

## Weitere Untersuchungen in den Bereichen

- **Wasser**
- **Boden**
- **Düngemittel**
- **Saatgut**
- **Futtermittel**
- **Lebensmittel**
- **Diagnostisches Material –  
Tiergesundheit**

Bei Fragen rufen Sie uns gerne an!

Telefon: 02 51 / 23 76 – 5 95

Fax: 02 51 / 23 76 – 7 02

Mail: [lufa@lwk.nrw.de](mailto:lufa@lwk.nrw.de)

---

**LUFA NRW – Ihr Partner für Untersuchung und Beratung**

Stand: 1/2010

**LUFA** NRW

Landwirtschaftskammer  
**Nordrhein-Westfalen**

Nevinghoff 40, 48147 Münster

Telefon: 02 51 / 23 76 – 5 95, Fax: - 7 02

Mail: [lufa@lwk.nrw.de](mailto:lufa@lwk.nrw.de) [www.lufa-nrw.de](http://www.lufa-nrw.de)

**in Zusammenarbeit mit dem Referat Landbau**

Telefon: 02 51 / 23 76 - 6 83, - 6 82, Fax: - 8 41

---

## Spurenelemente nach der CAT-Methode

Die Bestimmung der Spurenelemente Kupfer, Mangan, Zink und Bor erfolgt nach der CAT-Methode. Es handelt sich hierbei um ein für Spurenelemente einsetzbares 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.

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 Mangelercheinungen 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 den **Versorgungsstufen A, B, C, D** und **E** wie bei den Hauptnährstoffen und es wird auf die Zwischenstufen B und D verzichtet.

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

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

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

pH-Wert	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 Versorgungsstufen für Zink (mg/kg Boden)

	Für alle Bodenarten
<b>A</b> sehr niedrig/niedrig	unter 1
<b>C</b> anzustreben	1-3
<b>E</b> 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.

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

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

Bodenart pH-Wert	S, IS, sU, ssL, IU *)			sL, uL, L, utL, tL, T *)		
	A sehr niedrig/niedrig	C anzustreben	E hoch/sehr hoch	A sehr niedrig/niedrig	C anzustreben	E hoch/sehr hoch
<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** zeigt sich an Rüben, Raps und Kreuzblütlern durch Verformung/Missgestaltung der jüngsten Blätter sowie durch braunschwarze Verfärbung des Vegetationspunktes (Herz- und Trockenfäule).

**Bor-Überschuss** kann empfindliche Kulturen wie Getreide, besonders Sommergerste, schädigen. Deshalb sollten auf Sandböden 1, auf Lehm Böden 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 (Tabelle 1: „Spurenelementbedarf wichtiger landwirtschaftlicher Kulturen“).

**Tabelle 1:**  
Spurenelementbedarf wichtiger landwirtschaftlicher Kulturen

Frucht	Kupfer	Mangan	Zink	Bor	Molybdän
Weizen	hoch	hoch	niedrig	niedrig	niedrig
Gerste	hoch	hoch	niedrig	niedrig	niedrig
Roggen	mittel	mittel	niedrig	niedrig	niedrig
Triticale	hoch	hoch	niedrig	niedrig	niedrig
Hafer	hoch	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- und Futter- rüben	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“). Sofern im Bodenuntersuchungsauftrag Angaben zur Fruchtfolge gemacht wurden, werden von der LUFA NRW mit dem Programm DungPro entsprechende Düngeempfehlungen für eine Blattdüngung errechnet.

**Tabelle 2:**  
Empfehlungen zur Blattdüngung mit Kupfer (Cu), Mangan (Mn), Zink (Zn) und Bor (B) (kg/ha)

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

<sup>1)</sup> ggf. mehrere Behandlungen durchführen, bei Verwendung von Chelaten ist eine geringere Aufwandmenge notwendig. Die Herstellerangaben sollen Beachtung finden.

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

Die Wirksamkeit von Blattdüngern hängt stark von ihrer Formulierung ab. So sind Dünger, in denen die Spurenelemente Kupfer, Mangan, Zink oder Eisen in der Chelatform vorliegen, 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 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 <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -Gehalte			-			

--- sehr starker Mangel    -- starker Mangel    - Mangel  
+ verfügbar            ++ gut verfügbar            +++ sehr gut verfügbar

Sofern keine aktuelle Stress-Situation 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
<b>Getreide</b>	Schossbeginn bis Erscheinen des letzten Blattes, Kupferdüngung bis EC 31 Wintergerste ggf. bereits im Herbst ab EC 21 (1-1,5 kg/ha Mn)
<b>Mais</b>	kurz vor Reihenschluss
<b>Raps</b>	Knospenstadium bis Blühbeginn
<b>Kartoffeln</b>	vor der Blüte
<b>Rüben</b>	6. Blatt bis Reihenschluss

## Empfehlungen zur Bodendüngung von Kupfer, Mangan, Zink und Bor

Eine Bodendüngung mit Kupfer, Zink und Bor ist vor allem dann 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 Pflanzenverfügung 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 Wirkungs-dauer. 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)

Versorgungsstufe	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 (Tabelle 3)
- 2) Wirkungsdauer auf leichten Böden maximal 3 Jahre
- 3) Nachwirkung der Bodendüngung nach Ablauf der Wirkungsdauer mit Bodenuntersuchung überprüfen