

Mikronährstoffe und nützliche Elemente im Ökolandbau

Dr. Hans Marten Paulsen
Institut für ökologischen Landbau
Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL)
Trenthorst 32

23847 Westerau

hans.paulsen@fal.de

Essentielle und nützliche Mikronährstoffe



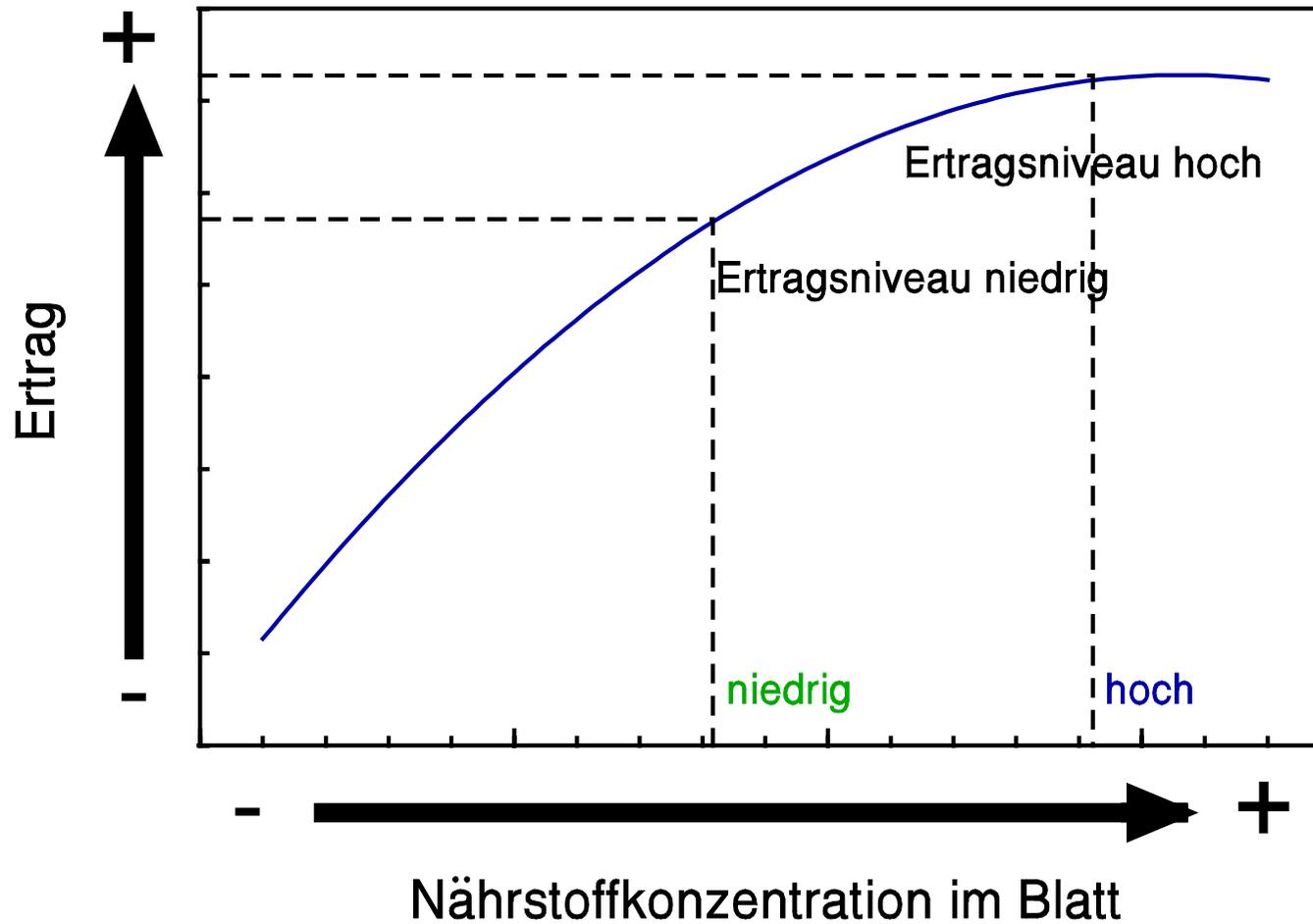
Essentiell

- B
- Cu
- Cl
- Fe
- Mn
- Mo
- Zn

Nützlich

- (Na)
- Si
- Co

Für alle im Folgenden genannten Dünger gilt: Mangelsituationen dürfen im ökologischen Landbau ausgeglichen werden: Bodenanalysen und Pflanzenanalysen, evtl. Mangelsymptome müssen der Kontrollstelle vorgelegt werden.



Ertragsfunktion, oberes Grenzlinienverfahren

Essentielle Mikronährstoffe

Einfluß mineralischer (Kon) und organischer Düngung (Org) auf die Spurenelementgehalte erzeugten Möhren (Warman et al. 1997)

	1990		1991		1992	
	Kon	Org	Kon	Org	Kon	Org
B	19,4	21,9	17,8	20,8	16,8*	18,6
Fe	30,4	25,6	20,0	24,0	36,0*	29,2
Mn	24,6	22,1	23,8	22,2	14,8	12,0
Cu	7,4	6,2	8,3	7,0	8,4	6,6
Zn	25,0	24,8	26,0	21,0	24,0	23,0

* = signifikanter Unterschied ($P > 0,005$)

Ökologisch erzeugte Möhren weisen signifikant höhere Bor- und Kupfergehalte auf (Fleck et al. 2001)

	Fe	Zn	Mn	Cu	B	Pb	Cd
Biol.-dynamisch	9,39	1,82	1,12	0,49	2,01	0,098	0,010
konventionell	10,70	1,54	1,71	0,29	1,47	0,089	0,012
T-Test	ns	ns	ns	***	***	ns	ns

Die Mikronährstoff- und auch Schadstoffgehalte von Pflanzen sind zunächst abhängig von Bodeneigenschaften, Standortgeschichte und Witterung. Einzelne Studien die grundsätzlich geringere oder höhere Mikronährstoffgehalte ökologischer Produkte im Vergleich zu konventioneller Erzeugung belegen gibt es nicht.

Die Verwendung von Mehrnährstoffdüngern ist nur zulässig, wenn für alle Nährstoffe ein Bedarf vorliegt.

Im ökologischen Landbau gemäss Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 (EG-ÖKO-VO) zugelassene Bordünger (LfE 2002) (Bedarf muss von den Kontrollstellen anerkannt werden)

<i>Düngemitteltyp nach DüngemittelVO</i>	<i>Borsäure</i>	<i>Natriumborat</i>	<i>Boräthanolamin</i>	<i>Bordünger-Lösung</i>
Zugelassene Handelsprodukte	Folicin – Bor (17,5 % B) BvG Borsäure 17 (17 % B) VYTEL-Flüssig-Bor (10,9 % B) BIESTERFELD-Flüssig-Bor (10,9 % B) DüKa-Bordünger (17,4 % B)	Solubor DF (17,4 % B) Solubor (20,8 % B) Liquibor (11 % B) Borax (11 % B) BIESTERFELD-Bor-21-P (21 % B) BIESTERFELD Bor DF (18 % B)	DüKa-Bor 150 flüssig (11 % Bor)	Folicin-Bor flüssig (11 % B)

Bormangel tritt insbesondere bei Austrocknung in Sellerie, Rote Bete und Kohl auf.

Zugelassene Kupfer-Dünger

Im ökologischen Landbau gemäss Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 (EG-ÖKO-VO) zugelassene Kupferdünger (LfE 2002) (Bedarf muss von den Kontrollstellen anerkannt werden)

<i>Düngemitteltyp nach DüngemittelVO</i>	<i>Kupfersalz</i>	<i>Kupferhydroxid</i>	<i>Kupferchelat</i>
Zugelassene Handelsprodukte	Kupfersulfat (25 % Cu)	Kupfer-Questuran (50 % Cu)	Folicin-Cu (14 % Cu) VYTEL-Flüssigkupfer (7 % Cu) BIESTERFELD-Flüssigkupfer (7,1 % Cu)



Problem: Cu als Fungizid im ökologischen Landbau

- Falscher Mehltau (Rebenperonospora, Plasmopara viticola) im ökologischen Weinbau

- Kraut- und Knollenfäule (Phytophthora infestans) im ökologischen Kartoffelbau

Kupfer wird als Dünger und Pflanzenschutzmittel eingesetzt.

Zugelassene Mangan-Dünger

Im ökologischen Landbau gemäss Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 (EG-ÖKO-VO) zugelassene Mangandünger (LfE 2002) (Bedarf muss von den Kontrollstellen anerkannt werden)

<i>Düngemitteltyp nach DüngemittelVO</i>	<i>Mangansalz</i>	<i>Manganchelat</i>
Zugelassene Handelsprodukte	<p>Mangansulfat (25 % Mn)</p> <p>Mangansulfat (31 % Mn)</p> <p>VYTEL-MANGRO 150 FL (10,95 % Mn)</p> <p>195-Super flüssig Mangan (13 % Mn)</p>	<p>Folicin-Mn (13 % Mn),</p> <p>Folicin-Mn flüssig (6 % Mn)</p> <p>VYTEL-flüssig-Mangan (6 % Mn)</p> <p>VYTEL-Mn-Supergranulat (13 % Mn)</p> <p>BIESTERFELD-flüssig-Mangan (6 % Mn)</p>

Zugelassene Eisen-Dünger

Im ökologischen Landbau gemäss Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 (EG-ÖKO-VO) zugelassene Eisendünger (LfE 2002) (Bedarf muss von den Kontrollstellen anerkannt werden)

<i>Düngemitteltyp nach DüngemittelVO</i>	Eisensalz	Eisenchelat
Zugelassene Handelsprodukte	Eisensulfat (20 % Fe)	Flory 71 (13 % Fe), Flory 72 (6 % Fe) Flory 73 (11 % Fe) Fetrilon (13 %Fe), Sequestren (6 % Fe) Folicin DP (6 % Fe) BIESTERFELD-Eisen-10 FL (7,7 % Fe)

Anwendung: Obst-, Wein-, Zierpflanzenbau, Ziergehölze, Baumschulen, Gartenbau

Zugelassene Molybdän-, Zink- und Spurennährstoffmischdünger

Im ökologischen Landbau gemäss Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 (EG-ÖKO-VO) zugelassene Molybdän-, Zink-, Spurennährstoffmischdünger (LfE 2002) (Bedarf muss von den Kontrollstellen anerkannt werden)

<i>Element</i>	<i>Mo</i>	<i>Zn</i>		
<i>Düngemitteltyp nach DüngemittelVO</i>	<i>Natriummolybdat</i>	<i>Zinksalz</i>	<i>Zinkchelat</i>	<i>Spurennährstoff – Mischdüngerlösung</i>
Zugelassene Handelsprodukte	Natriummolybdat (40 % Mo) Folicin-Mo (39,6 % Mo)	Zinksulfat (23% Zn)	Folicin-Zn (15 % Zn) VYTEL-flüssig-Zink (7 % Zn)	AKRA PLUS 9 Chelat



Mo: Z. B. Blumenkohl: Behandlung von Jungpflanzen oder Düngung der Anzuchterde

Zugelassene Bodenhilfsstoffe und Steinsalz

Im ökologischen Landbau gemäss Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 (EG-ÖKO-VO) zugelassene Bodenhilfsstoffe und Pflanzenhilfsmittel und andere Stoffe (LfE 2002) (Einsatz ohne Genehmigung möglich)

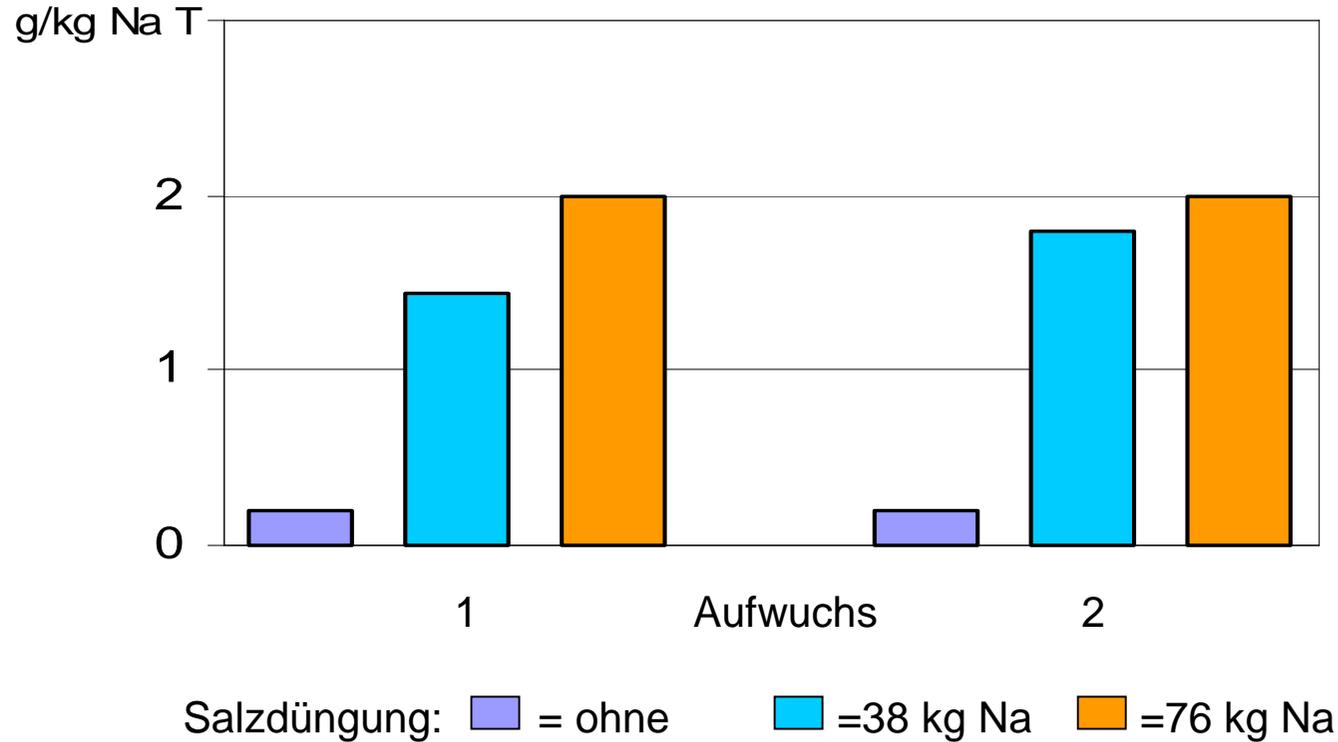
<i>Bezeichnung gem. Anh. II Teil A, EG ÖKO-VO</i>	<i>Gesteinsmehl</i>	<i>Ton (Perlit, Vermiculit usw.)</i>	<i>Natriumchlorid ausschliesslich. Steinsalz</i>
Zugelassene Handelsprodukte	Biodokal Bentonit (Montmorillonit) Biolit (Diabas-Gesteinsmehl) Hersbrucker Gesteinsmehl SKW-MAHLE Urgesteinsmehl Neudorff's Urgesteinsmehl Eifelgold (feinblasige Basaltschlacke) Vulkanin (Phonolitmehl)	Catomin AKRA Kombi AKRA Stroh R AKRA WD ELOPLANT-Produkte AKRA SAAT	



Gesteinsmehle: Eisen, Silizium; Mahlfeinheit entscheidend für Wirksamkeit

Nützliche Mikronährstoffe

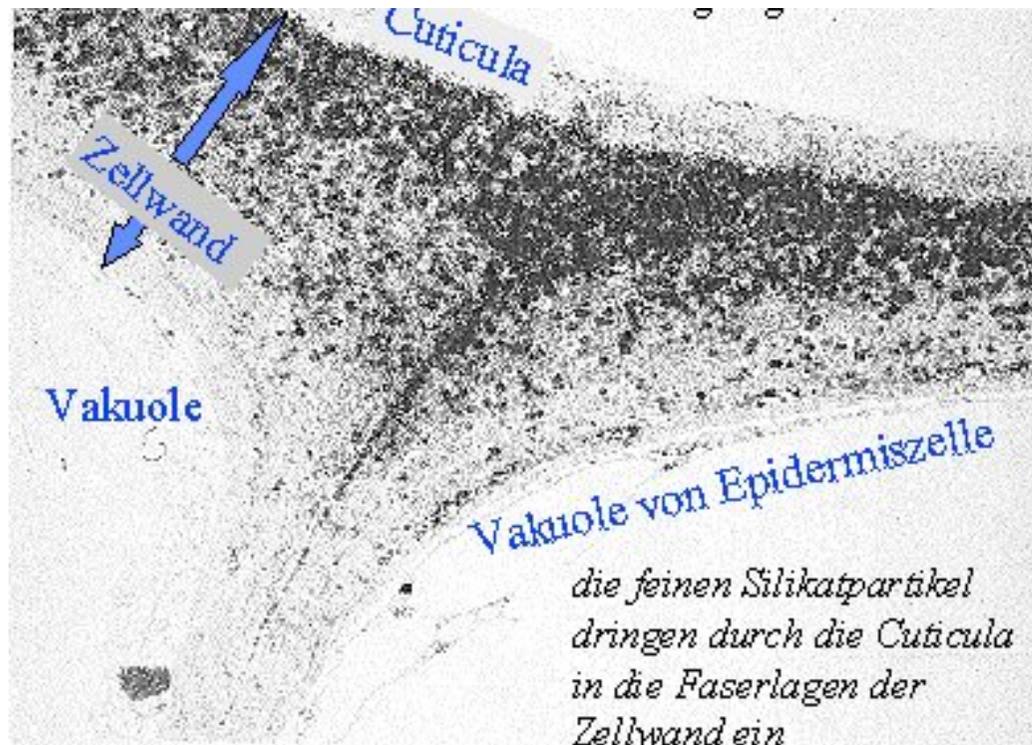
Natrium



Einfuss von Weidesalzgaben auf den Natriumgehalt von Grünlandpflanzen (Leisen 2000)

Auswirkungen auf den Kleebestand beachten

Silizium



Silikat - Einlagerungen erhöhen

Halmstabilität

Widerstandskraft gegenüber

Pilzhyphen

und saugenden Insekten

Silizium



z. B. Echter Mehltau bei Wein

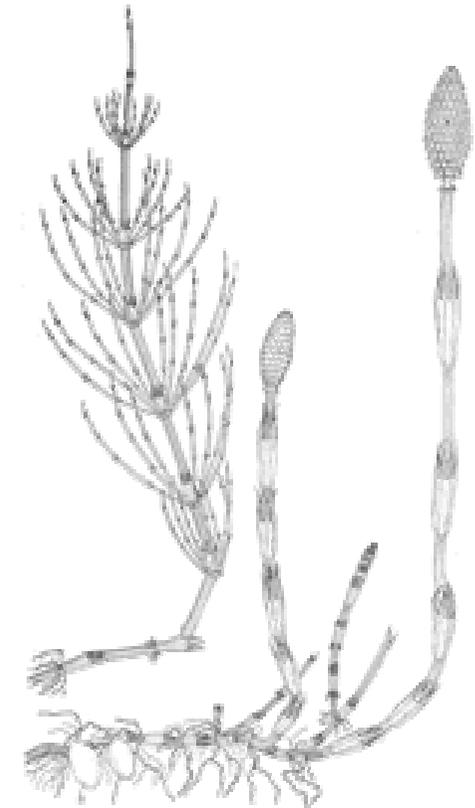
Na-Silikat (Wasserglas)

Vorblüte 2 l/ha

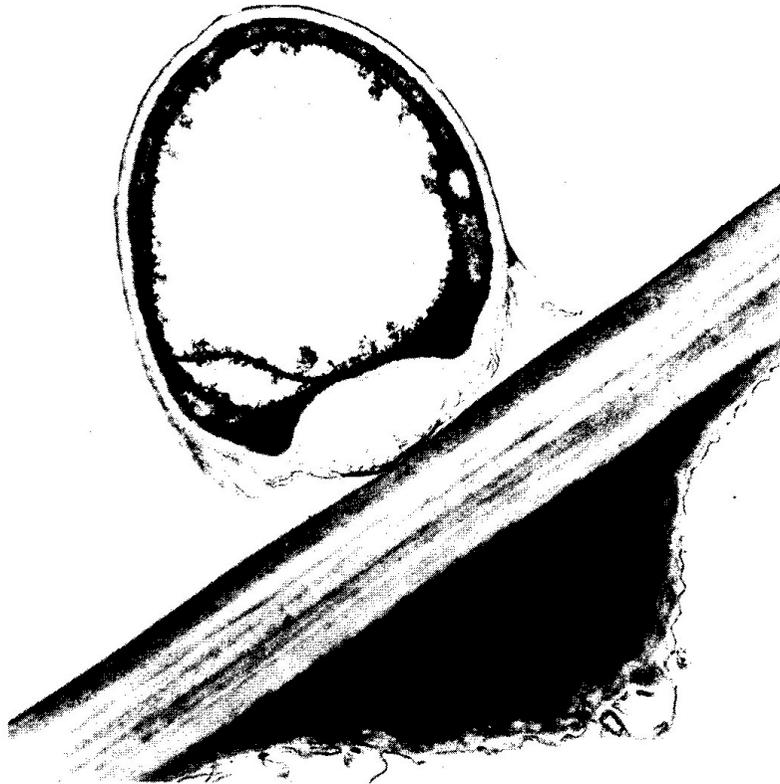
Nachblüte 2,5 - 3 l/ha

Schachtelhalmextrakt

silikatreich



Silizium

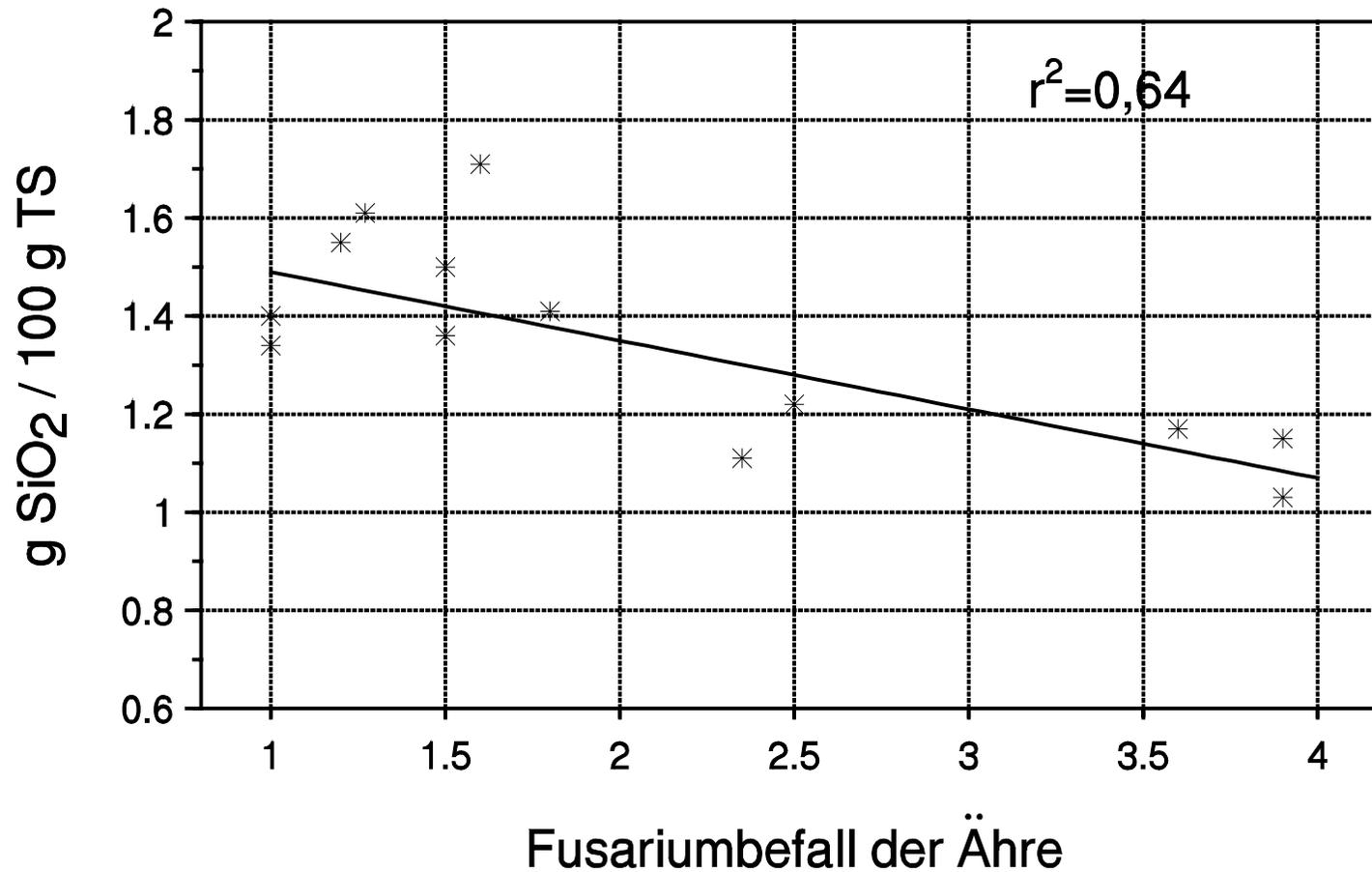


Ausbildung einer Papille unterhalb eines Appressoriums von *Erysiphe graminis* var. *hordei* in einem Gerstenblatt, Vergr. 21920-fach (Foto: Uni Göttingen, in Schlösser, 83)

Resistenzreaktionen:

Abwehrreaktion
durch Umverteilung u. a.
von Silizium in den Zellen
in den Bereich der
Penetrationsorte der Pilze
(z. B. Zwergrost und
Mehltau bei Gerste) (BAZ
2000)

Silizium



Fusariumbefall an den Ähren von Weizensorten eines ökologischen Zuchtgartens (Boniturdaten) und Kieselsäuregehalte in der Ähre (Buchmann und Kunz, Lebendige Erde 6/02)

Für Tiere essentielle Mikronährelemente



- Fe
- J
- Co (Wiederkäuer)
- Cu (ergotropher Effekt)
- Mn
- Mo
- Se
- Zn

Zn-Bedarf von Milchkühen im Vergleich zum Angebot sowie Zinkbilanz zweier benachbarter Betriebe mit ökologischer und konventioneller Produktion in Schweden (Gustafson et al. 2003)

Betriebstyp	Zn	Bedarfsdeckung durch			Zn
	Bedarf für Produktion [kg Kuh ⁻¹ Jahr ⁻¹]	hofeigenes Futter [%]	gefütterte Ration [%]	importierte Futtermittel [%]	Bilanz [kg Kuh ⁻¹ Jahr ⁻¹]
Biologisch Zn	0,27	70	126	66	-0,12
Konventionell Zn	0,28	50	136	100	-0,036

Milchleistung: Biolog. 7820, konv. 8780 kg Kuh⁻¹ Jahr⁻¹

Spurenelement- und Na-Gehalte von Silagen aus ökologischem Anbau (Leisen 2002 aus Schumacher 2002)

	Na g kg ⁻¹ TS	Cu	Fe	Zn mg kg ⁻¹ TS	Mn	Se
Grünland- und Kleegrassilagen (n=53)^a						
Mittel	0,08	7	436	33	88	0,13
Min	0,00	3	109	24	43	0,02
Max	0,40	13	2284	47	241	0,40
Silomais (n=5)						
Mittel	0,02	5	94	35	43	-
Min	0,01	4	76	24	20	-
Max	0,05	6	108	47	54	-
GPS aus Getreide und Getreide-Leguminosengemenge (n=5)						
Mittel	0,04	6	108	27	38	-
Min	0,00	5	54	17	18	-
Max	0,10	7	204	42	87	-
Zielwert Milchkühe^b	> 0,14	10	50	50	50	0,15-0,20

^a=Se: n=16, Na n=35, Silomais n=35, GPS n=23 ^b=Empf. LUFA Münster

Im ökologischen Landbau zulässige Mineralfuttermittel für Schweine (KDK Betriebsmittelkatalog 2002)

Handelsname Hersteller

20501 Milkivit /Trouw Nutrition Deutschland GmbH
 Aufbaufutter Mast Salvana Tiernahrung GmbH
 BIOPHOS F H. Wilhelm Schaumann GmbH
 BIOPHOS M H. Wilhelm Schaumann GmbH
 BIOPHOS VM H. Wilhelm Schaumann GmbH
 BIOPHOS ZUCHT H. Wilhelm Schaumann GmbH
 Blattin MX I Blattin Mineralfutterwerk GmbH&Co.KG
 Blattin Öko-Mast Blattin Mineralfutterwerk GmbH&Co.KG
 Blattin Öko-Zucht Blattin Mineralfutterwerk GmbH&Co.KG
 Blattin R12 ADE Blattin Mineralfutterwerk GmbH&Co.KG
 Blattin R12 ADE für Schafe Blattin Mineralfutterwerk GmbH&Co.KG
 Blattin R18 ADE Blattin Mineralfutterwerk GmbH&Co.KG
 Blattin R24 ADE Blattin Mineralfutterwerk GmbH&Co.KG
 Blattin R30 ADE Blattin Mineralfutterwerk GmbH&Co.KG
 Blattin Spur-a-min Blattin Mineralfutterwerk GmbH&Co.KG
 Blattin WT Blattin Mineralfutterwerk GmbH&Co.KG
 Blattin WT ungepresst Blattin Mineralfutterwerk GmbH&Co.KG
 Blattipollo biologisch Blattin Mineralfutterwerk GmbH&Co.KG
 ELMOSAN S (Mast) Salvana Tiernahrung GmbH
 ELMOSAN SZ (Sauen) Salvana Tiernahrung GmbH
 E-Top Salvana Tiernahrung GmbH
 Eurovit Zuchtschweine VITAN-Spezialfutter Ges.mbh
 Ferkelmineral (6472) Salvana Tiernahrung GmbH
 Kalisan-Baci Jahn Ges.m.b.H.
 Leckstein mineral Josera-Erbacher GmbH&Co.Betriebs KG
 Leckstein natur Josera-Erbacher GmbH&Co.Betriebs KG
 Leckstein plus Josera-Erbacher GmbH&Co.Betriebs KG
 Libero Josera-Erbacher GmbH&Co.Betriebs KG
 Mast Vilomix
 Mastmineral (6468) Salvana Tiernahrung GmbH
 Mineral G Ignaz Göweil GmbH&Co.KG
 Mineral S Ignaz Göweil GmbH&Co.KG
 Mineralfutter Vitamin E Salvana Tiernahrung GmbH
 Mineral-Leckschale Josera-Erbacher GmbH&Co.Betriebs KG

EU-ÖkoVO

4.1: Das Futter soll den ernährungsphysiologischen Bedarf ... der Tiere decken und dienet eher der Qualitätsproduktion als der Maximierung der Erzeugung.

4.16: Zur Deckung des ernährungsphysiologischen Bedarfs der Tiere... ist nur der Zusatz der in Anhang II ... und Teil D Nummern 1.1 Spurenelemente ... genannten Erzeugnisse zulässig.

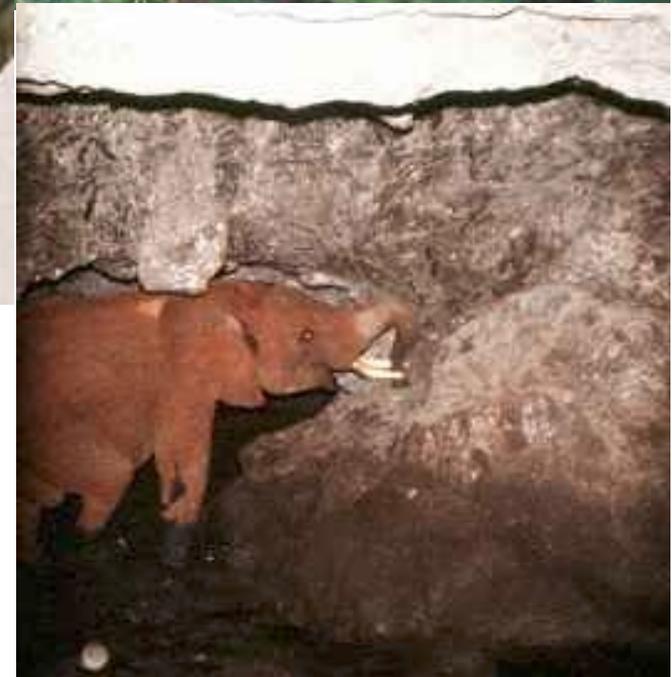
Aufgrund der hohen Schwankungsbreite bei den Spurenelementen in den Futterpflanzen empfiehlt sich eine standörtlich und jahreszeitlich angepasste Spurenelementsupplementierung mit möglichst geringen Sicherheitszuschlägen.



Mindestversorgung von Futtermitteln für pflanzenfressende Nutztiere mit Spurenelementen (GfE 1995, 2001, 2003) sowie Spurenelementgehalte von verschiedenen Laubarten (Rahmann 2004) und Feldfutter [mg kg⁻¹ TS]

	Fe	Cu	Zn	Mn	Co	Se	Na
Mindestgehalte in Futtermitteln	50	7-10	40-50	40-60	0,05-0,20	0,10-0,15	500-1400
Schw. Holunder	102	26	12	31	<0,20	0,02	160
Heckenrose	81	9	14	27	<0,20	0,04	200
Haselnuss	162	18	31	541	0,72	0,04	620
Salweide	117	6	128	170	<0,20	<0,02	170
Silberweide	140	9	409	84	<0,20	0,13	100
Stieleiche	118	7	19	182	0,72	0,04	90
Laubarten (n=30)	68-299	5-24	14-409	16-2371	<0,2-0,7	<0,02-0,13	50-630
Feldfutter^a	-	5-11	24-51	7-98	0,08-0,18	0,13^b	360-1000

^aErbse u. Hafer – grün, Kartoffel, Rotklee(DLG 1991) ^bGrassilage Ø NRW 1999 (Leisen 1999)



Geophagie von Elefanten zur Verbesserung des Na-Bedarfs (Mount Elgon Elephant Caves, Kenia); Weideschwein

Weidenutzung, Äsungsverhalten, Futterverschmutzung, Weidepflege und tierindividuelles Verhalten bestimmen über die Erdaufnahme beim Weidegang

Spurenelemente: Benötigte Konzentrationen in Futterrationen, Absorptionsraten aus Boden im Tierkörper, normale Bodengehalte und tägliche absorbierte Menge von Nutztieren bei Bodenaufnahme mit dem Futter

Element	Benötigte Menge mg kg ⁻¹ TM ¹	Absorption durch das Tier %	Normale Bodengehalte mg kg ⁻¹	Aufnahme mit (kg) Boden durch			
				Rind (1) ^b mg	Schaf (0,1) mg	Schwein (0,1) mg	Huhn (0,0014) mg
Fe	40-100	? (10) ^a	6650-9100 mg kg	665-910	66,5-91,0	66,5-91,0	9,31-12,74
Mn	10-60	0,4	250-650 mg kg ⁻¹	1-2,6	0,1-0,26	0,1-0,26	<
Zn	20-100	14	19-186 mg kg ⁻¹	2,66-26,4	0,27-2,6	0,27-2,6	<
Cu	4-10	55	3-67 mg kg ⁻¹	1,65-36,85	0,165-3,69	0,165-3,69	<
Se	0,1-0,3	34	0,02-0,1 0,158 mg kg ⁻¹	0,0068- 0,034	0,0007- 0,003	0,0007- 0,003	<
J	0,1-0,5	? (10) ^a	2,52ug/kg 10-150 ug/kg	0,0025	0,0025	0,0025	<
Co	0,1-0,2	1	5-20,4 mg kg ⁻¹	0,05-0,2	0,005-0,02	-	-

^a = angenommener Wert für Berechnung ^b = Werte in Klammern: durchschnittliche Bodenaufnahme bei Weidegang pro Tag

Literatur: Zu Absorption: Healy 1970 (Mn, Zn, Se, Co), Sample et al. 1998 (Cu) ; zu Bodengehalten : Paulsen 1995 (Fe, Mn), Lübben 1993 (Zn, Cu), Scheffer Schachtschabel 1998, Hartfiel W, Bahners N, 1988 (Se), Kirchner et al. 1996, Jopke et al. 1994 (J), Suttle et al 2003 (Co)

Auf die hohe Bedeutung der regelmäßigen Bodenaufnahme für die Kobalt-, Mangan-, Selen und Jodversorgung der Weidetiere wird hingewiesen (Healy et al. 1970, Field und Purves 1964, Thornthorn und Abrahams 1983, Rigg and Askew, 1934).

- ❖ **Düngung** mit Mikronährstoffen und nützlichen Elementen ist im ökologischen Landbau möglich, jedoch sind für das angestrebte Ertragsniveau keine gültigen Grenzwerte für die notwendige Versorgung vorhanden. Für viele im ökologischen Landbau bedeutsame Kulturen gibt es keine Daten zum Versorgungszustand.
- ❖ Die Mikronährstoffgehalte von Pflanzen sind zunächst abhängig von Bodeneigenschaften und Witterung und organischer Düngung. Mikronährstoffdünger dürfen nur bei nachgewiesenem Bedarf eingesetzt werden.
- ❖ Mikronährstoffdünger werden vorwiegend im Gemüse und Obstbau eingesetzt.
- ❖ Studien auf ökologischen Betrieben zeigen negative Mikronährstoffbilanzen. Durch Import von Futtermitteln und Mineralstoffzusätzen werden sie verbessert.
- ❖ Kupfer nimmt als Fungizid eine Sonderrolle ein, eine Verminderung des Einsatzes wird angestrebt. Durch die Spritzungen kommt es zu Cu-Anreicherungen in den Böden.
- ❖ Silizium ist Bestandteil vieler Pflanzenstärkungsmittel und erhöht die Widerstandskraft der Pflanzen gegenüber Pilzen und saugenden Insekten.

- ❖ In der **Tierfütterung** ist nach den gängigen Richtwerten bei der ausschließlichen Nutzung hofeigener Futtermittel eine Unterversorgung mit Spurenelementen zu erwarten.
- ❖ Eine Spurenelementergänzung der Rationen ist möglich, zur Verminderung von Überschüssen empfehlen sich angepasste Gaben mit möglichst geringen Sicherheitszuschlägen.
- ❖ Dazu müssen die Standortbedingungen und Spurenelementgehalte in Futtermitteln berücksichtigt werden.
- ❖ Die Spurenelementversorgung ist auf das geringere Leistungsniveau im ökologischen Landbau (langsames Wachstum, weniger Milch) abzustimmen
- ❖ Überdosierungen einzelner Elemente (z. B. Cu) zur Leistungssteigerung sind nicht erwünscht.
- ❖ Die Berücksichtigung von z. B. Laubfütterung und Bodenaufnahme für die Spurenelementversorgung von Tieren hat bei extensiver Produktion einen höheren Stellenwert, da der Bedarf geringer ist.