

## Gehaltsklassen für Kupfer, Mangan, Zink und Bor

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

Bodenart \ Stufe	S, IS, sU, ssl, IU	sL,uL, L, utL, tL, T
<b>A</b> sehr niedrig / niedrig	unter 0,8	unter 1,2
<b>C</b> anzustreben	0,8 - 2,0	1,2 - 4,0
<b>E</b> hoch / sehr hoch	über 2,0	über 4,0

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

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

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

### Einteilung der Gehaltsklassen für Zink

Stufe	für alle Bodenarten (mg/kg Boden)
<b>A</b> sehr niedrig / niedrig	unter 1
<b>C</b> anzustreben	1 - 3
<b>E</b> hoch / sehr hoch	über 3

Zn-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)

pH-Wert \ Bodenart	S, IS, sU, ssl, IU			sL,uL, L, utL, tL, T		
	A	C	E	A	C	E
<b>bis 5,5</b>	unter 0,2	0,2 - 0,4	über 0,4			
<b>über 5,5</b>	unter 0,25	0,25 - 0,5	über 0,5			
<b>bis 6,0</b>				unter 0,25	0,25 - 0,8	über 0,8
<b>über 6,0</b>				unter 0,4	0,4 - 1,2	über 1,2

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, auf Lehmböden 2 und auf Tonböden 3 mg Bor je kg Boden nicht überschritten werden!

## Spurenelementbedürftigkeit der 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 (s. nachfolgende Tabelle).

### Spurenelementbedarf wichtiger landwirtschaftlicher Kulturen

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

## 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 (s. Tab. „Empfehlungen zur Blattdüngung mit Bor, Kupfer, Mangan und Zink“). Sofern im Bodenuntersuchungsauftrag Angaben zur Fruchtfolge gemacht wurden, werden von der LUFA mit dem Programm DungPro entsprechende Düngeempfehlungen für eine Blattdüngung errechnet. 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 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 Bodenanteile wegen einer schlechten Verfügbarkeit zu Engpässen in der Versorgung kommen kann (s. Tabelle „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.

### Empfehlungen zur Blattdüngung mit Kupfer, Mangan, Zink und Bor (kg/ha)

Gehaltsklasse	Nährstoff	Düngebedarf <sup>1)</sup>		
		hoch	mittel	niedrig
<b>A</b> sehr niedrig / niedrig	Cu, Zn, B Mn	0,5 1	0,5 1	bei Stress- Situationen <sup>2)</sup>
<b>C</b> anzustreben	Cu, Zn, B Mn	0,5 1	bei Stress- Situationen <sup>2)</sup>	0
<b>E</b> hoch / sehr hoch	Cu, Zn, B Mn	bei Stress- Situationen <sup>2)</sup>	0	0

<sup>1)</sup> ggf. mehrere Behandlungen durchführen

<sup>2)</sup> Aufwandmenge wie Gehaltsklasse C bei hohem Pflanzenbedarf

### Einfluss von Standorteigenschaften auf die Verfügbarkeit von Spurenelementen

Standorteigenschaft	Kupfer	Mangan	Zink	Bor	Eisen	Molybdän
pH-Wert über 7,0	---	--	---	---	---	++
pH-Wert unter 5,5	+	+	+	+	++	--
Staunässe	+	+	+		--	-
Trockenheit	---	---	--	---	---	
hoher Humusgehalt	--	--	++	++	++	--
Bodenverdichtung (Sauerstoffmangel)		++			---	
hohe P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - Gehalte			-			
+++ sehr gut verfügbar - Mangel		++ gut verfügbar -- starker Mangel		+ verfügbar --- sehr starker Mangel		

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

### 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, puffiger 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. 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.

### Empfehlungen: Bodendüngung zu Kulturen mit mittlerem und hohem Bedarf (kg/ha)

Gehaltsklasse	Kupfer	Mangan	Zink	Bor
<b>A</b> sehr niedrig / niedrig	4 - 5	50	7 - 10	2
<b>C</b> anzustreben	3 - 4	25 <sup>1)</sup>	5 - 7	1 - 2
<b>E</b> hoch / sehr hoch	0	0	0	0
<b>Wirkungsdauer (Jahre)</b>				
	4 <sup>3)</sup>	--- <sup>3)</sup>	4 <sup>3)</sup>	4 <sup>2)3)</sup>

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

2) Wirkungsdauer auf leichten Böden maximal 3 Jahre

3) Nachwirkung der Bodendüngung nach Ablauf der Wirkungsdauer mit Bodenuntersuchung überprüfen