

Aktuelle Erfordernisse der Mikronährstoffdüngung

Dr. Wilfried Zorn und Hubert Schröter

Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft Jena
Ref. Acker- und Pflanzenbau

Pflanzenbautagung Groitzsch 28.02.2014

Inhalt des Vortrages

- Problemstellung
- Bedeutung der Mikronährstoffdüngung im Ackerbau
- Mikronährstoffe im Boden
- Pflanzenanalyse zur Düngebedarfsermittlung
- Diagnose von Mikronährstoffmangel
- Mikronährstoffdüngung
- Ergebnisse von Feldversuchen
- Fazit

Problemstellung

- essenzielle Mikronährstoffe sind in niedrigen Konzentrationen im Stoffwechsel der Pflanzen hoch wirksam
- ausgeprägter Mangel führt zu Ertrags- und Qualitätsminderungen der Ernteprodukte
- Eine gute Mikronährstoffversorgung fördert Winterhärte und Resistenzen gegenüber Krankheiten
- bedarfsgerechte Mikronährstoffdüngung erfordert Informationen über Mikronährstoffversorgung von Böden und Pflanzen
- großes Angebot verschiedener Düngemittel



Auswinterungsschäden

Essenzielle Pflanzennährstoffe

Makronährstoffe

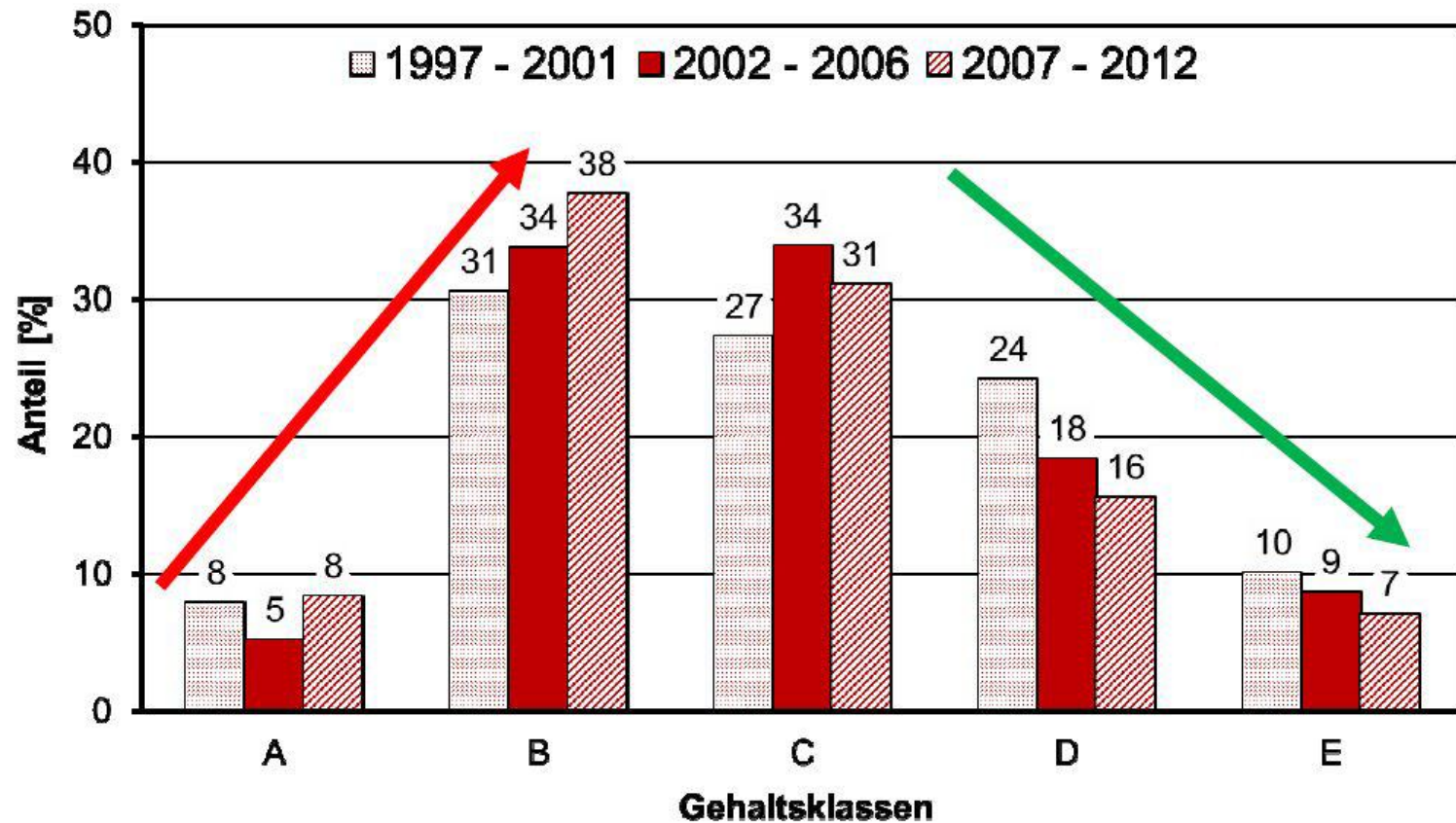
N
S
P
K
Ca
Mg

Mikronährstoffe

B
Cu
Mn
Mo
Zn
Cl
Fe
Ni
...

Entwicklung der P-Versorgung auf Ackerland in Sachsen

LANDESAMT FÜR UMWELT
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



Quelle: Grunert

P-Mangel

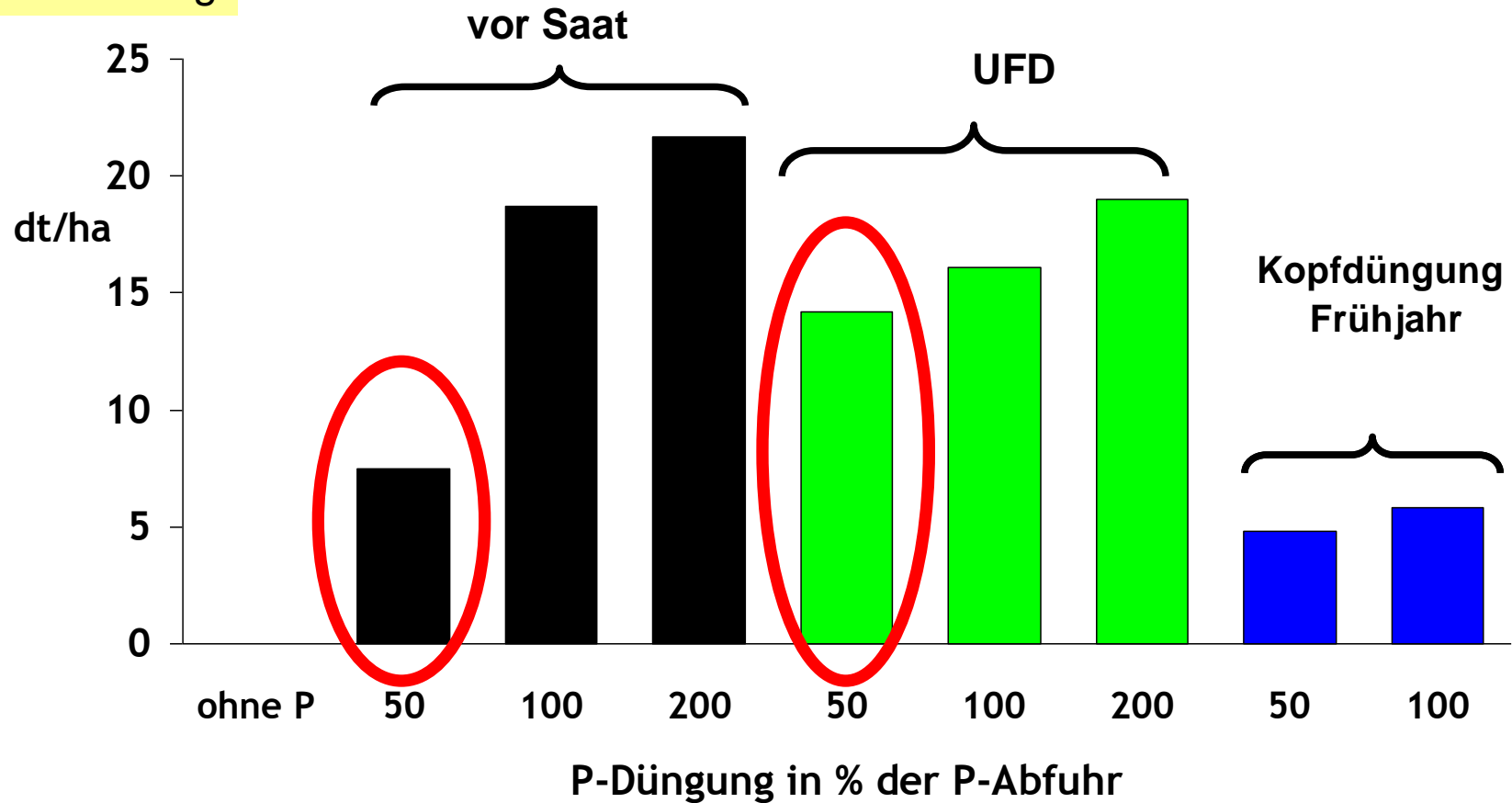


K-Mangel



Wirkung der P-Applikation (TSP) auf den Kornertrag von Winterweizen Friemar 2012 P-Gehaltsklasse A

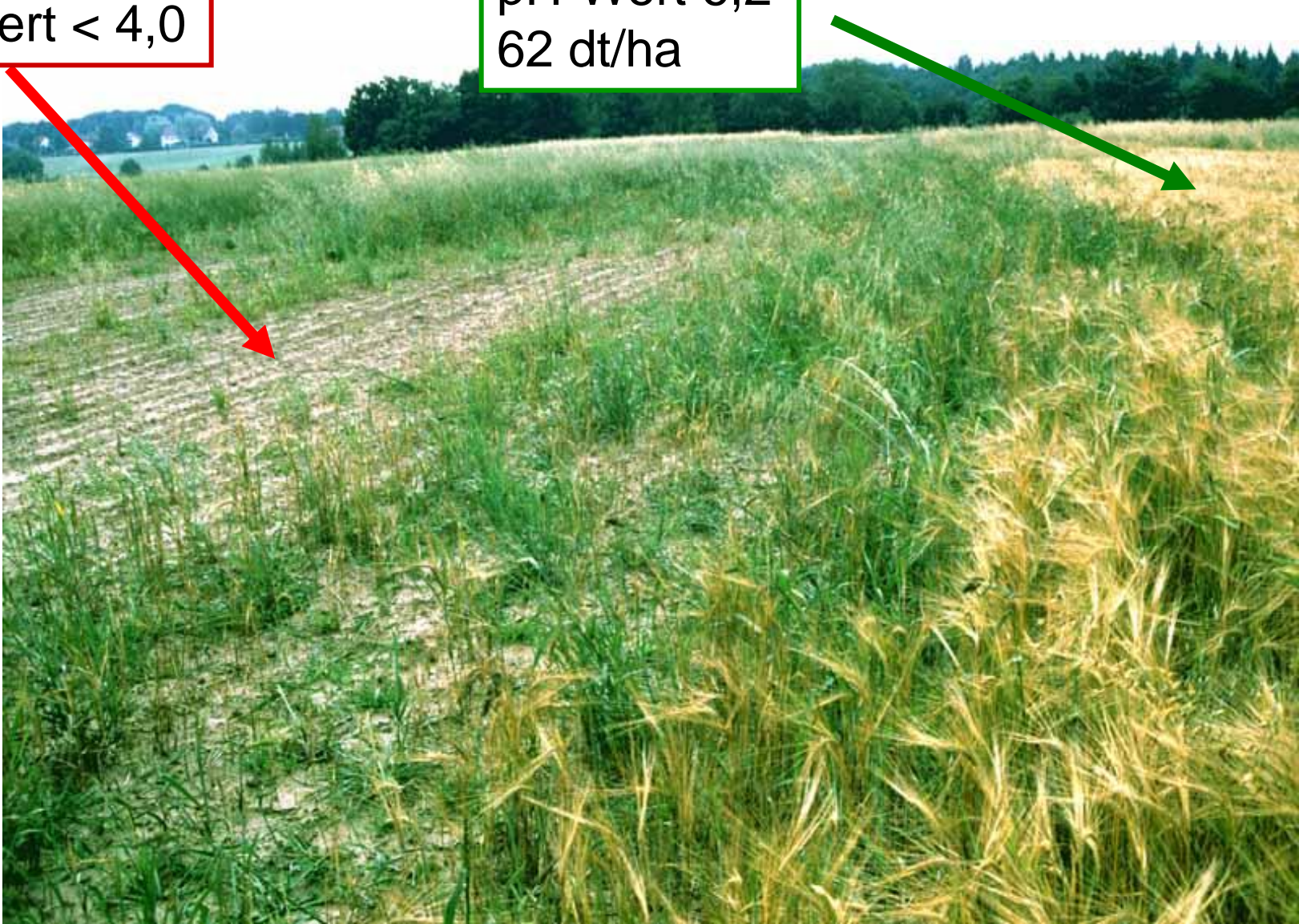
Mehrertrag



„Säureschäden“ bei Sommergerste

pH-Wert < 4,0

pH-Wert 6,2
62 dt/ha

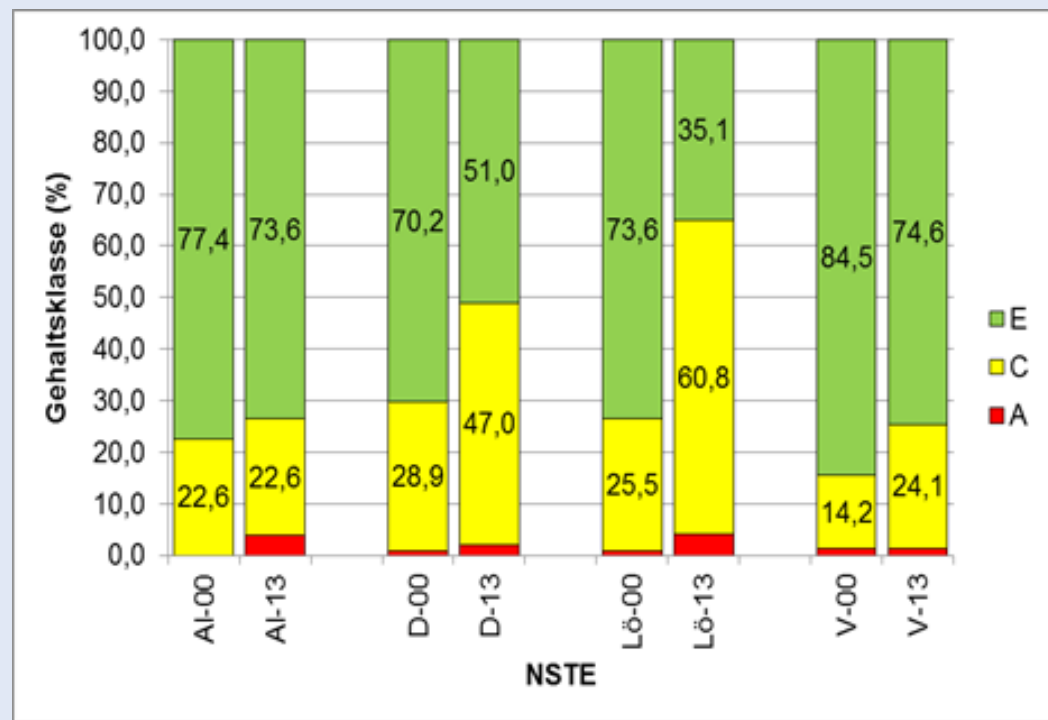
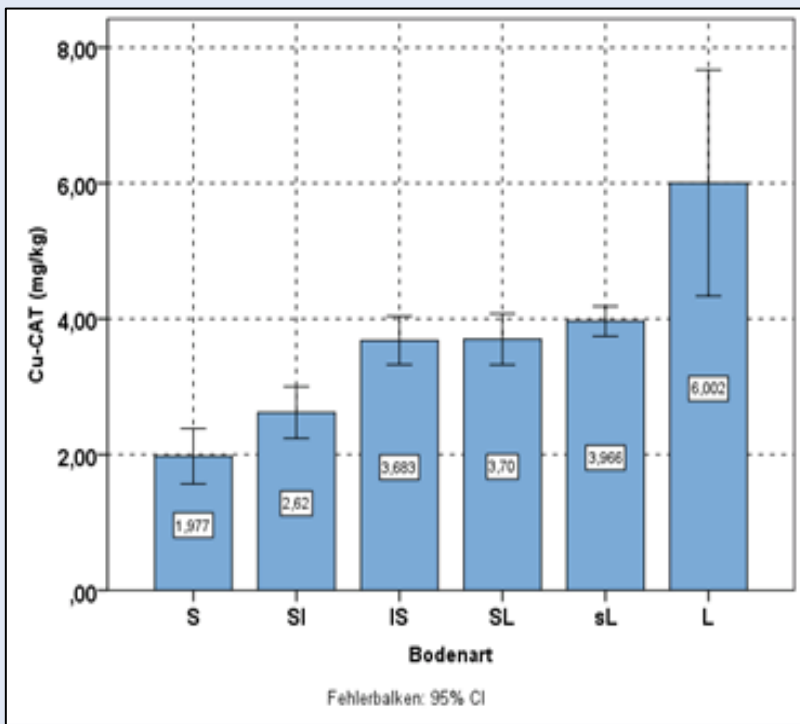


**Mängel bei der Grundnährstoffdüngung kann
man durch Mikronährstoffe nicht ausgleichen!**

- Problemstellung
- Bedeutung der Mikronährstoffdüngung im Ackerbau
- **Mikronährstoffe im Boden**
- Pflanzenanalyse zur Düngebedarfsermittlung
- Diagnose von Mikronährstoffmangel
- Mikronährstoffdüngung
- Ergebnisse von Feldversuchen
- Fazit

Versorgung sächsischer Böden mit Kupfer

Untersuchungsmethode: CAT
Versorgungszustand: gut bis sehr gut (>95% in Gehaltsklasse C bzw. E)
Vergleich zu Jahr 2000: Abnahme „E“ zugunsten von „C“
Handlungsbedarf: mittelfristig



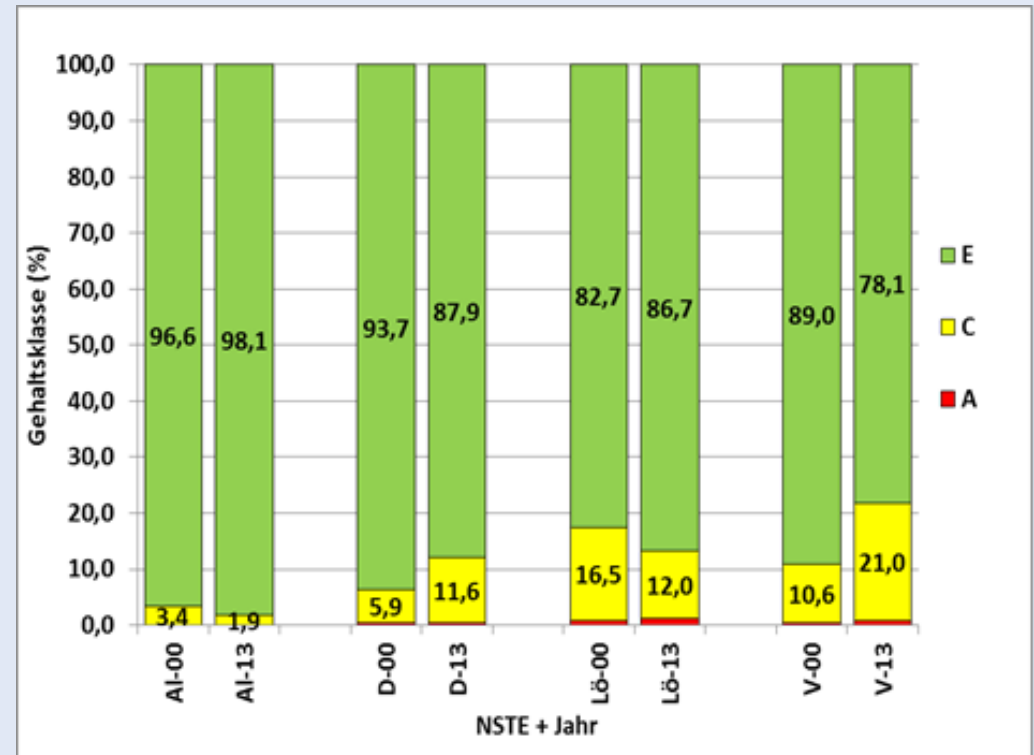
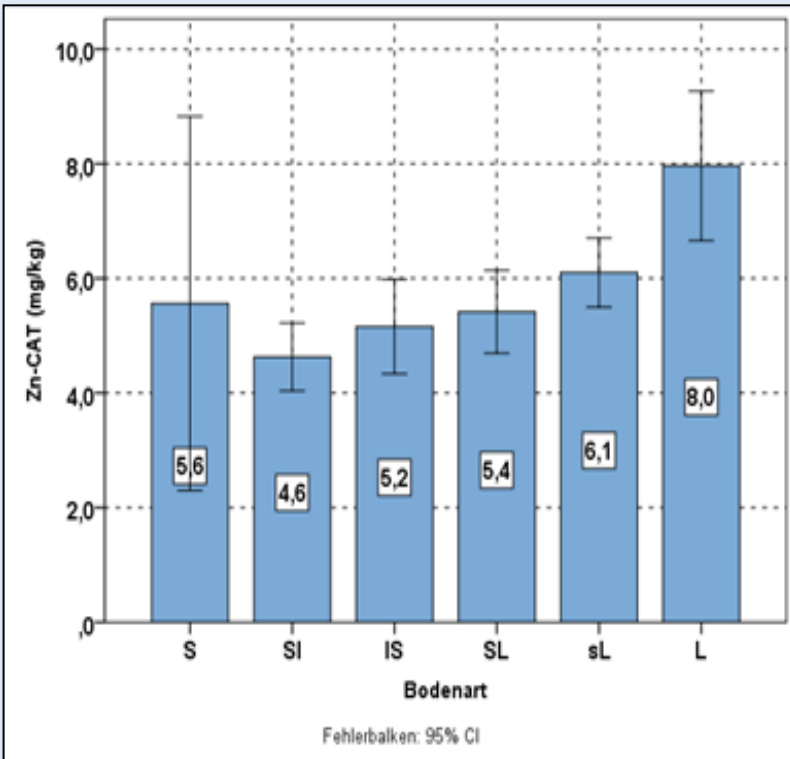
Versorgung sächsischer Böden mit Zink

Untersuchungsmethode: CAT

Versorgungszustand: gut bis sehr gut (>95% in Gehaltsklasse C bzw. E)

Vergleich zu Jahr 2000: Al-, Lö-Standorte stabil, D-, V-Standorte leichter Rückgang

Handlungsbedarf: mittelfristig



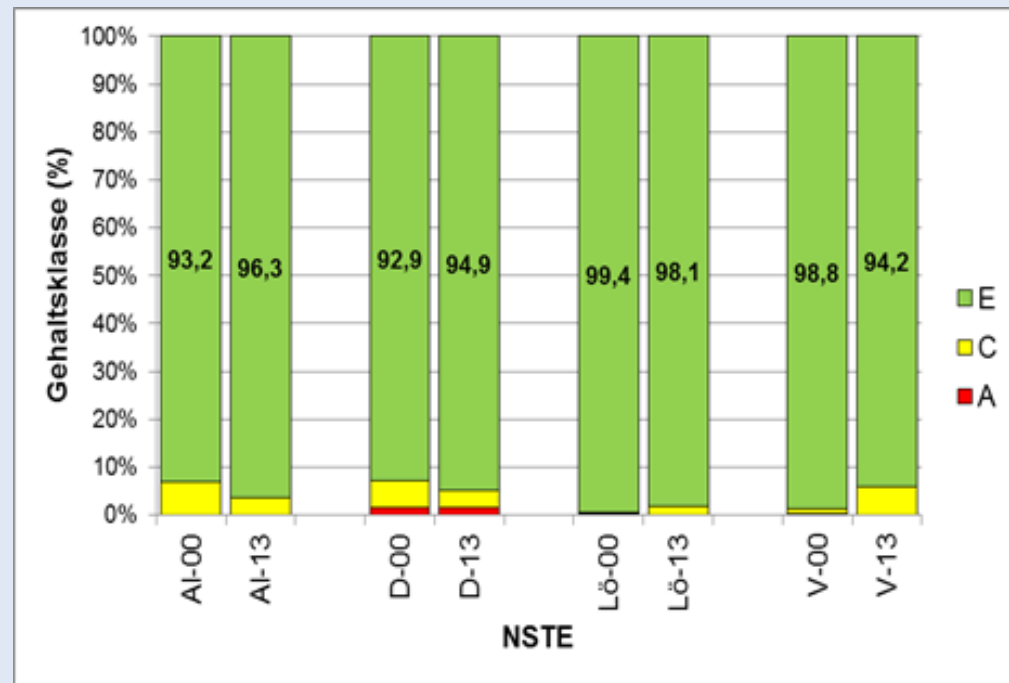
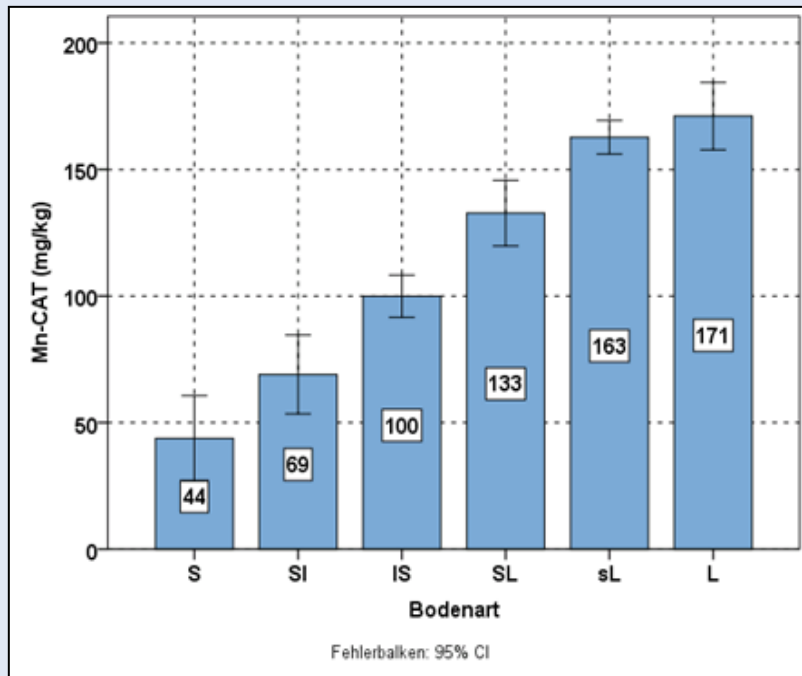
Versorgung sächsischer Böden mit Mangan

Untersuchungsmethode: CAT

Versorgungszustand: gut bis sehr gut (>95% in Gehaltsklasse C bzw. E)

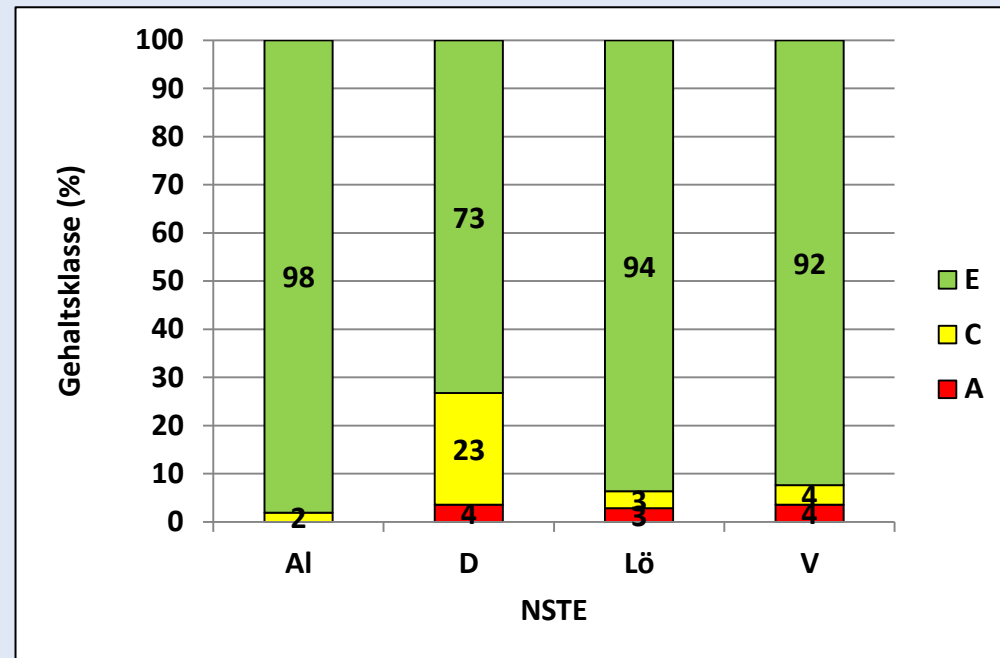
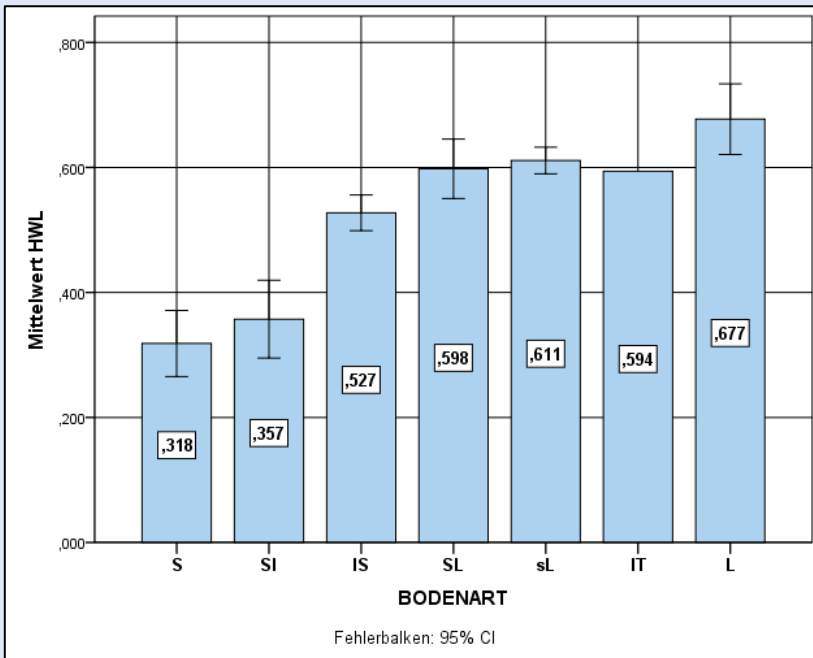
Vergleich zu Jahr 2000: stabil

Handlungsbedarf: nein



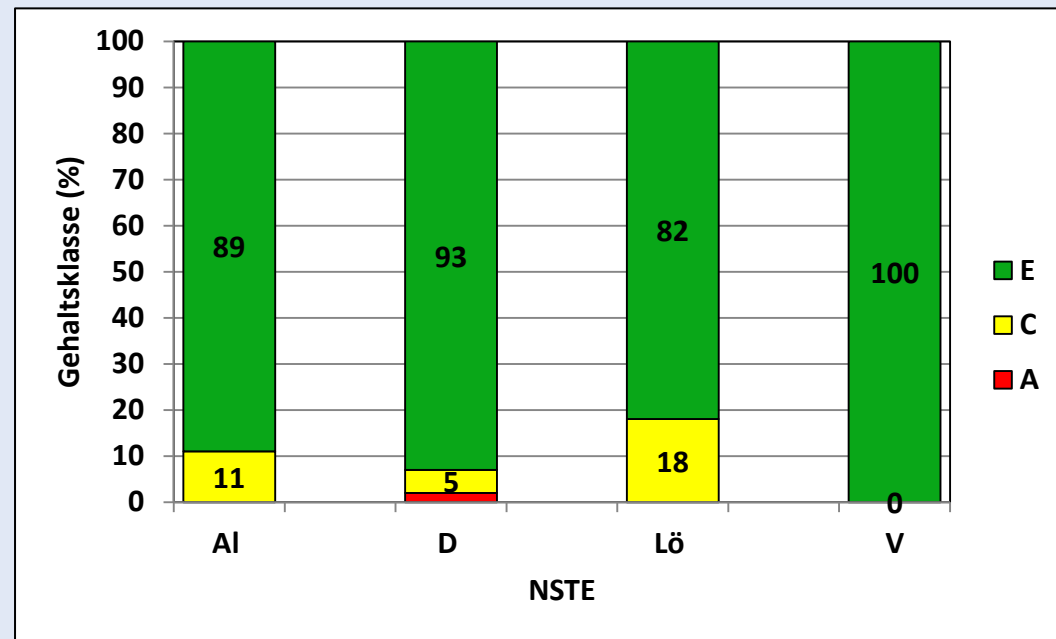
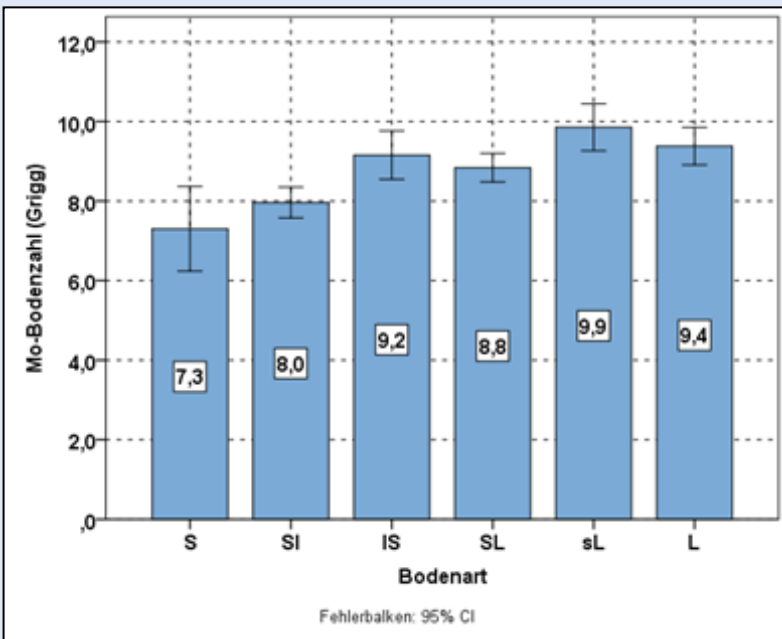
Versorgung sächsischer Böden mit Bor

Untersuchungsmethode: Heisswasserlösliches Bor
Versorgungszustand: gut bis sehr gut (>95% in Gehaltsklasse C bzw. E)
Vergleich zu Jahr 2000: ?
Handlungsbedarf: nein








Versorgung sächsischer Böden mit Molybdän

Untersuchungsmethode: Oxalatmethode nach GRIGG
Versorgungszustand: gut bis sehr gut (>95% in Gehaltsklasse C bzw. E)
Vergleich zu Jahr 2000: ?
Handlungsbedarf: nein



Wirkung des Boden-pH-Wertes auf die Mikronährstoffverfügbarkeit

Nährstoff	pH-Wert	
	niedrig	hoch
B		
Cu		
Mn		
Mo		
Zn		

Böden nicht überkalken!

Aufnahme von Mikronährstoffen aus dem Boden und Verlagerung in der Pflanze

Nährstoff	Aufnahme	Transport in der Pflanze	Verlagerbarkeit in der Pflanze
B	Bodenlösung	Xylem (Wasserstrom)	sehr gering
Cu	Bodenlösung/Wurzel- ausscheidungen	Phloem (aktiv)	gering
Mn			mittel
Mo	Bodenlösung (Wurzelausscheidungen)		gering
Zn	Bodenlösung/Wurzelaus- scheidungen		mittel

Mikronährstoffbodenuntersuchung

- Information über den (potenziellen) Versorgungszustand des Bodens
- keine Berücksichtigung der Faktoren, die die Mikronährstoffaufnahme durch Pflanzen beeinflussen (Witterung, Wasserversorgung, Bodenzustand,)
- Treffsicherheit geringer im Vergleich zur Hauptnährstoffbodenuntersuchung


Gehaltsklassen für die Mikronährstoffbodenuntersuchung (CAT-Methode oder klassische Verfahren)

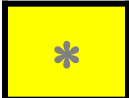
Gehalts- klasse	Düngungsempfehlung zu Kulturen mit		
	niedrigem Bedarf	mittlerem Bedarf	hohem Bedarf
A niedriger Gehalt	nein	nein *)	ja deutlicher, z. T. signifikanter Mehrertrag
C mittlerer Gehalt	nein	nein	ja nein (wenn Ernährung durch andere Faktoren gesichert ist)
E hoher Gehalt	nein	nein	nein

*) = bei ungünstigen Bedingungen auch Düngung zu Kulturen mit mittlerem Mikronährstoffbedarf

Mikronährstoffbedarf (ausgewählte Kulturen)

Art	B	Cu	Mn	Mo	Zn
Weizen, Gerste, Hafer	-	**	**	-	*
Roggen, Triticale	-	*	*	-	*
Mais	*	*	*	-	**
Raps	**	-	*	*	-
Zu- u. Fu-Rübe	**	*	**	*	*

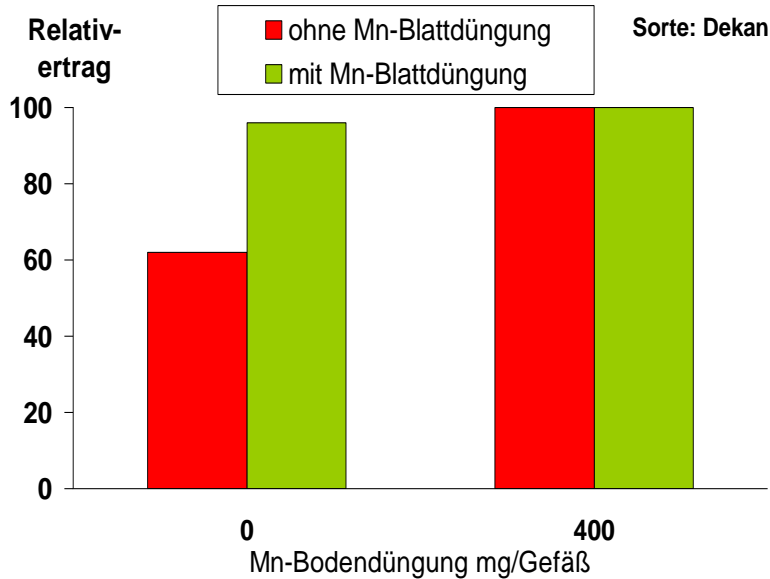
 = niedrig

 = mittel

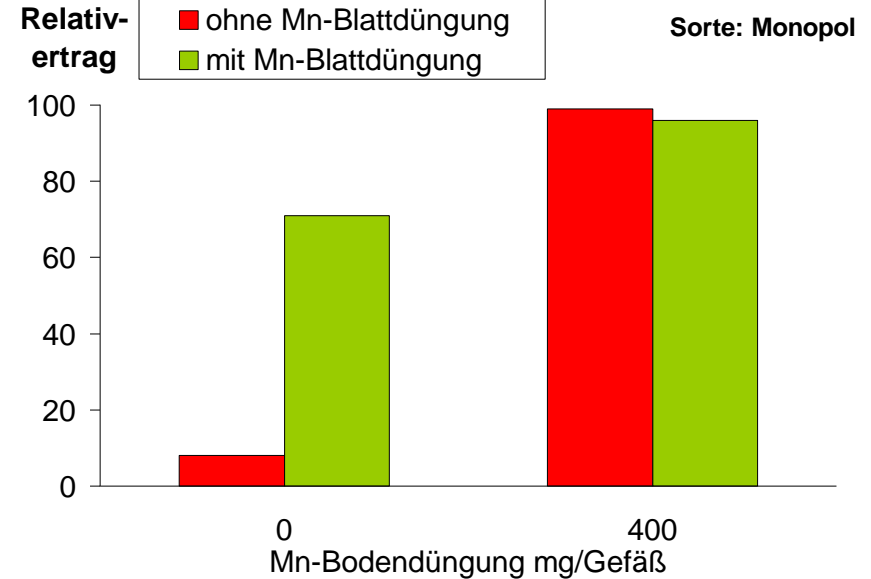
 = hoch

Wirkung der Mn-Boden- bzw. Blattdüngung auf den Kornertrag von 2 Weizensorten (nach Victor, Marks, Zorn, 2006)

Mn-effiziente Sorte



Mn-ineffiziente Sorte



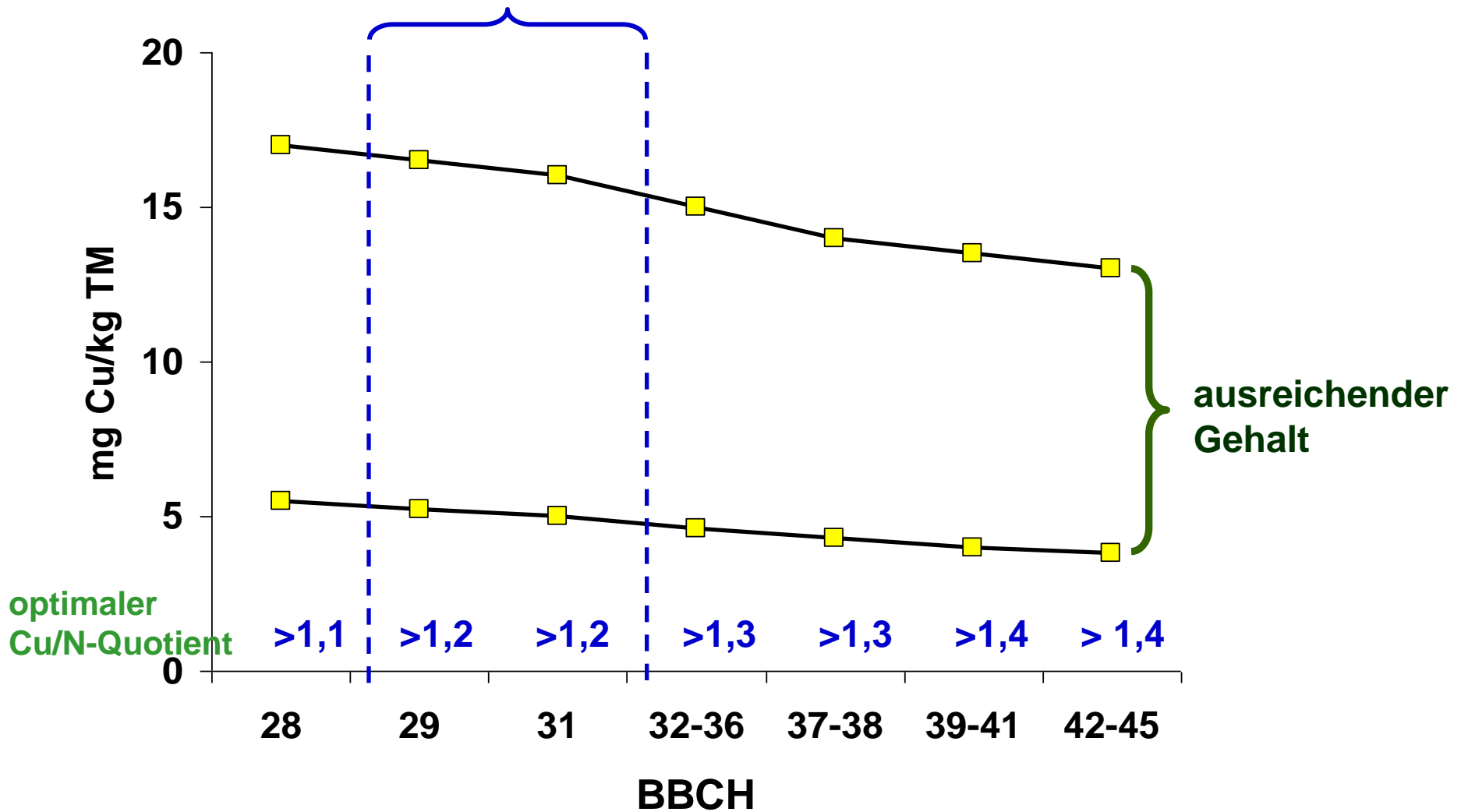
Ausreichende Mn-Ernährung fördert die Resistenz gegenüber Mehltau

- Problemstellung
 - Bedeutung der Mikronährstoffdüngung im Ackerbau
 - Mikronährstoffe im Boden
 - **Pflanzenanalyse zur Düngebedarfsermittlung**
 - Diagnose von Mikronährstoffmangel
 - Mikronährstoffdüngung
 - Ergebnisse von Feldversuchen
 - Fazit

- präzise Information über den aktuellen Ernährungszustand der angebauten Kultur
- berücksichtigt die Auswirkung aller Faktoren, die die Mikronährstoffaufnahme durch Pflanzen beeinflussen (Witterung, Wasserversorgung, Bodenzustand,)
- höchste Treffsicherheit aller Methoden
- Kosten
- bei akutem und frühzeitigem Mangel: Düngungszeitpunkt unter Umständen zu spät

Pflanzenanalyse und Cu-Düngung zu Winterweizen

optimaler Zeitpunkt für Cu-Blattdüngung



Probenahmezeitspannen und –organe für die Pflanzenanalyse

Kultur	Zeitraum *)	Probenahmeorgan
Getreide	BBCH 28 - 45	Spross
Winterraps	BBCH 53 - 64	gerade vollentwickelte Blätter

*) = theoretischer Zeitraum für die Ernährungsdiagnose

Pflanzenanalyse – Darstellung der Ergebnisse

(Beispiel: Winterraps)

Bestimmung			ausreichender Bereich		Vergleichsdiagramm (Gehalte)
Element	Einheit	Gehalt	von	bis	====niedrig==== ausreichend ===hoch===
Stickstoff (N)	% der TM	6,52	4,00	5,40	===== ===== =====*
Phosphor (P)		0,54	0,32	0,66	===== =====*
Kalium (K)		2,64	2,40	4,90	===== =*
Magnesium (Mg)		0,16	0,19	0,39	=====*
Schwefel (S)		0,95	0,50	0,90	===== ===== *
Bor (B)	mg/kg TM	16,9	19,0	60,0	=====*
Mangan (Mn)		68,6	22,0	150	===== =====*
Molybdän (Mo)		1,78	0,32	0,90	===== ===== =====>

- Problemstellung
- Bedeutung der Mikronährstoffdüngung im Ackerbau
- Mikronährstoffe im Boden
- Pflanzenanalyse zur Düngebedarfsermittlung
- **Diagnose von Mikronährstoffmangel**
- Mikronährstoffdüngung
- Ergebnisse von Feldversuchen
- Fazit

Manganmangel bei Getreide



Manganmangel bei Getreide



Foto: Riedel/TLL

www.tll.de/visuplant



Info

THÜRINGER LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT

VISUPLANT

Autoren:
W. Bergmann, H. Heß,
G. Marks, W. Zörn,
H. Oernat, M. Kerschberger

► Ernährungsstörungen erkennen
► Mängel diagnostizieren

**Pflanzen
besser
ernähren**

mehr
Information

Zur Diagnose von Ernährungsstörungen können Sie folgende Wege wählen:

- **Diagnose - Schema** ► Orientierendes Schema zur Bestimmung von Nährstoffmangelsymptomen bei Kulturpflanzen; Anzeige typischer Schadbilder
- **Suchen und Lernen** ► Anzeige von Bildern und Erläuterung beliebiger Kombinationen aus: "Ernährungsstörung - Kulturpflanze"
- **Textgestützte Diagnose** ► Schrittweise Diagnose über die Textmenüs:
Pflanzenteil > Symptom
>Symptomart > Pflanzendetail
- **Bildgestützte Diagnose** ► Visuelle Diagnose durch den Vergleich mit Bildern geschädigter Pflanzen
- **Diagnose über Bildgruppen** ► Diagnose mit Bildreihen, die nach "Ernährungsstörung", "Kulturpflanze" bzw. "Pflanzenteil" gruppiert sind

© TLL 2003 Impressum

javascript: go_diag(1)

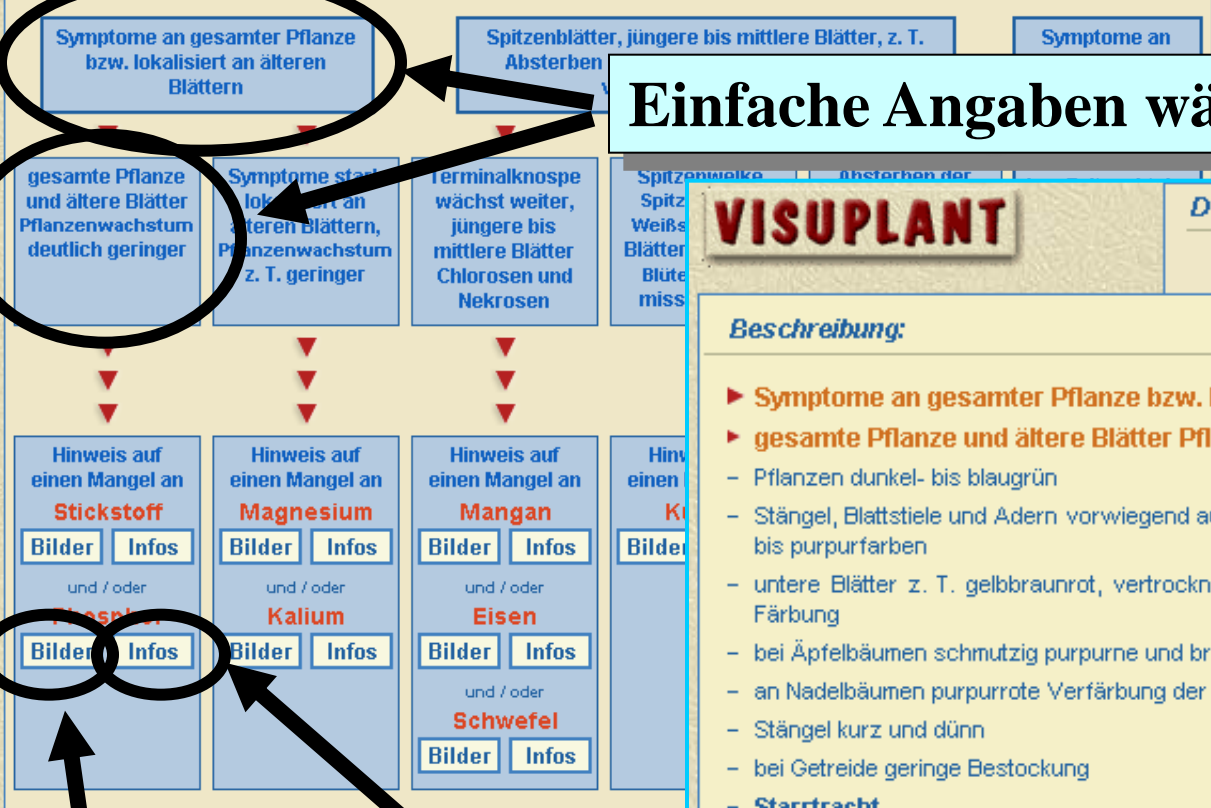
VISUPLANT

Diagnose - Schema

Diagnose - Schema



Orientierungsschema zur Bestimmung von Nährstoffmangelsymptomen bei Kulturpflanzen



Einfache Angaben wählen

VISUPLANT

Detaillierte Informationen zu:

- Phosphormangel -

Beschreibung:

- ▶ Symptome an gesamter Pflanze bzw. lokalisiert an älteren Blättern
- ▶ gesamte Pflanze und ältere Blätter Pflanzenwachstum deutlich geringer
- Pflanzen dunkel- bis blaugrün
- Stängel, Blattstiele und Adern vorwiegend auf der Unterseite, z. T. gesamtes Blatt oft rot bis purpurfarben
- untere Blätter z. T. gelbbraunrot, vertrocknen mit grünbrauner, z. T. schwarzgetönter Färbung
- bei Apfelbäumen schmutzig purpurne und bronzene Färbung
- an Nadelbäumen purpurrote Verfärbung der Nadeln
- Stängel kurz und dünn
- bei Getreide geringe Bestockung
- **Starrtracht**
- Wurzeln mit wenigen Seitenwurzeln und rötlich-braun verfärbt

Verfügbarkeit von Phosphor in Abhängigkeit vom pH-Wert:

pH-Wert	◀◀ sauer	◀◀◀ neutral	▶▶▶▶ basisch ▶▶
Verfügbarkeit	GERING	HOCH	MÄSSIG

Jetzt Bilder anzeigen!!

Weitere Informationen ansehen



VISUPLANT

Bildgestützte Diagnose

z. B. bildgestützte Diagnose

KULTURPFLANZE

Welche Kulturpflanze ist betroffen?

Rüben

Mikronährstoffbedarf von Rüben

Mikro-Nährstoff	Bor	Kupfer	Mangan	Molybdän	Zink
Nährstoffbedarf	HOCH	MITTEL	HOCH	MITTEL	MITTEL

Rüben

ERNÄHRUNGSSTÖRUNGEN von Rüben in BILDERN

Stickstoffmangel

Beschreibung:

Symptome an gesamter Pflanze bzw. lokalisiert an älteren Blättern, gesamte Pflanze und ältere Blätter Pflanzenwachstum deutlich geringer



Bilder mit Maus-Klick vergrößern -

[ausführliche Erläuterung](#)

Phosphormangel

Beschreibung:

Symptome an gesamter Pflanze bzw. lokalisiert an älteren Blättern, gesamte Pflanze und ältere Blätter Pflanzenwachstum deutlich geringer



Bilder mit Maus-Klick vergrößern -

[ausführliche Erläuterung](#)

Magnesiummangel

Beschreibung:

Symptome an gesamter Pflanze bzw. lokalisiert an älteren Blättern, Symptome stark lokalisiert an älteren Blättern, Pflanzenwachstum z. T. geringer



Bilder mit Maus-Klick vergrößern -

[ausführliche Erläuterung](#)

Kaliummangel

Beschreibung:

Symptome an gesamter Pflanze



Es werden alle Ernährungsstörungen von Rüben gezeigt

Bilder können vergrößert werden



Handbuch zur visuellen Diagnose von Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen

Zorn, W.; Marks, G.; Heß, H.; Bergmann, W.

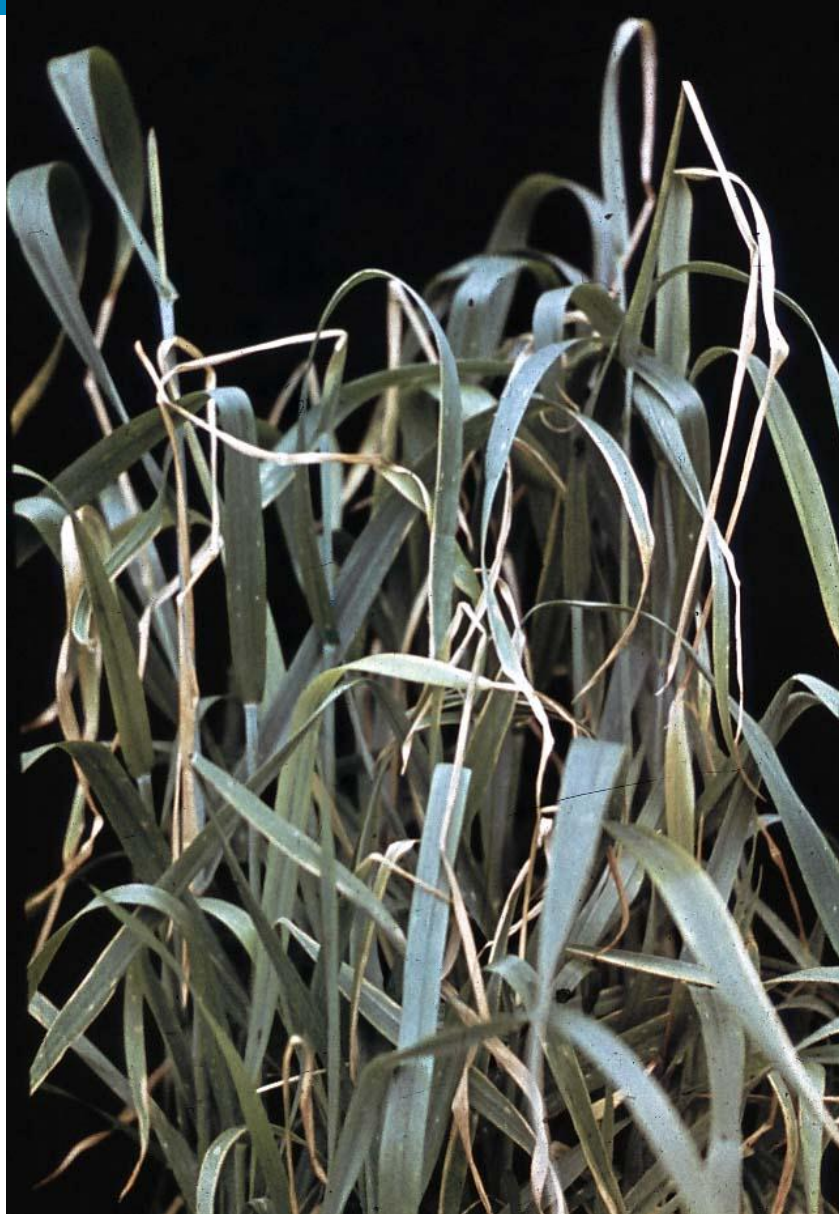
Springer Spektrum Verlag

ISBN 978-3-8274-2939-1

932 Abbildungen!

2., überarb. u. erg. Aufl. 2013, IV, 370 S.

Kupfer-Mangel bei Weizen und Gerste



Manganmangel bei Getreide

Dörrfleckenkrankheit



Mn-Mangel bei Wintergerste



Auswinterung



Starker Mehltaubbefall

B-Mangel bei Winterraps



Links
gesunde Wurzel
von Winterraps

Rechts
Narbenbildung an der Wurzel
infolge B-Mangel
bei Winterraps





B-Mangel bei Winterraps





B-Mangel bei Winterraps

- Problemstellung
 - Bedeutung der Mikronährstoffdüngung im Ackerbau
 - Mikronährstoffe im Boden
 - Pflanzenanalyse zur Düngebedarfsermittlung
 - Diagnose von Mikronährstoffmangel
 - **Mikronährstoffdüngung**
 - Ergebnisse von Feldversuchen
 - Fazit

Aufwandmengen für die Mikronährstoffblattdüngung (kg/ha)

Element	Düngermenge (bei Anwendung von Salzen)
B	0,3 ... 0,5 ¹⁾
Cu	0,5 ... 1,5
Mn	1,0 ... 2,0 ²⁾
Mo	0,3
Zn	0,4

1) = höhere Menge für Kulturen mit hohem Bedarf

2) = 2 Mn-Blattdüngungen mit je 1 kg Mn/ha im Abstand von 14 Tagen

Bei formulierten Produkten: Hinweise des Herstellers beachten!

Optimale Zeitspannen für die Mikronährstoffblattdüngung

Kultur	Nährstoff	optimaler Zeitraum
Wintergetreide	Cu, Zn	29 - 31
	Mn	31 - 37
Winterraps	B, Mn	Knospenstadium, Blühbeginn

- Problemstellung
- Bedeutung der Mikronährstoffdüngung im Ackerbau
- Mikronährstoffe im Boden
- Pflanzenanalyse zur Düngebedarfsermittlung
- Diagnose von Mikronährstoffmangel
- Mikronährstoffdüngung
- **Ergebnisse von Feldversuchen**
- Fazit



aktuelle Thüringer Mikronährstoffdüngungsversuche
Schwerpunkt: Getreide (Winterweizen), Gehaltsklassen: E ... C
Versuchsdurchführung: auf Versuchsstationen, optimaler Pflanzenschutz

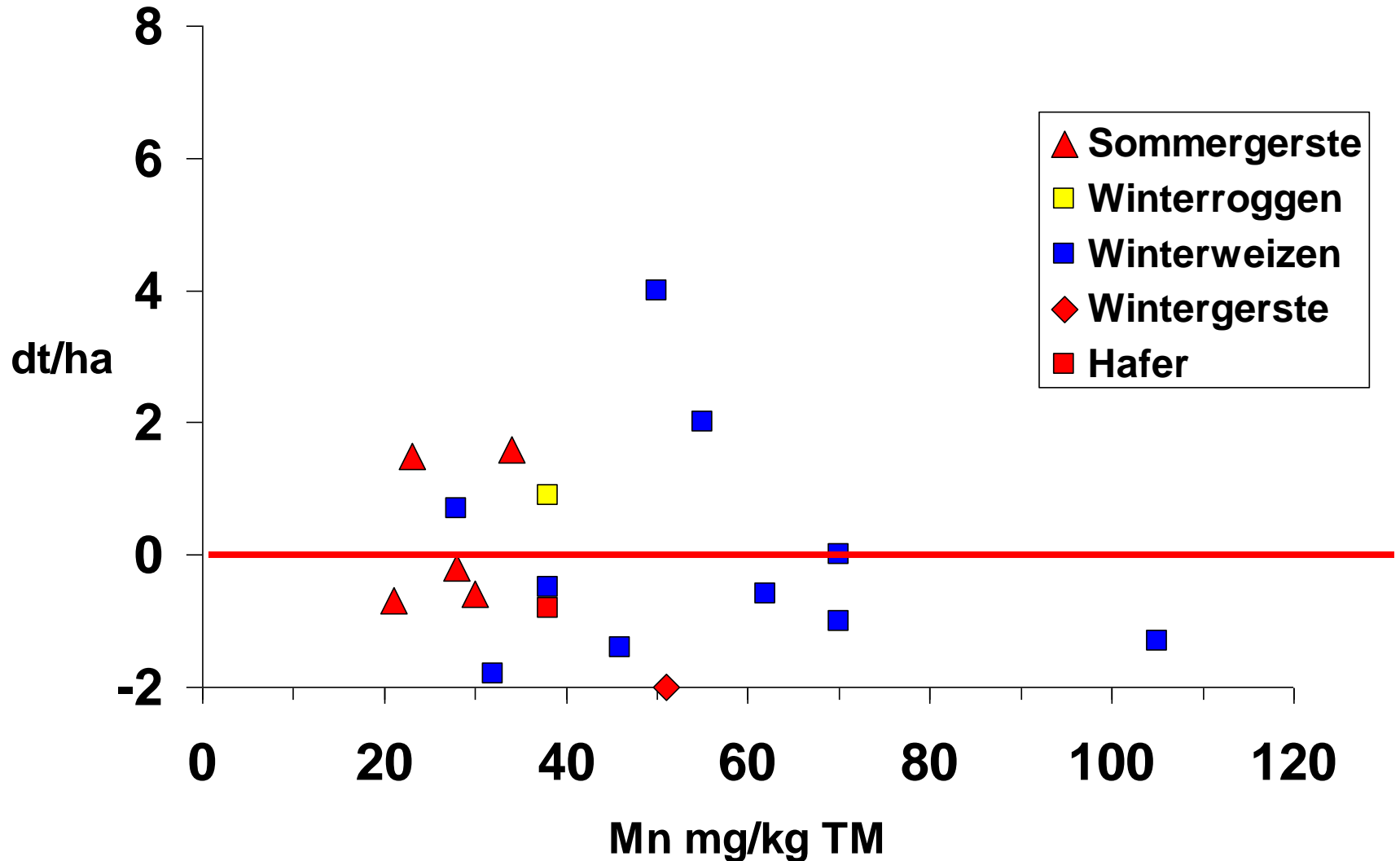
Standorte mit Cu- Gehaltsklasse C – E

Anzahl Versuchsernten:

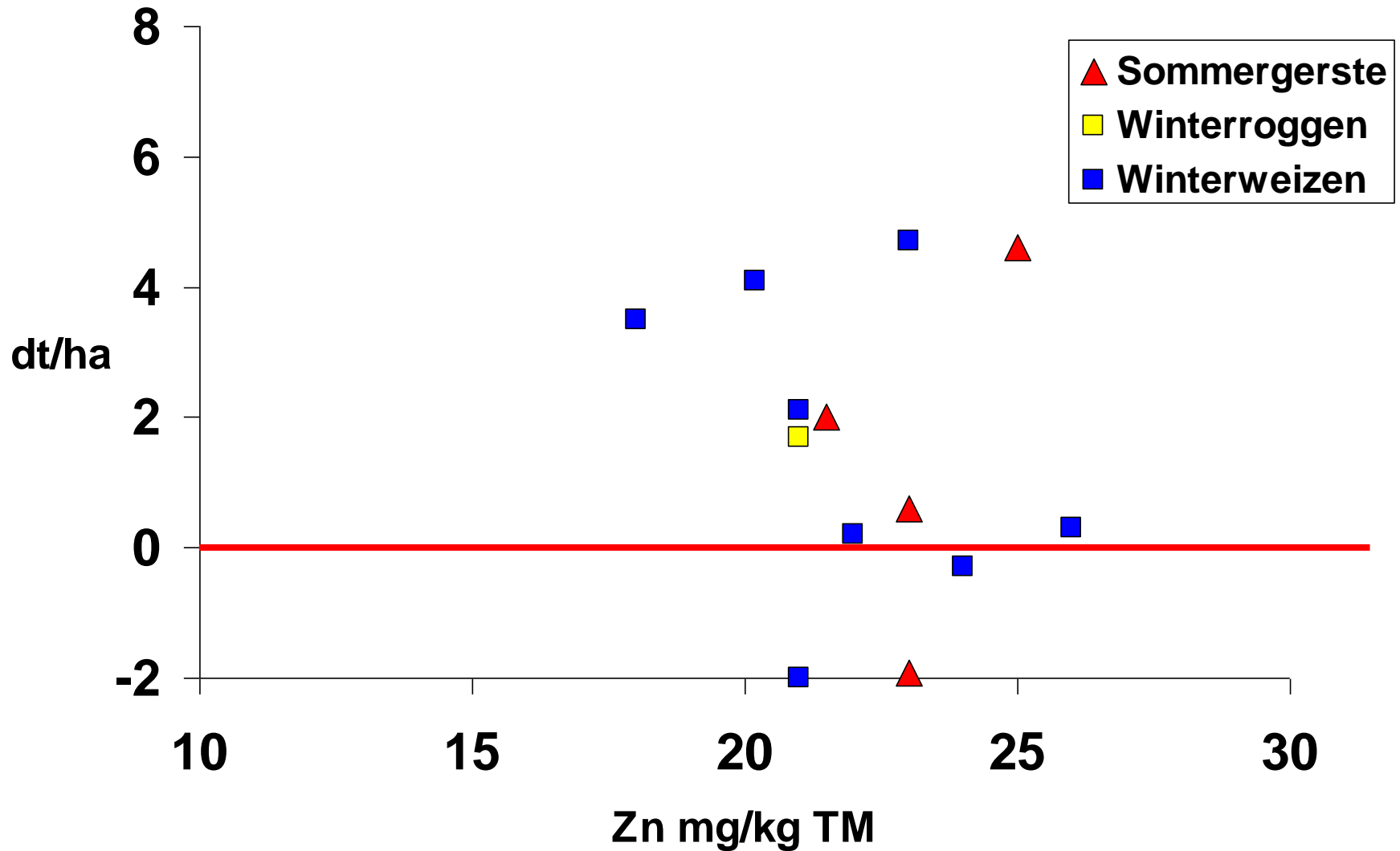
Winterweizen:	19
Sommergerste:	8
Wintergerste:	3
Hafer:	1

keine signifikanten Mehrerträge durch Cu-Düngung!

Mehrertrag durch Mn-Düngung in Abhängigkeit vom Mn-Gehalt im Spross ES 31-32



Mehrertrag durch Zn-Düngung in Abhängigkeit vom Zn-Gehalt im Spross ES 31-32



B-Mangel bei Getreide?

Ergebnisse in der aktuellen Literatur

- **Südostasien verbreitet Bormangel, Ertragsminderung bis >30%; in Deutschland noch nicht belegt!**
- **B wird in der Pflanzen fast ausschließlich mit dem Wasserstrom (Xylem) transportiert, höchster Bedarf für generative Organe der Pflanze**
- **B-Mangel wird gefördert durch eingeschränkte Transpiration:**
 - - **Phasen hoher Luftfeuchte**
 - - **Stomataschluss bei trocken-heißen Bedingungen**
 - - **langanhaltende Trockenheit (Sorption im Boden, Transporthemmung)**
 - - **geringe Wurzelaktivität im kalten Frühjahr (Hemmung der Wasseraufnahme)**

und guter Wüchsigkeit der Bestände

Unzureichende Boreinlagerung in die Ähre in ES 39 – 45: Pollensterilität

B-Bedarf von Getreide:

niedrig



**Sekundärhalm- und
Wurzelbildung am unteren
Halmknoten**



**Weizenähren
mit B-Mangel**

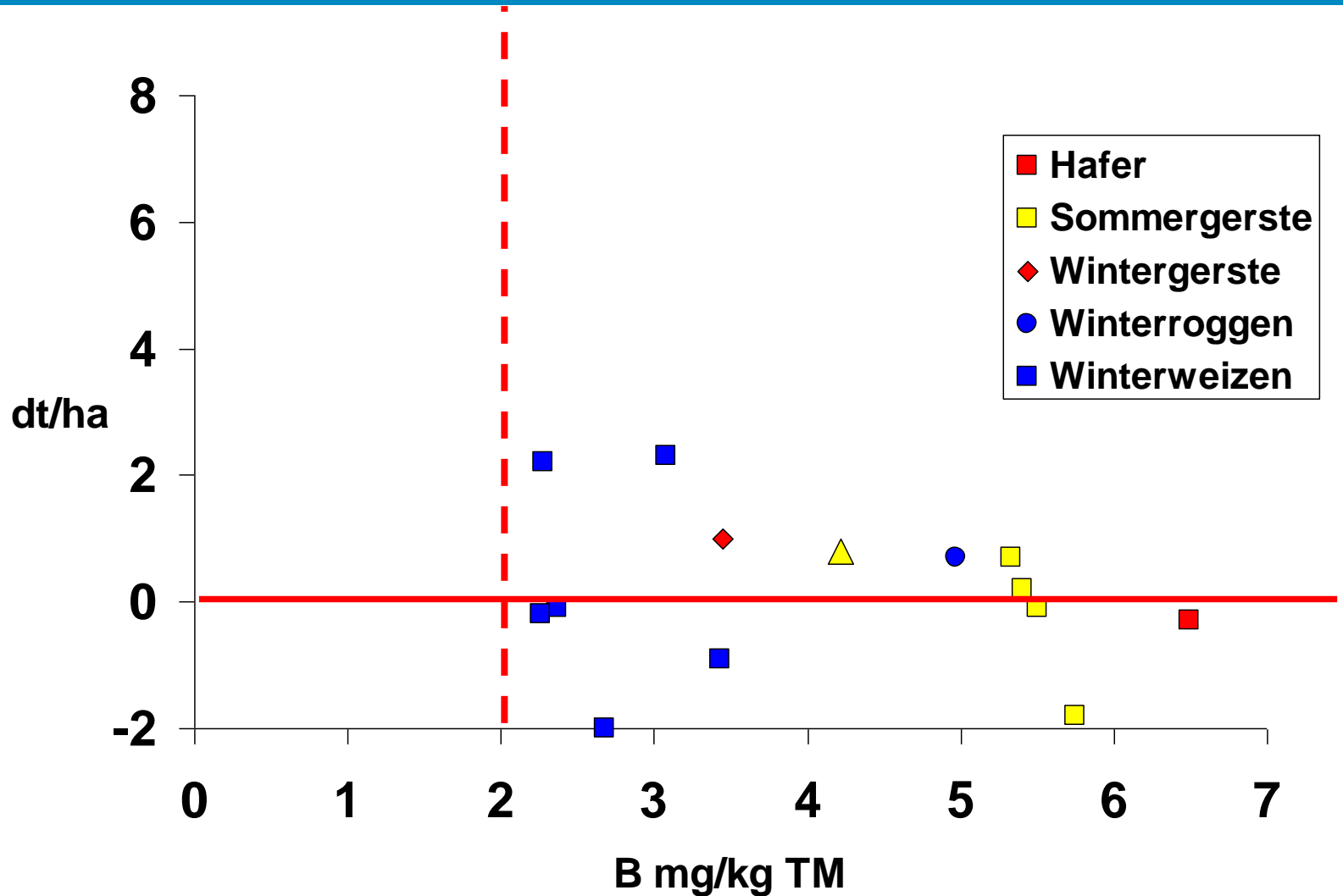
**gesunde
Weizenähren**



**Seitenähren bei
Weizen infolge
B-Mangel**

Fotos: Zorn et al. (2013)

Mehrertrag durch B-Düngung zu Getreide in Abhängigkeit vom B-Gehalt im Spross ES 31-32



Ertragsgrenzwert: 2 ... 2,5 mg B/kg TM

- **Das Absichern einer bedarfsgerechten Kalk-, P- und K-Versorgung der Böden sollte Vorrang vor der Mikronährstoffdüngung haben;**
- **Im Rahmen der Mikronährstoffdüngung sind der pflanzenartspezifische Mikronährstoffbedarf (z. T. auch sortenabhängig!), Standort und Witterung zu beachten;**
- **Die Pflanzenanalyse ermöglicht eine präzise Ermittlung des Mikronährstoffdüngedarfs;**
- **(In Thüringen) lag in der Regel ausreichende und hohe Cu-Ernährung von Winterweizen vor;**
- **häufige B-Mangelernährung bei Raps sowie Mn-Mangel bei Winterweizen und –gerste infolge Trockenheit;**
- **zunehmender Zn-Mangel bei Winterweizen auf Böden mit mittlerer bis hoher Zn-Versorgung (Ursachen noch ungeklärt);**
- **In Feldversuchen wurden noch keine signifikanten Mehrerträge bei Getreide durch B-Blattdüngung (ES 31-32) festgestellt.**
- **Bei der Mikronährstoffdüngung sind optimale Düngungszeitspannen und Mindestaufwandmengen zu beachten!**

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit