



(Mikro)-Nährstoffversorgung – auch im Öko-Betrieb wichtig?!

Praxistag Öko-Landbau der AGWS

Gänheim, 31. Mai 2024

Dr. Joachim Liebler



Das erwartet Sie

- Grundsätzliches und Grundlegendes
- Was Sie vielleicht noch nicht über Schwefel wussten
- Mikronährstoffe im ökologischen Landbau
- Zusammenfassung



Grundsätzliches und Grundlegendes

***„Jeder will lieber glauben als nachdenken,
und so wird nie über das Leben nachgedacht.“***

Seneca



Grundsätzliches und Grundlegendes

***„Jeder will lieber glauben als nachdenken,
und so wird nie über das Leben nachgedacht.“***

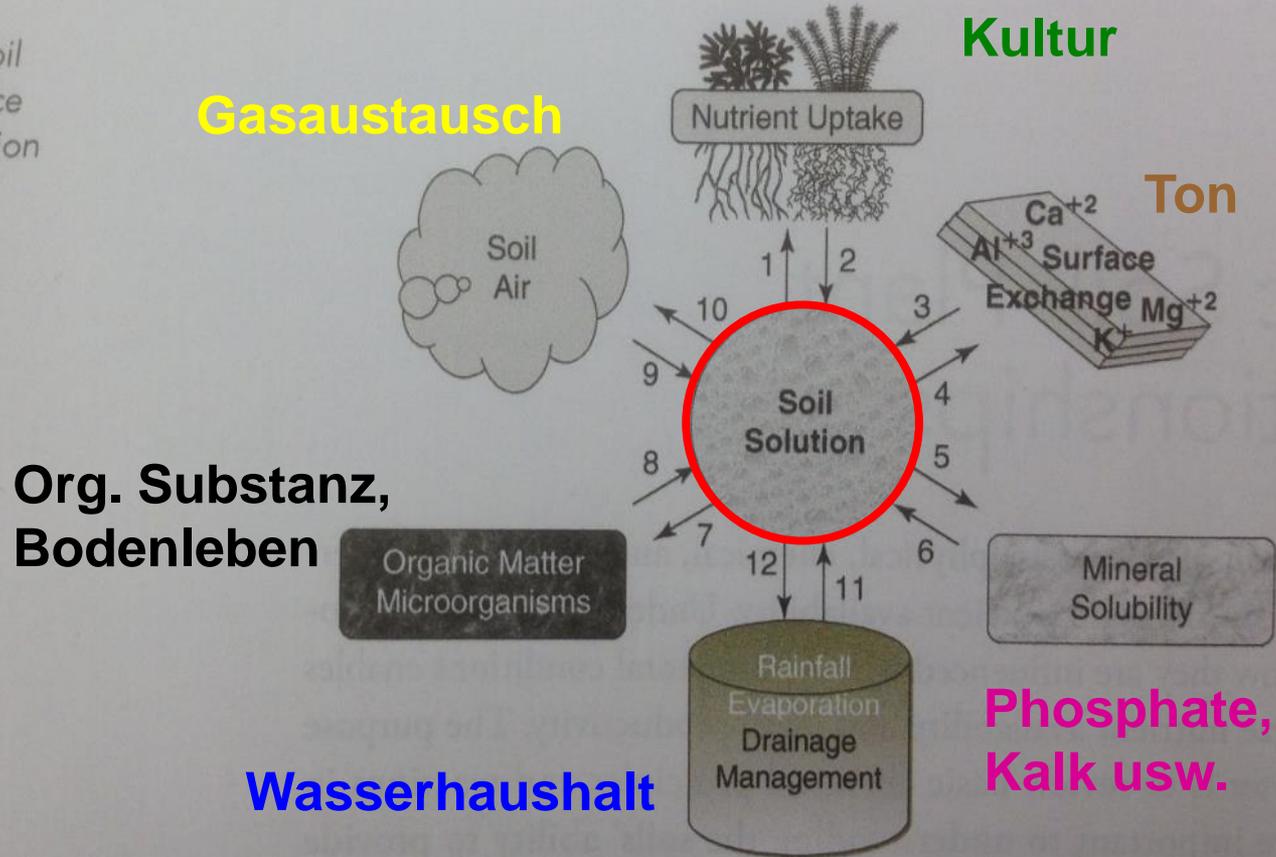
Seneca

**Jeder will lieber glauben als nachdenken,
und so wird zu wenig über die Vorgänge
in Boden und Pflanze nachgedacht.**



Der „Marktplatz“ der Nährstoffe

Figure 2-1
Diagram of the various soil components that influence plant nutrient concentration in the soil solution.





Ein Sand vom Untermain

Ort		0450000270			
Kultur		Roggen / Raps			
Feld / Probennummer / Unsere Referenznummer		By-45-4			
Lab No.		A0036			
Totale Kationen Austauschkapazität (M.E.)		7,50			
Gewünschtes Ca : Mg Prozent		66 : 14			
pH der Bodenprobe		6,0			
Humusgehalt, Prozent		1,8			
K A T I O N E N	CALZIUM kg/ha	Gewünschter Wert Gefunden Mangel/Überfluss	2287 1949 -338	KALZIUM KALK GRAN. (a)	504
	MAGNESIUM kg/ha	Gewünschter Wert Gefunden Mangel/Überfluss	280 323 +43	DOLOMIT (a)	841
	Kali kg/ha	Gewünschter Wert Gefunden Mangel/Überfluss	393 257 -136	KALISULFAT 0-0-50 (b)	224
	Natrium kg/ha	Gewünschter Wert Gefunden Mangel/Überfluss	39 67 +28		

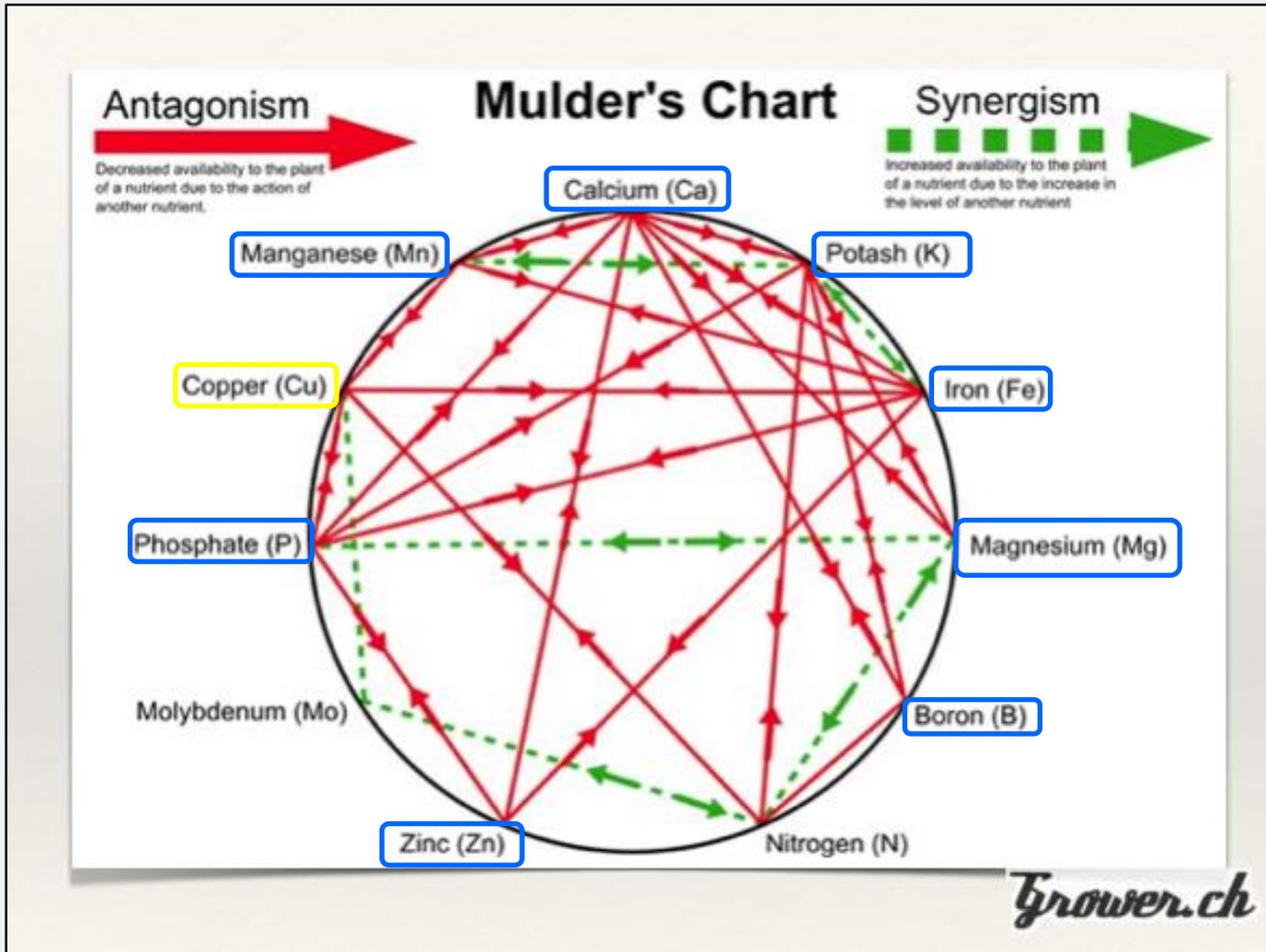


Ein Ton aus dem Donauries

BASISDATEN			KAK _{pot} /TEC (Totale Kationenaustauschkapazität; mmol/100g): 41,4			
pH (H ₂ O):	8,0		SÄTTIGUNG	SOLL	IST	Gewünschtes Ca:Mg-Verhältnis: 69 : 11
Humusgehalt (%):	3,9		Calcium (%)	60-70	85,2	SOLL  IST 
Gesamt-N (%):	0,25		Magnesium (%)	10-20	5,9	SOLL  IST 
C/N-Verhältnis:	9,2		Kalium (%)	2-5	5,5	SOLL  IST 
N-Nachlieferung (kg/ha):	100		Natrium (%)	<1	0,0	SOLL  IST 
CaCO ₃ (%):	13,8		Wasserstoff (%)	10-15	0,0	SOLL  IST 
			Variabel (%)		3,4	
KATIONEN			EMPFEHLUNG	Priorität	kg/ha	
Calcium (kg/ha)	Vorrat	15804				
	Ziel	12805				
	Differenz	+2999				
Magnesium (kg/ha)	Vorrat	664	Kieserit	2)	452	
	Ziel	1238				
	Differenz	-574				
Kalium (kg/ha)	Vorrat	1997				
	Ziel	1810				
	Differenz	+187				
Natrium (kg/ha)	Vorrat	5				
	Ziel	64				
	Differenz	-59				



Wechselwirkungen zwischen den Nährstoffen





pH-Wert und Spurenelementverfügbarkeit

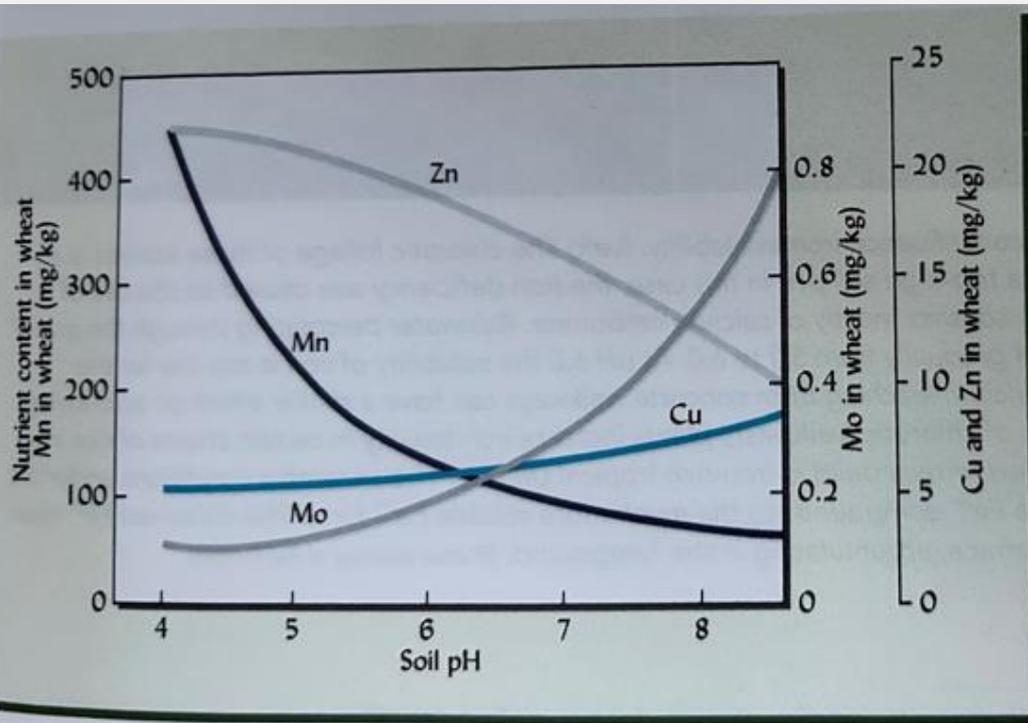


Figure 15.21 Effect of soil pH on the concentrations of manganese, zinc, copper, and molybdenum in wheat plants. The plants were grown in soils from different countries around the world. The molybdenum levels are extremely low, but increase with increasing pH. Manganese and zinc levels decrease as the pH rises, while copper is little affected. [Drawn from data in Sillanpaa (1982)]



Sind die Zusammenhänge so komprimierbar?

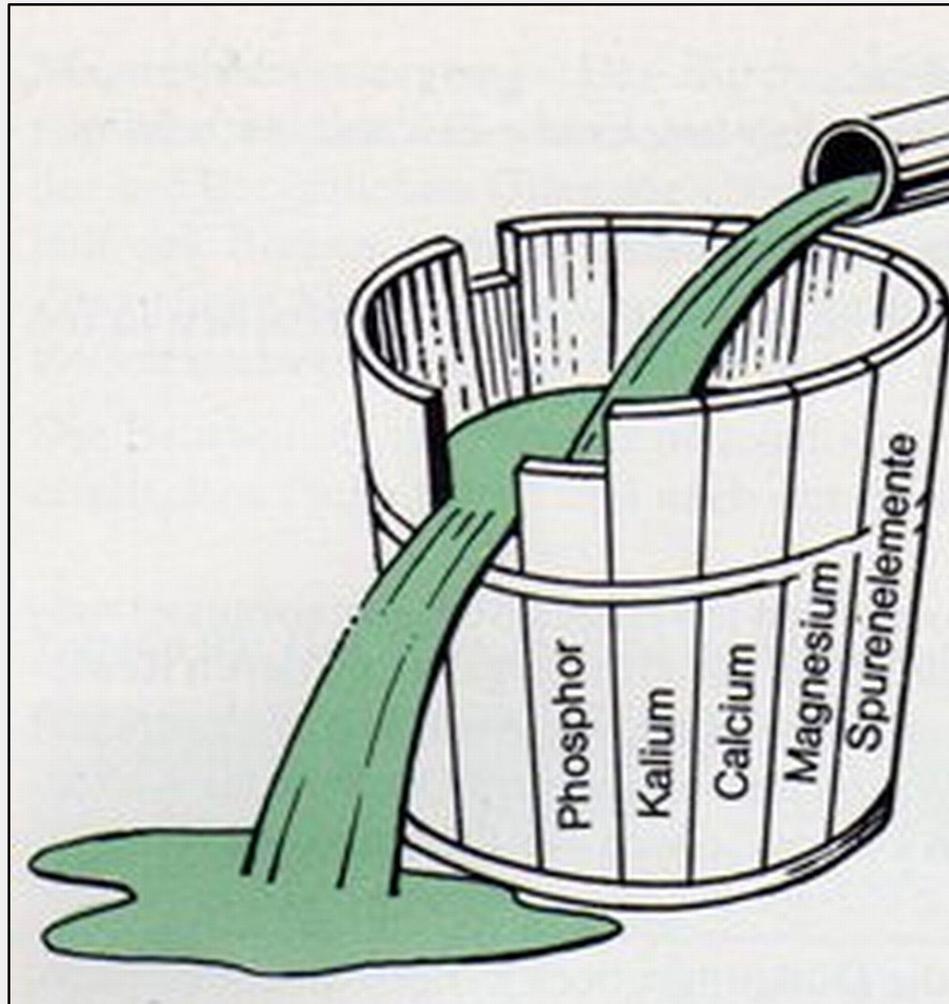
Tabelle 22: Richtwerte für Zinkgehalte (mg Zn/kg Boden) in Acker- und Grünlandböden (CAT-Methode) und Düngempfehlung in kg Zn/ha

Gehaltsklasse	Zinkgehalt in mg Zn/kg Boden (alle Bodenarten)	Bodendüngung kg Zn/ha für 3 - 4 Jahre	Blattdüngung kg Zn/ha
A	< 1,1	7 - 10 ¹⁾	0,3
C	1,1 - 3,0	5 - 7	0,3
E	> 3,0	0	0

¹⁾ Die geringere Menge für leichte Böden, die höhere Menge für mittlere und schwere Böden

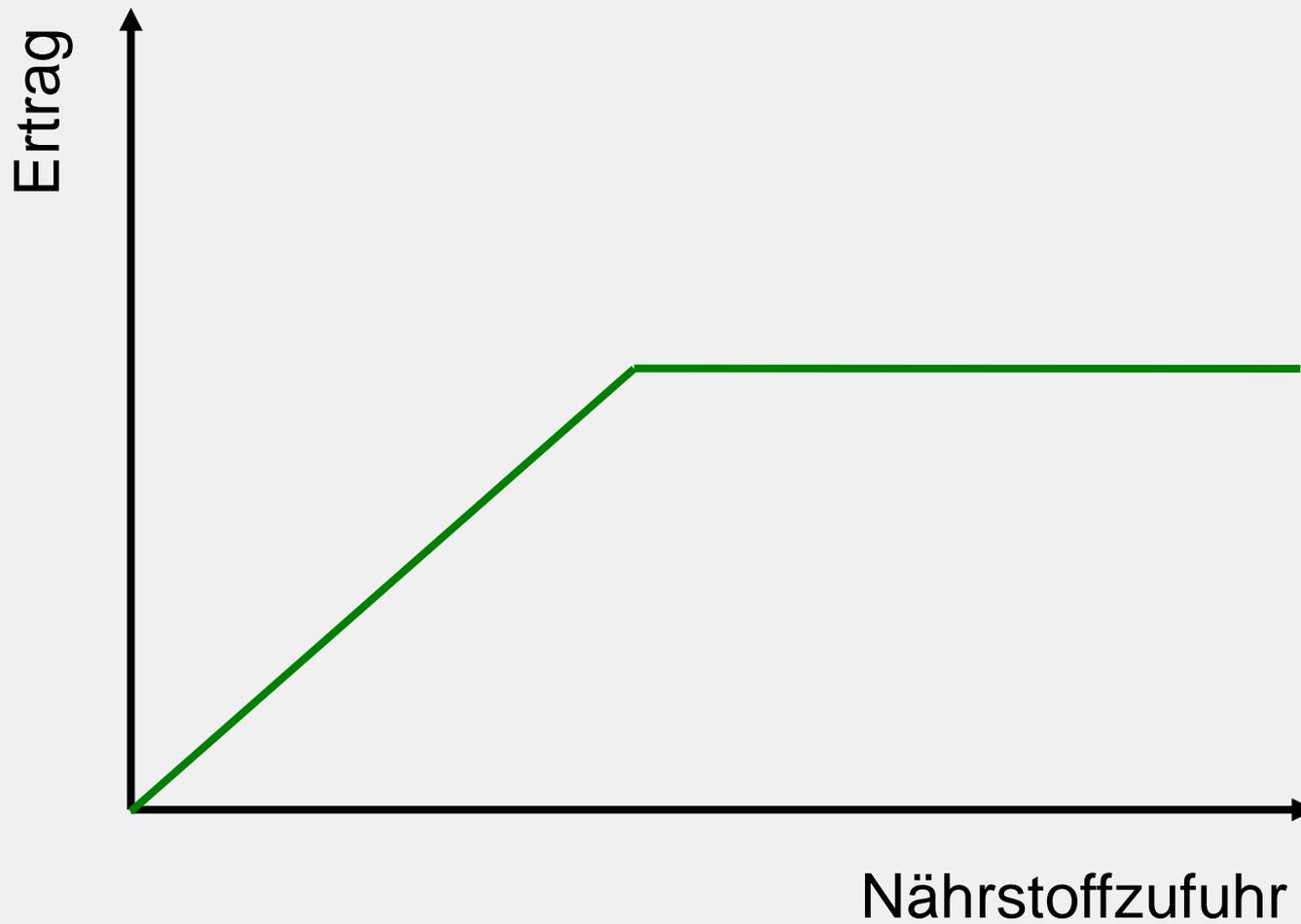


Die „Liebigtonne“



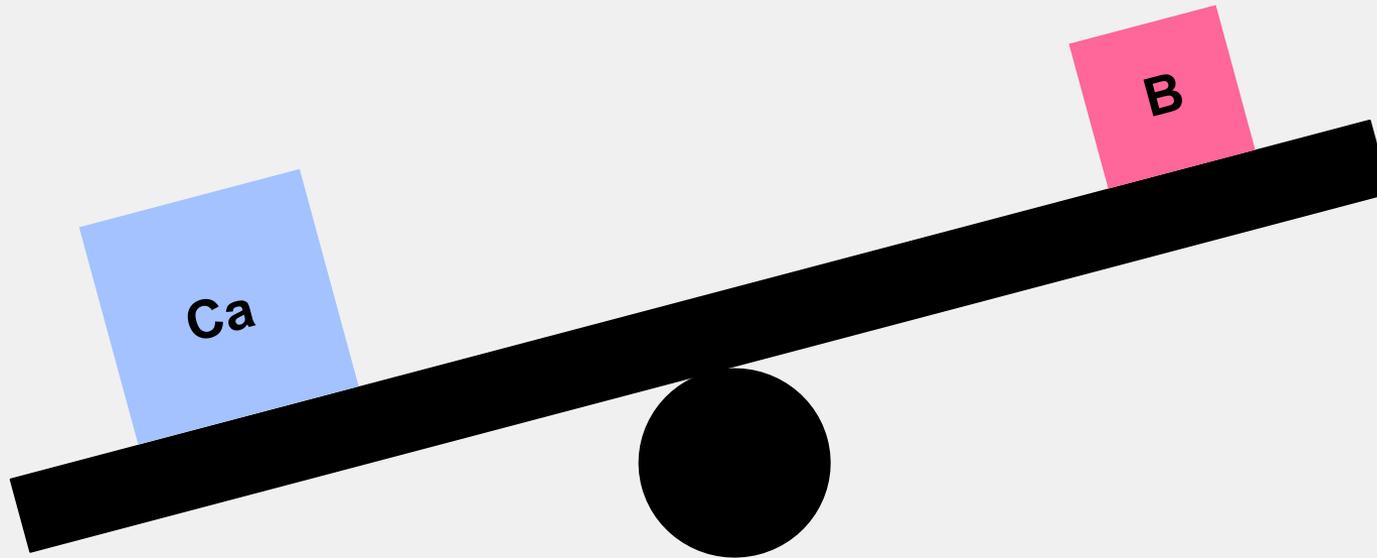


Ableitung aus der „Liebigtonne“



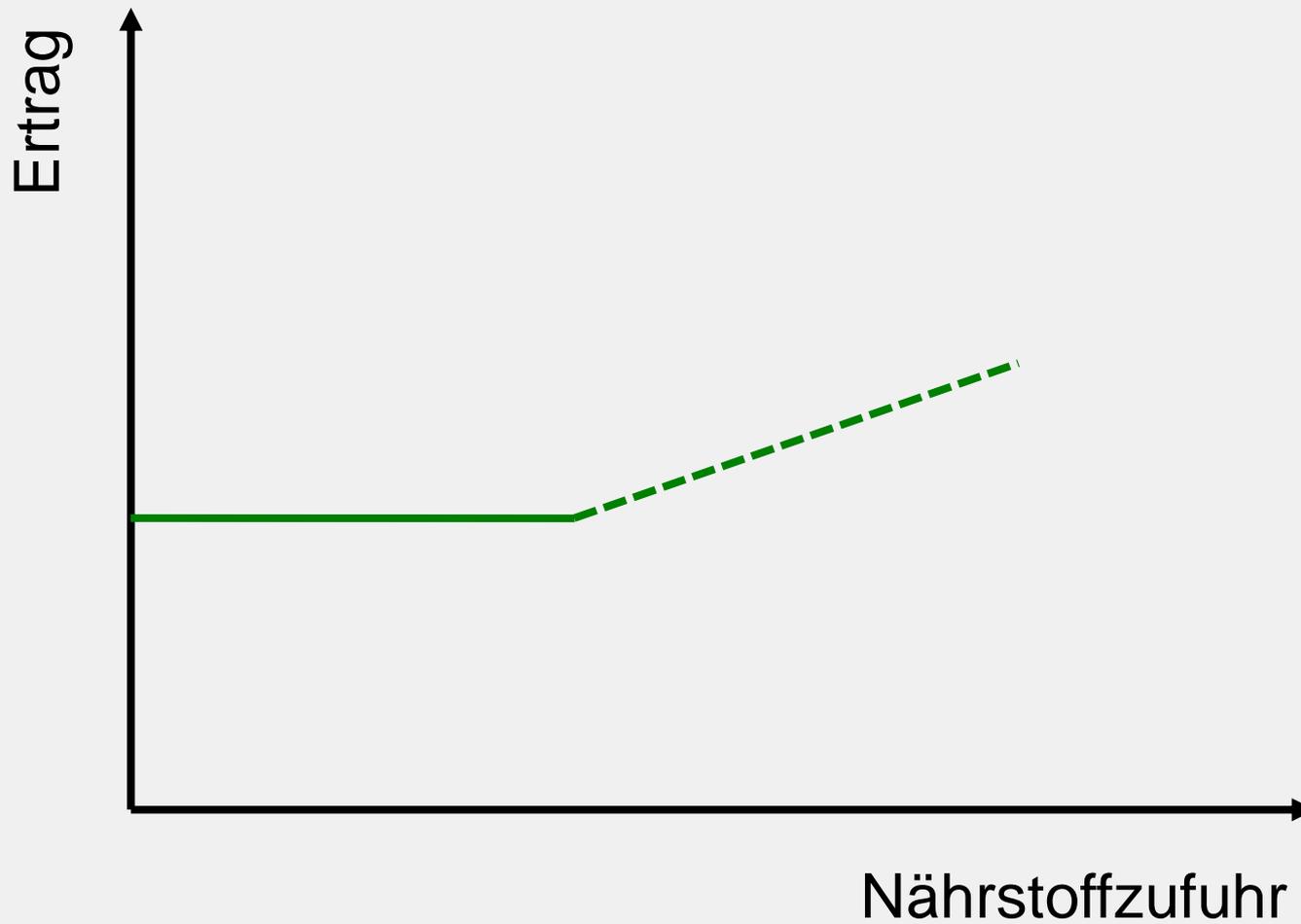


Die „Nährstoffwippe“ (Nährstoffverhältnisse)





Ableitung aus der „Wippe“





Das erwartet Sie

- Grundsätzliches und Grundlegendes
- Was Sie vielleicht noch nicht über Schwefel wussten
- Mikronährstoffe im ökologischen Landbau
- Zusammenfassung



Was Sie bestimmt über Schwefel wissen

- Schwefel ist Baustein von Aminosäuren und wichtig für die N-Verwertung.
- Aktiviert Enzyme im Energie- und Fettstoffwechsel.
- Ist wichtig für die Bildung sekundärer Pflanzeninhaltsstoffe (Geschmacks- und Abwehrstoffe).
- Wird in der Pflanze kaum verlagert.
- Sein Eintrag aus der Luft ist seit 1990 rapide zurückgegangen.
- Schwefel wird ausgewaschen.



Wird Schwefel wirklich ausgewaschen?

Löslichkeit verschiedener Salze:

CaSO₄ (Gips): 2,4 g/l

KCl (Kaliumchlorid): 347 g/l

Ca(NO₃)₂ (Kalziumnitrat): 1.470 g/l

100 l/m² Sickerwassermenge x 10.000 m²/ ha x 2,4 g/l = 2.400 kg/ha

2.400 kg CaSO₄/ha x 0,235 = 565 kg S/ha (theoretisch)



Wird Schwefel wirklich ausgewaschen?

Löslichkeit verschiedener Salze:

CaSO₄ (Gips): 2,4 g/l

KCl (Kaliumchlorid): 347 g/l

Ca(NO₃)₂ (Kalziumnitrat): 1.470 g/l

100 l/m² Sickerwassermenge x 10.000 m²/ ha x 2,4 g/l = 2.400 kg/ha

2.400 kg CaSO₄/ha x 0,235 = 565 kg S/ha (theoretisch)

Schwefel kann ausgewaschen werden, **ABER**



Aus einem amerikanischen Fachbuch

Sulfate (SO_4^{2-}) is abundant in nature. Sodium, magnesium, and potassium sulfates are readily soluble. Calcium sulfate (gypsum) has limited solubility. Sulfate has no characteristic action on soil except to contribute to the total salt content. The presence of soluble calcium will limit the solubility of sulfate.

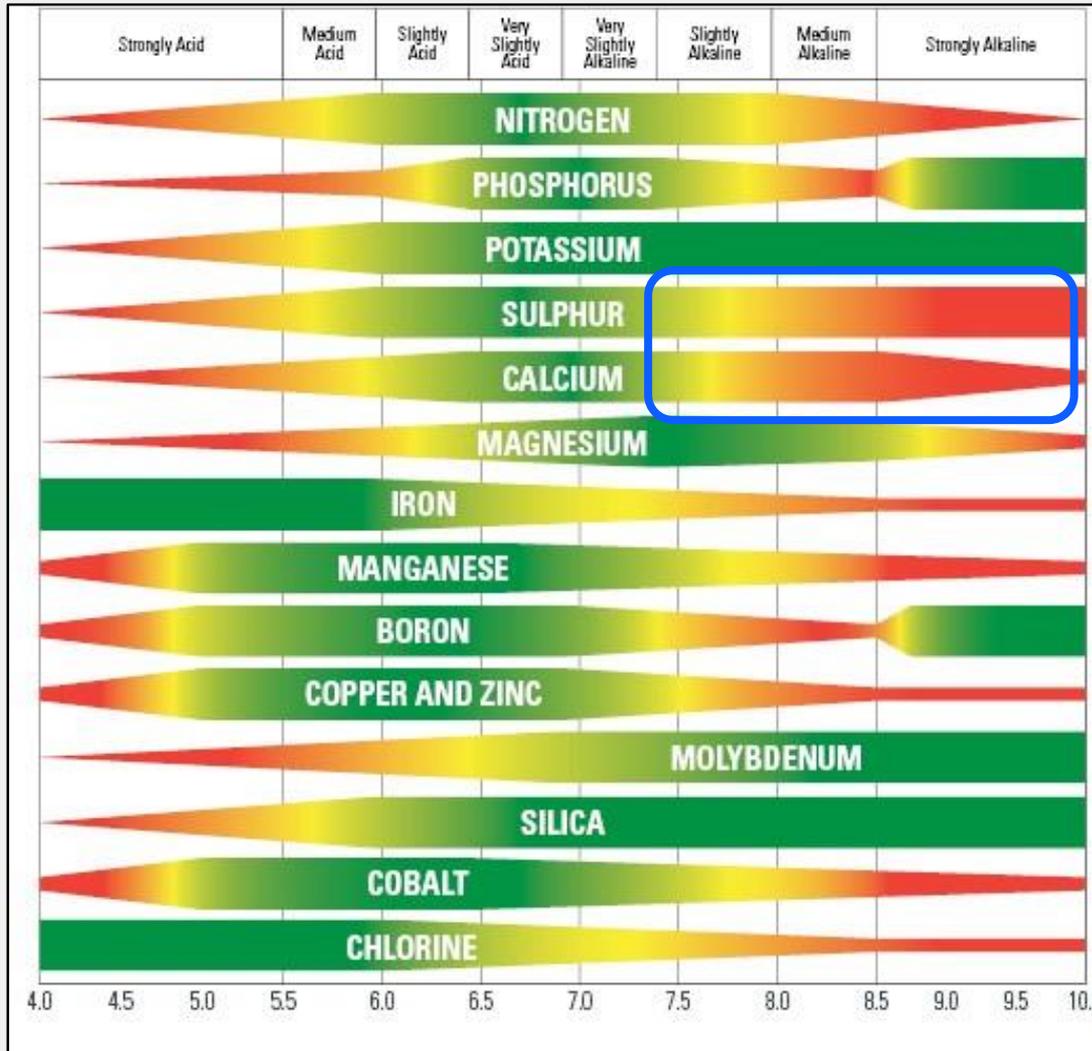
„ ... Kalziumsulfat (Gips) hat eine geringe Löslichkeit. ... Das Vorhandensein von gelöstem Kalzium begrenzt die Löslichkeit (Verfügbarkeit) von Sulfat.“

Ausfällung von Gips



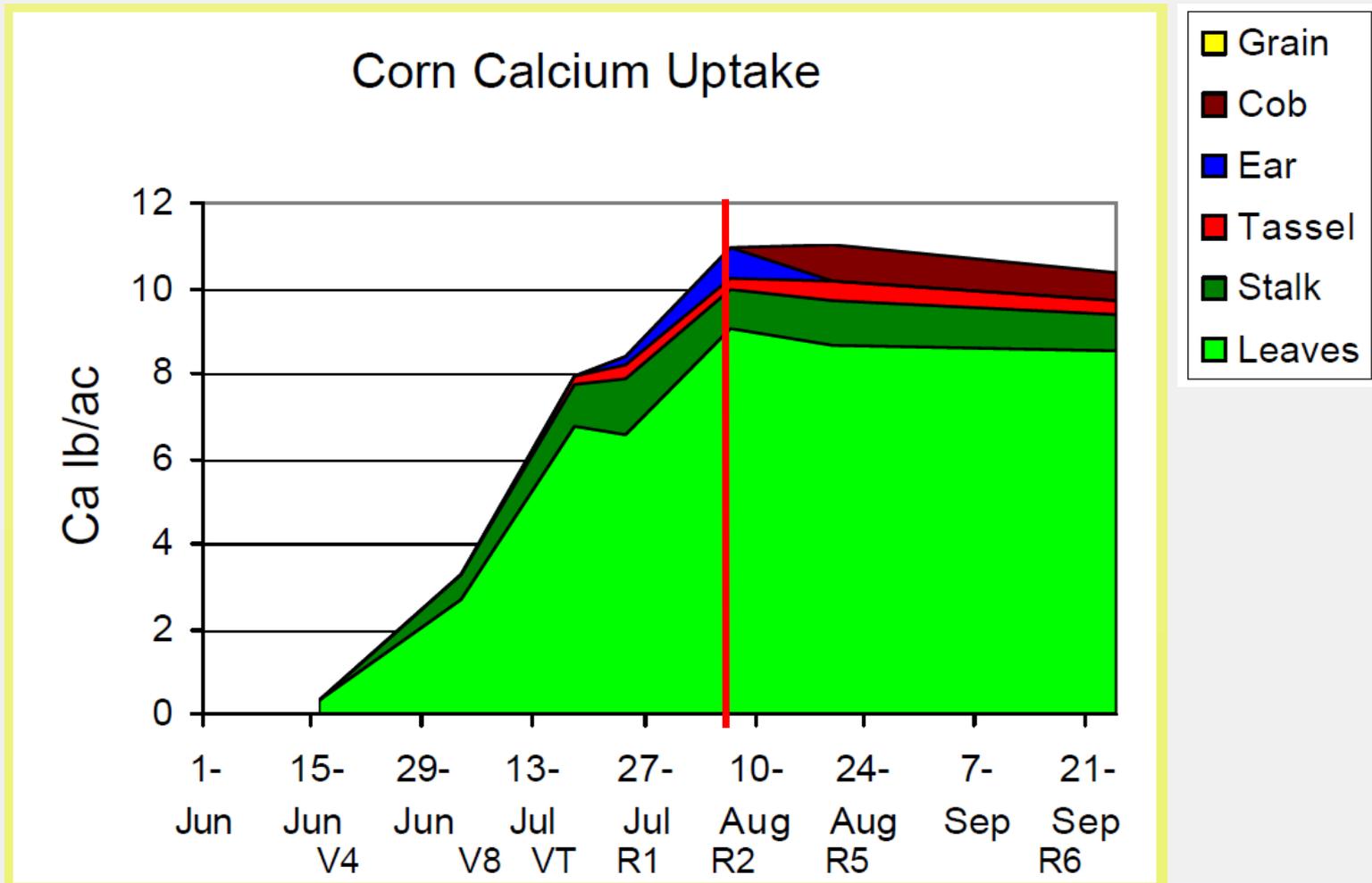


Schwefelverfügbarkeit und pH-Wert





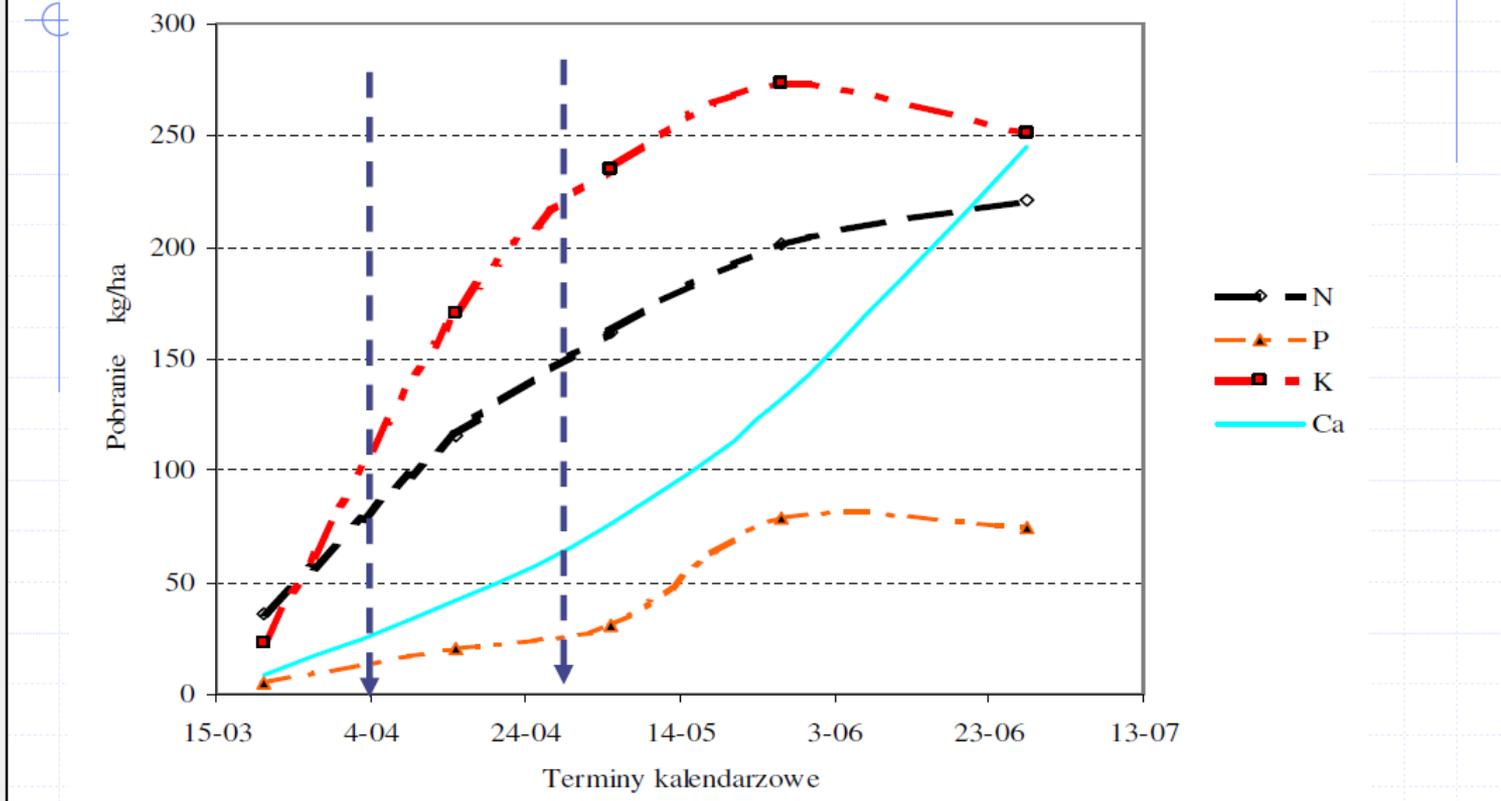
Kalziumaufnahme von Mais





Kalziumaufnahme von Raps

Trends of nutrients accumulation by OSR,
3,75 t ha⁻¹





Pflanzenanalyse von Raps nach Dgg. mit SSA

Prüfbericht

Element	Einheit	min*	max*	Ist-Wert	Einschätzung des Ernährungszustandes				
					A	B	C	D	E
Stickstoff	% TS	4,10	5,50	5,20					
Calcium	% TS	1,00	2,00	2,69					
Phosphor	% TS	0,36	0,70	0,54					
Kalium	% TS	2,40	4,90	4,70					
Magnesium	% TS	0,18	0,38	0,25					
Natrium	% TS	0,004	2,00	0,01					
Schwefel	% TS	0,50	0,90	1,02					
Bor	ppm	18,0	60,0	150,7					
Mangan	ppm	25,0	150	85,1					
Kupfer	ppm	5,00	12,0	6,3					
Zink	ppm	25,0	70,0	59,9					
Eisen	ppm	50,0	150	95,2					
Molybdän	ppm	0,34	1,00	0,4					



Pflanzenanalyse von Mais nach Dgg. mit SSA

Prüfbericht

Element	Einheit	min*	max*	Ist-Wert	Einschätzung des Ernährungszustandes				
					A	B	C	D	E
Stickstoff	% TS	2,80	3,50	2,16	█				
Calcium	% TS	0,25	1,00	0,47			█		
Phosphor	% TS	0,16	0,35	0,19			█		
Kalium	% TS	2,00	4,00	1,58		█			
Magnesium	% TS	0,20	0,50	0,25			█		
Natrium	% TS	0,01	2,00	0,005			█		
Schwefel	% TS	0,30	0,47	0,13	█				
Bor	ppm	8,0	20,0	17,7				█	
Mangan	ppm	20,0	150	76,9			█		
Kupfer	ppm	8,00	16,0	9,5			█		
Zink	ppm	22,0	60,0	37,3			█		
Eisen	ppm	50,0	150	66,5			█		
Molybdän	ppm	0,20	0,50	0,44				█	



Maisbestand in 2023; sandiger Boden, pH-Wert 6,9





Maisbestand in 2023; sandiger Boden, pH-Wert 4,7

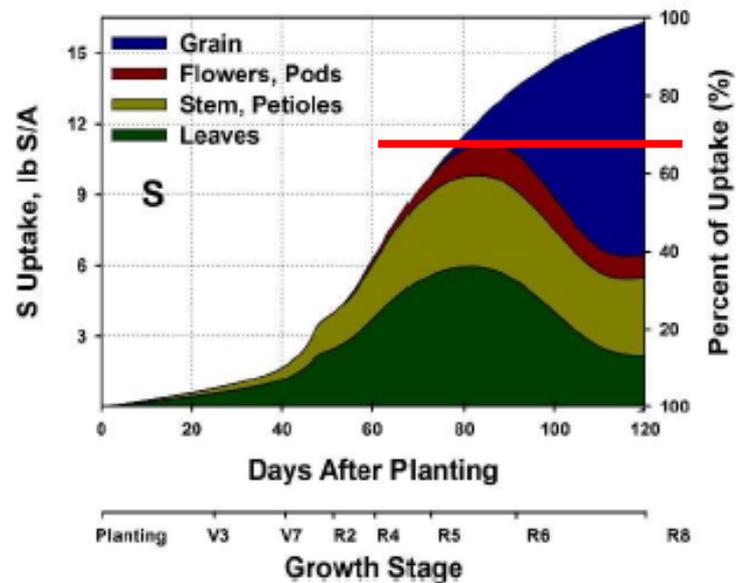
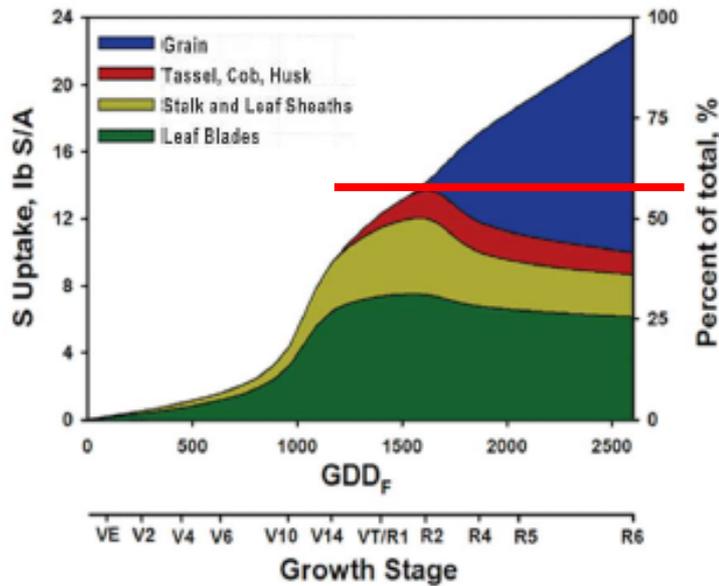




S-Translokation bei Mais und Sojabohne

Mais

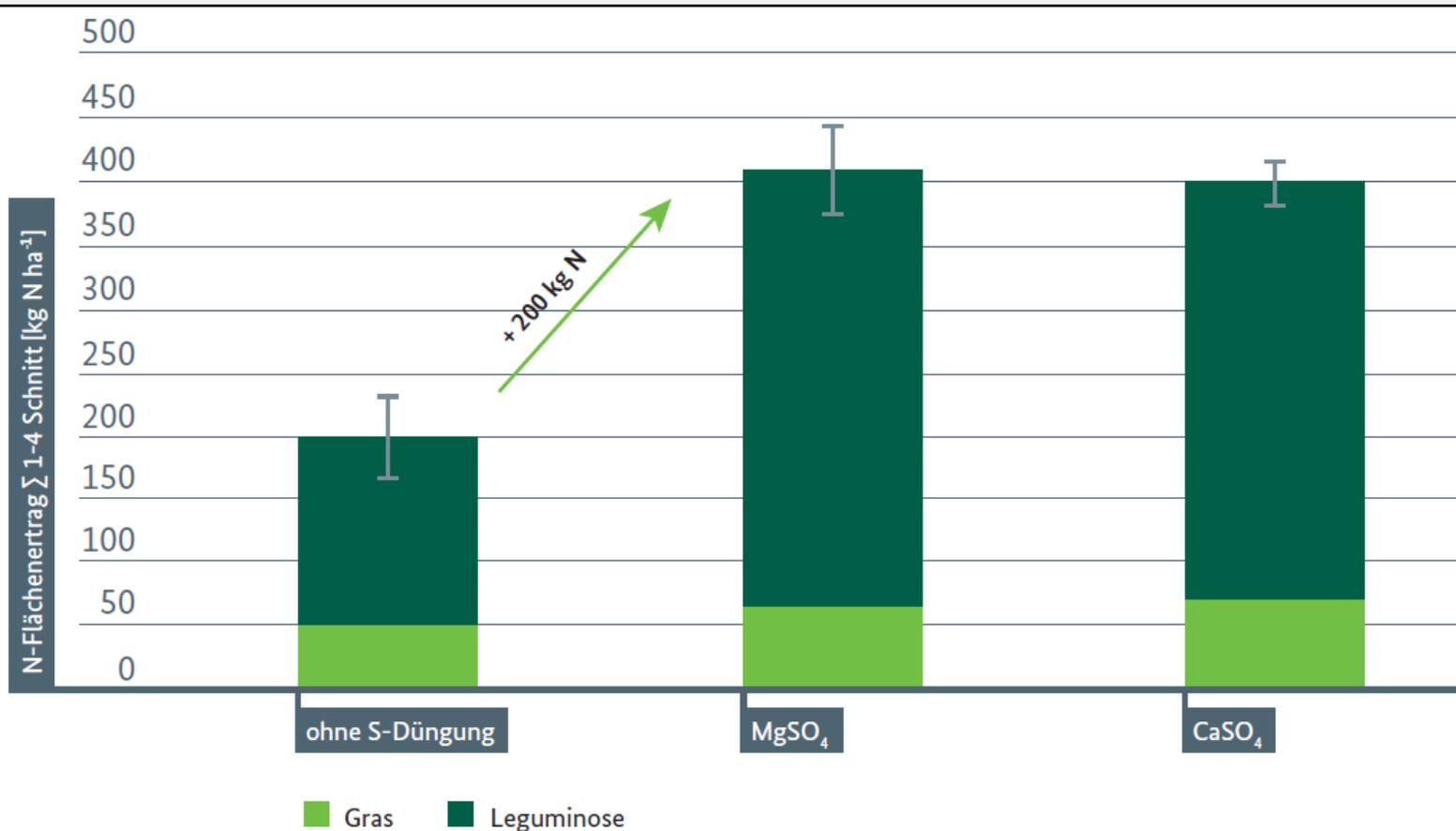
Sojabohne



*Sulfur in season plant uptake curves in corn (left) and soybean (right)
University of Illinois at Urbana-Champaign – Crop Physiology*



Steigerung der N-Fixierungsleistung durch S-Düngung

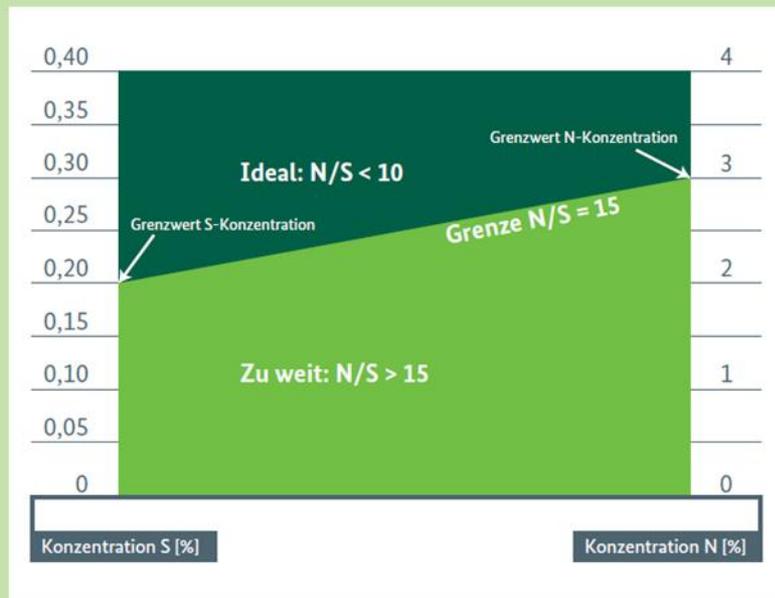


N-Flächenertrag Σ 1. Bis 4. Schnitt in kg N je ha, Gladbacherhof 2010



Nährstoffgehalt und -verhältnisse sind wichtig

Stickstoff- und Schwefelkonzentrationen in Futterleguminosen, ganzer Spross (ohne Stoppel) zum Knospenstadium/ Blühbeginn (Becker 2015)



N-Konzentration von unter 3 % und S-Konzentration unter 0,2 % zeigen eine deutliche Mangelsituation bei Futterleguminosen an. Sind die Bestände gut versorgt können wesentlich höhere Konzentrationen erreicht werden (N-Konzentration > 3 %, S-Konzentration > 0,25 %). Der N/S Quotient als Kennzahl der Schwefelversorgung ist alleine nicht aussagefähig, da niedrige S-Konzentrationen auch mit niedrigen N-Konzentrationen einhergehen. Ein enges N/S-Verhältnis kann so eine ausreichende Schwefelversorgung vortäuschen.



Die Streu“genauigkeit“ hat es verraten





Was es zu Schwefel noch zu sagen gibt:

- Die Schwefelverfügbarkeit ist abhängig von der Bodenfeuchte und vom Kalziumgehalt des Bodens (v. a. kg Ca/ha, weniger pH).
- Bei der Schwefelaufnahme bzw. beim Schwefelaneignungsvermögen gibt es Unterschiede zw. den Kulturen (Ca-/S-Verh.).
- Dies ist nicht zu verwechseln mit dem S-Bedarf der Kultur.
- Zwischen den Kulturen gibt es (große?) Unterschiede hinsichtlich der S-Verlagerung in der Pflanze.
- Die S-Freisetzung aus dem Humus läuft der N-Freis. „hinterher“.
- Für die S-Versorgung der Kultur ist sowohl der S-Gehalt als auch das N/S-Verhältnis von Bedeutung.
- Elementarschwefel fördert die Aktivität des Bodenlebens.



Das erwartet Sie

- Grundsätzliches und Grundlegendes
- Was Sie vielleicht noch nicht über Schwefel wussten
- **Mikronährstoffe im ökologischen Landbau**
- Zusammenfassung



Maßgabe für diesen Teil des Vortrags

„Wenn Du ein Schiff bauen willst, dann trommle nicht Männer zusammen, um Holz zu beschaffen, Aufgaben zu vergeben und die Arbeit einzuteilen, sondern lehre die Männer die Sehnsucht nach dem weiten, endlosen Meer.“

Antoine de Saint-Exupéry



Düngungsversuch im Grünland (Allgäu)

Art und Menge der Düngung ^{*)}				Ertrag TM (dt/ha)	Standard- bodenuntersuchung			Anteile im ersten Aufwuchs		
N	P ₂ O ₅ (kg/ha)	K ₂ O	pH (CaCl ₂)		(CAL) P ₂ O ₅ (mg/100 g Boden)	(CAL) K ₂ O	Gräser	Kräuter	Leguminosen (% in der Frischmasse)	
NPK	120	100	210	108	5,8	22	10	80	12	8
NPK	120	50	210	105	5,3	10	10	81	13	6
PK	-	50	105	80	5,0	11	11	55	16	29
PK	-	100	210	93	5,4	24	13	56	14	30
NP	120	100	-	68	6,2	25	5	79	19	2
NK	120	-	210	79	4,6	3	22	62	35	3
N	120	-	-	66	4,9	3	7	78	20	2

^{*)} Verwendete Düngemittel: N als KAS, P als Thomasphosphat, K als Kornkali



Aus dem Ergebnisbericht der Bodenuntersuchung einer Muschelkalkfläche

EN	Natrium	Gewünschter Wert	66	<i>Sehr Niedrig</i> STEINSALZ (39% Na)	111					31	
		Gefunden	28								
SPUREN	kg/ha	Mangel/Überfluss	- 38			p.p.m.	p.p.m.	p.p.m.	p.p.m.	p.p.m.	p.p.m.
		NÄHRSTOFFE	Bor								
Eisen	200+ p.p.m.		2	<i>Extrem Ungenügend</i> EISEN-II-HEPTAHY 21%	448	eigentlich notwendig:		1881		1	3
Mangan	51 - 79 p.p.m.		51	<i>Ausreichend</i> MANGANSULFAT 28%	224	(optional)				32	39
Kupfer	4.0 - 4.49 p.p.m.		0,26	<i>Extrem Ungenügend</i> KUPFERSULFAT 23%	39					0,38	0,30
Zink	8.0 - 8.99 p.p.m.		5,02	<i>Ungenügend</i> ZINKSULFAT 36%	12					4,60	6,60
Molybdän	1,0 - 2,0 p.p.m.		0,99	<i>Niedrig</i> NATRIUMMOLYBDAT	525 g						
Kobalt	1,0 - 2,0 p.p.m.		0,01	<i>Ungenügend</i> KOBALTSULFAT 21%	840 g						
Selen	ppm		<20								



Saatgutbehandlung mit Kobalt u. Molybdän bei Soja

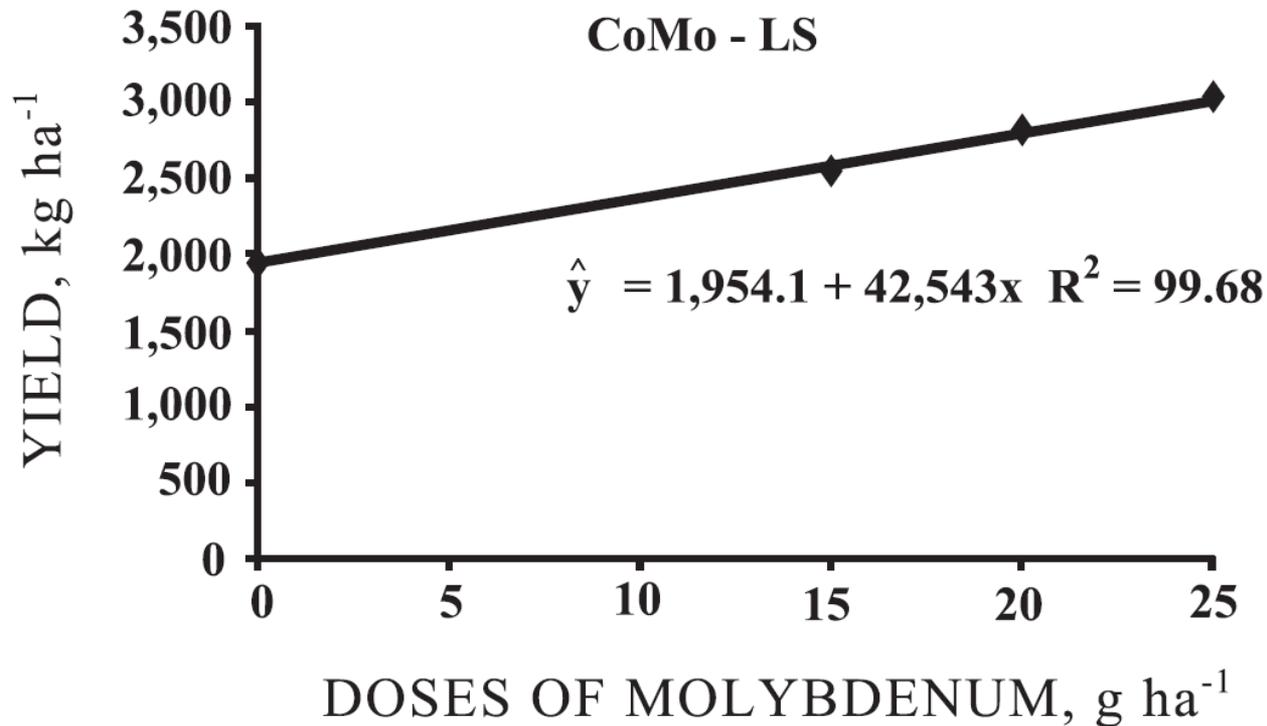


Figure 2. Soybean yield as related to seed treatments with Mo and Co doses in liquid solution in 2005/2006.



Molybdänmangel bei Mais





Zink Mangel macht Pflanzen sehr empfindlich für hohe Lichteinstrahlung und Hitze

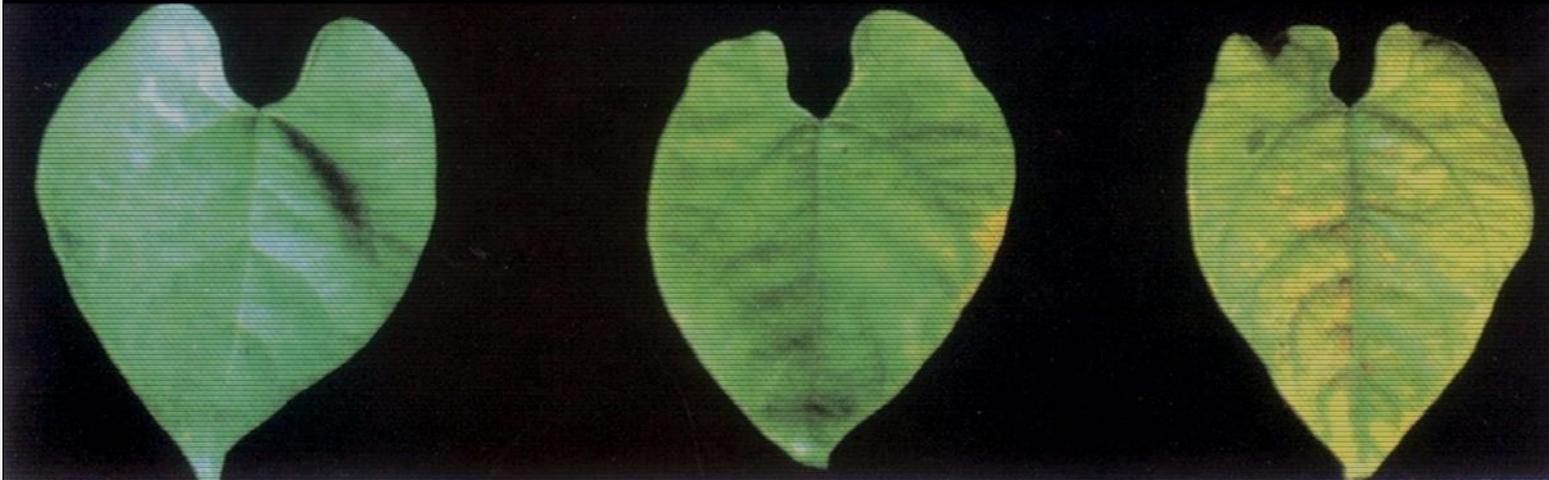
Zunehmende Lichtintensität



80 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$

230 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$

490 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$



Cakmak, 2000; New Phytologist, 146: 185-205



Zink und Trockentoleranz

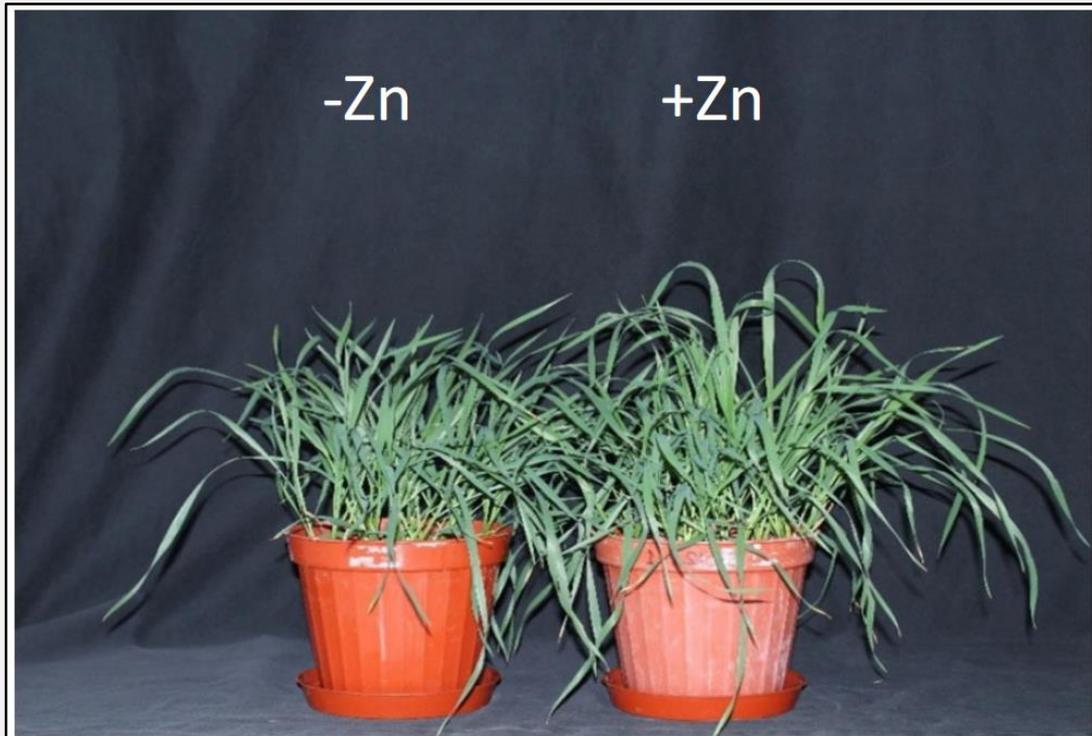
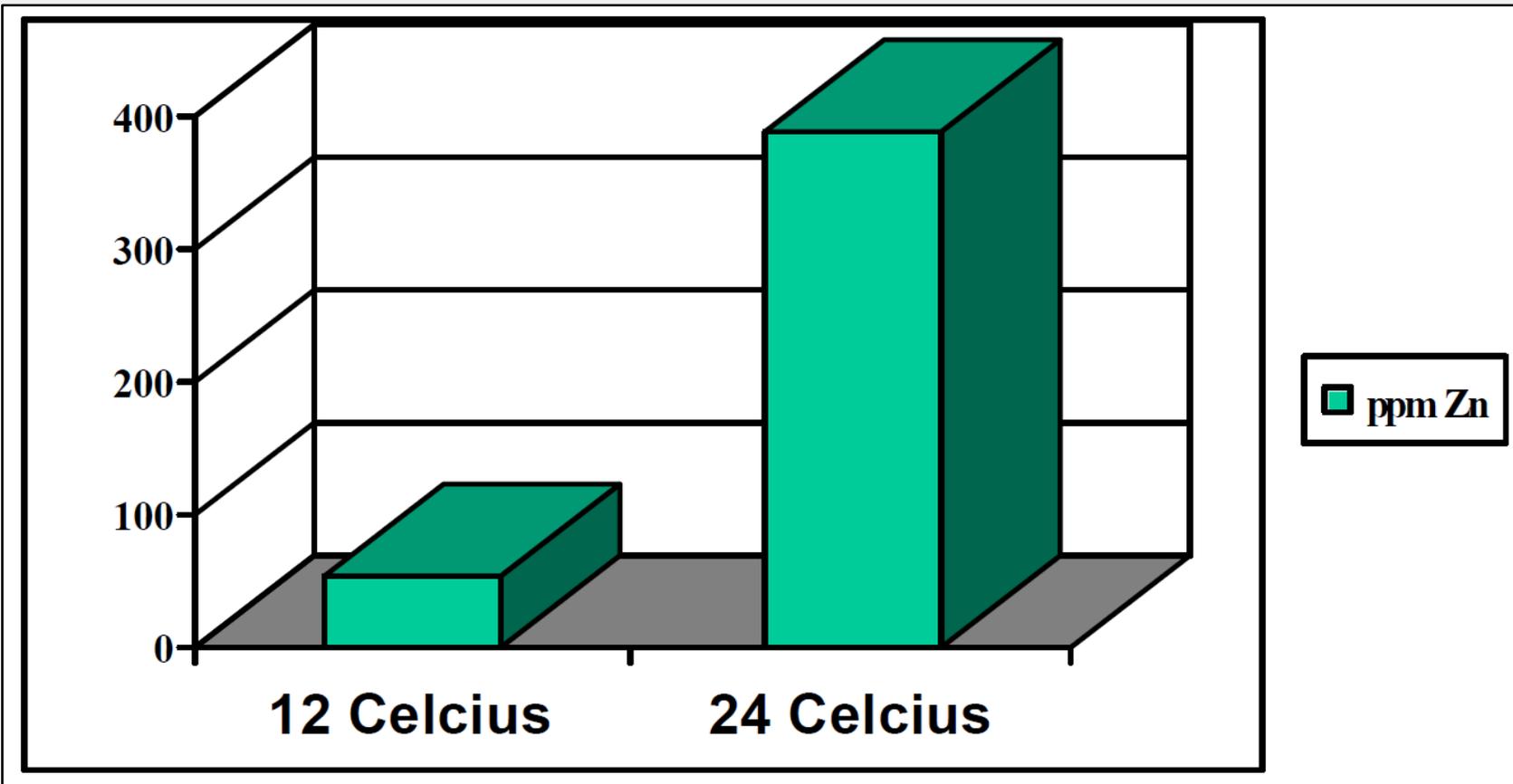


Fig. 2 Effect of Zn nutrition on drought stress tolerance of 30-day-old wheat plants (*T. aestivum* L. cv. Faisalabad-2008). Plants were pre-cultured in a Zn-deficient soil (DTPA-Zn: 0.1 mg kg^{-1} soil) with low ($-Zn$: $0.3 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ soil) or sufficient Zn ($+Zn$: 3 mg Zn kg^{-1} soil) supply and thereafter subjected to drought stress (35% field capacity) for 15 days. (Source: Author's own)



Zinkverfügbarkeit und Bodentemperatur



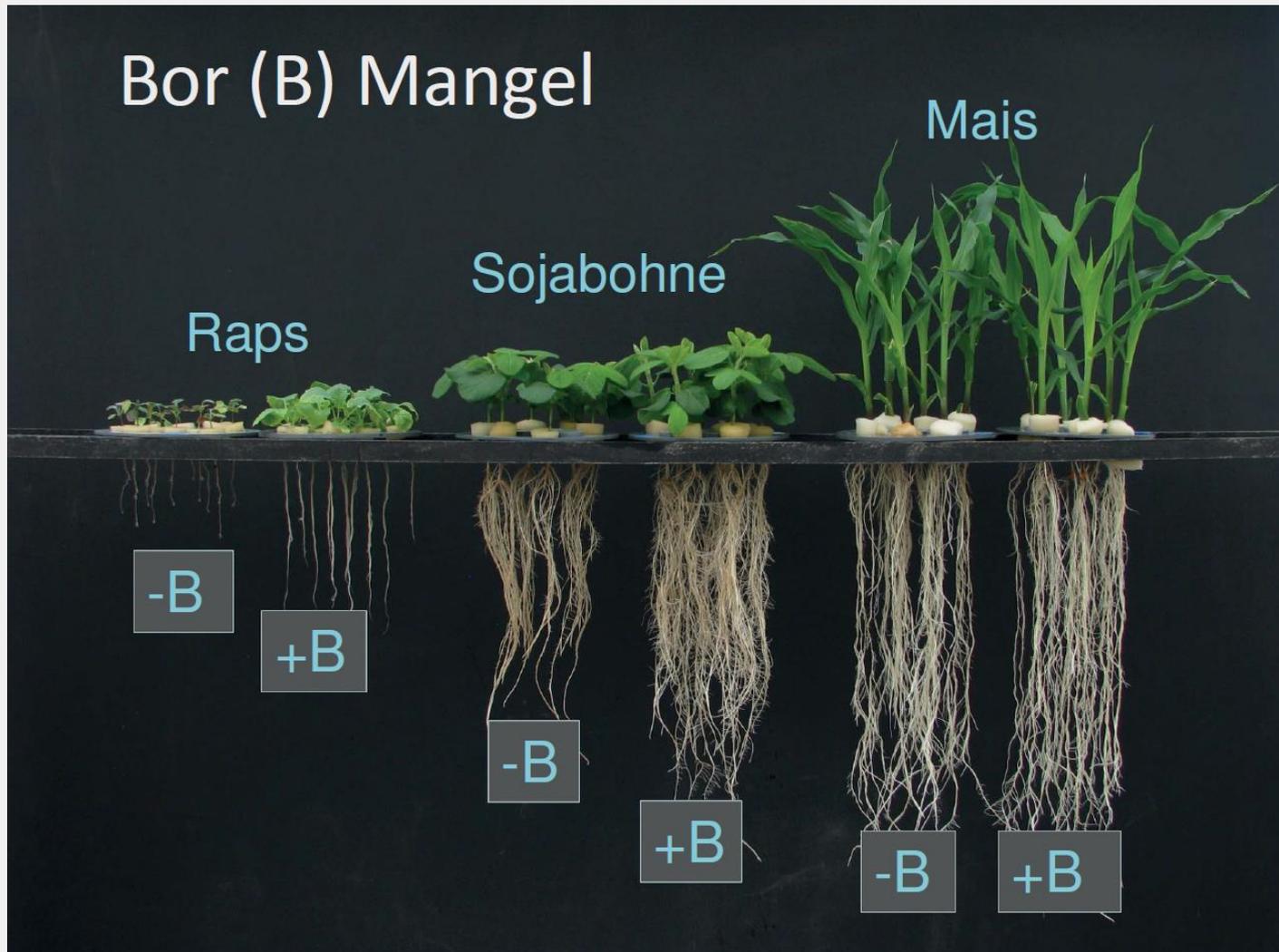


Funktion von Zink in der Pflanze

- Bestandteil von Enzymen
- Beteiligt an der Eiweißsynthese
- Wichtig für Licht-, Hitze- und Trockentoleranz („Klimawandelelement“)
- Stabilität und Funktionalität von Membranen (Zellwand) sind auf eine ausreichende Zinkversorgung angewiesen
- Immunabwehr benötigt Zink



Bor und Wurzelwachstum

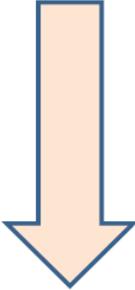


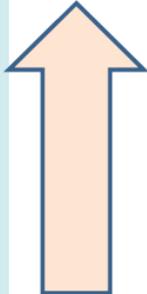


Bor, Zuckertransport und Schädlingsbefall

Membran Durchlässigkeit durch Bor (B) Mangel

Einfluss von Bor auf die Zucker- und Aminosäure-
Ausscheidungen von Sonnenblumen Blätter

	Bor Aufwand (μM)	Zucker ($\mu\text{g g}^{-1} \text{FW [2h]}^{-1}$)	Aminosäuren ($\mu\text{g g}^{-1} \text{FW [2h]}^{-1}$)
Bor 	0.01	900	163
	0.20	440	122
	1.0	70	33
	20.0	20	23

Ausscheidungen


Cakmak et al., 1995, Physiol. Plant.



Bor und Befruchtung

Hoher Bor Bedarf während der Bestäubung

Wirkung von zunehmendem Bor Angebot auf das vegetative und generative Wachstum von Rotklee

B-Angebot (mg/kg Boden)	TM Schoss (g/Topf)	Blüten (Anzahl/Topf)	Samen-ertrag (mg/Topf)
0	12.8	0	0
0.25	13.0	6	0
0.5	12.6	13	0
1.0	12.3	37	430
2.0	12.3	37	1190



Festlegung v. Bor b. tonigen Böden u. hohem pH-Wert

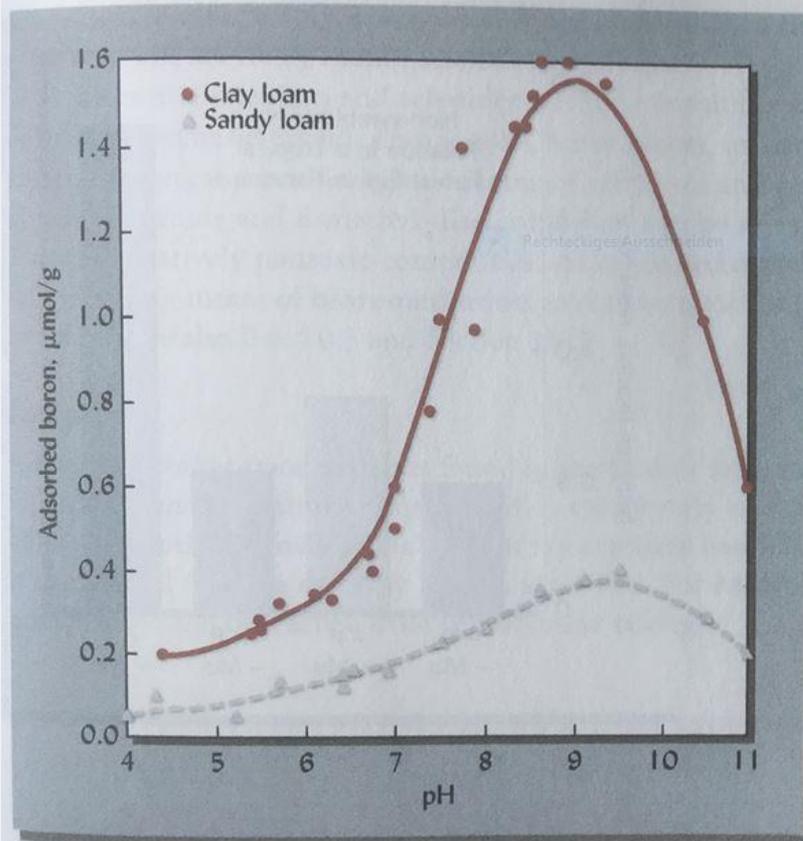


Figure 15.33 Adsorption of boron increases as soil pH increases up to about 9. Boron is thought to form difficult-to-reverse (inner-sphere) complexes with hydroxyls on the surfaces of iron and aluminum oxides and silicate clays. Because of their greater surface area, fine-textured soils can tightly adsorb much more boron than can sandy soils, which may lose most of their boron by leaching. Therefore, boron deficiency is common at high pH in both sandy soils (because of low boron content) and in fine-textured clayey soils (because the boron is tightly held by the clay). [Redrawn from Goldberg et al. (2000) and used with permission of the Soil Science Society of America]



Funktion von Bor in der Pflanze

- Wichtig für Wurzelwachstum
- Wird überwiegend in die Zellwand eingebaut
- Erforderlich für Befruchtung
- Sorgt für den Abtransport von Zucker aus den Blättern (Schädlingsbefall)
- Reguliert das K-/Ca-Verhältnis
- Bedarf umso höher, je höher die Ca-Aufnahme der Kultur (Raps, Luzerne, Zuckerrüben u. Sonnenblume haben hohen B-Bedarf)



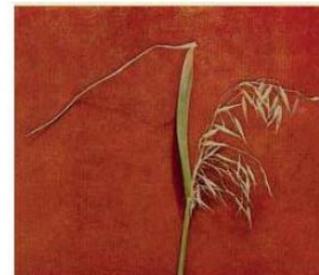
Kupfer und Befruchtung

Cu ist sehr bedeutend für das reproduktive Wachstum

Wirkung von Cu auf das vegetative und reproduktive Wachstum von Weizen

Cu Versorgung (mg Cu/Topf)	Vegetative Wachstum Stroh (g/Topf)	Reproduktive Wachstum Körner (g/Topf)
0	6.7	0
0.1	10.5	0
0.4	12.9	1.0
2.0	12.7	10.5

Gehemmte Körnerbildung bei niedriger Kupferversorgung ist hauptsächlich aufgrund von niedriger Lebensfähigkeit der Pollen und Pollensterilität



Blinde Ähren

Nambiar, Austr. J. Agric. Res. 27, 453-463; 1976

Kupfermangel Weizen



Bildquelle: Cakmak



Bildquelle: Yara

Bildquelle:
www.alamy.com





Kupfermangel Gerste





Funktion von Kupfer in der Pflanze

- Wird für Photosynthese und N-Stoffwechsel benötigt
- Wichtig für Knöllchenbakterien
- Erforderlich für Befruchtung
- An der Ligninbildung (Standfestigkeit und Krankheitsresistenz) beteiligt



Winterhärte und Mangan





Krankheitsresistenz (Schwarzbeinigkeit) und Mangan

Wurzelverletzungen (take all) und Lignin Gehalt im Wurzelgewebe von Weizen bei unterschiedlicher Manganversorgung



Variable	Total length of <i>Ggt</i> lesions (mm)	Lignin content ^a (Abs ₂₈₀ /root system)
Mn, mg/kg soil		
0	38	0.14
3	28	0.12
30	23	0.25
300	22	0.28

Mn ↓ ↓ Lignin

Durch die Beeinflussung der Lignin Synthese unterdrückt das Mangan das Eindringen der Pathogene in das Pflanzengewebe

Rengel et al., 1994



Funktion von Mangan in der Pflanze

- Wird für Photosynthese und N-Stoffwechsel benötigt
- An der Ligninbildung (Standfestigkeit und Krankheitsresistenz) beteiligt
- Neben Kalium und Bor wichtig für Winterhärte

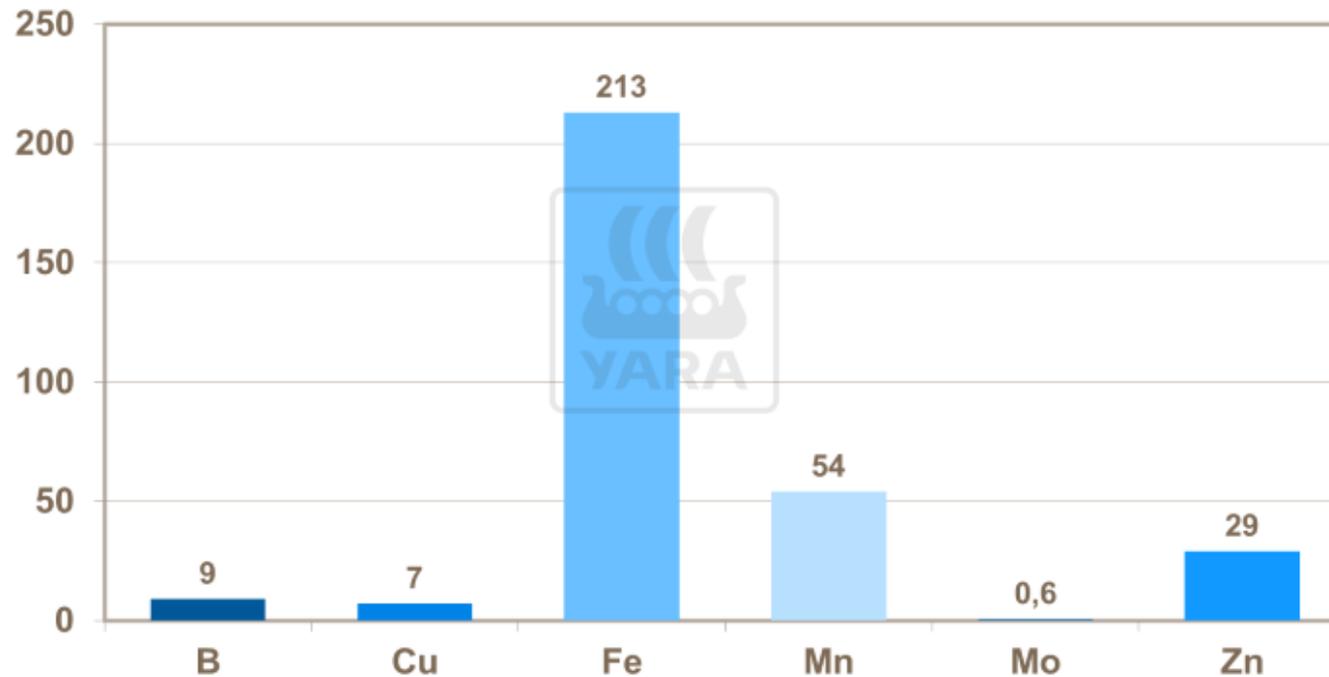


Eisenbedarf von Mais

Mikronährstoff-Abfuhr von Silomais

(Mittelwert der Quellenangaben)

g/t Trockenmasse



Quelle: Benne, E.J., Linden, E. Grier, J.D. and Spike K. 1964; Chamberland E. and St-Laurent R. 1976; Phipps R.H. 1977; Canadian Fertilizer Institute (CFI), 2001; YARA and KTBL. 2005; Mitchell C. C. 2011

Eisenmangelsymptome



Bildquelle: www.yara.com



Bildquelle: www.agweb.com



Bildquelle: www.soybeanresearchinfo.com



Wissenswertes zu Eisen

- Wird für Photosynthese und N-Stoffwechsel benötigt
- Ist für N-Fixierung erforderlich
- Aktivator für biochemische Vorgänge
- Anfällige Kulturen: Weinrebe, Lupinen, Luzerne, Sojabohne, Mais, Hafer, Gerste, v. a. bei $\text{pH} > 7,5$
- Mangel über Pflanzenanalyse kaum nachweisbar, weil nicht der Gesamtgehalt, sondern der Gehalt an physiologisch wirksamen Eisen relevant ist
- Bei Reben haben Blätter mit sichtbarem Mangel oft sogar erhöhte Fe-Gehalte (das „aktive Eisen“ ist entscheidend)



Rolle dieser Mikronährst. für das Bodenleben???

Pflanzennährstoffe

“Essentiell”:

- Stickstoff
- Kalium
- Calcium
- Schwefel
- Phosphor
- Magnesium
- Chlor
- Eisen
- Mangan
- Zink
- Bor
- Kupfer
- Molybdän
- (Nickel)

“Nicht essentiell” (aber nützlich):

- Silizium
- Natrium
- Lithium
- Vanadium
- Selen
- Iod
- Cobalt
- Chrom
- Zinn
- ...



Das erwartet Sie

- Grundsätzliches und Grundlegendes
- Was Sie vielleicht noch nicht über Schwefel wussten
- Mikronährstoffe im ökologischen Landbau
- Zusammenfassung



Zusammenfassung (I)

- Je nach Kultur und Standortgegebenheiten kommen bei Schwefel vermutlich nicht wenige latente Mangelsituationen vor.
- Referent bei Pflanzenbautag AELF KAR im Dezember 2023: „Schwefel fehlt immer.“
- Bei den Mikronährstoffen lassen sich unterschiedliche Bedingungen (leichter/schwerer Boden, hoher/niedriger pH-Wert, hoher/niedriger Humusgehalt, trocken/feucht usw.) hinsichtlich Düngeempfehlungen noch viel schwerer „über einen Kamm scheren“ als bei den Hauptnährstoffen.
- Gerade im Ökolandbau mit verstärktem Leguminosenanbau lohnt es sich, genauer hinzuschauen (v. a. Co, Mo u. u. U. Fe).

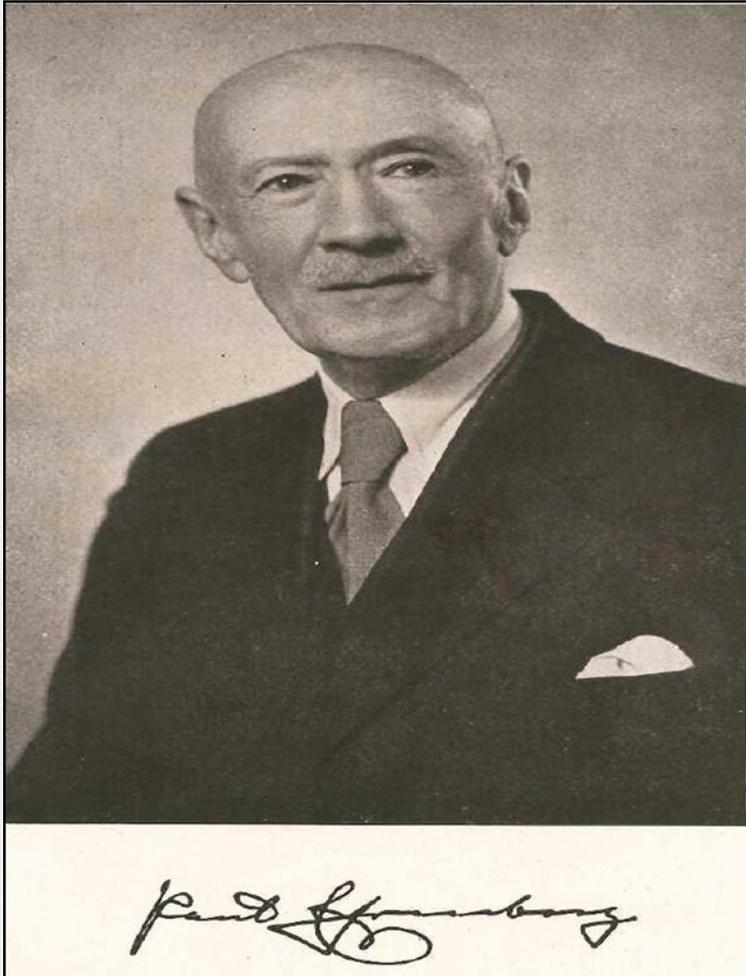


Zusammenfassung (II)

- Die Bedeutung der einzelnen Spurenelem. ist bei den Kulturen unterschiedlich; z. B. Zn bei Mais wichtiger als bei Getreide
- Mit Ausnahme der für die N-Fixierung relevanten Spurenelemente wirkt sich ein guter Mikronährstoffgehalt v. a. auf die Gesundheit und Widerstandsfähigkeit (Standfestigkeit, Winterhärte usw.) aus.
- Mangel und Überschuss liegen bei Spurennährstoffen enger beieinander als bei den Hauptnährstoffen.
- Die Beurteilung der Situation am Standort gelingt am besten durch die Gegenüberstellung von fundierten Bodenuntersuchungen und Pflanzenanalysen.



Die letzten Worte gebühren Prof. Ehrenberg



*„Denn nicht Rezepte geben will ich, sondern zu **eigener Prüfung** und **Überlegung** anleiten. Rezepte werden die große Mannigfachigkeit der in der Landwirtschaft für jeden einzelnen Fall vorkommenden Bedingungen niemals ausreichend zu erschöpfen vermögen.“*

Paul Ehrenberg