

Kalk, Kalzium und der pH-Wert

Der pH-Wert gilt als Maßstab für den Kalkzustand der Böden. Dabei hat dieser Wert mit Kalk und Kalzium nur indirekt etwas zu tun. Eine kleine pH-Kunde.

Der pH-Wert ist eine mathematische Maßzahl für die Konzentration der Wasserstoff-Ionen (H^+ -Ionen) in der Bodenlösung. Je niedriger der pH-Wert umso mehr H^+ -Ionen sind im Bodenwasser gelöst und andersherum. Die H^+ -Ionen stammen aus der natürlichen Versauerung (Kohlensäure, Bodensäuren) und von mineralischen Säuren aus dem Regen und der Düngung (Schwefel- und Salpetersäure). Bei Versauerungsprozessen verdrängen die H^+ -Ionen das Kalzium von den sogenannten Austauscher. Das Kalzium wird dann zusammen mit dem Säurerest ausgewaschen (siehe Grafik).

Als Austauscher oder Kolloide bezeichnet man die negativ geladenen Tonminerale und Huminstoffe. Sie sind in der Lage, wie ein Magnet Nährstoffkationen (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , NH_4^+) zu binden und austauschbar zu speichern. Für die Bodenstruktur und die Bodenfruchtbarkeit sind sie von grundsätzlicher Bedeutung. Auch die Bildung wertvoller Huminstoffe und von Ton-Humuskomplexen ist nur auf kalkreichen Böden möglich. Alleine die zweiwertigen Kationen Ca^{2+} und Mg^{2+} können Kolloide floccen lassen. Sie sind damit für die Bodenstrukturformation unentbehrlich.

Bodenflockung braucht zweiwertige Kationen

Ihr Belegungsanteil an den Kolloiden soll z. B. bei einem Lehm Boden 80 – 90 % betragen, wobei das optimale Verhältnis von Kalzium zu Magnesium etwa 8 : 1 beträgt (70 – 80 % Ca und 10 – 15 % Mg). Die restlichen Austauscherplätze werden von einwertigen Kalium-, Natrium-, Ammonium- und wenigen Wasserstoff-Ionen belegt. Ein solcher Boden hat einen pH-Wert um 7, einen geringen Anteil an freiem Kalk und befindet sich im Gleichgewicht.

Wenn der Anteil der zweiwertigen Kationen weniger als 85 % beträgt, sinkt der pH-Wert in einen pH-Bereich von 6,5 – 6,8 ab. Die durch Flockung entstandene Kartenhausstruktur der Kolloide löst sich langsam auf. Tonminerale sind nicht mehr gebunden, werden mit dem Sickerwasser verlagert, reichern sich im Unterboden an und stören den Wasserhaushalt. Durch fehlende Tonminerale und Kalzium im Oberboden schwindet die Stabilität der Bodenkrümel, die Erosionsneigung erhöht sich.

Werden Versauerungsprozesse im Boden nicht durch eine Kalkung gestoppt, nimmt der Kalziumanteil an den Austauschern weiter ab. Stattdessen nehmen die H^+ -Ionen zu und der



Pehameter zeigt 5: Sinkt der pH-Wert unter den optimalen Wert, verliert der Boden seine wertvolle Struktur und seine Ertrags-sicherheit.

pH-Wert sinkt. Die jährlichen Kalkverluste durch Säureneutralisation und folgende Auswaschung betragen unter unseren Klimabedingungen auf Ackerland 300 – 500 kg CaO/ha.

Bei pH-Werten unter 5,5 können sich anspruchsvolle Kulturen (Zuckerrübe, Gerste, Leguminosen) nicht mehr optimal entwickeln und reagieren mit deutlichen Mindererträgen (siehe Seite 32). Die Belegung der Austauscher mit zweiwertigen Kationen (Ca^{2+} , Mg^{2+}) liegt dann immer noch bei ca. 70 %. Wenn der Anteil der zweiwertigen Kationen weiter abnimmt, gleichzeitig die Konzentration der H^+ -Ionen zunimmt und die pH-Werte unter 5 absinken, wird der Anbau von landwirtschaftlichen Kulturpflanzen unwirtschaftlich und bei pH-Werten unter 4,0 – 4,5 unmöglich.

Neben dem Kalziummangel wird der Anstieg der Aluminiumkon-

zentration in sauren Böden für die Pflanzen zum Problem. In stark sauren Waldböden mit pH-Werten von 3 – 4 liegt der Kalzium- und Magnesiumanteil teilweise unter 10 % und der Anteil H^+ , Aluminium und Eisen bei bis zu 90 %. Das vertragen nur noch sehr anspruchslose Baumarten.

Kalzium ist auch ein Pflanzennährstoff

Als Pflanzennährstoff wurde das Kalzium schon immer unterschätzt, da man annimmt, dass es wegen des hohen Kalziumanteils an der Austauscherbelegung immer ausreichend vorhanden wäre.

Das Kalzium ist Funktions- und Bauelement und wichtiger Bestandteil der Zellwände und Membrane und für die Stabilität des Pflanzengewebes verantwortlich. Die Asche von verholzten Pflanzenteilen ent-

hält hauptsächlich Kalzium. Wie im menschlichen und tierischen Organismus überträgt Kalzium auch in der Pflanze Reize und steuert damit die natürlichen Abwehrmechanismen gegen Pilze und Schadinsekten.

Bei Kalziummangel wird zuerst das Wurzelhaar- und Triebwachstum eingestellt. Sehr wichtig ist deshalb das Kalzium auf dem Grünland, da sich nach jedem Schnitt wieder möglichst schnell das Triebwachstum einstellen soll. Da Kalzium in der Pflanze nicht umgelagert werden kann, muss es immer in ausreichender Menge aufgenommen werden können. Ein sogenannter Ionenantagonismus z. B. durch hohe Kaliumkonzentrationen im Boden behindert die Aufnahme.

In der Standard-Bodenuntersuchung wird der pH-Wert des Bodens bestimmt und der Kalkbedarf des Bodens errechnet. Dabei werden die Böden in drei Versorgungsstufen eingeteilt.

- Die Versorgungsstufe hoch bedeutet, dass der Boden zurzeit keinen Kalkbedarf hat.
- In der optimalen Versorgungsstufe wird in der Düngempfehlung ein Bedarf für die Erhaltungskalkung ausgewiesen, der erforderlich ist um die laufenden Kalkverluste auszugleichen und eine stärkere Bodenversauerung zu verhindern.
- In der niedrigen Versorgungsstufe wird der Kalkbedarf ausgewiesen, der erforderlich ist, den Boden-pH in den Optimalbereich anzuheben.

So schnell wirken verschiedene Kalke

Mit der Anwendung von Kalkdüngern sind immer zwei Wirkungen verbunden – die Neutralisierung von H^+ -Ionen und die Zufuhr von Kalzium (sowie evtl. Magnesium). Kohlensäure Kalke wirken umso langsamer, je größer sie vermahlen sind und je höher der Magnesiumgehalt ist. Grob vermahlene Kohlensäure Kalke sollte man deshalb nur auf leichten Böden zur Erhaltungskalkung anwenden. Eine rasche Neutralisation der Wasserstoffionen (H^+) und ein schnelles Bereitstellen von Kalziumionen lassen nur Branntkalk, Mischkalk und feingemahlene Kohlensäure Kalke erwarten.

Auf verschlammungsgefährdeten und sauren Böden sind schnell wirkende Kalke immer von Vorteil. Der höhere Preis von Brannt- und Mischkalk wird durch die bessere Wirkung und Zusatzwirkungen wie gegen Ackerschnecken und bessere Bodenhygiene mehr als ausgeglichen.

Eine Kalziumverbindung, die schnell verfügbares Kalzium liefert, aber den pH-Wert nicht beeinflusst ist Kalziumsulfat oder Gips. Kalziumsulfat wird speziellen Kalkdüngern zur Schwefelanreicherung beigemischt und hat den Vorteil, dass mit jedem Kilogramm Schwefel noch 1,3 kg schnell verfügbares Kalzium gedüngt werden. **Max Schmidt**

