

Diagnose der Mikronährstoff-Versorgung

Ewald Schnug



Warum überhaupt DIAGNOSE?

Wahr und unwahr:

Wahr ist:

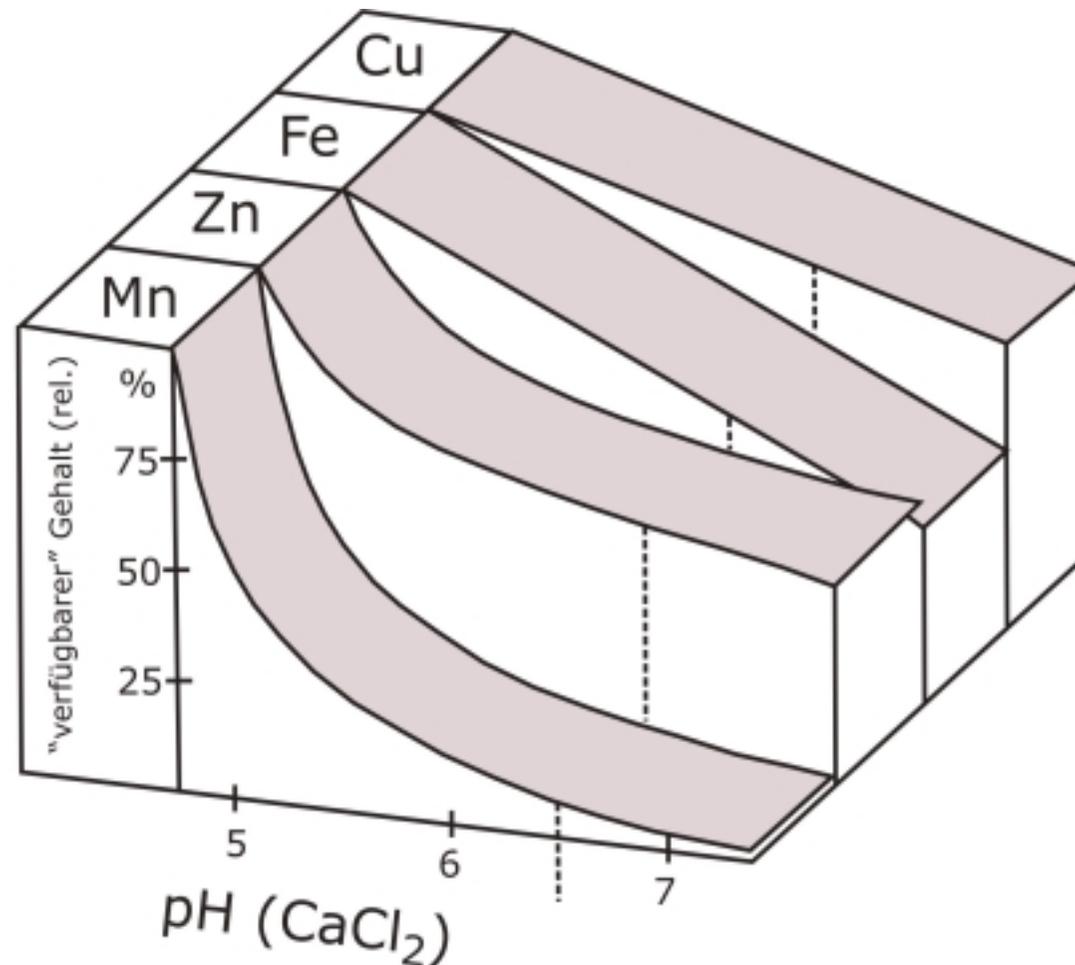
Mikronährstoff-Mangel ist „überall und nirgends“, aber nicht ubiquitär.

Mikronährstoffe sind häufig in großen Mengen am Standort vorhanden, aber nicht verfügbar.

Mikronährstoffe: Vorrat – Verfügbarkeit – Entzug (Relationen)

Element	Gesamtgehalt im Boden (0-30 cm) (g)	davon „verfügbar“ (DTPA) (0-30 cm) (g)	Entzug einer Ernte (g)
Fe	60.000.000	60.000	1000
Mn	6.000.000	15.000	500
Zn	600.000	6.000	200
Cu	60.000	3.000	50
B	60.000	3.000	25
Mo	6.000	300	2

"Diagnose der Mikronährstoff-Versorgung"



“Verfügbare” (DTPA) Spurennährstoffe in einer schleswig-holsteinischen Braunerde als Funktion des pH-Wertes (----- pH 6.5=pH-Ziel für sL)

Warum überhaupt DIAGNOSE?

Wahr und unwahr:

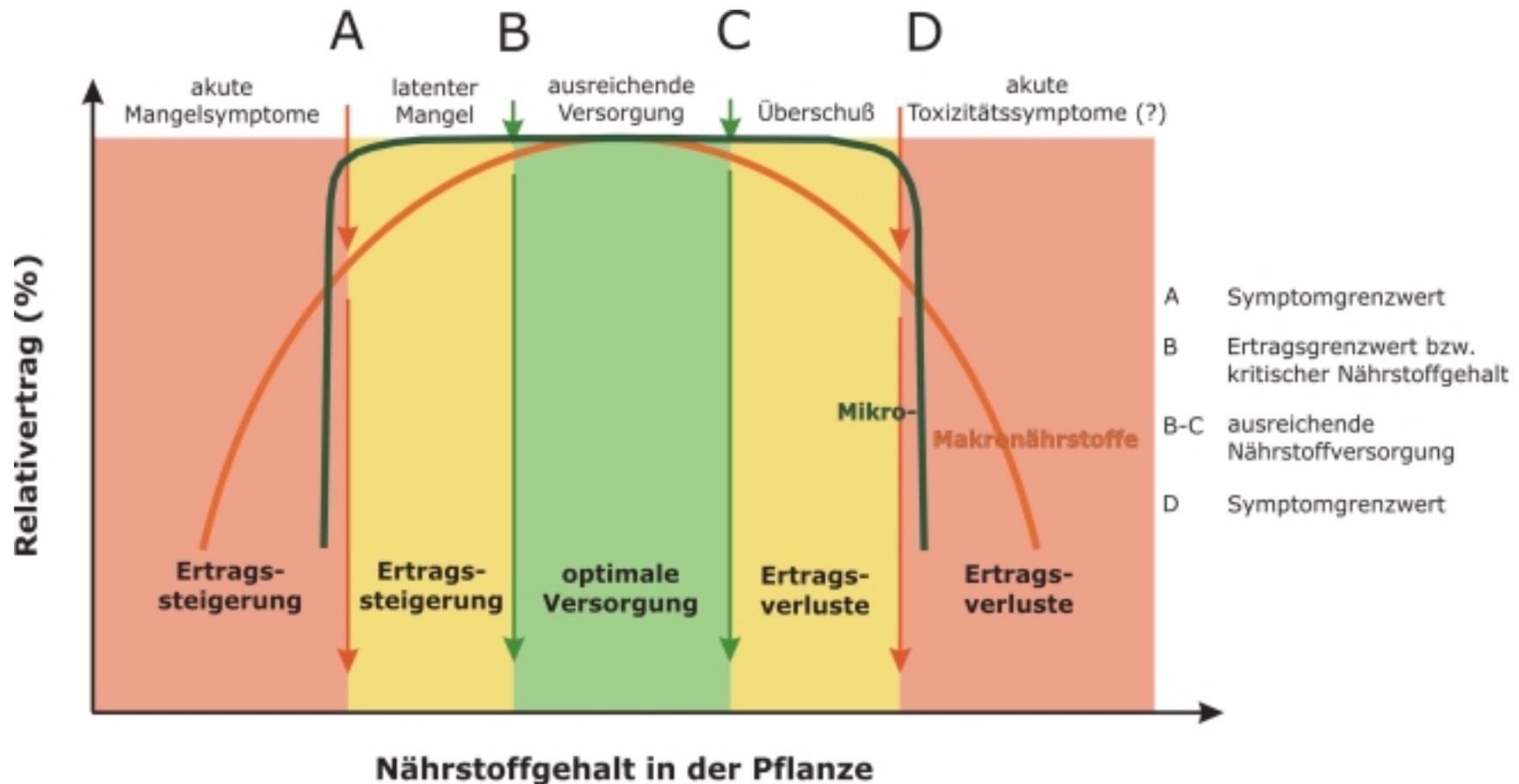
Unwahr ist die Behauptung:

„Verborgener (Mikronährstoff-) Mangel ist weit verbreitet“

Verborgenen Mikronährstoff-Mangel gibt es faktisch nicht, d.h. Mikronährstoff-Mangel macht sich weniger durch Leistungsabfall, denn durch Leistungsausfall bemerkbar.

"Diagnose der Mikronährstoff-Versorgung"

Ertragsfunktionen von Makro- und Mikronährstoffen



Fazit: Bei Mikronährstoffen gibt es faktisch keinen latenten Mangel!

Welche Verfahren der Diagnose gibt es?

Visuelle Analyse

- Standortansprache (Rogasik)
- Bodenanalyse
- Pflanzenanalyse



"Diagnose der Mikronährstoff-Versorgung"



Visuelle Diagnose von Mikronährstoff-Mangel





Durch Kupfertoizität induzierter Eisenmangel

Informationstag Mikronährstoff-Düngung am 25. November 2004

"Diagnose der Mikronährstoff-Versorgung"



"Diagnose der Mikronährstoff-Versorgung"

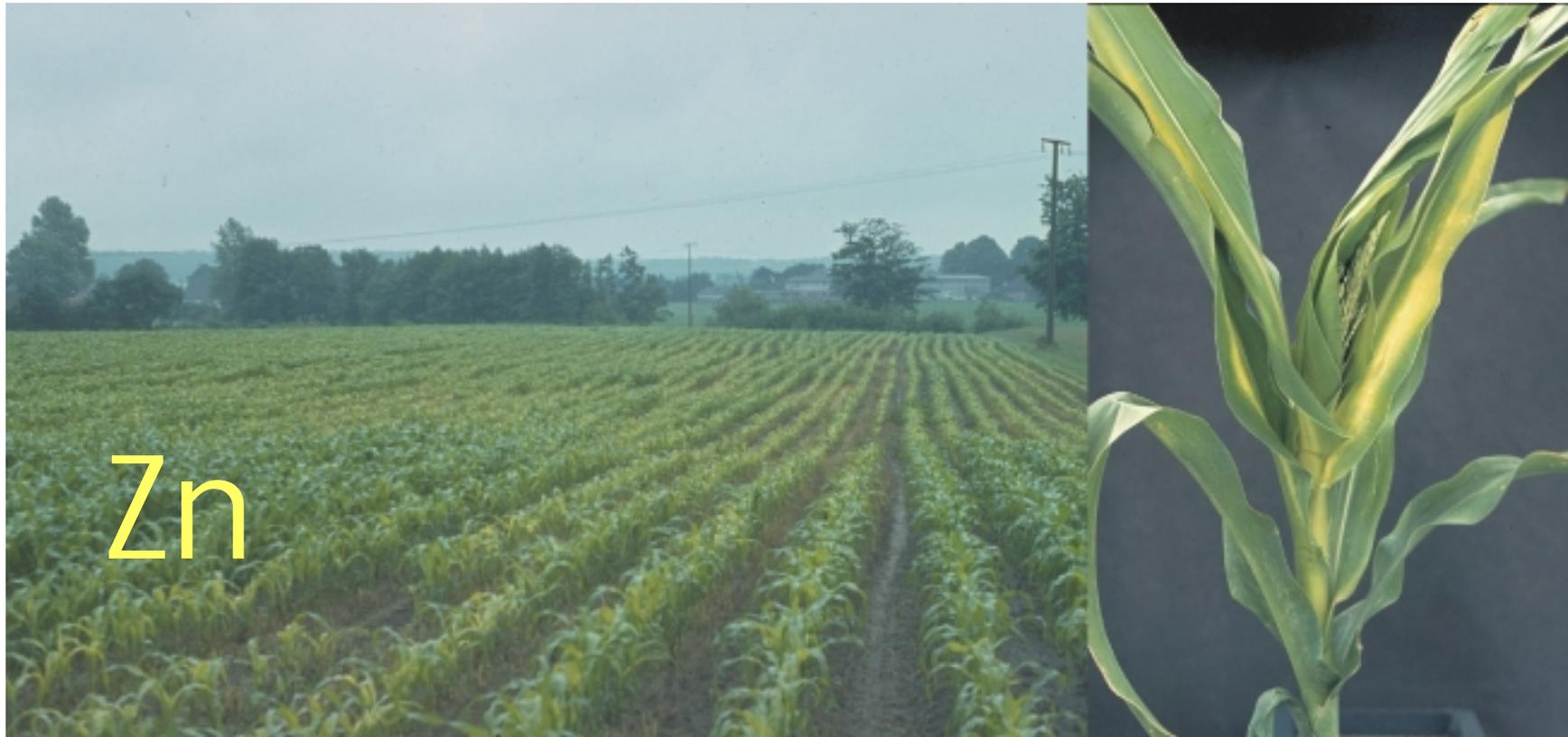


Dörrflecken - Manganmangel an Hafer

"Diagnose der Mikronährstoff-Versorgung"

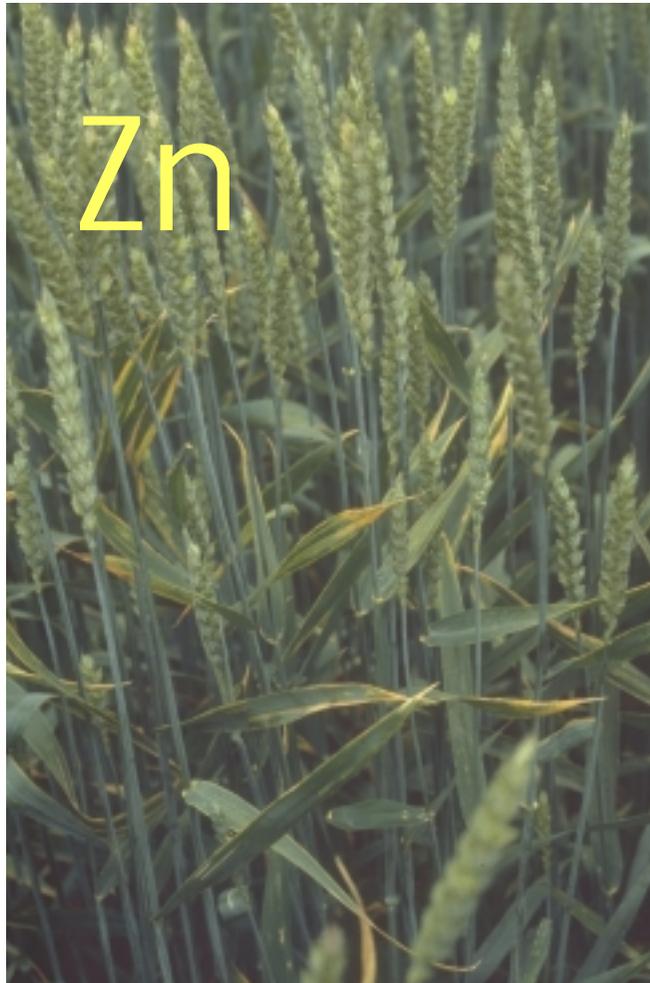


Manganmangel an Weizen



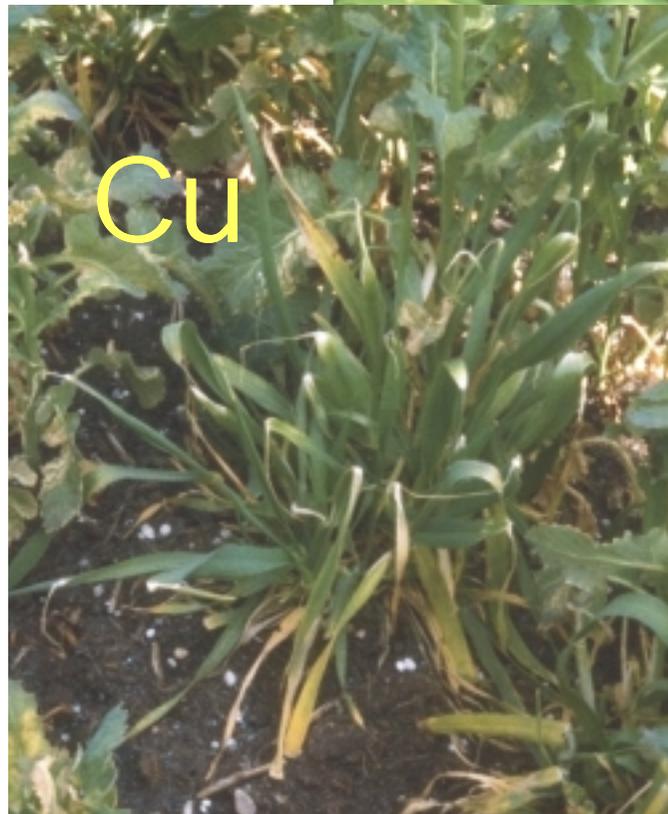
Zinkmangel an Mais

"Diagnose der Mikronährstoff-Versorgung"



Durch Mn-Blattdüngung induzierter Zn-Mangel an Weizen

"Diagnose der Mikronährstoff-Versorgung"



Kupfermangel
an
Wintergerste

Frostschaden an
Wintergerste

"Diagnose der Mikronährstoff-Versorgung"



Molybdänmangel an Kruziferen

Fazit visuelle Diagnose:

Symptome akuten Mikronährstoff-Mangels sind

- wenig spezifisch und daher
- als Indikatoren zur aktuellen Düngungsplanung unbrauchbar, aber
- hilfreich im Rahmen der Standortanamnese.

Bodenanalyse

-

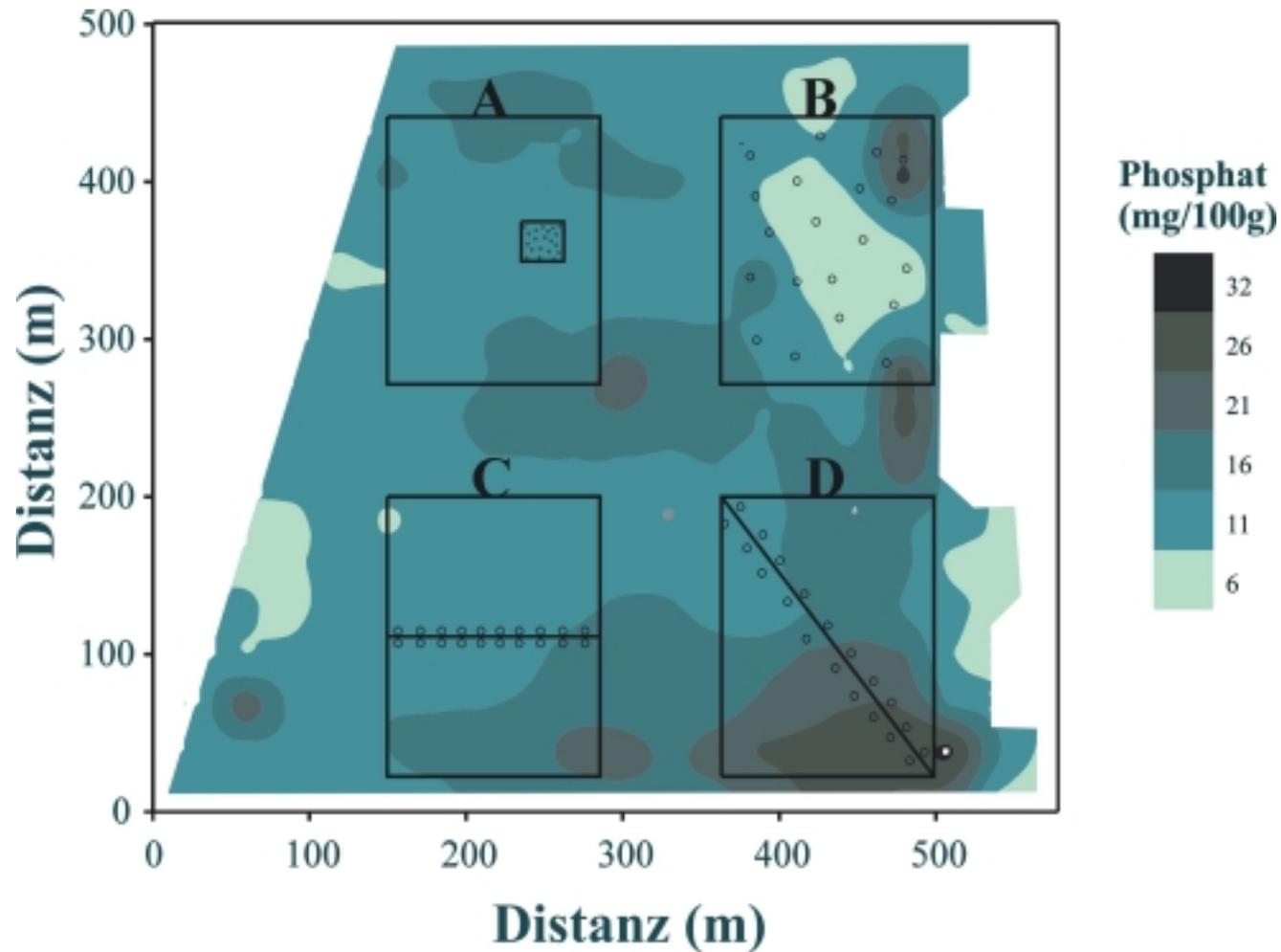
Probennahme

- Methoden

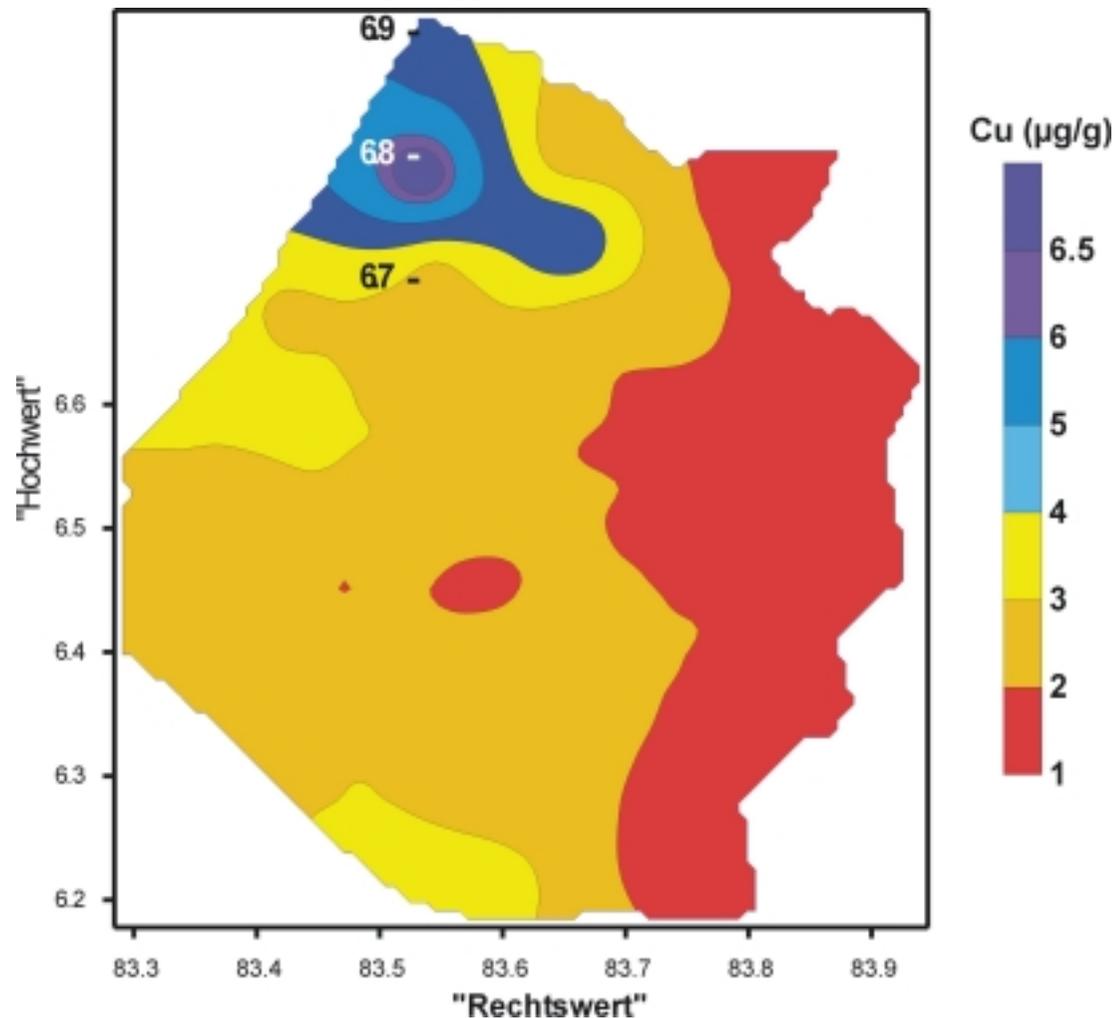
- Kalibrierung



Strategien zur Probennahme



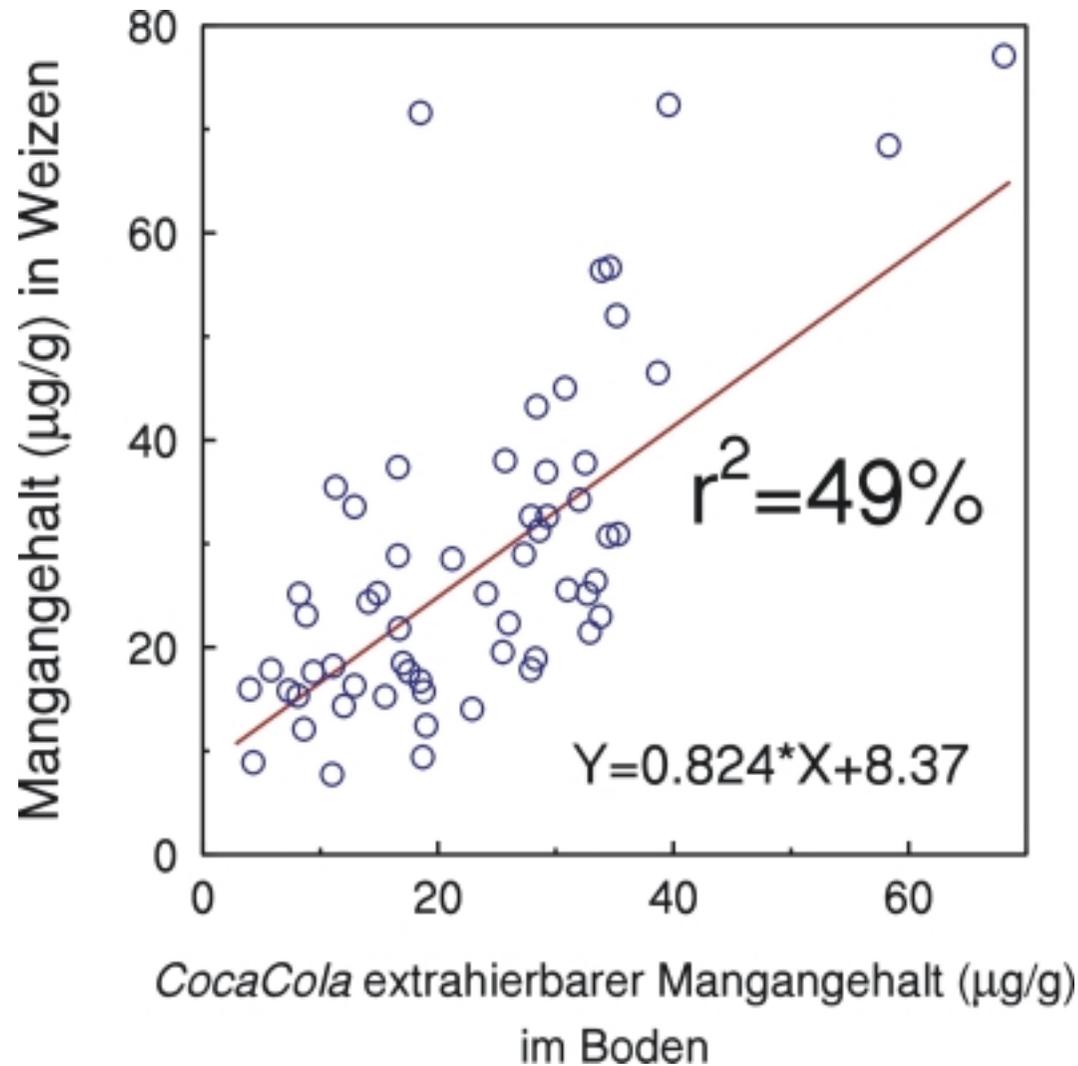
"Diagnose der Mikronährstoff-Versorgung"



Insbesondere bei Cu
empfiehlt sich eine räumliche
Aufschlüsselung von
Bodenuntersuchungs-
ergebnissen!

Räumliche Variabilität der verfügbaren Kupfergehalte (Westerhoff) im Boden
(Kühren, Schleswig-Holstein)

"Diagnose der Mikronährstoff-Versorgung"



Methoden zur
Bodenuntersuchung auf
Mikronährstoffe:

Einzelmethoden:

Mn: Schachtschabel / CC

Cu/Zn: Westerhoff

B: Truog

Mehrelementmethoden:

AAAc-EDTA (Lakanen & Erviö)

(CAT n. VDLUFA)

Fazit Bodenanalyse:

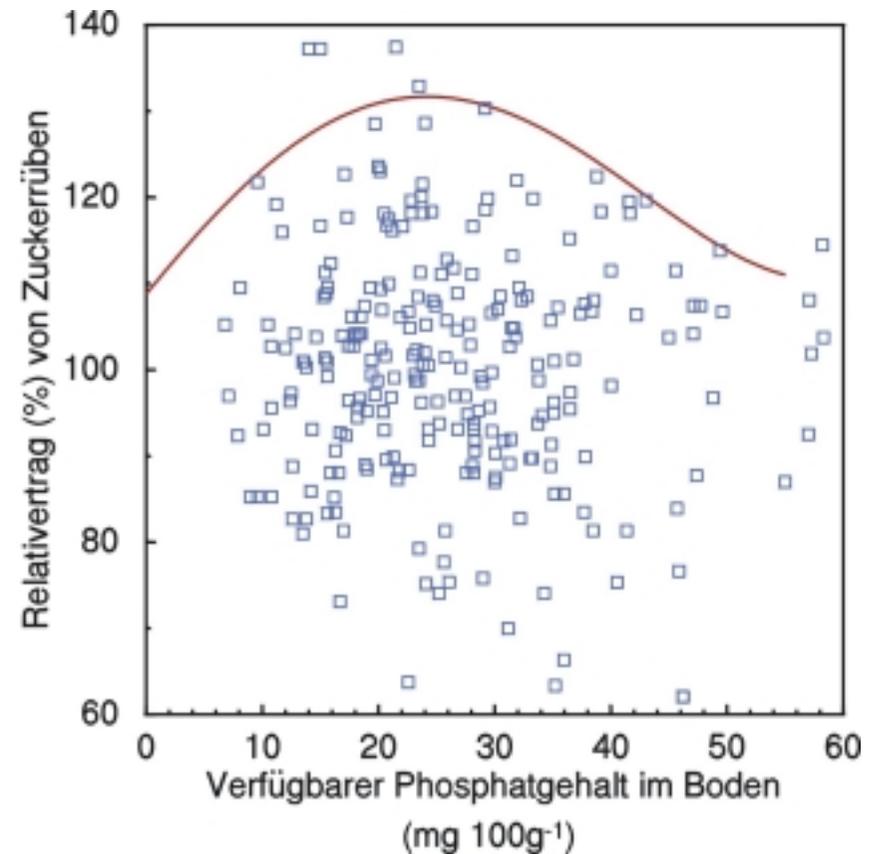
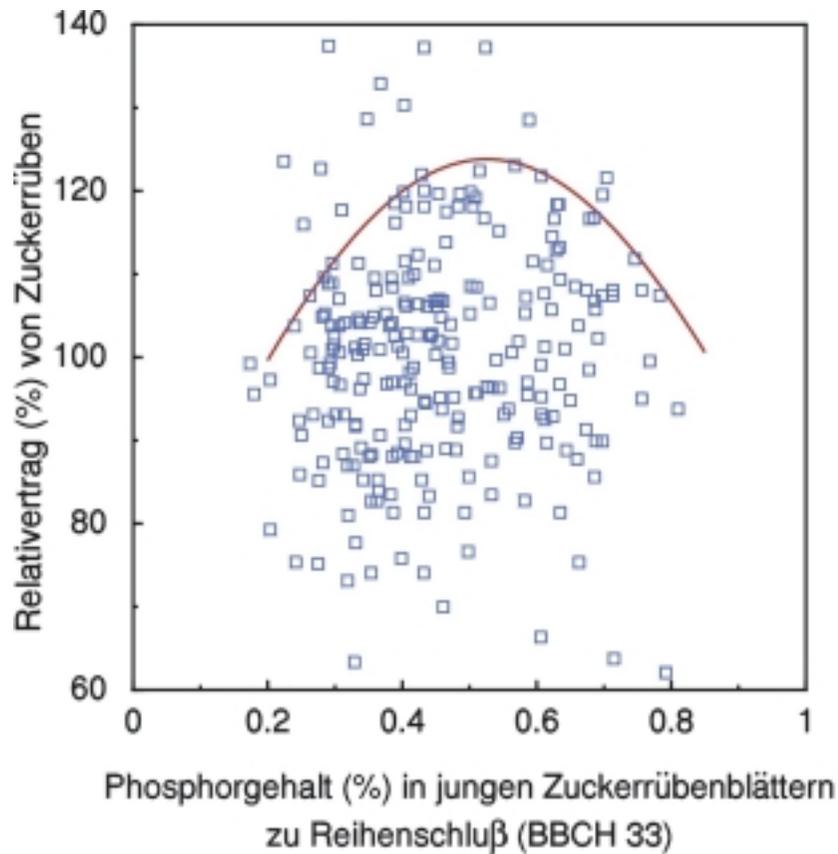
- macht wenig Sinn bei stark pH-abhängigen Mikronährstoffen (Fe, Mn),
- ist aussagekräftig bei Cu (Westerhoff) und B (Heißwasser),
- erfordert bei Cu wegen der hohen räumlichen Variabilität der Verfügbarkeit die geocodierte Entnahme von Proben für regionalisierte Aussagen,
- mit korrekt kalibrierten und angepassten Methoden ist behelfsmäßig kalibrierten „Multi-Methoden“ vorzuziehen.

Pflanzenanalyse

- Probennahme
- Methoden
- Kalibrierung



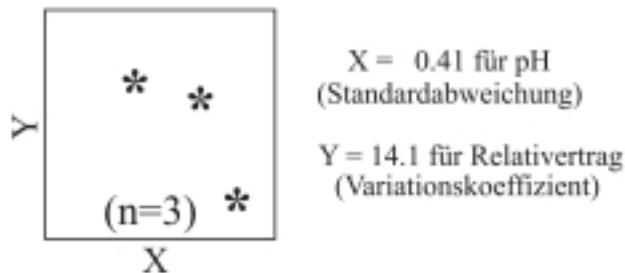
"Diagnose der Mikronährstoff-Versorgung"



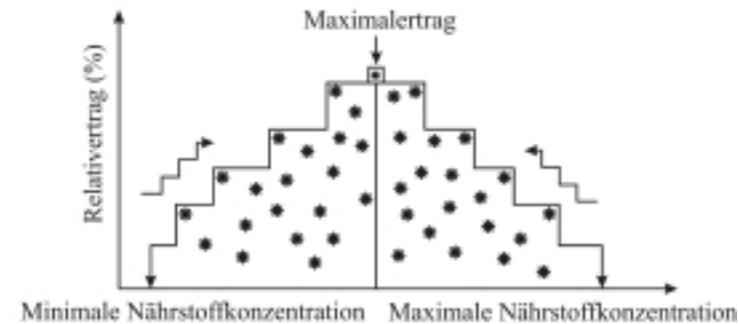
Prinzip der oberen Grenzlinie am Beispiel Phosphorgehalte in der Pflanze bzw. Phosphatgehalte im Boden

"Diagnose der Mikronährstoff-Versorgung"

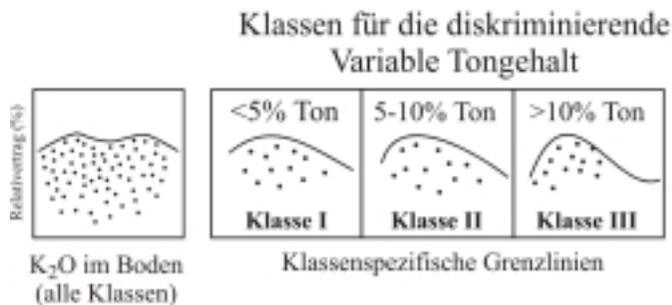
(a) Identifizierung von Ausreißern



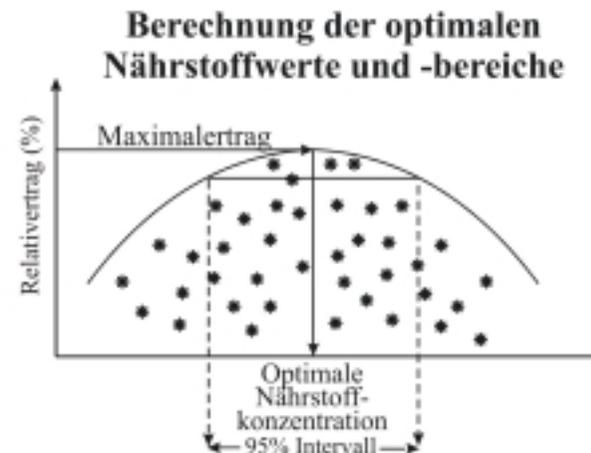
(c) Berechnung der Stufenfunktion



(b) Diskriminierung gegen eine dritte Variable



(d) Bestimmung der oberen Grenzlinie und Berechnung der optimalen Nährstoffwerte und -bereiche



Prinzip des Boundary Line Development Systems (BOLIDES)

"Diagnose der Mikronährstoff-Versorgung"

Obere Grenzfunktionsfunktionen für Mikronährstoffgehalte in Pflanzen und Böden
sowie optimale Versorgungsbereiche für Zuckerrüben

(Felderhebungsuntersuchungen in Deutschland und Dänemark; Haneklaus & Schnug 1998)

Parameter	Obere Grenzfunktionsfunktionen (validierter Nährstoffbereich)	Optimaler Nährstoffbereich
Nährstoffgehalte in Pflanzen ($\mu\text{g g}^{-1}$)		
Fe	$Y = -1.389e-13 \cdot X^6 + 2.700e-10 \cdot X^5 - 2.068e-7 \cdot X^4 + 7.923e-5 \cdot X^3 - 0.0159 \cdot X^2 + 1.548 \cdot X + 78.630$ (50-550)	80 - 200
Mn	$Y = -1.670e-6 \cdot X^4 + 5.170e-4 \cdot X^3 - 0.0565 \cdot X^2 + 2.272 \cdot X + 102.497$ (5-120)	20 - 50
Zn	$Y = 5.599e-6 \cdot X^4 - 5.807e-4 \cdot X^3 - 0.0298 \cdot X^2 + 4.315 \cdot X + 26.334$ (20-74)	40 - 60
Cu	$Y = 2.144e-4 \cdot X^4 - 0.010 \cdot X^3 + 0.0032 \cdot X^2 + 4.067 \cdot X + 86.802$ (3-24)	10 - 20
B	$Y = 3.868e-5 \cdot X^4 - 0.00485 \cdot X^3 + 0.169 \cdot X^2 - 1.105 \cdot X + 109.09$ (15-55)	24 - 40
Verfügbare Nährstoffgehalte in Böden ($\mu\text{g g}^{-1}$)		
Fe	$Y = 3.996e-9 \cdot X^5 - 2.338e-6 \cdot X^4 + 5.278e-4 \cdot X^3 - 0.058 \cdot X^2 + 2.985 \cdot X + 68.709$ (10-160)	30 - 100
Mn	$Y = -1.392e-7 \cdot X^6 + 2.449e-5 \cdot X^5 - 0.0017 \cdot X^4 + 0.0593 \cdot X^3 - 1.090 \cdot X^2 + 9.661 \cdot X + 95.891$ (1-51)	8 - 25
Zn	$Y = -0.0064 \cdot X^4 + 0.256 \cdot X^3 - 3.732 \cdot X^2 + 21.462 \cdot X + 82.987$ (2-16)	3 - 7
Cu	$Y = -0.005 \cdot X^4 + 0.233 \cdot X^3 - 3.617 \cdot X^2 + 19.875 \cdot X + 91.206$ (0.5-11)	3 - 7
B	$Y = -731.56 \cdot X^4 + 345.105 \cdot X^3 - 177.201 \cdot X^2 + 178.30 \cdot X + 88.868$ (0.1-0.6)	0.3 - 0.5
pH	$Y = 0.882 \cdot X^4 - 17.555 \cdot X^3 + 102.148 \cdot X^2 - 95.074 \cdot X - 332.717$ (4.8-7.2)	5.8 - 6.2

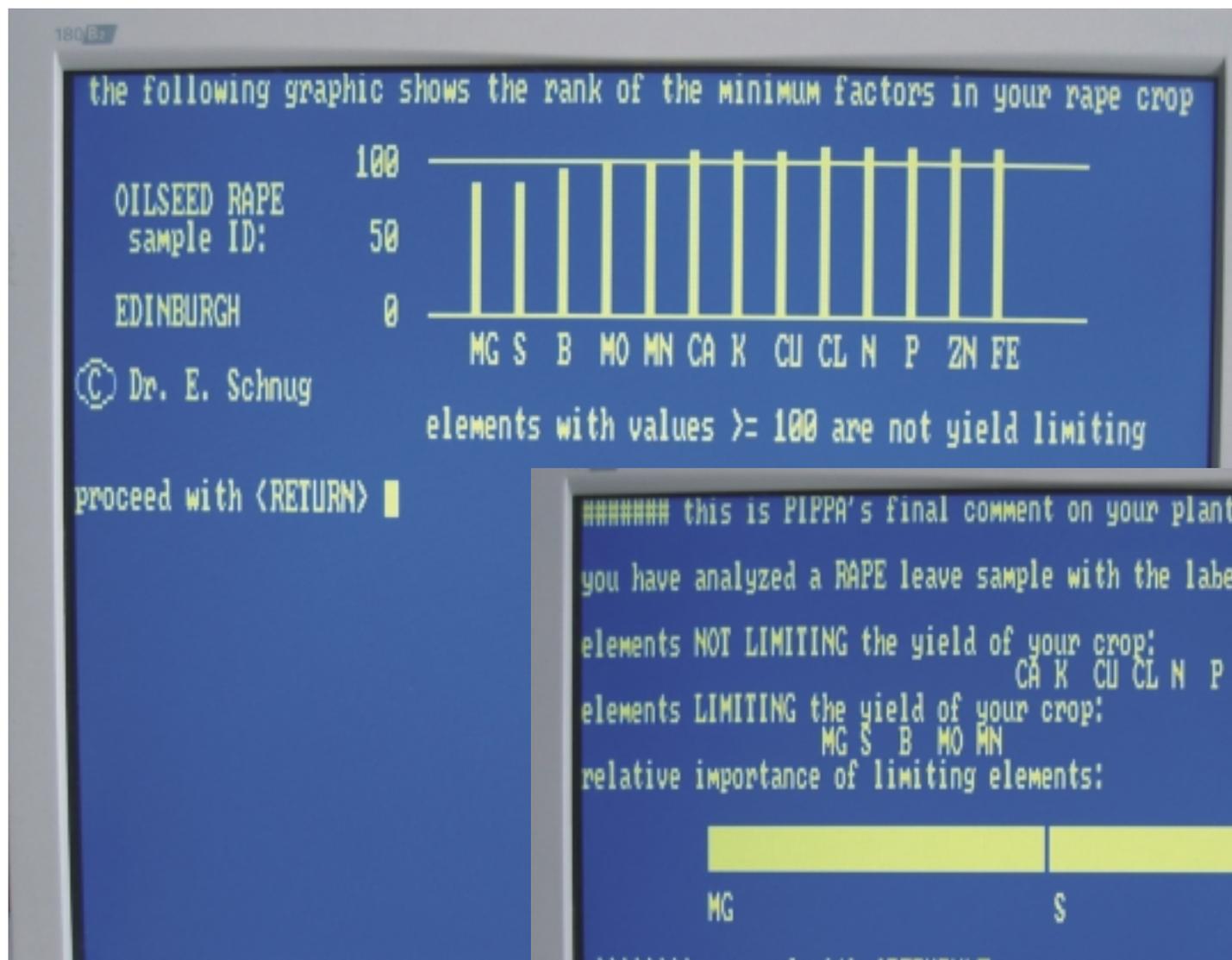
"Diagnose der Mikronährstoff-Versorgung"

Deskriptive Statistik und kritische Nährstoffgehalte als Ergebnis der Pflanzenanalyse von Zuckerrübenblattproben in Deutschland (D) und Dänemark (DK) (Haneklaus et al. 1998)

Nährelement	Variation Min - Max	Mittelwerte		Kritische Nährstoffgehalte ¹				Verteilung in Klassen in D und DK (%) ²			
		D	DK	A	B	C	D	<A	C	>D
	$\mu\text{g g}^{-1}$										
Fe	42.3 - 663.5	151.9	114.6	50	80	200	400	3	22	20	5
Mn	10.9 - 368.4	43.7	63.9	15	20	50	80	3	13	27	11
Zn	20.2 - 121.3	48.4	41.9	30	40	60	70	4	22	9	4
Cu	3.0 - 23.7	12.8	15.1	6	10	20	n.i. ³	13	24	5	
B	15.7 - 239.2	39.1	29.4	20	24	40	50	2	7	25	11

¹ Konzentration in jungen Blättern von Zuckerrüben zu Reihenschluß (BBCH 33; ²gerundete Werte; ³nicht identifiziert

"Diagnose der Mikronährstoff-Versorgung"



this is PIPPA's final comment on your plant analysis data

you have analyzed a RAPE leave sample with the label > EDINBURGH <

elements NOT LIMITING the yield of your crop:
CA K CU CL N P ZN FE

elements LIMITING the yield of your crop:
MG S B MO MN

relative importance of limiting elements:

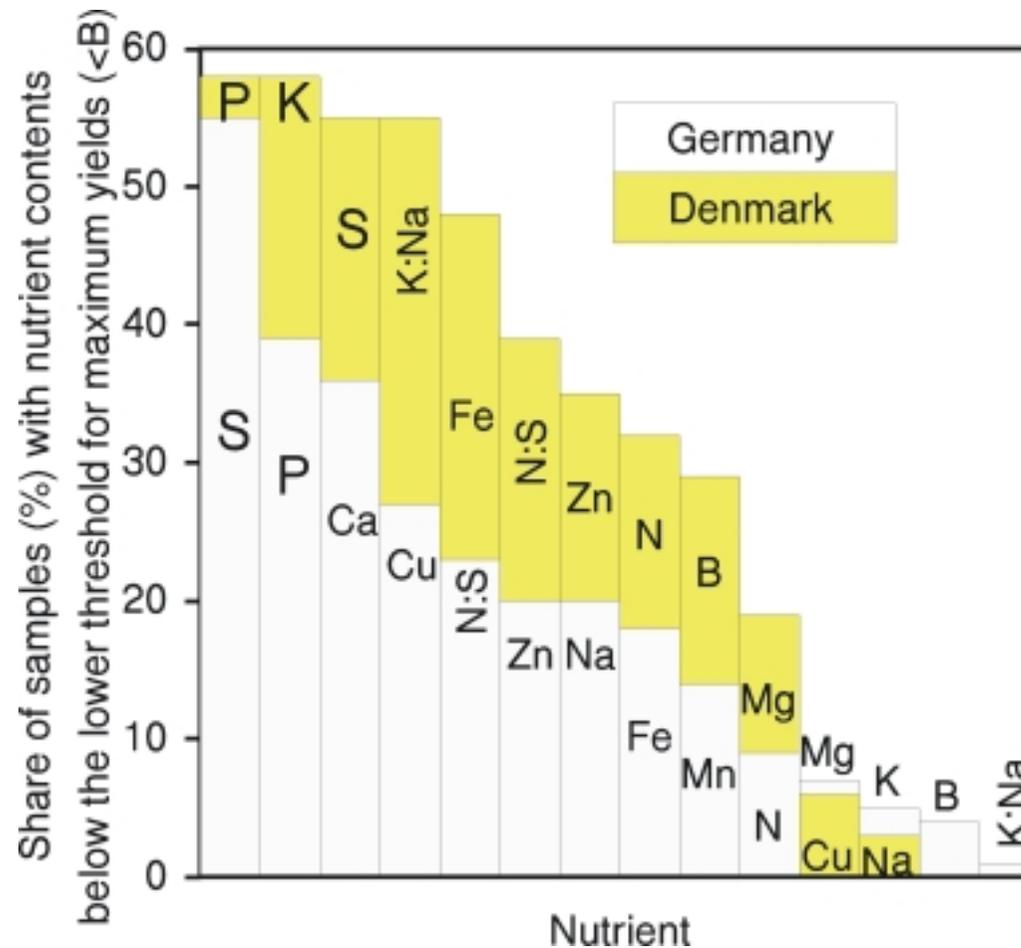


Element	Relative Importance
MG	High
S	High
B	Medium
MO	Low
MN	Very Low

>>>>>> proceed with <RETURN> █

© Dr. E. Schnug

"Diagnose der Mikronährstoff-Versorgung"



Nährstoffversorgung von Zuckerrüben in Dänemark und Deutschland –
Reihung nach Bedeutung für die Ertragsbildung

Fazit Pflanzenanalyse:

Sicherstes Verfahren zur Diagnose der
Mikronährstoff-Versorgung

aber

für die praktische Bestandesführung kaum zu
operationalisieren.

Fazit „Diagnose der Mikronährstoff-Versorgung“

Mn: Standortanamnese: leichte, vorsommertrockenheitsgefährdete Standorte mit pH Werten > 6 , früheres Auftreten von Mn-Mangelsymptomen an Getreide oder frühere Bestätigung von Mn-Mangel an Hand von Blattanalysen, keine Bodenanalyse,

B: Bodenanalyse im Heißwasserextrakt nach Truog,

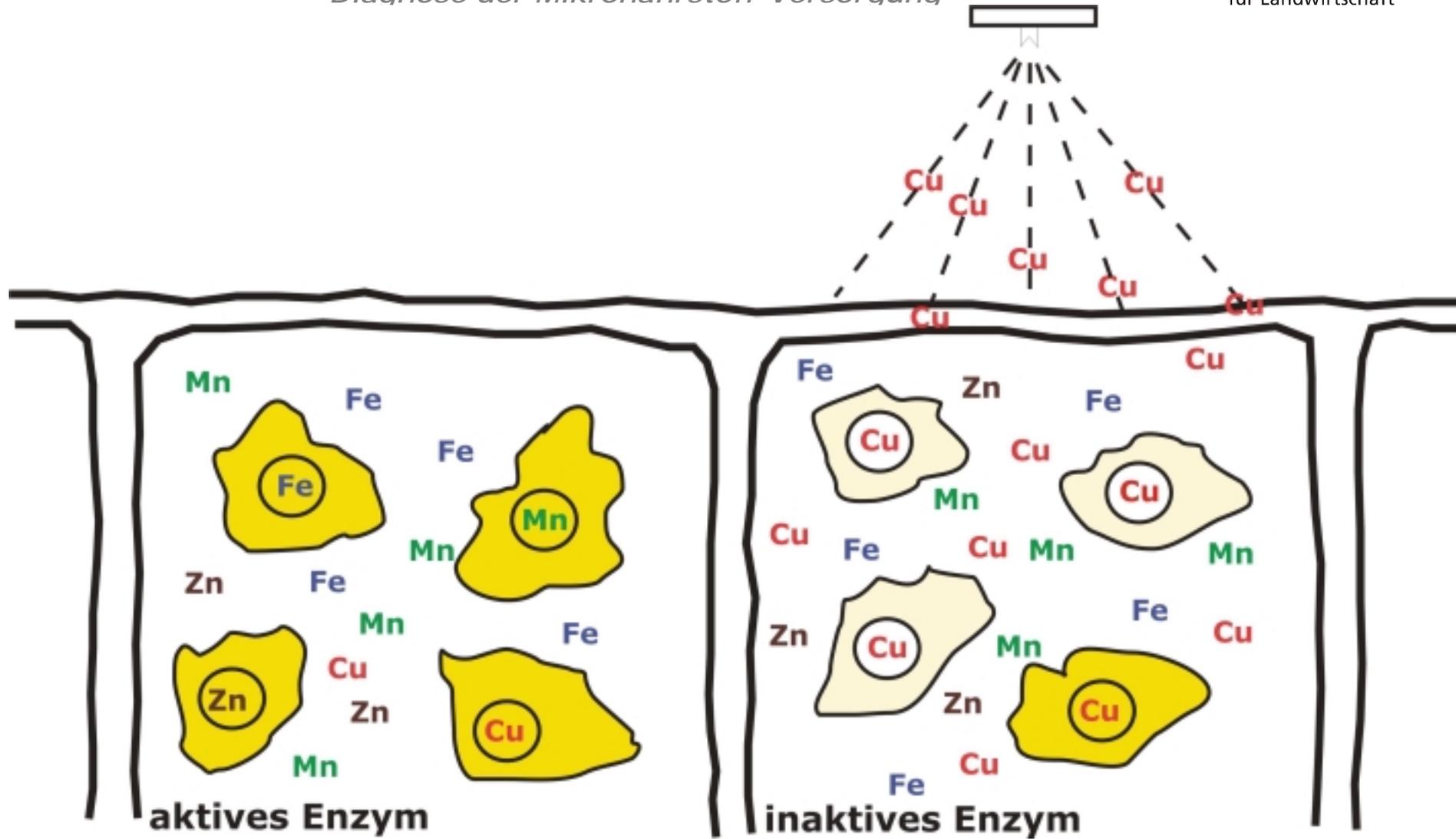
Cu (Zn): regionalisierte Bodenanalyse mit Westerhoff-Extrakt,

Mo und Fe Untersuchungen nur in Einzelfällen.

Einfluß einer Cu-Blattdüngung auf Cu-Gehalt und Ertrag von Winterweizen (VUKA) (je 0.2kg/ha Cu als CuSO₄, in Stad. 31 und 51)

	Cu-Gehalte der Pflanzen (ppm)		Ertrag dt/ha	
	Stad. 51	Stroh	Stroh	Korn
Kontrolle	3.9	2.2	59.6	83.9
Blattdüngung	5.3	9.7	57.3	70.8

"Diagnose der Mikronährstoff-Versorgung"



Spurenelement-Gehalte von Winterweizen- Fahnenblätter (VUKA) nach Mn-Blattdüngung (je 10kg/ha $MnSO_4$, in Stad. 32 und 59)

	Kontrolle	Blattdüngung
	(ppm)	
Fe	98	95
Mn	38	757
Zn	15	13
Cu	4.6	3.6

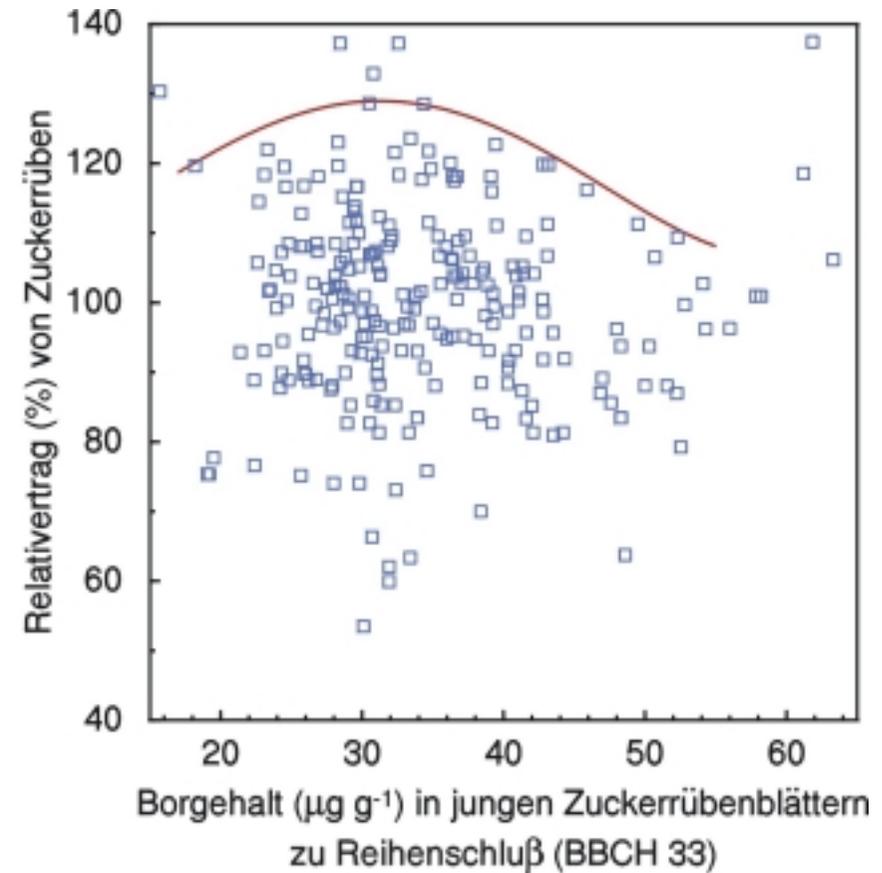
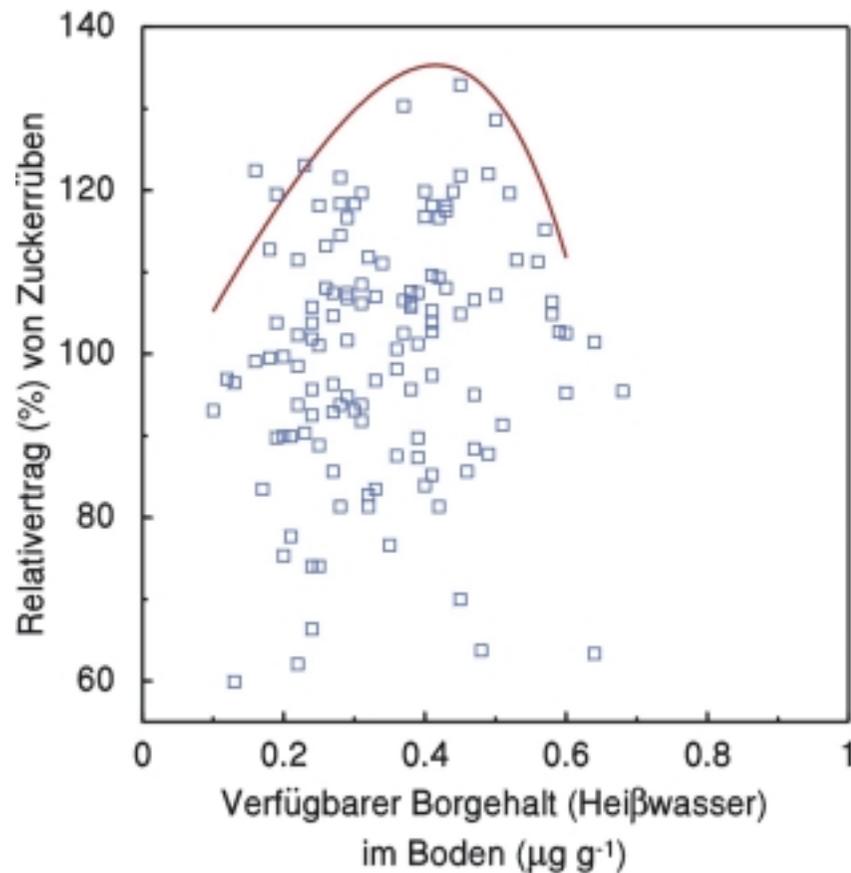
"Diagnose der Mikronährstoff-Versorgung"

P-, Mn- und Zn-Gehalte von 15 Winterweizensorten aus den Landessortenversuchen Wulfshagen und Futterkamp 1982 und 1983

Phosphor (%)	Mangan (ppm)	Zink (ppm)
4,4 DISPONENT	10,1 MONOPOL	17,6 Tukan
4,4 Heinrich	14,0 Okapi	18,6 Kraka
4,5 Caribo	15,2 Rektor	18,7 Isidor
4,5 Vuka	15,3 Dozent	19,4 Monopol
4,4 Okapi	15,5 Falke	19,5 Oberst
4,5 Kanzler	15,6 Oberst	19,5 Kronjuwel
4,5 Isidor	15,78 Kraka	19,6 Reaktor
4,6 Dozent	16,0 Vuka	19,6 Falke
4,6 Tukan	16,3 Isidor	19,7 Okapi
4,6 Kraka	16,3 Tukan	20,2 Vuka
4,7 Oberst	16,5 Kronjuwel	20,5 Dozent
4,9 Rektor	16,6 Kanzler	20,7 Caribo
4,9 MONOPOL	17,3 DISPONENT	21,3 Disponent
5,0 Kronjuwel	17,5 Heinrich	23,3 Heinrich
5,2 Falke	17,6 Caribo	23,9 Kanzler
* * *	* * *	* *

Signifikanz
d. F-Wertes

"Diagnose der Mikronährstoff-Versorgung"



Obere Grenzlinien für die Beziehungen zwischen verfügbaren Borgehalten im Boden bzw. Borgehalten in der Pflanze und Relativerträgen für Zuckerrüben