

Bei der Standard-Bodenuntersuchung ist der pH-Wert der Maßstab für die Bewertung des Kalkzustandes der Böden, mit Kalk und Kalzium hat der pH-Wert aber nur indirekt etwas zu tun. Der pH-Wert ist der negative dekadische Logarithmus der Wasserstoffionenkonzentration (H^+ -Ionen) in der Bodenlösung. Ein niedriger Wert bedeutet viele und ein hoher Wert wenige H^+ -Ionen in der Bodenlösung. 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 Sulfuranion ausgewaschen werden (Abb. 2).

Als Austauscher oder Kolloide bezeichnet man die negativ geladenen Tonminerale und Huminstoffe, die in der Lage sind, Nährstoffkationen (Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , NH_4^+) wie ein Magnet 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-Humus-Komplexen ist nur auf kalkreichen Böden möglich. Nur die zweiwertigen Kationen Ca^{++} und Mg^{++} können Kolloide floccen und sind damit für die Bodenstruktur- bildung unentbehrlich. Ihr Belegungsanteil an den Kolloiden soll zum Beispiel bei einem Lehmboden 80-90 % betragen, wobei das optimale Verhältnis von Kalzium zu Magnesium etwa acht zu eins beträgt (70-80 % Ca und 10-15 % Mg). Die restlichen 10-15 % der Austauscherplätze werden von Kalium-, Natrium-Ammonium und wenigen Wasserstoffionen

Kalk, Kalzium und pH-Wert

Bildung wertvoller Huminstoffe und Ton-Humus-Komplexe nur auf kalkreichen Böden möglich / **Vielfältiger Einfluss** von Kalzium in der Pflanze



Verschlämung und Erosion führen zu verspätetem Feldaufgang und schlechterer Jugendentwicklung der Kulturpflanzen. FOTO: OLIVER BOROWY

belegt. Ein solcher Boden hat einen pH-Wert von 7, einen geringen Anteil freien 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 auf und geht in einen dispergierten Zustand über. 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 im Oberboden schwindet die Stabilität der Bodenkrümel, erhöht sich die Erosionsneigung und der Boden beginnt zu degenerieren (Abb. 3).

Wenn Versauerungsprozesse im Boden nicht durch eine Kalkung gestoppt werden, nimmt die Kalziumbelegung an den

Austauschern weiter ab. Die H^+ -Ionenbelegung nimmt zu und der pH-Wert sinkt. Die jährlichen Kalkverluste durch Säureneutralisation und folgende Auswaschung betragen unter unseren Klimabedingungen auf Ackerland 300 bis 500 kg/ha CaO.

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 Austauscher mit zweiwertigen Kationen (Ca^{++} , Mg^{++}) liegt dann immer noch bei zirka 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 bis 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 teilweise unter zehn Prozent und der Anteil H^+ , Aluminium und Eisen bei bis zu 90 % und wird nur noch von sehr anspruchslosen Baumarten getragen.

Als Pflanzennährstoff wird das Kalzium schon immer unterschätzt, da man annimmt, dass es wegen des hohen Kalziumanteils an der Austauscherbelegung immer ausreichend vorhanden wäre (Abb. 4). 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

Abb. 1: Kalkwirkung am Beispiel Branntkalk

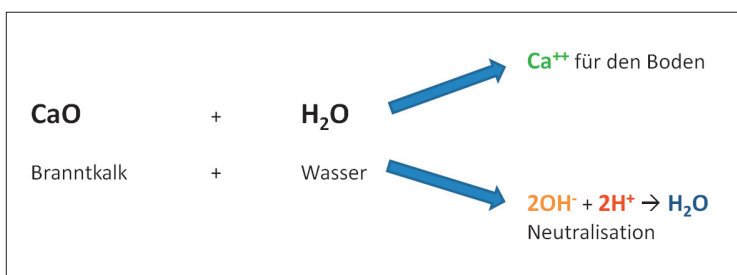


Abb. 2: Prinzip der Versauerung und Auswaschung

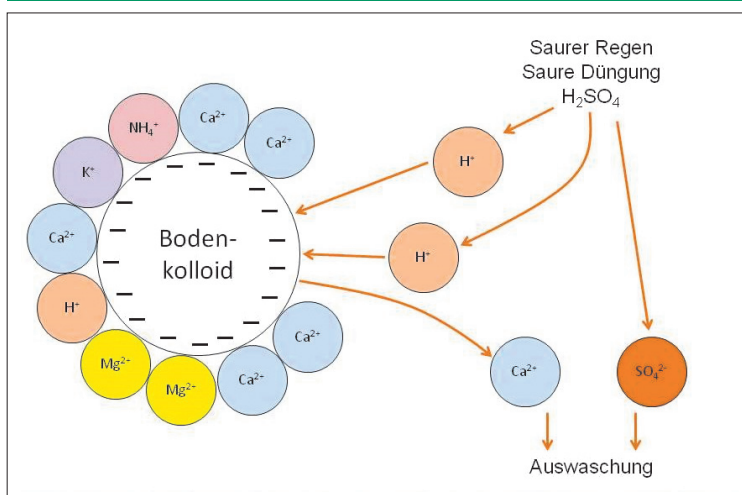
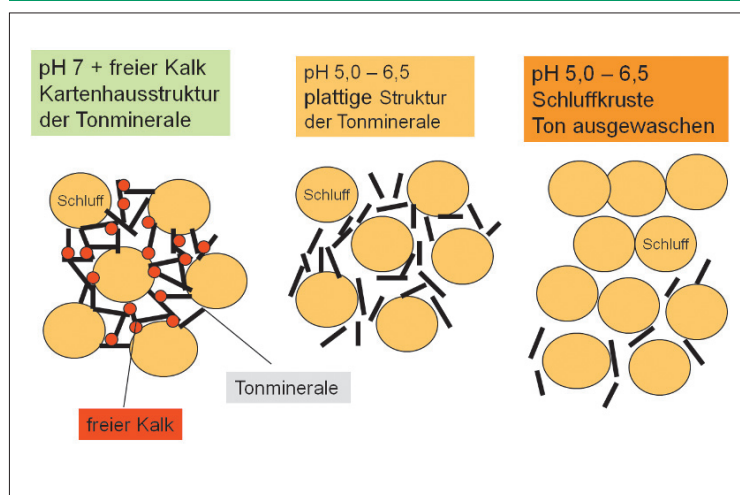


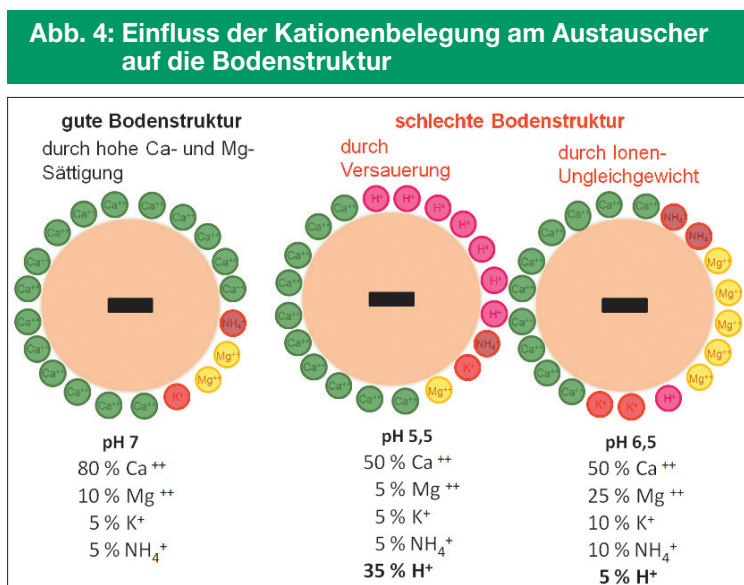
Abb. 3: Verschlämung nach Ton-Schluff-Trennung



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 zum Beispiel durch hohe Kaliumkonzentrationen im Boden behindert.

In der Standard-Bodenuntersuchung wird der pH-Wert des Bodens bestimmt und der Kalkbedarf des Bodens errechnet. Dabei werden die Böden in fünf Versorgungsstufen eingeteilt. Die Versorgungsstufen D und E bedeuten, dass der Boden zurzeit keinen Kalkbedarf hat. In der optimalen Versorgungsstufe C wird in der Düngeemp-



fehlung ein Bedarf für die Erhaltungskalkung ausgewiesen, der erforderlich ist um die laufenden Kalkverluste auszugleichen und eine stärkere Bodenversauerung zu verhindern. In den niedrigen Versorgungsstufen A und B wird der Kalkbedarf ausgewiesen, der erforderlich ist, den Boden-pH-Wert in den Optimalbereich anzuheben.

Mit der Anwendung von

Kalkdüngern sind immer zwei Wirkungen verbunden – die Neutralisierung von H⁺-Ionen und die Zufuhr von Kalzium und 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 anwen-

den. Eine rasche Neutralisation der Wasserstoffionen und ein schnelles Bereitstellen von Kalziumionen sind nur bei Branntkalk, Mischkalk und feingemahlene Kohlensäure Kalke zu erwarten. Am einfachsten kann man dies am Beispiel von Branntkalk darstellen (Abb. 1).

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 zum Beispiel gegen Ackerschnecken und bessere Bodenhygiene mehr als ausgeglichen. Eine Verbindung, 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, LANDWIRTSCHAFTLICHER BERATER, SENGENTHAL

HINTER JEDEM ERFOLG STEHT...

X MAL MEHR BREITENWIRKSAME LEISTUNG




Der Xpro Mehltauspezialist
mehr erfahren ► ... www.agrar.bayer.de



Pflanzenschutzmittel vorsichtig verwenden. Vor Verwendung stets Etikett und Produktinformationen lesen. Warnhinweise und -symbole beachten.