



Auf diesem Schlag wurde nur einmalig im Rahmen der Fruchtfolge gekalkt, das plattige Bodengefüge behindert das Wurzelwachstum.

## Calcium – mehr als nur ein pH-Wert-Regulator

Oliver Wellie-Stephan, Deutsche Saatveredelung AG · Lippstadt

Im Allgemeinen denkt man in Bezug auf Calcium (Ca) nur an die Bodendüngung mit Kalk, um den pH-Wert im Boden zu regulieren. Die Kalkung erfolgt in der Regel einmalig in der Fruchtfolge, meist zur Blattfrucht. Oft unterschätzt wird aber die vielfältige Bedeutung des Nährstoffs Calcium in der landwirtschaftlichen Praxis.

### Calcium erfüllt vielfältige Funktionen im Boden

Der pH-Wert ist der Indikator für die Konzentration der Wasserstoffionen (H). Diese haben selbst keine giftige Wirkung auf die Pflanzen. Erst der durch die Absenkung des pH-Wertes hervorgerufene Basenverlust, einhergehend mit dem Zerfall der Ton-Humus-Komplexe, führt zu einer Freisetzung von Aluminium-, Mangan- und anderen Metallionen. Diese können dann pflanzentoxisch sein.

Der pH-Wert ist ein Indikator für viele von ihm abhängige Prozesse. Er bildet aber nur indirekt die Ca-Versorgung am Sorptionskomplex (Ton-Humus-Komplex) des Bodens ab, deshalb ist eine alleinige Untersuchung auf pH-Wert als Information für den Ca-Gehalt des Bodens nicht ausreichend. Im Rahmen der Bodenuntersuchung ist es zusätzlich sehr hilfreich, den

Ca-Gehalt des Bodens bestimmen zu lassen. Mit Calcium verbindet man den Begriff Kalkung. In erster Linie ist Kalk ein Bodendünger, in zweiter Linie auch ein Ca- und häufig auch

### Funktionen von Calcium in der Pflanze

1. Ca hilft bei der Nitrateinbindung in Proteinstrukturen
2. Ca aktiviert Pflanzenwachstum regulierende Enzymsysteme
3. Ca ist notwendig für Funktionen der Zellwand und für die Zellteilung
4. Ca neutralisiert, gemeinsam mit Mg und K, organische Säuren in der Pflanze
5. Ca trägt zur besseren Resistenz gegen Krankheiten bei

Quelle: IPNI – International Plant Nutrition Institut

ein Magnesium (Mg)- Lieferant für die Pflanzen. Der Kalkbedarf richtet sich nach dem Humus- und Tongehalt des Bodens. Humusverlust steht in direktem Bezug zur Kalkversorgungssituation unserer Böden und vermindert langfristig die Bodenfruchtbarkeit. Folgen sind unter anderem der Zerfall von Ton-Humus-Komplexen, Verschlechterung der Krümelstruktur und abnehmende Wasser- und Nährstoffspeicherfähigkeit. Am Ende kann dieser Prozess zu Erosion führen und der energetische Aufwand für die Bodenbearbeitung steigt. Ein Absinken des Ertrages trotz stetigem Züchtungsfortschritt ist die Folge.

Aus ökologischer und bodenbiologischer Sicht sollte nicht übersehen werden, dass Calcium wichtige Funktionen in den Bakterien, Algen, Mollusken (Weichtiere), Regenwürmern und Wirbeltieren erfüllt, die Ca-Salze ausscheiden und so im System halten. Calcium geht mit der



mit Kalk

Eine jährliche Kalkung mit 200 kg Algenkalk bewirkt eine optimale Krümelstruktur und gesundes Wurzel- und Pflanzenwachstum.

organischen Substanz stabile Verbindungen in Form von Ca-Humat und Ca-Chelat-Komplexen ein, an denen Mikronährstoffe gebunden werden. Trotz der geringen Menge spielen sie in der Bodenfruchtbarkeit eine wichtige Rolle. Ein intaktes Bodenleben ist ein perfekter Nährstoffspeicher und ein Garant für einen langfristig wirtschaftlichen Pflanzenbau.

Die Ca-Auswaschung erfolgt hauptsächlich in der vegetationslosen Jahreszeit, wenn äquivalente Mengen von Nitrat, Chlorid, Sulfat oder Karbonat als Begleitonen vorhanden sind.

## Wechselwirkungen mit anderen Elementen

Der Bedarf der landwirtschaftlich angebauten Pflanzen an Calcium ist relativ gering. Daraus weniger Interesse an Düngemaßnahmen abzuleiten, lässt die Wechselwirkungen des Calciums mit anderen Nährelementen unberücksichtigt.

### Ca-Bedarf einzelner Kulturen:

Getreide	17–30 kg	Ca/ha
Mais	~ 35 kg	Ca/ha
Kartoffeln	70–90 kg	Ca/ha
Zuckerrüben	70–90 kg	Ca/ha

Ein Mangel oder Überangebot von Calcium fördert oder behindert die Aufnahme aller anderen Nährstoffe auf ihrem Weg in die Pflanze oder innerhalb der Pflanze.

Im Übergangsbereich Boden-Wurzel sind Wechselbeziehungen der Nährstoffe in der Bo-

denlösung zu beachten. Das Gesetz vom Minimum (Liebig) oder antagonistische Wirkungen der Nährstoffe z.B. zwischen Ca-Kalium, Kalium-Ammonium sind hierfür Beispiele. Die Belegung des Sorptionskomplexes des Bodens steht in direkter Beziehung mit der Zusammensetzung der Elemente in der Bodenlösung. Über Massenfluss (Transpiration), Diffusion (Konzentrationsausgleich) und aktives Wurzelwachstum erhält die Wurzel die Nährstoffe.

Die Aufnahme in die Wurzel erfolgt durch kompetitive (Wettbewerb chemisch verwandter Ionen) und unspezifische (Konzentrations- und Verdrängungswirkung) Vorgänge. Die Pflanze hat nur teilweise Wahlmöglichkeiten an der Wurzeloberfläche. Unharmonische Verhältnisse erfordern eine stoff- und energieverbrauchende Eigenregulation der Pflanze. Hohe Erträge werden nur durch geordnete Nährelementverhältnisse in der Bodenlösung realisiert.

In der Bodenlösung befindliche Ca-Ionen ( $\text{Ca}^{2+}$ ) schützen die Pflanze vor teils toxischen Ionen (z.B.  $\text{Al}^{3+}$ ). Bei Ca-Mangel kommt es in kürzester Zeit zur Behinderung des Wurzelwachstums.

Bei einem pH-Wert von 6,5 bis 6,8 ist die höchste Verfügbarkeit aller Nährstoffe gegeben. Mit mehr als 65% am Sorptionsträger ist  $\text{Ca}^{2+}$  ausreichend verfügbar.

Selbst die Auswahl des Stickstoffdüngers sollte sich am Ca-Gehalt und pH-Wert orientieren. Denn das jeweilige Stickstoffformenangebot verändert den pH-Wert in der Rhizosphäre und

damit die Verfügbarkeit einzelner Nährelemente. Mit der Wahl der N-Strategie hebt man den pH-Wert an (Nitrat) oder senkt ihn ab (Ammonium). Dadurch wird die Verfügbarkeit von Bor, Mangan, Kupfer, Zink und Eisen gemindert (Nitrat) oder gefördert. Eine Nitrat-Düngung bei hohem pH-Wert erfordert eine oder mehrere Blattspritzungen mit den genannten Mikronährelementen. Beachtet werden sollte aber auch, dass eine Ammonium-Ernährung die Molybdän-Aufnahme behindert.

Ähnliche Konstellationen finden sich beim Phosphat. Phosphate liegen in verschiedenen Verbindungen im Boden vor. Je nach Geologie und Boden-pH-Wert liegen sie mehr in Form von Aluminium- und Eisenphosphaten oder in Form von Ca-Phosphat vor. Hier kann die Verfügbarkeit des Phosphates für die Pflanze durch eine alkalische  $\text{Ca}^{2+}$ -Düngung oder eine saure Ammonium-Düngung mobilisiert werden. Aktuell wird dieser Ammoniumeffekt geringfügig bei der Düngung mit DAP genutzt.

## Die Wirkung des Calciums in der Pflanze

Calcium wird in Abhängigkeit vom Ca-Gehalt des Bodens von den Wurzeln ausschließlich als  $\text{Ca}^{2+}$  mit dem Bodenwasser aufgenommen. Hauptsächlich mit dem Transpirationswasser wird Calcium in die oberirdischen Pflanzenteile verlagert. Da eingelagertes Calcium in der Pflanze immobil ist, kann es nicht aus älteren in jüngere Pflanzenteile oder in die Wurzel verlagert werden. Die Pflanze muss also für ihre Stoffwechsel- und Wachstumsvorgänge stän-

Wir gratulieren!

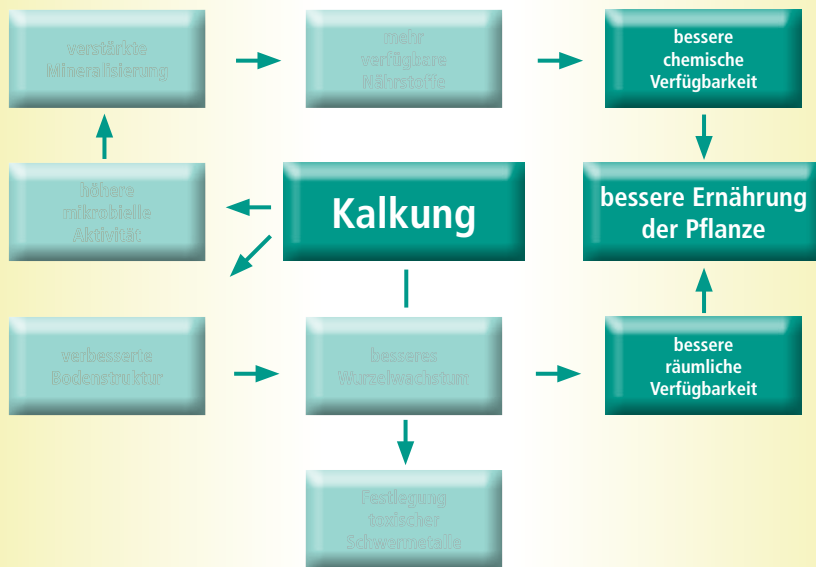


### „Mit PALMER unter Palmen“

Unser Maisgewinnspiel "Mit PALMER unter Palmen" hat Volker Sievers aus Meggerdorf gewonnen. Mit seiner Frau bewirtschaftet er einen 150 ha großen Milchvieh- und Futterbaubetrieb mit 130 Kühen plus Nachzucht sowie 250 Mastbullen. Zusammen fahren Sie jetzt eine Woche nach Mallorca. Herzlichen Glückwunsch!

# Bodenfruchtbarkeit

Abb.: Kalkung und Nährstoffverfügbarkeit



Quelle: Prof. Scherer, Institut für Pflanzenbau und Ernährung

dig Calcium aufnehmen. Eine gleichmäßige Wasserversorgung sichert die kontinuierliche Ca-Versorgung für die Gesamtpflanze.

Im Stoffwechsel ist Calcium am Aufbau der Zellwände beteiligt, besondere Bedeutung besteht bei der Neuanlage von Mittellamellen und Zellwänden bei der Zellteilung. Weiterhin stabilisiert es die Zellmembranen, ist Cofaktor einiger Enzyme und reguliert den Wasserhaushalt. Äußerlich nicht erkennbare Mangelsymptome sind die erhöhte Durchlässigkeit der Zellmembranen, die Zerstörung der Zellkernstrukturen und die Senkung der Chromosomenstabilität. Fehlendes Calcium führt zum Vertrocknen des Sprosses aufgrund fehlender Zellteilung. Mängel treten zuerst an den jüngsten Teilen der Pflanze, an Blüten und Früchten, auf.

## Aspekte für die Praxis

In den vergangenen Jahren haben sich pfluglose Bodenbearbeitungsverfahren mehr und mehr in der Praxis verbreitet. Aktuell wird über die Anreicherung von Kalium und Phosphor in der oberen Bodenschicht bei pflugloser Bodenbearbeitung diskutiert. Dabei wird vergessen, dass durch

steigende Kaliumgehalte in der obersten Bodenschicht von 5 cm gleichzeitig ein Calcium-Mangel für die junge Pflanze durch Verdrängung der Ca-Ionen durch Kaliumionen (Ca-K-Antagonismus) entstehen kann. Der pH-Wert wird in diesem



Die Kalkung wie bisher einmalig in der Fruchtfolge, meist zur Blattfrucht, mit hohen Aufwandsmengen sollte überdacht werden.

Bereich nicht gemessen und eine pH-Wert-Änderung wird entsprechend nicht erkannt. In der Folge dieses Prozesses kommt es zu Dichtlagerung, Verschlämzung und Sauerstoffmangel im Boden. Verschärfend wirken zusätzlich die aktuellen klimatischen Veränderungen, sprich eine Zunahme der Niederschläge im Juli/August und Winter. Dies führt zur Auswaschung des Calciums mit den oben beschriebenen Effekten.

## Welche Möglichkeiten gibt es, die Ca-Versorgung zu verbessern?

Erste positive Praxiserfahrungen sprechen für eine regelmäßige Kalkung in kürzeren Abständen. Die Kalkung wie bisher einmalig in der Fruchtfolge, meist zur Blattfrucht, mit hohen Aufwandsmengen sollte überdacht werden. Kenntnisse über die Wirkgeschwindigkeit der Kalke sind für den Erfolg sehr wichtig. Kulturen wie Wintergerste und Winterrap, die höhere Ansprüche an den pH-Wert und die Ca-Versorgung stellen, haben unter aktuellen Witterungs- und Bestellbedingungen große Probleme in ihrer Entwicklung. Interessant ist die Düngung von kleinen Kalkmengen, zum Beispiel 200 kg hochreaktiven Kalk pro Hektar nach der Saat, besonders zu diesen Kulturen. Bei Betrieben, die schon über einen längeren Zeitraum mit jährlichen Gaben von Algenkalk arbeiten, kann man eine hervorragende Krümelstruktur des Bodens und optimales Wurzelwachstum beobachten. Die Bestände sind gesund und sehr vital. Um entstandene Defizite in der Bodenfruchtbarkeit zu reduzieren, bietet sich auch eine Kalkung direkt zu Zwischenfrüchten an. Dadurch gelingt es, die Durchwurzelungsleistung der Zwischenfruchtbestände über Calcium in eine stabile Krümelstruktur zu überführen.

Oliver Wellie-Stephan

Fon 02941.296487

Fax 02941.2968487

wellie-stephan@dsv-saaten.de



Anzeige

## WICHTIG für Saatgutvermehrter!

Saatgut-Reinigungsqualität bereits im Mähdrescher-Korntank erreichen:  
**ALFA-Hochleistungssiebe** für jeden Mähdrescher und jede Fruchtart

AGRITECHNICA: 13. – 19. November 2011: Halle 13, Stand B 25

www.agri-broker.de