

**03**  
2019



**BODEN.WASSER.SCHUTZ  
BERATUNG**  
Im Auftrag des Landes OÖ

## **BODEN.WASSER.SCHUTZ.BLATT** AUSGABE OKTOBER 2019



### **Bodenuntersuchung - Erfahrungen aus der Praxis**

**Die landwirtschaftlich-chemische Bodenuntersuchung liefert wertvolle Informationen über die Nährstoff-, Kalk- und Humusversorgung von Böden. Die Absicherung der daraus resultierenden Empfehlungen durch Feldversuche ist für die Praxis von zentraler Bedeutung.**

Der Boden als Grundlage für unsere Ernährung rückt nun auch zusehends ins öffentliche Bewusstsein. Der Landwirtschaft kommt hier eine besondere Rolle zu: Ziel der Bäuerinnen und Bauern ist es, die Bodenfruchtbarkeit zu erhalten und die Nährstoffversorgung sicherzustellen. Dies ist eine Voraussetzung, um auch die Vielzahl der anderen Bodenfunktionen zu gewährleisten (Zitat –Vorwort SGD 7).



BWSB/HÖLZL

#### **Bodenuntersuchung – wertvolle Information neben anderen Parametern**

Die landwirtschaftlich-chemische Bodenuntersuchung liefert zwar wertvolle Informationen über die Nährstoff-, Kalk- und Humusversorgung von Böden, ist aber

bei weitem nicht das alleinige Beurteilungskriterium für die Produktivität eines Standortes. Hangneigung, Exposition, Bodengare und Bodenstruktur, Verdichtung, Pflanzenbestand und Zeigerpflanzen, Gründigkeit, Grobanteil, Textur sind z.B. weitere wichtige Parameter. Daher haben

wir uns aus Sicht der Beratung stets gegen eine generelle gesetzliche Verpflichtung zur Bodenuntersuchung ausgesprochen. In ÖPUL-Maßnahmen sowie in Versuchs- und Projektarbeiten ist die Bodenanalyse gerechtfertigt. Darüber hinaus wird zur Erstellung einer möglichst exakten Düngempfehlung eine Bodenuntersuchung alle vier bis sechs Jahre empfohlen.

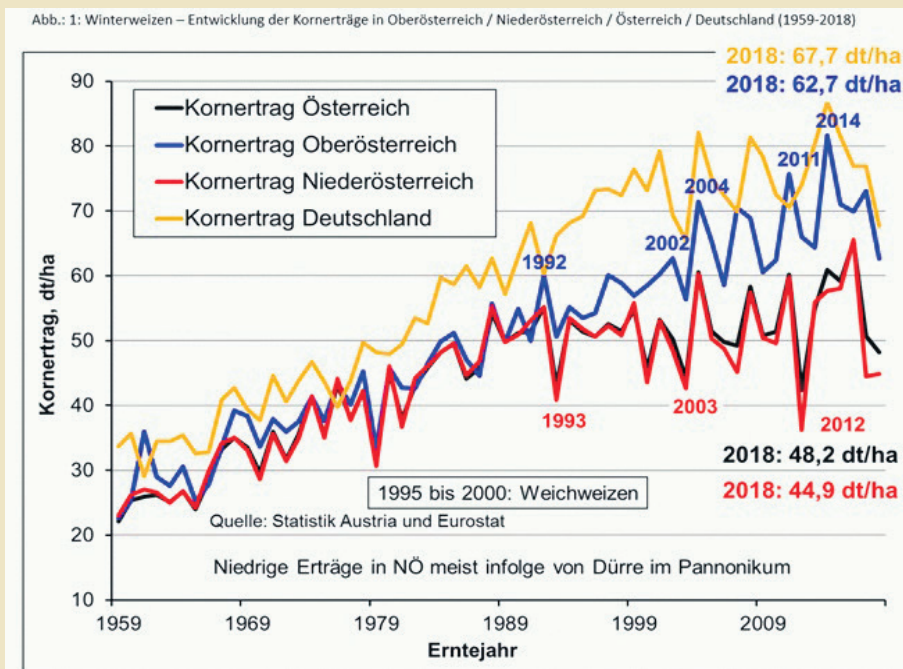
#### **Kritik an bewährten Methoden – teure nicht abgesicherte Alternativen**

In letzter Zeit sind die seit langem bewährten Bodenuntersuchungsmethoden von einigen wenigen privatwirtschaftlich orientierten Personen kritisiert worden und loben teilweise analytisch und in der

Empfehlung sehr teure Alternativ-Methoden aus. Darüber hinaus sind diese Empfehlungen durchwegs nicht durch Versuche abgesichert. Im Gegensatz dazu wurden sowohl die bewährten Untersuchungsverfahren als auch die Berechnungsgrundlagen in einer Vielzahl von Feldversuchen getestet und verifiziert. Diese wurden in der Folge entsprechend standardisiert und sind entweder als ÖNORM oder im Methodenbuch des Verbandes der landwirtschaftlichen Forschungs- und Untersuchungsanstalten (VDLUFA) publiziert.

**Böden in Oberösterreich sind nicht sanierungsbedürftig!**

Aus den Erfahrungen der von der BWSB durchgeführten Projekte und Auswertungen sei diesbezüglich festgehalten, dass die landwirtschaftlichen Böden in Oberösterreich keinesfalls sanierungsbedürftig sind. Dies zeigen auch die Ertragsfortschritte in der Abbildung bzw. die überraschend guten Erträge bei Ackerkulturen trotz der extremen Wetterverhältnisse in den letzten Trockenjahren. Gibt es in Einzelfällen Wachstumsprobleme, so stehen Zusatzanalysen wie z.B. Kaliumfixierung oder die Kationenaustauschkapazität (KAK) zu einem Preis von ca. 20 Euro zur Verfügung. Aus diesem Grund hat die BWSB sowohl einen Experten aus Deutschland als auch aus Österreich gebeten, in folgenden Beiträgen wissenschaftlich diese Thematik zu erläutern.



OBERFORSTER, AGES

**Ergebnispräsentation in den nächsten Boden.Wasser.Schutz.Blättern**

Im Rahmen der ÖPUL-Maßnahmen „Vorbeugender Grundwasserschutz auf Ackerflächen“ und „Vorbeugender Grundwasserschutz auf Grünlandflächen in Oberösterreich“ wurden ca. 35.000 Bodenproben auf Acker- und Grünlandstandorten gezogen. Dieser große Datenpool ermöglicht eine umfassende Auswertung der Untersuchungsparameter sowie eine ausgezeichnete Darstellung der Nährstoffverhältnisse der landwirtschaftlich

genutzten Böden in Oberösterreich. Die wichtigsten Ergebnisse werden im Rahmen einer mehrteiligen Serie ab der nächsten Ausgabe des Informationsblattes vorgestellt.

➡ Nähere Informationen bei der Boden.Wasser.Schutz.Beratung unter [www.ooe.lko.at](http://www.ooe.lko.at) bzw. unter [www.bwsb.at](http://www.bwsb.at) bzw. 050 6902-1426.

DI Franz Xaver Hölzl

## Bodenuntersuchung: Die Kationen-Austauschkapazität (KAK) im Vergleich zu den Standard-Verfahren

Gastkommentar von DI Dr. Georg Dersch, Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Wien

Die standörtliche Bodenfruchtbarkeit wird primär durch Bodenart (Sand, Lehm, Schluff, Ton) und Gründigkeit bestimmt, wodurch das Speichervermögen für Wasser und Nährstoffe festgelegt wird. Durch die Bewirtschaftung soll das komplexe System Boden in einem optimalen Funktionszustand gehalten werden. Bodenverdichtungen sind zu vermeiden. Durch

möglichst ständigen Pflanzenbewuchs (z.B. mit Begrünungen) werden die Bodenstruktur und das Porensystem des Bodens stabil gehalten, sodass das Regenwasser zügig in den Boden einsickern kann, der Bodenabtrag verhindert wird und auch ausreichend Luft und organisches Streumaterial für das Bodenleben vorhanden ist. Der Humusgehalt ist durch

die Fruchtfolge, mit Ernterückständen oder organische Dünger und angepasste Bodenbearbeitung zumindest stabil zu halten und trägt auch zur Stickstoff- und Schwefelversorgung bei. Mit der chemischen Standard-Bodenuntersuchung allein kann der Funktionszustand nicht ausreichend beurteilt werden, diese liefert jedoch die wesentlichen Hinweise für

die Bewirtschaftung hinsichtlich Nährstoffe, Säuregrad und Kalkbedarf sowie Humusniveau. Welche weiteren Informationen liefert die Bestimmung der Kationen-Austauschkapazität?

### Was versteht man unter Kationen-Austauschkapazität (KAK)?

Die Funktion des Bodens als Ionenaustauscher ist eine wesentliche Voraussetzung für die Versorgung der Pflanzen mit Nährstoffen. Diese erfolgt auf der Grundlage von Ionenaustausch-Prozessen zwischen den Bodenpartikeln, vor allem an den leicht negativ geladenen Oberflächen von Ton und Humus die positiv geladenen Kationen anhaften. Besonders effektiv sind sehr kleine Bodenpartikel, die eine hohe spezifische Oberfläche besitzen. Im Idealfall ohne jede Verdichtung können Tonteilchen eine innere Oberfläche von ca. 200 m<sup>2</sup>/g und die organische Substanz bei einer ungestörten porösen Struktur von bis zu 1.000 m<sup>2</sup>/g erreichen. Die Sandfraktion hingegen hat nur eine innere Oberfläche von 0,1 m<sup>2</sup>/g, der Schluff etwa 1 m<sup>2</sup>/g.

Die austauschbaren Kationen bleiben für die Pflanzen leicht verfügbar (v.a. Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>) und tragen zur Stabilisierung der Bodenstruktur und somit zum verbesserten Wasser- und Lufthaushalt und der biologischen Aktivität der Böden (v.a. Ca<sup>2+</sup>) bei, wobei gleichzeitig deren Auswaschung mit dem Sickerwasser aus dem Wurzelraum verhindert wird.

Als Austauschkapazität (KAK) wird die Summe der austauschbaren Kationen im Boden bezeichnet. Sie wird in Ladungsäquivalenten als cmol/kg angegeben. Grundsätzlich dominieren in schwach sauren bis alkalischen Böden Ca-, Mg-, K- und Na-Ionen am Kationenbelag, während in sauren Mineralböden im Wald Al-, Fe-, Mn- und H<sup>+</sup>-Ionen überwiegen. Die AK ist abhängig vom pH-Wert der Bodenlösung und schwankt mit der Bodenreaktion wegen der variablen Ladung des Humus: Tonminerale weisen eine negative Ladung auf, die weitgehend vom pH-Wert unabhängig ist (daher als **permanente Ladung** bezeichnet), während die negative Ladung der Humusteilchen vom jeweiligen pH-Wert beeinflusst wird (**variable Ladung**). Die

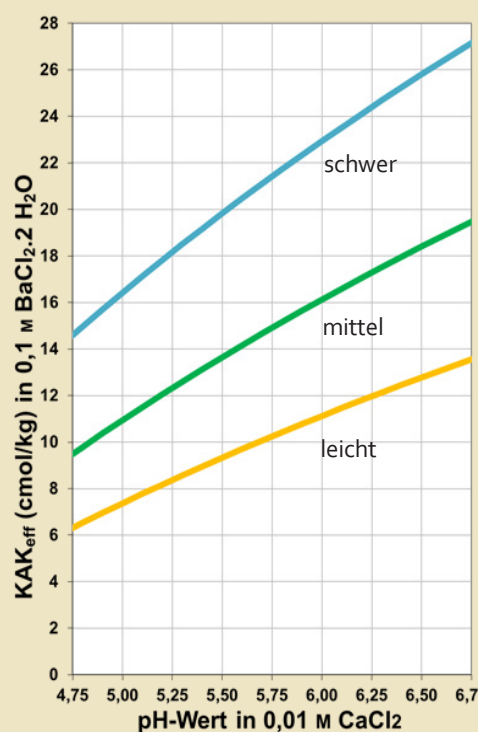


Abb. 1: pH-Einfluss auf die effektive KAK für leichte, mittlere und schwere Böden in OÖ

DERSCH, AGES WIEN

Erhöhung des pH-Werts vom sauren in den neutralen Bereich bis sieben hat eine Zunahme der variablen negativen Ladungen zur Folge. Durch Kalkung kann daher die aktuell im Boden wirksame KAK (wird als **effektive KAK** bezeichnet) deutlich angehoben werden, durch den natürlichen Versauerungsprozess im Boden sinkt sie kontinuierlich ab. Dementsprechend wird zwischen **maximaler bzw. potentieller KAK** und **effektiver bzw. aktueller KAK** differenziert. Ökologisch gesehen ist es sinnvoller, die Basensättigung auf die **KAK<sub>eff</sub>** zu beziehen, da in vielen Böden die **KAK<sub>pot</sub>** nicht erreichbar ist, wofür generell ein pH-Wert um sieben erforderlich wäre. Bei der Bewertung ist dieser Unterschied zu beachten.

### Welche Bodeneigenschaften wirken auf die Kationen-Austauschkapazität (KAK)?

Die Höhe der KAK eines Bodens wird von der Quantität und Qualität des sogenannten Austauscherkomplexes bestimmt, wesentliche Bodeneigenschaften wie Bodenart, v.a. der Tongehalt, Humusgehalt und Säuregrad tragen dazu bei.

Abbildung 1 zeigt die Bandbreite der KAK<sub>eff</sub> von leichten, mittleren und schweren Böden vom sauren bis neutralen

pH-Wertebereich auf Ackerstandorten in Oberösterreich. Die Zunahme der KAK<sub>eff</sub> mit steigendem pH-Wert ist deutlich ersichtlich. Für leichte Böden (Ton < 15 Prozent; Humus < 2,5 Prozent: gelbe Kurve) liegt bei einem anzustrebenden pH-Wert über 5,5 die KAK<sub>eff</sub> um 10 cmol/kg, für mittlere Böden (Ton 15 bis 25 Prozent; Humus 2,5 bis 3,75 Prozent: grüne Kurve) bei einem anzustrebenden pH-Wert über 6,0 um 16 cmol/kg und für schwere Böden (Ton > 25 Prozent; Humus 2,5 bis 6,5 Prozent: blaue Kurve) bei einem anzustrebenden pH über 6,5 um 27 cmol/kg.

Ein um ein Prozent höherer Humusgehalt (z.B. von 2,5 auf 3,5 Prozent) steigert die KAK um ca. 2 cmol/kg, ein um zehn Prozent höherer Tongehalt um 5 cmol/kg, die pH-Wert Erhöhung um eine Einheit (z.B. von pH 5,5 auf pH 6,5) verbessert die KAK um 4 bis 6 cmol/kg je nach Humusgehalt. Die KAK bietet somit für Ackerstandorte zusätzliche umfassende und wertvolle Informationen.

### Welche Calcium- und Magnesium-Anteile liegen in den oö. Böden vor?

Neben der Summe der austauschbaren Kationen sind die Gehalte und Anteile der einzelnen Kationen von Relevanz: Wenn nur einige Prozent Aluminium-Ionen austauschbar vorhanden sind, liegt bereits ein gravierendes Versauerungsproblem vor. Über einem pH-Wert von 5,5 liegt dieser Anteil fast immer unter ein Prozent, bei pH von 5,0 sind drei bis sieben Prozent, bei pH von 4,75 sind fünf bis zwölf Prozent und bei pH von 4,5 sind bereits zehn bis über 20 Prozent der KAK mit Aluminium-Ionen belegt. Im Vergleich zu Nadelbäume reagieren die Pflanzenwurzeln der meisten Ackerkulturen besonders empfindlich auf Al<sup>3+</sup>-Ionen in der Bodenlösung (Aluminium-Toxizität).

**Boden.Wasser.Schutz.  
Beratung**

→ 050 6902-1426

bwsb@lk-ooe.at

www.bwsb.at



**b w** **BODEN.WASSER.SCHUTZ  
BERATUNG**  
Im Auftrag des Landes OÖ

Bei der Routine-Bodenuntersuchung wird mit einer einfachen pH-Bestimmung des Bodens bei der Unterschreitung eines Mindest-pH-Wertes eine Verbesserungskalkdüngung empfohlen. Es wird dabei für leichte Böden zumindest ein pH-Wert von 5,5 angepeilt.

Um ein ausgeglichenes Nährstoffangebot und eine günstige Bodenstruktur sicherzustellen, soll der Austauschkomplex mit 75 bis 90 Prozent mit Calcium und zu fünf bis 15 Prozent mit Magnesium belegt sein. Im Schnitt liegen die öö. Proben durchwegs in dieser anzustrebenden Bandbreite: Bei niedrigen Mg-Gehalten an der  $KAK_{eff}$  wird auch daraus eine Mg-Düngung abgeleitet. Liegen die Mg-Anteile über 15 Prozent, was in ÖÖ nicht so selten ist, ist darauf zu achten, dass keine weitere relevante Mg-Zufuhr erfolgt, z.B. durch Mg-haltige Kalke.

### Vergleich der Verfahren bei Magnesium und Kalium

Bei der Auswertung von Ringversuchen mit ca. zehn teilnehmenden Labors bei der  $KAK_{eff}$ -Bestimmung hat sich gezeigt, dass die Gehalte bei der Untersuchung von Kalium mittels CAL- und von Magnesium mittels  $CaCl_2$ -Extraktion mit den  $KAK_{eff}$ -Gehalten in cmol K bzw. cmol Mg eng korreliert sind. Es kann daher zwischen den Verfahren umgerechnet werden (siehe auch Der Landwirt 3/2017, 40-41). Der Überlegung, dass ausgeglichene Nährstoffverhältnisse im Boden vorliegen sollen, wird auch in den Richtlinien für die sachgerechte Düngung (7.Auf-lage) in den anzustrebenden optimalen Bereichen bei K nach CAL und bei Mg im  $CaCl_2$ -Auszug Rechnung getragen: Bei leichteren Böden (mit geringerer  $KAK$ ) gelten niedrigere K- und Mg-Gehalte als ausreichend, bei schwereren Böden (mit entsprechend höherer  $KAK$ ) sind höhere K- und Mg-Gehalte anzustreben.

### Folgerungen

Die Bestimmung der  $KAK_{eff}$  ist vielseitig einsetzbar und zeigt sowohl extreme Versauerungen (Al-Anteile über ein Prozent) als auch Tendenzen der Versalzung (Na-Anteile über zwei Prozent) an. Daher ist die Methode für viele Fragestellungen verwendbar und auch ausführlich in allen Lehrbüchern beschrieben. Unter den

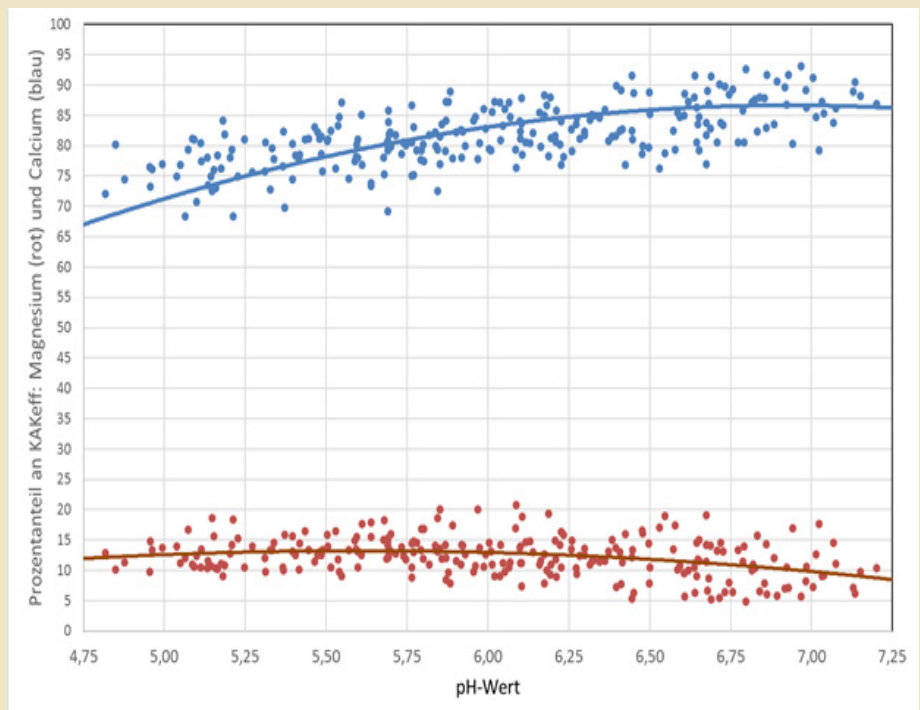


Abb. 2: Anteil von Magnesium und Calcium von Ackerstandorten in Oberösterreich

BWSB

oberösterreichischen Standortbedingungen kann der Einfluss von pH-Wert, Humus und Ton für die  $KAK_{eff}$  auf Ackerflächen gut abgeschätzt werden.

Die Anteile der austauschbaren Kationen werden wesentlich vom pH-Wert und vom Ausgangssubstrat des Standorts mitbestimmt. Die Ca-Anteile sollten innerhalb von 75 bis 90 Prozent der  $KAK_{eff}$  liegen. Die Mg-Anteile liegen zumeist im Bereich von fünf bis zu 20 Prozent. Die in der Routineuntersuchung verwendete Mg-Methode „(Extraktion in  $CaCl_2$ )“ lässt diese unterschiedliche Versorgungssituation erkennen: Durch gezielte Mg-Empfehlungen bzw. gänzlichen Verzicht auf Mg-haltige Dünger und Kalke verschieben sich diese Anteile in den mittleren Bereich. Die Kalium-Anteile schwanken zwischen etwa ein Prozent und vereinzelt bis über fünf Prozent an der  $KAK_{eff}$ . Auch mit der CAL-Methode werden diese Extreme erfasst und durch die entsprechenden Empfehlungen in Richtung des Bereiches von zwei bis fünf Prozent gelenkt. Die aktuell verwendeten Verfahren und die Ergebnisse der  $KAK_{eff}$  liefern vergleichbare Aussagen, die Interpretation im Detail sollte sich auf Basis von Daten

von Feldversuchen orientieren. Obwohl keine Aussagen zur Versorgung mit Phosphor und Stickstoff ableitbar sind, ergibt das umfassendere Ergebnis der  $KAK$  eine kompakte und objektive Information zur Bodenqualität eines Standorts.

- ➡ Infos zur Bodenuntersuchung bei der AGES: <https://www.ages.at/service/service-landwirtschaft/boden/>
- ➡ Anfragen unter E-Mail: [bodengesundheit@ages.at](mailto:bodengesundheit@ages.at).
- ➡ Kosten der  $KAK_{eff}$  im Rahmen einer Bodenuntersuchung (zusätzlich zu Probenvorbereitung und anderen Parametern): 18,93 Euro (ohne Rabatte)

### Sprechtage

**Boden.Wasser.Schutz.Beratung**  
in den Bezirksbauernkammern  
(nach telefonischer Terminvereinbarung)

- ➡ Eferding Grieskirchen Wels
- ➡ Linz Urfahr
- ➡ Perg
- ➡ Kirchdorf Steyr

Informationen unter 050 6902-1426 oder [www.bwsb.at](http://www.bwsb.at).



# Kationenaustauschkapazität Kationenverhältnisse sind kein Wachstumsfaktor

Gastkommentar von Dr. Gudwin Rühlicke, K+S KALI GmbH, Deutschland

Weltweit wurden viele verschiedene Methoden erforscht und entwickelt, um die Zusammensetzung und Verfügbarkeit von Nährstoffen in Böden zu erfassen. Doch nur geeichte Feldversuche können die Laborergebnisse in der Praxis bestätigen. Auf dieser Basis hat der Verein Deutscher Landwirtschaftlicher Forschungsanstalten (VDLUFA) die in Deutschland verwendeten Bodenuntersuchungsmethoden standardisiert. Langjährige Forschung führte zu einem Mengenkonzzept mit Einteilung in Gehaltsklassen und daraus abgeleiteten Düngeempfehlungen. Ausgelöst durch verschiedene Aktivitäten meist privater Institutionen, wird im Gegensatz dazu die Methode zur Bestimmung der Kationenaustauschkapazität (KAK) als Grundlage für die Düngeentscheidung aktuell als „moderner“ oder „fortschrittlicher“ empfunden. Ihre Ursprünge liegen jedoch schon in den vierziger Jahren des letzten Jahrhunderts; auch in Deutschland wurde intensiv daran geforscht. Anstelle eines Mengenkonzepes wurde und wird versucht, die Fruchtbarkeit von Böden vor allem an den Verhältnissen der positiv geladenen Nährstoffe zueinander an den Austauscherteilchen (Ton, org. Substanz) festzumachen. Damit finden weder Kalkbedarf und Bodenart, noch selektive Nährstoffbindungen an den verschiedenen Austauscherteilchen Berücksichtigung. Zudem werden klärende Feldversuche als unnötig betrachtet. Der Landwirt ist also aufgefordert, Analysemethoden und die Interpretation von Ergebnissen zu hinterfragen.

## WAS IST WAS?

**pH-Wert:** Dieser Wert gibt die Konzentration der sauer wirkenden positiven Wasserstoffionen (H<sup>+</sup>) wieder. Er kann über verschiedene Methoden gemessen werden. Im Standardverfahren wird eine künstliche Bodenlösung mit Calciumchlorid verwendet. Nimmt man dafür nur Wasser, wie zum Beispiel bei der Kinsey-Me-

thode, fallen die gemessenen Werte etwa um 0,3 bis 1,0 Einheiten höher aus. Nur bei Böden mit pH sieben und darüber besteht kein Unterschied mehr zwischen beiden Methoden. Wer das nicht beachtet, der schätzt den pH-Wert auf sauren Böden zu hoch ein.



Probennahme für die Bodenuntersuchung.  
RÜHLICKE

## Kationenaustausch:

In der Bodenlösung befinden sich die Kationen (Nährelemente mit positiver Ladung) mit ein- oder zweifacher positiver Ladung. Jedes für sich, egal ob es sich um Ammonium, Kalium, Magnesium, Calcium oder Natrium handelt, ist mit einer angelagerten Schicht aus Wassermolekülen umgeben. Um sich an ein Austauscherteilchen anzulagern, muss diese Wasserhülle abgestreift werden. Da für das Ausmaß dieser Anlagerung sowohl die Anzahl der positiven Ladungen (Wertigkeit) als auch die Größe der Wasserhülle eine Rolle spielen, ist dieser Vorgang außerordentlich schwer und nur in theoretischen Modellen berechenbar. Man kann daher nicht durch simple Mengenermittlung die Belegung der Austauscher durch Düngung mit Kalium, Calcium oder Magnesium beliebig verändern.

## Kationenaustauschkapazität (KAK):

Zum einen bestimmt die **potentielle KAK** das maximal mögliche Austauschvermögen eines Bodens bei pH -Wert-sieben. Da pH sieben für viele leichtere oder organische Böden kein Ziel-pH ist, kann diese Kapazität dort nicht ausge-

schöpft oder als Berechnungsgrundlage für Düngeempfehlungen verwendet werden. Es gibt ca. acht verschiedene Methoden zur Bestimmung der potentiellen KAK, die jeweils andere Ergebnisse liefern und nicht direkt vergleichbar sind. Zum anderen gibt es die **effektive KAK**, welche die beim aktuell vorliegenden pH-Wert austauschbaren, positiv geladenen Nährstoffe ermittelt. Mit einer Änderung des pH-Wertes im Boden ändert sich auch die effektive KAK, da mit steigendem pH-Wert auch die effektive Austauschkapazität zunimmt und umgekehrt. Die Gehalte an Magnesium und Kalium sind von der effektiven KAK direkt abhängig. Sie kann somit über die in einer Standarduntersuchung bestimmten K- und Mg-Gehalte errechnet werden. Im Normalfall kann deshalb auf eine aufwendige Bestimmung der KAK verzichtet werden. Sowohl die potentielle, als auch die effektive KAK kann mit sehr hoher Genauigkeit geschätzt werden, sofern Ton-, Schluff- und Humusgehalte des Bodens bekannt sind.

## Kationenverhältnisse:

Diese geben nur über den momentanen ökologischen Zustand eines Bodens Auskunft, stellen aber keinen Wachstumsfaktor dar. Sie sind Rechenwerte, die in weiten Grenzen variieren, ohne dass die Pflanzen davon einen Nutzen haben oder einen Schaden erleiden. Es gibt genügend Böden, die von einem als ideal angenommenen Verhältnis mit 68 Prozent Calcium, zwölf Prozent Magnesium und zwei bis fünf Prozent Kalium am Austauscher ganz erheblich abweichen und dennoch optimale Erträge bringen. Ein falsches Verständnis von Kationenaustausch kann damit zu ineffizientem Düngemiteleinsatz führen!

## DÜNGERFORMEN

Während die Düngeempfehlungen aus den Ergebnissen der Standarduntersuchung in Nährstoffmengen erfolgen, legen manche Anbieter von Bodenuntersuchungen



mit einbezogener KAK auch die Form der Dünger fest. Das ist zu hinterfragen, da sich Nährstoffverfügbarkeit und pH-Wert nach einer Düngung verändern.

Elementarer **Schwefel** versauert den Boden sehr stark und wird erst nach seiner Umsetzung in Sulfat-Schwefel pflanzenverfügbar. Zudem wirkt elementarer Schwefel als nicht selektives Fungizid und Bakterizid.

Mit hohen Mengen (100 bis 200 kg/ha) dieser Schwefel-Form wird zumindest ein Teil der so wichtigen Mikroorganismen im Boden erst einmal abgetötet. Zwar bauen sich die Mikroorganismen im Boden langsam wieder auf, aber dieser Effekt kann nicht im Interesse eines Anwenders liegen, der auf eine größtmögliche Schonung der Mikroorganismen Wert legt.

Abhängig vom Verhältnis von Calcium zu Magnesium und häufig unabhängig vom pH-Wert werden teilweise erhebliche Mengen an **Calcium**- (Kohlensäurer Kalk) oder **Magnesiumdüngern** (Dolomit, Kieserit) vorgeschlagen. Viele wissenschaftliche Untersuchungen zeigen, dass dieses Verhältnis in sehr weiten Grenzen variieren kann, ohne dass es das Pflanzenwachstum beeinflusst. Der Einsatz dieser Düngemittel ist daher in der Regel unwirtschaftlich. Geologisch bedingt hohe Mg-Mengen in tonigen Böden (zum Beispiel Marschen) und deren Auswirkung auf die Bodeneigenschaften können durch Düngung, wenn überhaupt, nur sehr begrenzt beeinflusst werden. Bei hohen **Magnesiumgehalten** und/oder hohen pH-Werten wird oft eine Gipsdüngung ( $\text{CaSO}_4$ ) empfohlen. Diese ist nicht pH-wirksam. Sehr hohe Mengen an Calcium stehen gar in Konkurrenz zur Magnesiumaufnahme. Höhere Mengen an reinem **Kalium** können einen Kalium-Magnesium-Antago-

nismus bewirken, also eine Konkurrenz in der pflanzlichen Aufnahme. Eine hohe Kaliumdüngung kann deshalb einen Magnesiummangel verursachen. Eine höhere Bodenversorgung mit Magnesium hat hingegen keine direkten pflanzlichen Auswirkungen, da die Pflanzen Magnesium nicht selektiv und auch nicht über ihren Bedarf hinaus aufnehmen.

In der Bodenanalytik besteht bei **Spurennährstoffen** das grundsätzliche Problem ihrer stark pH-Wert-abhängigen Verfügbarkeit. Veraltete Bedarfsbestimmungsmethoden sind bei kalkreichen Böden problematisch. Ungewöhnlich hohe Empfehlungen sind stets zu hinterfragen, wenn die Basis hierfür nicht offengelegt wird.

#### FAZIT

Die in Deutschland etablierten Untersuchungsmethoden fußen auf jahrzehntelanger Forschung, und die Empfehlungen sind an regionalen Feldversuchen geeicht. Die Belegung der Austauschplätze des Bodens wird dabei über die Bodenart berücksichtigt. Um den Boden fit zu halten oder ackerbauliche Probleme zu lösen, führen eine gezielte Beratung und die konsequente Umsetzung der empfohlenen Maßnahmen am ehesten zum Ziel.

## Hirse – eine Alternative

### Die Kulturauswahl im Ackerbau stellt hohe Anforderungen

Wetter, Fruchtfolge, Standort, Boden, Betriebsausrichtung oder persönliche Ansprüche. Verschiedene Faktoren beeinflussen die Auswahl der „passenden Kultur“. Vor allem trockenheitstolerant und wassersparend – im Hinblick auf sich ändernde klimatische Bedingungen – sollte sie sein. Die Landwirtschaft steht im Wandel, ob die Kultur Hirse darauf eine Antwort bieten kann, wird im folgenden Artikel erläutert.

#### Schon gewusst ...

Hirsen sind Kulturpflanzen, welche den Ursprung im Mittelmeerraum und in den südlichen Ländern Asiens haben. Jährlich

werden weltweit etwa 90 Mio. Tonnen geerntet. Vor allem in Afrika und Asien ist Hirse heute noch eine der wichtigsten Getreidepflanzen in der Ernährung und wird als Brei- und Brotfrucht (Fladenbrot) verwendet. Neuerdings wird Hirse auch im Müsli oder Joghurt in heimischen Supermärkten angeboten. In Österreich werden ca. 9.500 ha Hirsen angebaut. Der Großteil der Ernte findet sich hierbei in Futtermitteln (Schweine- oder Vogelfutter) wieder.

#### Eigenschaften

In den letzten Jahren handelte es sich meist um Sorghum-Hirsearten. Diese

besitzen größere Körner und zeigen viele Gemeinsamkeiten mit Mais. Sie besitzen einen mittelhohen Wuchs mit zusammengezogenen Rispen und ein rundes Korn mit hoher Festigkeit an der Rispe. Hirsen sind sehr wärmeliebende Pflanzen, benötigen deutlich weniger Wasser als Mais und können somit längere Trockenperioden gut überstehen.

#### Kulturführung

Die Aussaat ist ab einer Bodentemperatur von mindestens 11°C möglich und kann entweder mit einer Einzelkorn- oder Drillsämaschine durchgeführt werden. Gegenüber Frösten und kühlen Früh-

jahrstemperaturen sind Hirsen jedoch sehr empfindlich. Anzustreben ist eine Bestandesdichte von 20 bis 40 Pflanzen/m<sup>2</sup> (zehn bis 15 kg/ha). Eine Unkrautbekämpfung sollte aufgrund der langsamen Jugendentwicklung (ähnlich wie Mais) bereits im Voraufbau erfolgen. Generell gibt es bei Hirsen noch kaum bis gar keinen Krankheits- und Schädlingsdruck. Bei einem mittleren Ertragsniveau kann mit einem Düngbedarf von etwa 150 kg Stickstoff, 85 kg Phosphor und 210 kg Kalium gerechnet werden. Hirsen gelten als gute Gülleverwerter, stellen jedoch aufgrund der hohen Nährstoff- und Wassernutzungseffizienz eine schlechte Vorfrucht dar.



Bild 1: Optimale Saattiefe liegt bei 2 bis 3 cm  
BWSB/FALKENSTEINER

### Sorghum-Hirsen sind ...

- ➔ eine Alternative in Trockengebieten
- ➔ gute Gülleverwerter
- ➔ starke N-Zehrer
- ➔ eine mögliche Lösung zur Auflockerung einseitiger Fruchtfolgen, z.B. bei Maiswurzelbohrergefahr
- ➔ mit herkömmlicher Technik kombinierbar
- ➔ in der Schweinefütterung einsetzbar (Sojaeinsparungen möglich)
- ➔ bei der UBB-Maßnahme nicht dem Getreide-Maisanteil unterzuordnen
- ➔ selbstverträglich
- ➔ ein glutenfreies Nahrungsmittel und somit auch für Allergiker geeignet



Bild 2: Die Ernte erfolgt mit dem Mähdrescher.  
BWSB/FALKENSTEINER

### Pflanzenbauliche Versuche 2019

Die Boden.Wasser.Schutz.Beratung führte heuer Landessortenversuche mit Sorghum-Hirse durch. Es wurden verschiedene Sorten auf unterschiedlichen Standorten getestet und mittels Kerndrusch auf Ertrag ausgewertet. In Oberösterreich verteilt (Bezirk Linz-Land: Kronstorf und Horsching; Grieskirchen: Wallern an der Trattnach) konnten die Sorten auf verschiedensten Böden ihre Ertragsfähigkeit unter Beweis stellen.

Die exakten Ergebnisse der Standorte finden Sie auf unserem Versuchsportal auf [lk-online](#) unter „Pflanzenbauliche Versuche.“

### Vermarktung und Preis

Bei der Produktion von Speisehirse ist ein entsprechender Vorvertrag mit dem Kontraktnehmer anzuraten. Leider gibt es bislang sehr wenige Abnehmer, die

sich auf die Weiterverarbeitung von Hirse zur Humanernährung spezialisiert haben. Eine Möglichkeit besteht hierbei in der Direktvermarktung von Hirseprodukten als Nischenmarkt. Für Sorghum-Hirschen orientiert sich der Preis meist am Mais. Oft liegt dieser um etwa zehn Euro/Tonne unter dem von Körnermais.

Nicht jede Sorte ist für den Anbau auf oberösterreichischen Böden geeignet. Um konkrete Sortenempfehlungen geben zu können, wird der Versuch auch in den kommenden Jahren wieder angelegt. Besonders auf leichteren Böden kann die Hirse ihre Vorzüge besser ausspielen und liefert auch in Trockenjahren stabilere Erträge. Um den Hirseanbau in Österreich weiter voranzutreiben, sind sowohl der Handel, die Landwirte und natürlich auch die Konsumenten gefordert.

**Patrick Falkensteiner**



Bild 3: Für den Kontraktbau sind oft Sorten mit gewissen Kornfarben Voraussetzung.  
BWSB/FALKENSTEINER

## Boden.Wasser.Schutz.Tagung 2019

### Rezepte für den Umgang mit Trockenperioden in der Landwirtschaft Anpassungsstrategien an den Klimawandel

Am Donnerstag, den 5. Dezember 2019 findet in der Höheren landwirtschaftlichen Bundeslehranstalt St. Florian (Fernbach 37) ab 9.00 Uhr die diesjährige Tagung statt.

2018 und auch gebietsweise 2019 haben Herausforderungen für Landwirtschaft und Kommunen aufgezeigt – wassersparendes Handeln nimmt in allen Bereichen an Wichtigkeit zu! Namhafte Experten beleuchten das Thema Klimawandel bzw. dessen Auswirkungen und Gegenmaßnahmen zu Trockenperioden.

#### Auszüge des Tagungsprogramms:

##### Klimawandel und Schäden in der Landwirtschaft

Prok. Dipl.-HLFL-Ing. Johann Fank  
(Die Österreichische Hagelversicherung)

##### Reaktionsmöglichkeiten und Anpassungsstrategien an den Klimawandel – Perspektiven

DI Christian Krumphuber  
(Landwirtschaftskammer Oberösterreich)

##### Konsequenzen des Klimawandels unter unterschiedlichen Landnutzungen – Einfluss auf Produktivität, Vegetation und Bodenbiologie

Dr. habil. Martin Schädler (Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung UFZ)

##### Wie mache ich meinen Boden fit für den Klimawandel?

Ing. Hans Gerhard Gnauer  
(Landwirtschaftskammer Niederösterreich)

##### Die regionale dezentrale kleinstrukturierte Wasserversorgung im Einflussbereich von Hitzeperioden

Manfred Altendorfer (Obmann der Wassergenossenschaft Ulrichsberg)



Beispiele von boden- und wasserschonenden Bewirtschaftungsweisen werden vorgestellt.

BWSB

##### Weniger ist mehr! Potenziale konservierender Bodenbearbeitung

DI Harald Summerer (Landwirt und Versuchsstellenleiter der Landwirtschaftlichen Fachschule Hollabrunn)

##### Landwirtschaft im Trockengebiet – Erfahrungen und erste erfolgreiche Lösungsansätze

Josef Jugovits (Biobauer)

Für diese gemeinsame Veranstaltung vom Amt der Oö. Landesregierung (Abt. Umweltschutz) und Boden.Wasser.Schutz.Beratung wird um Anmeldung

unter [www.land-oberoesterreich.gv.at/veranstaltungen](http://www.land-oberoesterreich.gv.at/veranstaltungen) oder 0732/7720-14501 gebeten.

Der Teilnahmebeitrag von 20 Euro (inkl. Pausenbewirtung) entfällt für die Arbeitskreisleiter Boden.Wasser.Schutz. Weitere Informationen unter [www.bwsb.at](http://www.bwsb.at).

DI Elisabeth Murauer