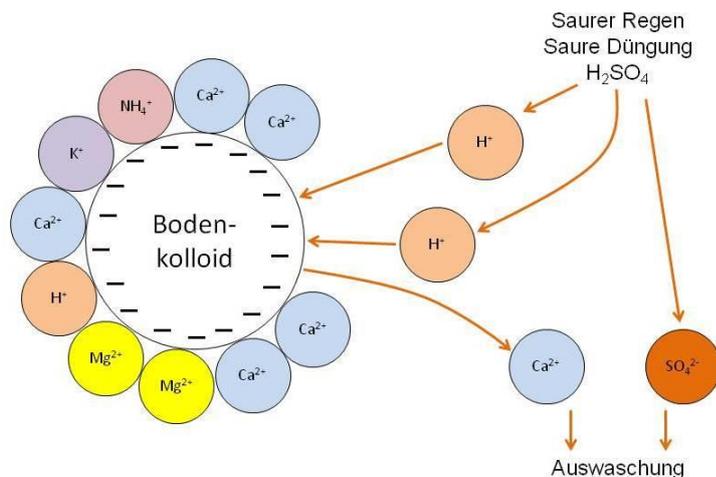


Kalk, Kalzium und pH-Wert

Bei der Standard-Bodenuntersuchung ist der pH-Wert der Maßstab für die Bewertung des Kalkzustandes landwirtschaftlich genutzter Böden. Der pH-Wert ist der Ausdruck der Wasserstoffionenkonzentration (H^+ -Ionen) und damit des Säuregehaltes der Bodenlösung und korreliert mit der Kalziumversorgung des Bodens. Ein niedriger Wert z. B. pH 4 bedeutet viele Wasserstoffionen (H^+) und wenig Kalziumionen (Ca^{++}) in der Bodenlösung. Bei einem optimalen pH-Wert im schwach sauren bis neutralen pH-Bereich von 6 – 7,5 enthalten landwirtschaftliche Böden viele Kalzium- und wenig Wasserstoffionen. Die H^+ -Ionen stammen von der natürlichen Versauerung (Kohlensäure, Huminsäuren) und von mineralischen Säuren aus dem sauren Regen und der Düngung (Schwefel- und Salpetersäure). Bei Versauerungsprozessen verdrängen die H^+ -Ionen die Kalziumionen von den Austauschern, die dann zusammen mit dem Säureanion ausgewaschen werden.

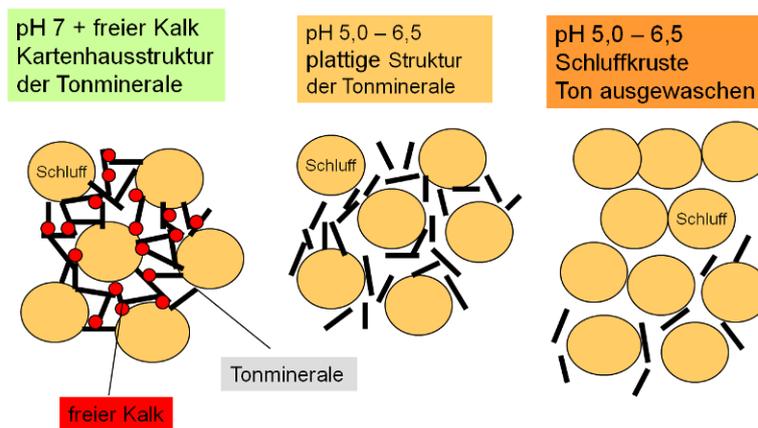
Versauerung und Auswaschung



Als Austauscher oder Kolloide bezeichnet man die negativ geladenen Tonminerale und Huminstoffe, die in der Lage sind, Nährstoffkationen (Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+ , NH_4^+) wie ein Magnet zu binden und austauschbar zu speichern. Für die Bodenstruktur und die Bodenfruchtbarkeit sind sie von grundsätzlicher Bedeutung. Die Bildung wertvoller Huminstoffe und von Ton-Humuskomplexen ist auf kalkreichen Böden am besten möglich. Das zweiwertigen Kationen Ca^{++} hat durch die beiden positiven Ladungen die Fähigkeit die negativ geladenen Kolloide zu verbinden (Flocken) und ist damit für die Bodenstrukturbildung unentbehrlich. Sein Belegungsanteil an den Kolloiden soll z. B. bei einem Lehmboden 70 - 80 % und der Magnesiumanteil ca. 10 - 15 % betragen. Die restlichen Austauscherplätze werden von Kalium-, Natrium-Ammonium und wenigen Wasserstoffionen belegt. Ein solcher Boden hat einen pH-Wert von 7, einen geringen Anteil freien Kalk und befindet sich im Gleichgewicht. Sekera* nennt als wichtigste Voraussetzung für die Bildung eines stabilen Krümelgefüges die Flockung der Kolloide durch Kalziumionen.

Sinkt der pH-Wert unter 6,5 - 6,8 und damit der Anteil der Kalzium- und Magnesiumionen an den Kolloiden unter 80 %, löst sich die durch Flockung entstandene Kartenhausstruktur der Kolloide auf und lässt diese in einen dispergierten Zustand übergehen. Die Tonminerale sind nicht mehr gebunden, werden mit dem Sickerwasser verlagert, reichern sich im Unterboden an und stören den Wasserhaushalt. Durch fehlende Tonminerale und Kalzium an der Bodenoberfläche schwindet die Stabilität der Bodenkrümel, es erhöht sich die Verschlammungs- und Erosionsneigung und der Boden beginnt zu degenerieren.

Ton-Schluff-Trennung führt zur Verschlammung



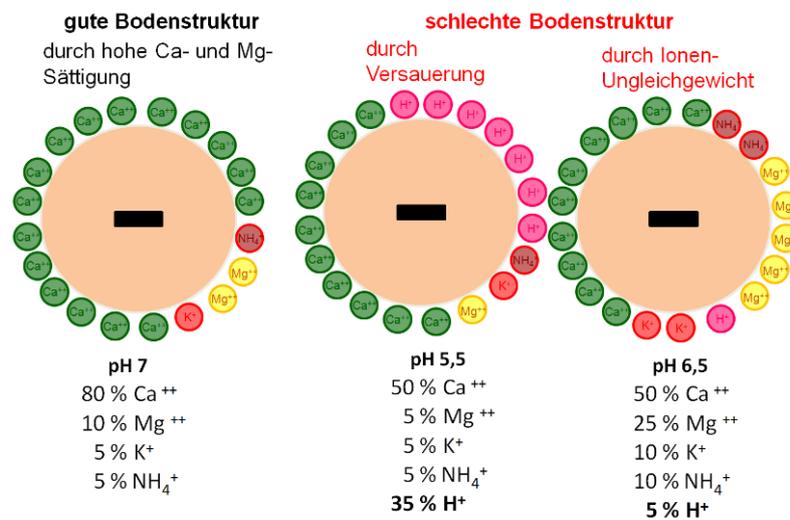
Mit einer Kalkung können Versauerungsprozesse im Boden gestoppt und die Kalziumbelegung der Kolloide erhöht werden. Die jährlichen Kalkverluste durch Säureneutralisation und folgende Auswaschung betragen unter unseren Klimabedingungen auf Ackerland 300 – 500 kg CaO/ha.

Bei pH-Werten unter 5,5 können sich anspruchsvolle Kulturen (Zuckerrübe, Gerste, Leguminosen) nicht mehr optimal entwickeln und reagieren mit deutlichen Mindererträgen. Die Belegung der Austauscherelemente mit dem zweiwertigen Kationen Ca^{++} liegt dann immer noch bei 50 - 60 %.

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

Einfluss der Kationenbelegung am Austauscher auf die Bodenstruktur



Ungünstig für die Bodenstruktur sind auch Ionenungleichgewichte durch ein zu viel an Magnesium (>15 %), Kalium und Natrium (zusammen >5 %) und Ammonium (in der Abbildung rechts dargestellt). Der pH-Wert ist durchaus in Ordnung durch eine geringe Kalziumbelegung ist aber die Bodenstruktur nicht mehr stabil. Über eine Untersuchung der Kationenaustauschkapazität (KAK) und der Kationenbelegung kann man solche Probleme erkennen. Mit einer angepassten Kalkungsstrategie kann die Bodenfruchtbarkeit wieder verbessert werden.

Als Pflanzennährstoff wird 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 enthält hauptsächlich Kalzium. Wie im menschlichen und tierischen Organismus ist Kalzium auch in der Pflanze für die Reizübertragung verantwortlich 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 und wird dabei noch durch den Ionenantagonismus z.B. durch hohe Kaliumkonzentrationen im Boden behindert.

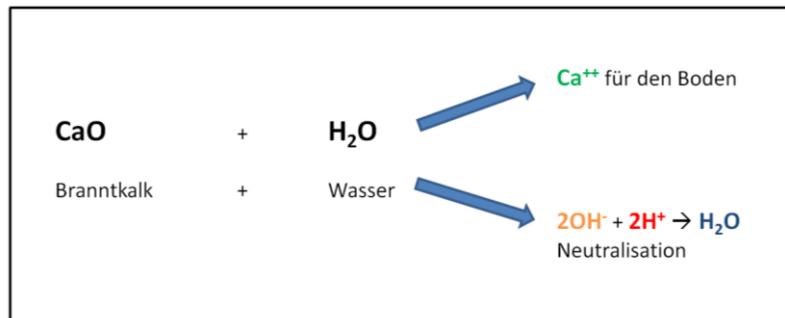
In der Standard-Bodenuntersuchung wird über den pH-Wert des Bodens der Kalkbedarf errechnet. Dabei werden die Böden in drei Versorgungsstufen eingeteilt. Die Versorgungsstufe hoch bedeutet, dass der Boden zurzeit keinen Kalkbedarf hat. In der optimalen Versorgungsstufe wird in der Düngeempfehlung ein 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.

Mit der Anwendung von Kalkdüngern sind immer zwei Wirkungen verbunden - die Neutralisierung von H⁺-Ionen und die Regulierung des pH-Wertes sowie Zufuhr von Kalzium und Magnesium. Kohlensäure Kalke wirken umso besser, je feiner sie

vermahlen sind. 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 ist bei Branntkalk, Mischkalk CiniCal, ein Kalkdünger mit Holzasche und feingemahlene Kohlensäuren Kalke zu erwarten.

Am einfachsten kann man dies am Beispiel von Branntkalk darstellen.

Kalkwirkung am Beispiel von Branntkalk



Auf verschlammungsgefährdeten und sauren Böden sind schell wirkende Kalke immer von Vorteil. Da Brannt- und Mischkalk im ökologischen Landbau nicht zugelassen sind ist CiniCal eine interessante Alternative. Der in der Fibl-Liste eingetragene Kalkdünger CiniCal hat durch den Ascheanteil einen pH-Wert >12 , liefert sofort Kalziumionen und hat Zusatzwirkungen gegen Kohlhernie und Ackerschnecken und trägt insgesamt zu einer besseren Boden- und Pflanzenhygiene bei.

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

Sengenthal, 15. Januar 2016

*Franz Sekera 1899 – 1955, Professor an der Hochschule für Bodenkultur in Wien, prägte den Begriff „Lebendverbauung“. Hauptwerk: „Gesunder und kranker Boden“