

Tabelle 3: Einfluss von Standorteigenschaften auf die Verfügbarkeit von Spurenelementen

Standort-eigenschaft	Kupfer	Mangan	Zink	Bor	Eisen	Molybdän
pH-Wert über 7,0	---	--	---	---	---	++
pH-Wert unter 5,5	+	+	+	+	++	--
Staunässe	+	+	+		--	-
Trockenheit	---	---	--	---	---	
Hoher Humusgehalt	--	--	++	++	++	--
Bodenverdichtung (Sauerstoffmangel)		++			---	
Hohe P ₂ O ₅ -Gehalte			-			

--- sehr starker Mangel
+ verfügbar

-- starker Mangel
++ gut verfügbar

- Mangel
+++ sehr gut verfügbar

Sofern keine aktuelle Stresssituation vorliegt, sind die in der Tabelle 4: „Optimale Termine für die Blattdüngung wichtiger Kulturen“ angegebenen Zeitpunkte zur Ausbringung der Dünger geeignet.

Tabelle 4: Optimale Termine für die Blattdüngung wichtiger Kulturen

Frucht	Optimaler Termin
Getreide	> Schossbeginn bis Erscheinen des letzten Blattes > Kupferdüngung bis EC 31 > Wintergerste ggf. bereits im Herbst ab EC 21 (1 – 1,5 kg/ha Mn)
Mais	> kurz vor Reihenschluss
Raps	> Knospenstadium bis Blühbeginn
Kartoffeln	> vor der Blüte
Rüben	> 6. Blatt bis Reihenschluss

Empfehlungen zur Bodendüngung von Kupfer, Mangan, Zink und Bor

Eine Bodendüngung mit Bor, Kupfer und Zink ist vor allem zu empfehlen, wenn bedürftige Kulturen bei sehr niedrigen Bodengehalten angebaut werden. Eine unzureichende Bodenversorgung mit Mangan kommt nur selten vor.

Meist ist die Verfügbarkeit beeinträchtigt (zu hoher pH-Wert, schlecht rückverfestigter, pufferiger Boden, Trockenheit), so dass die Bodendüngung nur selten zu einer besseren Pflanzenversorgung führt. Die Einstellung des richtigen pH-Wertes und eine gute Rückverfestigung des Saatbettes sind vordringliche Maßnahmen. (Tabelle 5)

Die Bodendüngung hat den Vorteil der längeren mehrjährigen Wirkungsdauer. Sie eignet sich speziell für Kupfer, da viele Kulturen einen mittleren bis hohen Anspruch an die Kupferversorgung stellen. Mit dem Einsatz von organischen Düngern, Konverterkalken und Kalken aus der Verbrennung von Braunkohle kann die Bodenversorgung vieler Spurenelemente verbessert werden.

Tabelle 5: Empfehlungen zur Bodendüngung zu Kulturen mit mittlerem und hohem Bedarf (kg/ha)

Gehaltsklasse	Kupfer	Mangan	Zink	Bor
A sehr niedrig / niedrig	4 - 5	50	7 - 10	2
C anzustreben	3 - 4	25 ¹	5 - 7	1 - 2
E hoch / sehr hoch	0	0	0	0
	Wirkungsdauer (Jahre)			
	4 ³	-- ³	4 ³	4 ^{2,3}

¹ Eine Bodendüngung ist nur sinnvoll, wenn die Verfügbarkeit nicht beeinträchtigt ist (siehe Text)

² Wirkungsdauer auf leichten Böden maximal 3 Jahre

³ Nachwirkung der Bodendüngung nach Ablauf der Wirkungsdauer mit Bodenuntersuchung überprüfen

CAT-Methode

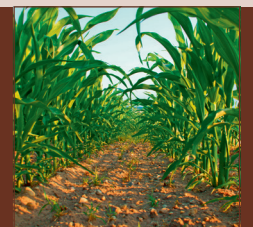
Die Bestimmung der Spurenelemente Kupfer, Mangan, Zink und Bor erfolgt nach der CAT-Methode. Es ist ein Extraktionsverfahren mit einer Mischlösung aus Calciumchlorid und Diethylentriaminpentaessigsäure (DTPA).

Eine bundesweite LUFA-Arbeitsgruppe hat in umfangreichen Untersuchungen festgestellt, dass die aus dem Gartenbau bekannte CAT-Methode geeignet ist, den Spurenelementbedarf der Böden auch mit Hilfe eines einzigen Extraktes hinreichend genau zu erfassen.

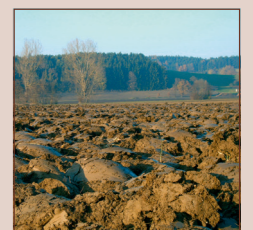
LUFA NRW



LUFA NRW



Spurenelemente – Düngeempfehlungen für Acker- und Grünland



LUFA NRW

Nevinghoff 40
48147 Münster

Tel. +49 251 2376-595

Fax +49 251 2376-702

Mail lufa@lwk.nrw.de

www.lufa-nrw.de

www.landwirtschaftskammer.de

Spurenelemente–Düngeempfehlungen für Acker- und Grünland

In Zusammenarbeit mit dem Fachbereich 61 Landbau, Nachwachsende Rohstoffe

Die Bodenuntersuchung besitzt bei Spurenelementen eine geringere Bedeutung und Aussagefähigkeit als bei den Hauptnährstoffen. Dies hängt in erster Linie mit der temporär stärker schwankenden Verfügbarkeit dieser Nährstoffe zusammen. Dennoch ist auch sie ein wichtiges Hilfsmittel, um eventuell vorhandene Mangelerscheinungen interpretieren zu können und eine sachgerechte Einschätzung eines Düngebedarfs vorzunehmen.

Dabei geht es bei der Versorgung der Pflanzen mit Spurenelementen weniger um die Frage, in welcher Höhe gedüngt werden muss, sondern vielmehr darum, ob das Risiko einer Mangelsituation besteht und eine Nährstoffzufuhr empfehlenswert ist oder nicht. Bei der Einteilung der Spurenelementgehalte gibt es deshalb keine so enge Differenzierung in die Gehaltsklassen A, B, C, D und E wie bei den Hauptnährstoffen, sondern auf die Zwischenstufen B und D wird verzichtet.

Einteilung der Gehaltsklassen für Kupfer nach Bodenarten (mg/kg Boden)

Bodenarten	S, IS, sU, ssL, IU*	sL, uL, L, utL, tL, T*
A sehr niedrig / niedrig	unter 0,8	unter 1,2
C anzustreben	0,8 – 2,0	1,2 – 4,0
E hoch / sehr hoch	über 2,0	über 4,0

Überhöhte Kupfergehalte sollten möglichst vermieden werden. Vor allem Schafe können auf überhöhte Gehalte im Futter bzw. Aufwuchs mit Gesundheitsschäden reagieren.

Einteilung der Gehaltsklassen für Mangan nach pH-Wert (mg/kg Boden)

pH-Wert	bis 5,5	5,6 - 6,0	6,1 - 6,5	über 6,5
A sehr niedrig /niedrig	unter 5	unter 20	unter 30	unter 40
C anzustreben	5 - 15	20 - 40	30 - 50	40 - 60
E hoch / sehr hoch	über 15	über 40	über 50	über 60

Einteilung der Gehaltsklassen für Zink

(mg/kg Boden)

Gehaltsklasse	für alle Bodenarten
A sehr niedrig / niedrig	unter 1
C anzustreben	1 - 3
E hoch / sehr hoch	über 3

Zink-Mangel tritt an jüngeren Blättern auf. Mais zeigt helle Streifen. Die jungen Blätter von Leguminosen bleiben klein und hellen zwischen den Adern auf.

Einteilung der Gehaltsklassen für Bor nach pH-Wert und Bodenart (mg/kg Boden)

Bodenart	S, IS, sU, ssL, IU*		
pH-Wert	A sehr niedrig/niedrig	C anzustreben	E hoch/sehr hoch
bis 5,5	unter 0,2	0,2 – 0,4	über 0,4
über 5,5	unter 0,25	0,25 – 0,5	über 0,5

Bodenart	sL, uL, L, utL, tL, T*		
pH-Wert	A sehr niedrig/niedrig	C anzustreben	E hoch/sehr hoch
bis 6,0	unter 0,25	0,25 – 0,8	über 0,8
über 6,0	unter 0,4	0,4 – 1,2	über 1,2

*S = Sand IU = lehmiger Schluff utL = schluffig toniger Lehm
 IS = lehmiger Sand sL = sandiger Lehm tL = toniger Lehm
 sU = sandiger Schluff uL = schluffiger Lehm T = Ton
 ssL = stark sandiger Lehm L = Lehm

Bor-Mangel ist an Rüben, Raps und Kreuzblütlern an der Verformung/Missgestaltung der jüngsten Blätter und der braunschwarzen Verfärbung des Vegetationspunktes (Herz- und Trockenfäule) zu erkennen.

Bor-Überschuss kann empfindliche Kulturen wie Getreide, besonders Sommergerste, schädigen. Deshalb sollten auf Sandböden 1 mg, auf Lehm Böden 2 mg und auf Tonböden 3 mg Bor je kg Boden nicht überschritten werden!

Spurenelementbedürftigkeit der landwirtschaftlichen Kulturen

Die Ansprüche der einzelnen Kulturarten an die Spurenelementversorgung sind unterschiedlich. Das hängt einerseits mit dem Entzug, andererseits aber auch mit dem Aneignungsvermögen für bestimmte Spurenelemente zusammen (siehe nachfolgende Tabelle).

Tabelle 1: Spurenelementbedarf wichtiger landwirtschaftlicher Kulturen

Frucht	Kupfer	Mangan	Zink	Bor	Molybdän
Weizen	mittel	hoch	niedrig	niedrig	niedrig
Gerste	mittel	hoch	niedrig	niedrig	niedrig
Roggen	mittel	mittel	niedrig	niedrig	niedrig
Triticale	mittel	hoch	niedrig	niedrig	niedrig
Hafer	mittel	hoch	niedrig	niedrig	mittel
Mais	mittel	mittel	hoch	mittel	niedrig
Raps	niedrig	mittel	niedrig	hoch	mittel
Ackerbohnen	mittel	niedrig	mittel	mittel	mittel
Erbsen	niedrig	hoch	niedrig	mittel	mittel
Kartoffeln	niedrig	mittel	mittel	mittel	niedrig
Zucker-/ Futterrüben	mittel	mittel	niedrig	hoch	mittel
Feldgras/ Grünland	mittel	mittel	niedrig	niedrig	niedrig
Rotklee/ Rotklee gras	mittel	mittel	mittel	mittel	hoch
Luzerne	hoch	mittel	mittel	hoch	hoch

Empfehlungen für die Blattdüngung mit Kupfer, Mangan, Zink und Bor

Da der Spurenelementbedarf der Kulturpflanzen sehr unterschiedlich ist, ergibt sich ein Düngebedarf erst aus dem Anspruch der Kultur in Verbindung mit der Bodenversorgung (Tabelle 2: „Empfehlungen zur Blattdüngung mit Kupfer, Mangan, Zink und Bor“). Bei Trockenheit, zu hohem pH-Wert oder hohem Ertragsniveau kann eine Blattdüngung sinnvoll sein. Die Wirksamkeit von Blattdüngern hängt stark von ihrer Formulierung ab. Dünger, in denen die Metalle Kupfer, Mangan, Zink oder Eisen in der Chelatform vorliegen, sind deutlich wirksamer. Die Empfehlungen in der Tabelle 2 beziehen sich auf nicht chelatisierte Produkte. Beim Einsatz von Chelaten sollten die Herstellerangaben Beachtung finden.

Die Blattdüngung ist die effektivste Form zur Sicherung der Spurenelementversorgung, weil die Nährstoffe direkt über das Blatt aufgenommen werden und nicht der Gefahr der Festlegung im Boden unterliegen. Somit kann auch kurzfristig auf Stresssituationen reagiert werden. Hierunter werden Bedingungen verstanden, unter denen es trotz ausreichender Bodengehalte wegen einer schlechten Verfügbarkeit zu Engpässen in der Versorgung kommen kann (Tabelle 3: „Einfluss von Standorteigenschaften auf die Verfügbarkeit von Spurenelementen“).

Da die Wirkungsdauer der Blattdüngung begrenzt ist, können mehrmalige Behandlungen notwendig sein. Die Düngung erfolgt in der Regel zusammen mit Pflanzenschutzmaßnahmen, wobei die Mischbarkeit beachtet werden muss. Insbesondere beim Einsatz von Mangansulfat kann es zu Ausflockungen kommen.

Tabelle 2: Empfehlungen zur Blattdüngung mit Kupfer, Mangan, Zink und Bor (kg/ha)

Gehaltsklasse	Nährstoff	Düngebedarf ¹		
		hoch	mittel	niedrig
A sehr niedrig/niedrig	Cu, Zn, B	0,5	0,5	bei Stresssituationen ²
	Mn	1	1	
C anzustreben	Cu, Zn, B	0,5	bei Stresssituationen ²	0
	Mn	1		
E hoch / sehr hoch	Cu, Zn, B, Mn	bei Stresssituationen ²	0	0

¹ ggf. mehrere Behandlungen durchführen

² Aufwandmenge wie Gehaltsklasse C bei hohem Pflanzenbedarf