


**LERNZIELE UND KOMPETENZEN**
**Fächer:** Biologie (Erdkunde, Chemie)

Die Schülerinnen und Schüler

- » wiederholen die Eigenschaften von Kalk;
- » stellen die Ansprüche von (Nutz-) Pflanzen an den Boden-pH in einem Diagramm dar;
- » erläutern seinen Einfluss auf die Löslichkeit von Nährstoffen (und Bodenfruchtbarkeit);
- » recherchieren Kalkmengen für Beispielpflanzen und lösen Rechenaufgaben.

# Die Wirkung von Kalk im Gartenboden auf Obst und Gemüse

Pflanzen brauchen fruchtbaren Boden, damit sie gedeihen und viele, gesunde Früchte tragen können. Je nach Boden und Pflanzenart verbessert – neben Dünger und Kompost – auch Kalk die Bodenfruchtbarkeit. Wir erläutern die Zusammenhänge und den sinnvollen Kalkeinsatz im Schulgarten.

**SACHINFORMATION**
**EIN NATÜRLICHER PUFFER**

In vielen Böden kommt Kalk – chemisch Calcium- und Magnesiumcarbonat – vor. Er wirkt sich dort positiv auf die Struktur und damit auf den Wasser- und Lufthaushalt aus. Ton- und Humusteilchen verbinden sich stabiler, wenn genug Calcium vorliegt. Der Kalk puffert auch Säuren im Boden und wirkt so der natürlichen Versauerung entgegen. Säuren gelangen durch den Regen und aus Wurzeln sowie durch Mikroorganismen in den Boden. Auch der Verlust an bestimmten Nährstoffen (z.B.  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ) durch Sickerwasser und Aufnahme in Pflanzen führt zur Versauerung. Maßstab für den Säuregrad im Boden ist der pH-Wert, der die Konzentration an Wasserstoff-Ionen ( $\text{H}^+$ ) im Bodenwasser angibt. Versauert der Boden, sinkt der pH-Wert. Mehr hierzu in Heft 22.

Kalkgaben heben den pH-Wert wieder. Die benötigte Menge an Kalk hängt von dem Ausgangs- und Ziel-pH-Wert, der Bodenart (z.B. Ton- und Schluffgehalt) und dem Humusgehalt ab. Geringe Gaben verhindern die weitere Versauerung (Erhaltungskalkung), hohe Gaben gelten als Gesundungskalkung. Mit dem pH-Wert steigt auch die biologische Ak-

tivität der Mikroorganismen und Regenwürmer. Pflanzen bzw. ihre Früchte sind insgesamt gesünder und wachsen besser, wenn der pH-Wert im Boden passt.

**AUF DEN PH-WERT KOMMT ES AN**

Der pH-Wert ist ein wichtiger Umweltfaktor für Pflanzen und ein Kriterium der Bodenfruchtbarkeit. Denn er beeinflusst wesentlich die Löslichkeit der Nährstoffe im Boden (s. Arbeitsblatt 2), die als Kationen und Anionen aufgenommen werden. Je nach pH-Wert sind sie eher in der Bodenlösung mobil oder an feste Bodenteilchen gebunden, sind also mehr oder weniger für die Pflanzen verfügbar. Hinzu kommt: Um Nährstoffe über die Wurzeln aufzunehmen, tauschen die Pflanzen eigene Ionen gegen die Nährstoffionen im Boden aus, z.B. 2  $\text{H}^+$  aus der Pflanze gegen 1  $\text{Ca}^{2+}$  aus dem Boden. In sehr saurem Boden sind schon so viele  $\text{H}^+$ -Ionen vorhanden, dass diese die Vorgänge an den Wurzeln stören. In sauren Böden lösen sich zudem mehr Schwermetalle.

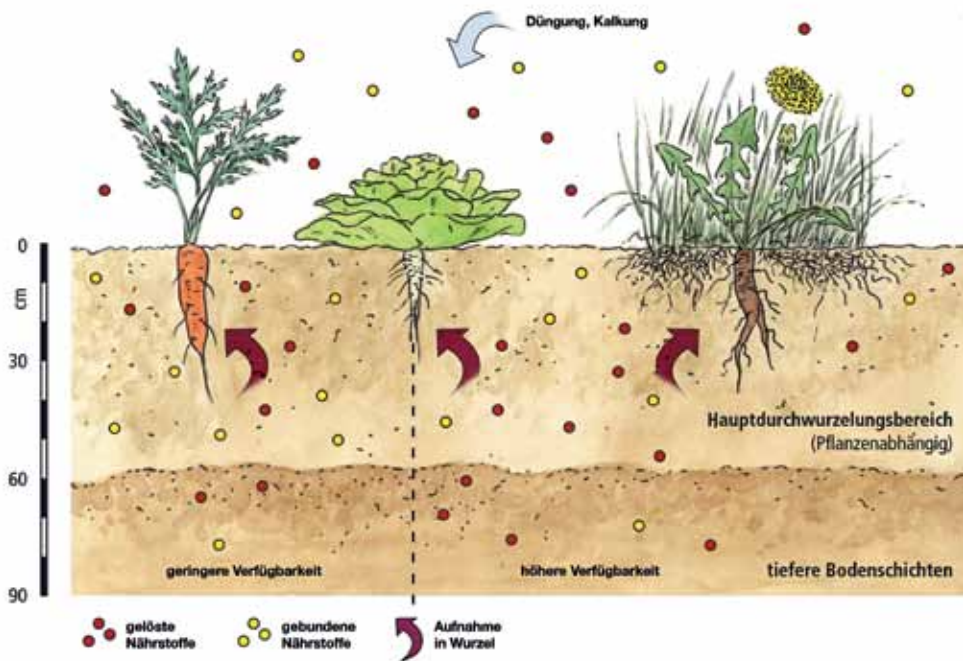
Evolutionär haben sich die meisten Pflanzen an einen bestimmten pH-Bereich angepasst. Außerhalb dieses Toleranzbereiches können die meisten Pflanzen nicht genug Nährstoffe aufnehmen. Sie wachsen dort deshalb nur schwach oder gar nicht.

**SO MÖGEN ES DIE PFLANZEN**

Im (Schul-)Garten soll der Rasen dicht stehen, Zierpflanzen bilden üppige Blätter und Blüten, Obst- und Gemüsearten bringen gute Erträge und gesunde Früchte – im besten Fall. Denn für einen gesunden, hübschen Garten sind optimale Bedingungen nötig, d. h. der Boden muss dem pH-Wert-Anspruch bzw. Kalkbedarf der jeweiligen Kulturart entsprechen und Wasser und Nährstoffe bieten.

Moorbeetpflanzen wie bspw. Rhododendron oder Azaleenarten haben ihren optimalen pH-Bereich im sauren Bereich, zu viel an Kalk schadet ihnen also. Die Bauernhortensie ändert sogar ihre Blütenfarbe: Ist die Bodenreaktion sauer, werden mehr  $\text{Al}^{3+}$ -Ionen gelöst. Sie beeinflussen die Stoffe in den Blüten, wodurch diese nicht mehr rosa, sondern blau erscheinen. Rasengräser wachsen am besten auf einem Boden mit guter Krümelstruktur und guter Wasser- und Nährstoffversorgung. Ein pH-Wert zwischen 6 und 7 im Boden ist für Gräser und Rasenpflanzen optimal.

Die meisten Obst-, Gemüse- und Sonderkulturen bevorzugen pH-Werte im Bereich von 5,5 bis 7,5, also (schwach) sauer bis neutral. Ausnahmen bilden z.B. Heidelbeeren, die ein saures Milieu (pH 4,5 bis 6,0; azidophil) vertragen.



Bei einer hohen Nährstoffverfügbarkeit sind die Nährstoffe im Boden gelöst und mobil. Sie gelangen leichter in die Pflanzen.

## DER IDEALE PH-BEREICH FÜR BÖDEN IM GARTEN

[nach VDLUFA, 2002, Gartenakademie]

Bodenart	Humusgehalt		
	<4%	4 bis 15%	15 bis 30%
Sand	5,5 bis 6,5	5,0 bis 6,0	4,5 bis 5,5
Lehm	6,0 bis 7,0	5,5 bis 6,5	5,0 bis 6,0
Ton	6,5 bis 7,5	6,0 bis 7,0	5,0 bis 6,0

Erdbeeren hingegen mögen es sogar leicht alkalisch mit Werten bis pH 8 (basophil). Mehr dazu auf **Arbeitsblatt 1**.

### EIGENEN BODEN UNTERSUCHEN

Aus Strukturgründen sollte der pH-Wert umso höher liegen, je tonhaltiger („schwerer“) der Boden ist und je weniger Humus er enthält – aber bei zu hohen pH-Werten sinkt die Nährstofflöslichkeit. Die Empfehlungen für Boden-pH-Werte (s. Tabelle oben) berücksichtigen beides ausgewogen. Für Rasen und Staudenbeete können die Grenzwerte etwa um 0,5 niedriger angesetzt werden. Für eine effiziente, dem Bedarf angepasste Kalkung ist es wichtig, die Eigenschaften des Bodens zu kennen. Dazu zieht man eine Bodenprobe und lässt diese im Labor untersuchen. Für eine grobe Bewertung sind einfache Testsets im Gartenfachhandel erhältlich. Den pH-Wert kann man mit einer Elektrode oder mit Farbindikatoren messen.

Kalk ist gleichzeitig auch ein Dünger, er liefert v. a. Calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) und oft Magnesium ( $\text{Mg}^{2+}$ ). Beide Nährstoffe sind

wichtig für viele Stoffwechselprozesse der Pflanzen. Besonders Obst und Gemüse brauchen genügend freies  $\text{Ca}^{2+}$  in der Bodenlösung, v. a. in der intensiven Zellteilungsphase für das Wachstum. Fehlt Kalk bzw. Calcium, zeigen sich später eingetrocknete Triebspitzen oder gelb verfärbte junge Blätter. Bei Tomaten führt Kalkmangel zur Blütenendfäule. Äpfel und Quitten zeigen kleine braune Punkte auf der Schale und im Fruchtkern.

### LINK- UND MATERIALTIPPS

- » Anknüpfende Materialien in Heft 20 (Boden), 22 inkl. Onlinematerial (Kalkdüngung), 25 (Waldkalkung) und 13 (Kompost) unter [ima-lehrermagazin.de](http://ima-lehrermagazin.de)
- » Viele Infos zu Kalk, auch Unterrichtsmaterial, unter [naturkalk.de](http://naturkalk.de), [kalk.de](http://kalk.de) und [bodenkalk.at](http://bodenkalk.at)
- » Erklärungen zur Bodenchemie unter [lernhelfer.de/schuelerlexikon](http://lernhelfer.de/schuelerlexikon) → Suche „pH-Wert Boden“

fleisch (Stippigkeit). Kalk nutzt man auch anderweitig für Obstbäume: Kalkanstriche am Stamm schützen vor Frostschäden und Schädlingen.

### BEI BEDARF KALK AUSBRINGEN

Gartenprofis kalkan nach Bedarf und geben ihrem Boden damit etwas zurück – wie bei Kompost und Dünger. Für den Garten eignet sich am besten der übliche gemahlene kohlen saure Kalk aus natürlichem Kalkstein, ggf. mit einem gewissen Magnesiumanteil. Der Handel vermarktet ihn als speziellen „Garten- und Rasenkalk“. Er ist nicht hautschädigend, trotzdem empfehlen sich Gartenhandschuhe beim Ausbringen.

Kalk ist eher mittelfristig wirksam. Je feiner er vermahlen ist, umso schneller löst er sich auf und wirkt. Einzelne Gaben an kohlen saurem Kalk sollten 250 g/m<sup>2</sup> auf leichten und 600 g/m<sup>2</sup> auf mittleren bis schweren Böden nicht überschreiten. Denn bei einem pH-Wert über 7,3 kann die Verfügbarkeit einiger Spurenelemente sinken. Früher kalkte man manchmal zu hohe Einzelgaben, doch lernte daraus: Heute weiß man richtig zu dosieren.

Sowohl im Herbst als auch im Frühjahr ist eine Kalkdüngung möglich. Wichtig ist eine gute, gleichmäßige Verteilung in den Beeten und auf dem Rasen. Je nach Gemüseart den Kalk leicht in den Boden einarbeiten, um eine schnellere Wirkung zu erreichen (nicht auf das Gemüse streuen).

### METHODISCH-DIDAKTISCHE ANREGUNGEN

Die Themen pH-Wert und Kalk begegnen den SchülerInnen in mehreren Fächern und Klassenstufen immer wieder. Diese Einheit vermittelt dieses Wissen mit Blick auf übliche Nutzpflanzen und übt die praktische Anwendung im Garten. Optimalerweise gibt es einen Schulgarten, in dem die Jugendlichen das Erlernete direkt ausprobieren können.

Die SchülerInnen lesen die Sachinformation und bearbeiten eigenständig die **Arbeitsblätter 1 und 2**. Das nötige **Extrablatt** ist als Download verfügbar. Bitte beachten Sie auch das umfassende Onlinematerial zur Bodenchemie von Kalk und pH-Messung bei Heft 22!

Die **Sammelkarte (S. 17)** liefert Rechenaufgaben und Tipps zur Anwendung. Außerdem sei das **Experiment** mit Rotkohl als pH-Indikator in Heft 22 und das **Rätsel** zu Zeigerpflanzen in Heft 32 empfohlen.

# Nutzpflanzen und ihre pH-Wert-Vorlieben

Im Obst- und Gemüseanbau sollten die Bodenart und die Boden-pH-Werte möglichst passend nach den Bedürfnissen der jeweiligen Pflanzenart ausgerichtet sein bzw. die Pflanzenart an den vorhandenen Boden.

① **Zeichne für jede Pflanzenart den bevorzugten pH-Wertbereich als Balken in das Diagramm.**

	Pflanzenart	Ziel-pH-Wert	pH-Wert-Skala						
			sauer	schwach sauer	leicht alkalisch				
			4,5	5,5	7,0	8,0			
<b>Obst und Nüsse</b>	Apfel, Birne	6,0-7,5							
	Kirsche	6,0-7,0							
	Pfirsich, Pflaume	6,0-7,5							
	Brombeere, Johannisbeere	6,0-7,5							
	Heidelbeere, Preiselbeere	4,5-6,0							
	Himbeere	5,5-6,5							
	Erdbeere	7,0-8,0							
	Walnuss	6,0-7,5							
	Haselnuss	6,0-7,0							
<b>Gemüse und Kräuter</b>	Lauch/Poree	7,0-8,0							
	Schnittlauch, Zwiebel	6,0-7,0							
	Petersilie	5,5-6,5							
	Sellerie	6,0-7,0							
	Möhre	6,0-7,0							
	Tomate	5,5-7,0							
	Rhabarber	5,5-7,0							
	Kürbis	5,5-7,5							
	Gurke	5,5-7,5							
	Bohne	6,5-7,5							
	Erbse	6,0-7,5							
	Salat	5,5-7,5							
	Spinat	6,5-7,5							
	Mangold	6,0-7,5							

② **Vergleiche die Balken. Zeichne 2 senkrechte Linien für den pH-Bereich, in dem möglichst viele der dargestellten Pflanzen zurechtkommen.**

# Die Suche nach dem pH-Wert-Optimum

Die Pflanzenarten bevorzugen jene pH-Wert-Bereiche, in denen der für sie passende Nährstoffmix im Boden vorhanden ist und ihre Wurzeln die Nährstoffe ideal aufnehmen können. Und natürlich muss das Bodengefüge, der Humusgehalt und die Durchlüftung passen.

- ① Erläutere in deinem Heft, was in Bezug auf Nährstoffe, Bodenleben und Pflanzenwachstum passiert, wenn der pH-Wert zu hoch oder zu niedrig ist.

- ② Angenommen die Tests zweier Bodenproben haben die pH-Werte 5,5 und 7,5 ergeben. Welche Nährstoffe sind wo besser verfügbar?

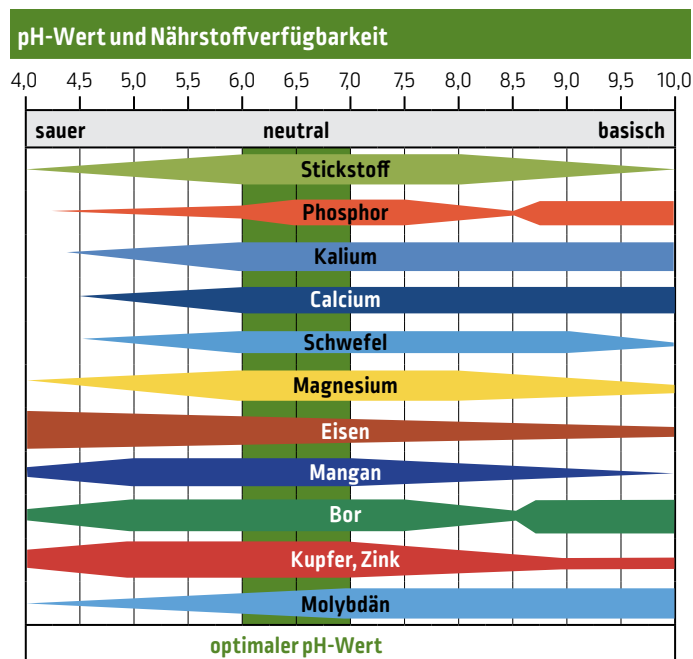
bei pH 5,5: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

bei pH 7,5: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

- ③ Nenne mehrere Symptome von Calciummangel an verschiedenen Pflanzenarten.
- ④ Stimmt der pH-Wert, kann sich die Pflanze aus dem Boden gut mit Nährstoffen versorgen. Bei Nutzpflanzen werden große Teile der Pflanze als Ernte entnommen. Erläutere, was das für den Boden bedeutet und welche Maßnahmen zum Ausgleich nötig sind.
- ⑤ Erkläre die Begriffe „Erhaltungskalkung“ und „Gesundungskalkung“.
- ⑥ Angenommen der Test eines Gartenbodens hat den pH 5,5 ergeben und es sollen dort Erbsen, Möhren und Tomaten angepflanzt werden. Markiere in der Tabelle (s. Extrablatt), was empfohlen wird.
- ⑦ Suche online die Beschreibung von einem beliebigen Gartenkalk. Was wird dort zur Anwendung und Menge angemerkt? Gleiche die Angaben mit der Tabelle ab.



## GUT ZU WISSEN:

Viele Böden sind für ein optimales Pflanzenwachstum zu sauer, können aber durch Kalkung neutralisiert werden. Im Fachhandel, in Grünen Warenhäusern und in Gartenfachmärkten gibt es dafür neben Pflanzsubstraten Kalkprodukte wie Kalkdünger zu kaufen, die den pH-Wert heben. Sind Böden hingegen zu basisch (pH-Werte > 7,5), senken sauer wirkende Dünger, Streu von Nadelbäumen oder Rindenmulch den Boden-pH.

## Kalkdüngung

Gemüseart	Pflanzen-Stückzahl auf 10 m <sup>2</sup>	Durchschn. Erträge je 10 m <sup>2</sup> in kg	Kalkentzug g/10 m <sup>2</sup>		Optimaler pH-Bereich [Grenzen je nach Bodenart]	Kalkanspruch	Kalkdüngung ++ notwendig + möglich	Torf Kompost Stallmist
			CaO	MgO				
<b>STARK ZEHREND</b>								
Weißkohl, früh	50	40	300	60	6,5-7,5	groß	++	ja
Weißkohl, spät	33	60	300	60	6,5-7,5	groß	++	ja
Wirsingkohl, früh	50	30	200	25	6,0-7,5	groß	++	ja
Wirsingkohl, spät	33	40	200	25	6,0-7,5	groß	++	ja
Rotkohl	33	40	300	60	6,0-7,5	groß	++	ja
Blumenkohl, früh	40	15	150	18	6,5-7,5	groß	++	ja
Blumenkohl, spät	33	40	150	18	6,5-7,5	groß	++	ja
Rosenkohl	28	5	170	20	6,0-7,5	mittel	++	ja
Grünkohl	50	15	450	40	5,5-7,5	mittel	+	ja
Kohlrabi, früh	160	20	60	70	6,0-7,5	groß	++	ja
Kohlrabi, spät	133	30	60	70	6,0-7,5	groß	++	ja
Sellerie	40	15	150	40	6,5-7,5	mittel	Vorjahr	Herbst
Porree	220	40	70	30	6,0-7,5	mittel	Vorjahr	Herbst
Gurken	20	20	50	25	6,0-7,5	mittel	Vorjahr	ja
Tomaten	25	40	135	15	5,0-7,5	säureverträglich	+	ja
Kartoffeln	40	30	100	25	5,0-7,5	gering	Kopfkalkung	ja
<b>MITTELSTARK ZEHREND</b>								
Möhren	1.500	40	195	30	6,5-7,5	kalkliebend	Vorjahr	Vorjahr
Schwarzwurzel	50	15	55	15	6,5-7,5	mittel	Vorjahr	Vorjahr
Rote Rüben	35	30	100	50	6,5-7,8	mittel	Vorjahr	Vorjahr
Zwiebeln	350	30	70	30	6,5-7,7	säureempfindlich	Vorjahr	Vorjahr
Steckzwiebeln	350	30	70	30	6,5-7,7	säureempfindlich	Vorjahr	Kompost
Spinat	250	15	40	30	6,0-7,5	sehr säureempfindlich	Vorjahr	Vorjahr
Rettich	150	20	60	30	5,5-7,0	säureempfindlich	Vorjahr	Vorjahr
Radieschen	200	20	28	25	5,5-7,0	mittel	Vorjahr	Kompost
<b>SCHWACH ZEHREND</b>								
Dicke Bohnen	140	8	250	25	5,5-7,5	mittel	+	Vorjahr
Buschbohnen	300	12	76	15	6,0-7,5	mittel	++	Vorjahr
Stangenbohnen	300	20	130	25	5,5-7,5	mittel	++	Vorjahr
Markerbsen	300	12	150	18	6,0-7,5	säureempfindlich	++	Vorjahr
Kopfsalat	200	28	35	10	5,5-7,5	sehr säureempfindlich	Vorjahr	Vorjahr
Petersilie	900	28	150	15	6,5-7,0	mittel	+	ja

Alle Angaben ohne Gewähr