

Merkblatt

Richtwerte zur Einstufung der Mikronährstoffgehalte in Böden bei Anwendung der CAT-Methode

Mikronährstoffe sind essenzielle Spurenelemente, die von den Pflanzen in relativ geringen Mengen aufgenommen werden. Ein Mangel verursacht jedoch zum Teil erhebliche Ertragsausfälle bzw. auch Qualitätsminderungen der Ernteprodukte. Die wichtigsten Mikronährstoffe für landwirtschaftlichen Kulturen sind Bor (B), Kupfer (Cu), Mangan (Mn), Molybdän (Mo) und Zink (Zn). Eine Unterversorgung mit Mikronährstoffen tritt nur auf bestimmten Standorten auf. Niedrige Mikronährstoffgehalte sind vor allem durch die geologische Herkunft der Böden bedingt. Für die einzelnen Nährelemente lassen sich dazu folgende Hinweise geben:

- B:** leichte alluviale und diluviale sandige Böden in Regionen mit hohen Niederschlägen;
gekalkte leichte und humusarme ursprünglich saure Böden;
Böden des oberen, mittleren und unteren Buntsandsteins
- Cu:** humose Sand-, Anmoor- und Moorböden
- Mn:** kalkhaltige, humose Sand-, Anmoor- und Moorböden mit hohem pH-Wert (> 6,5);
überkalkte, leichte bis mittlere Böden; humusreiche und gut durchlüftete Böden mit hohen pH-Werten
- Mo:** versauerte Lössböden; saure Böden des mittleren und unteren Buntsandsteins
- Zn:** ausgewaschene sandige Böden (insbesondere Podsole), Böden mit sehr hohen P-Gehalten und hohem Humusgehalt jeweils in Verbindung mit sehr hohen pH-Werten

Diese Standorte werden vordringlich zur Untersuchung auf den Mikronährstoffgehalt empfohlen.

Landwirtschaftliche Kulturen mit hohem Mikronährstoffbedarf sind:

- B:** Winterraps, Zucker- und Futterrübe, Luzerne, Kohlarthen
Cu: Weizen, Gerste, Hafer, Luzerne
Mn: Weizen, Hafer, Zucker- und Futterrübe
Mo: Luzerne, Rotklee, Kohlarthen
Zn: Mais

Detaillierte Angaben zu den Funktionen der einzelnen Mikronährstoffe in der Pflanze sowie Hinweise zur praktischen Düngung können den Merkblättern der TLL zur Mikronährstoffdüngung entnommen werden.

Bedeutung der Bodenuntersuchung zur Ermittlung des Mikronährstoffdüngedarfes

Gemäß § 4 Abs. 4 der Düngeverordnung ist der Bedarf an speziellen Spurennährstoffdüngern (= Mikronährstoffdüngern) auf der Grundlage von Boden- oder Pflanzenanalysen oder auf der Basis von Erfahrungswerten der Beratung zu ermitteln.

Die Bodenuntersuchung ermöglicht Aussagen über den Versorgungszustand des Standortes und ist Grundlage für die mittelfristige Düngedarfsermittlung. Zum Erkennen einer akuten Unterversorgung an Mikronährstoffen ist die Pflanzenanalyse hingegen besser geeignet.

Die Mikronährstoffuntersuchung der Böden erfolgte bis in die jüngste Vergangenheit mit Hilfe verschiedener elementspezifischer Labormethoden. In Ostdeutschland waren dies für:

- B:** Heißwassermethode nach BERGER und TRUOG,
Cu: Salpetersäureextraktion nach WESTERHOFF, für carbonatreiche Böden in der Modifikation nach KRÄHMER und WITTER,
Mn: Sulfit-pH 8-Methode nach SCHACHTSCHABEL,
Mo: Ammoniumoxalat/Oxalsäure-Methode nach GRIGG und
Zn: EDTA-Methode nach TRIERWEILER und LINDSAY.

Die Bestimmung der Mikronährstoffe nach diesen Verfahren war und ist mit einem hohen analytischen Aufwand im Labor und relativ hohen Kosten verbunden.

In den vergangenen Jahrzehnten hat die Suche nach einem Multielementextraktionsverfahren, mit dem alle Mikronährstoffe gemeinsam analysiert werden können, nicht zum Erfolg geführt.

Im Jahre 1992 wurde von ALT und Mitarbeitern die so genannte CAT-Methode (Extraktionsmittel: 0,01 M CaCl₂ + 0,002 M DTPA-Lösung) zur Untersuchung von gärtnerischen Erden und Substraten vorgeschlagen. Aufgrund der nachgewiesenen Eignung dieses Verfahrens zur Untersuchung gärtnerischer Substrate hat die Fachgruppe Bodenuntersuchung des Verbandes Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA) die Möglichkeit geprüft, ob die CAT-Methode auch zur Mikronährstoffuntersuchung von Böden eingesetzt werden kann. Dazu wurden in mehreren Bundesländern Untersuchungen durchgeführt, welche die Eignung der CAT-Methode zur Mikronährstoffuntersuchung in Böden belegen.

Auch die Vergleichsuntersuchungen der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft an 700 typischen Thüringer Böden haben gezeigt, dass die Aussagekraft der CAT-

Methode mit den Standardverfahren weitgehend vergleichbar ist. Da jedoch durch die jeweilige Untersuchungsmethode unterschiedliche Mengen an Mikronährstoffen erfasst werden, sind mit dem Übergang zur Untersuchung nach der CAT-Methode auch spezielle Richtwerte für die Einstufung der Mikronährstoffgehalte der Böden in Gehaltsklassen anzuwenden. Diese wurden für Thüringen erarbeitet und sind mit dem VDLUFA abgestimmt (siehe nachfolgende Tabellen).

Die Untersuchungen für den Mikronährstoff Molybdän sind noch nicht abgeschlossen. Deshalb sollte die Mo-Bestimmung auch weiterhin mit der herkömmlichen Methode nach GRIGG erfolgen.

Die TLL setzt seit mehreren Jahren die CAT-Methode zur Mikronährstoffuntersuchung ein. Den zugelassenen privaten Bodenuntersuchungslaboratorien in Thüringen wurde die Anwendung empfohlen. Die Sicherung der Analysenqualität in den Privatlaboratorien erfolgt unter anderem durch gemeinsame Ringversuche mit der Thüringer und der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft. Für die landwirtschaftliche Praxis ergibt sich durch die Anwendung der neuen Untersuchungsmethode ein erheblicher Kostenvorteil, da nunmehr in einem Extrakt mehrere Mikronährstoffe bestimmt werden können. Die Endbestimmung erfolgt für alle Elemente mittels ICP bzw. alternativ für Bor photometrisch (Azomethin-Verfahren) sowie für Kupfer, Mangan und Zink mittels Atomabsorptionsspektrometrie.

Hinweise zur Methodik der Mikronährstoffbestimmung nach der CAT-Methode können dem TLL-Merkblatt "Rationelle Mikronährstoffbestimmung in Böden durch Anwendung der CAT-Methode" entnommen werden.

Richtwerte für Mikronährstoffgehalte in Ackerböden - CAT-Methode

(Stand 11/2003)

Bor (mg/kg Boden)

Gehaltsklasse	S BG 1	I'S BG 2	IS (SL) BG 3	sL/uL und t'L/T BG 4 und 5
pH-Wert ≤ 6,0 *)				
A	< 0,10	< 0,12	< 0,15	< 0,20
C	0,10 - 0,15	0,12 - 0,18	0,15 - 0,25	0,20 - 0,35
E	> 0,15	> 0,18	> 0,25	> 0,35
pH-Wert > 6,0				
A	< 0,15	< 0,20	< 0,25	< 0,35
C	0,15 - 0,25	0,20 - 0,30	0,25 - 0,40	0,35 - 0,60
E	> 0,25	> 0,30	> 0,40	> 0,60

*) Die CAT-Methode ist für die Untersuchung von Böden mit einem pH-Wert < 5 auf den Borgehalt nicht geeignet. Es wird daher empfohlen, in diesem Fall die herkömmliche Heißwassermethode anzuwenden bzw. erst ein Jahr nach erfolgter Aufkalkung die B-Analyse nach der CAT-Methode durchzuführen.

Kupfer (Böden < 4 % OS; mg/kg Boden)

Gehaltsklasse	S und I'S BG 1 und 2	IS (SL) BG 3	sL/uL und t'L/T BG 4 und 5	
	ohne pH-Wert-Begrenzung		pH < 7,0	pH ≥ 7,0
A	< 1,0	< 1,2	< 2,0	< 1,2
C	1,0 - 2,0	1,2 - 2,5	2,0 - 4,0	1,2 - 2,5
E	> 2,0	> 2,5	> 4,0	> 2,5

Mangan (mg/kg Boden)

Gehalts- klasse	S und I'S BG 1 und 2				IS (SL) BG 3				sL/uL u. t'L/T BG 4 und 5
	pH-Wert								ohne pH- Begrenzung
	≤ 5,0	5,1 - 5,5	5,6 - 6,0	≥ 6,1	≤ 5,5	5,6 - 6,0	6,1 - 6,5	≥ 6,6	
A	< 3	< 6	< 10	< 25	< 8	< 15	< 20	< 30	< 30
C	3 - 6	6 - 10	10 - 20	25 - 50	8 - 15	15 - 25	20 - 30	30 - 50	30 - 60
E	> 6	> 10	> 20	> 50	> 15	> 25	> 30	> 50	> 60

Zink (mg/kg Boden)

Gehaltsklasse	S und I'S BG 1 und 2	IS (SL), sL/uL u. t'L/T BG 3 bis 5
A	< 1,0	< 1,5
C	1,0 - 2,5	1,5 - 3,0
E	> 2,5	> 3,0

Definition der Gehaltsklassen pflanzenverfügbarer Mikronährstoffgehalte im Boden

Gehalts- klasse	Kurzdefinition
A	<u>Niedriger Gehalt</u> Beim Anbau mikronährstoffintensiver Kulturen wird durch Mikronährstoffdüngung ein deutlicher z. T. signifikanter Mehrertrag erzielt. Weniger anspruchsvolle Kulturen erfordern keine Düngung.
C	<u>Mittlerer Gehalt</u> Eine Mikronährstoffdüngung wird nur dann zu mikronährstoffintensiven Kulturen empfohlen, wenn nicht bereits durch andere Faktoren die Mikronährstoffversorgung gewährleistet wird (z. B. organische Düngung, Veränderung des pH-Wertes durch Anwendung physiologisch bzw. chemisch sauer wirkender Düngemittel oder Kalkung)
E	<u>Hoher Gehalt</u> Für alle Kulturen reichen die Mikronährstoffgehalte im Boden für hohe Erträge aus. Eine Düngung ist nicht erforderlich.

Alle genannten Merkblätter zur Mikronährstoffdüngung und zur Methodik der Bodenuntersuchung nach der CAT-Methode können im Internet unter www.tll.de/ainfo abgerufen werden.

Mit Erscheinen dieses Merkblattes verliert die Auflage vom November 2000 ihre Gültigkeit.

Jena, November 2003

Abteilung Agrarökologie, Ackerbau und Grünland
Abteilung Untersuchungswesen