

Kalkung im Ökolandbau

***Tag des ökologischen Landbaus
am Dienstag, den 07. Juni 2016 in Gülzow***



Gliederung

1. Einleitung

- Unternehmen

2. Kalk und Boden

- Aufgaben von Kalk (chemisch, physikalisch, biologisch)
- Calcium in der Pflanze
- Bodenarten und Eigenschaften
- Notwendigkeit Kalkung in humiden Klimaregionen
- Bodenversauerung und Folgen
- Puffersysteme im Boden
- Kalkarten
- Kalkstrategien (Stoppelkalkung – Kopfkalkung)

Darstellung und Demonstration im praktischen Versuch



Ökolandbau und Kalk?!

Ohne Boden



bodenlos



Kalkwirkung auf Boden und Pflanze

1. Direkte Wirkung

2. Indirekte Wirkung

chemisch

physikalisch

biologisch

Günstiger pH-Bereich

Nährstoffe Ca Mg

Verfügbarkeit der Haupt-
und Spurennährstoffe
verbessert

tieferes
Wurzelwachstum

Verbessert Dünger- u.
Nährstoff- Ausnutzung

Flockung der
Tonteilchen –
Krümelbildung

Größeres, stabileres
Porenvolumen;
mehr Luft im Boden,
gute Wasserführung

Infiltration,
Regenverdaulichkeit
Befahrbarkeit
Durchlüftung
Erwärmung

Förderung des
Bodenlebens

Bioturbation,
Ton-Humus-Verbind.
Höherwert. Humus

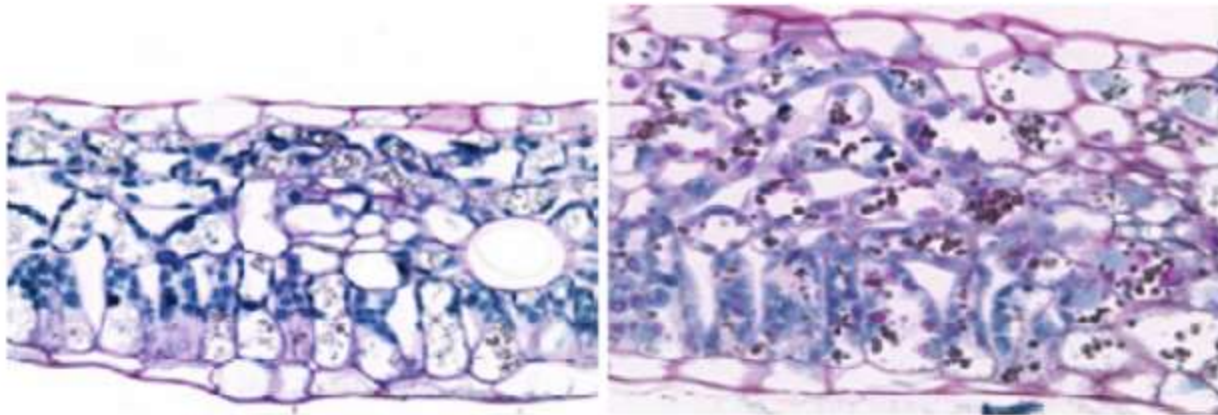
Bessere Nährstoff-
Sorptions u. Desorption

verringert
Erosion u. Verdichtung

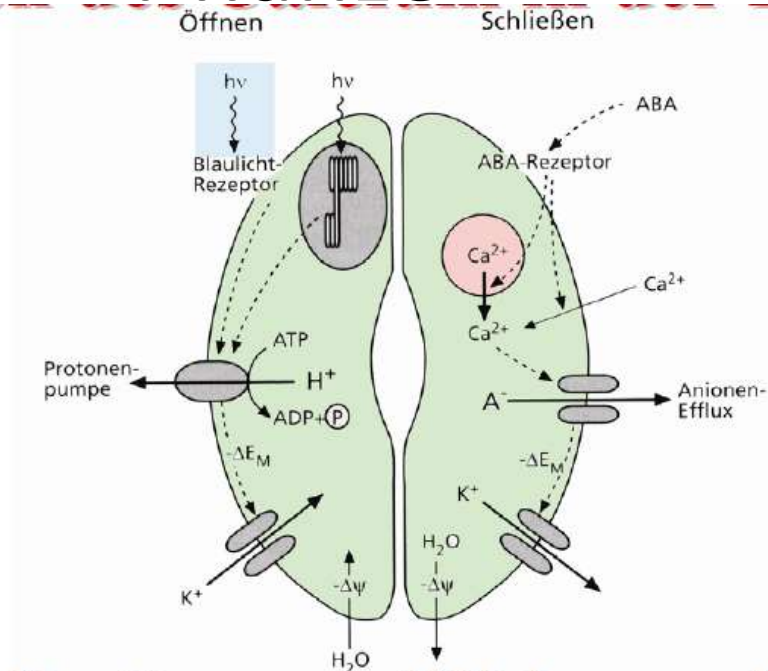


Funktionen des Calcium in der Pflanze

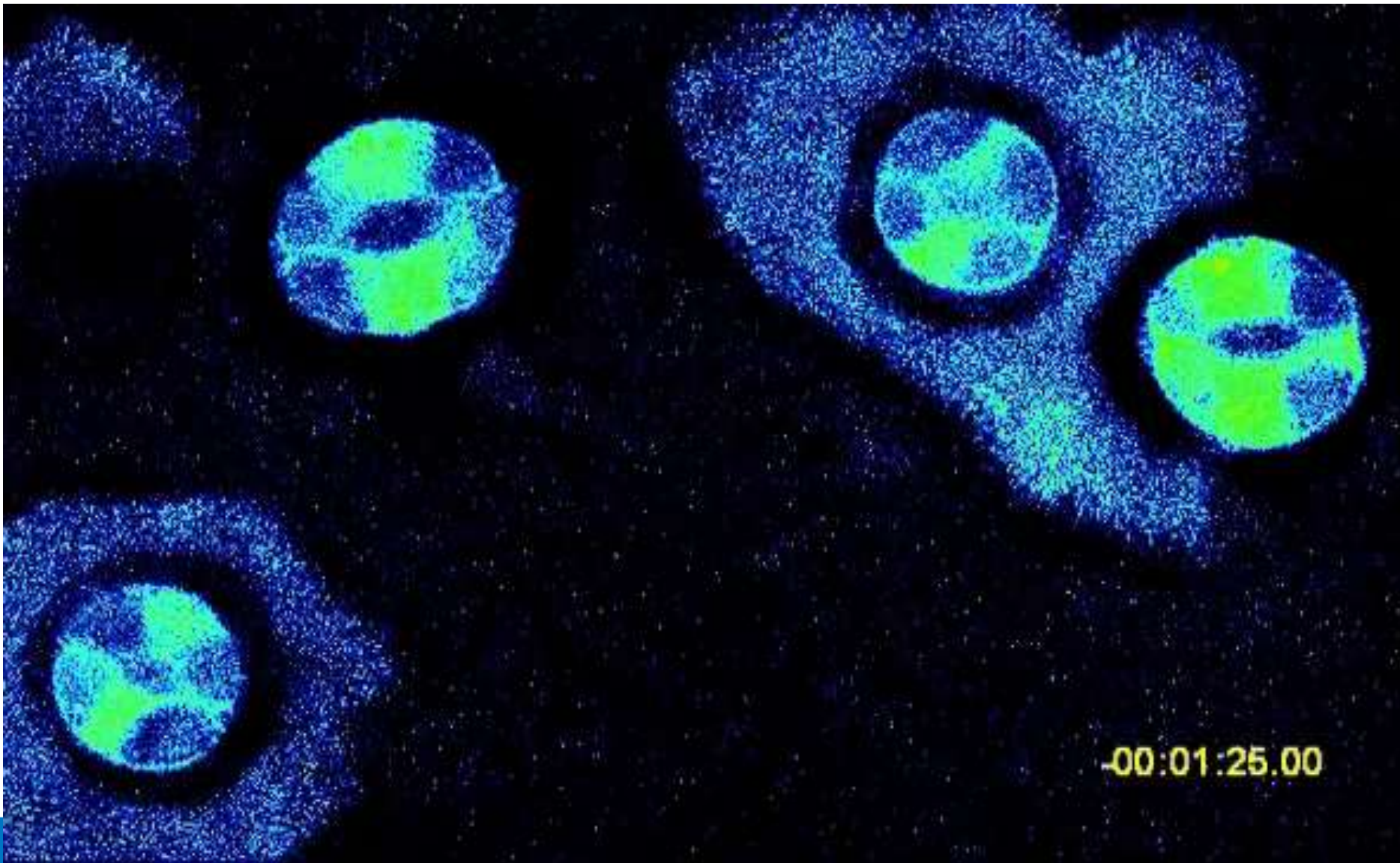
a) Strukturelement zur Verstärkung, Versteifung, Stabilität und Elastizität der **Zellwände** (Ca – Pektinate); fördert Resistenz gegen Schädlinge;



Funktionen des Calcium in der Pflanze



b) Ca verstärkt die Osmose-Wirkung, das Schließen der Stomata, sowie die **Saugkraft** der Wurzeln; regelt dadurch den Wasserhaushalt; fördert **Hitzetoleranz**;



Quelle: PEITER, 2014







Bild aus der Praxis

Säuereschaden in Wintergerste



Foto: Oliver Borowy, 06.11.2015





Foto: Oliver Borowy, 06.11.2015



Mangan und Aluminiumüberschuss durch Kalkmangel in der Gerste!



4,5 pH-Wert!

**In der Bodenuntersuchung lag der
pH-Wert bei 6,4!**

Versauerung und Kalziummangel

links: Wachstumsstörungen
in Wintergerste, Herbst 2014



NPK-Mangel bei zu niedrigem pH-Wert im Mais





Verschlämmung und Erosion – Verspäteter Feldaufgang und schlechtere Jugendentwicklung



Herausforderung: Schutz vor Bodenverdichtung



Jakob Opperer, Präs. LfL FS

Fachtagung der DHG – Juni 2013



Herausforderung: Schutz vor Bodenverdichtung



Jakob Opperer, Präs. LfL FS



Feststellung:

- Ein hoher Flächenanteil der Ackerböden in Deutschland (ca. 45 – 50 %) ist nicht optimal mit Kalk versorgt.
- Deshalb verschenken viele Betriebe
 - Ertrag
 - benötigen einen höheren Aufwand in der Mineraldüngung
 - haben höhere Kosten in der Bodenbearbeitung
 - fördern Verschlammung und Erosion
 - riskieren eine Devastierung ihres Bodens
 - ...

Grundsatz sollte lauten:

Nicht am Kalk, sondern mit Kalk sparen!!



Der pH-Wert

Der pH-Wert ist der negative dekadische Logarithmus der Wasserstoffionenkonzentration in der Bodenlösung.

Das heißt:

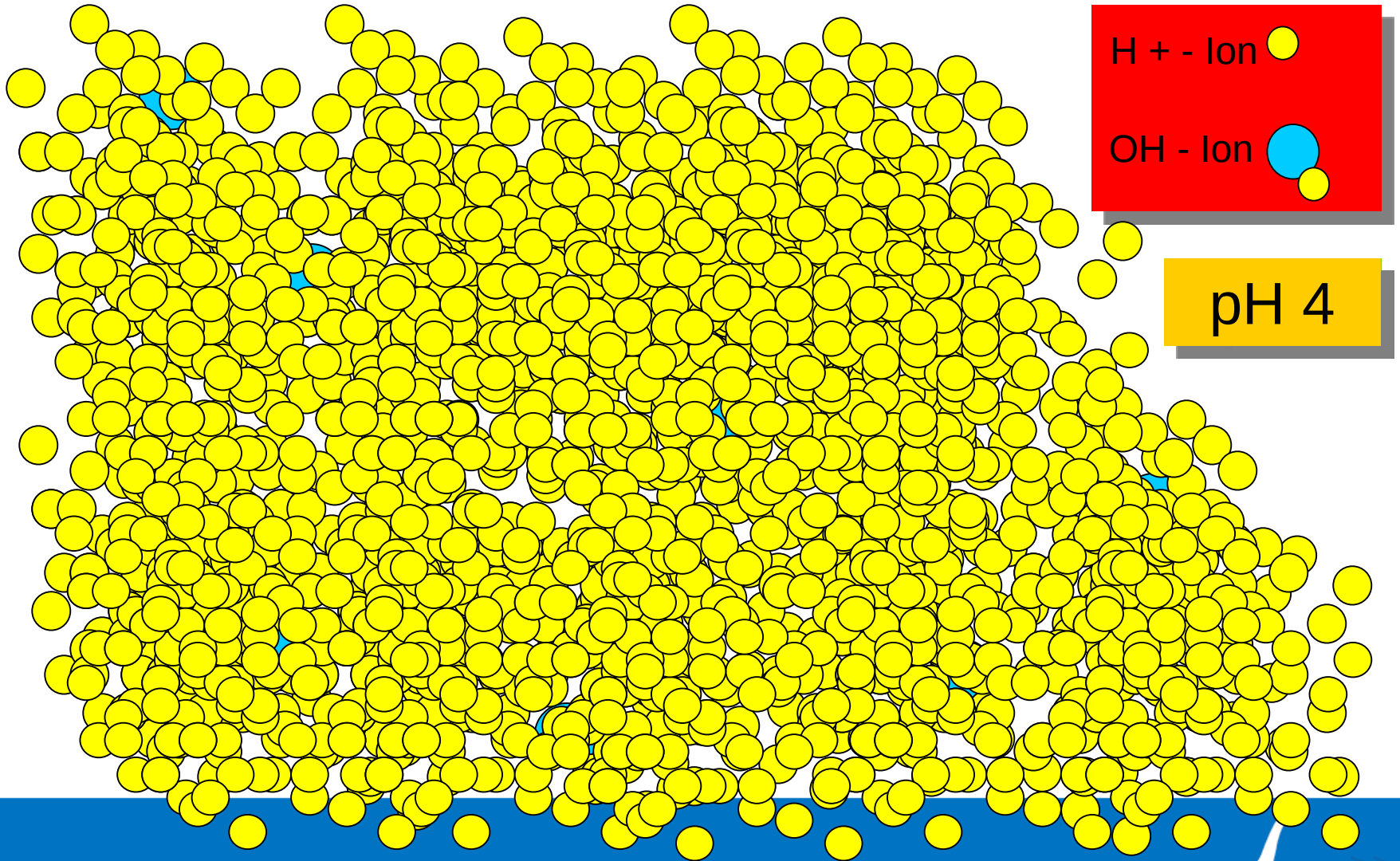
pH 4,0	=	10^{-4}	=	0,0001 g H ⁺ -Ionen/l
pH 5,0	=	10^{-5}	=	0,00001 g H ⁺ -Ionen/l
pH 6,0	= 10^{-6}	=		0,000001 g H ⁺ -Ionen/l
pH 7,0	=	10^{-7}	=	0,0000001 g H ⁺ -Ionen/l

pH 4 ist also 10mal saurer als pH 5, 100mal saurer als pH 6 und 1000mal saurer als pH 7.

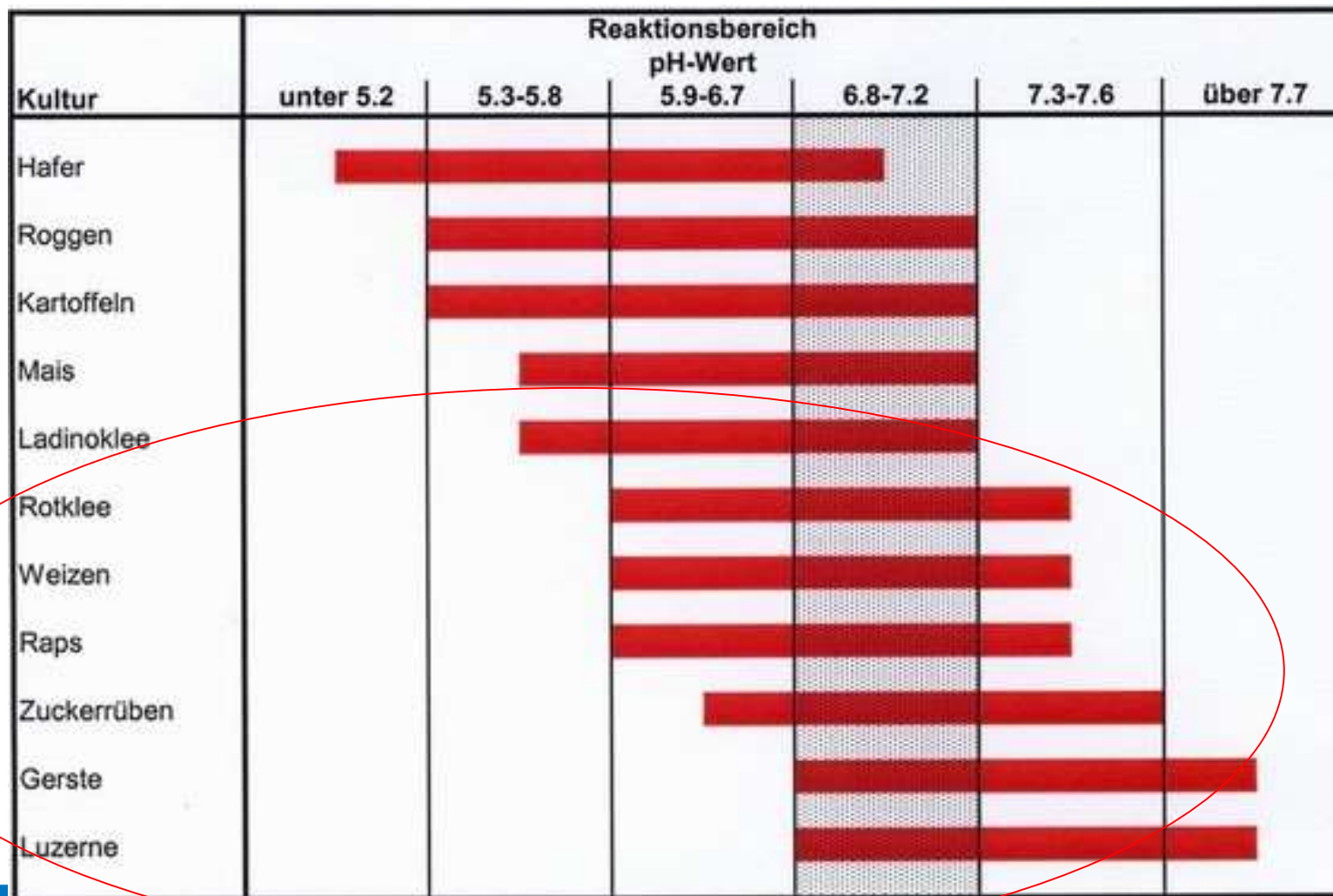


pH – Wert

Konzentration an H^+ und OH^- Ionen



Optimale pH-Bereiche der Kulturen



pH- Klasse C der einzelnen Bodenarten (Acker $\leq 4\%$ Humus)

Sand	S	5,4 – 5,8
schw. lehm. Sand	l`S	5,8 – 6,3
stark lehm. Sand	IS	6,1 – 6,7
sandig/schluffiger Lehm	sL/uL	6,3 – 7,0
toniger Lehm bis Ton	tL – T	6,4 – 7,2

Quelle: VDLUFA 2000



pH-Bereiche Grünland lt. LUFA

Tabelle 1: Anzustrebende pH-Bereiche für Grünland

Bodenart	Tongehalt in %	Humusgehalt in % der Trockenmasse	
		< 8 schwach humosbis humos	8 - 15 stark humos
Sand - schwach lehmiger Sand	0 - 12	5,0	5,0
stark lehmiger Sand - sandiger Lehm	12 - 25	5,5	5,0
toniger Lehm - Ton	> 25	6,0	5,5

(nach VDLUFA)

i.d.R 0,5 – 1,0 pH-Punkte niedriger als für Ackerstandorte!!!



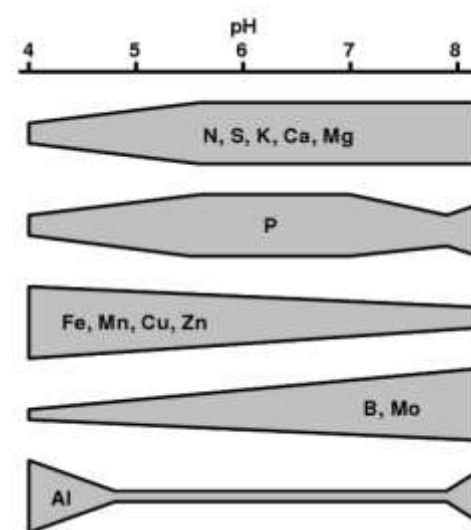
pH-Ansprüche der Kulturen

- Gräser: 5,5 – 7,2 (Optimum: 6 – 7)
- Leguminosen: 6,0 – 7,2 (Optimum > 6,5)

Quelle: N.L. Entrup 2011, Lehrbuch des Pflanzenbaus, Band 2, Kulturpflanzen, Grünland, Grunddüngung und pH-Wert

pH-Ansprüche Nährstoffe

Ziele: P aus Grundfutter erhöhen, P-Optimum 5,5 – 6,5, Leguminosen fördern, 3 x mehr Kalkzehrung als Gräser durch N-Bindung, Mo-verfügbarkeit – symbiontische N-Fixierung!!!, Ca- zur Stabilisierung von Boden, Tragfähigkeit und Prophylaxe Bodenverdichtungen!!!



Einfluss des Kalkzustandes auf die Verfügbarkeit

Quelle: CELAC; Les Amendements Calciques et Magnesiens; 2005



Kalk fördert Leguminosen

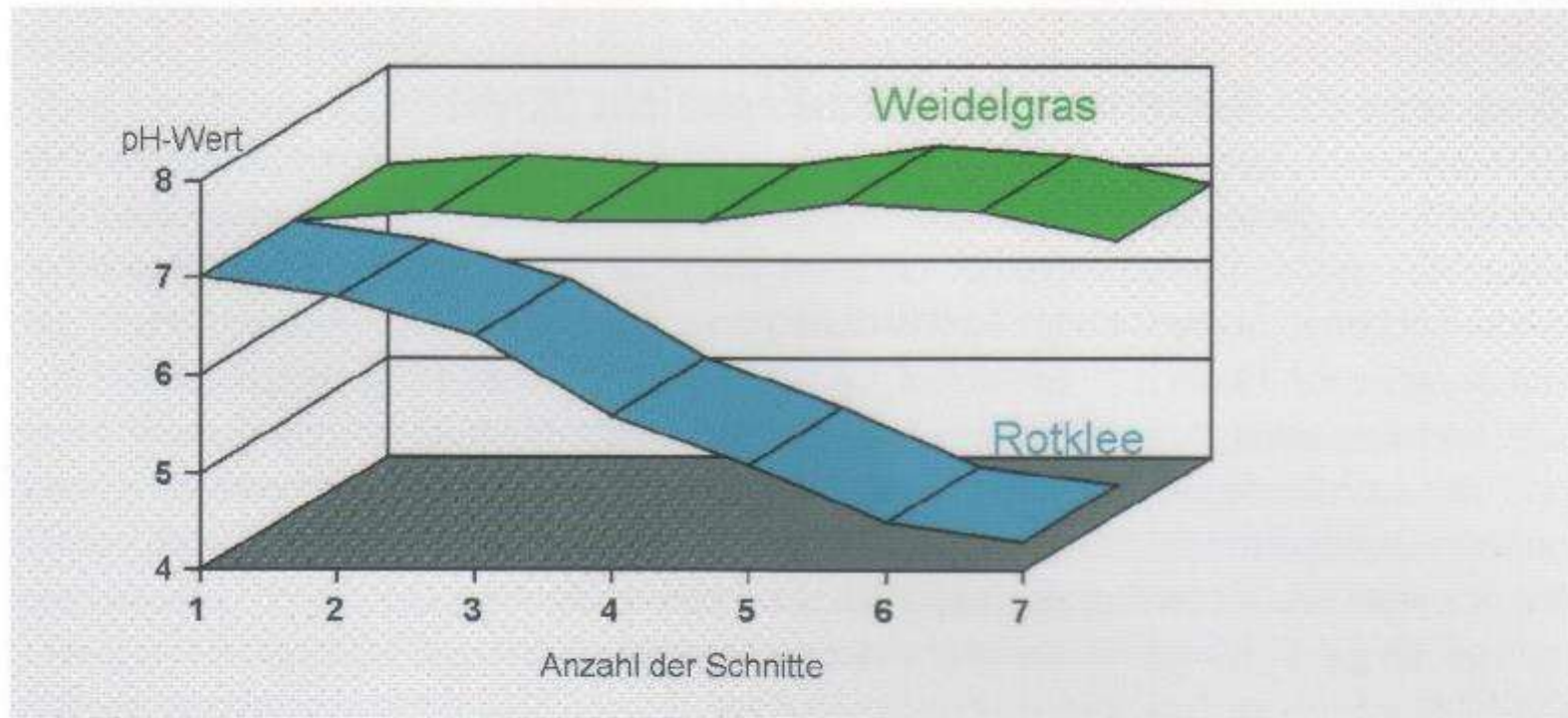


Abb 8: Leguminosen brauchen Kalk (nach Mengel und Steffens 10082)



Bestandesanteile in Prozent mit und ohne Kalk nach 10 Jahren

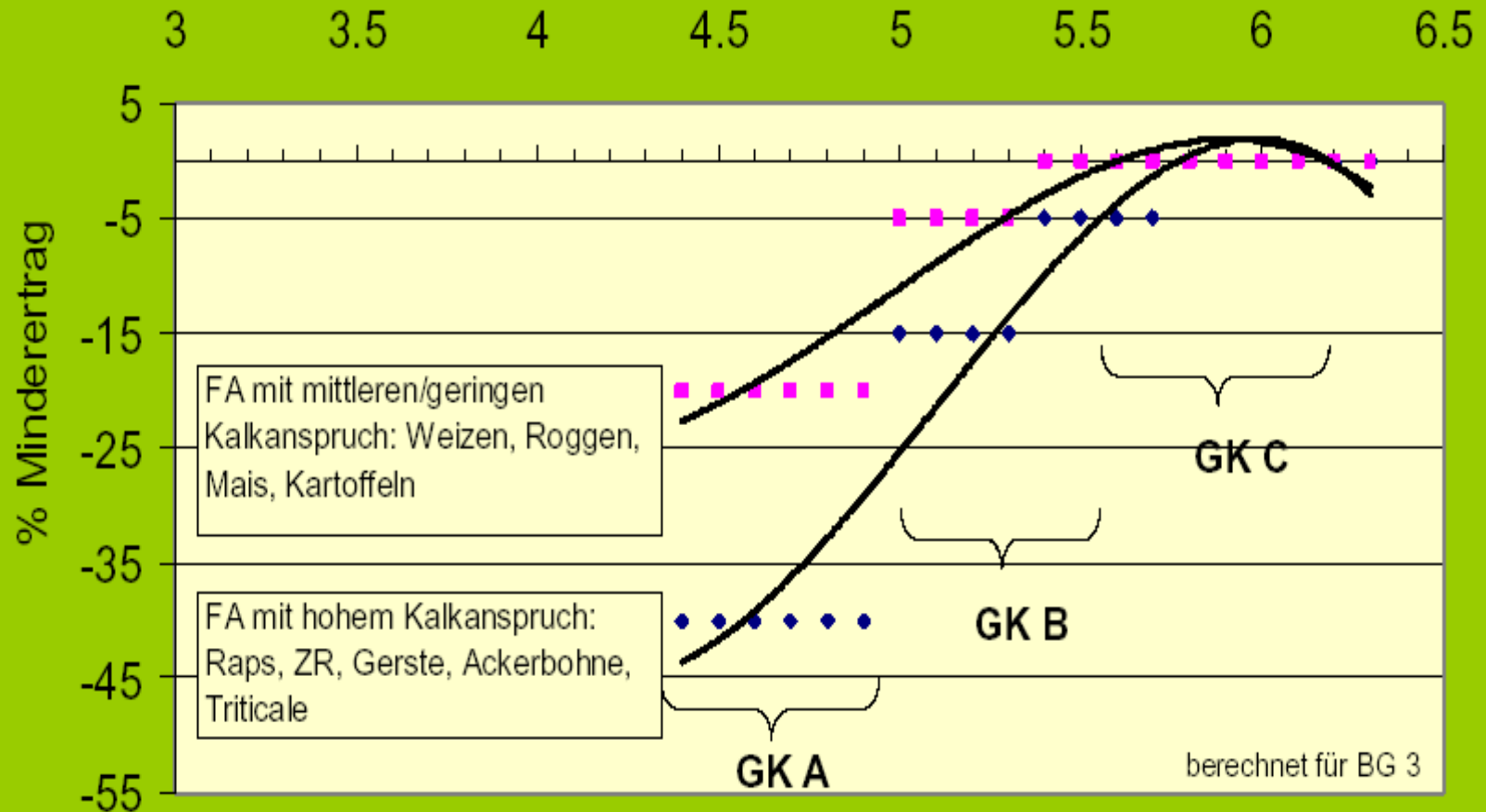
Pflanzenart	ungedüngt	NPK	NPK
		ohne Kalk	mit Kalk
Wiesenfuchsschwanz	+	2	29
Wiesenschwingel	+	+	9
Wiesenrispe	-	-	2
Rotschwingel	9	27	17
Wolliges Honiggras	12	20	6
Ruchgras	4	8	-
Pfeifengras	5	-	-
Sauergräser	25	8	-
Leguminosen	7	3	19
Sonstige Arten	33	32	18

(nach Zürn)



Mindererträge bei suboptimalen pH-Werten

pH-Wert



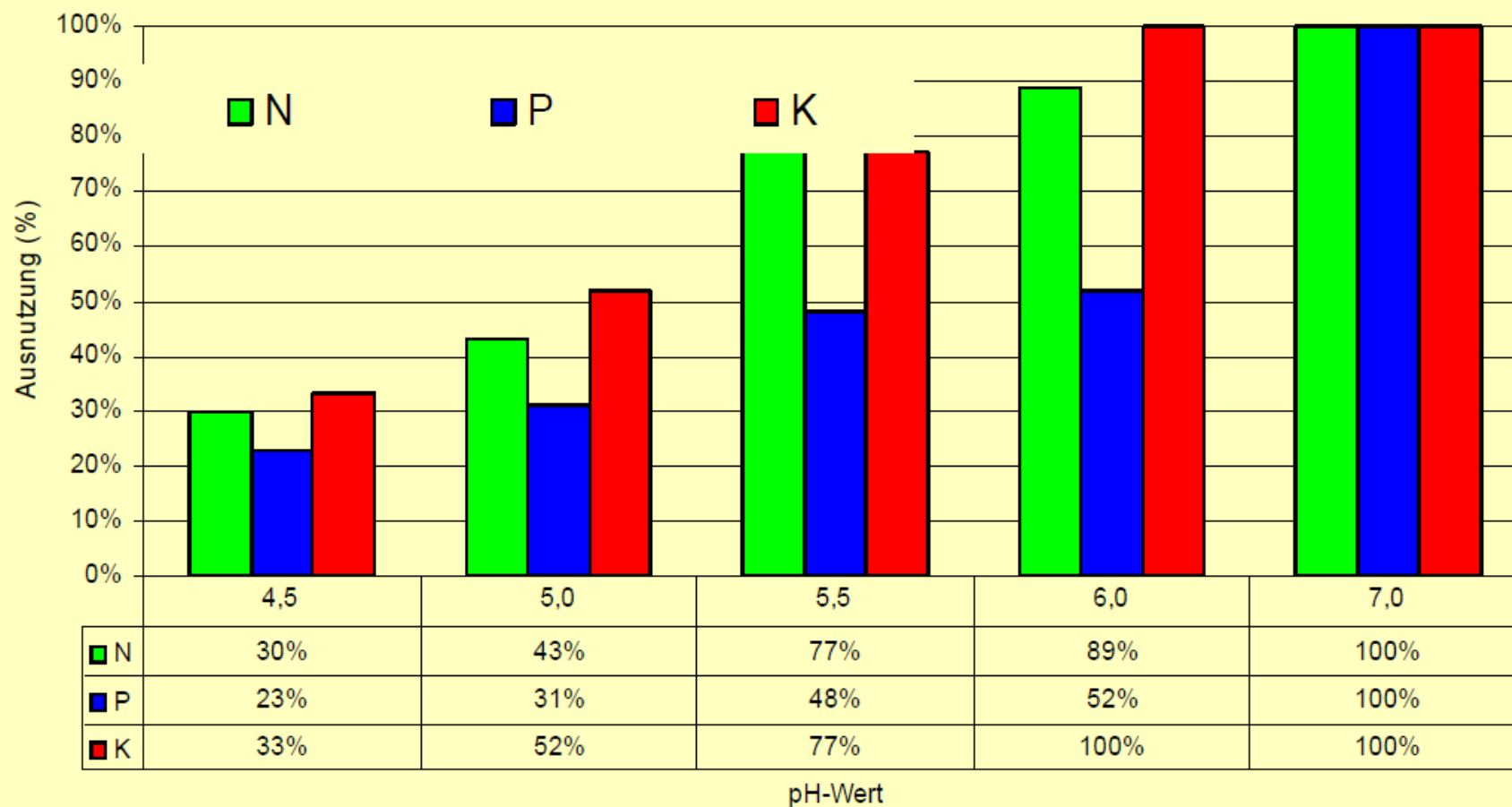
Quelle: Kerschberger u.a.



Kalk verbessert die Nährstoffausnutzung

Einfluss des Kalkzustandes auf die Verfügbarkeit

Ouelle: CELAC: Les Amendements Calciaues et Magnesiens: 2005



Was bedeutet bessere Nährstoffausnutzung durch Kalk?

Kostenreduzierung

Der optimale pH-Wert garantiert erst die optimale Ausnutzung des gesamten Nährstoffkomplexes;

Liegt der pH-Wert nur um 0,5 Punkte(z.B. statt 6,0 nur 5,5)darunter, **verschenken** Sie von

der verabreichten	N-Menge	12 %	Gabe/ha	200 kg N/ha	= ca. 24 kg
	P ₂ O ₅	5 %		64 kg P ₂ O ₅	= ca. 3,2 kg
	K ₂ O	22 %		120 kg K ₂ O	= ca. 26,4 kg

Das bedeutet bei	Stickstoff	einen Verlust von	€ 19,20/ha
	Phosphat		€ 2,20/ha
	Kali		€ 13,86/ha
	<u>Gesamtverlust</u>		<u>€ 35,26/ha</u>

↓ entspricht

ca. 1400 kg DLG-geprüften
Kalk

Preiswerter kann eine Kalkung nicht sein. >>



Böden sind heterogen

- Nährstoffspeicherung
- Nährstoffverfügbarkeit
- Nährstoffverlagerung

Feucht

- Aggregierung
- Strukturierung

Braunerde

Kalkmarsch

Pseudogley

Parabraunerde

Redoxreaktionen

Trocken

Feucht

Sauerstoffmangel

Podsol

Kolluvisol

Niedermoor

Sauerstoffmangel

Horizont
(Bodenart)

nHh

nHw

Go
(msfS)

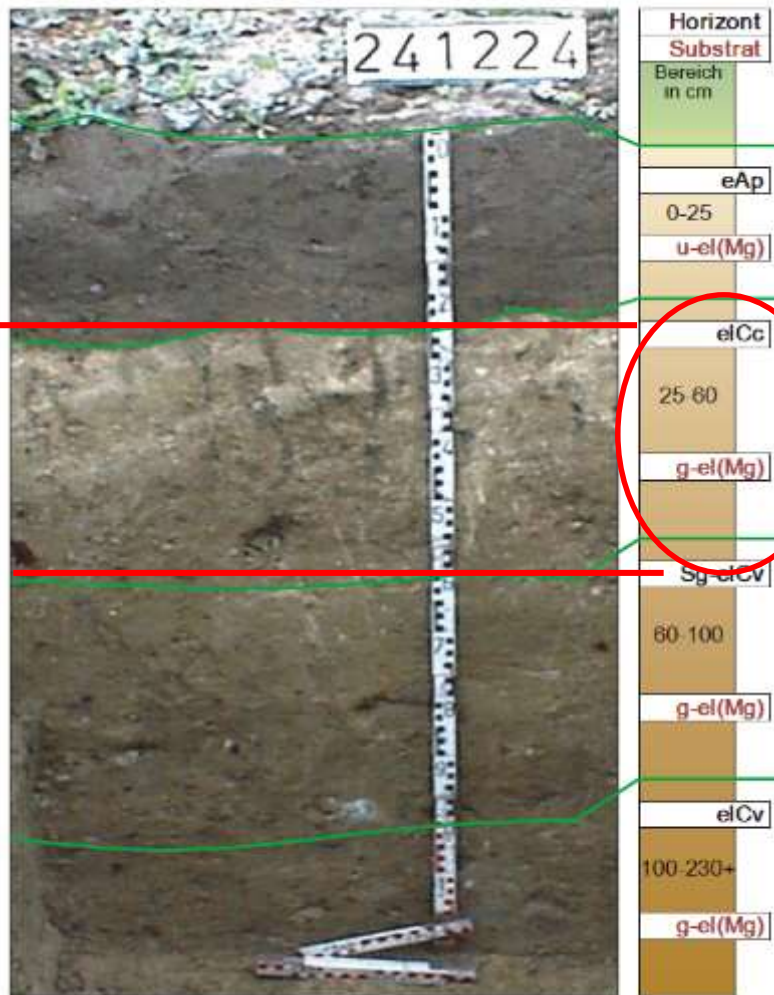
Gr
(msfS)

Pararendzina

Lägerdorf

(Quelle: MUGV = Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz)

Steckbriefe Brandenburger Böden ; stark sandiger Lehm (Bd-Gruppe 3)



Horizont	TRD	Ton	Schluff	Sand	pH _{CaCl2}	CaCO ₃	Humus
	g/cm ³	%	%	%		%	%
eAp	n.b.	16,9	28,5	54,6	7,7	9,6	1,43
elCc	1,64	17,5	31,3	51,2	7,9	16,2	0,52
Sg-elCv	1,73	14,8	29,0	56,2	8	12,4	0,38
elCv	1,79	15,5	29,3	55,2	8	12,8	0,20

Quelle: /www.mugv.brandenburg.de

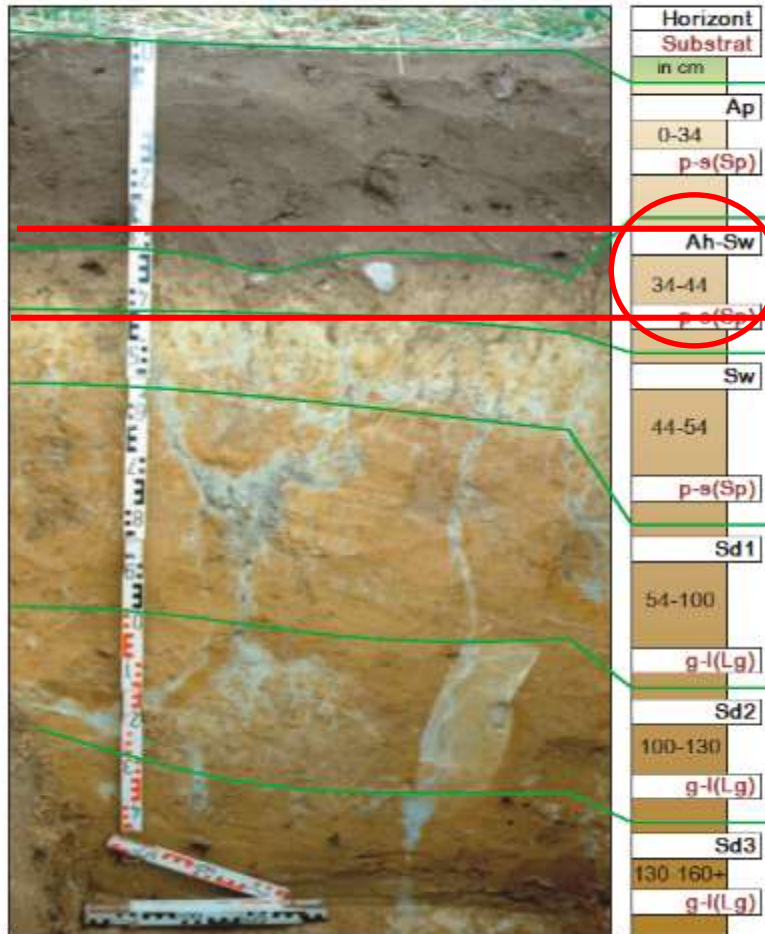


Pseudogley

(Quelle: MUGV = Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz)

Steckbriefe Brandenburger Böden ; **lehmiger Sand (Bd-Gruppe 2)**

Bodenklasse: **Staunässeböden**
Bodensystematische Einheit:(Acker)Pseudogley (SSp)



Horizont	TRD	Ton	Schluff	Sand	pH _{CaCl2}	CaCO ₃	Humus
	g/cm ³	%	%	%		%	%
Ap	1,41	6	19	75	4,5	<0,01	2,84
Ah-Sw	1,51	12	20	68	4,8	<0,01	1,19
Sw	1,68	7	22	71	4,1	<0,01	0,62
Sd1	1,71	20	24	56	3,5	<0,01	0,21

Quelle: /www.mugv.brandenburg.de

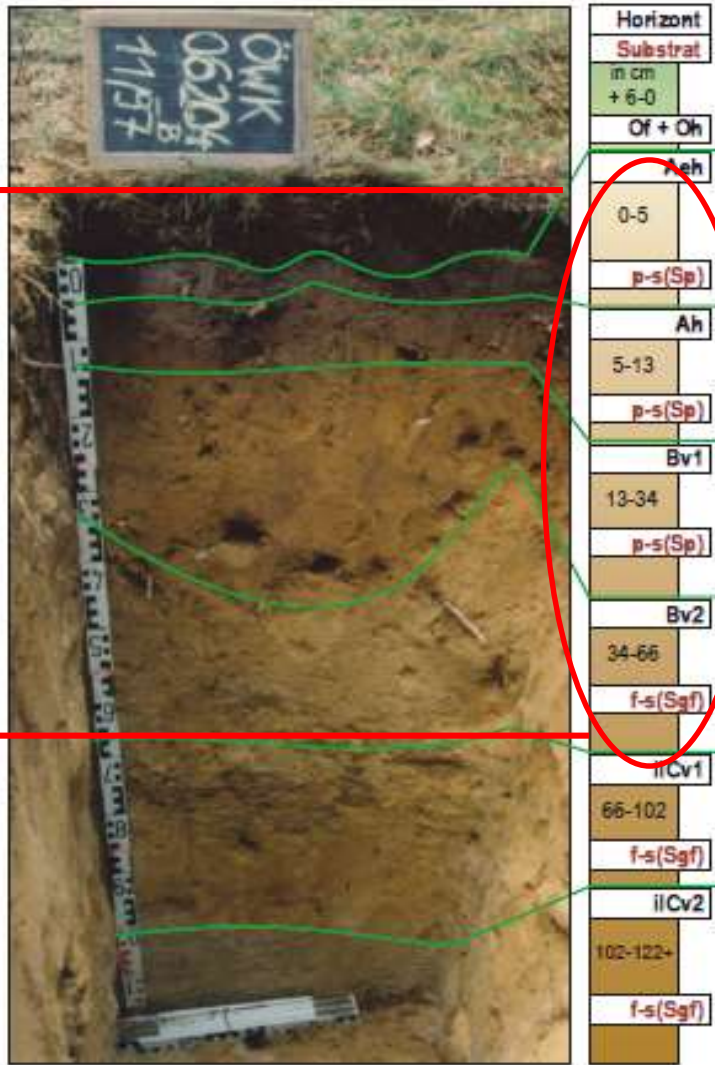


Braunerde

Lägerdorf

(Quelle: MUGV = Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz)

Steckbriefe Brandenburger Böden ; stark sandiger podsoliger Lehm (Bd-Gruppe 3)



Horizont	TRD	Ton	Schluff	Sand	pH _{CaCl2}	CaCO ₃	Humus
	g/cm ³	%	%	%		%	%
Of+Oh	0,14	n.b.	n.b.	n.b.	3,01	<0,01	70,7
Aeh	1,30	3	12	85	3,09	<0,01	3,06
Ah	1,34	2	5	93	3,78	<0,01	1,57
Bv1	1,33	2	6	92	4,11	<0,01	0,93
Bv2	1,46	2	8	90	4,29	<0,01	0,26
ilCv1	1,50	2	5	93	4,02	<0,01	n.b.
ilCv2	1,46	2	9	89	4,41	<0,01	n.b.

Quelle: /www.mugv.brandenburg.de



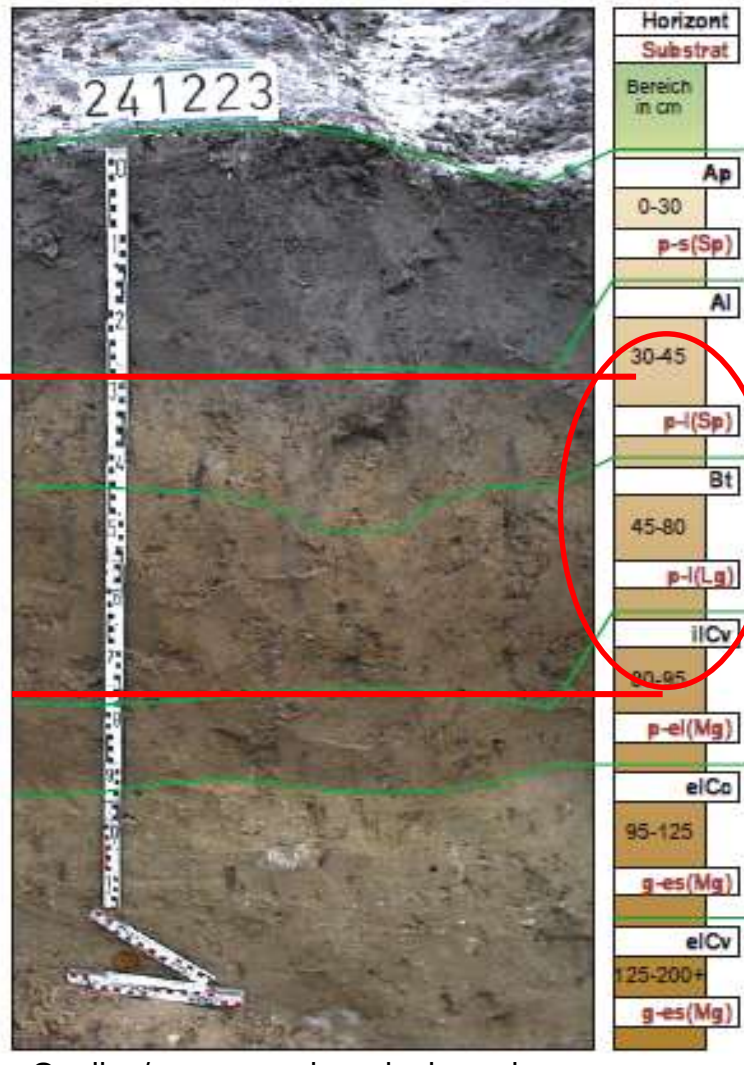
>>

Parabraunerde

Lägerdorf

(Quelle: MUGV = Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz)

Steckbriefe Brandenburger Böden ; stark sandiger Lehm (Bd-Gruppe 3)



Horizont	TRD	Ton	Schluff	Sand	pH _{CaCl2}	CaCO ₃	Humus
	g/cm ³	%	%	%		%	%
Ap	n.b.	11,2	31,1	57,7	7,5	<0,01	1,62
Al	1,61	14,1	28,6	57,3	7,3	<0,01	0,43
Bt	1,63	24,9	23,5	51,6	7,5	<0,01	0,58
ilCv	n.b.	14,6	28,0	57,5	7,8	4,1	0,31
elCc	1,73	10,0	32,7	57,3	8	11,1	0,19

Quelle: /www.mugv.brandenburg.de



Kalkverluste bei der Entwicklung einer Parabraunerde aus Geschiebemergel/-Lehm

Alluviale/Illuviale Ablagerungen nach Ende der letzten
Eiszeit mit einem mittl. Gehalt von ca. 10 - 15 %
 CaCO_3

Kalkmenge berechnet auf 1 m Mächtigkeit ca. 3.000 t
 CaCO_3/ha

Entbasung des Bodens > 1 m in 10.000 Jahren

Jährlicher Kalkverlust ca. 300 kg Kohlensaurer Kalk



Ursachen für Kalkverluste im Boden im Ökolandbau

1. natürliche Versauerung durch CO_2 im Boden	150-250 kg CaO/ha/Jahr
2. saurer Regen	10 - 50 kg CaO/ha/Jahr
3. Pflanzenentzug & saure Wurzelausscheidungen z.B. NH_4 -Aufnahme, Mikronährstoff-Leaching	50-100 kg CaO/ha/Jahr

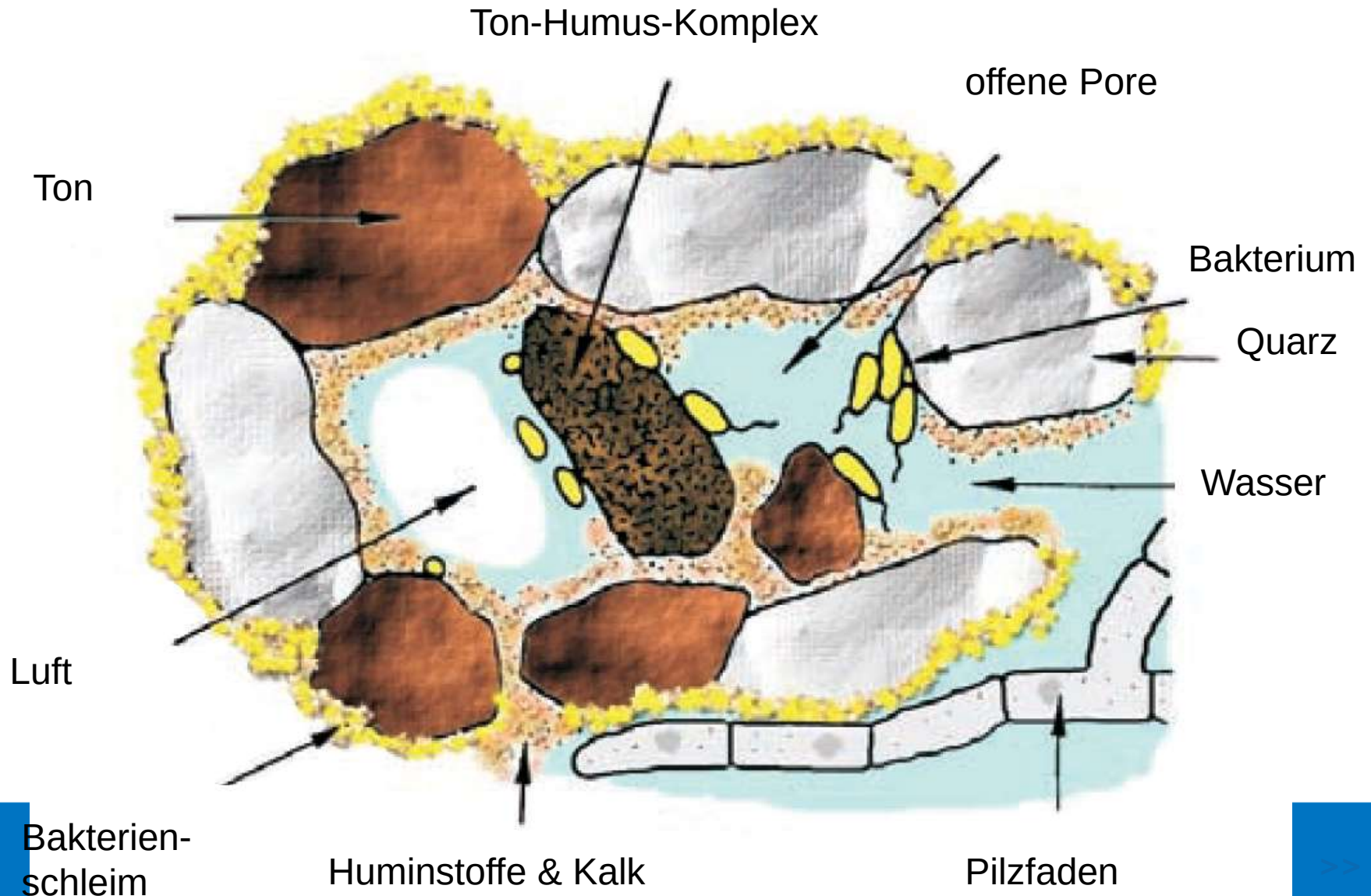
Gesamtverluste inkl. Auswaschung

**200- 400 kg
CaO/ha/Jahr**

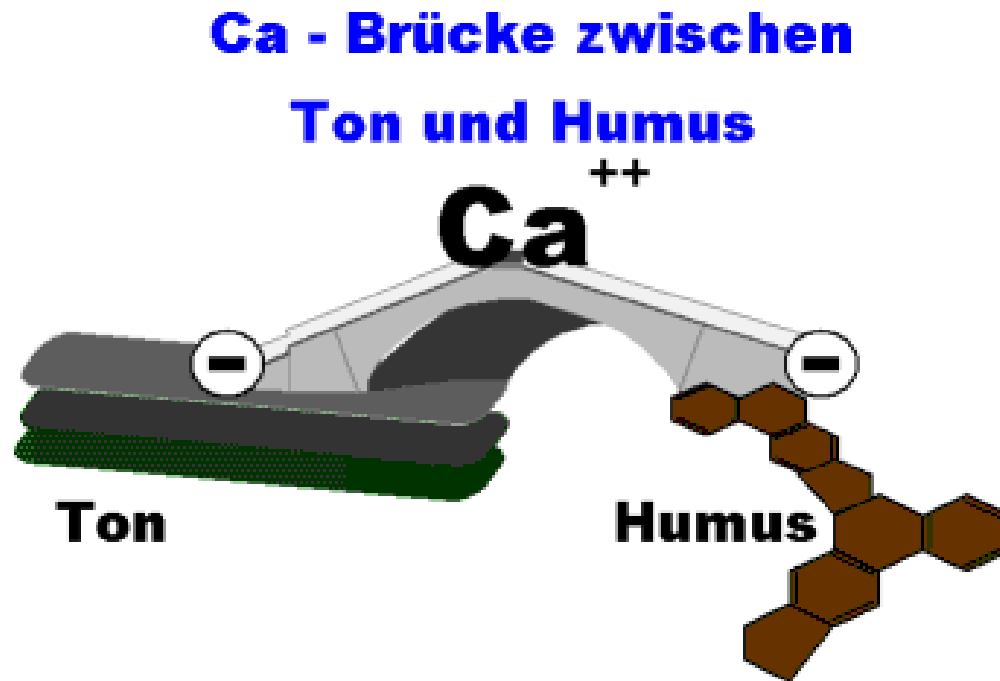
entspricht 400- 800 kg/ha/Jahr kohlensauren Kalk!



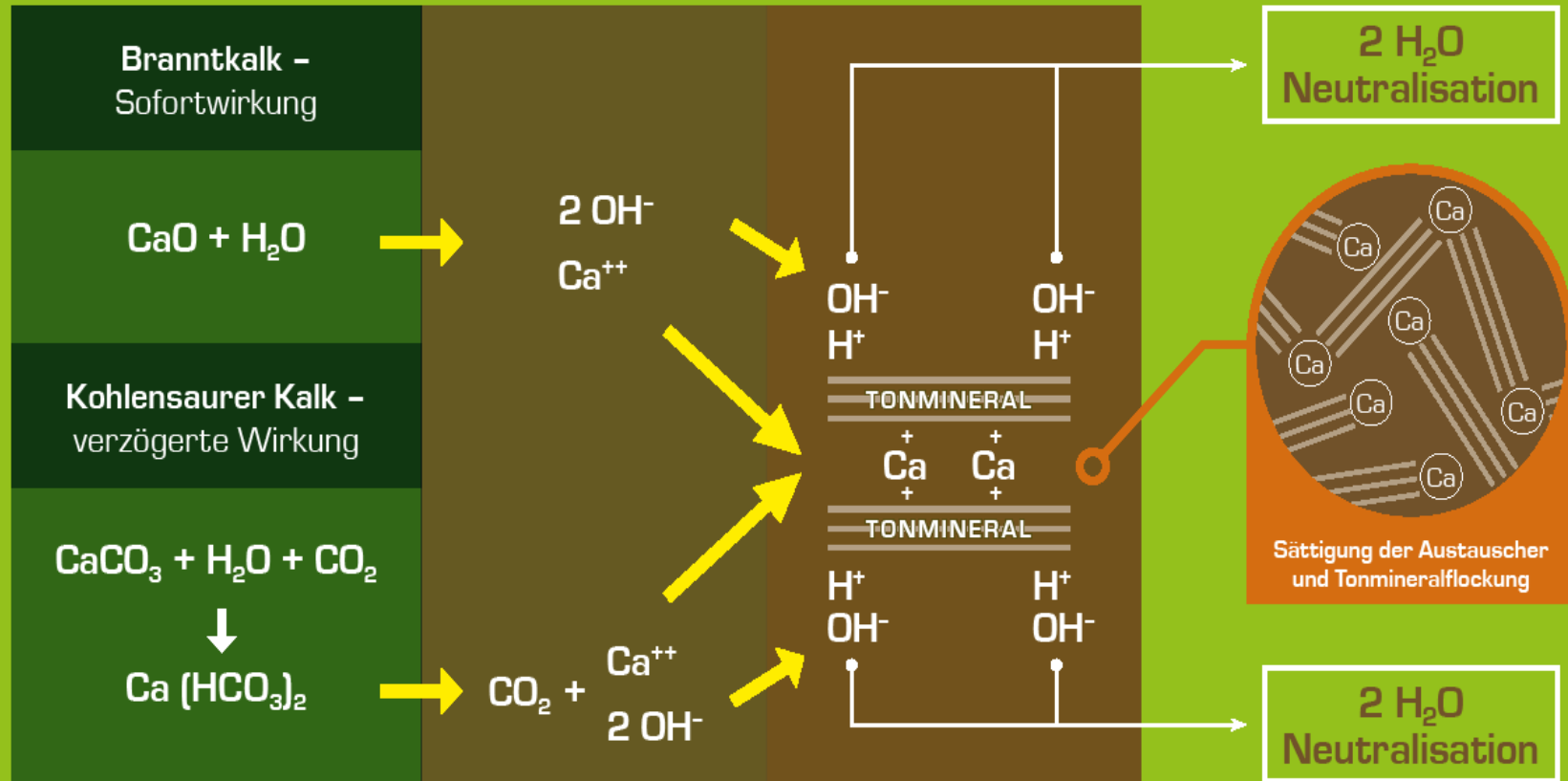
Aufbau stabiler Bodenkrümel

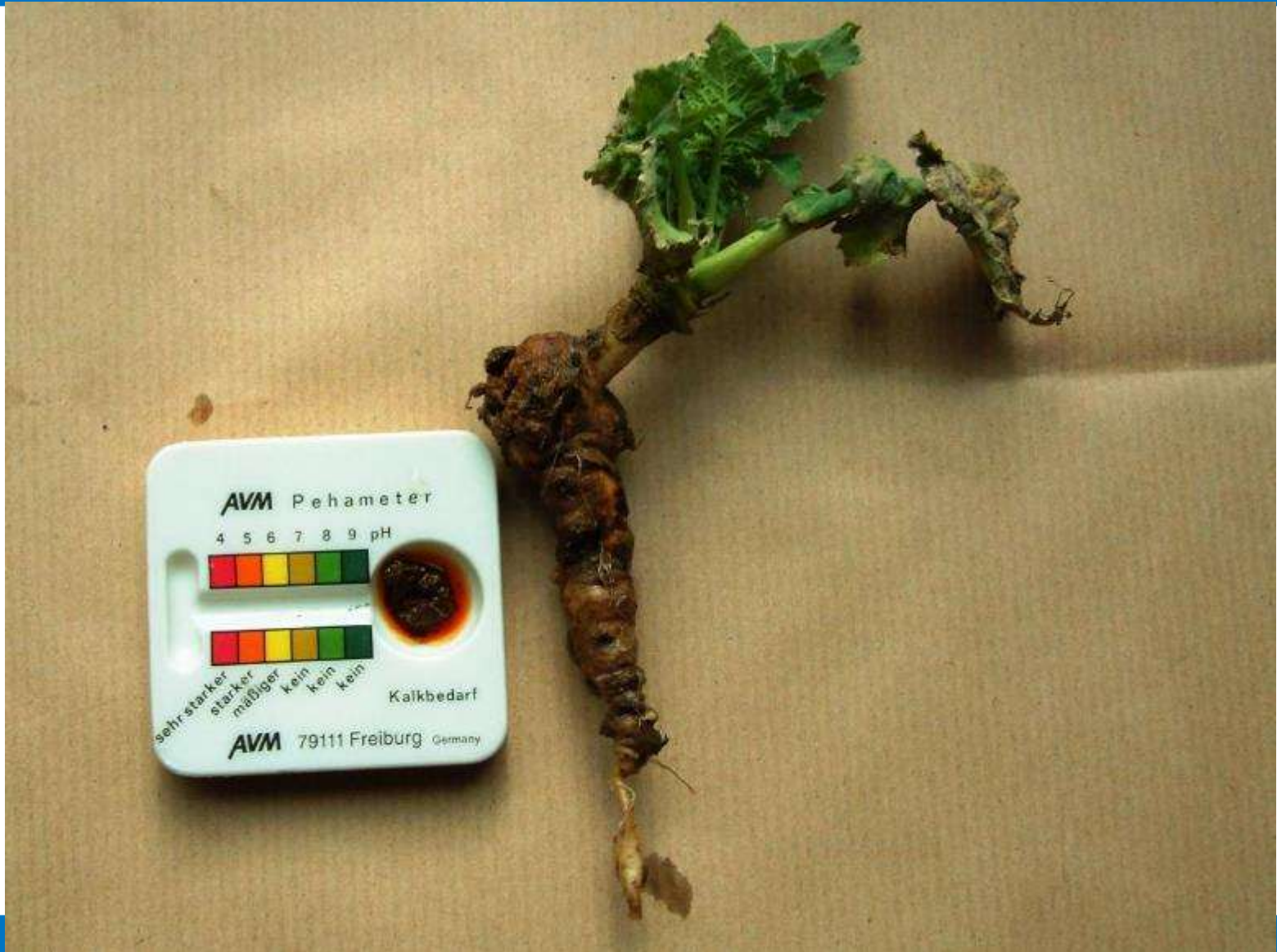


Ton-Humus-Komplex



So wirken Kalkdünger





Kohlhernie bei Raps, pH-Wert ca. 5,0

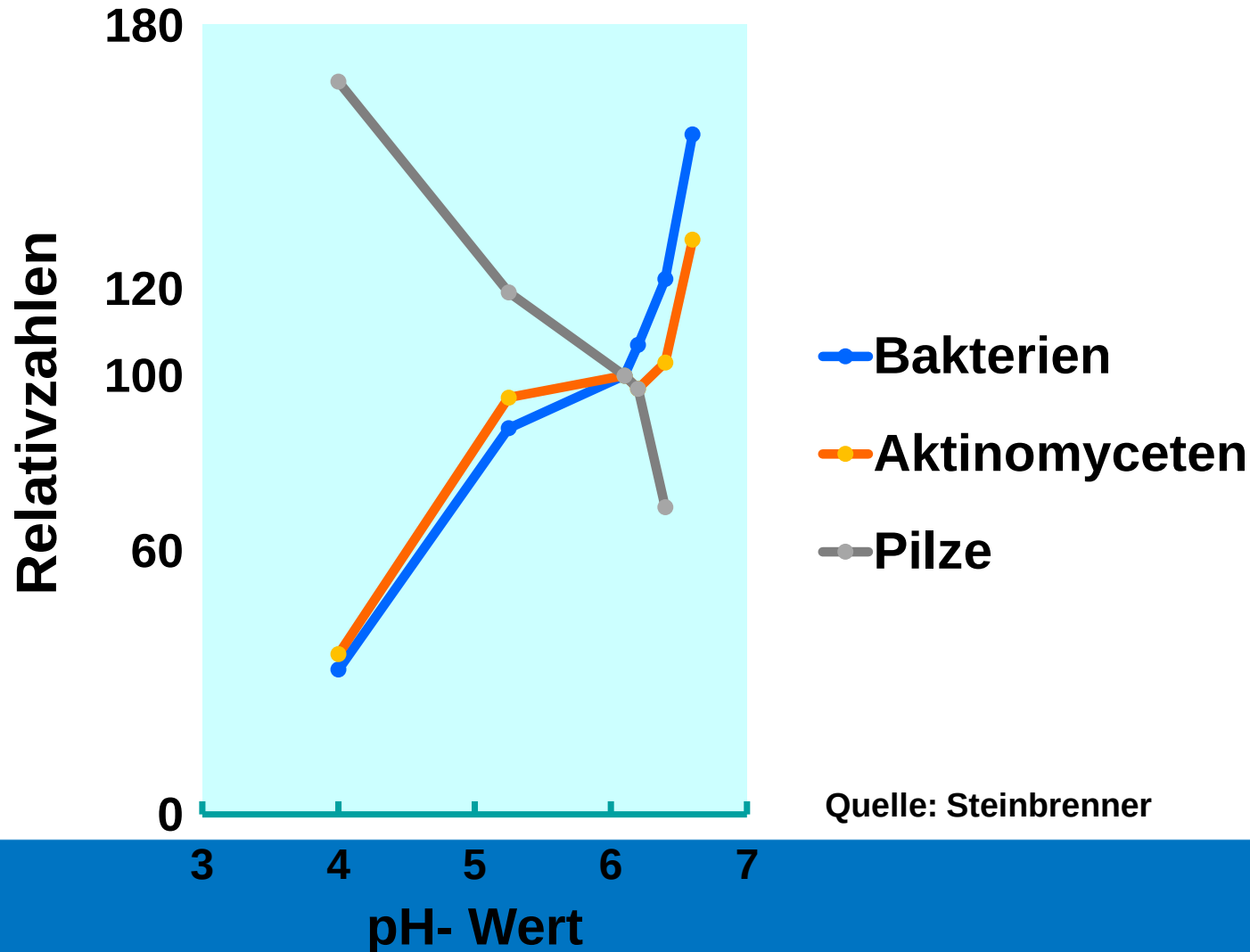




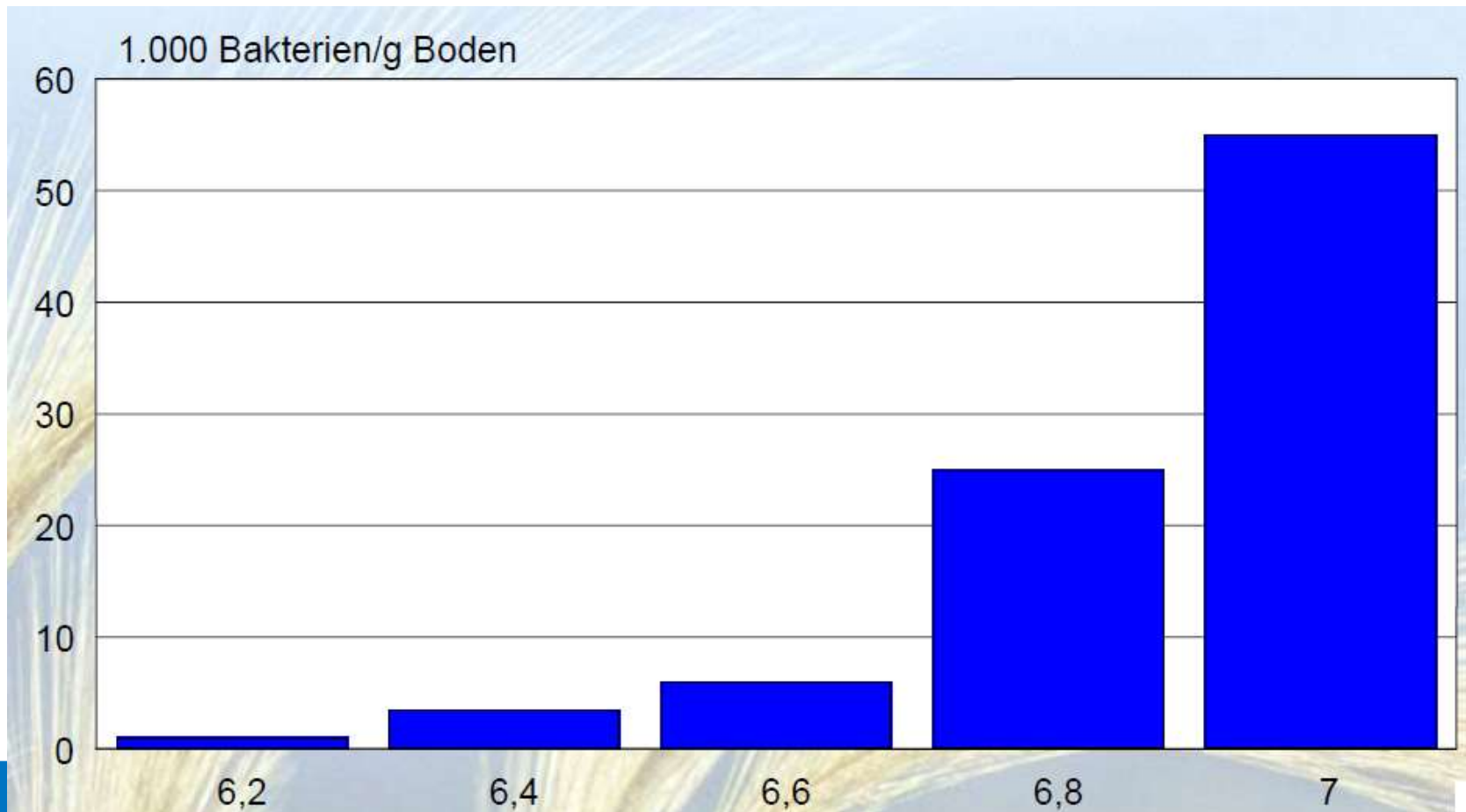
Flächiges absterben des Rapsbestandes durch Kohlhernie



Relative Abhängigkeit der Anzahl der Mikroorganismen von der Bodenreaktion (pH- Wert)



Kalkdüngung erhöht die biologische Aktivität



Lebendverbauung des Bodens durch Regenwürmer und Mikroorganismen

Gesamtmenge der Boden-Fauna auf einem fruchtbaren Ackerboden bis zu
25000 kg oder 50 GV

Regenwurmmenge auf einem fruchtbaren Ackerboden
0 - > 1000 kg/ha

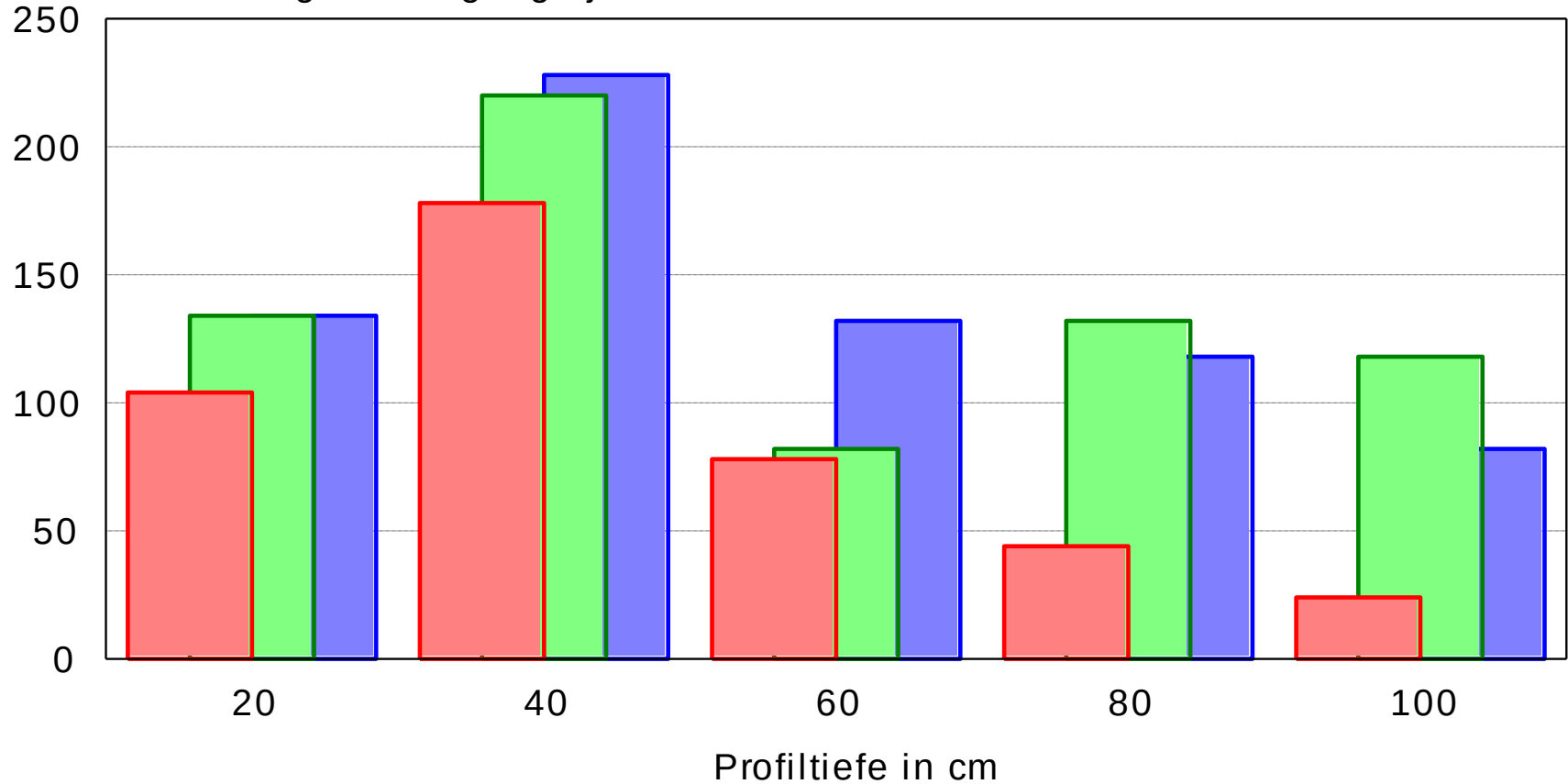
Auf Grünland
1000 – 2000 kg/ha
Bodenumschichtung
50 – 100 t/ha und Jahr



Kalkdüngung erhöht Regenwurmaktivität

n. SCHMID u. RUDERT

Zahl d. Regenwurmgänge je m²



DHG-040196
Regenw_1.prs

ohne Kalk Erhaltungskalkung Meliorationskalkung





Grabgänge des
Lumbricus terrestris
(Tauwurm)

Agrarbetrieb
Kaschow/Grimmen

Bodenprofil nach
Bodenverbesserung mit
Kalk und Kompost



Kalkarten



Kalkarten

Branntkalke CaO , MgO , CaOH , MgOH , exotherm (Hitze, Hygienewirkung!, Schneckenstreuer), wasserlöslich, immer sofort verfügbar, pH 12 – 14 **(schwere Böden, Kohlherniesanierung)**

Mischkalke Mischung aus CaCO_3 , MgCO_3 , CaO , MgO , CaOH , MgOH , teilweise wasserlöslich, größtenteils bodensäurelöslich, Mahlfineinheit, pH 10 – 12 **(mittlere Böden, Kohlherniesanierung)**

kohlensaure Kalke CaCO_3 , MgCO_3 als Mono- oder Kombiprodukt, bodensäurelöslich, Alter des Materials und Mahlfineinheit für Reaktivität und Umsetzung im Boden entscheidend (Kreide hochreaktiv, Dolomit träge) pH 7,0 – 9,0

(leichte bis schwere Böden, pH-Ziel und Struktur!)

Hütten- und Konverterkalk CaSiO_3 , MgSiO_3 bodensäurelöslich, Mahlfineinheit bestimmt Umsetzung im Boden, pH 7 – 8 **(leichte Böden!)**



Kalkstrategien – wie sollte man nun kalken???



Kalken, wenn der Boden trägt.

	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni
zu Stoppelfrüchten	vorsaai											
zu Raps		vorsaai										
zu Wintergerste		vorsaai					Kopfalkung					
zu Roggen			vorsaai				Kopfalkung					
zu Weizen			vorsaai					Kopfalkung				
zu Sommergerste u. Hafer			Stopfel			Winter		vorsaai				
zu Zucker- und Futterrüben			Stopfel			Winter		vorsaai				
zu Mais			Stopfel						vorsaai			
zu Körnerhülsenfrüchte			Stopfel			Winter		vorsaai				
zu Feldgemüse									vorsaai			
zu Kartoffeln											Kopfalkung	
zu Luzerne				vorsaai			Bestandsalkung					
zu Klee-Einsaaten									vorsaai			
auf Wiesen							in der Vegetationsruhe					nach 1. Schnitt
auf Weiden		nach dem Umtrieb					in der Vegetationsruhe					Kopfalkung
im Garten				Reife	Kompost	Baumstämme	Rasen					
auf Fischteiche	Reichwasser						Reichboden					
im Weinberg- und Hopfengarten							beim Rigolen und im Ertragsalter					
im Forstbetrieb							das ganze Jahr					

NATURKALK im Düngejahr

**NATURKALK –
für gesunden Boden**

Kalkdienst:
9117/13



Kalkmenge/Jahr Beispiel Gehaltsklasse C Erhaltungskalkung

Jahr	1	2	3	4	5	6
Fruchtart	WR	WW	WG	WR	WW	WG
Mg-Kalk*	2,0 t	0	0	0	0	0
Kopfkalk**	0,5 – 1 t	0,2 – 0,5	0,5	0,5 – 1	0,2 – 0,5	0,5

*Vorsaatkalkung mit Mg-Kalk für Mg-Versorgung Pflanzen 200 – 300
kg MgO für 5 – 6 Jahre

**Kopfkalkung mit Granukal/S für Ca-Versorgung Pflanzen und Bodenstruktur
Ausgleich Auswaschungsverluste



Kopfkalkung mit Granukal:



Vorteilhafte Kombinationen aus Kalk und Schwefel oder Phosphat für Boden und Pflanze (wirkt nicht versauernd)

- **Maximaler Erfolg durch minimale Aufwandmenge**
500 – 1.000 kg/ha und Jahr je nach Kultur
Optimales Streubild bis 36 Meter
Staubarme Kopfkalkung im Frühjahr

- **Brechen von Arbeitsspitzen**
Verlagerung der Kalkdüngung ins Frühjahr
Ausnutzung eigener Arbeitskräfte und Technik

- **Regulierung des pH-Wert im A-Horizont**
Neutralisiert saure Düngemittel
Dämmt Kohlhernie ein

- **Verbesserung der Bodenstruktur**
Aufbrechen von Bodenverschlammungen, gute Krümelstruktur
Förderung der Bodendurchlüftung
Verringerung der CO₂-Konzentration im Boden

- **Freies Calcium zur Zellstabilisierung**
Erhöhte Standfestigkeit
Regulierung der Enzymsysteme und Nährstoffströme in der Pflanze
Bessere Resistenz gegen Krankheiten

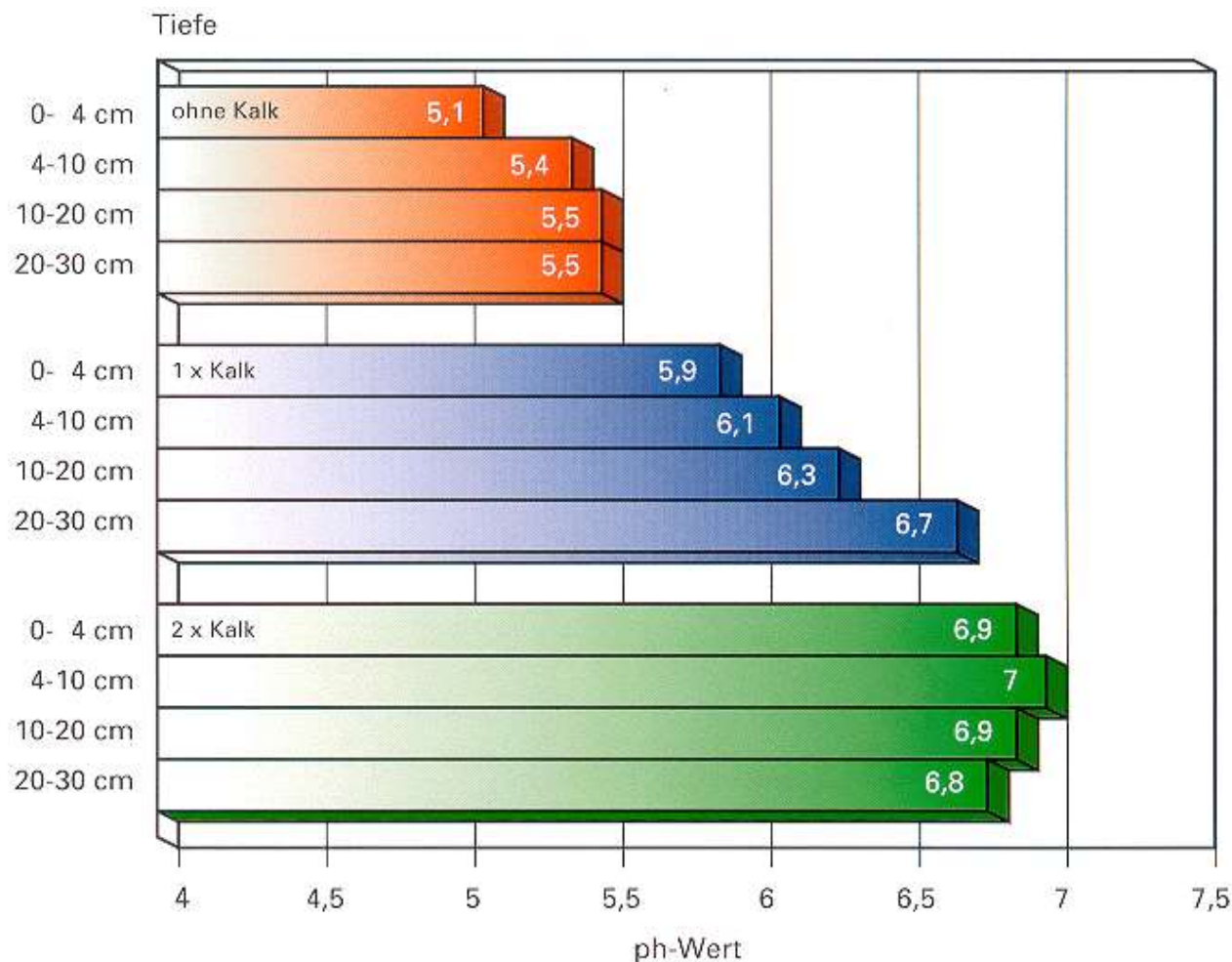
- **Schnelle Umsetzung von Kreidekalk und Nährstoffen**

- **Optimale Ausnutzung der Nährstoffbilanz**
Nähr- und Spurennährstoffe



Die Versauerung beginnt an der Oberfläche

pH-Wert – Stufung in der Krume nach Vegetationsende



Quelle: nach Gutser, Weihenstephan





Aufnahmedatum: 15.03.2012

Dipl.-Ing.(FH)Agr. Oliver Borowy - Gebietsverkaufsleitung Düngekalk - MV/BB



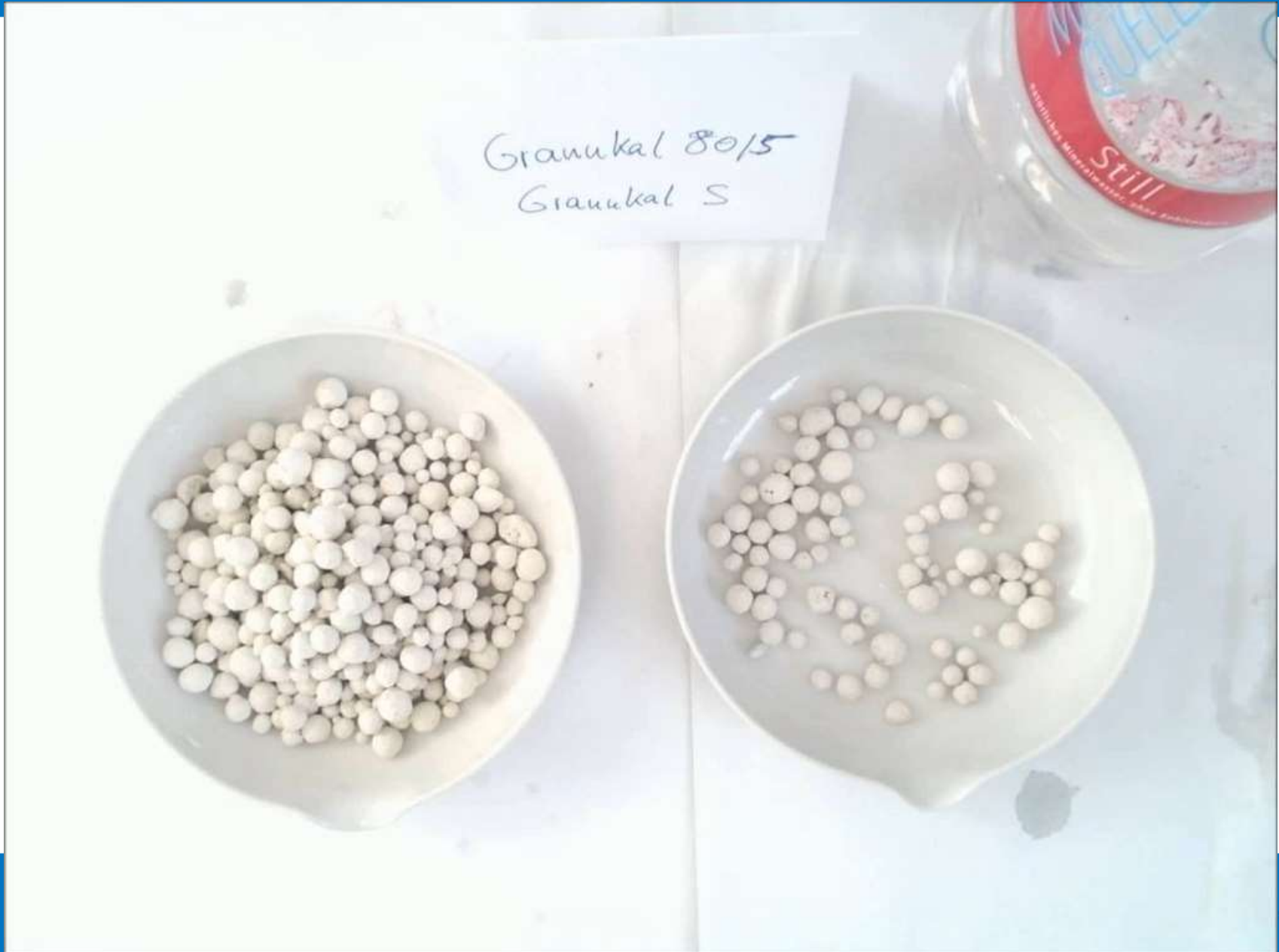
>>



Aufnahmedatum: 15.03.2012

Dipl.-Ing.(FH)Agr. Oliver Borowy - Gebietsverkaufsleitung Düngekalk - MV/BB





Welche Kulturen bieten sich zur Kopfkalkung an?

- auf Grünland, Ackergras, Getreide, Mais und **Luzerne**

Granukal S, 600kg/ha

= 420 kg/ha CaCO_3 + 27 kg/ha S als CaSO_4

- auf Gerste und Raps

Granukal 600kg/ha

= 480 kg/ha CaCO_3 + 30kg/ha MgCO_3

Düngekalkprodukte von VKD



Rügener Kreidekalk 80	80 %CaCO ₃
Rügener II-Ph-Kalk 65/15	65%CaCO ₃ + 15% MgCO ₃
Rügener II-Ph-Kalk 62/20	62%CaCO ₃ + 20% MgCO ₃
Granukal	80%CaCO ₃ + 5% MgCO ₃
Granukal S	68% CaCO ₃ + 2% MgCO ₃ + 4% S
Coccolithenkalk	85% CaCO ₃
Coccofreak	75% CaCO ₃ + 5% MgCO ₃
Söka I	85% CaCO ₃
Söka II	80% CaCO ₃ + 5% MgCO ₃
Söka III	70% CaCO ₃ + 15% MgCO ₃
Dino Selenium	84% CaCO ₃ + 5% MgCO ₃ + 0,04% Se
<u>Einstreukalke</u>	
ViBo 91	91% CaCO ₃ + 0,5% MgCO ₃
ViBo-Des	80 % CaCO ₃ + 20 % Ca(OH) ₂

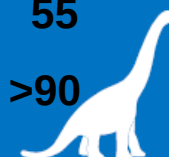




Düngekalke HW VKD

Das Werk Sassnitz ist zertifiziert nach ISO 9001 + 14001, QS, DLG-Gütezeichen sowie Füller für Beton und Asphalt.

	Inhaltstoffe	Reaktivität %
Engl. Dolomitkalk	50% CaCO_3 + 35% MgCO_3	35
Estnischer Dolomitkalk	50% CaCO_3 + 40% MgCO_3	15
Ostrauer Kalk 53/40	53% CaCO_3 + 40% MgCO_3	20
Rüdersdorfer Magnesiumkalk	41% CaCO_3 + 25% MgCO_3	45
Saale-Kalk I (CALMAG 15)	70% CaCO_3 + 15% MgCO_3	42
Saale-Kalk II (CALMAG 30)	55% CaCO_3 + 34% MgCO_3	25
Börde Kalk	75 % CaCO_3 + 3 % MgCO_3	50
FRIMAKAL	29% CaO + 7% MgO	90
III-Phasenkalk	29% CaO + 10% MgO	50
Konverterkalk 42	41% CaO + 1% MgO + 1,3% P_2O_5	55
U-Kalk	47 % CaO + 1,1 %N	>90





Kalk ist nicht alles,
aber ohne Kalk ist alles
Nichts!

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Oliver Borowy
Außendienst MV/nördl. BB
Telefon: 0 170 – 798 47 26
www.Granukal.de