

# Mobilisieren Sie ungenutzte Potentiale

Da die Düngung an sich zunehmend reglementiert wird, zählt jedes Kilo an Nährstoffen, das aus dem Bodenvorrat für die Pflanzen mobilisiert werden kann. Wie der pH-Wert die Nährstoffverfügbarkeit beeinflusst, zeigen Sabine von Tucher und Patrick Bienert.

Neben positiven Einflüssen auf die bodenphysikalischen Eigenschaften und eine verbesserte Wasserinfiltration fördert ein zum Standort passender Boden-pH-Wert das Bodenleben. Dies führt unter anderem zur Optimierung des Umsatzes organischer Substanz. Darüber hinaus ist der Einfluss auf die Nährstoffdynamik im Boden enorm. Das gilt insbesondere für Stickstoff (N), Phosphor (P) und Spurenelemente. Ein optimaler pH-Wert fördert die N-Mineralisation aus organischer Substanz und nachfolgend den Umbau von Ammonium zu Nitrat. Ausreichend hohe pH-Werte verhindern die Toxizität von Aluminium und Schwermetallen. Zu hohe pH-Werte sollten Sie jedoch wegen der Verringerung der Verfügbarkeit von Spurenelementen wie Zink, Mangan, Bor, Eisen und Kupfer speziell auf leichteren Böden vermeiden.

**Die Pflanzenverfügbarkeit von Phosphor ist in besonderer Weise an den Boden-pH-Wert gebunden.** Die höchste P-Verfügbarkeit liegt im schwach sauren Bereich von etwa 6,2 bis 6,7 vor. Zu nied-

rige pH-Werte führen zu einer verstärkten Bindung von P an Oberflächen der Eisen- und Aluminiumoxide und -hydroxide, zu hohen Werten verstärken die Bildung schwerlöslicher Calciumphosphate.

An der TU München untersuchen wir die pH-Wert-abhängige P-Dynamik in nunmehr über 45 Jahre andauernden Feldversuchen intensiv – vor allem zu den Kulturen Winterweizen, Wintergerste, Zucker- bzw. Futterrüben und Mais. Dabei wird die Langzeitwirkung verschiedener P-Düngeniveaus (0, 50 und 100 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> pro ha und Jahr) auf drei durch Kalkung unterschiedlichen Boden-pH-Wertbereichen (pH 4,7 bis 5,3, pH 6,0 bis 6,4 und pH 6,6 bis 6,8) verglichen.

**Besonders für Rüben zeigt sich die Bedeutung der P-Versorgung und des pH-Wertes.** Wird ein Boden über viele Jahre hinweg nicht mit P gedüngt, sinken die Gehalte an pflanzenverfügbarem P. Während sich auf diesen Flächen der Ertrag der Rüben innerhalb von 36 Jahren mit standortoptimaler Kalkung um 26 % reduzierte, lag der Ertragsrückgang ohne Kalkung bei

54 % gegenüber optimal mit P gedüngten Parzellen (Übersicht). Für die mit den Ernteprodukten abgefahrenen P-Mengen waren die Unterschiede noch deutlicher: 38 % Rückgang mit Kalkung und 68 % ohne Kalkung.

Die günstige Wirkung der Kalkung zeigt sich auch für Gerste und Weizen, auch wenn diese Kulturen sowohl hinsichtlich der geringeren P-Versorgung als auch der Reaktion auf niedrige pH-Werte weniger empfindlich sind als Rüben. Ohne P-Düngung blieben die Ertragsrückgänge bei Gerste und Weizen daher auf den gekalkten Flächen mit 8 und 9 % im einstelligen Prozentbereich, während sie ohne Kalkung bei 14 und 18 % lagen.

**Ebenso ist es wichtig, den pH-Wert auf sein optimales Niveau zu bringen bevor Böden im Falle einer zu niedrigen P-Versorgung mit P aufgedüngt werden.** Ohne P-Düngung erreichen Zuckerrüben allein durch die Erhöhung des pH-Wertes von 4,7 – 5,3 auf 6,0 – 6,4 einen Mehrertrag von 47 dt TM (Grafik, Vergleich A). Wird P in Höhe der durchschnittlich jährlich abgefahrenen Menge gedüngt (50 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> pro ha und Jahr), erhöht sich der Rüben-ertrag durch eine Kalkung von 91 auf 130 dt TM/ha (Grafik, Vergleich B). Die für den Höchstertrag erforderliche langjährige P-Menge liegt ohne Kalkung mindestens bei 100 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> pro ha und Jahr, mit einer Kalkung auf pH 6,0 – 6,4 jedoch nur bei 50 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> pro ha und Jahr (Grafik, Vergleich C). Eine weitere Erhöhung des pH-Wertes auf 6,6 bis 6,8 ist auf diesem Standort weder für die Rübe noch für Gerste, Weizen oder Mais erforderlich.

Für das Jahr 2021 zeigte sich zu Wintergerste zudem, dass aufgrund der Erhöhung des Kornertrags bei gleichbleibend hohem

## Einfluss einer langjährig differenzierten Kalkung auf Erträge und P-Abfuhr\* (in %)

	Ertragsrückgang ohne P-Düngung		Rückgang der P-Abfuhr ohne P-Düngung	
	+ Kalkung	- Kalkung	+ Kalkung	- Kalkung
<b>Zucker-/Futterrübe</b>	26	54	38	68
<b>Winterweizen</b>	8	14	10	20
<b>Wintergerste</b>	9	18	16	28

\* + = Ziel-pH 6,0–6,4; – = Ausgangs-pH 4,7–5,3 → auf Böden der CAL-P Gehaltsklasse A-B (langjährig ohne P-Düngung), relativ zu den optimal mit P gedüngten Parzellen in CAL-P Gehaltsklasse C im Zeitraum 1978–2014



Foto: landpixel

Um den Bodenvorrat an Nährstoffen bestmöglich auszuschöpfen, sollten Sie regelmäßig den pH-Wert untersuchen und auf das standortspezifische optimale Niveau bringen.

Proteingehalt die Ausnutzung des gedüngten Stickstoffs (160 kg N/ha) durch das Korn von 63% ohne Kalkung auf 86% mit Kalkung erhöht wurde. Diese höhere N-Abfuhr nach Kalkung reduziert die N-Bilanzüberschüsse.

**Was sind die optimalen Boden-pH-Werte?** Das pH-Ziel für den Versuchstandort (schluffiger Lehm, BG 4) liegt nach VDLUFA-Einstufung zwischen 6,3 und etwa 7,0. Über die Jahre hinweg ist im Versuch ein pH-Wert von durchschnittlich 6,3 für optimale Erträge ausreichend. Die

hierfür erforderliche Kalkung beträgt durchschnittlich 14 dt CaO in drei Jahren. Dies deckt sich mit den Empfehlungen des VDLUFA für eine Erhaltungskalkung.

Generell sind für die Bewertung optimale Boden-pH-Werte vor allem die Bodenart und der Humusgehalt entscheidend. Für Humusgehalte  $\leq 4\%$  ist das pH-Ziel für sandige Böden niedriger (pH 5,4 – 6,3), für schluffige und tonige Böden dagegen höher (pH 6,3 – 7,2). Die Gründe liegen vor allem in der begrenzten Spurenelementverfügbarkeit sandiger Böden und in der Bedeutung der Verbesserung

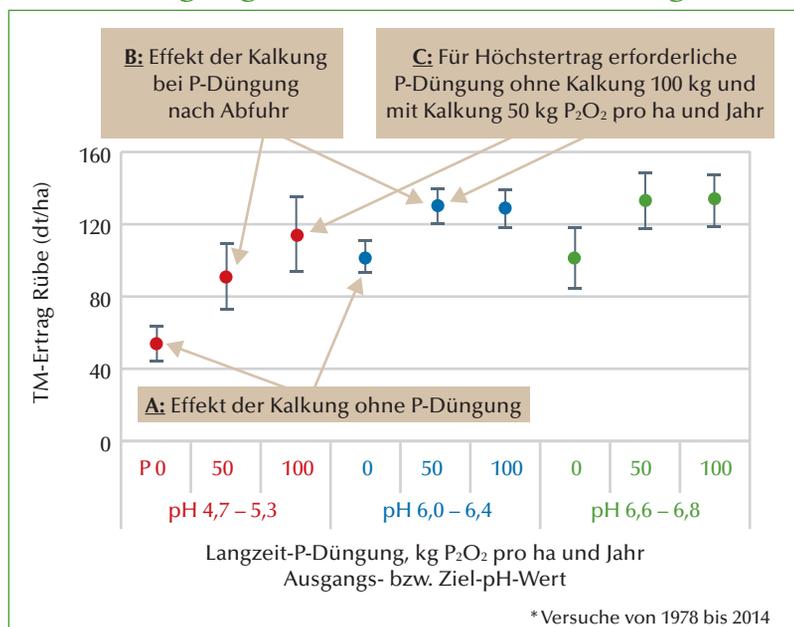
der Aggregatstabilität auf schwereren Böden. Je höher der Humusgehalt eines Bodens, desto niedriger ist der Ziel-pH-Wert.

**Die Bestimmung des pH-Wertes** erfolgt in der Regel einmal in einer Fruchtfolge im Rahmen der Grundbodenuntersuchung. Sollten sich hierbei deutliche Abweichungen des pH-Wertes nach unten und in der Folge Empfehlungen für eine Gesundungskalkung ergeben, so ist darauf zu achten, dass höhere Kalkgaben aufgeteilt werden. Auch sollte die Kontrolle des Erfolgs der Aufkalkung durch eine Bodenuntersuchung in kürzeren Abständen (gegebenenfalls jährlich) erfolgen.

Die basisch wirksamen Bestandteile von Kalken sind Oxide, Hydroxide, Carbonate und Silikate in Verbindung mit den zweiwertigen Kationen  $\text{Ca}^{++}$  und  $\text{Mg}^{++}$ . Oxidische Kalken wie Branntkalk eignen sich besonders für schwerere Böden.

**Fazit.** Der standortabhängige Kalkzustand eines Bodens ist eine der wichtigsten Kenngrößen zur Bewertung der Nährstoffverfügbarkeit. Optimale pH-Werte reduzieren die für hohe Erträge erforderliche P-Düngermenge und verbessern die N-Ausnutzung. Wegen der allgemein hohen Bedeutung des Kalkzustands von Böden für deren physikalische, chemische und biologische Eigenschaften sind Bodenuntersuchen auf den pH-Wert regelmäßig einmal innerhalb einer Fruchtfolge zu empfehlen.

## Einfluss einer langjährig differenzierten Kalkung und P-Düngung auf den Zuckerrübenenertrag (2014)\*



Dr. Sabine von Tucher und Prof. Dr. Patrick Bienert, TU München