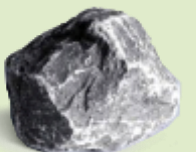




KALKDÜNGUNG IN LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT



DHG-Präsentation 2016,
Düngekalk-Hauptgemeinschaft
www.naturkalk.de



- Kalk – Herkunft, Verwendung
- Düngemittelrecht, Kalkdünger-Typen
- pH-Wert – Kalkbedarf (VDLUFA-Standpunkt)
- Kalkwirkung im Boden – chemisch, physikalisch, biologisch
- Kalkdünger-Anwendung: Land-, Forstwirtschaft
- Kalkdüngemarkt, -statistik
- Weitere Informationen zur Kalkdüngung



Kalk: natürliches **Gestein** aus **Calciumcarbonat** (CaCO_3):
Kalkstein, Marmor, Kreide, Dolomitstein (Ca/MgCO_3)

Häufig vorkommende Carbonate sind beispielsweise
Calcit, Dolomit, Aragonit, Siderit, Rhodochrosit, Magnesit, ...

Kalkstein ist ein **Sedimentgestein mariner Herkunft**.

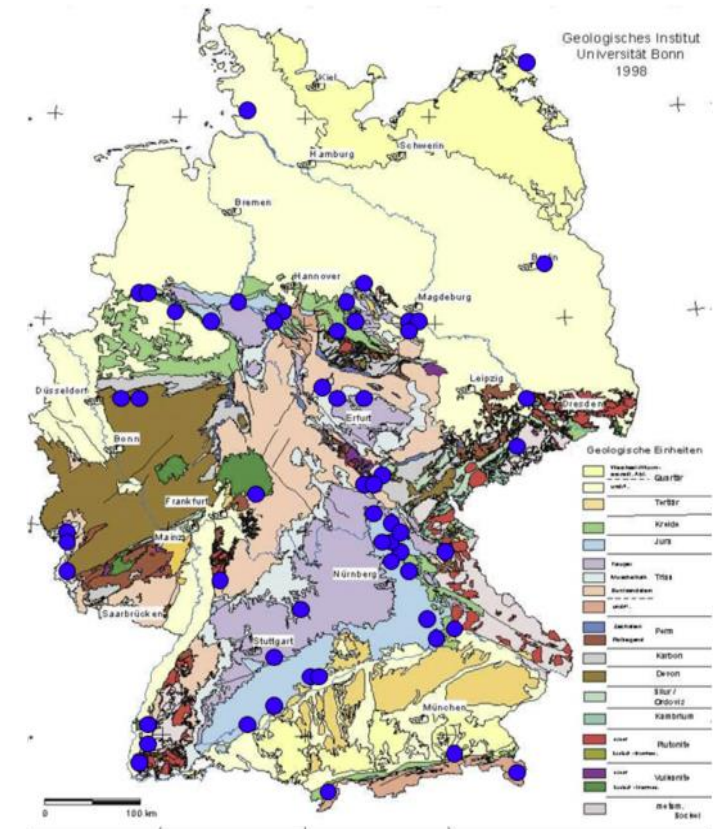
Der eigentlich weiße Kalkstein kommt aufgrund verschiedener mineralischer und organischer Beimengungen in zahlreichen Farben vor.

Der Name **Kalk** leitet sich vom lateinischen **calx** ab.
Die Bezeichnung **Calcit** stammt aus dem Griechischen.



Woher stammt Kalk?

Erdzeitalter	System	Alter in Mio. Jahren	Gesteine	Hauptvorkommen in Deutschland
Känozoikum	Quartär	0–1,8	Wiesenkalk, Seekalke, Travertin	Norddeutsches Becken
	Tertiär	1,8–65	Travertin, dichte und erdige Kalkablagerungen	Bodenseegebiet, Mainzer Becken, Voralpenland, Münsterländer Bucht, Harzvorland, Schleswig-Holstein, Mecklenburg
Mesozoikum	Kreide	65–142	Schreibkreide, Kalkstein, Kalkmergel	Schwäbisch-fränkischer Jura, Thüringer Becken, Weserbergland, Südschwarzwald
	Jura	142–205	Kalkstein, Dolomit, Kalkmergel	
	Trias	205–250	Kalkstein, Dolomit	Rheinland-Pfalz, Saargebiet, Süddt. Schichtstufenland, Niedersachsen, Hessen, Thüringen
Paläozoikum	Perm	250–295	Kalkstein, dolomitischer Kalkstein, Dolomit	Südharz, Thüringer Wald, Frankenwald
	Karbon	295–355	Kalkstein, Dolomit	Rheinisches Schiefergebirge, Aachener Raum
	Devon	355–417	Kalkstein, Dolomit	Rheinisches Schiefergebirge, Harz, Vogtland, Thüringer Wald
	Silur	417–443	Kalkstein, dolomitischer Kalkstein, Marmore	Unterharz, Thüringer Wald, Erzgebirge
	Ordoviz	443–495		
	Kambrium	495–545	Kalkstein, dolomitischer Kalkstein, Dolomit, Marmore	Erzgebirge, Elbtal-Schiefergebirge

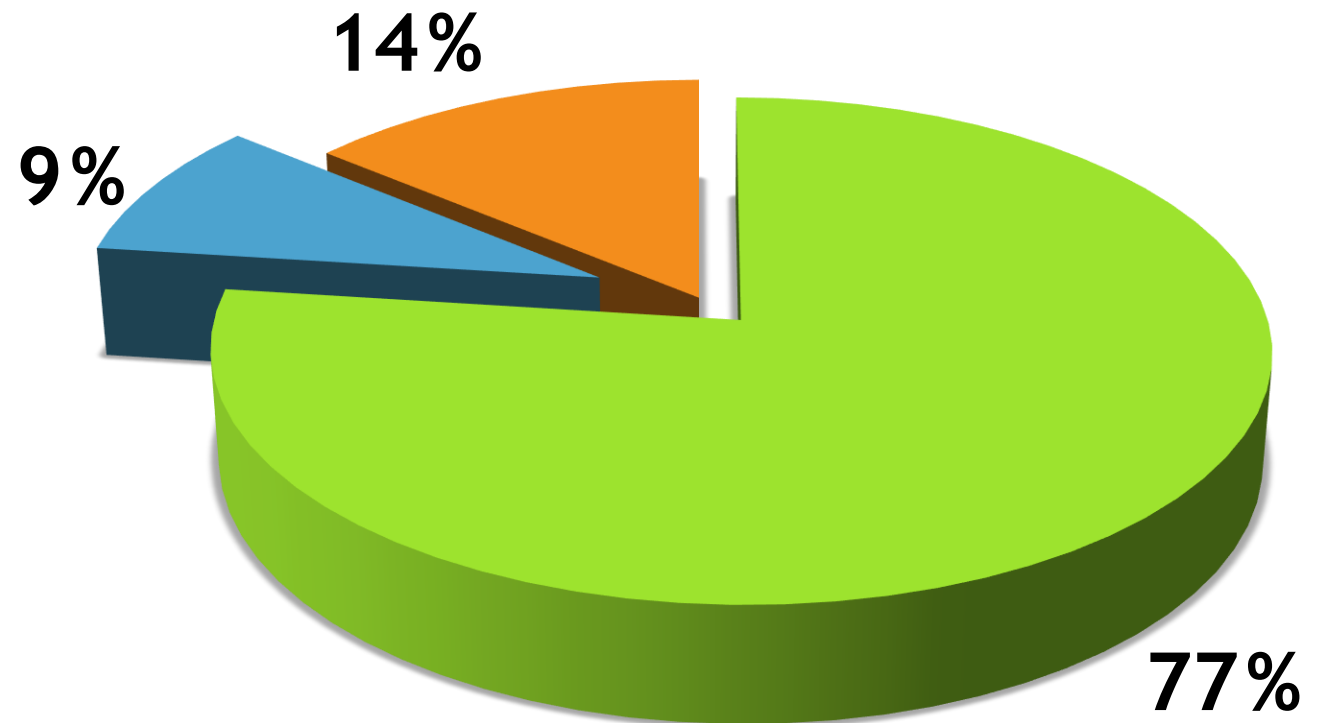


Kalksteine – einige Beispiele

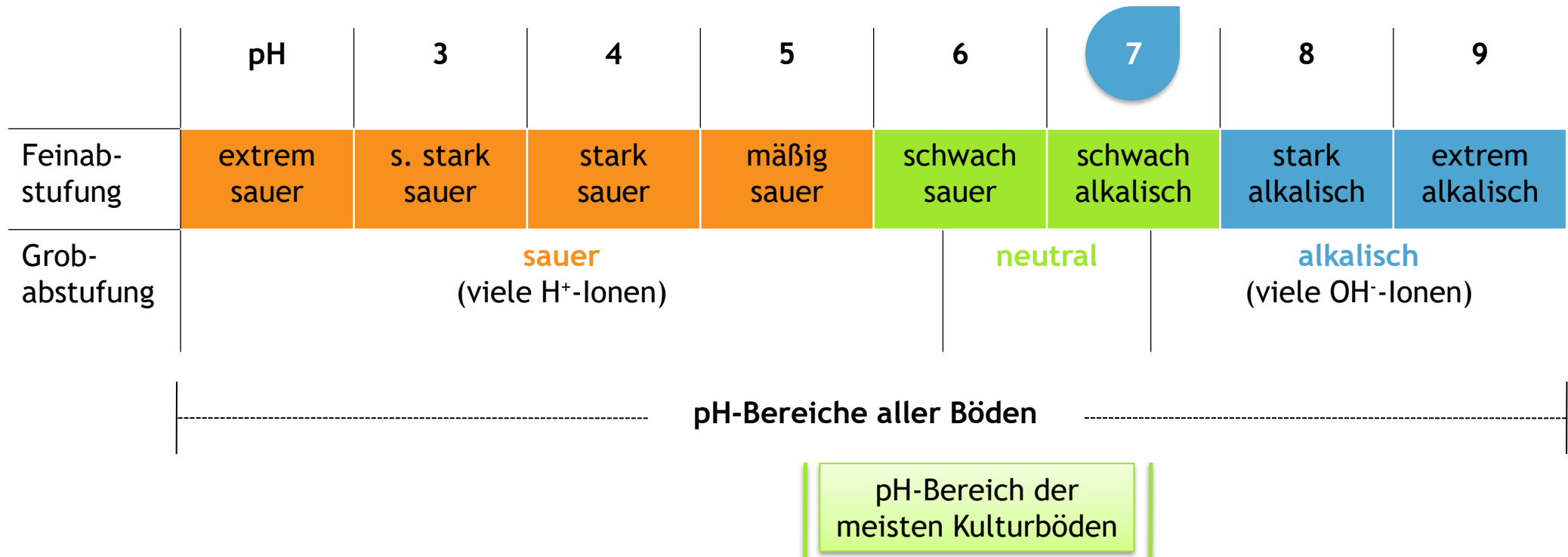


Marktanteil in Deutschland 2014

- NATURKALK (+/- Mg)**
Kohlensaurer Kalk +/- Mg
Branntkalk
Mischkalk
- Industriekalk**
Konverterkalk
- Andere Kalke**
Kalk aus ...
(Carbokalk, ...)



Definition: pH-Wert ist der negative Logarithmus der H^+ -Konzentration



Beispiel 1: pH 4 bed. 1×10^{-4} oder 0,0001 Gr. H^+ /l

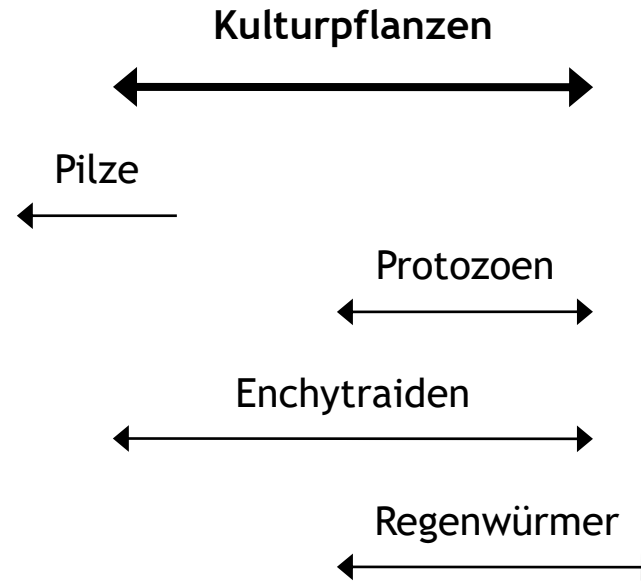
Beispiel 2: pH 6 bed. 1×10^{-6} oder 0,000001 Gr. H^+ /l

→ pH 4 = **100mal saurer** als pH 6



Günstige pH-Bereiche für Bodenlebewesen und Kulturpflanzen

Bakterien	6-9
Pilze	< 5,5
Protozoen	6,5–7,5
Enchytraiden	5,5–7,5
Regenwürmer	6,5–8,0

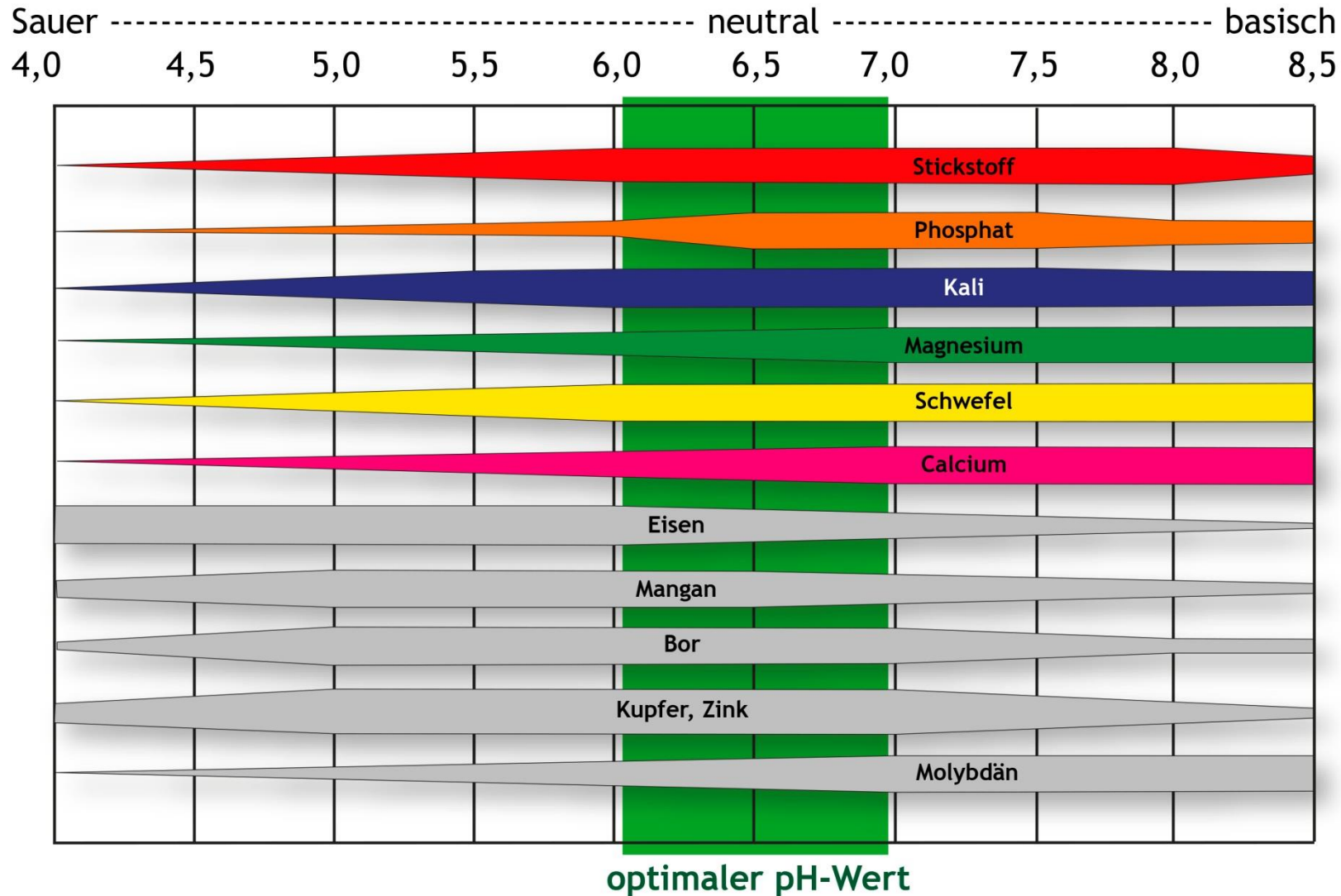


	pH	3	4	5	6	7	8	9
Feinabstufung	extrem sauer	s. stark sauer	stark sauer	mäßig sauer	schwach sauer	schwach alkalisch	stark alkalisch	extrem alkalisch
Grobabstufung		sauer (viele H ⁺ -Ionen)				neutral	alkalisch (viele OH ⁻ -Ionen)	

Quelle: K. Stöven, 2002



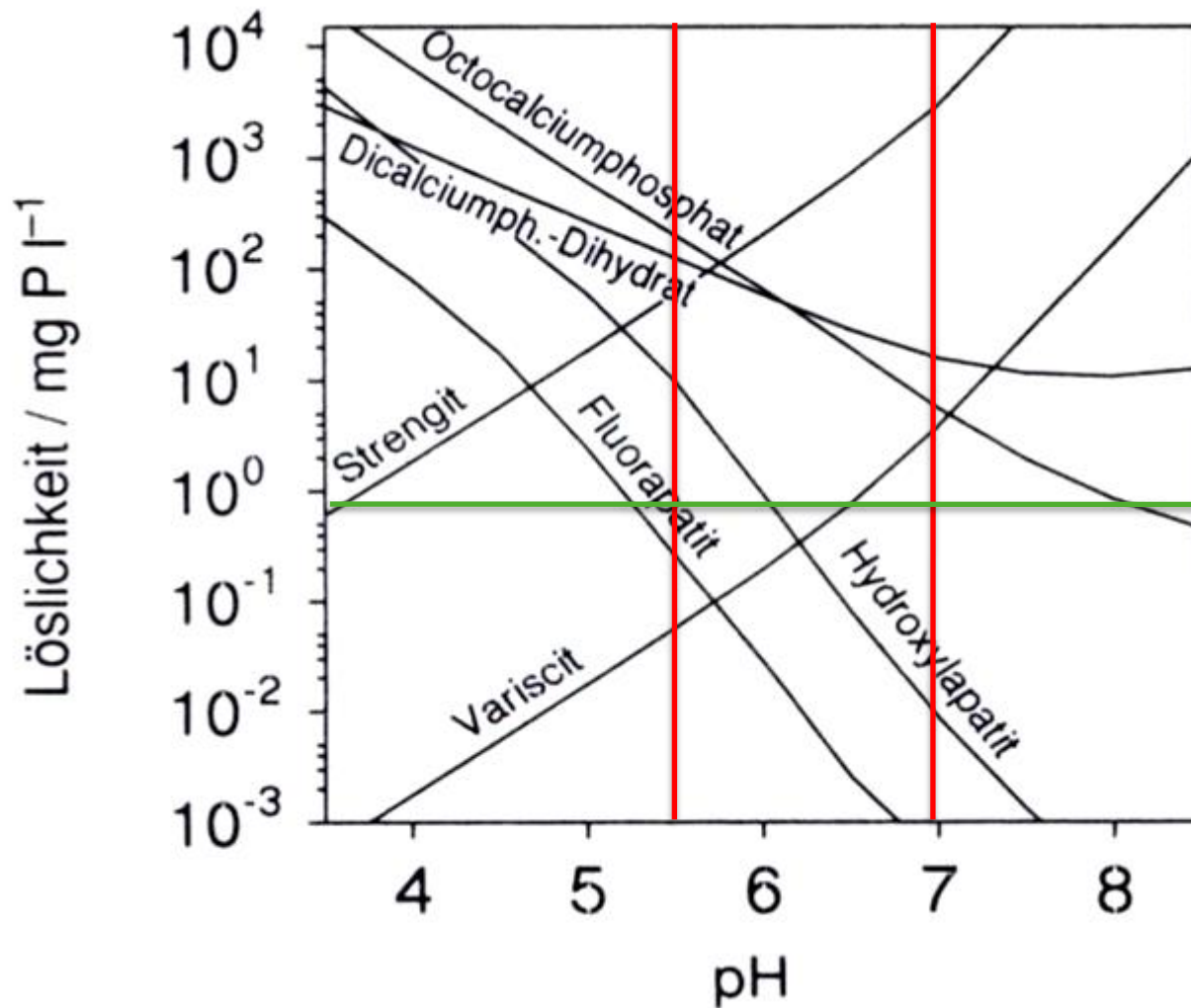
Nährstoffverfügbarkeit im Boden in Abhängigkeit vom pH-Wert



Quelle: BAD, Yara



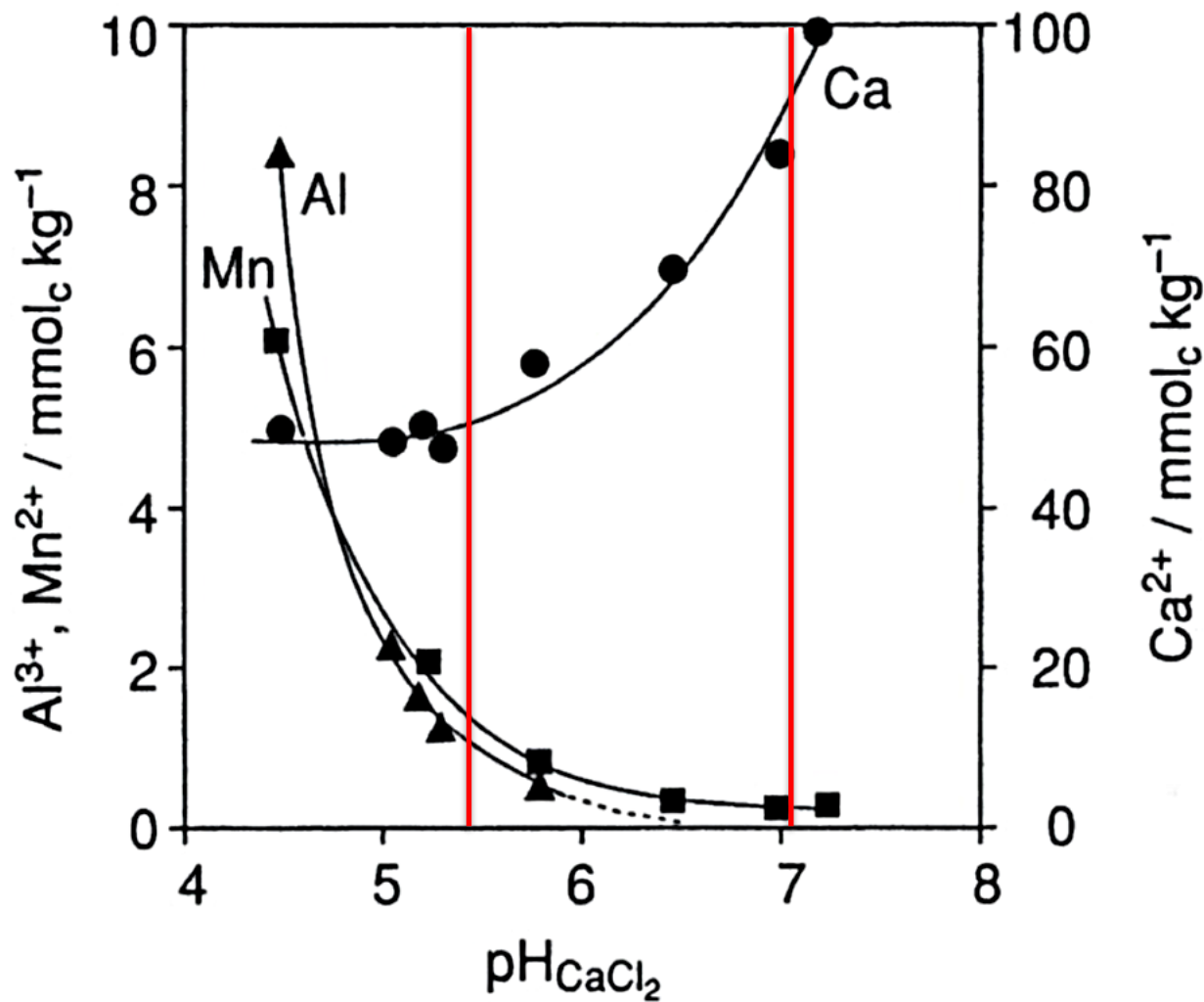
Löslichkeit anorganischer Phosphate im Boden



Quelle: Schefer/Schachtschabel, 2002



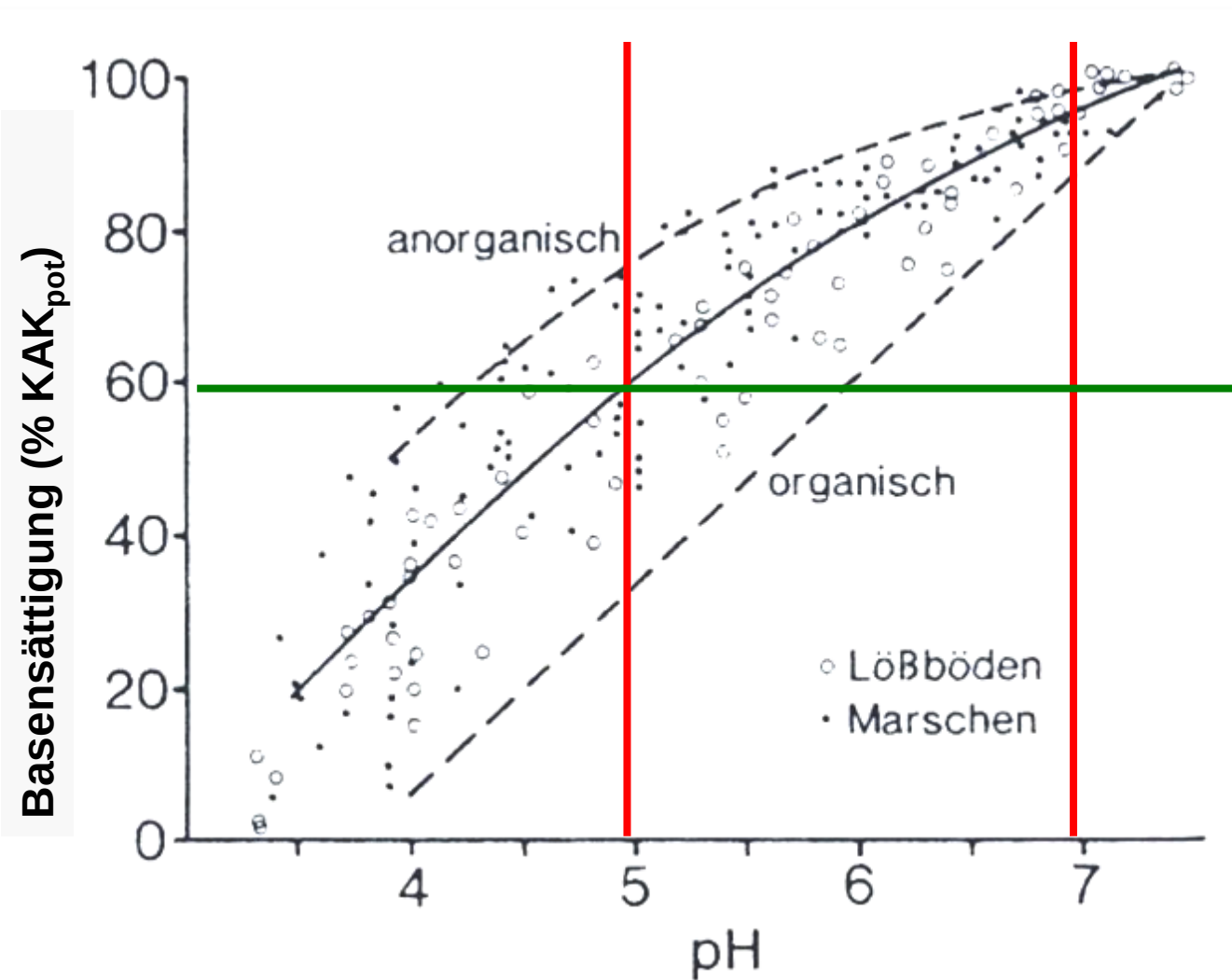
Austauschbares Al, Mn und Ca - abhängig von pH-Wert; in Braunerde, Lösslehm-Fließerde



Quelle: Schwertmann und Amann, aus Scheffer/Schachtschabe, I 2002



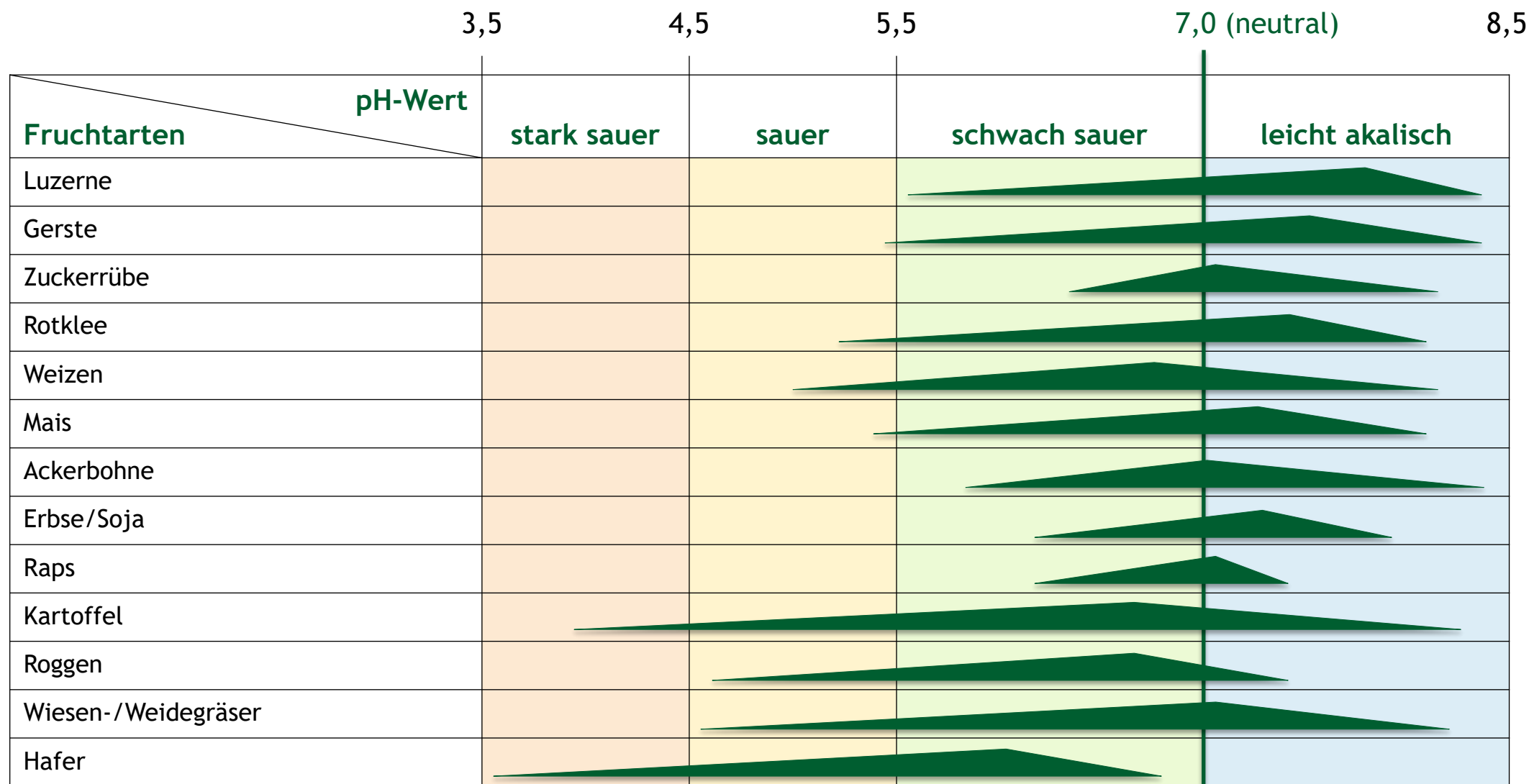
pH-Wert-Einfluss auf die Basensättigung von Lössböden/Marschen



Quelle: Renger 1964, aus Scheffer/Schachtschabel, 2002



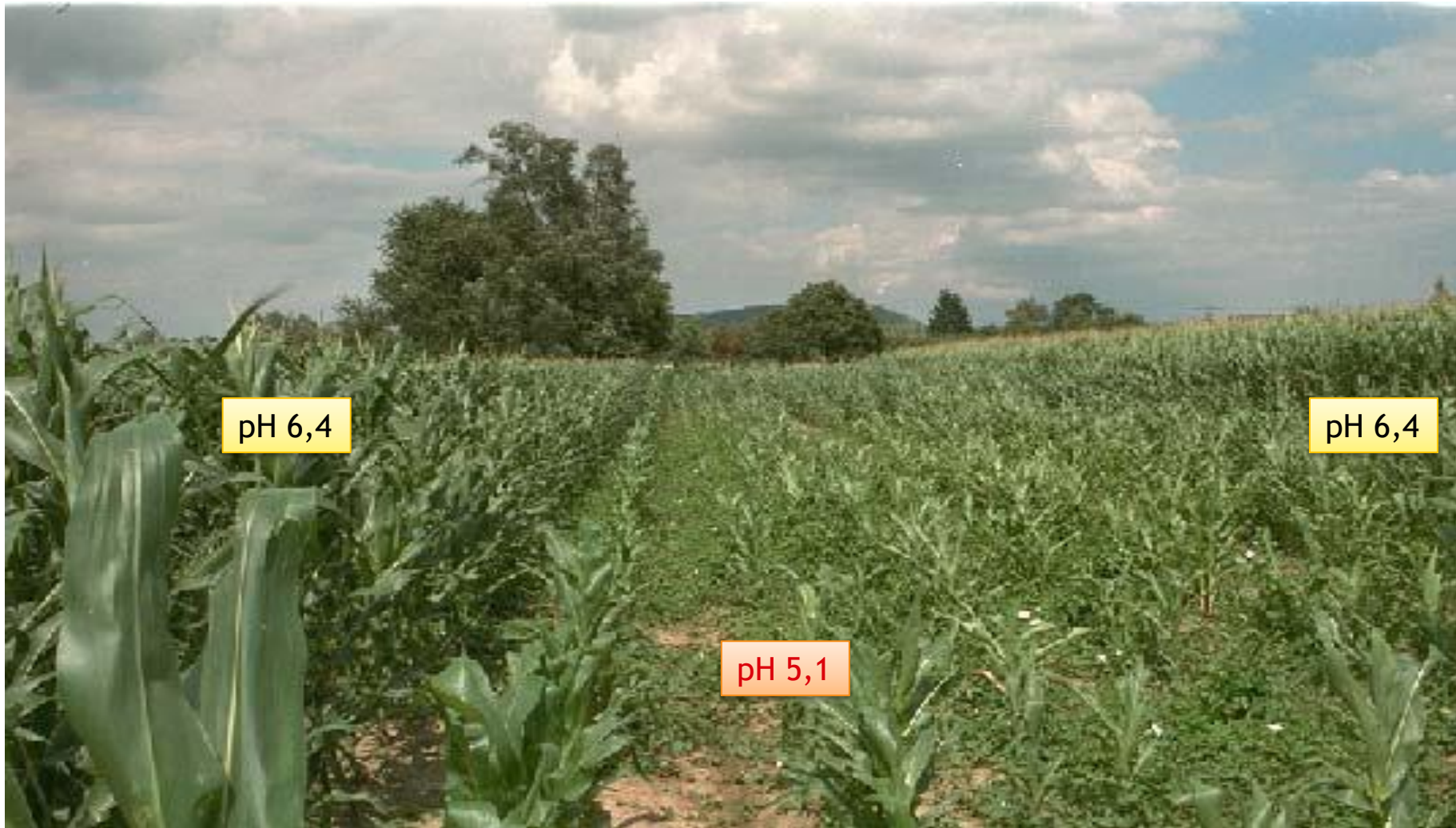
Optimale pH-Werte (Bereiche) für Kulturpflanzen



Quelle: nach Gericke & Klapp



Einfluss der Kalkdüngung (pH-Wert) auf Körnermais – gekalkt und ungekalkt



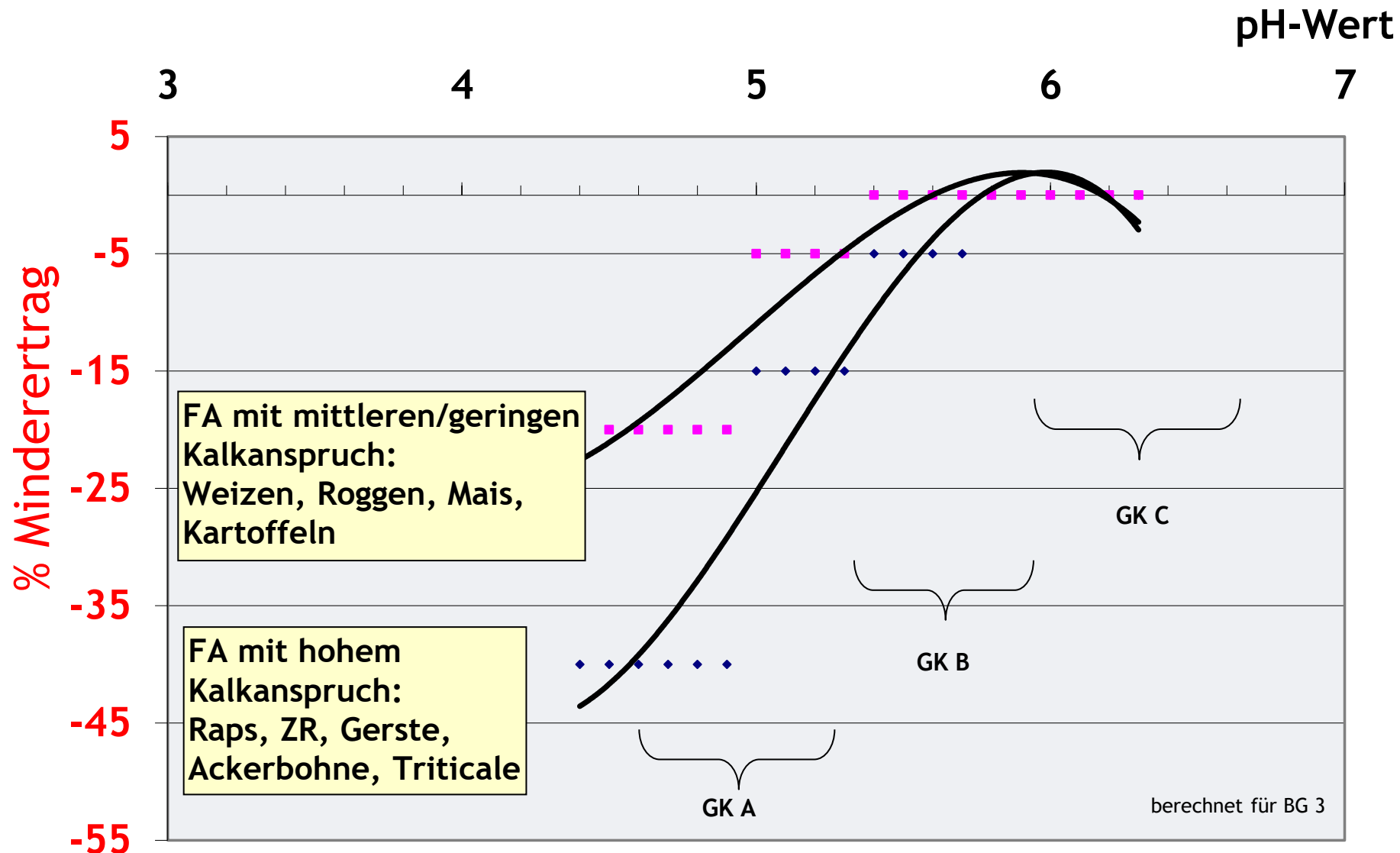
Säureschäden in Sommergerste auf lehmigem Sand (IS), Bad Berka 2001



Quelle: W. Zorn, TTL Jena



Mindererträge bei suboptimalen pH-Werten; BG 3 – IS



Quelle: Kerschberger; BG = Bodengruppe; FA = Fruchtart



pH-Klassen, Kalkversorgung, Kalkbedarf des Bodens; VDLUFA-Schema



pH-Klasse	Kalk-versorgung	Zustand/Maßnahme	Kalkdüngungs- bedarf
A	sehr niedrig	• Bodenstruktur und Nährstoffverfügbarkeit • Signifikante Ertragsverluste - Ertragsausfall • Pflanzenverfügbarkeit von Schwermetallen • Kalkung hat 1. Priorität	Gesundungs- kalkung
B	niedrig	• Bodenstruktur und Nährstoffverfügbarkeit • Meist signifikante Ertragsverluste bei anspruchsvollen Kulturen • Erhöhte Verfügbarkeit von Schwermetallen • Kalkung in Fruchtfolge	Aufkalkung
C	anzustreben/o ptimal	• Bodenstruktur und Nährstoffverfügbarkeit • Geringer Kalkbedarf • Kalk zu anspruchsvollen Kulturen	Erhaltungs- kalkung
D	hoch	• Bodenreaktion ist höher als anzustreben • Unterlassung der Kalkung	keine Kalkung
E	sehr hoch	• Bodenreaktion ist wesentlich höher als anzustreben • Nährstoffverfügbarkeit • Physiologisch saure Düngung	keine Kalkung saure Düngung

Quelle: VDLUFA-Standpunkt Kalkbedarf von Acker und Grünland



Bodenartengruppen für Kalkbedarfsschema nach VDLUFA

Nr.	Bodenartengruppe/ vorwiegende Bodenart	Symbol	Tongehalt ¹⁾ (%)	Ton plus Feinschluff ²⁾ (%)	Bezeichnung in der Düngungspraxis
1	Sand	S	bis 5	bis 7	leichte Böden
2	schwach lehmiger Sand	l'S	> 5–12	> 7–16	
3 ³⁾	stark lehmiger Sand	lS	> 12–17	> 16–23	mittlere Böden (Nr. 4 wird regional als schwerer Boden eingestuft.)
4 ³⁾	sandiger/schluffiger Lehm	sL/uL	> 17–25	> 23–35	
5 ⁴⁾	toniger Lehm bis Ton schwach toniger Lehm toniger Lehm lehmiger Ton Ton	t'L tL lT T	> 25–35 > 35–45 > 45–65 > 65	} > 35	schwere Böden

1) Korngröße < 0,002 mm in % mineralischer TM nach DIN 19682

2) Korngröße < 0,006 mm in % mineralischer TM nach DIN 19682;

Die Einstufung der Böden in Bodenartengruppen kann entweder nach dem Gehalt an Ton oder nach dem Gehalt an Ton plus Feinschluff erfolgen.

3) Böden mit Schluffgehalten von > 50 % werden in die Bodenartengruppe 4 , bei höherem Gehalt an Ton (oder Ton plus Feinschluff) in die Bodenartengruppe 5 eingestuft.

4) Die aufgeführten Bodenarten der Gruppe 5 können im Untersuchungsbefund ausgewiesen werden. Sie unterscheiden sich jedoch im Aufkalkungsziel und -bedarf nicht.



Jährliche Kalkverluste (in kg CaO/ha): nach Bodenarten und Nutzungsformen

Bodenartengruppe	Nutzungsform	niedrig < 600 mm	mittel 600–700 mm	hoch > 750 mm
leicht (S, l'S)	Acker	300	400	500
	Grünland	150	250	350
mittel (sL bis t'L)	Acker	400	500	600
	Grünland	200	300	400
schwer (tL, T)	Acker	500	600	700
	Grünland	250	350	450



Optimale pH-Werte = Klasse C + Erhaltungskalkung für Ackerland

Bodenartengruppe/ vorwiegende Bodenart		Humusgehalt des Bodens (%)				
		≤ 4	4,1–8,0	8,1–15,0	15,1–30	> 30
		pH-Werte der Klasse C und Erhaltungskalkung				
1/Sand	pH-Klasse C dt CaO/ha	5,4–5,8 6	5,0–5,4 5	4,7–5,1 4	4,3–4,7 3	
2/schwach lehmiger Sand	pH-Klasse C dt CaO/ha	5,8–6,3 10	5,4–5,9 9	5,0–5,5 8	4,6–5,1 4	
3/stark lehmiger Sand	pH-Klasse C dt CaO/ha	6,1–6,7 14	5,6–6,2 12	5,2–5,8 10	4,8–5,4 5	
4/sandiger/s chluffiger Lehm	pH-Klasse C dt CaO/ha	6,3–7,0 ¹⁾ 17	5,8–6,5 15	5,4–6,1 13	5,0–5,7 6	
5/toniger Lehm bis Ton	pH-Klasse C dt CaO/ha	6,4–7,2 ¹⁾ 20	5,9–6,7 18	5,5–6,3 16	5,1–5,9 7	

1) auf karbonathaltigen Böden (freier Kalk): keine Erhaltungskalkung

Quelle: VDLUFA-Standpunkt Kalkbedarf; * = in der Fruchtfolge (3 Jahre)



Optimale pH-Werte = Klasse C + Erhaltungskalkung für Grünland

Bodenartengruppe/vorwiegende Bodenart		Humusgehalt des Bodens (%)		
		≤ 15	15,1–30	> 30
		pH-Werte der Klasse C und Erhaltungskalkung		
1/Sand	pH-Klasse C dt CaO/ha	4,7–5,2 4	4,3–4,7 2	
2/schwach lehmiger Sand	pH-Klasse C dt CaO/ha	5,2–5,7 5	4,6–5,1 3	
3/stark lehmiger Sand	pH-Klasse C dt CaO/ha	5,4–6,0 6	4,8–5,4 4	
4/sandiger/schluffiger Lehm	pH-Klasse C dt CaO/ha	5,6–6,3 7	5,0–5,7 5	
5/toniger Lehm bis Ton	pH-Klasse C dt CaO/ha	5,7–6,5 8	5,1–5,9 6	
6/Hochmoor und saures Niedermoor ¹⁾	pH-Klasse C dt CaO/ha			4,3 ²⁾

1) Auf einem Großteil der Niedermoore liegen die pH-Werte geogen bedingt > 6,5.

2) keine Erhaltungskalkung

Quelle: VDLUFA-Standpunkt Kalkbedarf; * = in der Fruchtfolge (3 Jahre)



1. Direkte Wirkung

chemisch

Günstiger pH-Bereich

Nährstoffe Ca Mg

Verfügbarkeit der Haupt- und
Spurennährstoffe verbessert

Tieferes Wurzelwachstum

Verbessert Dünger- und
Nährstoffausnutzung

2. Indirekte Wirkung

physikalisch

Flockung der Tonteilchen –
Krümelbildung

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

Infiltration, Regenverdaulichkeit,
Befahrbarkeit, Durchlüftung,
Erwärmung

biologisch

Förderung des Bodenlebens

Bioturbation, Ton-Humus-
Verbindung
Höherwertiger Humus

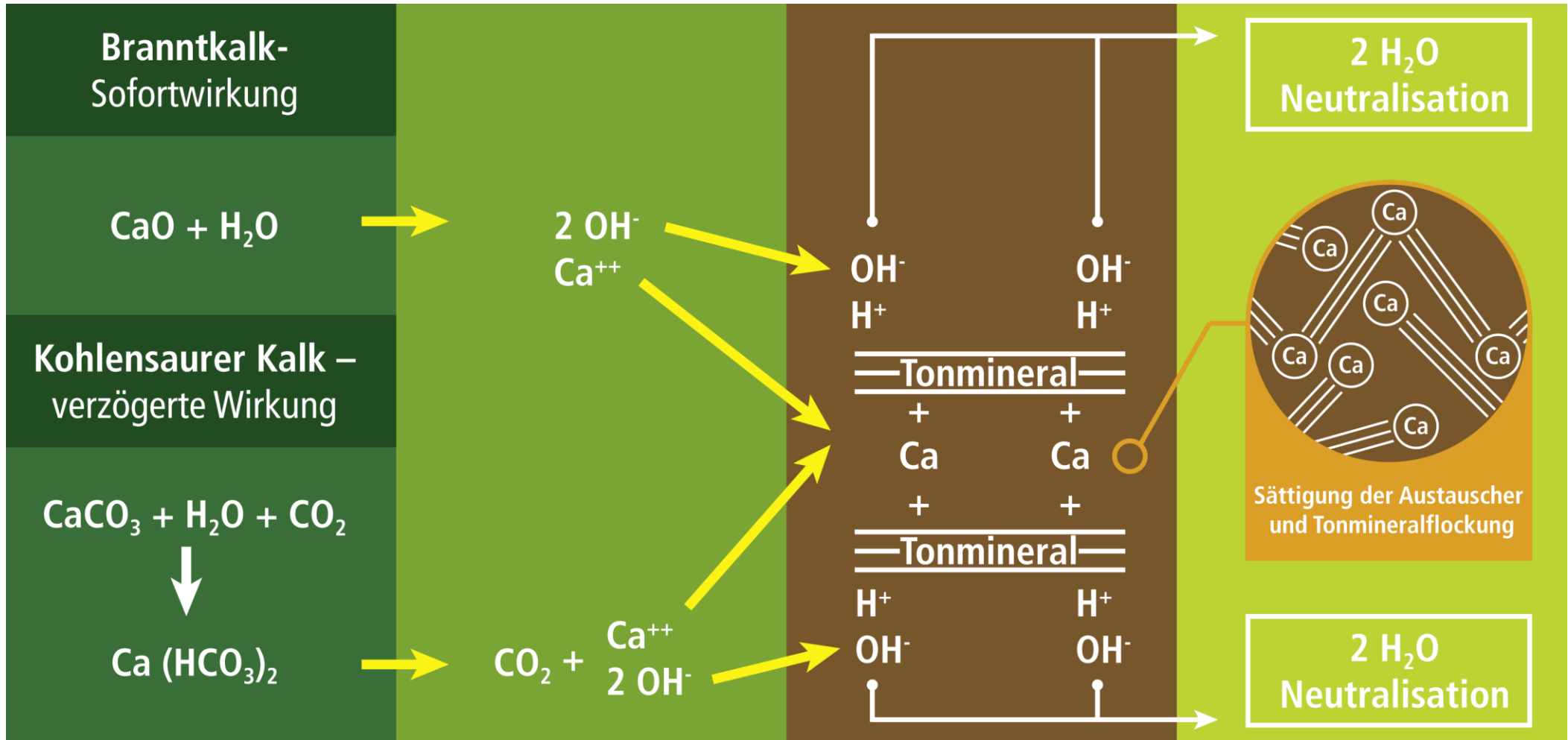
Bessere Nährstoff-Sorption und
Desorption

Verringert Erosion und
Verdichtung

Quelle: Prof. Ebertseder, 2008



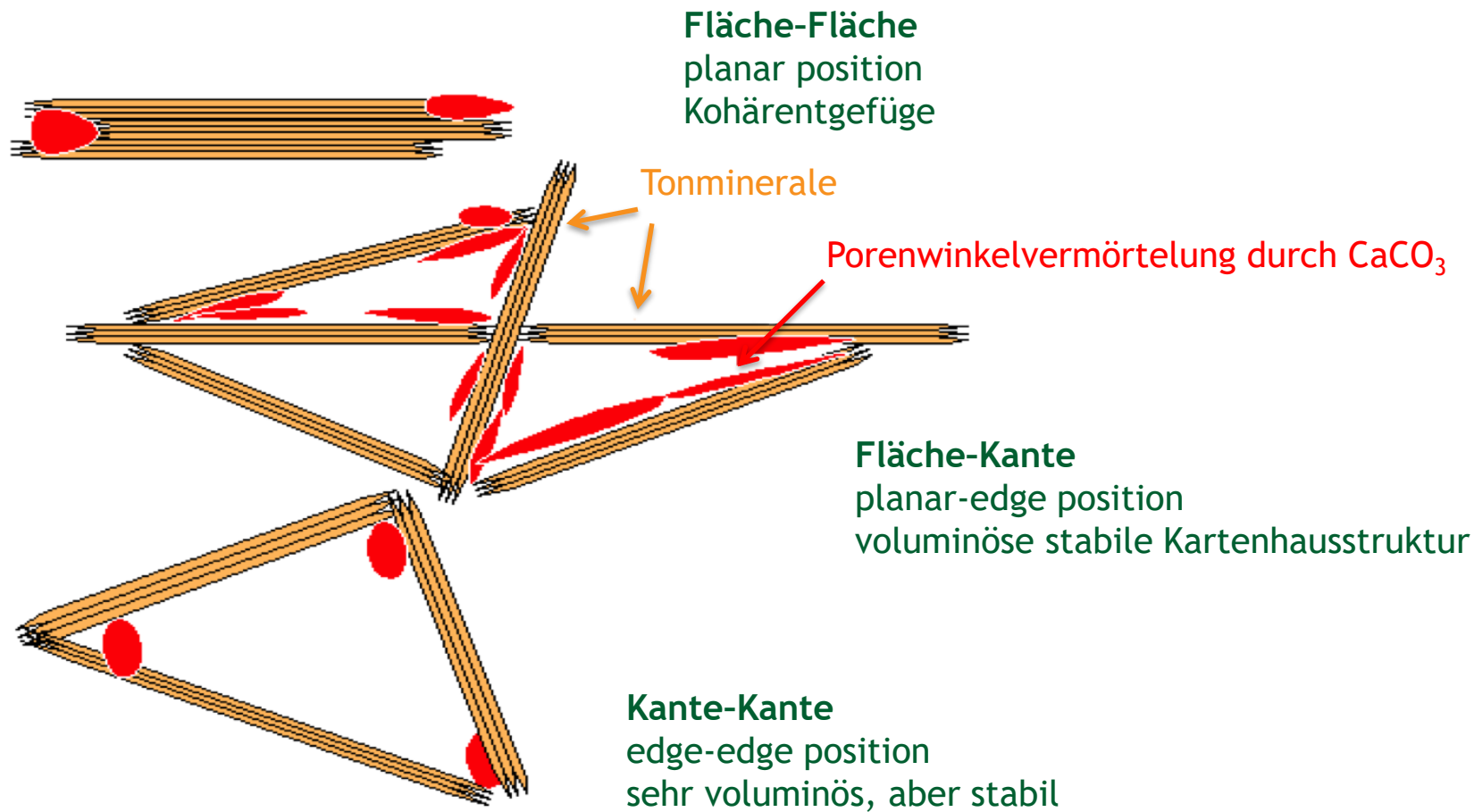
Chemische Kalkwirkung im Boden



Quelle: nach Molitor/Schmidt



Lagerungsformen von Tonteilchen im Boden (physikalische Wirkung)



Quelle: B. Meyer, J. Pollehn, Bodenkunde Göttingen



Günstige Zeiträume für Kalkdüngung

Fruchtarten \ Monate	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
zu Stoppelfrüchten	Vorsaat											
zu Raps	Vorsaat											
zu Wintergerste	Vorsaat					Kopfkalkung						
zu Roggen		Vorsaat				Kopfkalkung						
zu Weizen		Vorsaat						Kopfkalkung				
zu Sommergerste und Hafer		Stoppel			Winter		Vorsaat					
zu Zucker- und Futterrüben		Stoppel			Winter		Vorsaat					
zu Mais		Stoppel						Vorsaat				
zu Körnerhülsenfrüchten		Stoppel			Winter		Vorsaat					
zu Feldgemüse								Vorsaat				
zu Kartoffeln											Kopfkalkung	
zu Luzerne				Vorsaat		Bestandskalkung						
zu Klee-Einsaaten								Vorsaat				
auf Wiesen						in der Vegetationsruhe					nach 1. Schnitt	
auf Weiden	nach dem Umtrieb					in der Vegetationsruhe					Kopfkalkung	
im Garten					Beete	Kompost	Baumstämme	Rasen				
auf Fischteiche	Teichwasser					Teichboden						
im Wein- und Hopfenanbau						beim Rigolen und ihr Ertragsalter						
im Forstbetrieb						das ganze Jahr						

Quelle: DHG



„Kalkwert, -zehrung“ von Stickstoffdüngern

Dünger	Kalkgewinn bzw. -verlust in CaO	
	je 100 kg Dünger	je 100 kg N
Kalkstickstoff PERLKA 19,8% N	+ 30	+ 152
Kalksalpeter, 15,5% N	+ 13	+ 80
Kalkammonsalpeter, 27% N	- 16	- 58
Harnstoff, 46% N	- 46	- 100
NPK, z.B. 13-13-21	- 13	- 100
Ammonsulfatsalpeter	- 51	- 196
DAP 18 - 46	- 37	-205
Ammonsulfat 21%	- 63	- 300

Quelle: DHG, SKW, Yara, s. <http://www.kalkstickstoff.de/de/wirkung/Kalkwirkung>



Manuelle Waldkalkung – vor 100 Jahren



Quelle: DHG



Moderne Waldkalkung mit Hubschrauber



Siehe Film über Waldkalkung unter:
www.waldkalkung.com

Quelle: DHG



Kalkung mit modernem Kalkstreuer; Brantkalk gemahlen, 12 m Arbeitsbreite



Quelle: DHG

