöst, die den Pflanzenwurzeln direkt schaden. Sichtbar wird dies z.B., wenn die Gerste sich schlecht bestockt und kaum zum Schossen übergehen will. Diese Symptome beginnen nesterweise im Feld und können auch ganze Flächen umfassen. Die einzelnen Kulturen reagieren unterschiedlich. Empfindlich sind Gerste, Raps, Zuckerrüben, Mais und Ackerbohnen, während Roggen bekanntermaßen robust ist.

Im neutralen bis schwach sauren Bereich fühlen sich nicht nur die meisten Pflanzen wohl, sondern auch die Bodenlebewesen sind aktiv, so dass durch Kalkung auf den optimalen pH-Wert die Mineralisierung (N- und S-Freisetzung) und auch indirekt die Bodenstruktur durch Humusbildung oder Lebendverbauung gefördert wird.

Unter „**Kalk**“ versteht man die **basisch wirksamen** Oxide, Hydroxide, Carbonate und Silicate von Calcium und Magnesium. **Säuren** sind Verbindungen, die Wasserstoff-Ionen ( $H^+$ ) abgeben, wie z.B. Schwefelsäure ( $H_2SO_4$ ), ein Bestandteil des „Sauren Regens“. Im Boden werden durch die biologische Aktivität organische Säuren sowie Kohlensäure  $H_2CO_3$  gebildet.

Der **pH-Wert** ist ein Maß (nämlich der Zehner-Logarithmus) für die Konzentration der  $H^+$ -Ionen in einer Lösung. Normalerweise enthält Wasser ein zehnmillionstel Gramm  $H^+$  pro Liter ( $10^{-7}$  g  $H^+$ /l) und ist mit pH 7 neutral. Sauer wird es, wenn mehr  $H^+$ -Ionen vorhanden sind, z.B. bei pH 4 ein zehntausendstel Gramm pro Liter ( $10^{-4}$  g/l). Sinkt der pH-Wert um eine Einheit, also z.B. von 6 auf 5, sind jeweils 10 mal mehr  $H^+$ -Ionen vorhanden, was für Pflanzenwurzeln und Bodenlebewesen einen extremen Unterschied darstellen kann.

Die **Wirkung der Kalke** basiert auf der Neutralisation von  $H^+$  durch die aus dem Kalk freigesetzten  $OH^-$ -Ionen:  $OH^- + H^+ \Rightarrow H_2O$  (Wasser). Zudem wirkt sich  $Ca^{++}$  günstig auf die Bodenstruktur aus.

Brantkalk / Löschkalk  $CaO + H_2O \Rightarrow Ca(OH)_2 \Rightarrow Ca^{++} + 2 OH^-$

Kohlensaurer Kalk  $CaCO_3 + CO_2 + H_2O \Rightarrow Ca(HCO_3)_2$

$Ca(HCO_3)_2 \Rightarrow Ca^{++} + 2 OH^- + 2 CO_2$

In einem biologisch aktiven Boden (warm, feucht;  $CO_2$ -Freisetzung aus Bodenatmung) wird diese Kalkform schneller umgesetzt.

Konverterkalk  $Ca(Al-Silicat) + H_2O \Rightarrow Ca^{++} + 2 OH^- + H_2(Al-Silicat)$

#### Kalkformen

Brantkalk wirkt schneller als Kohlensaurer Kalk und sollte deshalb zur Vermeidung von Überkalkungen nicht auf leichten Böden eingesetzt werden. Auf Pflanzen gestreut, auch als Bestandteil von z.B. Kalkstickstoff, verätzt er diese, was bei den anderen Kalkformen nicht der Fall ist.

Dolomitische (calcium- und magnesiumcarbonathaltige) Kalke wirken langsamer als reine Calciumcarbonate bzw. Kohlensäure Kalke ohne Mg. Herkunft und Mahlfeinheit der Kohlensäuren Kalke bestimmen die Wirkungsgeschwindigkeit, die aber in der Praxis nicht die alleinige Rolle spielt (Preise, Transportkosten). Eines schnell wirksamen Kalkes bedarf es lediglich, wenn eine deutliche pH-Anhebung kurzfristig erzielt werden muss oder wenn mit einer Krumenkalkung die Bodenstruktur aktuell verbessert, Verschlammung vermieden bzw. der Aufgang empfindlicher Kulturen gesichert werden muss.

#### Sicherheit

Vor allem feinvermahlene Kalke können bei der Ausbringung zu einer **Staubbelastung** führen. Besondere Vorsicht ist bei Brantkalk geboten, denn er kann **Reizungen** von **Augen**, **Atemwegen** und Haut verursachen.

Kalkdünger	Kalkformen und -gehalte	basisch wirksam kg CaO/dt <sup>1</sup>	andere Nährstoffe	Kalkwirkung
Branntkalk <sup>2</sup>	Calciumoxid (CaO), z.T mit 15 - 40 % Magnesiumoxid (MgO)	70 - 95	z.T Mg	schnell
Kohlensaurer Kalk <sup>2,3</sup>	Calciumcarbonat (CaCO <sub>3</sub> ), auch bis 15 % Magnesiumcarbonat (MgCO <sub>3</sub> )	40 - 55	z.T Mg	langsam
Kohlensaurer Magnesiumkalk <sup>2,3</sup>	Calciumcarbonat (CaCO <sub>3</sub> ) u. mind. 15 % Magnesiumcarbonat (MgCO <sub>3</sub> )	50 - 60	Mg	langsam
Carbokalk <sup>3</sup>	Calciumcarbonat (CaCO <sub>3</sub> ) aus der Zuckerherstellung	ca. 30	N, P, Mg	relativ schnell
Konverterkalk feucht-körnig <sup>2</sup>	Calcium- und Magnesiumsilikate u. -oxide aus Konverterschlacke	41 - 50	1-10 % MgO, SiO <sub>2</sub> , Spurenelemente	Silicatanteil: langsam Oxidanteil: schnell
Schwarzkalk <sup>3</sup>	Calciumcarbonat (CaCO <sub>3</sub> ), 5-8 % Magnesiumcarbonat (MgCO <sub>3</sub> ), 1% N; aus der Kalkstickstoffproduktion	ca. 37	Mg, N	schnell
U-Kalk <sup>3</sup>	Calciumcarbonat (CaCO <sub>3</sub> ), 0,8% N, 0,3% Phosphat; aus dem Oddaverfahren der NPK-Düngerproduktion	ca. 50	N, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	schnell

<sup>1</sup> Bei Mg-Kalken wird der MgO-Gehalt mit 1,4 multipliziert, um die basische Wirksamkeit in „CaO“ anzugeben.

<sup>2</sup> Gemäß Düngemittelverordnung bestimmter Siebdurchgang (Mahlfineinheit) vorgegeben

<sup>3</sup> Gemäß Düngemittelverordnung bestimmte Reaktivität (Umsetzbarkeit in Säure) vorgegeben

#### Basische Wirksamkeit berechnen

CaO \* 1,785 = CaCO<sub>3</sub>    CaCO<sub>3</sub> \* 0,56 = CaO            MgO \* 2,092 = MgCO<sub>3</sub>    MgCO<sub>3</sub> \* 0,478 = MgO

1,8 dt Kohlensaurer Kalk mit 90 % CaCO<sub>3</sub> (entsprechend 50 % CaO; Umrechnung: 90 \* 0,56 = 50) haben die gleiche basische Wirkung (50 \* 1,8 = 90) wie 1 dt Branntkalk mit 90 % CaO.

Bei Mg-Kalken wird der MgO-Gehalt mit 1,4 multipliziert, um die basische Wirksamkeit in CaO anzugeben (weil Mg ein geringeres Atomgewicht aufweist als Ca, pro Molekül aber die gleiche Kalkwirkung).

Ein Kohlensaurer Magnesiumkalk mit 70 % CaCO<sub>3</sub> und 15 % MgCO<sub>3</sub> enthält demnach rechnerisch 70 mal 0,56 plus 15 mal 0,478 mal 1,4 gleich 49,2 % CaO.

#### Nebenbestandteile

Liegt Magnesiummangel vor, können Mg-haltige Kalke eingesetzt werden. Jedoch kann die Mg-Wirkung ebenso wie die Kalkwirkung recht langsam erfolgen. Im Zweifelsfall ist daher mit Magnesiumsulfat, d.h. schnell verfügbarem Magnesium, zu ergänzen.

Manche Kalke bringen zusätzliche, nützliche Nebenbestandteile mit. So enthalten die Kieselsauren Kalke, nämlich Konverterkalk, Silicate, die die P-Verfügbarkeit im Boden verbessern oder die Widerstandsfähigkeit der Pflanzen stärken können. Carbokalk, ein leicht löslicher kohlensaurer Kalk aus der Zuckerherstellung, weist geringe Anteile an N und P auf. Dies ist bei der Wirtschaftlichkeit der Kalkung zu berücksichtigen.

#### Stoppelkalkung

Um das Ziel der Verbesserung der Bodenstruktur beim Kalkstreuen selbst nicht zu verfehlen, bietet sich die Stoppelkalkung an. Die Böden sind gut befahrbar, die Reihen oder Fahrgassen noch erkennbar. Mit einer ohnehin notwendigen Stoppelbearbeitung kann der Kalk eingearbeitet werden. Kalk muss über die ganze Krume eingemischt und soll nicht mit dem Pflug vergraben werden.

#### Kalkung auf Teilflächen

Nichtparasitäre Wachstumsstörungen haben ihre Ursachen häufig in einem zu niedrigen pH-Wert. Liegen auf einer Fläche sehr unterschiedliche Bodenverhältnisse vor, kann es sinnvoll sein, aufgrund des pH-Wertes die Beprobungsfläche relativ klein zu halten. Ein mittlerer pH-Wert von z.B. 6 auf einer größeren Fläche kann nämlich Flächenanteile mit z.B. pH 5 enthalten, während der weit- aus überwiegende Teil der Fläche sich bei pH 6,5 befindet und keinen Kalkbedarf hat.

#### Empfohlene pH-Werte und Kalkmengen

Optimale pH-Werte liegen auf schweren Böden bei etwa pH 7 und darüber, auf mittleren zwischen pH 6 und 7 und auf leichten Böden bei etwa pH 6 oder knapp darunter. Dies hängt mit der Bodenstruktur auf den schweren und der Verfügbarkeit der Mikronährstoffe auf den leichteren Böden zusammen. Im Grünland sind die optimalen pH-Werte niedriger als im Ackerland, um den Humusgehalt zu erhalten, aber trotzdem besteht Kalkbedarf. Sinkt der pH-Wert, verändern sich allmählich die Pflanzenbestände zu Ungunsten der wertvolleren Futterpflanzen und des Ertragspotentials.

Die in den Tabellen aufgeführten Kalkmengen sind ungefähr notwendig, um einen versauerten Boden wieder in den optimalen pH-Bereich zu bringen („Gesundungskalkung“). Ist dieser Zustand erreicht, genügen niedrigere Mengen bis etwa 3 oder 4 dt CaO/ha und Jahr, um den pH-Wert aufrecht zu erhalten bzw. die Versauerung auszugleichen („Erhaltungskalkung“, alle paar Jahre, sofern notwendig).

### Kalkungsempfehlungen in dt CaO/ha - Ackerland

Sandböden		Lehmböden		Tonböden	
pH	dt CaO	pH	dt CaO	pH	dt CaO
bis 4,0	67	bis 4,6	97	bis 4,8	140
4,1	63	4,7	91	4,9	128
4,2	59	4,8	87	5,0	121
4,3	55	4,9	81	5,1	113
4,4	52	5,0	76	5,2	105
4,5	48	5,1	70	5,3	98
4,6	44	5,2	65	5,4	90
4,7	41	5,3	60	5,5	82
4,8	38	5,4	55	5,6	75
4,9	34	5,5	49	5,7	67
5,0	31	5,6	44	5,8	59
5,1	27	5,7	38	5,9	52
5,2	23	5,8	33	6,0	44
5,3	20	5,9	28	6,1	36
5,4	17	6,0	23	6,2	29
5,5	14	6,1	19	6,3	21
5,6-6,1	9	6,2-6,9	16	6,4-7,2	20
ab 6,2	0	ab 7,0	0	ab 7,3	0
Höchste Einzelgabe	15	Höchste Einzelgabe	30	Höchste Einzelgabe	50

### Kalkungsempfehlungen in dt CaO/ha - Grünland

Sandböden		Lehmböden		Tonböden	
pH	dt CaO	pH	dt CaO	pH	dt CaO
bis 3,7	36	bis 4,1	53	bis 4,1	70
3,8	34	4,2	50	4,2	68
3,9	32	4,3	47	4,3	63
4,0	30	4,4	44	4,4	59
4,1	27	4,5	40	4,5	55
4,2	24	4,6	36	4,6	51
4,3	22	4,7	33	4,7	47
4,4	19	4,8	30	4,8	43
4,5	17	4,9	26	4,9	38
4,6	14	5,0	22	5,0	34
4,7	12	5,1	19	5,1	30
4,8	11	5,2	15	5,2	26
4,9	9	5,3	10	5,3	22
5,0-5,2	5	5,4	9	5,4	17
ab 5,3	0	5,5-5,7	7	5,5	13
		ab 5,8	0	5,6	9
				5,7-5,8	8
				ab 5,9	0
Höchste Einzelgabe	15	Höchste Einzelgabe	20	Höchste Einzelgabe	30

gez. Dr. Friedhelm Fritsch