

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

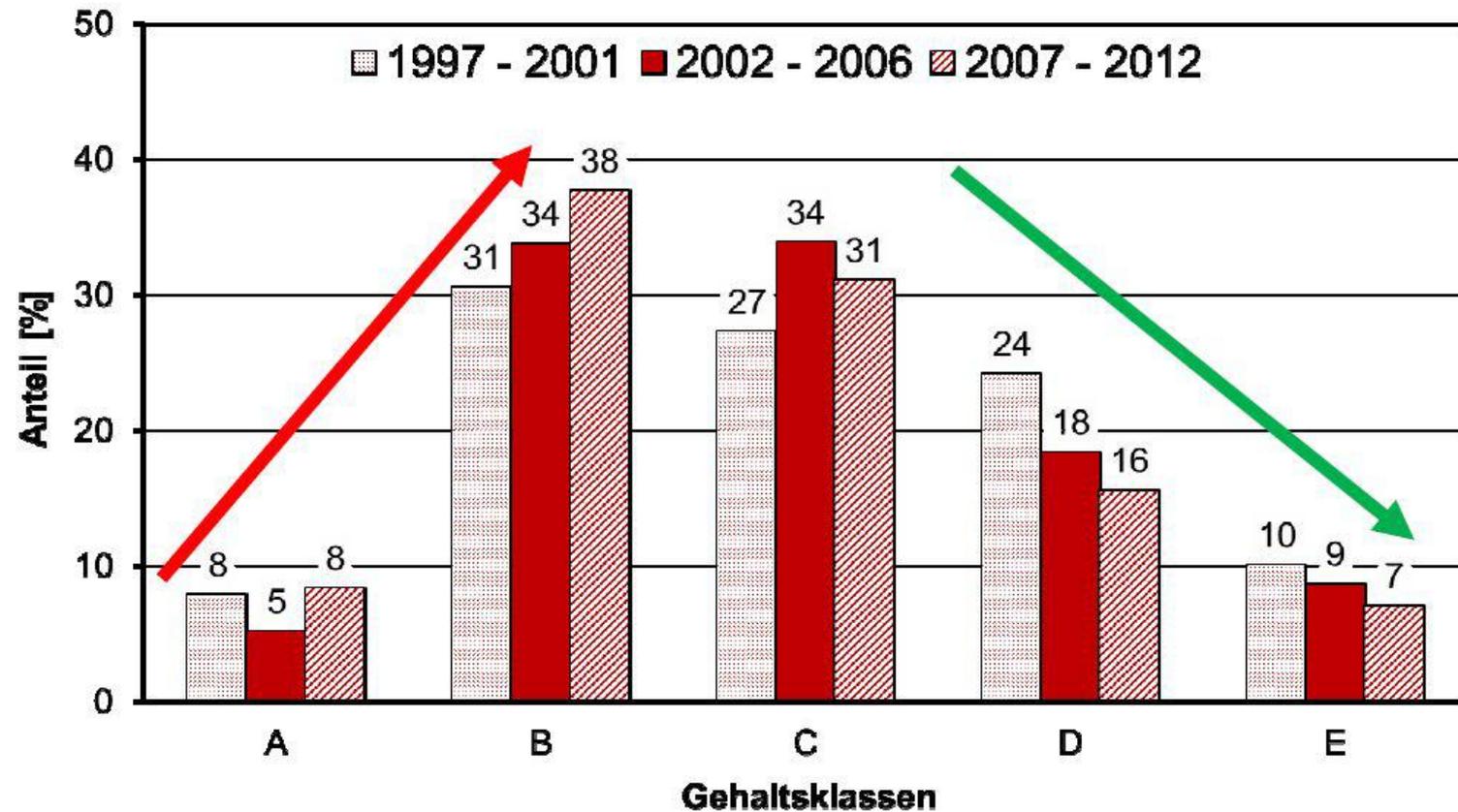
N
S
P
K
Ca
Mg

Mikronährstoffe

B
Cu
Mn
Mo
Zn
Cl
Fe
Ni
...

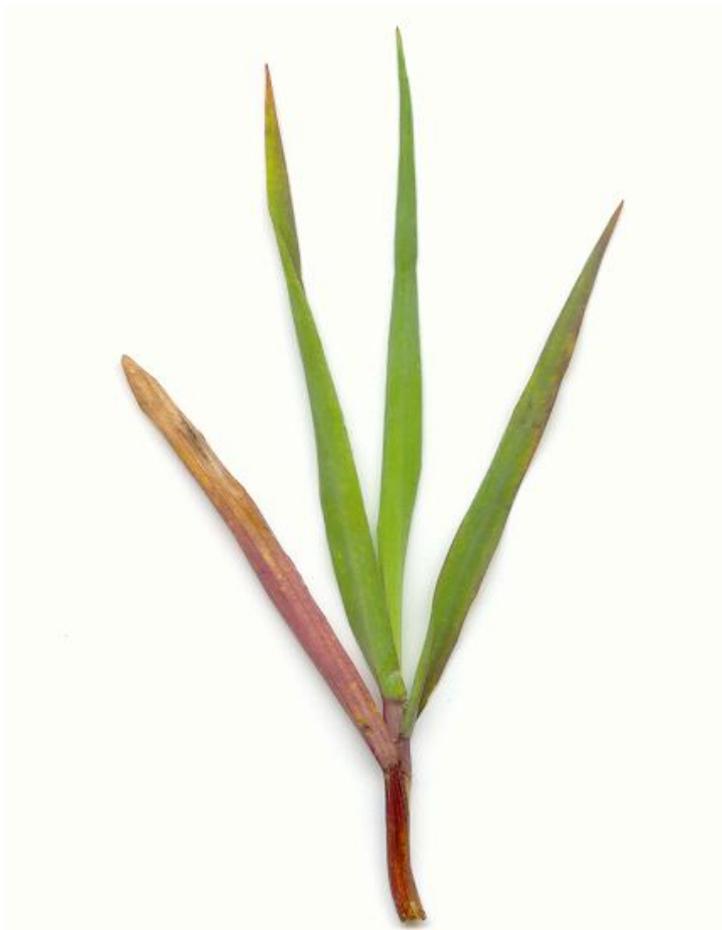
Entwicklung der P-Versorgung auf Ackerland in Sachsen

LANDESAMT FÜR UMWELT
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE

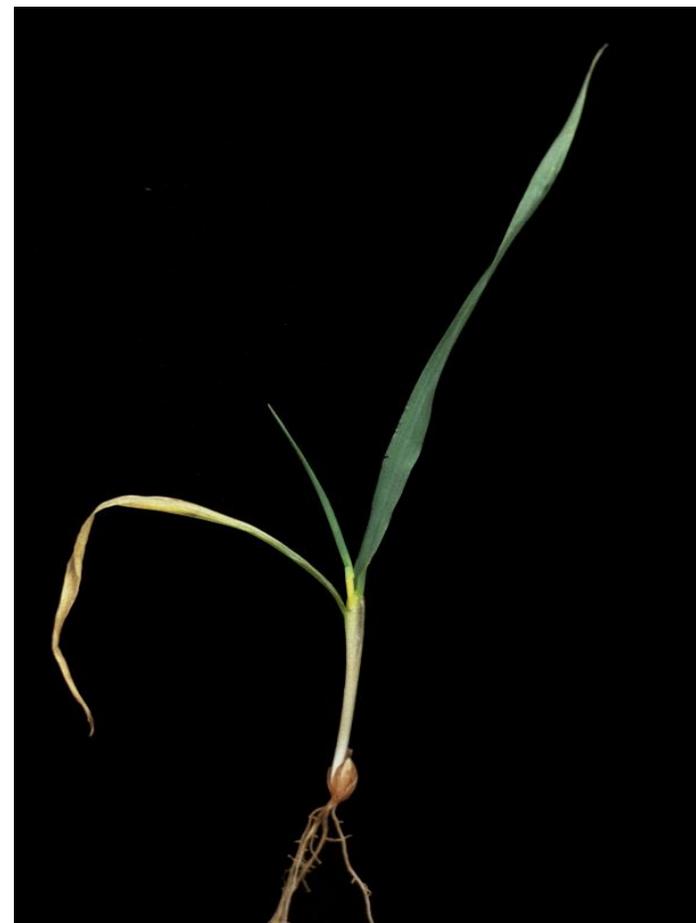


Quelle: Grunert

P-Mangel

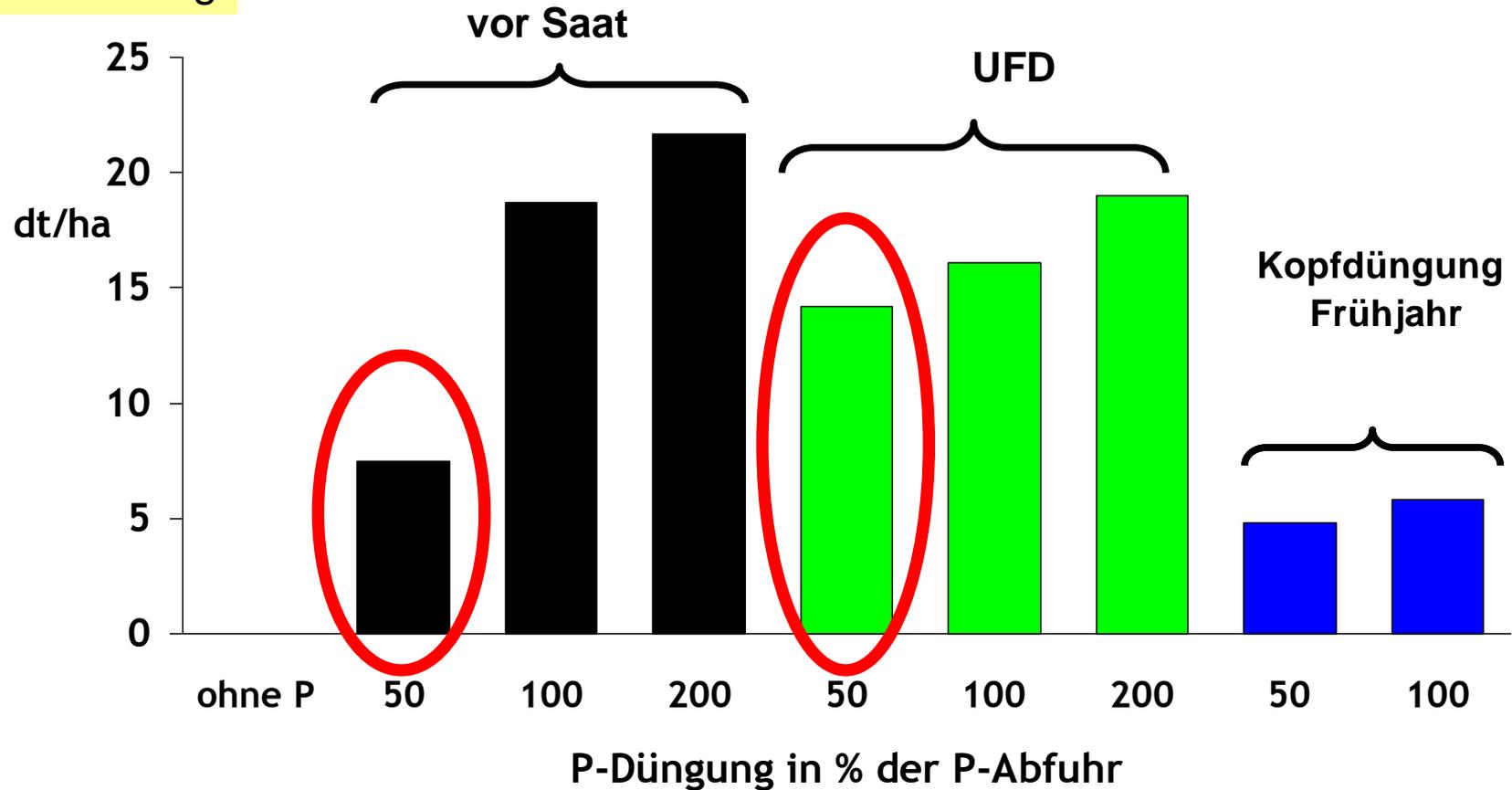


K-Mangel



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

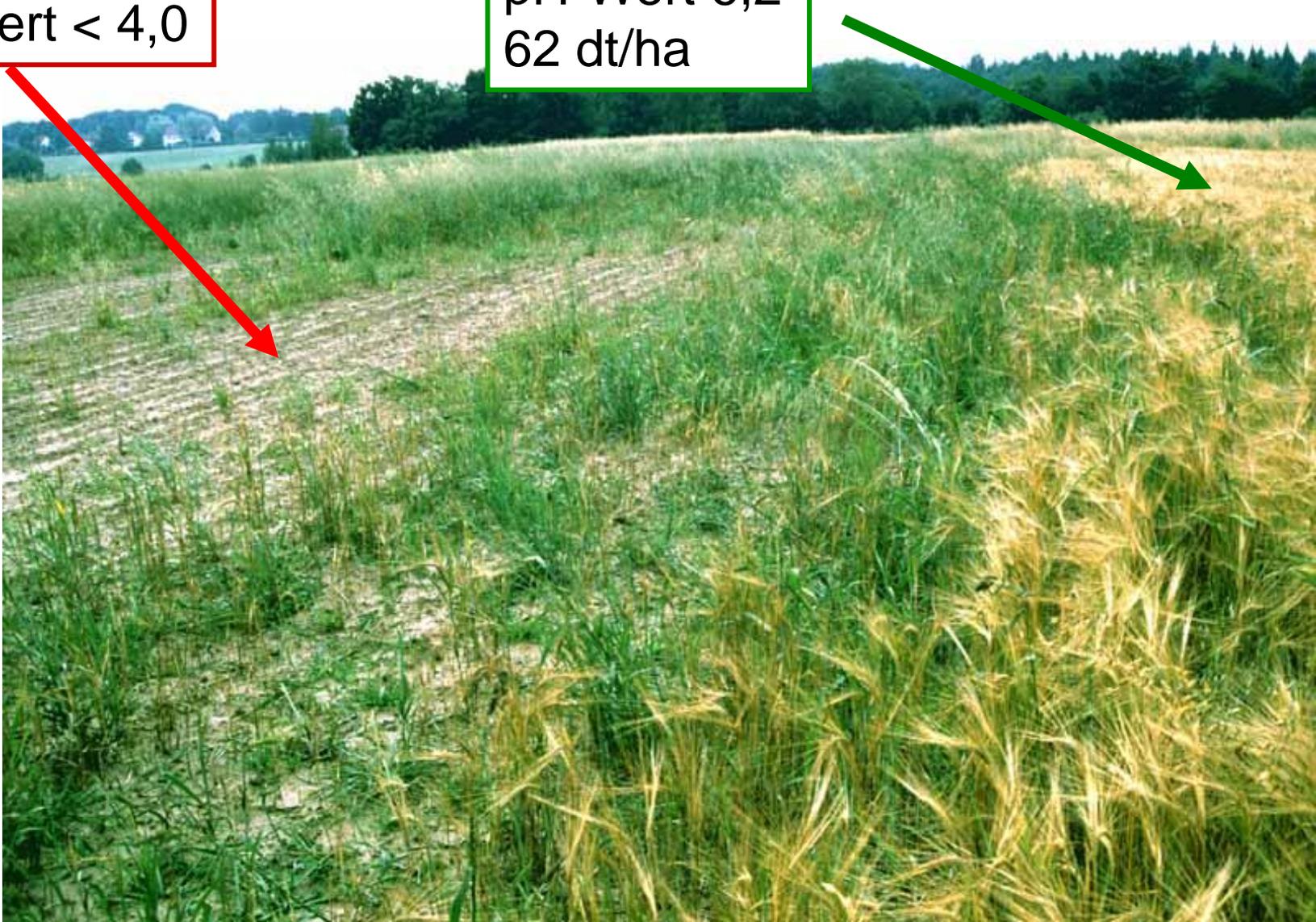
Mehrertrag



„Säureschäden“ bei Sommergerste

pH-Wert < 4,0

pH-Wert 6,2
62 dt/ha

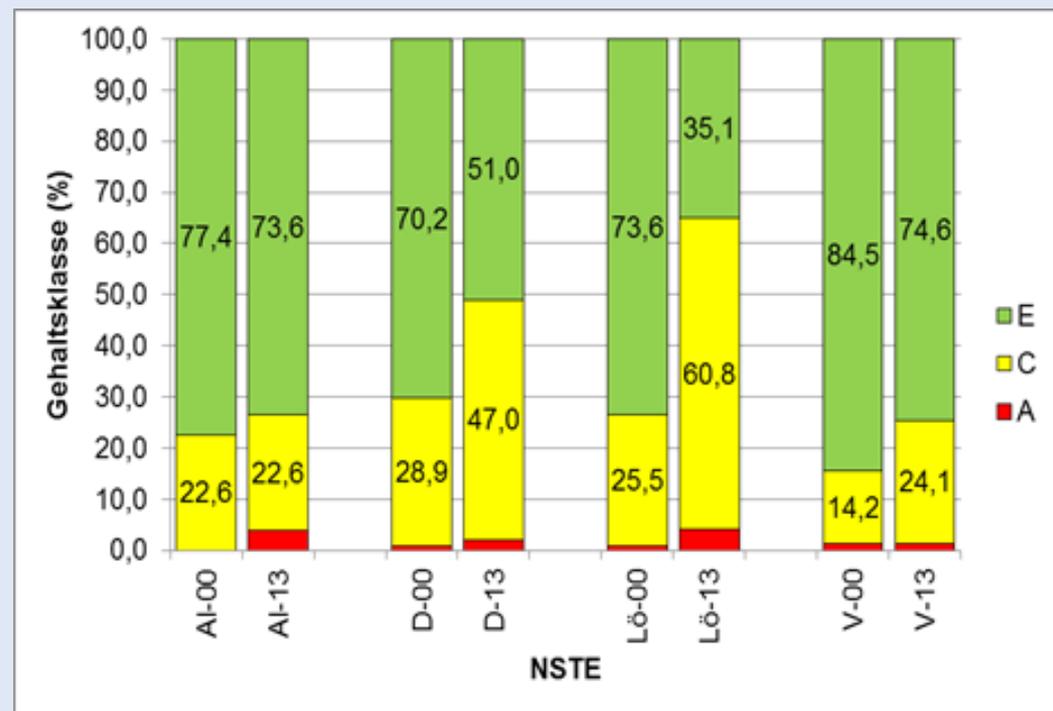
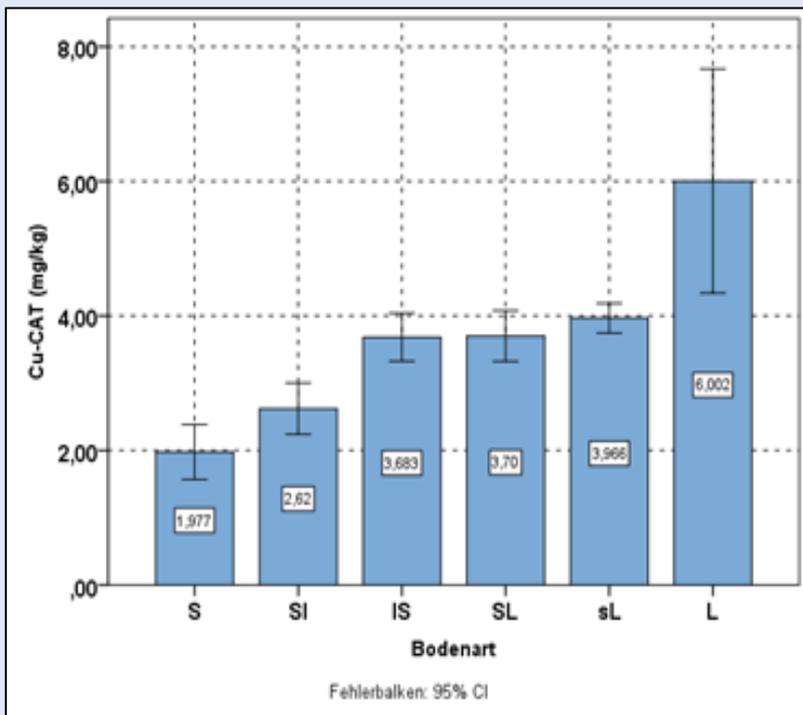


**Mängel bei der Grundnährstoffdüngung kann
man durch Mikronährstoffe nicht ausgleichen!**

- 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



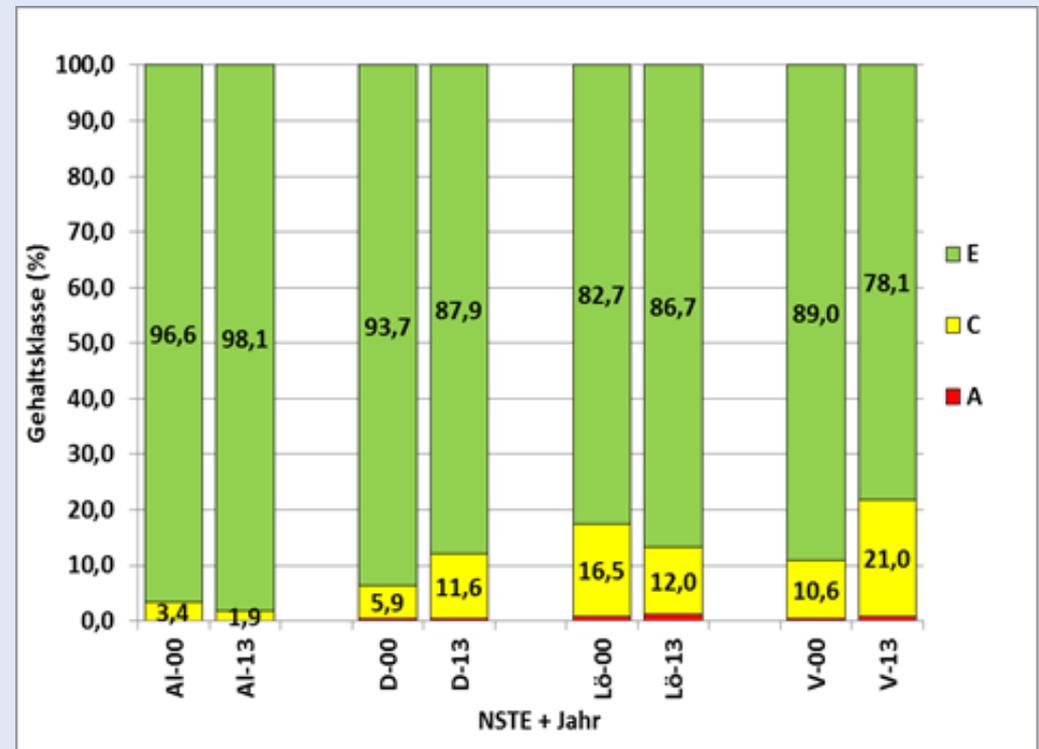
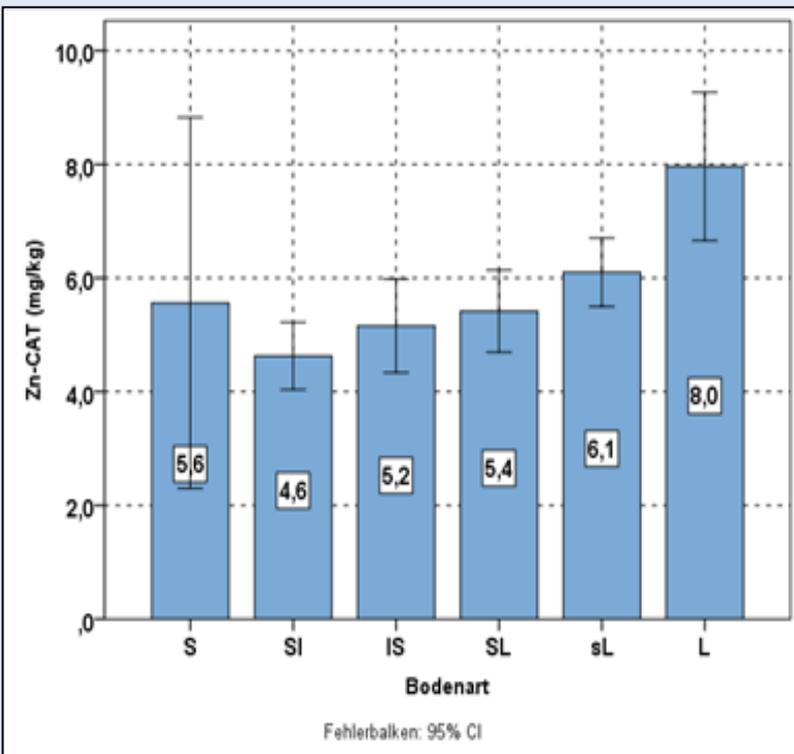
Versorgung sächsischer Böden mit Zink

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



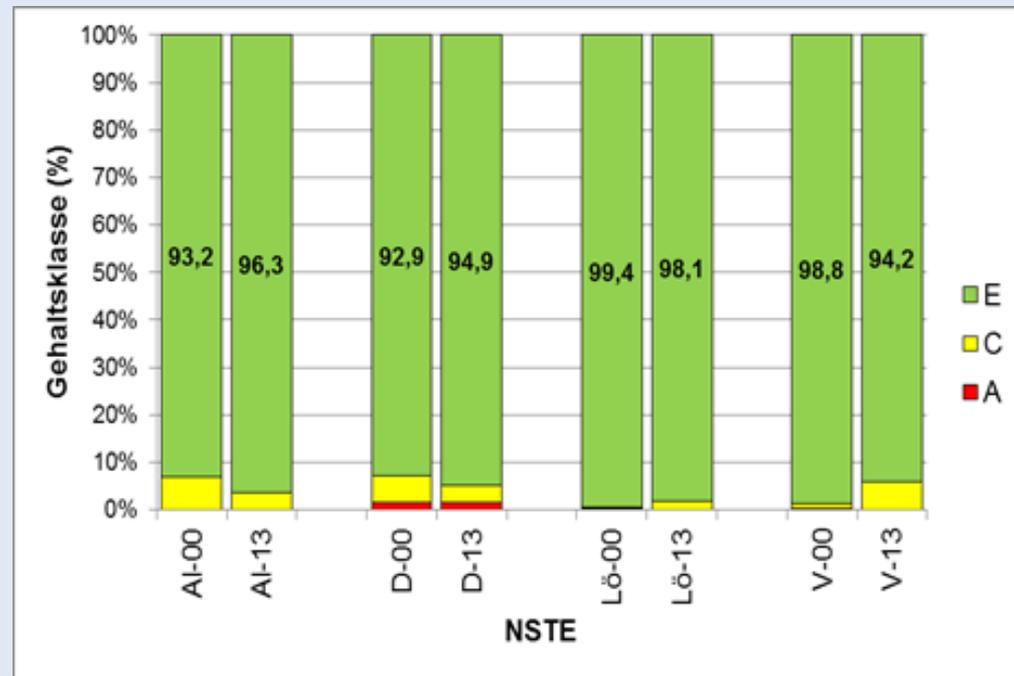
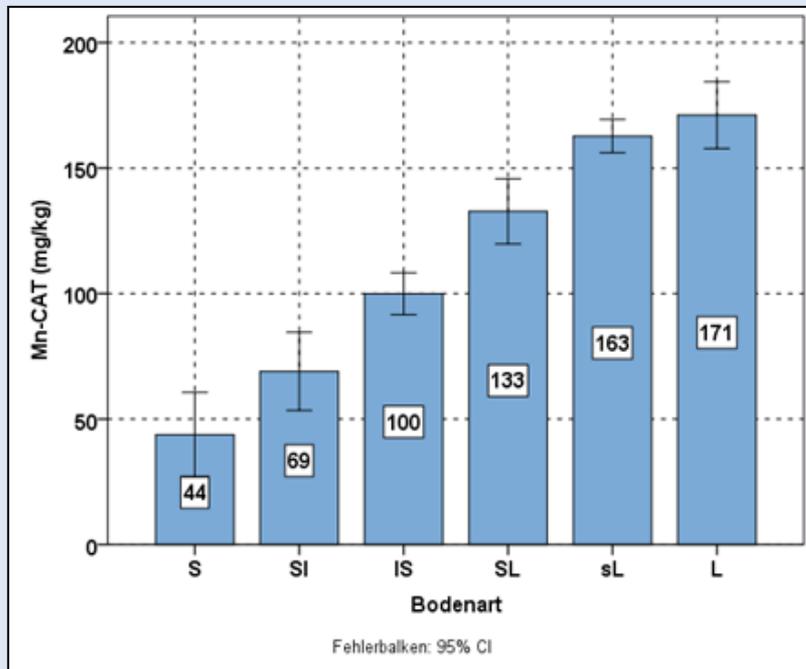
Versorgung sächsischer Böden mit Mangan

Untersuchungsmethode: CAT

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

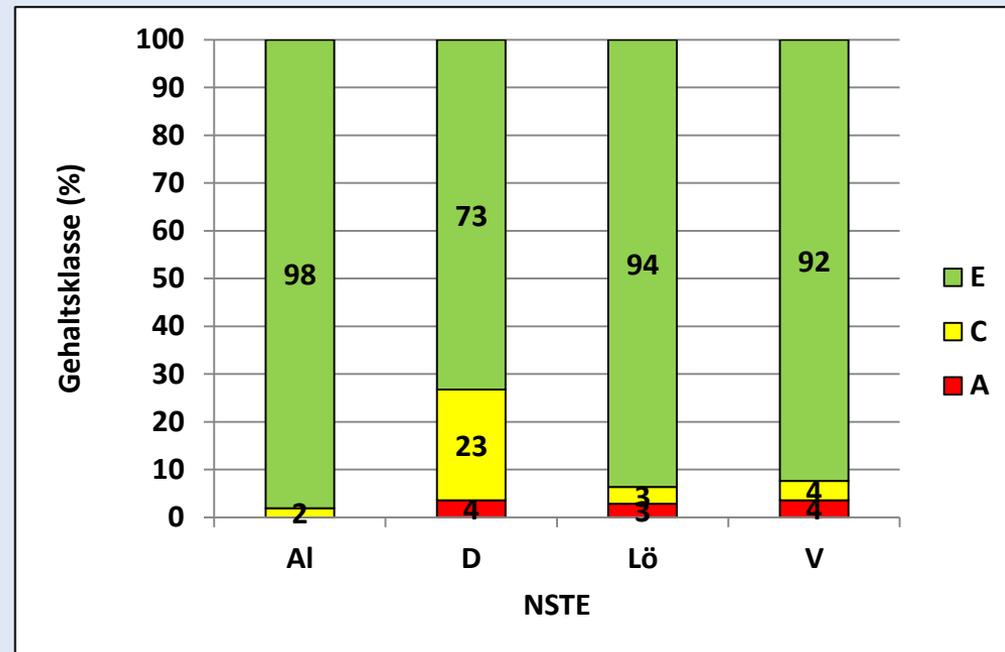
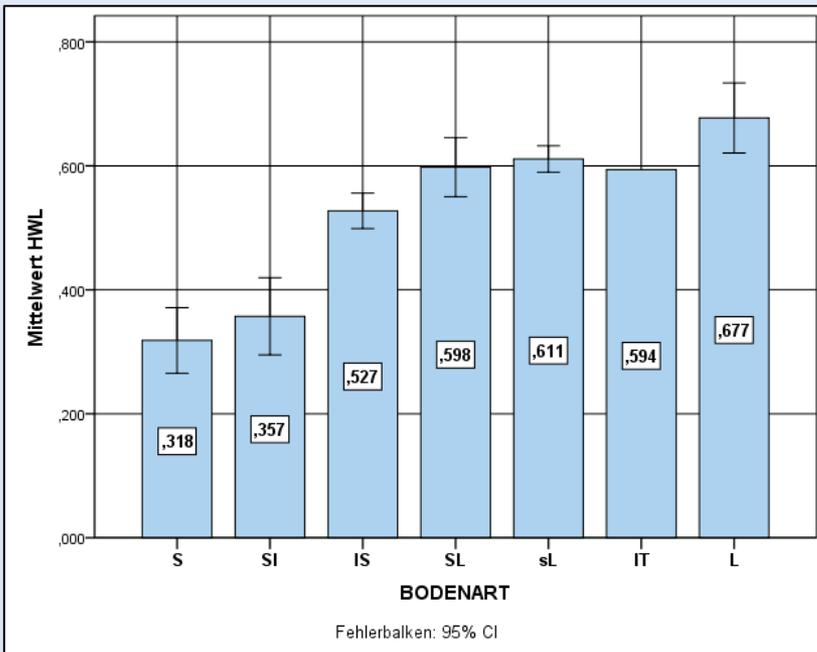
Vergleich zu Jahr 2000: stabil

Handlungsbedarf: nein



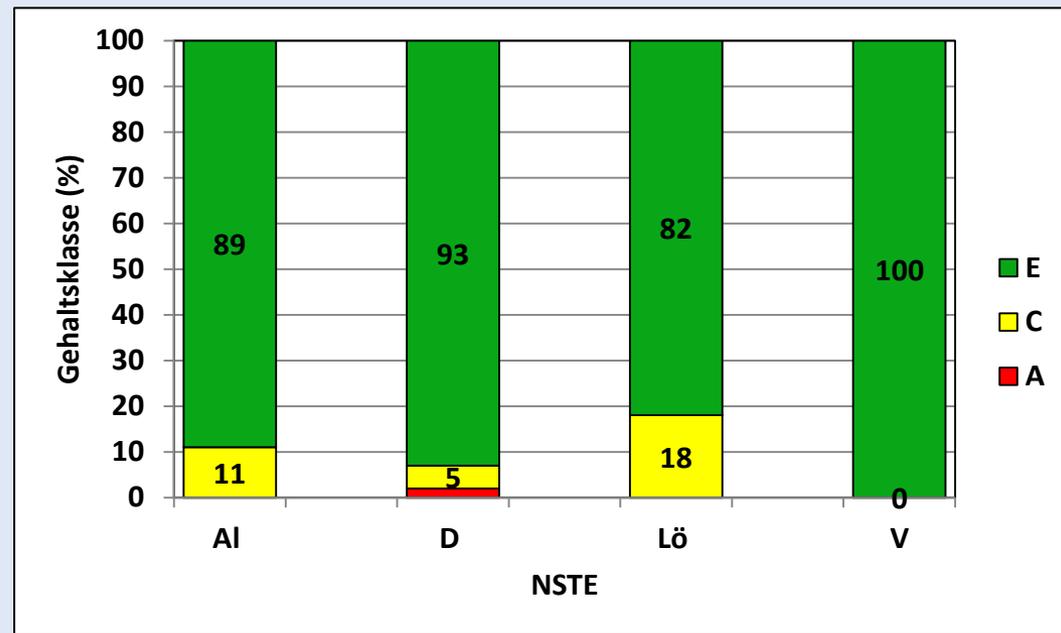
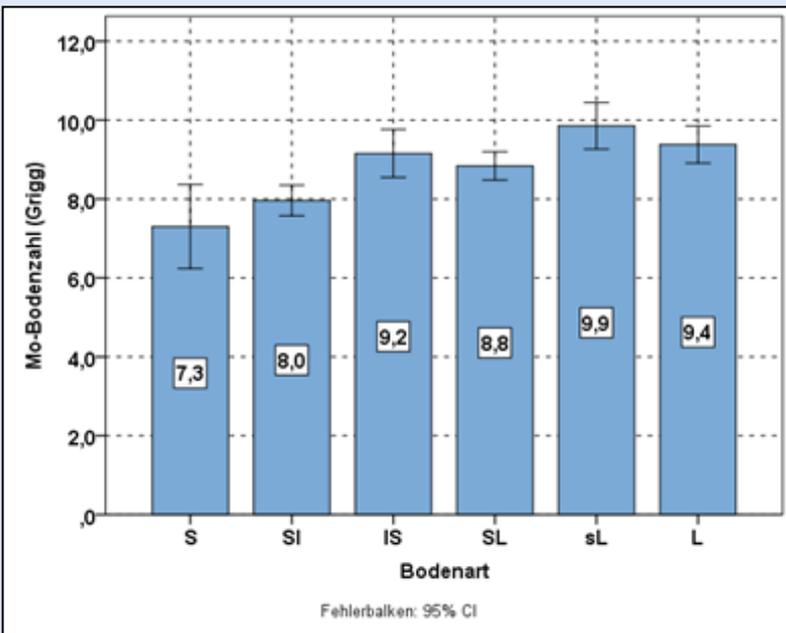
Versorgung sächsischer Böden mit Bor

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

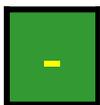
Gehaltsklassen für die Mikronährstoffbodenuntersuchung (CAT-Methode oder klassische Verfahren)

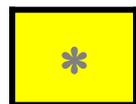
Gehalts- klasse	Düngungsempfehlung zu Kulturen mit		
	niedrigem Bedarf	mittlerem Bedarf	hohem Bedarf
A niedriger Gehalt	nein	nein *)	ja deutlicher, z. T. signifikanter Mehrertrag
C mittlerer Gehalt	nein	nein	ja nein (wenn Ernährung durch andere Faktoren gesichert ist)
E hoher Gehalt	nein	nein	nein

*) = 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	**	*	**	*	*

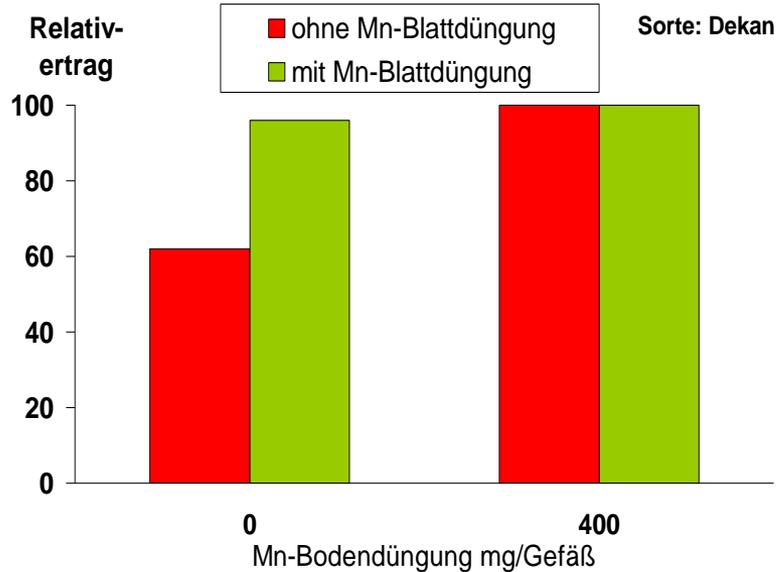
 = niedrig

 = mittel

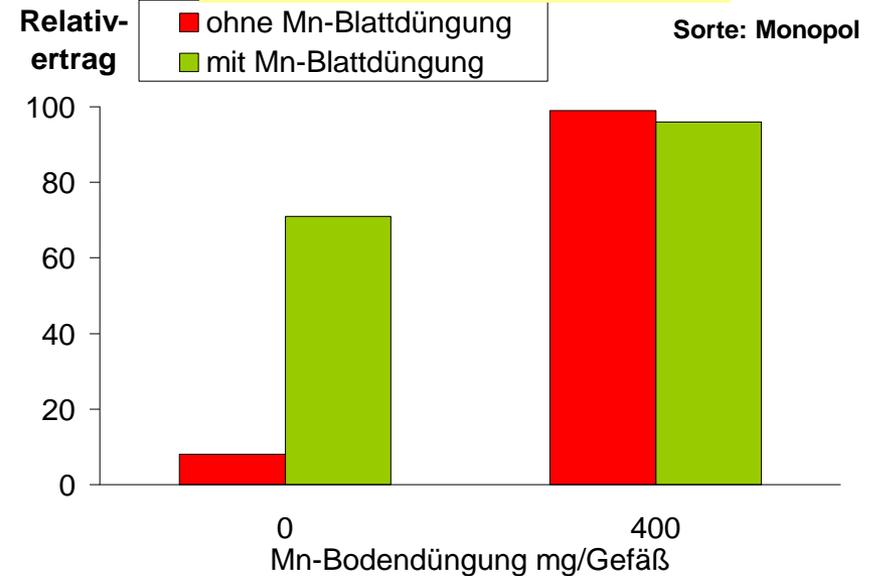
 = hoch

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

Mn-effiziente Sorte



Mn-ineffiziente Sorte



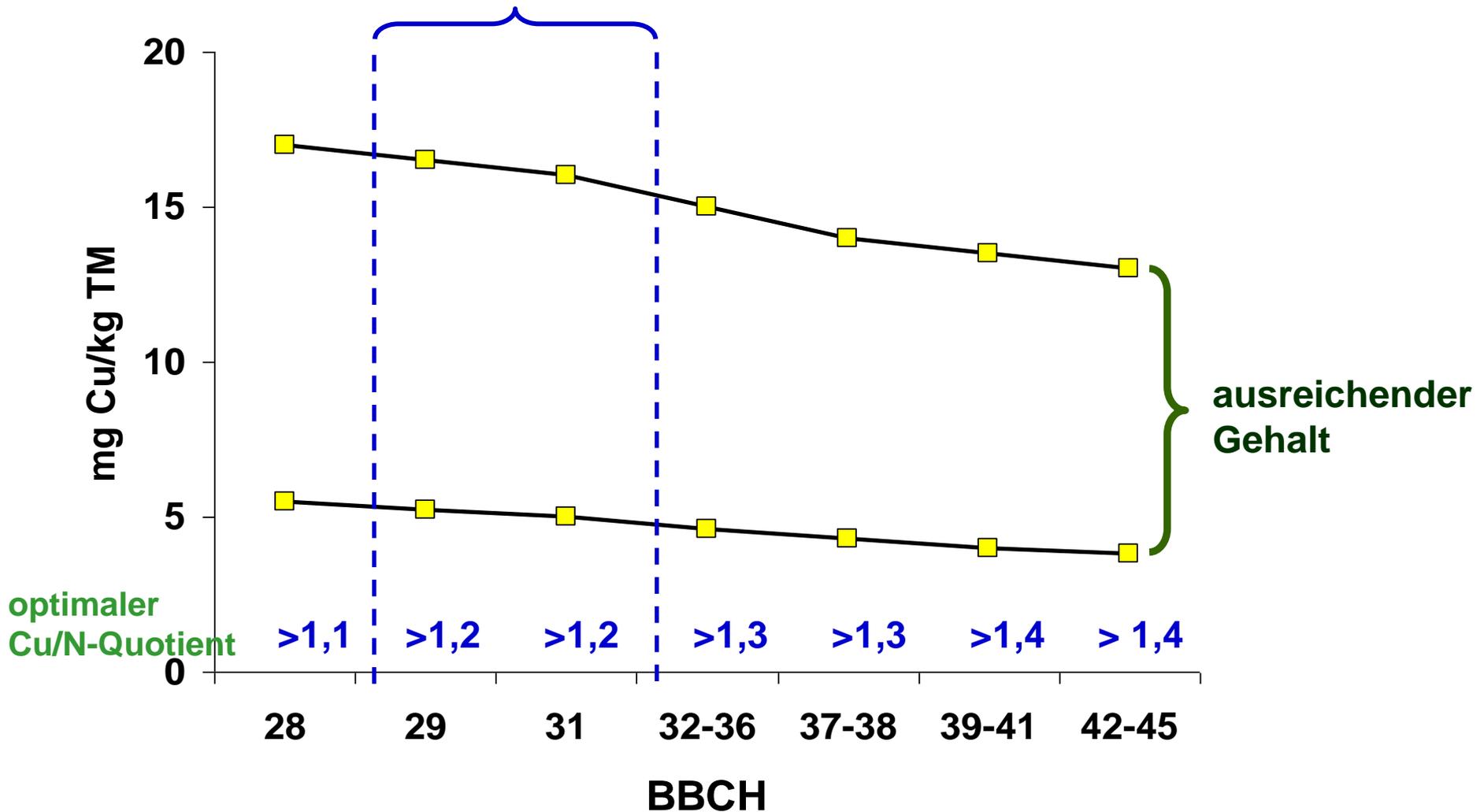
Ausreichende Mn-Ernährung fördert die Resistenz gegenüber Mehltau

- 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



THÜRINGER LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT

VISUPLANT

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

Einführung

- ▶ 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)

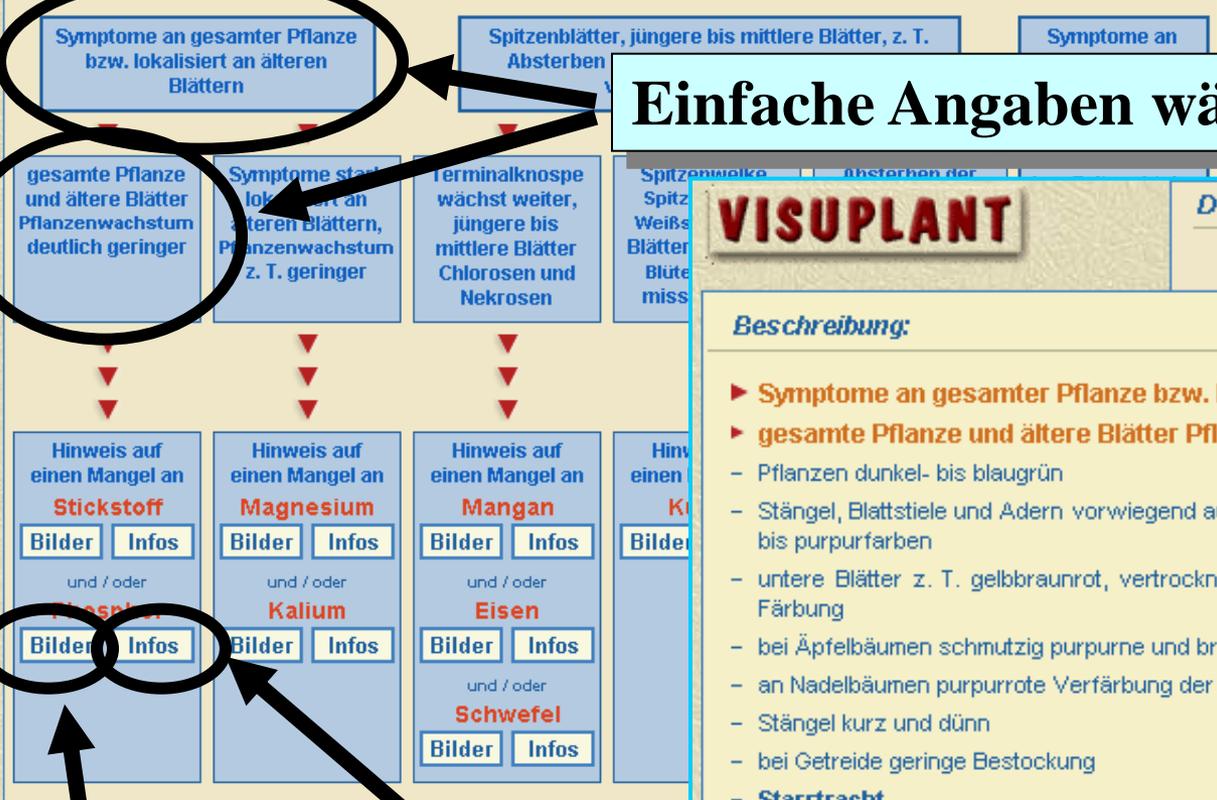
VISUPLANT

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:

<i>pH-Wert</i>	◀◀ sauer	◀◀◀ neutral	▶▶▶▶ basisch ▶▶
<i>Verfügbarkeit</i>	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

Mikronährstoff	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.

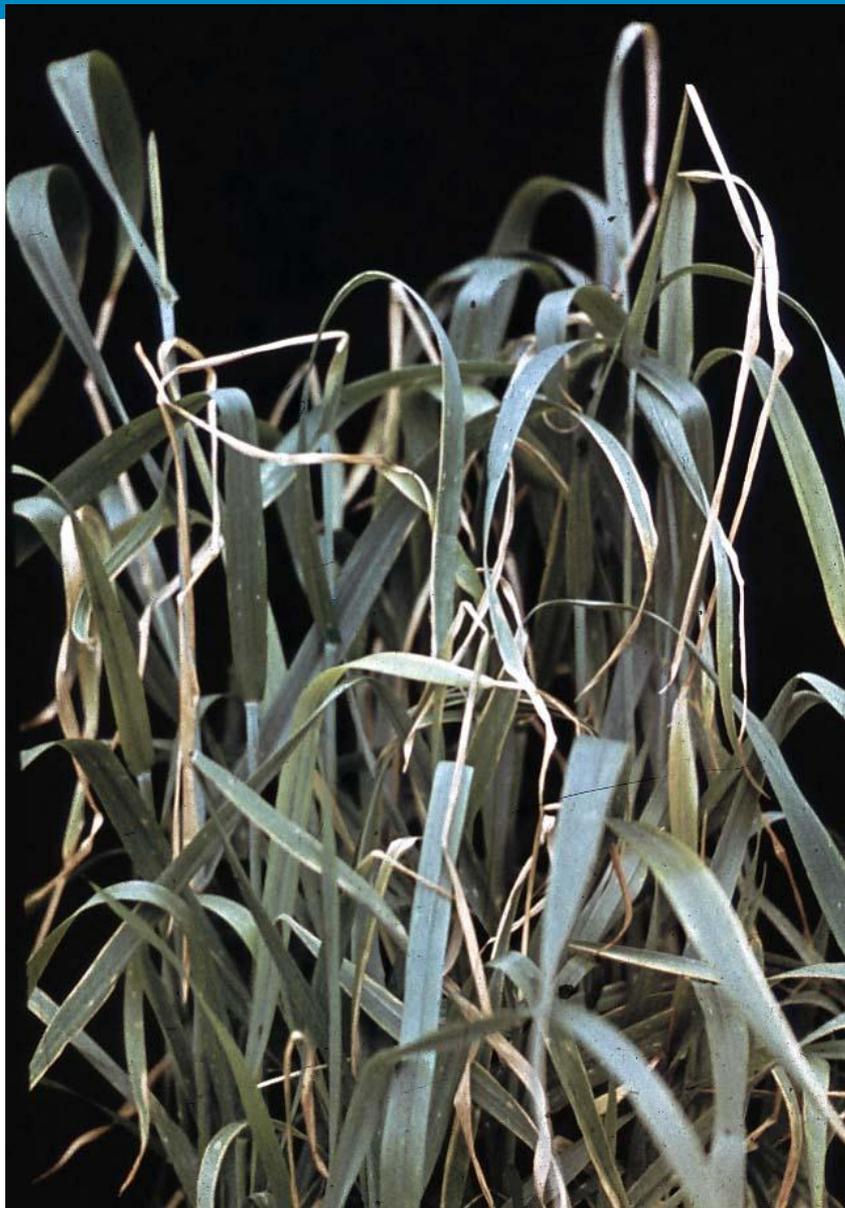
Springer Spektrum Verlag

ISBN 978-3-8274-2939-1

932 Abbildungen!

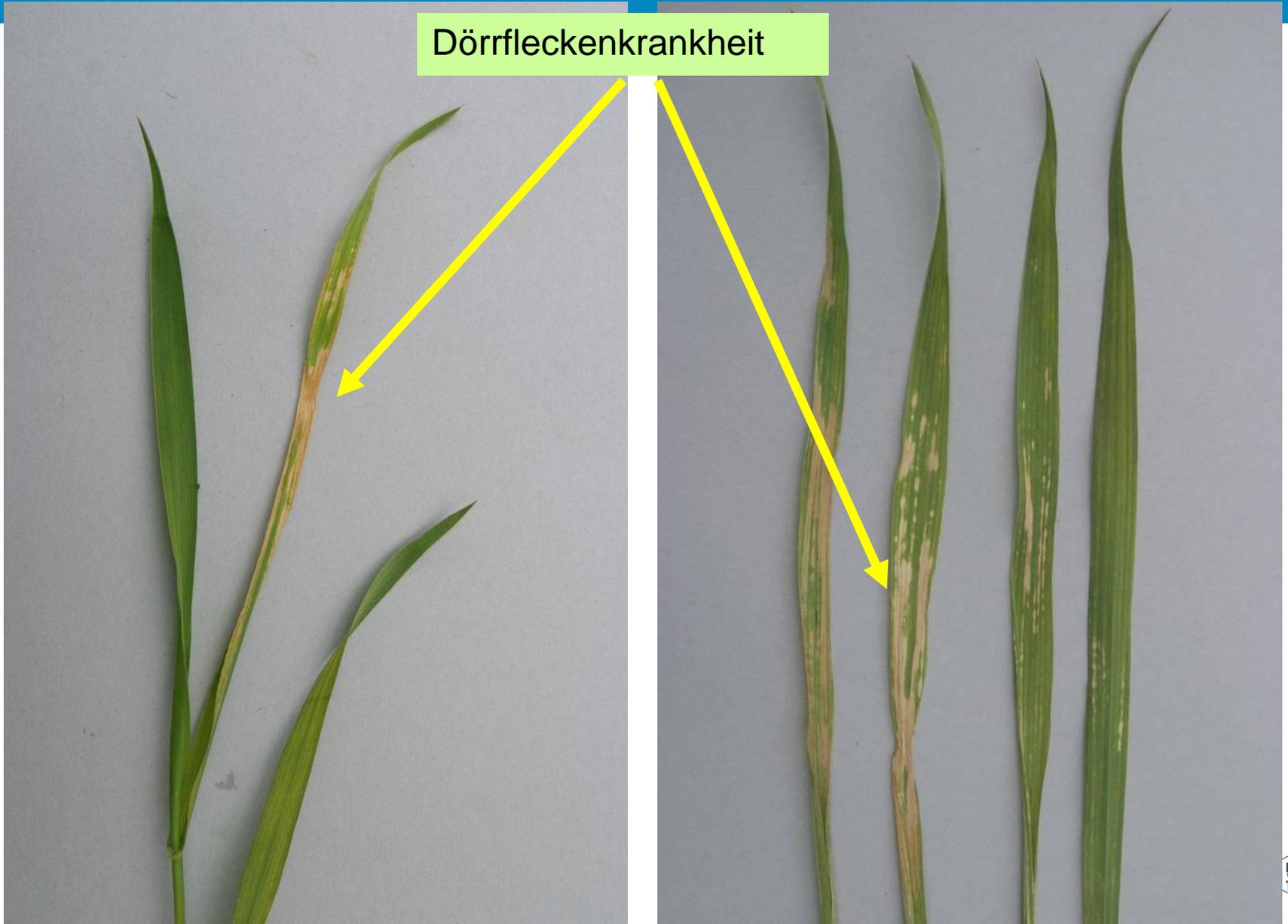
2., überarb. u. erg. Aufl. 2013, IV, 370 S.

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

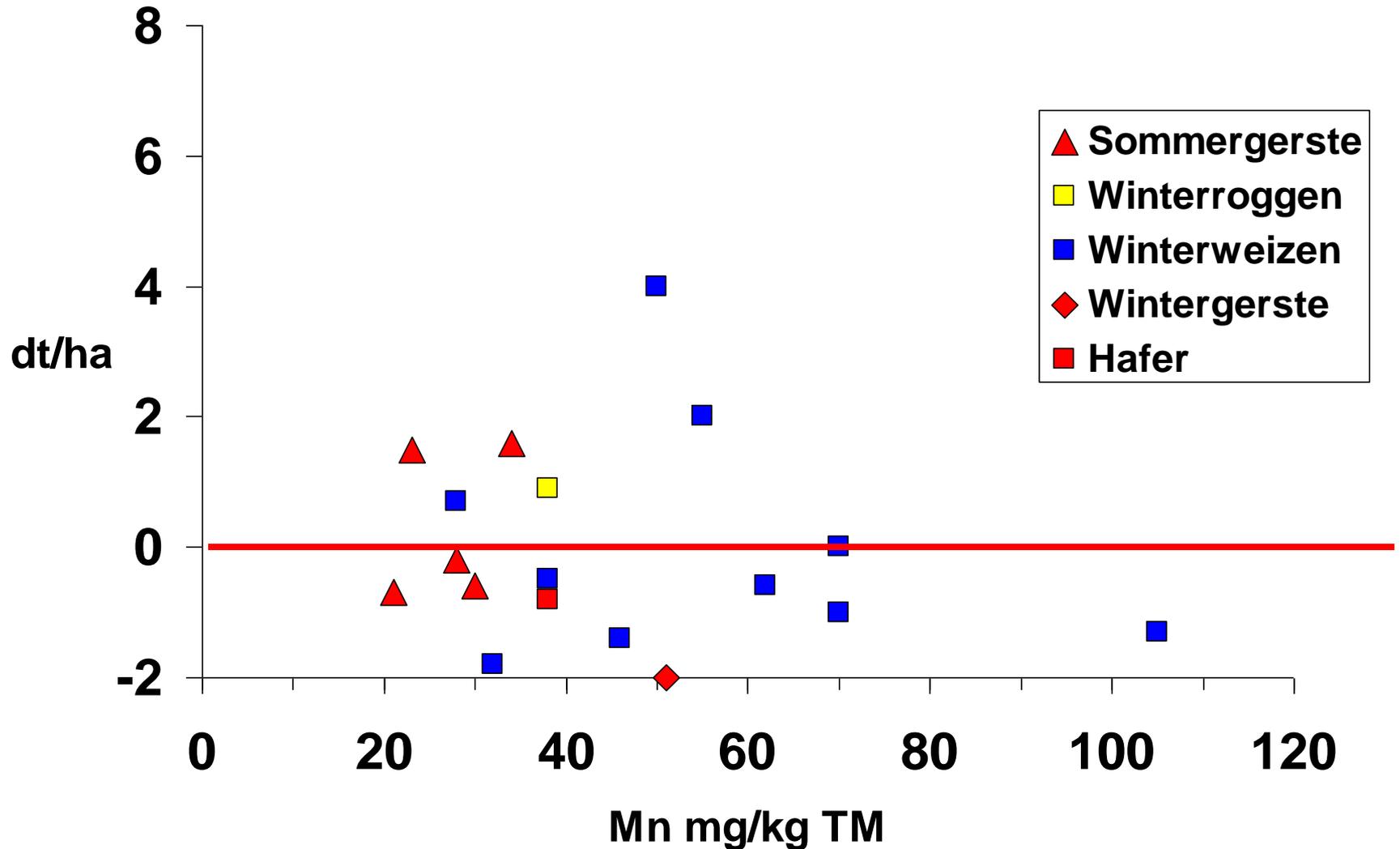
Standorte mit Cu- Gehaltsklasse C – E

Anzahl Versuchsernten:

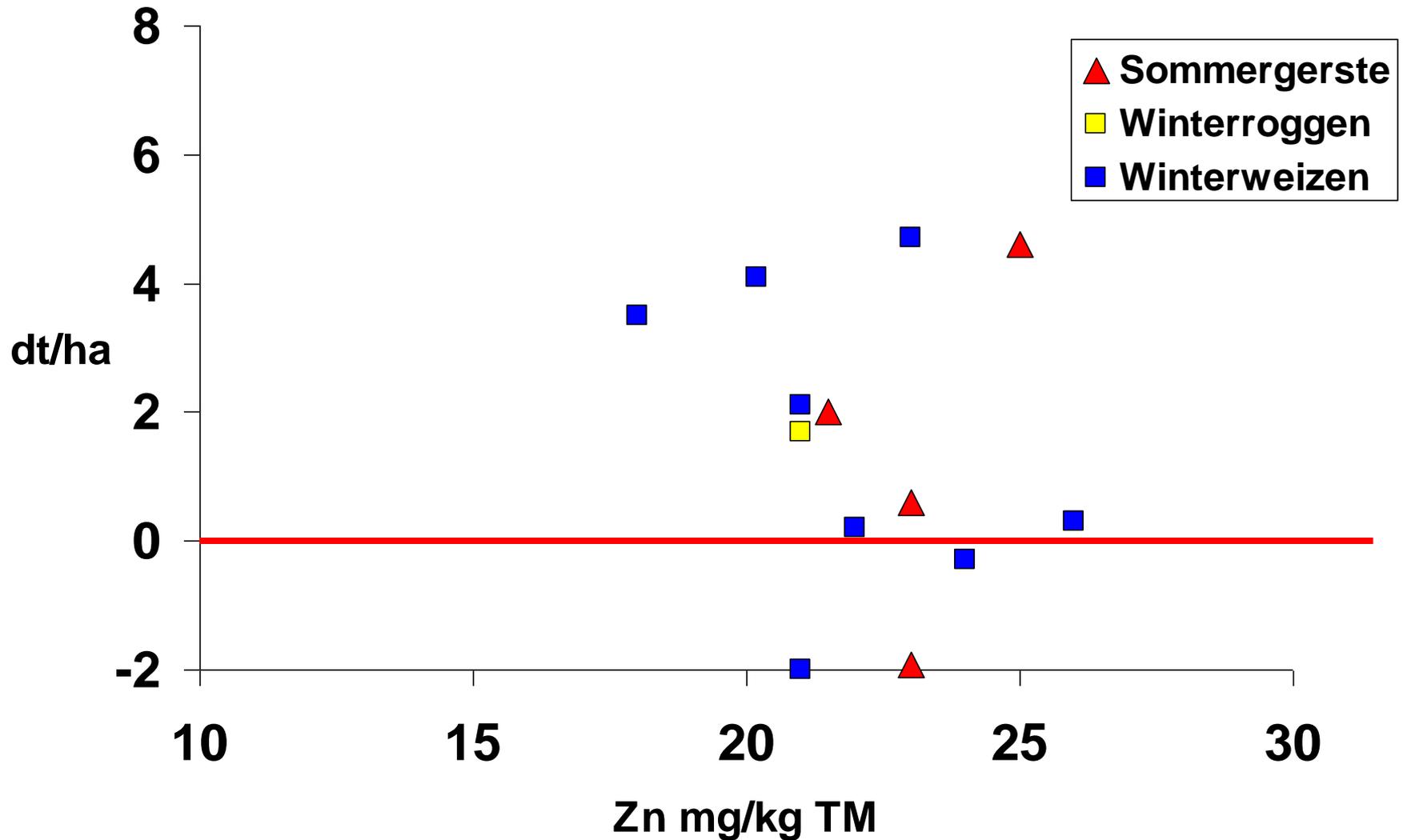
Winterweizen:	19
Sommergerste:	8
Wintergerste:	3
Hafer:	1

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 (Sorptions 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**

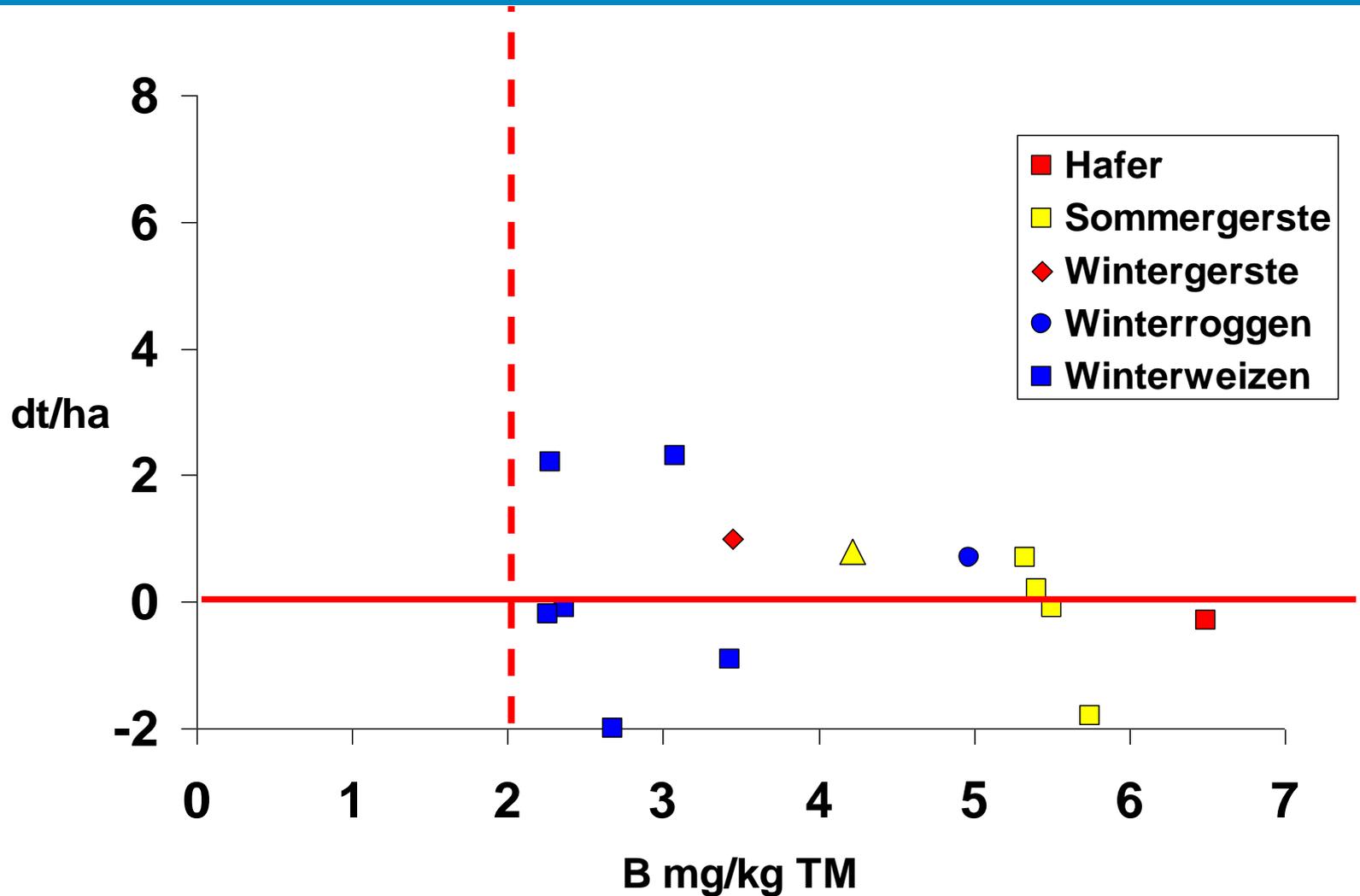
**gesunde
Weizenähren**



**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 pflanzenartsspezifische 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