



Mikronährstoffstatus sächsischer Ackerböden

Schriftenreihe, Heft 11/2015



Mikronährstoffstatus sächsischer Ackerböden 2013

Dr. Ralf Klose, Dr. Michael Grunert, Hans-Joachim Kurzer

Inhalt

1	Einführung	6
1.1	Ziele.....	7
1.2	Material und Methoden.....	7
1.3	Ergebnisse	9
1.3.1	Kupfer	9
1.3.2	Mangan	12
1.3.3	Molybdän.....	16
1.3.4	Zink	18
1.3.5	Bor	21
1.3.6	Einfluss organischer Düngung auf die pflanzenverfügbaren Gehalte an Cu und Zn.....	24
2	Diskussion	27
2.1	Versorgungszustand der Böden.....	27
2.2	Methodenwahl	28
3	Schlussfolgerungen.....	29
4	Literatur	30

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Mittlere Entzüge ausgewählter Mikronährstoffe mit dem Erntegut durch Weizen (65 dt Korntrag/ha) und Zuckerrübe (600 dt Rübenertag/ha) sowie Größenordnungen der Gesamtmengen in 0–20 cm Bodentiefe (nach BAD 2013 [1]).....	6
Tabelle 2:	Mittlere Elementkonzentrationen pflanzenverfügbarer Mikronährstoffe und ihr Anteil am Gesamtgehalt; Dauertestflächen Sachsen 2009/2011, n = 791	7
Tabelle 3:	Untersuchte Böden nach Bodenart.....	7
Tabelle 4:	Bestimmungsgrenzen (mg/kg Boden).....	8
Tabelle 5:	Definition der Gehaltsklassen pflanzenverfügbarer Mikronährstoffe (B, Cu, Mn, Mo, Zn)	9
Tabelle 6:	Richtwerte zur Bewertung des Cu-Gehalts nach der CAT-Methode (mg/kg), Gehalt an organischer Substanz < 4 %; LfL (2007) [6]	10
Tabelle 7:	Richtwerte zur Bewertung des Mn-Gehalts nach der CAT-Methode in Abhängigkeit von Bodengruppe und pH-Wert (mg/kg Boden); LfL (2007) [6].....	14
Tabelle 8:	Richtwerte zur Bewertung des Mo-Gehalts nach der Oxalatmethode; LfL (2007) [6]	16
Tabelle 9:	Vergleich der Ausbeute verschiedener Mo-Extraktionsverfahren	16
Tabelle 10:	Korrelationskoeffizienten (r) zwischen Ergebnissen verschiedener Mo-Extraktionsverfahren....	17
Tabelle 11:	Richtwerte zur Bewertung des Zn-Gehalts nach der CAT-Methode (mg/kg); LfL (2007) [6].....	19
Tabelle 12:	Richtwerte zur Bewertung des Borgehaltes nach der CAT-Methode (mg/kg); LfL (2007) [6]	22
Tabelle 13:	Richtwerte zur Bewertung des Borgehaltes nach der Heißwassermethode (mg/kg); LfL (2007) [6].....	22
Tabelle 14:	Schwermetallgehalte (= Medianwerte) von Rinder- und Schweinegülle, Klärschlamm und Kompost, Angaben in mg/kg TM (Auszug) [12]	24
Tabelle 15:	Kupfer- und Zinkgehalte in Gülle (mg/kg TM), zitiert nach LINDERMAYER [13].....	25
Tabelle 16:	Organische Düngung der untersuchten DTF im Zeitraum 2000–2010 [14].....	25
Tabelle 17:	Anteil unterversorgter Standorte und Tendenz 2000 → 2013	27

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Übersicht der in das Projekt einbezogenen Dauertestflächen	8
Abbildung 2:	Mittlere pflanzenverfügbare Cu-Gehalte nach natürlichen Standorteinheiten (NSTE).....	9
Abbildung 3:	Mittlere pflanzenverfügbare Cu-Gehalte nach Bodenarten	10
Abbildung 4:	Cu-Versorgungsstatus der natürlichen Standorteinheiten.....	11
Abbildung 5:	Cu-Versorgungsstatus nach Bodenarten	11
Abbildung 6:	Vergleich des Cu-Versorgungszustandes der Erhebungen 2000 (NSTE-00) und 2013 (NSTE-13).....	12
Abbildung 7:	Mittlere pflanzenverfügbare Mn-Gehalte nach natürlichen Standorteinheiten	13
Abbildung 8:	Mittlere pflanzenverfügbare Mn-Gehalte nach Bodenarten.....	13
Abbildung 9:	Mn-Versorgungsstatus nach Bodenarten	14
Abbildung 10:	Mn-Versorgungsstatus nach natürlichen Standorteinheiten.....	15
Abbildung 11:	Vergleich des Mn-Versorgungszustandes der Erhebungen 2000 (NSTE-00) und 2013 (NSTE-13).....	15
Abbildung 12:	Bewertung der Mo-Pflanzenverfügbarkeit sächsischer Böden nach natürlichen Standorteinheiten in Abhängigkeit von der Extraktionsmethode.....	17
Abbildung 13:	Mittlere Mo-Bodenzahlen (Grigg) nach natürlichen Standorteinheiten.....	18
Abbildung 14:	Mittlere Mo-Bodenzahl (Grigg) nach Bodenarten	18
Abbildung 15:	Mittlere pflanzenverfügbare Zn-Gehalte nach natürlichen Standorteinheiten	19
Abbildung 16:	Mittlere Zn-Gehalte nach Bodenarten.....	19
Abbildung 17:	Zn-Versorgungsstatus nach natürlichen Standorteinheiten.....	20
Abbildung 18:	Vergleich des Zn-Versorgungsstatus der Erhebungen 2000 (NSTE-00) und 2013 (NSTE-13).....	20
Abbildung 19:	Mittlere pflanzenverfügbare B-Gehalte nach natürlichen Standorteinheiten bei Anwendung unterschiedlicher Verfahren.....	21
Abbildung 20:	Mittlere pflanzenverfügbare B-Gehalte nach Bodenarten bei Anwendung unterschiedlicher Verfahren.....	21
Abbildung 21:	Pflanzenverfügbare Bor-Gehalte nach natürlichen Standorteinheiten in Abhängigkeit vom pH-Wert.....	22
Abbildung 22:	Vergleich des B-Versorgungszustandes auf der Grundlage unterschiedlicher Extraktionsmethoden, Boden-pH > 6.....	23
Abbildung 23:	B-Versorgungsstatus nach Bodenarten, Heißwassermethode	23
Abbildung 24:	Vergleich des B-Versorgungszustandes der Erhebungen 2000 (NSTE-00) und 2013 (NSTE-13), CAT-Methode	24
Abbildung 25:	Gehalt an pflanzenverfügbaren Elementen im Boden (2010) in Abhängigkeit von der Gesamtmenge organischen Düngers im Zeitraum 2000–2010.....	26
Abbildung 26:	Gehalt an pflanzenverfügbaren Elementen im Boden (2010) in Abhängigkeit von der Menge an gedüngter Gülle und Stallmist im Zeitraum 2000–2010	26
Abbildung 27:	Veränderung des Gehalts an pflanzenverfügbarem Element im Vergleich zur Erhebung 2000 (in %) in Abhängigkeit von der Gesamtmenge organischen Düngers im Zeitraum 2000–2010	27

1 Einführung

Zur Erzielung hoher Erträge in landwirtschaftlichen Kulturen ist neben einer ausreichenden Versorgung der wachsenden Pflanze mit den Makronährstoffen Stickstoff, Phosphor oder Kalium auch eine optimale Versorgung mit einer Reihe anderer Elemente wie z. B. Kupfer, Mangan, Zink, Bor oder Molybdän, die unter dem Begriff Mikronährstoffe zusammengefasst werden, notwendig. Mikronährstoffe sind an vielen Steuer- und Regelmechanismen in der Pflanze wie z. B. der Photosynthese oder der Sauerstoffübertragung entscheidend beteiligt, bilden häufig das Zentralatom in Metallo-Enzymen. Im Unterschied zu Makroelementen benötigt die Pflanze jedoch nur sehr geringe Mengen der Mikronährstoffe. Unter Berücksichtigung des Gehalts im Boden ist damit auch der Düngungsaufwand deutlich geringer. Demgegenüber können jedoch schnell toxisch wirkende Konzentrationen erreicht werden. Der optimale, durch Düngungsmaßnahmen anzustrebende Versorgungsbereich ist im Vergleich zu Makronährstoffen deutlich schmaler. Daher sollte eine auf der Grundlage effizienter und aussagefähiger Bestimmungsmethoden basierende Mikronährstoffdüngung erfolgen, mit der vorhandene Defizite ausgeglichen und ein optimales Konzentrationsniveau in einer pflanzenverfügbaren Form im Boden erreicht werden können. Allerdings wird in der Praxis den Mikronährstoffen häufig nicht die notwendige Aufmerksamkeit entgegengebracht. Die Entwicklung von aussagekräftigen Untersuchungsmethoden durch agrarwissenschaftliche Institutionen und ihre Kalibrierung an Pflanzenversuchen ist bei weitem nicht auf einem mit den Makronährstoffen vergleichbaren Stand, es besteht auch keine Pflicht zur wiederkehrenden Bodenuntersuchung in festgelegten Zeitabständen.

Mit dem Erntegut werden dem Boden ständig Mikronährstoffe entzogen, die durch Düngungsmaßnahmen wieder zugeführt werden müssen. Im Vergleich zum Gesamtvorrat eines Elements im Boden sind die Entzüge gering (Tabelle 1).

Tabelle 1: Mittlere Entzüge ausgewählter Mikronährstoffe mit dem Erntegut durch Weizen (65 dt Korn-ertrag/ha) und Zuckerrübe (600 dt Rübenertrag/ha) sowie Größenordnungen der Gesamtmengen in 0–20 cm Bodentiefe (nach BAD 2013 [1])

Fruchtart	Mn	Zn	Cu	B	Mo
Nährstoffentzug (kg/ha und Jahr)					
Weizen					
Korn + Stroh	0,60	0,39	0,066	0,054	0,004
Korn	0,24	0,30	0,030	0,024	0,002
Zuckerrübe					
Rübe + Blatt	0,60	0,30	0,075	0,48	0,005
Rübe	0,35	0,18	0,045	0,30	0,003
Gesamtnährstoffmenge im Boden (kg/ha in 20 cm Krumentiefe)					
	300 - 1500	20 - 200	10 - 100	3 - 100	1 - 10

Der Vorrat an pflanzenverfügbarem Mikronährstoff macht jedoch nur einen kleinen Teil der Gesamtmenge aus (Tabelle 2). Der Entzug durch Ernteprodukte macht sich deshalb hier viel stärker bemerkbar.

Tabelle 2: Mittlere Elementkonzentrationen pflanzenverfügbarer Mikronährstoffe und ihr Anteil am Gesamtgehalt; Dauertestflächen Sachsen 2009/2011, n = 791

Element	Cu	Mn	Zn
Königswasser-Extrakt (mg/kg Boden)	26	723	117
CAT-Extrakt (mg/kg Boden)	3,7	130	5,8
Anteil CAT am Gesamtgehalt (%)	14,2	18,0	5,0

Die Beziehung von Gesamtgehalt zu pflanzenverfügbarem Anteil eines Elements ist komplex und u. a. vom Gleichgewicht zwischen fest gebundenem und absorbiertem Element bzw. seiner Konzentration in der Bodenlösung geprägt, wodurch eine Prognose des „verbleibenden“ pflanzenverfügbaren Anteils zu keinem praxisrelevanten Ergebnis führt. Ein in größeren Zeitabständen durchgeführtes Monitoring der Mikronährstoffversorgung der Böden wird deshalb als sinnvoll erachtet, um negativen, dem Ertragspotenzial der Böden abträglichen Entwicklungen begegnen zu können.

1.1 Ziele

- Der vorliegende Bericht soll einen Überblick über die Versorgung sächsischer Ackerböden mit Mikronährstoffen geben.
- Die generelle Versorgung soll eingeschätzt werden, mögliche Mangelgebiete sind auszuweisen und durch den Vergleich mit einem gleichartigen Monitoring der LfL im Jahr 2000 [2] Veränderungen festzustellen.
- Weiterhin ist die Diskussion methodischer Probleme Anliegen des Projektes.

1.2 Material und Methoden

Als Untersuchungsmaterial standen Bodenproben von Acker-Dauertestflächen (DTF) der Jahre 2009–2011 zur Verfügung, die im Rahmen der turnusmäßigen Grunduntersuchungen gezogen wurden (Abbildung 1). Die Probenahmetiefe beträgt hierbei 0–20 cm. Aus den Grunduntersuchungen konnten pH-Wert und Humusgehalt übernommen werden. Insgesamt wurden 791 Bodenproben in die Untersuchungen einbezogen. Davon kamen 53 Proben von alluvialen Standorten (Al), 199 von diluvialen (D), 315 von Lössböden (Lö) und 224 von Verwitterungsstandorten (V). Die Verteilung der Böden nach Bodenart zeigt Tabelle 3.

Tabelle 3: Untersuchte Böden nach Bodenart

Bodenart	Häufigkeit	Prozent
S (Sand)	20	2,5
SI (anlehmiger Sand)	33	4,2
IS (lehmiger Sand)	154	19,5
SL (stark lehmiger Sand)	120	15,2
sL (sandiger Lehm)	395	49,9
L (Lehm)	69	8,7

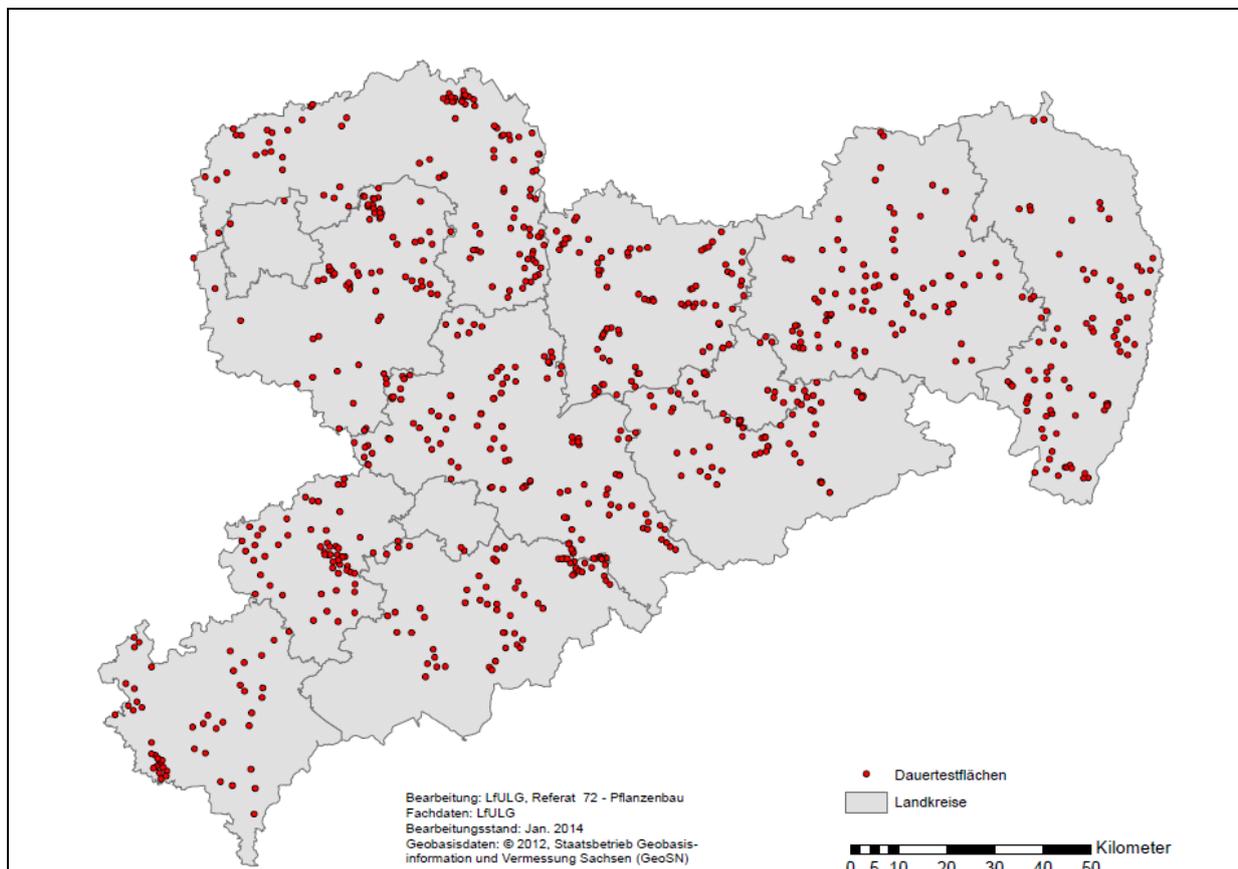


Abbildung 1: Übersicht der in das Projekt einbezogenen Dauertestflächen

Die Bestimmung der pflanzenverfügbaren Anteile erfolgte nach VDLUFA-Methodenbuch, Band I [3]

- für Cu, Mn und Zn nach der CAT-Methode, VDLUFA-MB I, A 6.4.1: Extraktion des Bodens mit Calciumchlorid/Diethylenetriaminpentaessigsäure-Lösung für eine Stunde bei Raumtemperatur
- für B nach der CAT-Methode (siehe oben) und der Heißwassermethode, VDLUFA-MB I, A.7.1.1: Extraktion des Bodens mit Wasser am Rückfluss für 5 Minuten
- für Mo nach der Heißwassermethode, VDLUFA-MB I, A.7.1.1 (siehe oben) und an 220 Proben zusätzlich nach der Methode nach GRIGG [4]: Extraktion des Bodens mit Ammoniumoxalat/Oxalsäure-Lösung für 12 Stunden bei Raumtemperatur

Die getrockneten Böden wurden entsprechend der jeweiligen Methode extrahiert und die Elementkonzentration am ICP-MS (Elan DRce, Firma Perkin Elmer) bestimmt. Die Bestimmungsgrenzen für die einzelnen Verfahren zeigt Tabelle 4.

Tabelle 4: Bestimmungsgrenzen (mg/kg Boden)

Element	CAT	HWL	GRIGG
	5 g/50 ml	25 g/50 ml	5 g/50 ml
B	0,003	0,017	
Cu	0,001		
Mn	0,003		
Mo	0,001	0,008	0,001
Zn	0,003		

Die Bewertung der gemessenen Elementkonzentrationen erfolgte nach einem drei Gehaltsklassen umfassenden Schema (Tabelle 5) (TLL 2005) [5].

In der Gehaltsklasse A wird dabei beim Anbau mikronährstoffintensiver Kulturen durch eine Mikronährstoffdüngung ein deutlicher, z. T. signifikanter Mehrertrag erzielt. In der Klasse C wird nur dann eine Düngung empfohlen, wenn diese nicht bereits durch andere Faktoren, z. B. organische Düngung oder pH-Veränderung des Bodens, gewährleistet ist. Liegt der Gehalt in der Klasse E, reicht der Mikronährstoffgehalt des Bodens generell aus.

Tabelle 5: Definition der Gehaltsklassen pflanzenverfügbarer Mikronährstoffe (B, Cu, Mn, Mo, Zn)

Gehaltsklasse	Kurzdefinition
A	sehr niedriger/niedriger Gehalt
C	optimaler Gehalt
E	hoher/sehr hoher Gehalt

Die Eckdaten für die Abgrenzung der Gehaltsklassen voneinander sind den „Hinweisen und Richtwerten zur Umsetzung der Düngeverordnung“ der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft [6] entnommen.

1.3 Ergebnisse

1.3.1 Kupfer

Der mittlere Kupfergehalt der Böden liegt zwischen 2,9 mg/kg (D-Standorte) und 6,4 mg/kg (Al-Standorte). Leichte Böden weisen geringere Gehalte an pflanzenverfügbarem Kupfer auf als schwere (Abbildung 2, Abbildung 3).

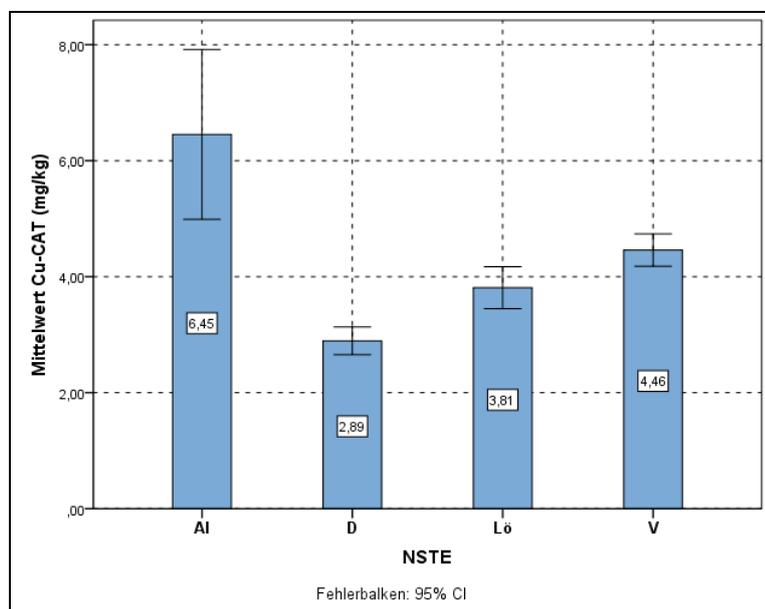


Abbildung 2: Mittlere pflanzenverfügbare Cu-Gehalte nach natürlichen Standorteinheiten (NSTE)

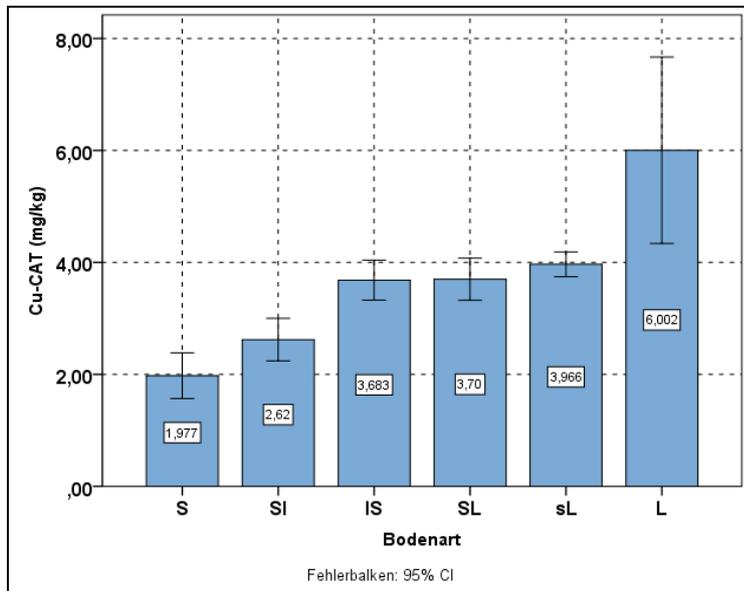


Abbildung 3: Mittlere pflanzenverfügbare Cu-Gehalte nach Bodenarten

Für die Einschätzung der Pflanzenverfügbarkeit sind Bodengruppe, organische Substanz und pH-Wert zu berücksichtigen. Für Böden < 4 % org. Substanz gelten die in Tabelle 6 aufgeführten Richtwerte.

Tabelle 6: Richtwerte zur Bewertung des Cu-Gehalts nach der CAT-Methode (mg/kg), Gehalt an organischer Substanz < 4 %; LfL (2007) [6]

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

Danach ergibt sich für sächsische Ackerböden eine insgesamt gute bis sehr gute Versorgung mit Kupfer (Abbildung 4, Abbildung 5). Mangelstandorte sind nur vereinzelt feststellbar. Al- und V-Standorte sind am besten versorgt, aber auch D- und Lö-Standorte weisen hohe Anteile an Flächen in der Gehaltsklasse E auf.

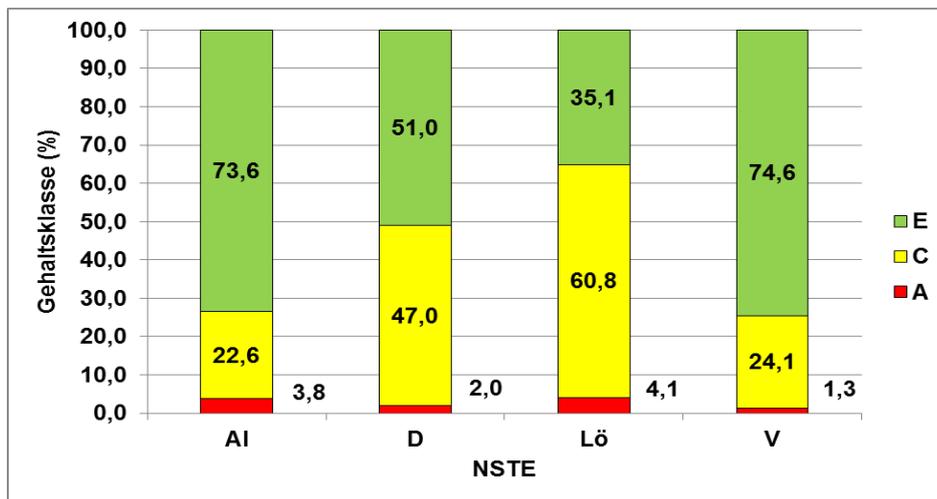


Abbildung 4: Cu-Versorgungsstatus der natürlichen Standorteinheiten

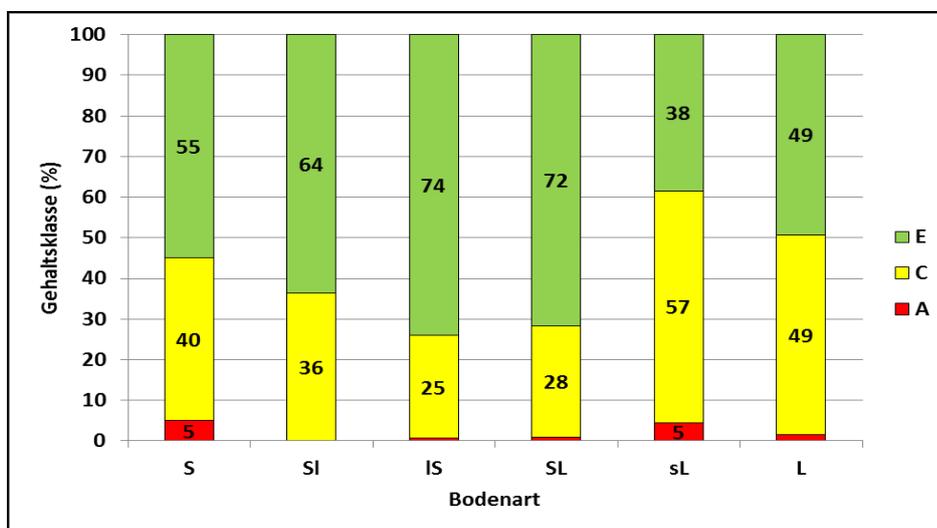


Abbildung 5: Cu-Versorgungsstatus nach Bodenarten

Im Vergleich mit den Erhebungen aus dem Jahr 2000 ergibt sich ein Rückgang des pflanzenverfügbaren Kupfers (Abbildung 6), was sich in einer Zunahme der Klasse C auf Kosten von E ausdrückt. Der Anteil schlecht versorgter Böden (Gehaltsklasse A) ist kaum angestiegen. Auffällig ist der Rückgang der Gehaltsklasse E von 74 % auf 35 % bei Lössstandorten.

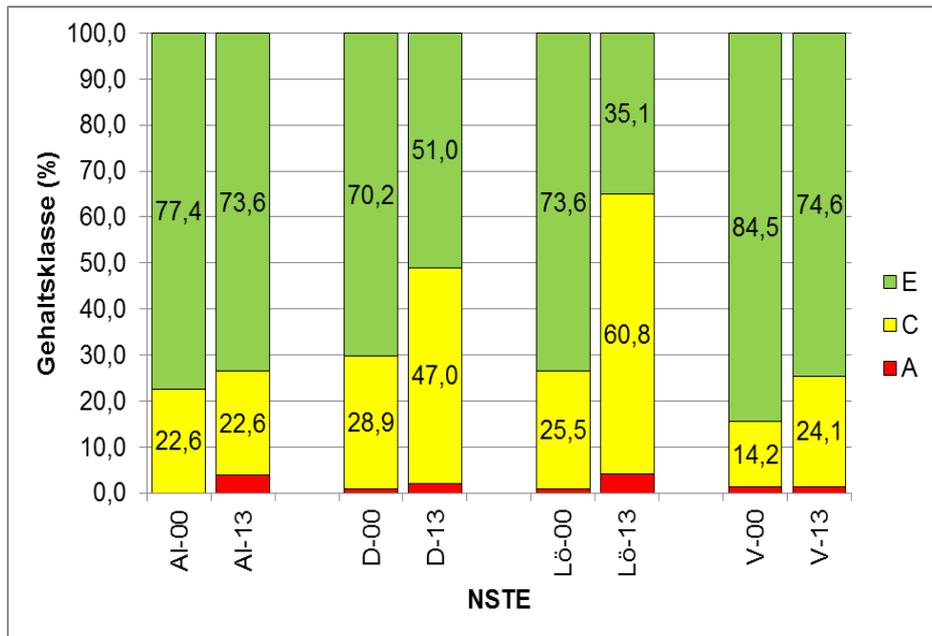


Abbildung 6: Vergleich des Cu-Versorgungszustandes der Erhebungen 2000 (NSTE-00) und 2013 (NSTE-13)

Der Einfluss organischer Düngung auf die Cu-Versorgung der Böden wird im Kapitel 1.3.6 behandelt.

1.3.2 Mangan

Die pflanzenverfügbaren Mn-Gehalte sächsischer Ackerböden sind mit 92 bis 194 mg/kg hoch. Al- und Lö-Standorte sind am besten versorgt, D-Standorte weisen im Mittel immer noch die Hälfte davon auf (Abbildung 7). Auf leichten Böden werden niedrigere pflanzenverfügbare Mn-Gehalte festgestellt als auf Böden mit höheren Feinanteilen (Abbildung 8).

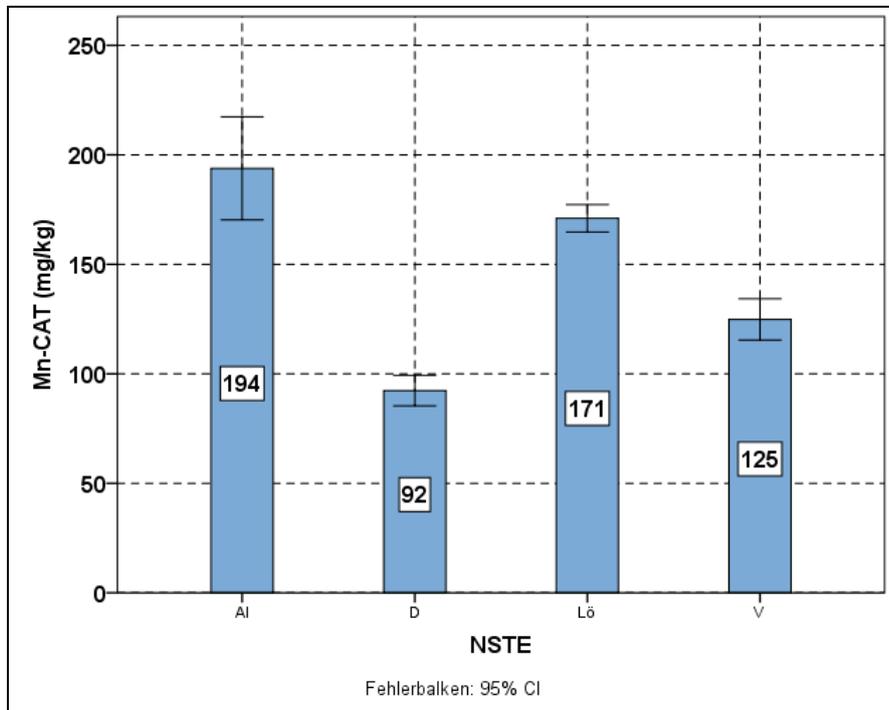


Abbildung 7: Mittlere pflanzenverfügbare Mn-Gehalte nach natürlichen Standorteinheiten

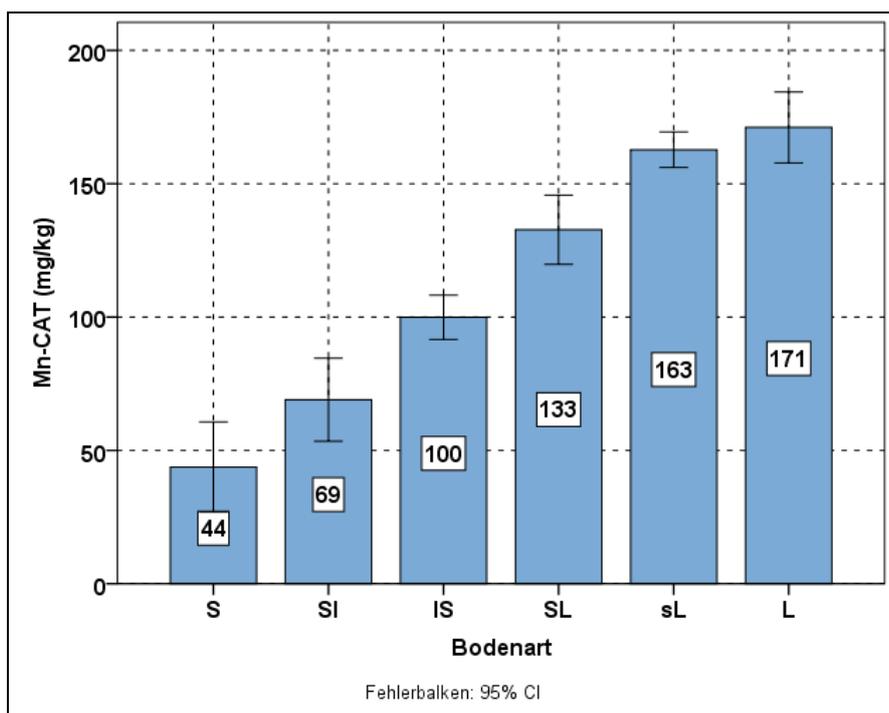


Abbildung 8: Mittlere pflanzenverfügbare Mn-Gehalte nach Bodenarten

Die Bewertung der Untersuchungsergebnisse erfordert bei Mangan die Einbeziehung des pH-Wertes und der Bodengruppe. Im niedrigen pH-Bereich ist kein Mn-Mangel zu erwarten, während mit steigendem pH höhere Mn-Gehalte notwendig sind, um einen Mangel zu verhindern (Tabelle 7)

Tabelle 7: Richtwerte zur Bewertung des Mn-Gehalts nach der CAT-Methode in Abhängigkeit von Bodenengruppe und pH-Wert (mg/kg Boden); LfL (2007) [6]

Gehaltsklasse	S, SI, IS				SL				sL, L
	pH-Wert				pH-Wert				
	≤ 5,0	5,1 - 5,5	5,6 - 6,0	≥ 6,1	≤ 5,5	5,6 - 6,0	6,1 - 6,5	≥ 6,6	ohne pH-Begrenzung
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

Ein Manganmangel tritt auf den geprüften Böden praktisch nicht auf (Abbildung 9, Abbildung 10). Nur auf diluvialen, leichten Böden wurde sehr vereinzelt Mn-Mangel beobachtet. Fast alle Standorte sind hoch versorgt.

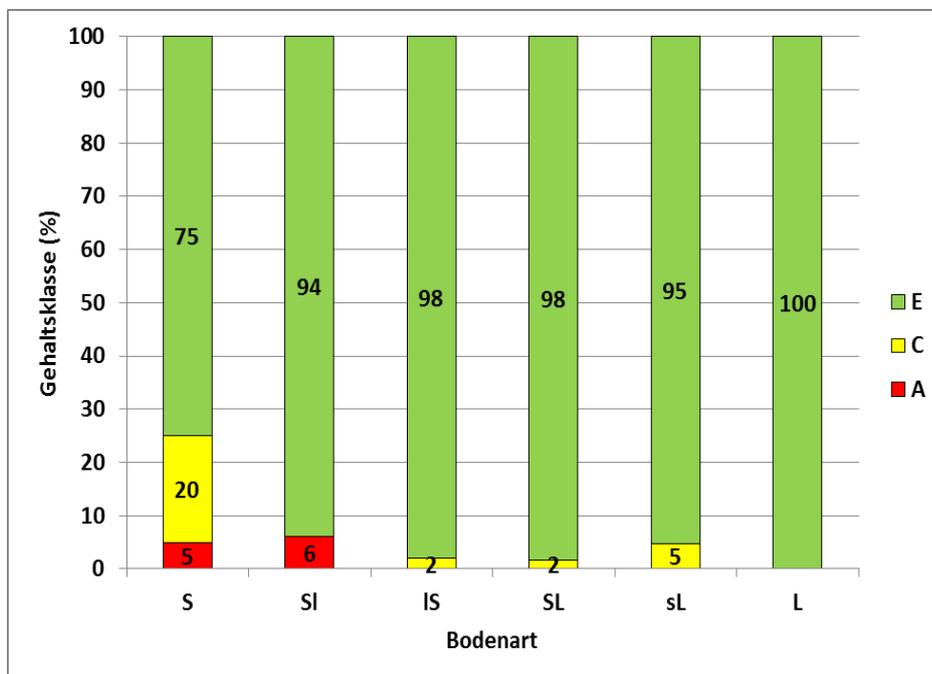


Abbildung 9: Mn-Versorgungsstatus nach Bodenarten

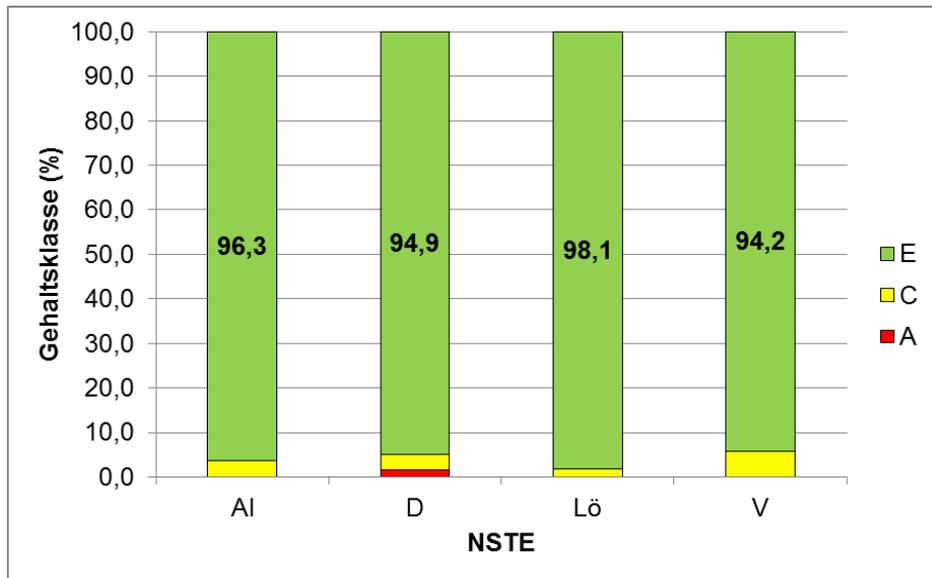


Abbildung 10: Mn-Versorgungsstatus nach natürlichen Standorteinheiten

Im Vergleich mit den Untersuchungen von 2000 sind nur geringfügige Veränderungen bei der Einschätzung des Gehalts an pflanzenverfügbarem Mangan zu verzeichnen (Abbildung 11).

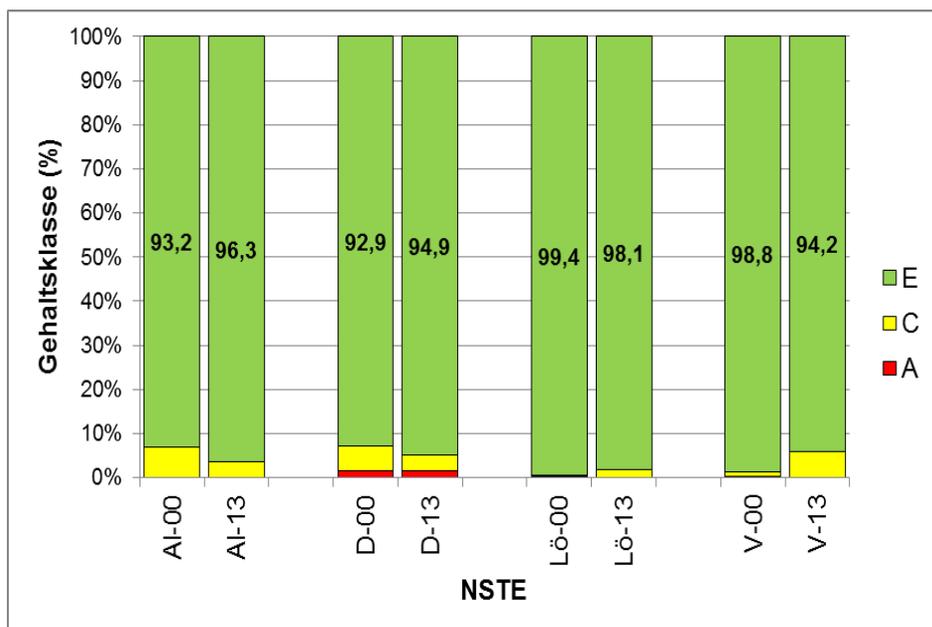


Abbildung 11: Vergleich des Mn-Versorgungszustandes der Erhebungen 2000 (NSTE-00) und 2013 (NSTE-13)

1.3.3 Molybdän

Die Erfassung und Bewertung des Mikronährstoffs Molybdän ist schwierig. Das liegt vor allem an methodischen Problemen. Im Methodenbuch Boden des VDLUFA wird die Heißwasserextraktion (HWL) als Verbandsmethode ausgewiesen. Weil hiermit zwei Elemente (Molybdän und Bor) mit einer Extraktionsmethode erfasst werden können, scheint dies ein rationeller Ansatz zu sein.

Die Methode nach GRIGG extrahiert pflanzenverfügbares Molybdän mit einer oxalathaltigen Lösung bei einem pH-Wert von ca. 3,3. Dem liegt die Vorstellung zugrunde, dass es sich bei pflanzenverfügbarem Molybdän in erster Linie um an Fe-Oxidhydrat gebundenes Element handelt [7], [8]. Fe-Oxidhydrat kann ebenfalls mittels Oxalsäure bestimmt werden. Diese Methode war die Grundlage der Bestimmung des pflanzenverfügbaren Molybdäns in der DDR (TGL 25418/15) [4] und wird auch heute noch angewendet.

Es ist bekannt, dass der pH-Wert bei der Mo-Verfügbarkeit eine große Rolle spielt. So tritt Mo-Mangel nur im sauren Bereich auf, mit steigendem pH wird Mo pflanzenverfügbarer. Für die Bewertung der Mo-Pflanzenverfügbarkeit eines Bodens wird deshalb nach MÜLLER et al. [9] zum Zahlenwert des Boden-pH der zehnfache Zahlenwert des extrahierten Gehalts (in mg/kg) addiert und eine so genannte Mo-Bodenzahl errechnet. Liegt die Mo-Bodenzahl z. B. für sandige Böden unter 6,4, so ist von einem Mo-Mangel auszugehen (Tabelle 8) und eine Düngungsmaßnahme erforderlich.

Tabelle 8: Richtwerte zur Bewertung des Mo-Gehalts nach der Oxalatmethode; LfL (2007) [6]

Gehaltsklasse	Mo als Mo-Bodenzahl = pH-Wert +(10 x Mo/kg Boden)		
	S, SI, IS	SL	sL und L
A	< 6,4	< 6,8	< 7,2
C	6,4 bis 7,0	6,8 bis 7,8	7,2 bis 8,2
E	> 7,0	> 7,8	> 8,2

Die Heißwassermethode verwendet dasselbe Bewertungsschema mit den gleichen Zahlenwerten (VDLUFA-MB I 7.4.1). Weil mit Heißwasser aber deutlich weniger als mit Oxalat extrahiert wird (Tabelle 9), wird häufig ein Mo-Mangel vermutet, wo nach der Oxalatmethode ausreichend oder sogar hoch versorgte Böden vorliegen (Abbildung 12). Zur Information wurde auch der Mo-Gehalt im CAT-Extrakt mitbestimmt. Er liegt in der Größenordnung des heißwasserlöslichen Molybdäns.

Tabelle 9: Vergleich der Ausbeute verschiedener Mo-Extraktionsverfahren

(mg/kg)	Mo-Oxalat (mg/kg)	Mo-HWL (mg/kg)	Mo-CAT (mg/kg)
Mittelwert	0,312	0,027	0,027
Median	0,262	0,024	0,025
Minimum	0,088	0,001	0,003
Maximum	1,915	0,169	0,145
10. Perzentil	0,154	0,005	0,013
90. Perzentil	0,526	0,055	0,042
N	220	220	220

Eine Transformation der gemessenen Heißwasserwerte in Oxalat-Werte gelingt nicht, die Korrelation ist schlecht (r = 0,18). Gleiches gilt für eine Umrechnung der mit der CAT-Methode extrahierten Konzentrationen in Oxalat-Werte (r = 0,66) (Tabelle 10).

Tabelle 10: Korrelationskoeffizienten (r) zwischen Ergebnissen verschiedener Mo-Extraktionsverfahren

r	alle	AI	D	Lö	V
CAT:HWL	0,69	0,93	0,73	0,71	0,41
CAT:Oxalat	0,66	0,88	0,64	0,63	0,58
HWL:Oxalat	0,18	0,77	0,26	0,21	-0,10
n	220	19	55	72	74

Auf Grund des fragwürdigen Bewertungsschemas sollte auf die Heißwasserextraktion verzichtet werden. Für Heißwasser- und auch für die CAT-Extraktion fehlen an wesentlichen Ackerkulturen „geeichte“ Bewertungsschemata. Generell erscheint es aber möglich, Mo auch im CAT-Extrakt zu bestimmen.

Für die Einschätzung des pflanzenverfügbaren Molybdäns ist die Oxalatmethode nach GRIGG zu verwenden. Auf AI-Standorten werden die höchsten Gehalte pflanzenverfügbaren Molybdäns gemessen (Abbildung 13), mit zunehmendem Feinanteil im Boden steigt der Gehalt an (Abbildung 13). Die Mo-Versorgung sächsischer Ackerböden ist hoch. Lediglich bei D-Standorten ist mit vereinzelt Mangel zu rechnen (Abbildung 12).

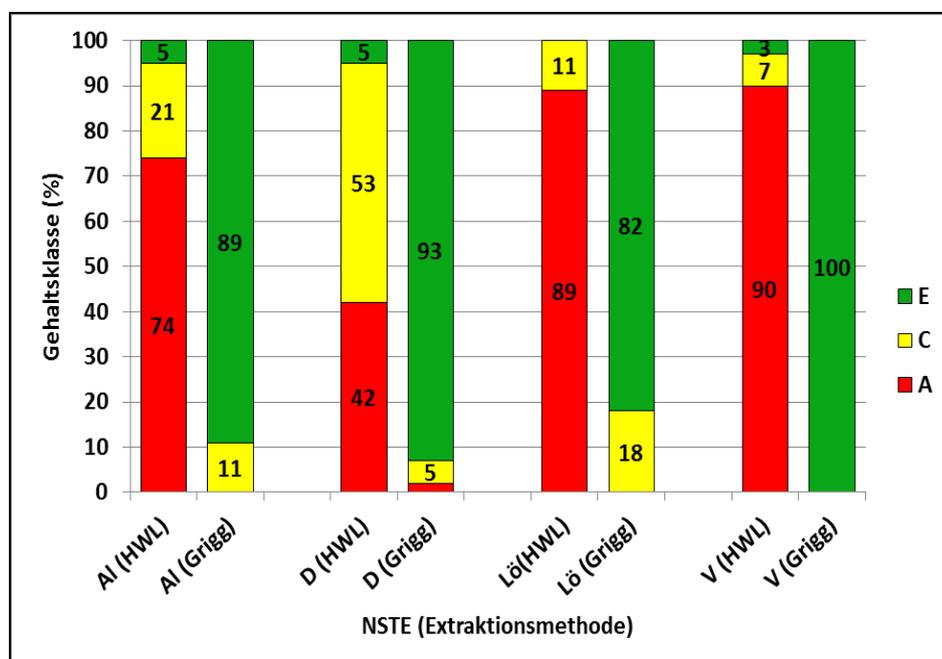


Abbildung 12: Bewertung der Mo-Pflanzenverfügbarkeit sächsischer Böden nach natürlichen Standorteinheiten in Abhängigkeit von der Extraktionsmethode

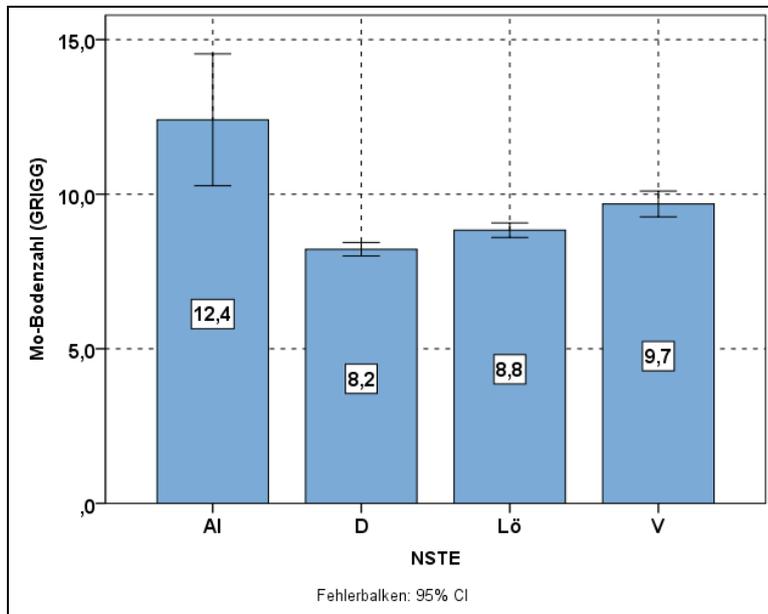


Abbildung 13: Mittlere Mo-Bodenzahlen (Grigg) nach natürlichen Standorteinheiten

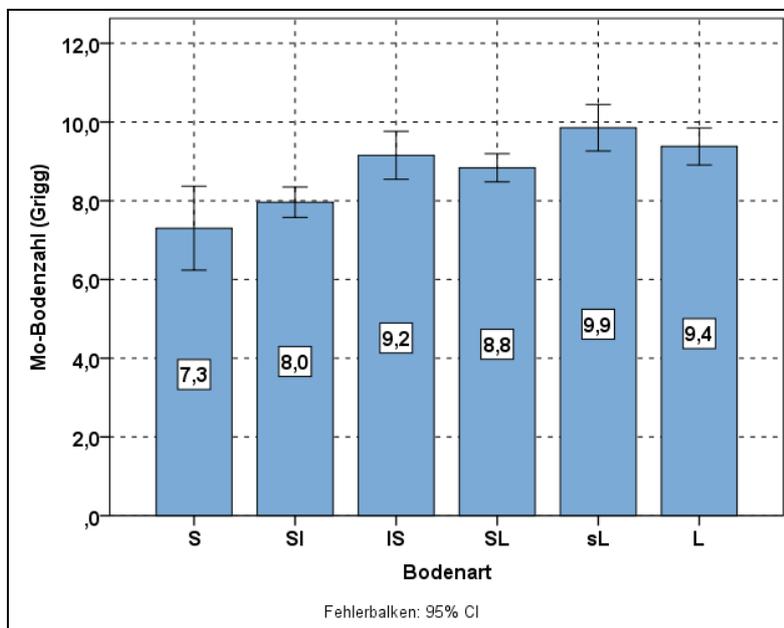


Abbildung 14: Mittlere Mo-Bodenzahl (Grigg) nach Bodenarten

1.3.4 Zink

Die Bestimmung des pflanzenverfügbaren Zinks in Böden erfolgt ebenfalls mit der CAT-Methode. Im Vergleich zu Mangan wird damit deutlich weniger extrahiert, die Werte sind eher mit denen des pflanzenverfügbaren Kupfers vergleichbar. Die höchsten Gehalte werden in Auenböden gemessen (Abbildung 15).

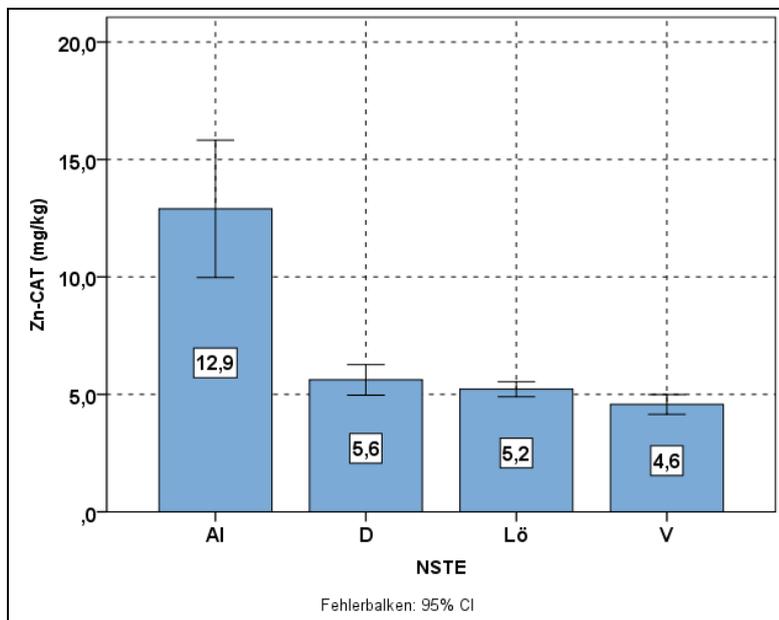


Abbildung 15: Mittlere pflanzenverfügbare Zn-Gehalte nach natürlichen Standorteinheiten

Mit zunehmendem Feinanteil im Boden steigt der Anteil an pflanzenverfügbarem Zink an (Abbildung 16).

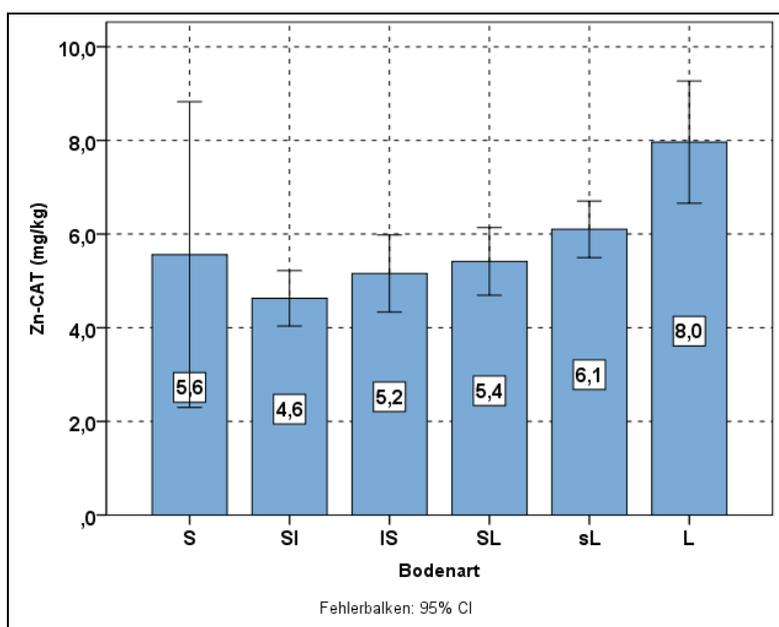


Abbildung 16: Mittlere Zn-Gehalte nach Bodenarten

Die Bewertung der Extraktkonzentrationen erfolgt in Abhängigkeit vom Feinanteil in zwei Stufen (Tabelle 11). Mangelgebiete sind selten, treten nur vereinzelt in allen Bodengruppen auf (Abbildung 17).

Tabelle 11: Richtwerte zur Bewertung des Zn-Gehalts nach der CAT-Methode (mg/kg); LfL (2007) [6]

Gehaltsklasse	S, SI, IS	SL, sL, L
A	< 1,0	< 1,5
C	1,0 bis 2,5	1,5 bis 3,0
E	> 2,5	> 3,0

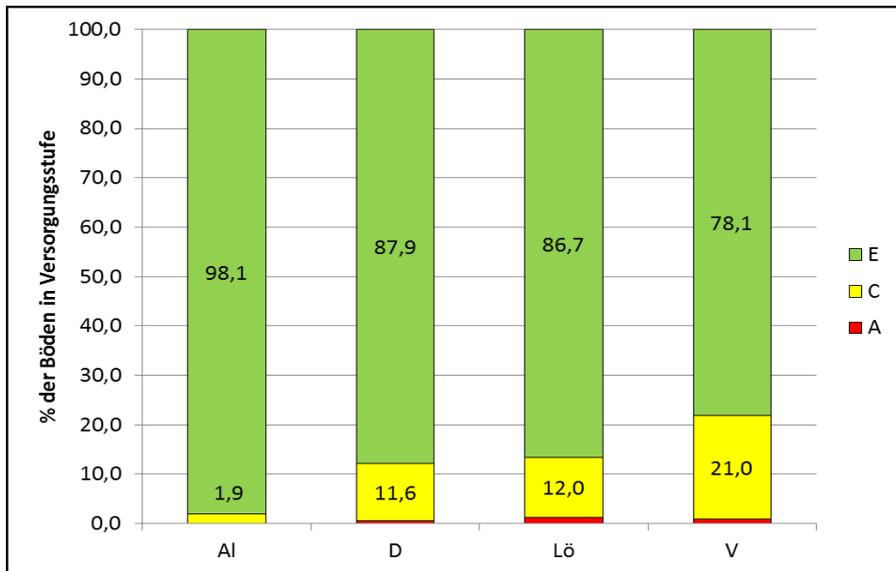


Abbildung 17: Zn-Versorgungsstatus nach natürlichen Standorteinheiten

Der Vergleich mit den Untersuchungen des Jahres 2000 zeigt für die natürlichen Standorteinheiten unterschiedliche Entwicklungstendenzen (Abbildung 18). Während auf D- und V-Standorten ein geringer Rückgang des pflanzenverfügbaren Zinks festzustellen ist (Zunahme der Klasse C auf Kosten von E), ist auf Löss- und Auenstandorten eher eine geringe Zunahme zu verzeichnen.

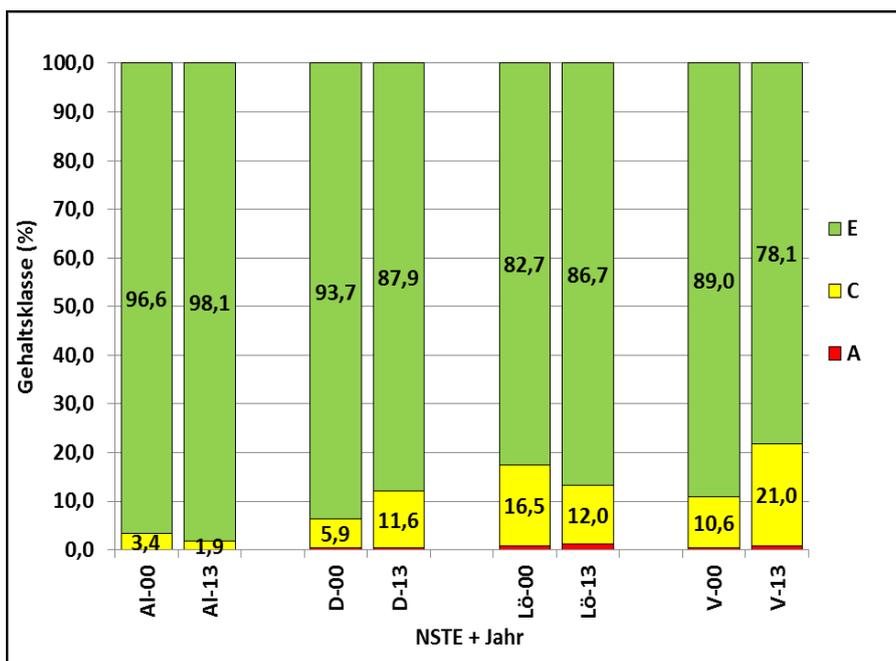


Abbildung 18: Vergleich des Zn-Versorgungsstatus der Erhebungen 2000 (NSTE-00) und 2013 (NSTE-13)

1.3.5 Bor

Der pflanzenverfügbare Anteil an Bor in Böden kann nach der CAT-Methode und nach der Heißwassermethode bestimmt werden. Mit beiden Methoden werden ähnliche Konzentrationen bestimmt, tendenziell sind die mit CAT gemessenen Werte etwas niedriger (Abb. 19). Leichte Böden weisen geringere B-Gehalte auf als schwere (Abb.20). Bormangel ist eher auf leichten Böden und damit auf D-Standorten zu erwarten.

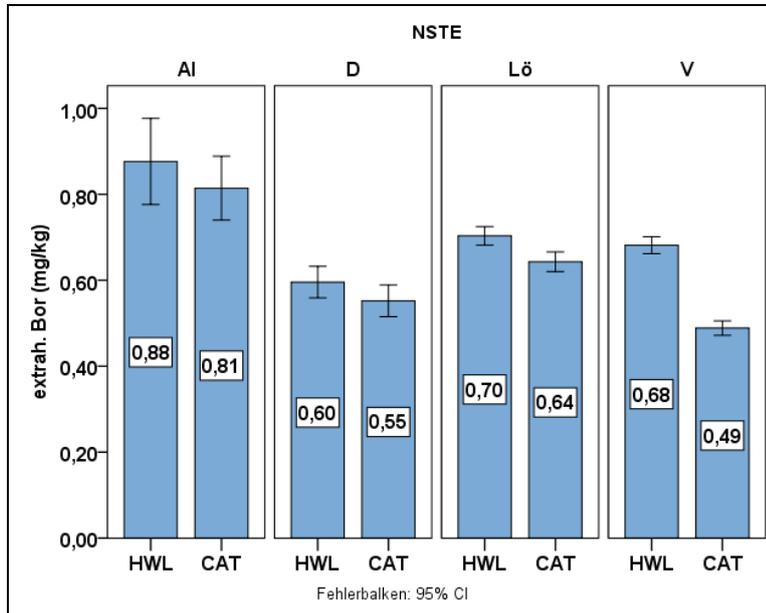


Abbildung 19: Mittlere pflanzenverfügbare B-Gehalte nach natürlichen Standorteinheiten bei Anwendung unterschiedlicher Verfahren

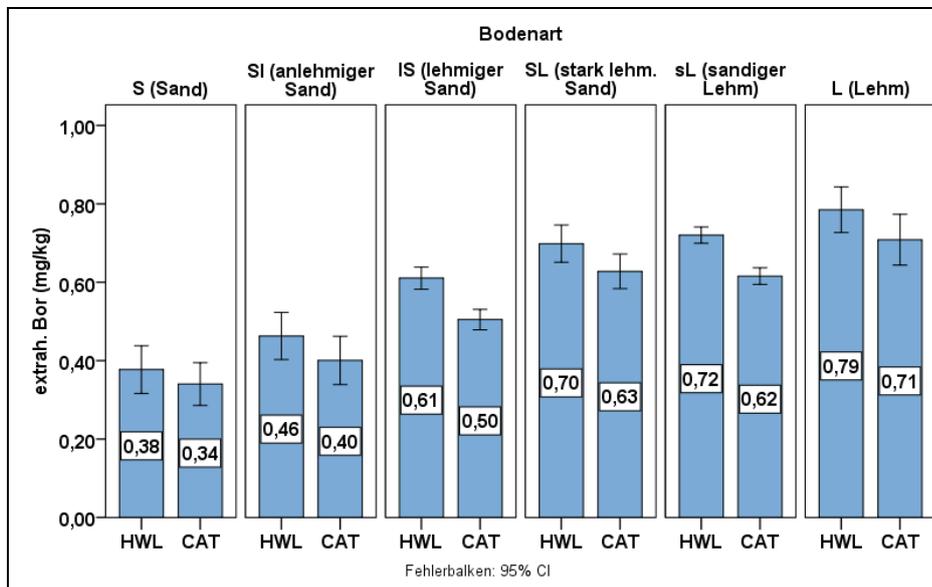


Abbildung 20: Mittlere pflanzenverfügbare B-Gehalte nach Bodenarten bei Anwendung unterschiedlicher Verfahren

Mit dem pH-Wert des Bodens steigt der Gehalt an pflanzenverfügbarem Bor leicht an (Abbildung 21).

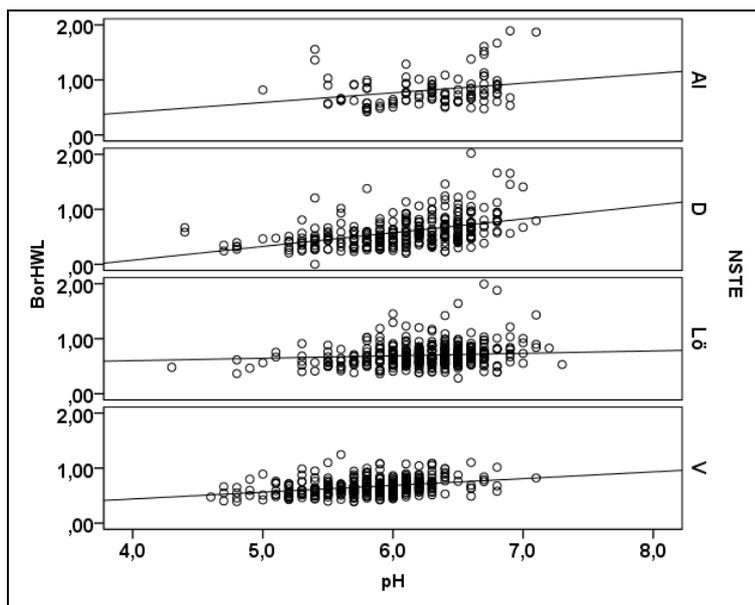


Abbildung 21: Pflanzenverfügbare Bor-Gehalte nach natürlichen Standorteinheiten in Abhängigkeit vom pH-Wert

Die Ergebnisbewertung erfolgt nach dem in Tabelle 12 vorgegebenen Schema. Für die CAT-Methode wird dabei neben der Bodenart nach dem Boden-pH unterschieden. Für saure Böden unter pH 5 ist die CAT-Methode nicht anzuwenden.

Tabelle 12: Richtwerte zur Bewertung des Borgehaltes nach der CAT-Methode (mg/kg); LfL (2007) [6]

	S	SI, IS	SL	sL, L
pH 5-6				
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 > 6				
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

Das Bewertungsschema der Heißwassermethode gleicht dem der CAT-Methode für Böden mit einem pH > 6 (Tabelle 13).

Tabelle 13: Richtwerte zur Bewertung des Borgehaltes nach der Heißwassermethode (mg/kg); LfL (2007) [6]

	S	SI, IS	SL	sL, L
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

Für schwach saure Böden kommt es im pH-Bereich > 6,0 wegen der unterschiedlichen Extraktionseffizienz der Methoden bei gleichem Bewertungsschema zu unterschiedlichen Bewertungen der Bor-Pflanzenverfügbarkeit (Abbildung 22). Mittels CAT-Methode werden deutlich mehr unterversorgte Flächen ausgewiesen.

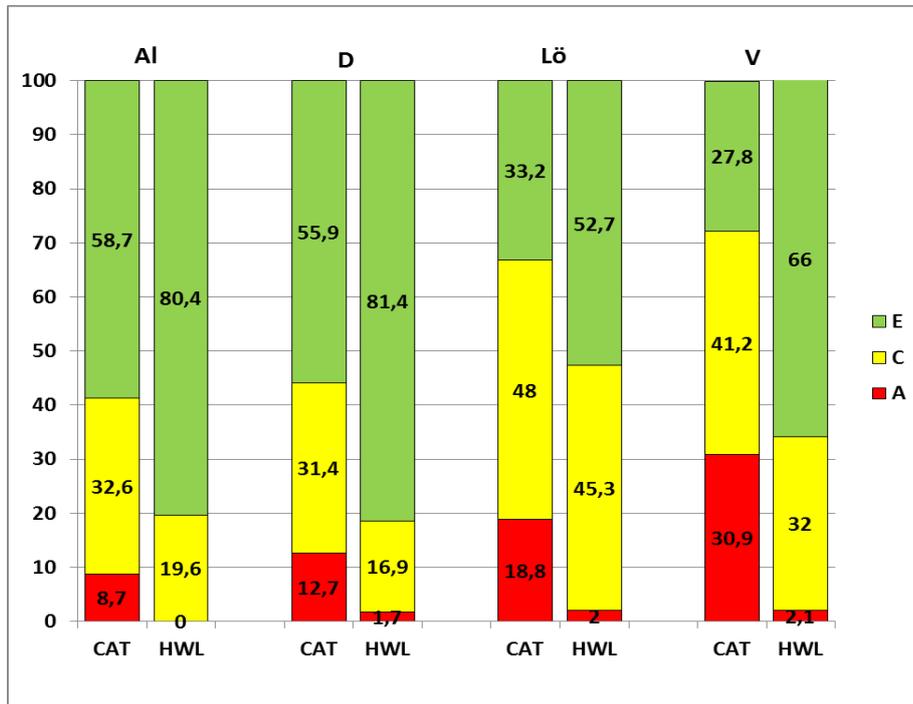


Abbildung 22: Vergleich des B-Versorgungszustandes auf der Grundlage unterschiedlicher Extraktionsmethoden, Boden-pH > 6

Mit steigendem Feinanteil im Boden wird eine Verbesserung der B-Versorgung beobachtet (Abbildung 23).

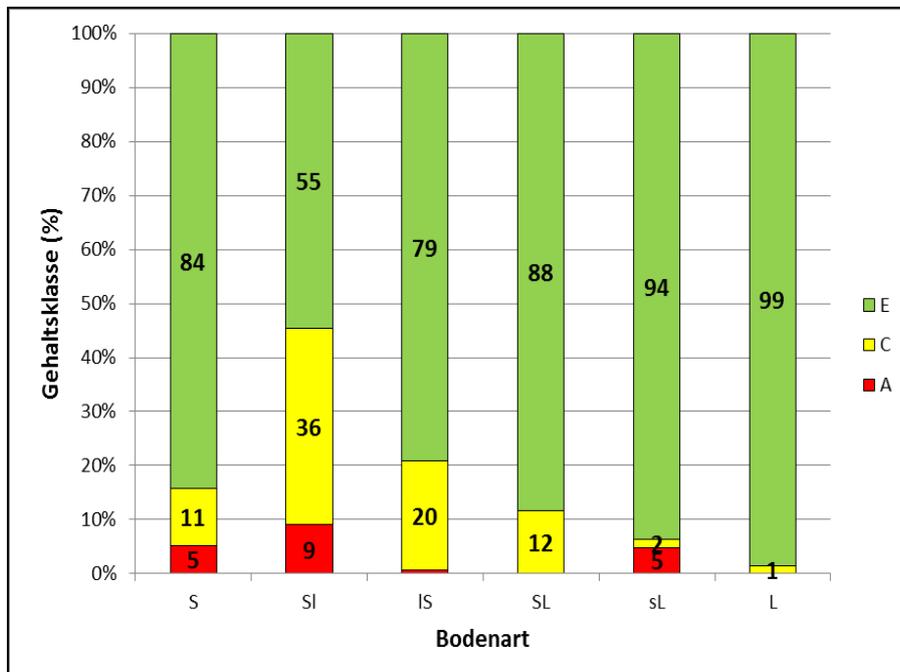


Abbildung 23: B-Versorgungsstatus nach Bodenarten, Heißwassermethode

Der Vergleich zu den Erhebungen aus dem Jahr 2000 kann nur an Hand der CAT-Extraktion erfolgen. Dabei zeigt sich generell eine Abnahme des pflanzenverfügbaren Bor-Gehalts in den Böden und eine Zunahme unterversorgter Flächen (Abbildung 24).

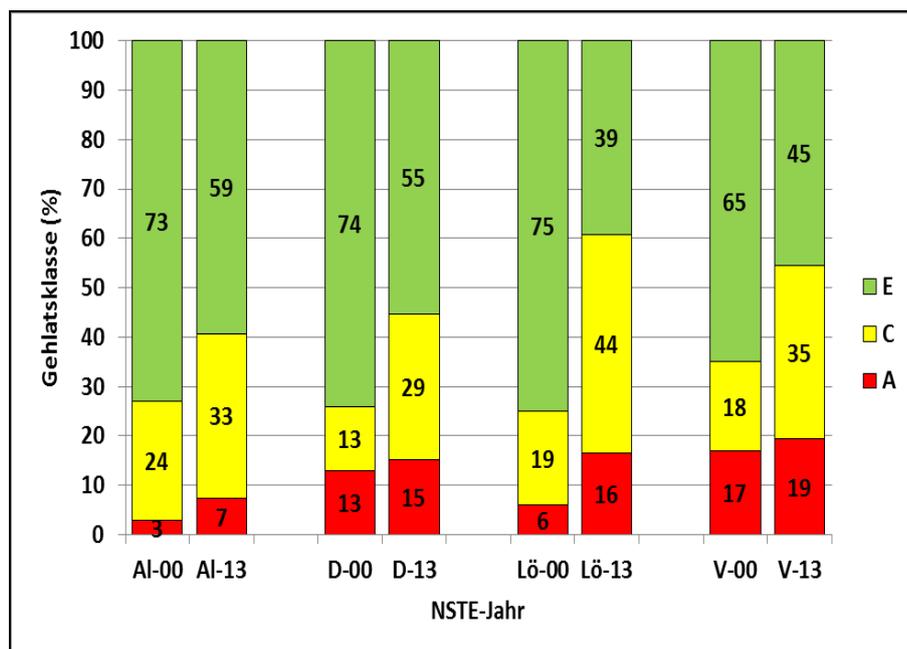


Abbildung 24: Vergleich des B-Versorgungszustandes der Erhebungen 2000 (NSTE-00) und 2013 (NSTE-13), CAT-Methode

Insbesondere die Einschätzung des Versorgungszustandes der Böden mit Bor wird erschwert durch differierende Ergebnisse unterschiedlicher Extraktionsmethoden und deren Bewertung. Welcher Methode der Vorzug gegeben werden sollte, kann nicht endgültig beurteilt werden.

1.3.6 Einfluss organischer Düngung auf die pflanzenverfügbaren Gehalte an Cu und Zn

Organische Düngemittel wie Gülle, Klärschlamm oder Stallmist können erhebliche Mengen an Kupfer und Zink aufweisen. SCHAAF [12] gibt die folgenden Medianwerte für 668 Proben aus den Jahren 1998–2000 an (Tabelle 14).

Tabelle 14: Schwermetallgehalte (= Medianwerte) von Rinder- und Schweinegülle, Klärschlamm und Kompost, Angaben in mg/kg TM (Auszug) [12]

Element	Rindergülle	Schweinegülle	Klärschlamm (nass)	Bioabfallkompost
Cu	29,3	174	262	55,0
Zn	10,1	670	862	210

Die Schwankungsbreite der Gehalte ist jedoch teilweise sehr groß, sodass Kalkulationen auf dieser Grundlage eine beträchtliche Unschärfe aufweisen (Tabelle 15) [13].

Tabelle 15: Kupfer- und Zinkgehalte in GülLEN (mg/kg TM), zitiert nach LINDERMAYER [13]

Quelle	Art	n	Cu	Zn
Grub (2003)	Schweinegülle	6	443 (203 – 685)	1235 (1150 – 1304)
KTBL (2000)	Schweinegülle	36	184 (21 – 559)	647 (111 – 1632)
UBA (2002)	Schweinegülle	33	500	1517
KTBL (2000)	Rindergülle	135	37 (12 – 284)	190 (52 – 550)

Entsprechend der Ausbringungsmengen ist ein Einfluss auf die pflanzenverfügbaren Gehalte der genannten Elemente zu erwarten. Im Zeitraum 2000–2010 wurden auf den untersuchten Dauertestflächen unterschiedliche organische Dünger eingesetzt. Nach Ausbringehäufigkeit und Menge dominieren Rindergülle, Schweinegülle und Rinderstallmist deutlich (Tabelle 16).

Tabelle 16: Organische Düngung der untersuchten DTF im Zeitraum 2000–2010 [14]

Art	Gesamtmenge Stickstoff im Zeitraum 2000–2010 (kg N/ha)	Anzahl Ausbringungen
Gülle Rind	110875	1425
Stallmist Rind	90586	704
Gülle Schwein	48665	417
Stallmist Geflügel	7578	101
Gärrest	5209	53
Jauche Rind	3303	81
Klärschlamm, Kompost	2734	56
Stallmist	2334	16
Stallmist Schwein	1386	13
Gülle gemischt	527	3
Gülle Geflügel	207	5
Jauche Schwein	42	1

Zur Überprüfung, ob zwischen der im Zeitraum 2000–2010 ausgebrachten Menge organischen Düngers und dem 2010 festgestellten pflanzenverfügbaren Elementgehalt im Boden ein Zusammenhang nachweisbar ist, wurde für jede DTF die Gesamtmenge an organischem Dünger (für einzelne Düngerarten und organische Düngung generell) als kg N/ha in diesem Zeitraum ermittelt. Die so ermittelten Gesamtmengen pro DTF wurden in Klassen steigender Stickstoffmengen zusammengefasst. Die Klassengröße betrug jeweils 100 kg N/ha. Dem Mittelwert jeder N-Klasse wurde der Mittelwert des Gehalts an pflanzenverfügbarem Cu bzw. Zn zugeordnet.

Abbildung 25 zeigt die Beziehung zwischen den pflanzenverfügbaren Elementgehalten und der Gesamtmenge an organischem Dünger, die zwischen 2000 und 2010 auf den DTF ausgebracht wurde. Eine Steigerung der pflanzenverfügbaren Gehalte an Cu und Zn in Abhängigkeit von der Gesamtmenge ausgebrachten organi-

schen Düngers ist erkennbar. Bei beiden Elementen ist gegenüber den Gehalten auf Flächen, die in diesem Zeitraum keinerlei organische Düngung bekamen, ein um bis zu 1–1,5 mg/kg höherer pflanzenverfügbarer Gehalt festzustellen. Diese Differenz liegt in der Größenordnung einer Gehaltsklasse (A, C bzw. E). Die Mittelwerte der einzelnen N-Klassen sind allerdings statistisch nicht voneinander zu unterscheiden, die Streuung innerhalb der Klassen ist zu groß. Werden nur die hauptsächlich eingesetzten organischen Dünger (Güllen und Rinderstallmist) betrachtet, verbessert sich das Ergebnis nicht grundlegend (Abbildung 26). Für eine Betrachtung der Wirkung einzelner organischer Düngerarten stehen nicht genügend ausschließlich nur mit einer Art gedüngte Flächen zur Verfügung.

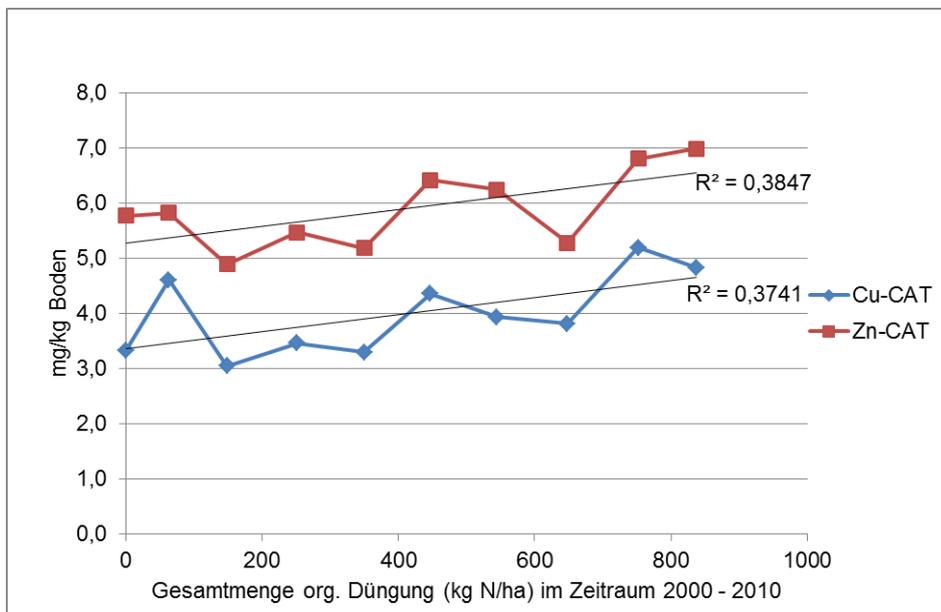


Abbildung 25: Gehalt an pflanzenverfügbaren Elementen im Boden (2010) in Abhängigkeit von der Gesamtmenge organischen Düngers im Zeitraum 2000–2010

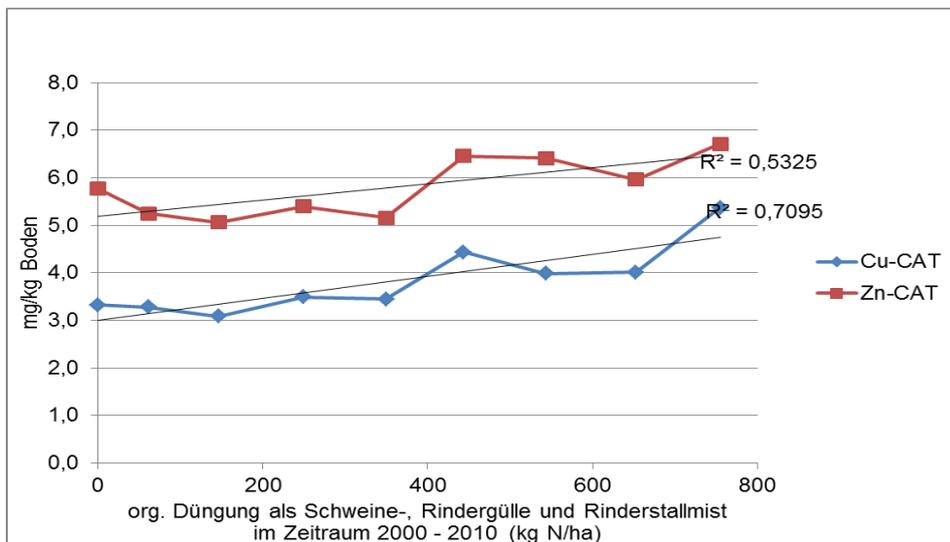


Abbildung 26: Gehalt an pflanzenverfügbaren Elementen im Boden (2010) in Abhängigkeit von der Menge an gedüngter Gülle und Stallmist im Zeitraum 2000–2010

Auf Flächen, die im betrachteten Zeitraum keine organische Düngung erfuhren, verringerte sich die Konzentration pflanzenverfügbaren Kupfers und Zinks (Abbildung 27). Eine Gesamtfracht organischer Dünger von bis zu 300 kg N/ha innerhalb von 10 Jahren glich die Bilanz aus, höhere Düngergaben führten zu einer Akkumulation der Elemente im Boden in pflanzenverfügbarer Form.

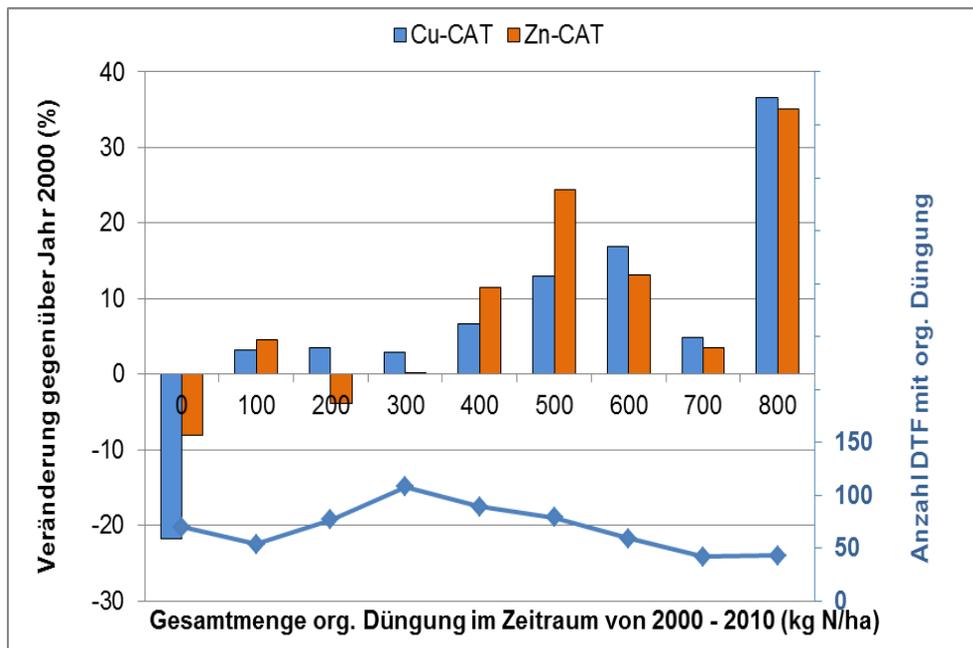


Abbildung 27: Veränderung des Gehalts an pflanzenverfügbarem Element im Vergleich zur Erhebung 2000 (in %) in Abhängigkeit von der Gesamtmenge organischen Düngers im Zeitraum 2000–2010

2 Diskussion

2.1 Versorgungszustand der Böden

Der Versorgungszustand sächsischer Ackerböden mit Mikronährstoffen in pflanzenverfügbarer Form ist zumeist gut bis sehr gut. Vereinzelt zeigen leichte Böden Mangel an. Im Vergleich zur Erhebung vor 10 Jahren deutet sich aber bei verschiedenen Elementen ein leichter Rückgang der Gehalte an, so bei Cu, B und teilweise bei Zn (Tabelle 17). Hier gilt es, zukünftig mit Düngungsmaßnahmen gegenzusteuern, um stabile hohe Erträge zu sichern. Der landwirtschaftlichen Praxis ist die Notwendigkeit auch einer Mikronährstoffdüngung weiterhin zu verdeutlichen.

Tabelle 17: Anteil unterversorgter Standorte und Tendenz 2000 → 2013

Element/NSTE	AI	D	Lö	V	AI	D	Lö	V
	Gehaltsklasse A (%)				Tendenz der Elementgehalte 2000 → 2013			
Cu	3,8	2	4,1	1,3	↘	↘	↘	↘
Mn	0	0,3	0	0	→	→	→	→
Zn	0	0,5	1,3	0,9	→	↘	→	↘
B	0	1,7	2	2,1	↘	↘	↓	↘

Die Bestimmung pflanzenverfügbarer Anteile essentieller Elemente im Boden kann nicht die alleinige Grundlage zur Entscheidung über die Notwendigkeit einer Düngung mit Mikronährstoffen sein. Hier ist immer auch das Erscheinungsbild des Pflanzenbestands heranzuziehen, wo für das geübte Auge häufig deutliche Zeichen eines Mangels feststellbar sind. Die Kombination beider Verfahren sollte Mangelstandorte sicher bestimmen können.

Mit organischen Düngern, insbesondere Gülle und Stallmist, gelangen größere Mengen an Cu und Zn auf die Felder. Dadurch lässt sich der Erntentzug ausgleichen. Weil der Cu- bzw. Zn-Gehalt der eingesetzten organischen Dünger häufig nicht bekannt sein dürfte, kann, unter Berücksichtigung einer erheblichen Streubreite der Konzentrationen von N, Cu und Zn untereinander, der Stickstoffgehalt als Richtwert herangezogen werden. Eine Zufuhr von organischen Düngern in Form von Gülle und Stallmist von Rind und Schwein im Äquivalent von ca. 30 kg N/ha im Jahr sollte danach den Erntentzug ausgleichen. Deutlich höhere Gaben organischer Dünger führen zu einer Akkumulation der genannten Elemente im Boden.

2.2 Methodenwahl

Seit der Entwicklung der CAT-Extraktion und ihrer Aufnahme im Jahr 2002 in das VDLUFA-Methodenbuch Boden besteht die Möglichkeit, mehrere interessierende Mikronährstoffe kostengünstig und rationell in einem Extrakt zu bestimmen und ältere Eielementmethoden abzulösen. Das bedeutet eine beträchtliche Arbeitersparnis im analytischen Labor. Die gemessenen Gehalte richtig einzuschätzen, das heißt, Mangelstandorte von ausreichend versorgten Standorten scheidern zu können, erfordert aber eine Anpassung bzw. Neuerstellung der Bewertungsschemata auf der Grundlage von Feldversuchen, wie sie bereits von FÜRCHTENICHT & MÄHLHOP [10] sowie MERKEL [11] gefordert wurde. Inwieweit die vorliegenden Bewertungsmodelle in dieser Art und Weise – und nicht nur durch Umrechnung aus den Einzelelementmethoden – erstellt wurden, ist nicht sicher.

Für Cu und Zn dürfte die CAT-Methode die Pflanzenverfügbarkeit richtig einschätzen.

Auch die Versorgung der Böden mit pflanzenverfügbarem Mangan sollte mit der CAT-Methode hinreichend sicher bestimmbar sein, der Methode nach Schachtschabel bei pH 8 ist jedoch der Vorzug zu geben.

Für die Borbestimmung stehen zwei Methoden zur Wahl. Auch die Borbestimmung kann aus dem CAT-Extrakt erfolgen, zumindest für Böden mit einem pH-Wert über 5. Die Heißwasserextraktion ist dagegen ohne Einschränkung im gesamten interessierenden pH-Bereich anwendbar. Obwohl mittels CAT etwas weniger Bor extrahiert wird, wird bei pH > 6 für beide Extraktionsmethoden fälschlicherweise dasselbe Bewertungsschema verwendet. Dadurch wird mit dem CAT-Extrakt eine geringere Versorgung mit Bor postuliert. Hier sollte durch die Fachgremien der Verbände, z. B. des VDLUFA, eine Klärung erfolgen. Für beide Methoden wünschenswert wären verlässliche, an Pflanzenversuchen geeichte Mindestgehalte für die wesentlichen Ackerkulturen.

Für Molybdän kann die CAT-Methode zur Zeit nicht empfohlen werden, weil kein verlässliches Schema zur Ergebnisbewertung existiert. Auch die Verbandsmethode des VDLUFA (Heißwasserextraktion) sollte deshalb nicht verwendet werden. Für Mo wird die Oxalatmethode nach Grigg in Verbindung mit der Ermittlung der pH-abhängigen Mo-Bodenzahl empfohlen.

3 Schlussfolgerungen

Um einen verbesserten Abgleich gemessener pflanzenverfügbarer Konzentrationen im Boden mit Gehalten in Pflanzen zu erzielen, ist es sinnvoll, dass

- auf Mangelstandorten (Gehaltsklasse A) Pflanzenbeprobungen für Kulturen mit hohem Bedarf an einzelnen Mikronährstoffen durchgeführt werden, wobei auf erkennbare Mangelsymptome am Erscheinungsbild der Pflanzen zu achten ist,
- im Abstand von zehn Jahren die Bestimmung des Mikronährstoffversorgungsstatus der sächsischen Ackerböden wiederholt wird, um unerwünschte Entwicklungen rechtzeitig zu erkennen,
- geeignete Bewertungsschemata zur Einschätzung pflanzenverfügbarer Elementgehalte erarbeitet werden. Hierfür sind die Fachgruppen I und II des VDLUFA das geeignete Gremium.

4 Literatur

- [1] BAD (2013): Mikronährstoffe in der Landwirtschaft und im Gartenbau. Bedeutung, Mangelsymptome, Düngung. Herausgeber: Bundesarbeitskreis Düngung (BAD), 2. Auflage
- [2] LfL (2000): Monitoring des Versorgungszustands sächsischer Ackerböden mit Mikronährstoffen. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft (unveröffentlicht)
- [3] VDLUFA-Methodenbuch Band I, Die Untersuchung von Böden. VDLUFA-Verlag Darmstadt
- [4] TGL 25418/1511-1978, Chemische Bodenuntersuchung: Bestimmung des Molybdäns, Akademie der Landwirtschaftswissenschaften 11/1978
- [5] Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL) (2005): Merkblatt zur Bordüngung in der Pflanzenproduktion
- [6] LfL (2007): Umsetzung der Düngeverordnung – Hinweise und Richtwerte für die Praxis. Autorenkollektiv, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft
- [7] GRIGG, J. L. (1953): Determination of available soil molybdenum. New Zealand Soil News 3, 37-40
- [8] MICHAEL, G. & TROBISCH, S. (1961): Der Molybdänversorgungsgrad mitteldeutscher Ackerböden. Z. Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde 93 (138) 9–18
- [9] MÜLLER, K. et al. (1963): Die Molybdänversorgung Thüringer Böden und der Einfluß einer Molybdändüngung auf Ertrag, Rohprotein- und Mineralstoffgehalt von Luzerne. Thaer-Archiv (1964), Bd 8, Heft 4/5, 353-373
- [10] FÜRCHTENICHT, K. & MÄHLHOP, R.: Ergebnisse von Untersuchungen nach der CaCl₂/DTPA-Methode an Freilandböden. In: Prüfung der Eignung der CaCl₂/DTPA-Methode nach ALT (CAT-Methode) zur Untersuchung von Ackerböden auf pflanzenverfügbare Nährstoffe. Schriftenreihe des VDLUFA, Band 45, S. 39–52
- [11] MERKEL, D. (1997): Zusammenstellung von Ergebnissen vergleichender Untersuchungen mit der CAT-Methode und eingeführten Methoden zur Bestimmung von Magnesium, Mangan, Kupfer, Zink und Bor im Boden. In: Prüfung der Eignung der CaCl₂/DTPA-Methode nach ALT (CAT-Methode) zur Untersuchung von Ackerböden auf pflanzenverfügbare Nährstoffe. Schriftenreihe des VDLUFA, Band 45, S. 91–126

Herausgeber:

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG)
Pillnitzer Platz 3, 01326 Dresden
Telefon: + 49 351 2612-0
Telefax: + 49 351 2612-1099
E-Mail: lfulg@smul.sachsen.de
www.smul.sachsen.de/lfulg

Autoren:

Dr. Ralf Klose
Staatl. Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft Sachsen (BfUL),
Geschäftsbereich 6: Labore Landwirtschaft
Waldheimer Str. 219, 01683 Nossen
Telefon: + 49 35242 632-6110
Telefax: + 49 35242 632-6099
E-Mail: ralf.klose@smul.sachsen.de
Dr. Michael Grunert, Hans-Joachim Kurzer
LfULG, Abteilung Landwirtschaft/Referat Pflanzenbau
Waldheimer Straße 219, 01683 Nossen
Telefon: + 49 35242 631-7201
Telefax: + 49 35242 631-7299
E-Mail: michael.grunert@smul.sachsen.de

Redaktion:

Dr. Michael Grunert

Titelfoto:

Dr. R. Klose

Redaktionsschluss:

06.05.2015

ISSN:

1867-2868

Hinweis:

Die Broschüre steht nicht als Printmedium zur Verfügung, kann aber als PDF-Datei unter <https://publikationen.sachsen.de/bdb/> heruntergeladen werden.

Verteilerhinweis

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Information der Öffentlichkeit herausgegeben.

Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern im Zeitraum von sechs Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen.

Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist auch die Weitergabe an Dritte zur Verwendung bei der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die vorliegende Druckschrift nicht so verwendet werden, dass dies als Parteinahme des Herausgebers zu Gunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.

Diese Beschränkungen gelten unabhängig vom Vertriebsweg, also unabhängig davon, auf welchem Wege und in welcher Anzahl diese Informationsschrift dem Empfänger zugegangen ist. Erlaubt ist jedoch den Parteien, diese Informationsschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.