

# Herzlich Willkommen bei der GKB

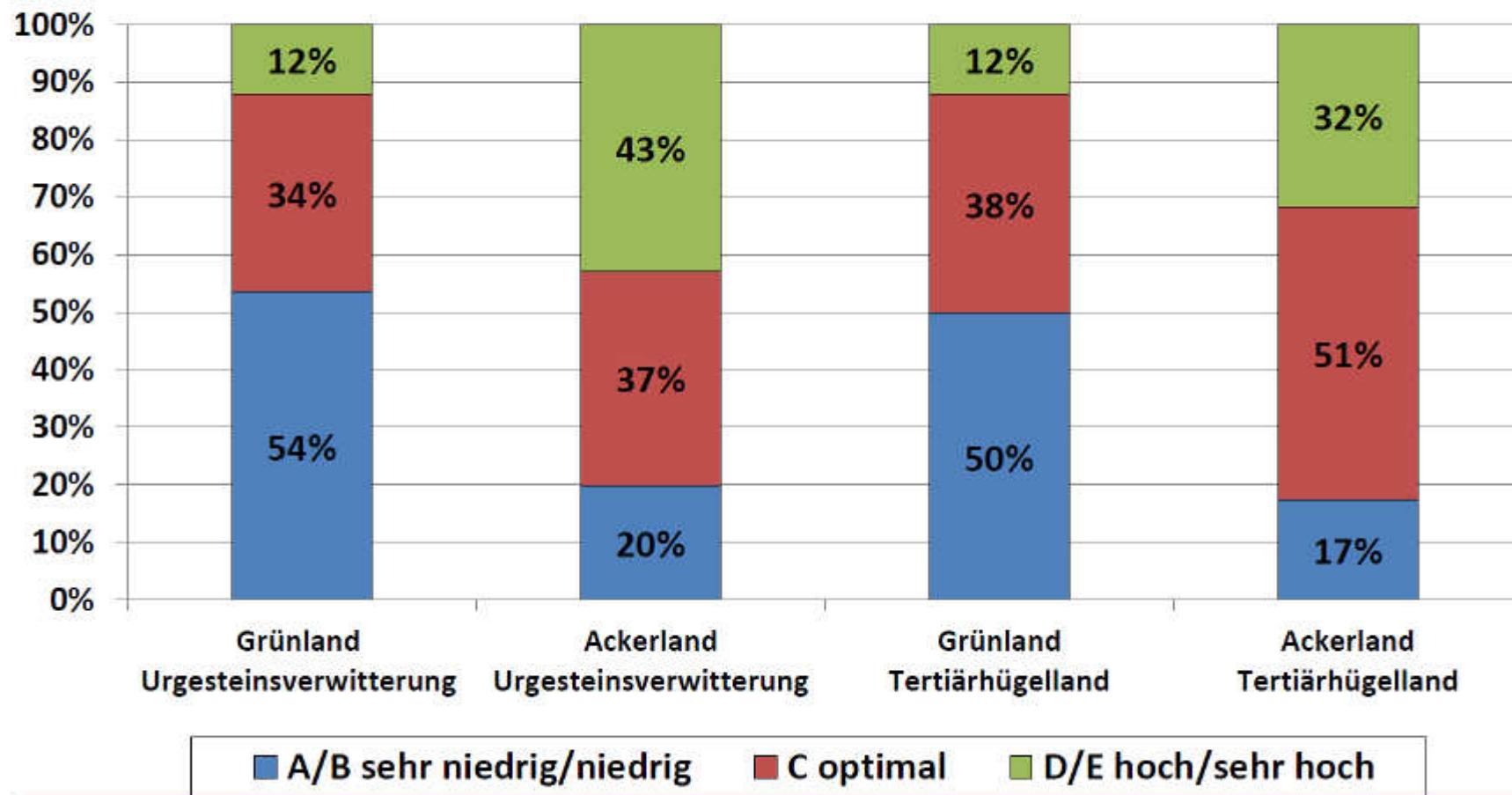
Vortragsthema:  
Entscheidende Faktoren für  
Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz  
im Ackerbau

Referent: Max Schmidt

Bodenberatungsdienst

# Phosphatversorgung auf Grünland und Ackerböden

## Niederbayern 2009-2013



Urgesteinsverwitterung: Lkr. Regen u. Freyung-Grafenau  
Tertiärhügelland: Lkr. Rottal-Inn und Landshut

Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten  
Deggendorf – Fachzentrum Pflanzenbau



# Nährstoffbilanz bei P und K

In den alten Bundesländern beträgt die Nährstoffbilanz bis zum Jahr 2000 (Zufuhr – Abfuhr) nach Köster LUFA Hameln

Bei Phosphat + ca. 2600 kg/ha

Bei Kali + ca. 3000 kg/ha

# Phosphatverfügbarkeit

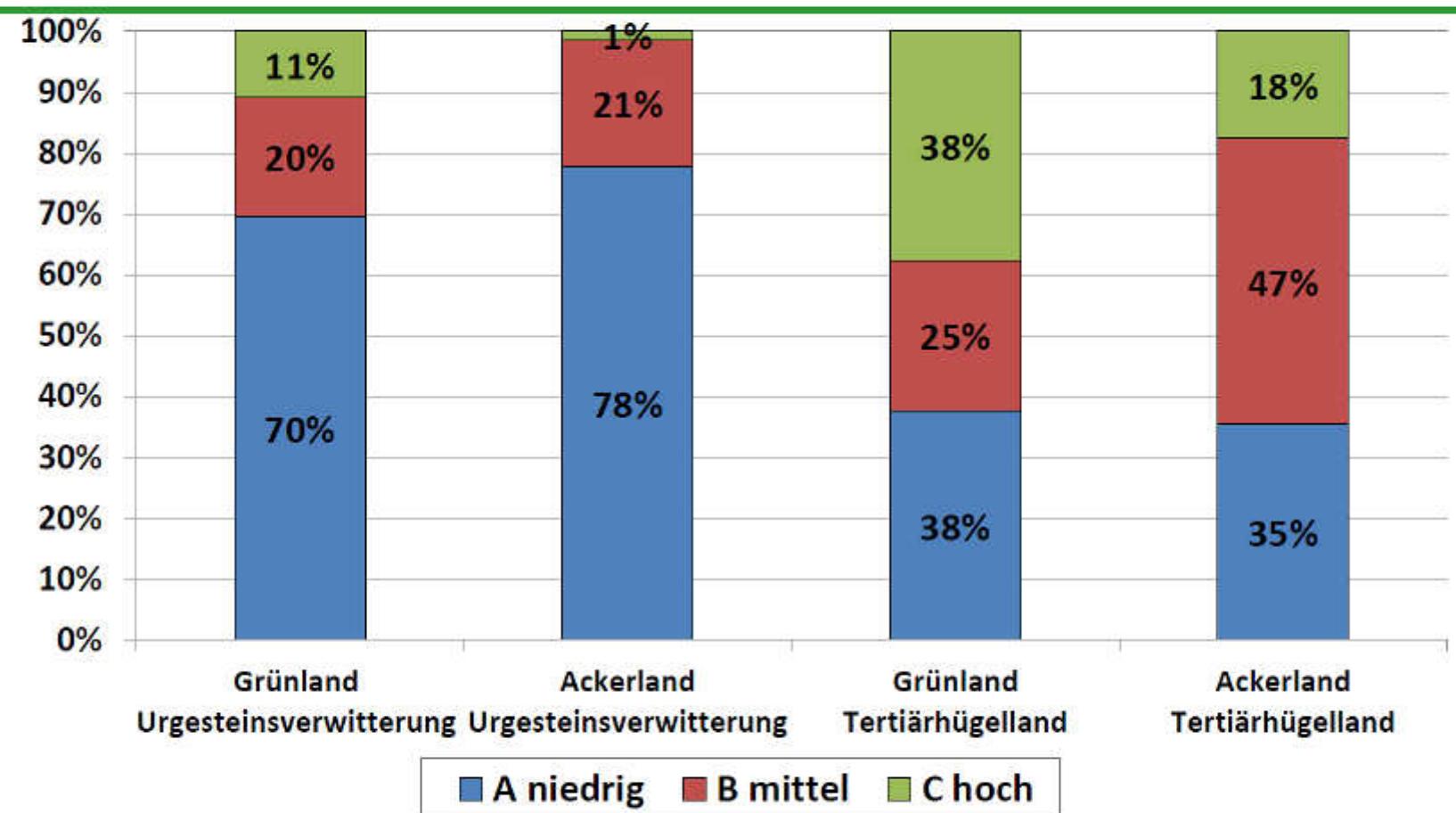
Margarethe von Wrangell 1919

Nachweis, dass Pflanzen bei saurer Düngung  
Bodenphosphate mobilisieren.

Für Ihre Aussage, dass die deutschen Böden lange nicht so Phosphatbedürftig seien wie allgemein angenommen erntete Sie eine sehr große Entrüstung der Fachöffentlichkeit

# Kalkversorgung auf Grünland und Ackerböden

## Niederbayern 2009-2013



Urgesteinsverwitterung: Lkr. Regen u. Freyung-Grafenau  
Tertiärhügelland: Lkr. Rottal-Inn und Landshut

Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten  
Deggendorf – Fachzentrum Pflanzenbau



# Kalkbilanz für die Ackerfläche Deutschlands

Ackerfläche gesamt	12 Mio. ha
ca. 75 % carbonatfreie	
kalkbedürftige Fläche	8 Mio. ha
Kalkanwendung auf Ackerland	1,8 Mio. t CaO
Kalkanwendung je ha	225 kg CaO

## Bilanz:

Kalkverluste durch natürliche Versauerung/ha	300 kg CaO
Kalkverbrauch durch N-Dünger	75 kg CaO
Gesamtverluste/ha	375 kg CaO
Kalkanwendung/ha	225 kg CaO
<b>Fehlmenge/ha und Jahr</b>	<b>150 kg CaO</b>

# Die Kalkbilanz auf Ackerland

## Fazit:

Eine nachhaltige Ackernutzung im humiden Klimabereich muss den Ersatz der Basenverluste durch natürliche Versauerung und Säurezufuhr berücksichtigen.

Bei der momentanen Kalkzufuhr ist eine nachhaltige Bodenfruchtbarkeit nicht gewährleistet.

# Mineralstoffgehalte in der Pflanze

Die **Restasche** (Summe der nicht-verbrennbaren Mineralstoffe) besteht bei Gräsern aus:

N: ca. 0,5 – 1,5 %

P: ca. 0,2 – 0,5 %

S: ca. 0,1 – 0,5 %

K: ca. 0,6 – 2,0 %

Ca: ca. 1,3 – 1,5 %

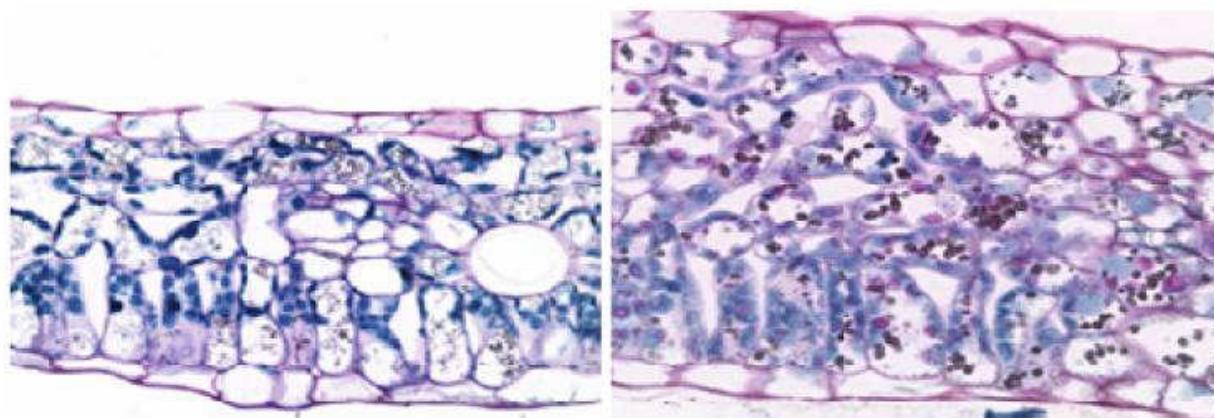
Mg: ca. 0,1 – 0,5 %

# Funktionen des Calcium in der Pflanze

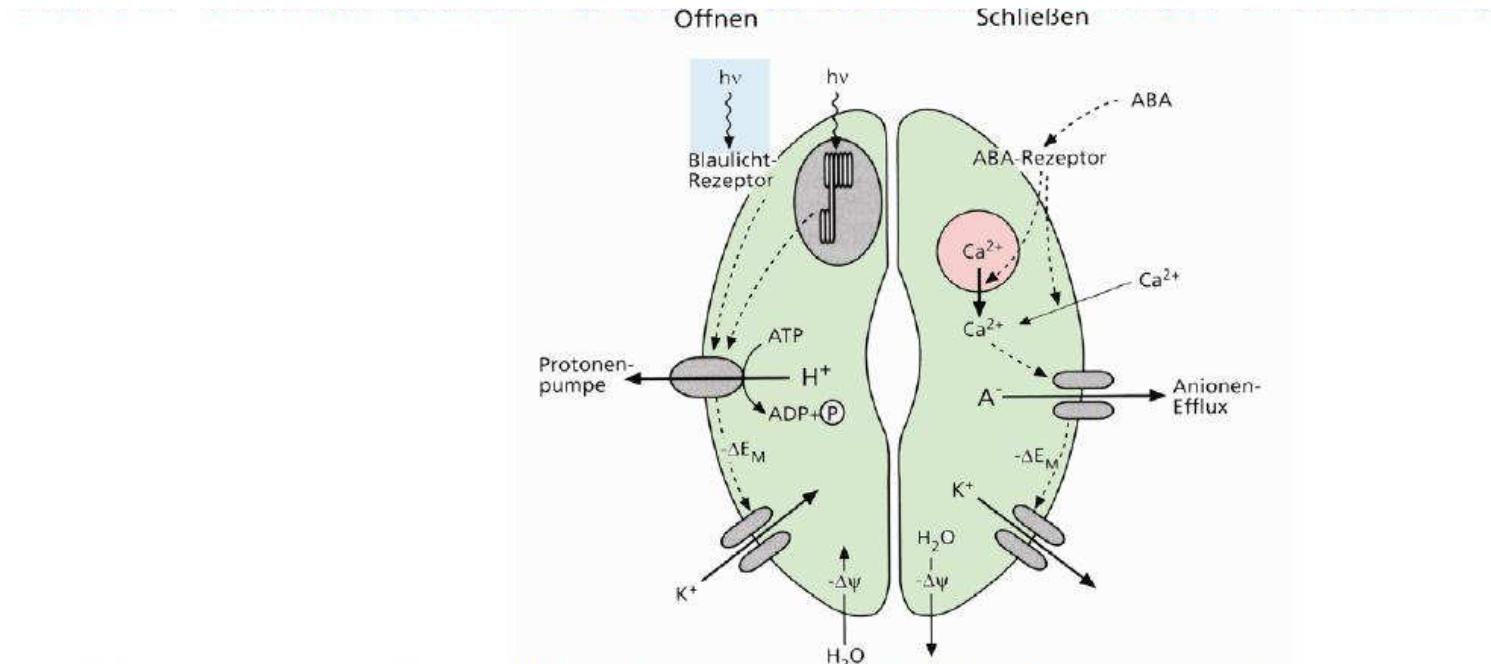
- c) wirkt **entquellend** (im Gegensatz zu den quellend wirkenden K und Mg)
- d) macht dadurch die Membrane stabil und funktionsfähig
- e) trägt als  $\text{Ca}^{++}$  zum elektrostatischen Ladungsausgleich bei.

# Funktionen des Calcium in der Pflanze

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



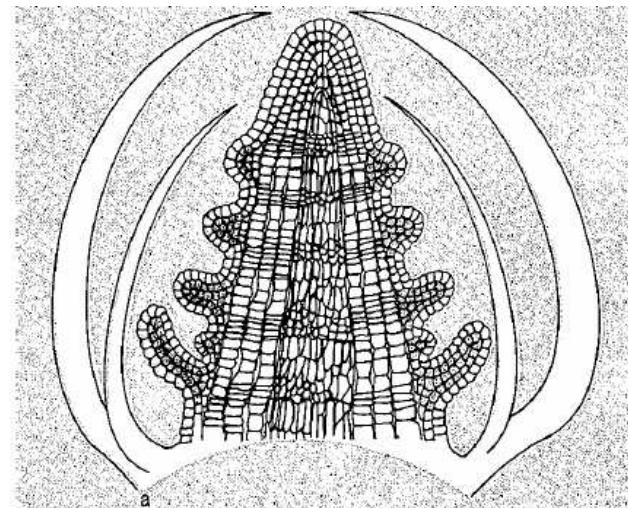
# Funktionen des Calcium in der Pflanze



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

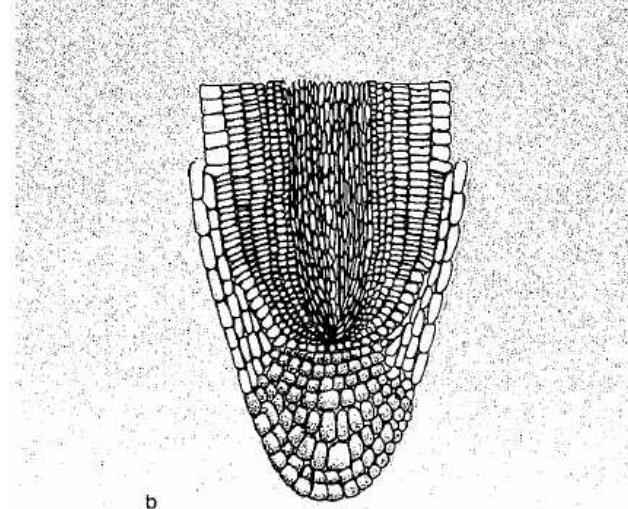
# Bildungsgewebe

a) Bildungsgewebe  
an der Sprossspitze



a

b) Bildungsgewebe  
an der Wurzelspitze



b

© 2012 J. Prügl

# Versauerung und Kalziummangel

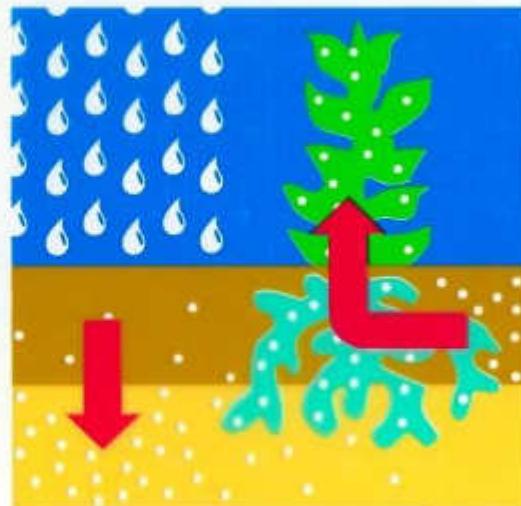


links: Wachstumsstörungen  
in Wintergerste, Herbst 2012

rechts:  
Triebsschäden und deformierte Wurzel  
durch Kalkmangel bei pH 4



## Kalkverluste – Kalkbilanz



Erhaltungskalkung:  
15 dt/ha CaO jährlich auf 1/3 der LF

1. Ernteentzüge	Ø 50 kg/ha CaO
2. Auswaschung und Neutralisationsbedarf	300–450 kg/ha CaO
Gesamtverluste	350–500 kg/ha CaO

NATURKALK –  
für gesunden Boden

Kalkdienst:  
9117/1

# Kalkverluste durch Auswaschung

nach PFAFF

15jähriger Versuch auf 3 verschiedenen Böden

Böden	Sickerwasser l/m <sup>2</sup>	Auswaschung jährlich kg/ha		
		CaO	MgO	Summe
IS	221	338	22	360
sL	216	231	24	255
tL	207	241	25	266
	Ø	271	24	295

## **Parabraunerde aus Löß**

Optimaler Bodenzustand  
Kalk- und Nährstoffreich  
Tiefgründig  
Optimale Luft- und  
Wasserführung

Feste Bodenbestandteile  
50 - 55 %  
Porenvolumen  
45 – 50 %  
Grobporen > 10  
15 – 20 %  
Mittelporen 0,2-10  
15 – 20 %  
Nutzbare Feldkapazität  
(nFK) 180 – 220 l/m<sup>2</sup>



# **Kalkverluste bei der Entwicklung einer Parabraunerde aus Löss in Süddeutschland (Mitteldeutschland, Tschechien, Polen)**

Lössanwehung am Ende der letzten Eiszeit mit einem Gehalt von 15 – 25 % (5 – 15 %) CaCO<sub>3</sub>

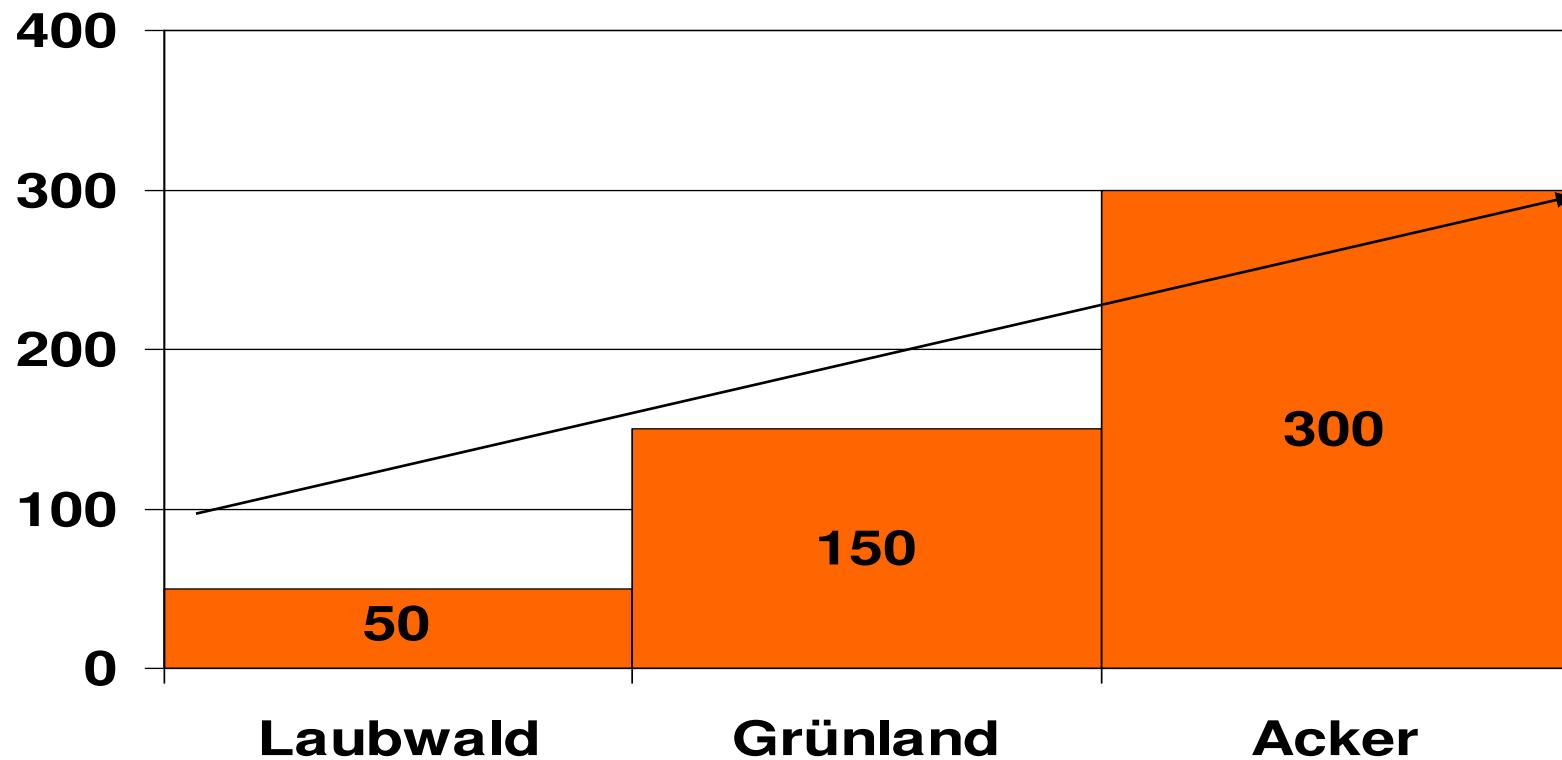
Kalkmenge berechnet auf 1 m Mächtigkeit ca. 3.000 t (750 – 2.000 t) CaCO<sub>3</sub>/ha

Entbasung des Bodens > 1 m( 1 – 2 m )  
in 10.000 Jahren

Jährlicher Kalkverlust ca.300 kg CaCO<sub>3</sub>

# Kalkverluste in Abhangigkeit von Vegetation und Bewirtschaftung

kg CaO/ha



# Geschichtliches zur Kalkdüngung

## 1. Vorgeschichtlich

Das Mergeln der Kelten (Poseidonios u. a.)

Bereits vor Christus in Gallien die Erkenntnis, dass Böden nur bei regelmäßiger Kalkzufuhr fruchtbar bleiben.

## 2. Mittelalter

Obwohl viel Wissen verloren gegangen ist, Fortführung dieser Tradition.

Fruchtbarmachung der Böden im Nahbereich der Siedlungen mit Holzasche und Fäkalien (Nürnberger Knoblauchsland)

## 3. Neuzeit

Mergeln nach Albrecht Thaer um 1810

Melioration mit 100 – 200 t Mergel je ha, ca. 20 t CaCO<sub>3</sub>/ha

Kalkzufuhr durch Kalkdünger und kalkhaltige Stickstoff- und Phosphatdünger (Thomasmehl) im 20. Jahrhundert.

# **Das Mergeln nach Albrecht Thaer**

Melioration nährstoffärmer saurer Sandböden auf  
Gut Möglin bei Berlin um 1810

Mergel mit ca. 50% Ton und 10-15% CaCO<sub>3</sub>

Aufwandmenge je Hektar 150-200 Tonnen

**Das entspricht einer Kalkmenge von  
15-30 Tonnen Kohlensaurem Kalk je Hektar**

# 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 <sup>+</sup> -Ionen/l
pH 5,0 =	$10^{-5}$	=	0,00001 g H <sup>+</sup> -Ionen/l
pH 6,0 =	$10^{-6}$	=	0,000001 g H <sup>+</sup> -Ionen/l
pH 7,0 =	$10^{-7}$	=	0,0000001 g H <sup>+</sup> -Ionen/l

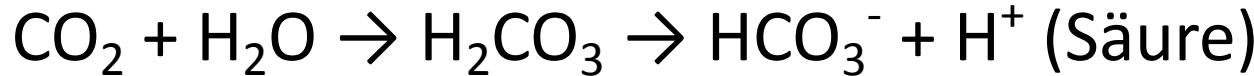
pH 4 ist also 10mal saurer als pH 5, 100mal saurer als pH 6 und 1000mal saurer als pH 7.

# Natürliche Versauerung

Zum Ausgleich der Humusbilanz: Zufuhr von kohlenstoffhaltigen Substanzen in Form von Ernterückständen, organischen Düngern und Zwischenfrüchten.

Beim Abbau durch die Mikroorganismen zu Humus entsteht je ha und Jahr bis zu 20 t CO<sub>2</sub>.

Zusammen mit dem Bodenwasser entsteht Kohlensäure.



## Zusätzliche Versauerung:

H<sup>+</sup>-Ionenausscheidung der Pflanzenwurzeln

H<sup>+</sup>-Ionen aus Oxidationsprozessen und durch Huminsäure  
saurer Regen

# Die Pflanzen verbrauchen den Kalk indirekt

Zersetzung der organischen Substanz und Bildung von Kohlensäure durch CO<sub>2</sub> aus der Bodenatmung  
(Bodenlebewesen)

Ausscheidung von H<sup>+</sup>-Ionen durch die Wurzel

Säurezufuhr durch Ammoniumstickstoff, Harnstoff, Schwefel- und Salpetersäure aus der Düngung .

Saurer Regen

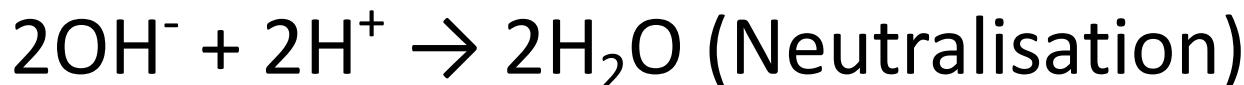
## Pufferung durch Kalk oder Versauerung

Bildung von Calciumhydrogencarbonat und von löslichen Salzen, wie Calciumsulfat, -nitrat, -chlorid usw. aus dem Kalkvorrat der Böden und den Calciumionen, die vom Austauscher desorbiert werden.

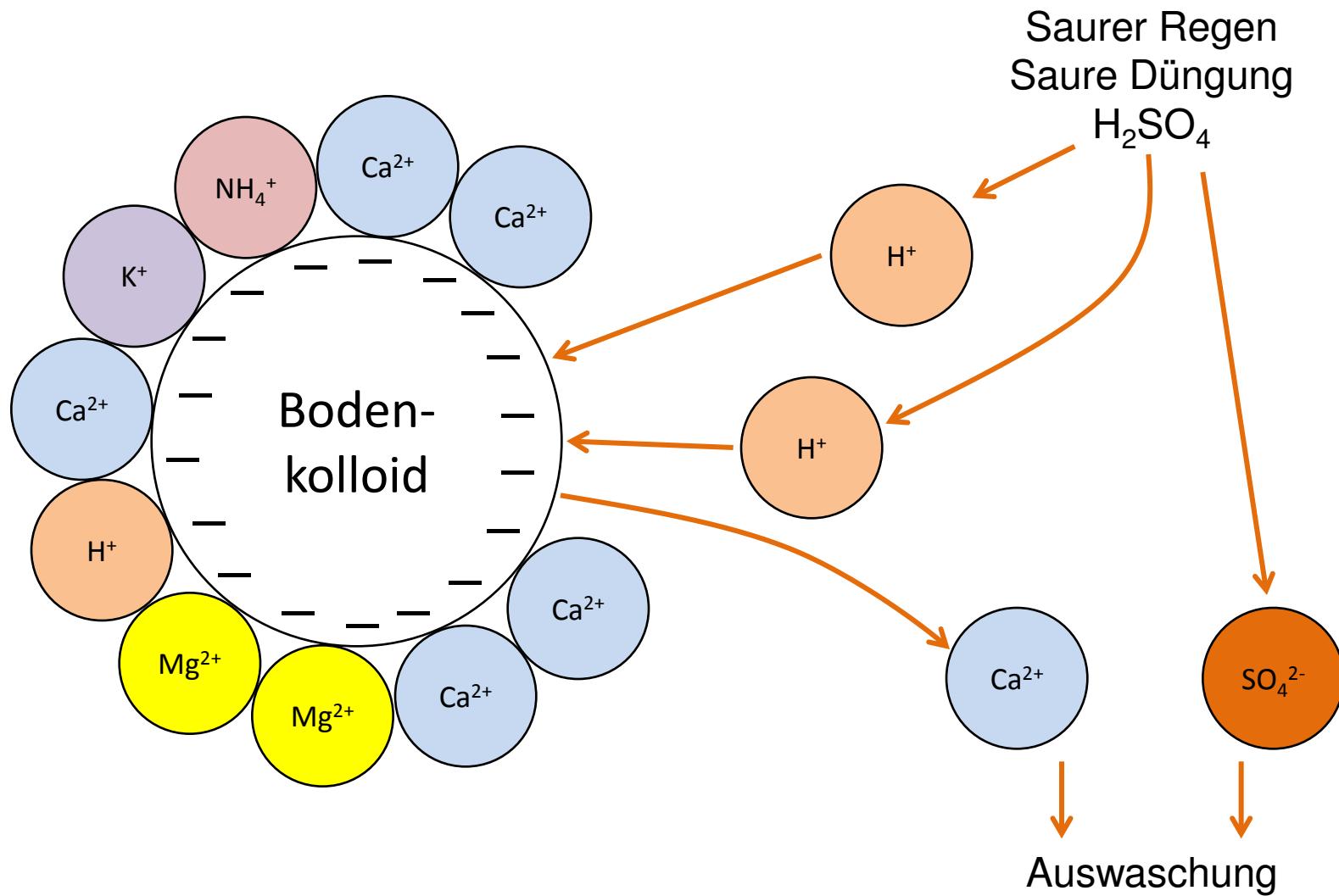
**Folge: Verlust dieses „verbrauchten“ Kalkes durch Auswaschung  
Jährliche Kalkverluste 300 – 500 kg CaO pro Hektar**

# Wie funktioniert die Pufferung?

In Carbonatböden Pufferung durch  $\text{CaCO}_3$

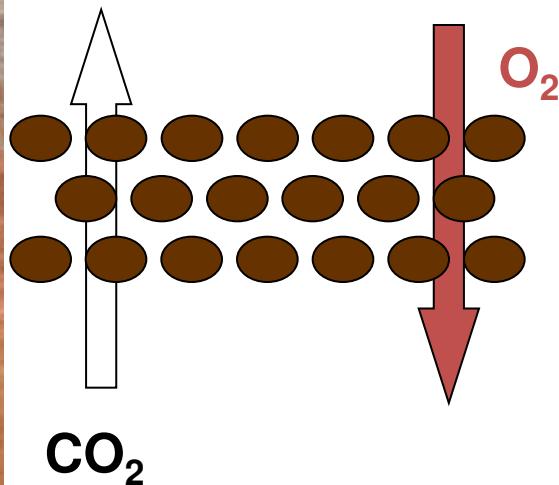


# Versauerung und Auswaschung

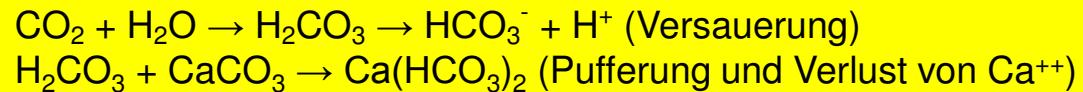
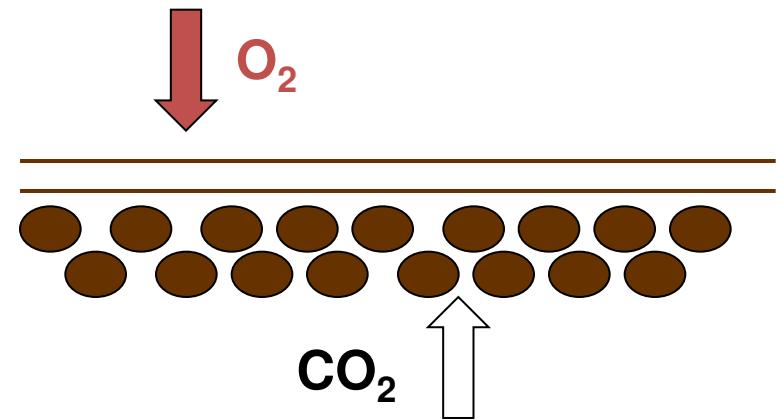


# Natürliche Versauerung durch CO<sub>2</sub> aus der Bodenatmung

## lockerer Boden



## verschlämmtter Boden



In krümeligen Böden ist der Gasaustausch gewährleistet.

In verschländmten Böden wird der Gasaustausch behindert und die Bodenversauerung verstärkt.

# Die Kohlensäure im Boden wichtig für

- Mineralverwitterung (Glimmer, Feldspäte)
- Nährstofffreisetzung (Kalium, Kalzium)
- Mineralneubildung (Tonminerale)
- Phosphatmobilisierung (Ca-Phosphate)
- Spurennährstoffmobilisierung
- Aufbau des Karbonatpuffersystems
- $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 - \text{H}_2\text{CO}_3$

# Kalkwerte wichtiger Düngemittel

Düngemittel	Kalkverlust bzw. -gewinn in kg CaO je 100 kg N ( $P_2O_5$ )	
	Acker	Grünland
<b>Stickstoffdünger (% N)</b>		
Kalkammonsalpeter (27)	-58	-36
Schwefels. Ammoniak, SSA (21)	-299	-280
Ammonsulfatsalpeter, ASS (26)	-196	-173
Stickstoffmagnesia (22)	+/- 0	-18
Harnstoff (46)	-100	-80
Kalkstickstoff (21)	+167	+186
Ammonnitrat-Harnstofflösung (28)	-100	-80

# Ohne Kalk drohen Ertragsverluste auf stark versauerten Flächen



Quelle: incona, Newsletter Nr. 27 vom 01.07.2007

Versuch Dürnast  
TU Freising

Zuckerrüben

Vorne pH 5,3  
Hinten pH 6,5



Kalkmangel bei Sommergerste, pH-Wert ca. 4,0



# Abgestorbene Wintergerste mit Roggendurchwuchs, Frühjahr 2013



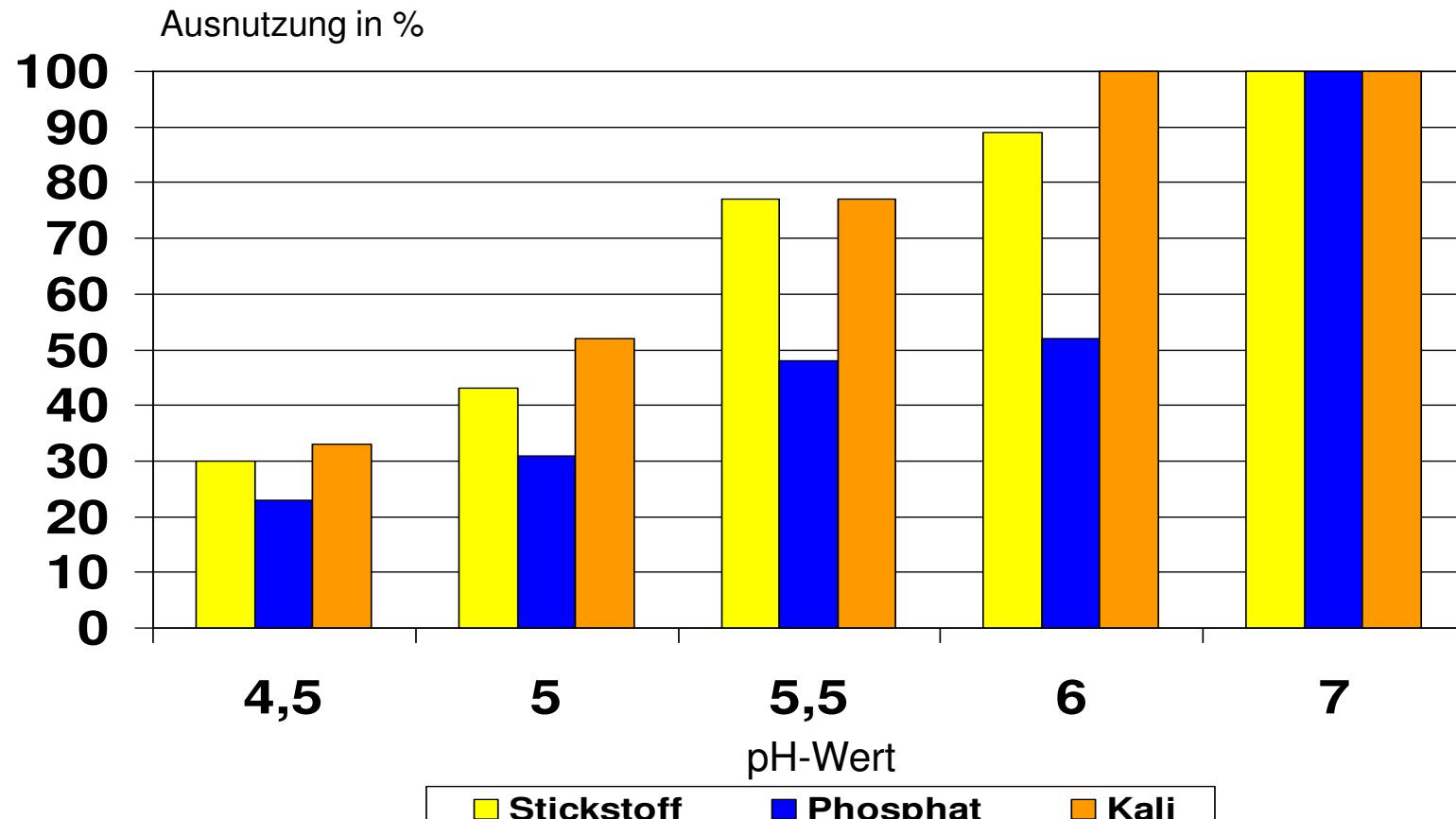


Kohlhernie bei Raps, pH-Wert ca. 5,0

Der Ausnutzungsgrad der bodenbürtigen Nährstoffe hängt sehr wesentlich vom Boden-pH ab. Mit sinkendem pH-Wert sinkt auch die Verfügbarkeit von Stickstoff, Phosphat und Kali im Boden.

## Kalk verbessert die Nährstoffausnutzung Einfluss des Kalkzustandes auf die Verfügbarkeit

Quelle: CELAC; Les Amendements Calciques et Magnesiens



# Phosphatgehalte landwirtschaftlich genutzter Böden

Gesamtphosphat 150-300 mg/100g Boden  
entspricht **4.500-9.000 kg/ha**

CAL-lösl. Phosphat 5-40 mg/100g Boden  
entspricht **150-1.200 kg/ha**

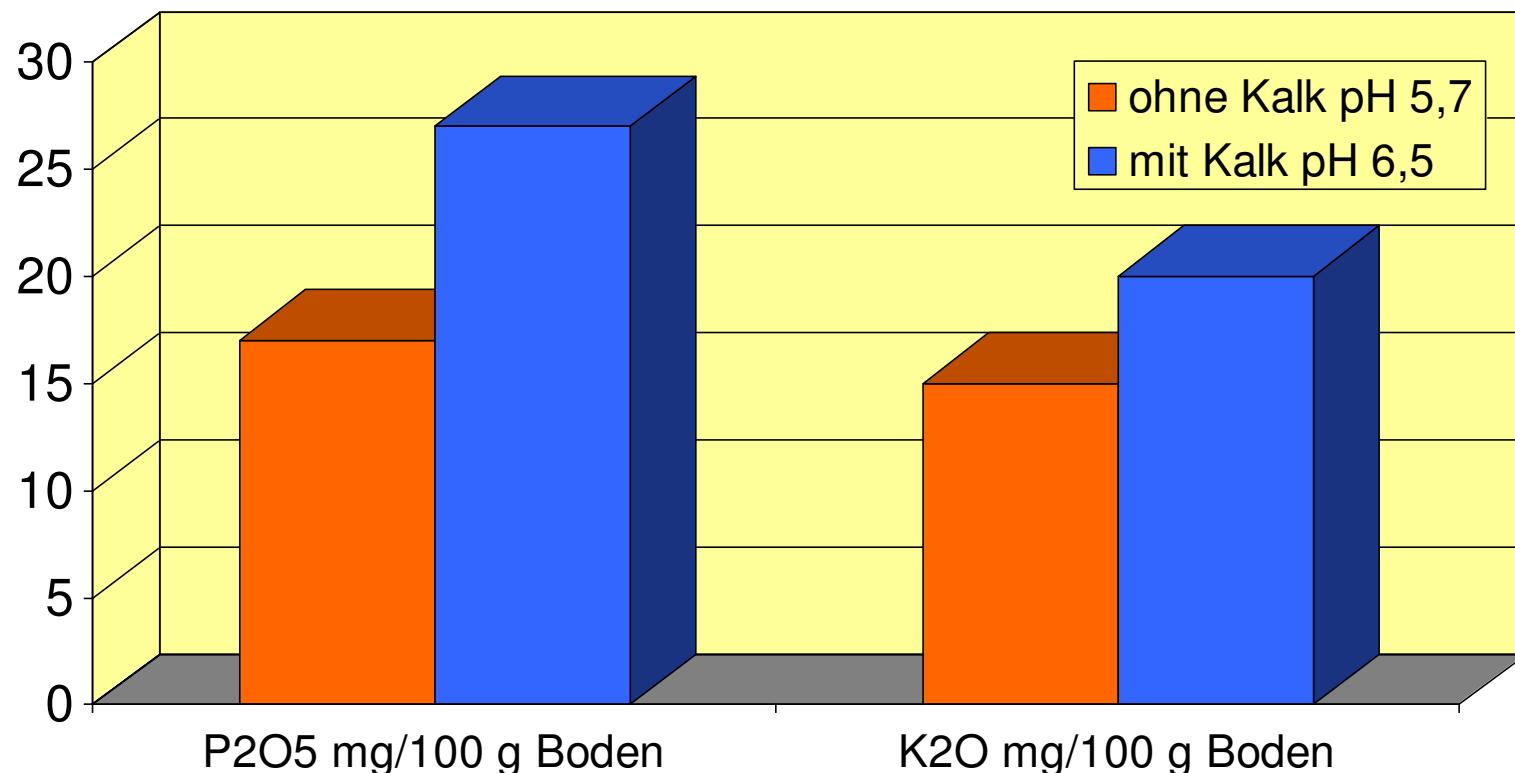
Wasserlösliches Phosphat 1-2 mg/100g Boden  
entspricht **30-60 kg/ha**

1mg/100g = 10mg/kg = 10g/t = 30kg/ha bei 3.000t Boden/ha

# Einfluss einer regelmäßigen Kalkung (3 x 15 dt CaO in 8 Jahren) auf pH-Wert und Nährstoffgehalte

U. Hege, LBP München, LW 14/6.4.1985

## Versuchsstandort Puch



Die Mobilisierung von 10 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g Boden entspricht einer Phosphatmenge von 1.500 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha:

Das Einsparungspotential beträgt zur Zeit ca. 2000.-- €/ha

Kosten für die Kalkung:

Branntkalk	550,-- €/ha
Kohlens. Kalk	350,-- €/ha

# Bodengehalte der wichtigsten P-Fraktionen (%)<sup>\*)</sup>

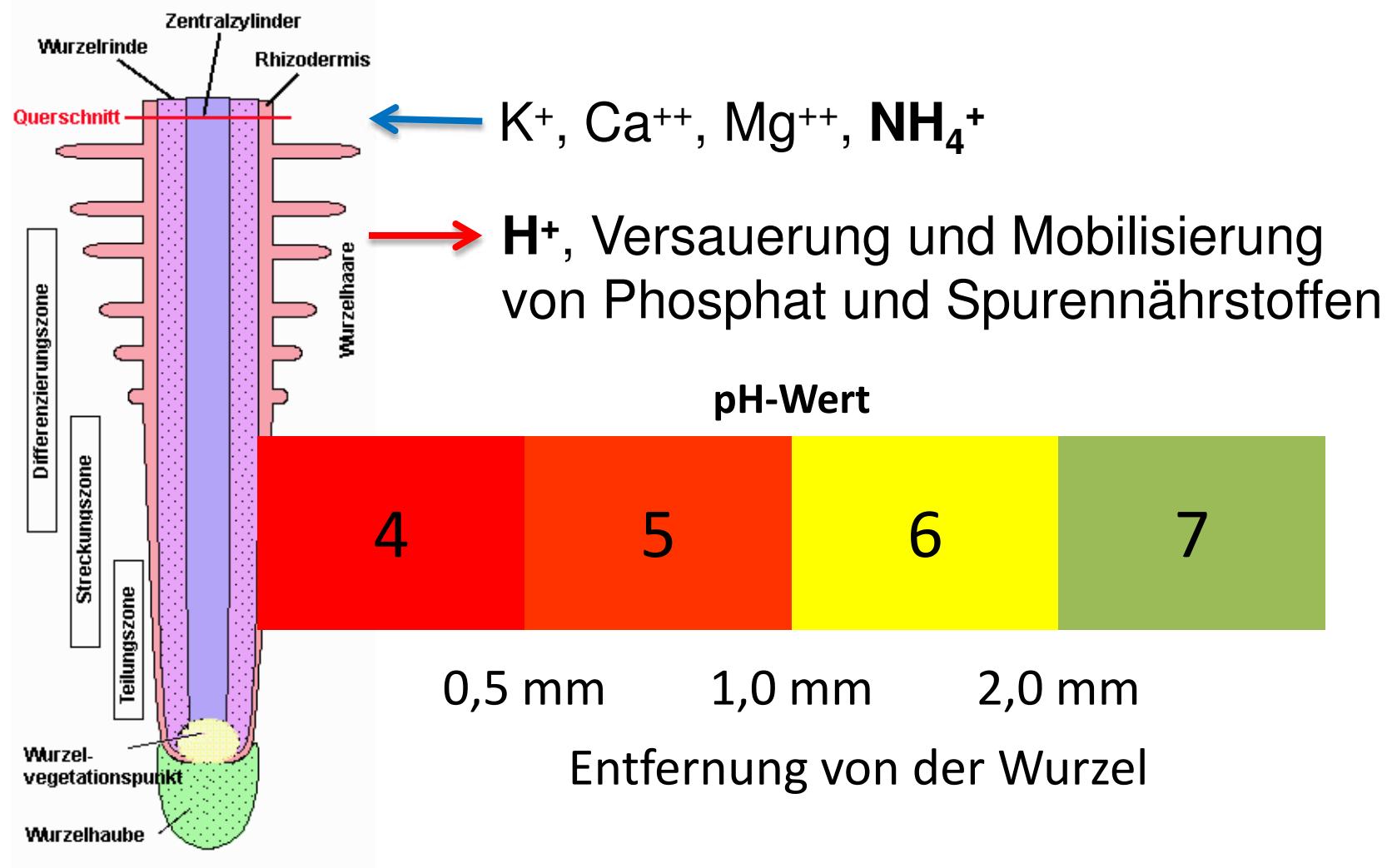
nach Dr. Kerschberger und Preusker

Bodenarten-Gruppe	Anzahl Versuche	Mittlerer pH-Wert	Bodenphosphatformen <sup>1)</sup>			
			leichtlös. P	Al-P	Fe-P	CaP
Sand	5	5,5	3	55	25	17
schwach lehmiger Sand	4	5,6	2	40	40	18
stark lehmiger Sand	2	5,7	2	35	43	20
sandig schluffiger Lehm	5	6,2	2	25	25	48
lehmiger Ton bis Ton	1	7,1	3	20	7	70

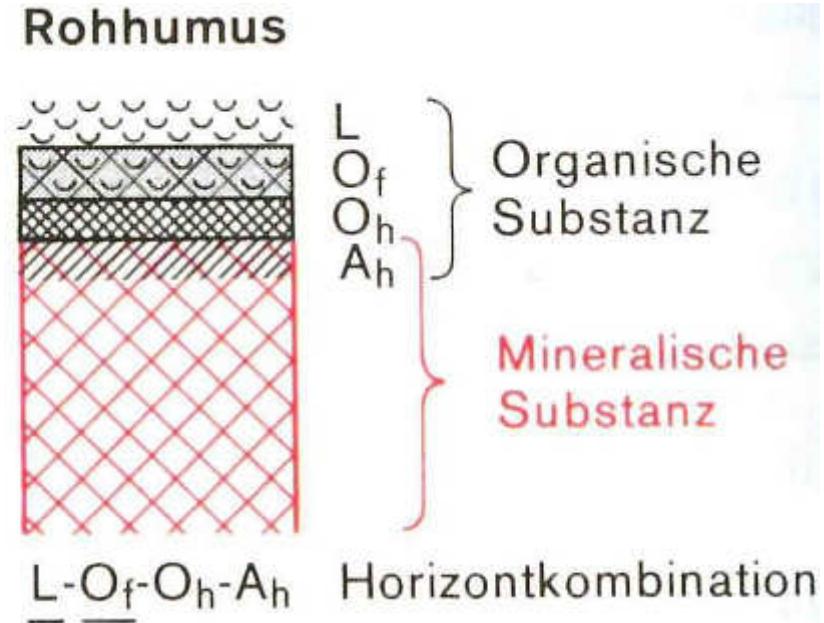
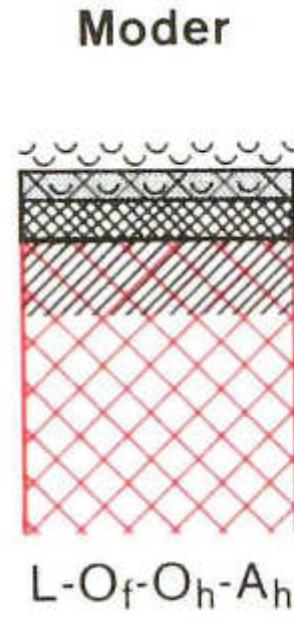
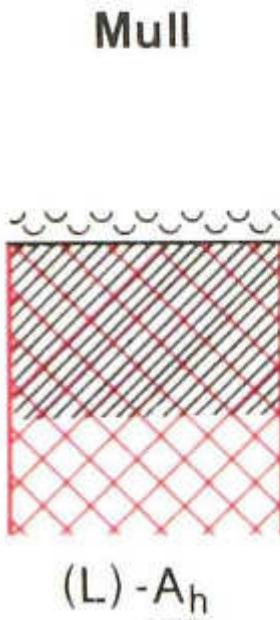
<sup>\*)</sup> Summe der vier Fraktionen = 100 % gesetzt

<sup>1)</sup> Extraktionsmittel löst vorwiegend:  $\text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow$  leichtlös. Phosphate;  $\text{NH}_4\text{F} \rightarrow$  Al-Phosphate;  
 $\text{NaOH} \rightarrow$  Fe-Phosphate;  $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$  Ca-Phosphate

# Nährstoffaufnahme, Protonenabgabe und Nährstoffmobilisierung



# Humusformen



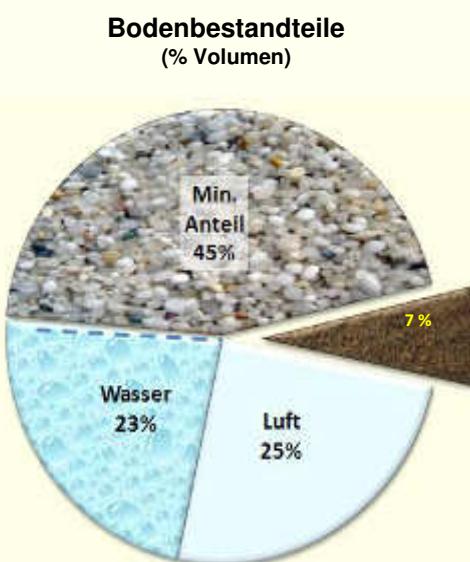
C/N 10:1  
pH 6-7

C/N 20:1  
pH < 5

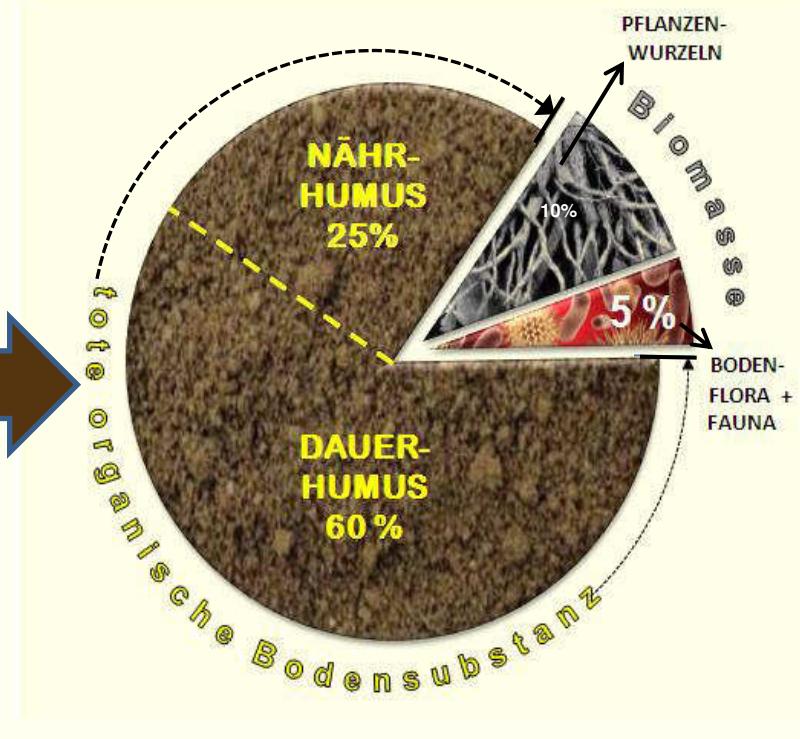
C/N 30:1  
pH < 4

**Ursachen für die Humusakkumulierung:  
zu nass, zu trocken, zu kalt, zu sauer**

# Humusanteil im Boden

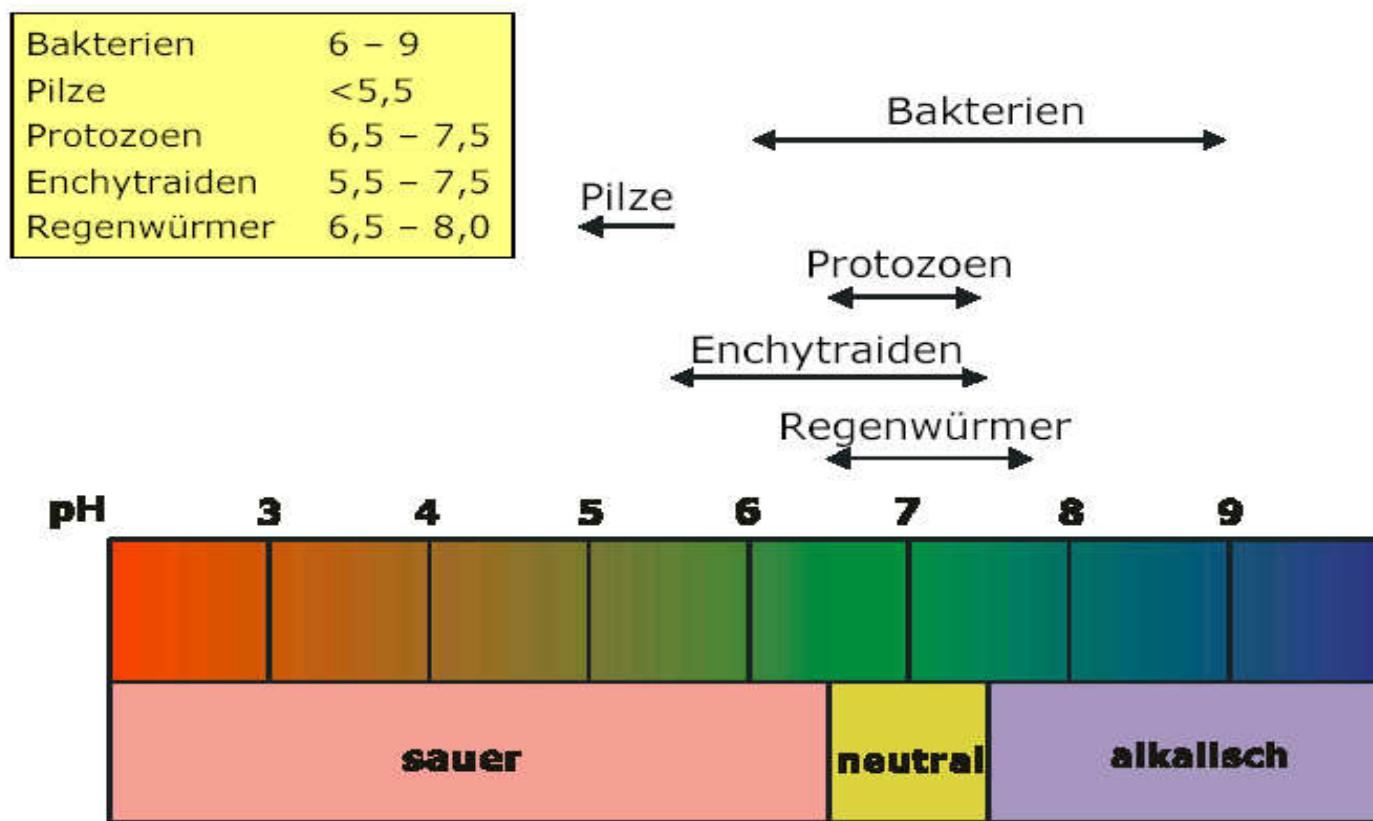


organischer Anteil



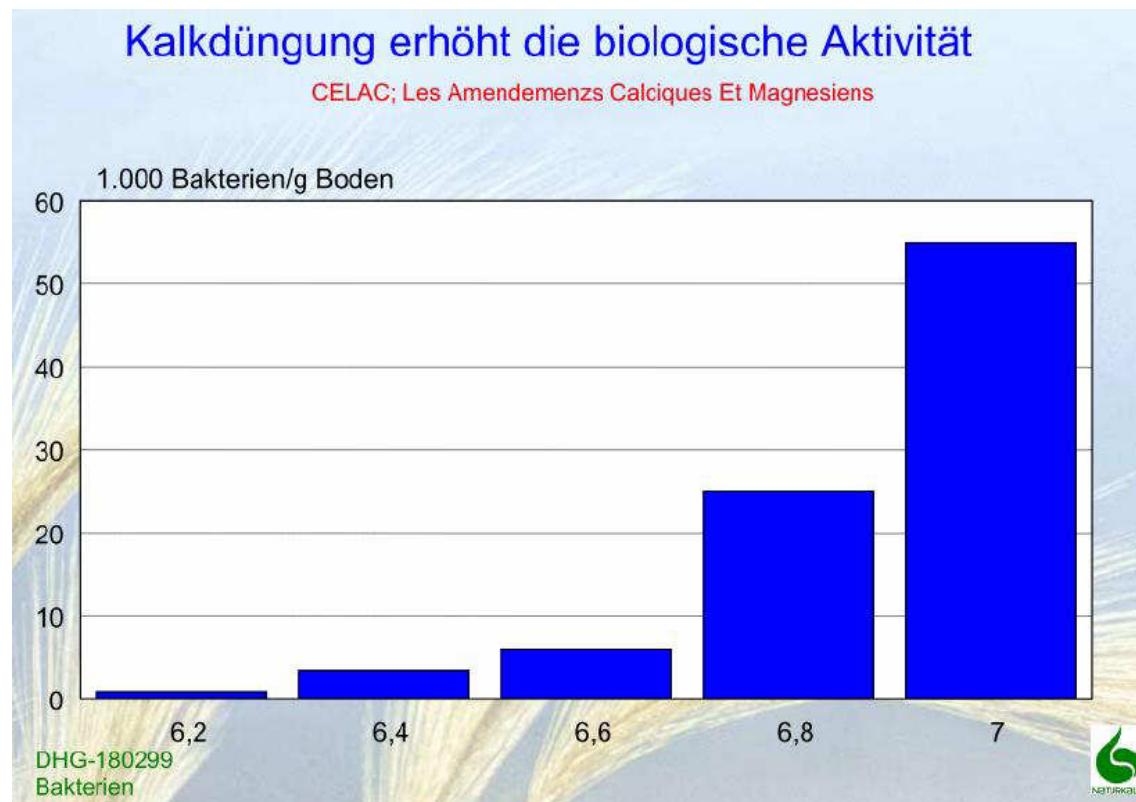
Quelle: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

# Optimale pH-Bereiche für Bodenorganismen

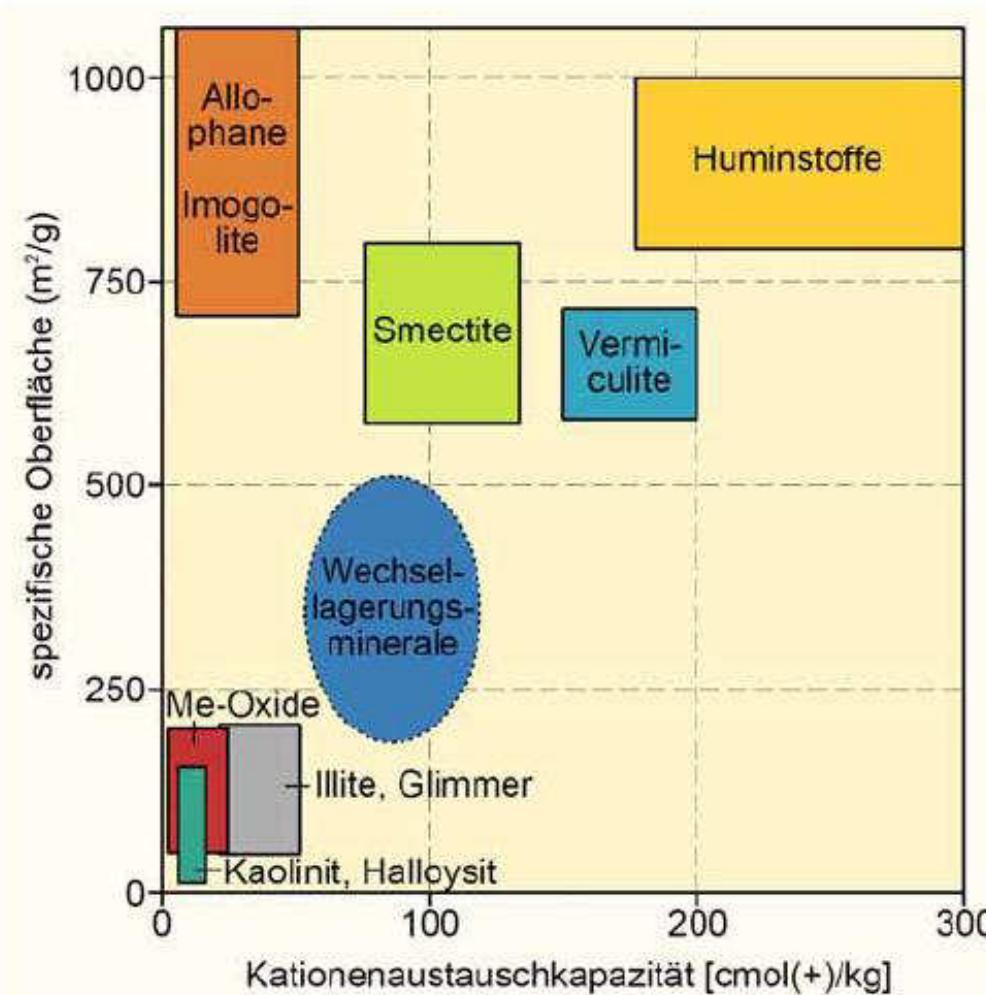


(Stöven, 2002)

# Erhöhung der biologischen Aktivität im Boden; Förderung des Bodenlebens (Edaphon):



# Beziehung zwischen spezifischer Oberfläche und KAK<sub>pot</sub> von wichtigen Vertretern des Sorptionskomplexes (Hintermaier, 1997)



# Lebendverbauung des Bodens durch Regenwürmer und Mikroorganismen

Gesamtmenge der Bodenfauna 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





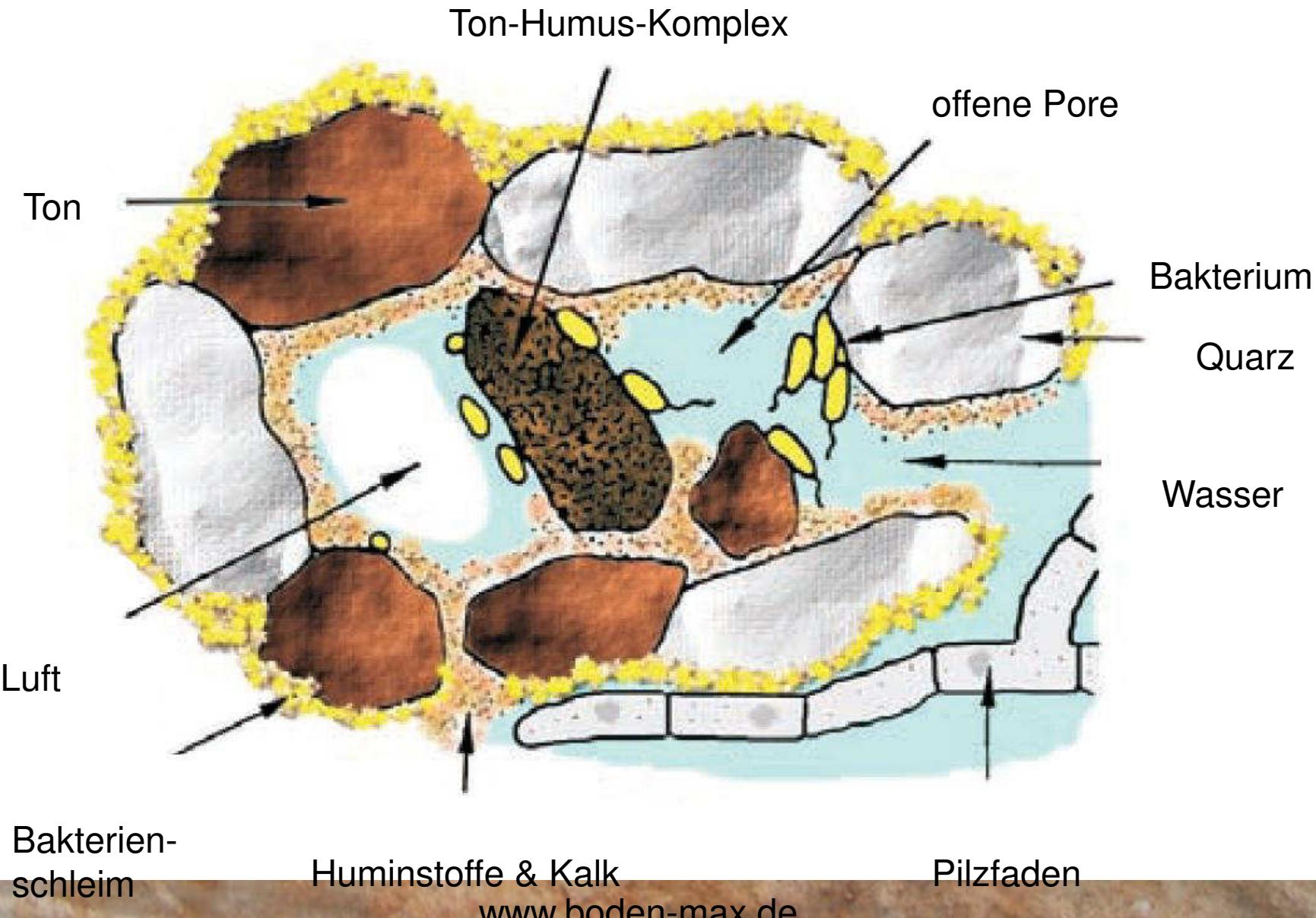
Grabgänge des  
*Lumbricus terrestris*  
(Tauwurm)

Agrarbetrieb und  
Golfpark Kaschow

Bodenprofil nach  
Bodenverbesserung mit  
Kalk und Kompost



# Aufbau stabiler Bodenkrümel

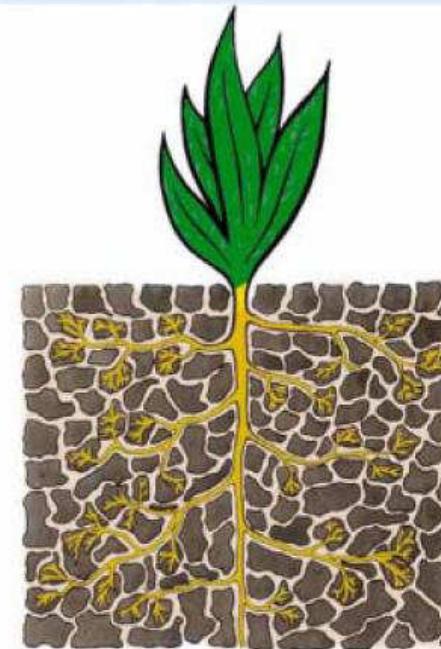


# Krümelstruktur durch Ton-Humus-Komplexe

---



Bei schlechter Struktur ist die Nährstoffaufnahme auf wenige Bereiche beschränkt, so dass ein insgesamt höheres Nährstoffpotenzial vorhanden sein muß.

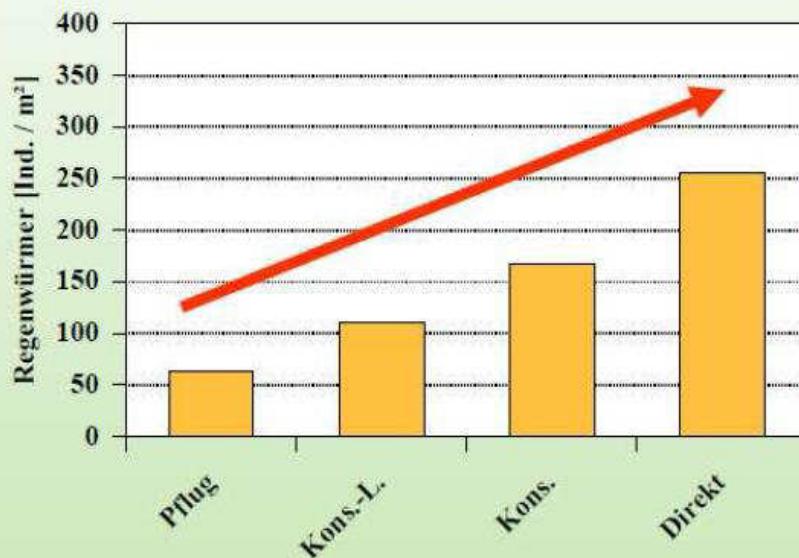


Eine gute Bodenstruktur ermöglicht eine optimale Durchwurzelung und damit eine gute Ausnutzung der gesamten Nährstoffe.

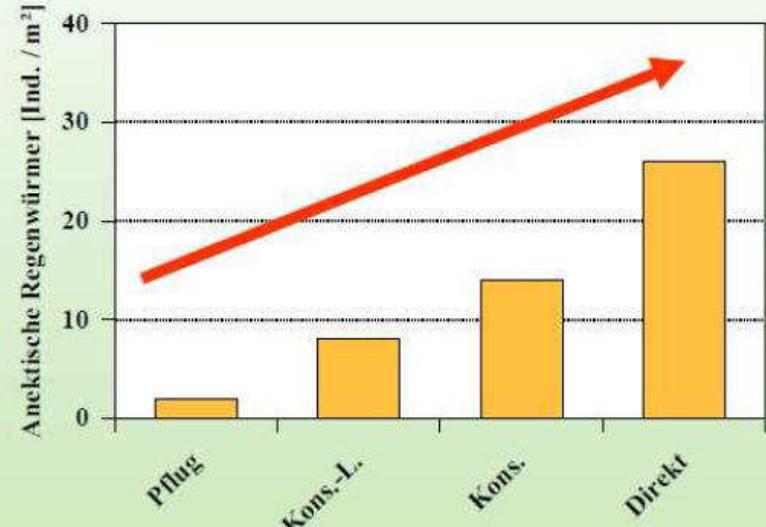


# Regenwurmbesatz in Abhängigkeit von dem Bodenbearbeitungssystem

Regenwürmer (gesamt)



Regenwürmer (tiefgrabende Arten)



## Anzustrebendes Bodengefüge



### Bodenoberfläche

- Mulchauflage
- offene Bioporen

### Oberkrume

- gut aggregiert, locker
- viele tiefreichende Bioporen

### Unterkrume

- Aggregate +/- scharfkantig
- etwas kompakt, daher tragfähig
- ausreichende biog. Perforierung
- unauffällige Wurzelverteilung

### Krumennaher Unterboden

- etwas kompakt, tragfähig
- ausreichende biog. Perforierung
- unauffällige Wurzelverteilung

### Unterboden

- unverdichtet, viele Bioporen

## Plattengefüge in einem stark verdichteten Schluffboden

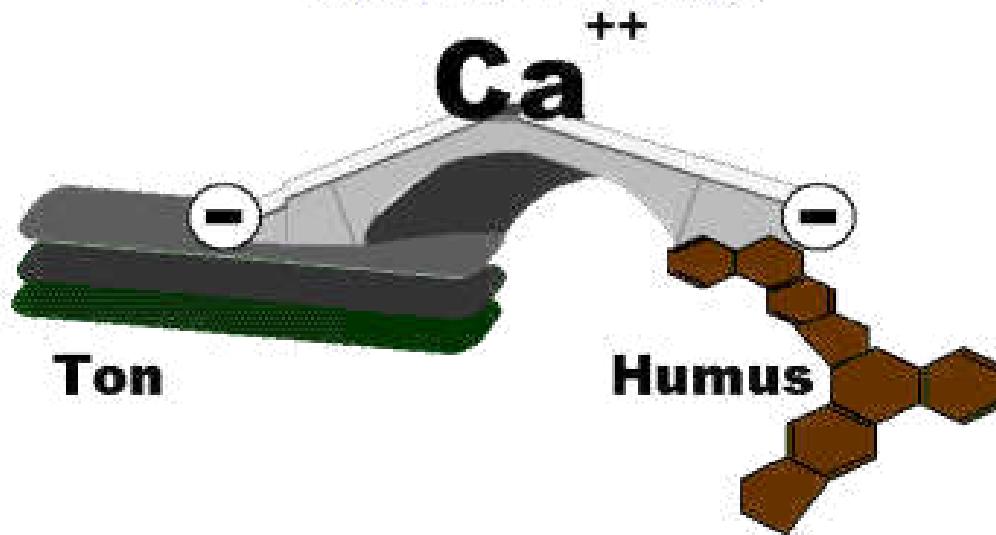


# Maßnahmen zur Förderung der Regenwurmaktivität

- Optimale Kalkversorgung
- Reduzierte Bodenbearbeitung nach dem Grundsatz: nur so tief wie nötig, so selten wie möglich!
- Reiches Nahrungsangebot auf der Bodenoberfläche
- günstig in der Fruchfolge: Kleegras oder Raps
- Ungünstig: Mais und Kartoffeln

# Ton-Humus-Komplex

**Ca - Brücke zwischen  
Ton und Humus**



# Voraussetzungen für die Strukturbildung nach Sekera (Originaltext)

1. Die Primäraggregate müssen wasserbeständig vorgebildet sein, kolloidale mikroskopisch und submikroskopisch kleine Einzelteilchen können von den Mikroorganismen nicht zusammengehalten werden. Je größer und sperriger die Aggregate sind, umso leichter werden sie verbaut. Liegen die Bodenkolloide in peptisierter und beweglicher Form vor, so muss durch eine **Kalk- bzw. Gipsdüngung** der Kalkzustand in Ordnung gebracht und eine **Kolloidausflockung** herbeigeführt werden. Eine Auflösung der Bodenkolloide führt zum Gefügeschwund, d. h. zur Auflösung der Aggregate oder zur Verquellung und Verkittung der Poren, wodurch das Organismenleben gehemmt wird.

# Voraussetzungen für die Strukturbildung

2. Die Versorgung der Bodenorganismen mit organischer Nahrung muss ausreichend sein. Dies geschieht durch die im Boden erzeugte Wurzelmasse, durch die oberirdischen Pflanzenrückstände und die organische Düngung. Unzureichende Ernährung der Bodenorganismen hat eine mangelhafte Lebendverbauung und einen Gareschwund zur Folge.
3. Das Bodenklima muss ausgeglichen sein. Es muss getrachtet werden, dem Boden immer eine Bedeckung in Form einer Pflanzendecke oder einer Streuschicht zu geben. Damit wird die Lebendverbauung der Krume vor Regenschlag, Austrocknung und Verwehung geschützt.

# Strukturverfall der Ackerkrume

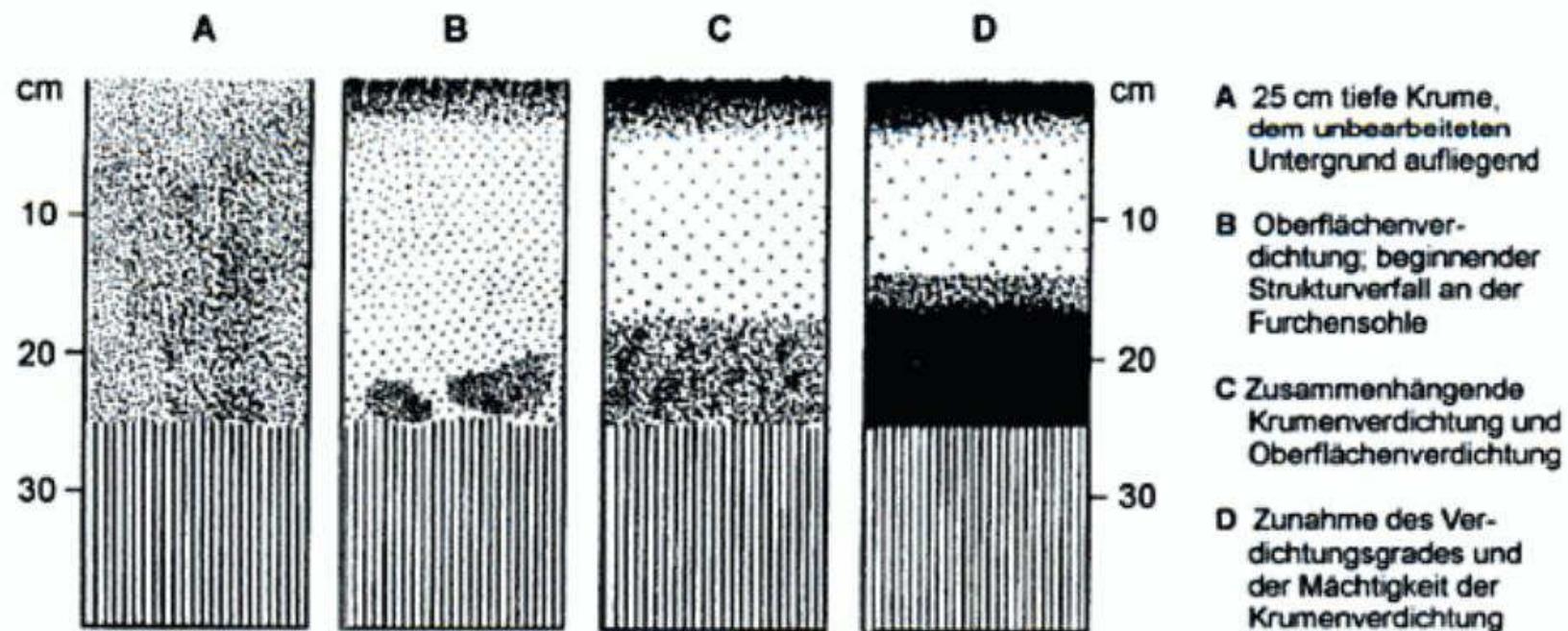


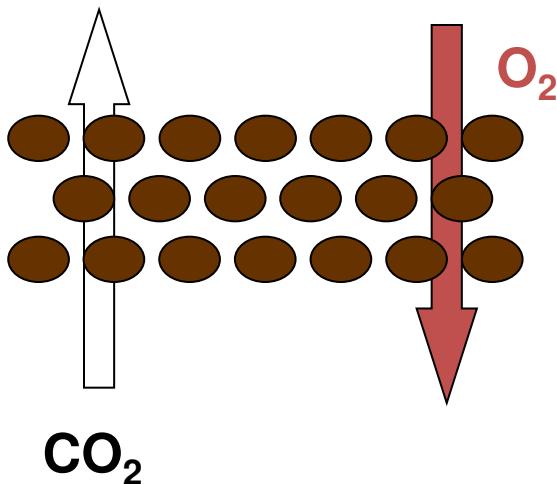
Abb. 9.1: Strukturverfall der Ackerkrume. Nach SEKERA 1951.

# Das Porensystem des Bodens:

- Feinporen ( $< 0,2 \mu\text{m}$ )
  - Mittelporen ( $0,2 - 10 \mu\text{m}$ )
  - enge (langsam dränende) Grobporen ( $10 - 50 \mu\text{m}$ )
  - weite (schnell dränende) Grobporen ( $> 50 \mu\text{m}$ )
  - Kontinuität der Poren
- 
- Totwasser  
nFK  
Luftkapazität
- wichtig für Luftdurchlässigkeit und Wasserleitfähigkeit

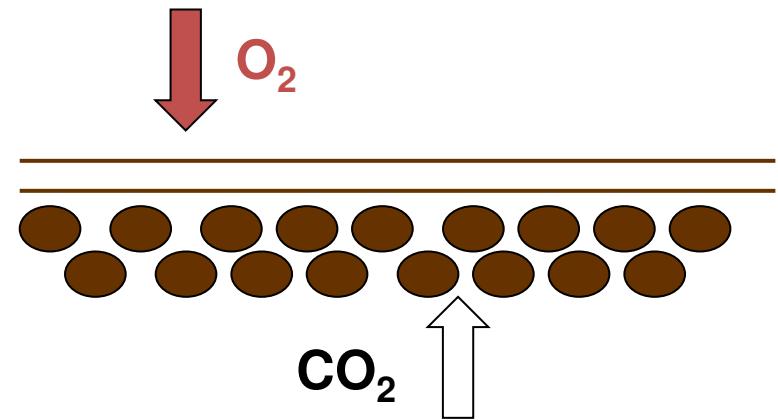
# Sauerstoff und Wurzelwachstum

## lockerer Boden



In krümeligen Böden ist der Gasaustausch gewährleistet.

## verschlämpter Boden



In verschlammten Böden ist der Gasaustausch behindert und das Wurzelwachstum beeinträchtigt.

# Änderung der Porengrößenverteilung durch eine Meliorationskalkung

nach Dr. Schuhbauer (in +/- %)

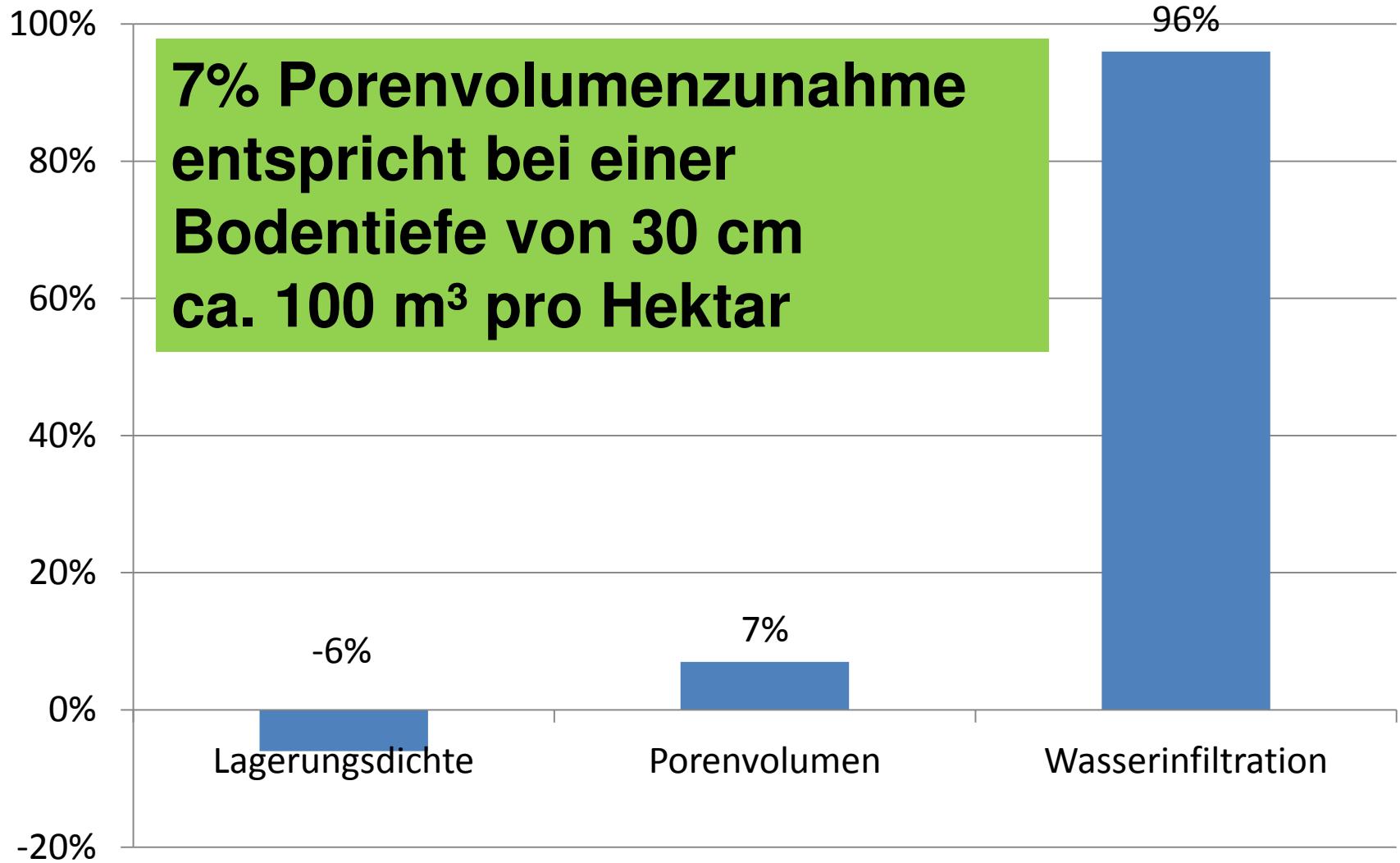
Durchschnitt aus 4 Standorten und 132 Messreihen

	weite Grobporen	enge Grobporen	Mittelporen	Feinporen
Porengröße	> 0,05 mm	0,05 – 0,01 mm	0,01 – 0,0002 mm	< 0,0002 mm
verantwortlich für:	Wasserversickerung Gasaustausch	Wasserversickerung Wasserspeicherung (Wasser leicht verfügbar) Gasaustausch	Wasserspeicherung (Wasser schwer verfügbar)	Totwasser (für Pflanzen nicht verfügbar)
Lebensraum für:	Wurzeln Makroorganismen	Wurzelhaare Pilze Bakterien		
Oberboden	+ 57 %	+ 21 %	- 5 %	- 1 %
Pflugsohle	+ 13 %	+ 53 %	- 5 %	- 2 %
Unterboden	+ 2 %	+ 9 %	- 2 %	- 4 %

# Eine gute Kalkversorgung schützt besonders Lößböden vor Verschlämzung und der Erosionswirkung des Wassers

(nach Dr. Schuhbauer)

pH-Wert	freier Kalk	Gefügestabilität (gewogener mittlerer Durchmesser) %	Wasserdurchlässigkeit der Ackerkrume %
6,3	-	100	100
7,0	+	147	263



Veränderung wichtiger bodenphysikalischer Kennwerte nach 15 Jahren Kalkanwendung (1978 – 1993). Aufkalkung von pH 5,5 auf pH 6,6  
(Quelle: Lehrstuhl für Pflanzenernährung, Gutser TU München)

# pH-Wert Veränderungen im Oberboden

Kalkdüngungsversuch Freising/Dürnast (Gutser, 1993)

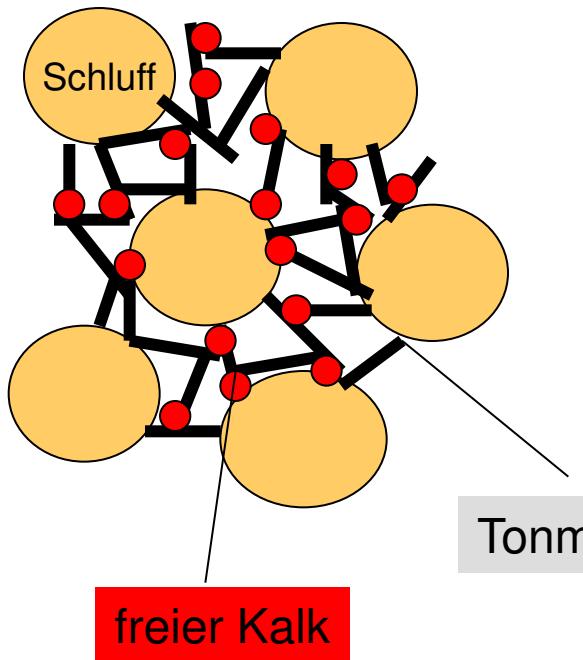
Bodenart: Lößlehm, Fruchtart: Rüben

Untersuchungsjahr	1987		1990			1993		
Kalkversorgung	niedrig	mittel	niedrig	mittel	hoch *)	niedrig	mittel	hoch *)
pH-Wert vor der Saat Probentiefe 0 – 25 cm	<b>5,5</b>	<b>6,3</b>	<b>5,5</b>	<b>6,3</b>	<b>6,9</b>	<b>5,5</b>	<b>6,3</b>	<b>6,9</b>
Differenzierte pH-Wert Messung im Juli								
Tiefe 0 – 4 cm	<b>4,6</b>	<b>5,7</b>	<b>5,1</b>	<b>5,9</b>	<b>6,9</b>	<b>4,7</b>	<b>6,1</b>	<b>6,9</b>

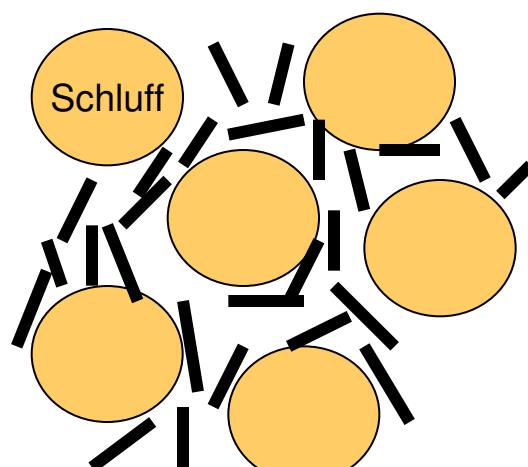
\*) zusätzlich 1.000 kg Branntkalk pro Hektar vor der Saat

# Ton-Schluff-Trennung führt zur Verschlämzung

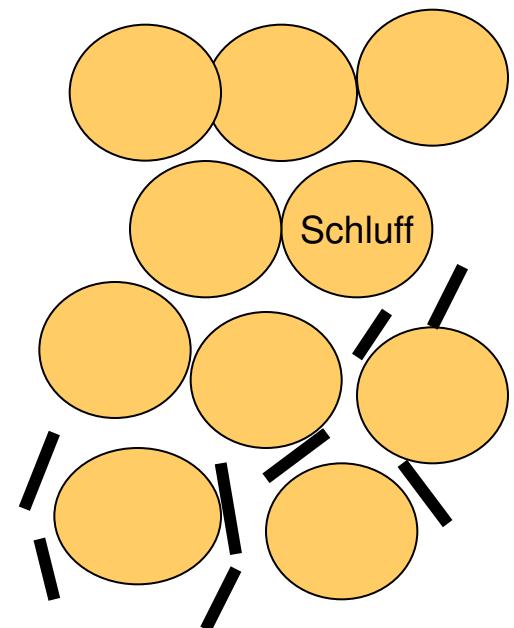
pH 7 + freier Kalk  
Kartenhausstruktur  
der Tonminerale und  
Tonhumuskomplexe



pH 5,0 – 6,5  
plattige Struktur  
der Tonminerale



pH 5,0 – 6,5  
Schluffkruste  
Ton ausgewaschen



# Starkregen Mai 2013



links:  
pH 6,5 bis pH 7



rechts:  
pH 6,0 bis pH 6,5

# Ideale Kationenverhältnisse am Austauscher nach Dr. G. Schmid

Calcium, **80%**; Magnesium, **10 – 15%**; Kalium, **3%**; Natrium, **1%**

Ca : Mg Verhältnis                    5 – 8 : 1

Ca : K Verhältnis                    25 – 30 : 1

Mg: K Verhältnis                    3 – 5 : 1

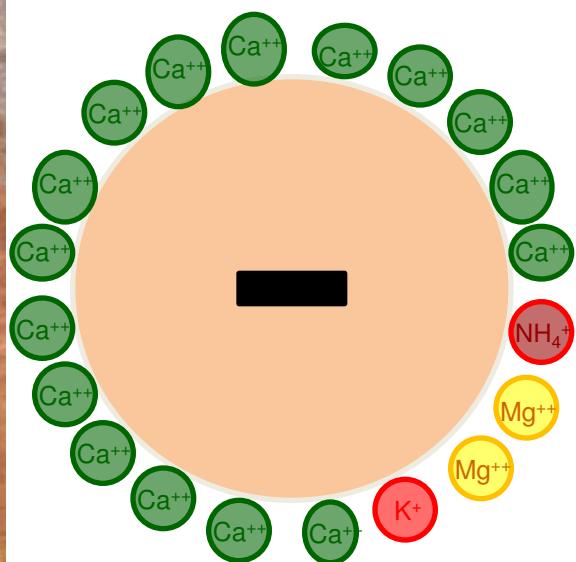
## Kationenverhältnisse verschiedener Böden Bayerns

Kationenver-hältnis	Idealboden	Löss-, Kalk-verwitterungs-, dilluviale Böden	Pelosole des Trias und Jura in Franken	Urgesteins-verwitterungs-böden
Ca : Mg	6 – 8 : 1	5 – 20 : 1	1 – 4 : 1	9- 50 : 1
Ca : K	25 – 30 : 1	20 – 3 : 1	10 – 4 : 1	20 – 4 : 1
Mg : K	3 – 5 : 1	2 – 0,5: 1	3 – 1 : 1	4 – 0,5 : 1

# Einfluss der Kationenbelegung am Austauscher auf die Bodenstruktur

## gute Bodenstruktur

durch hohe Ca- und Mg-Sättigung



pH 7

80 %  $\text{Ca}^{++}$

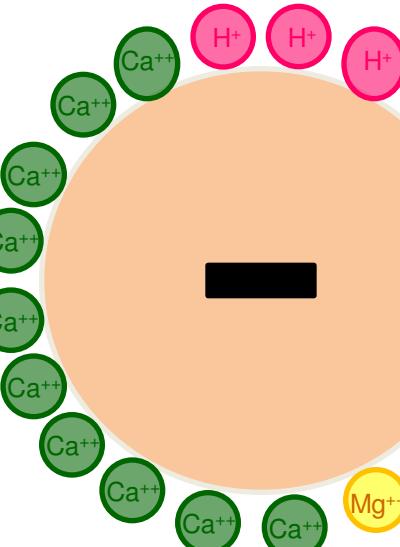
10 %  $\text{Mg}^{++}$

5 %  $\text{K}^+$

5 %  $\text{NH}_4^+$

## schlechte Bodenstruktur

durch Versauerung



pH 5,5

50 %  $\text{Ca}^{++}$

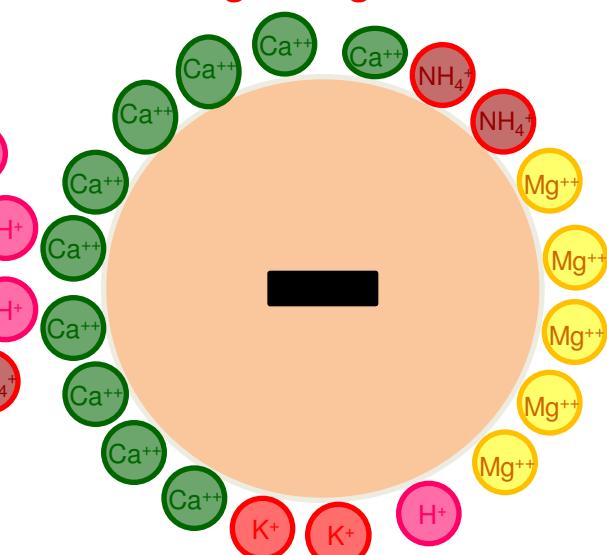
5 %  $\text{Mg}^{++}$

5 %  $\text{K}^+$

5 %  $\text{NH}_4^+$

35 %  $\text{H}^+$

durch Ionen-Ungleichgewicht



pH 6,5

50 %  $\text{Ca}^{++}$

25 %  $\text{Mg}^{++}$

10 %  $\text{K}^+$

10 %  $\text{NH}_4^+$

5 %  $\text{H}^+$



DLG Feldtage Bockerode 2010

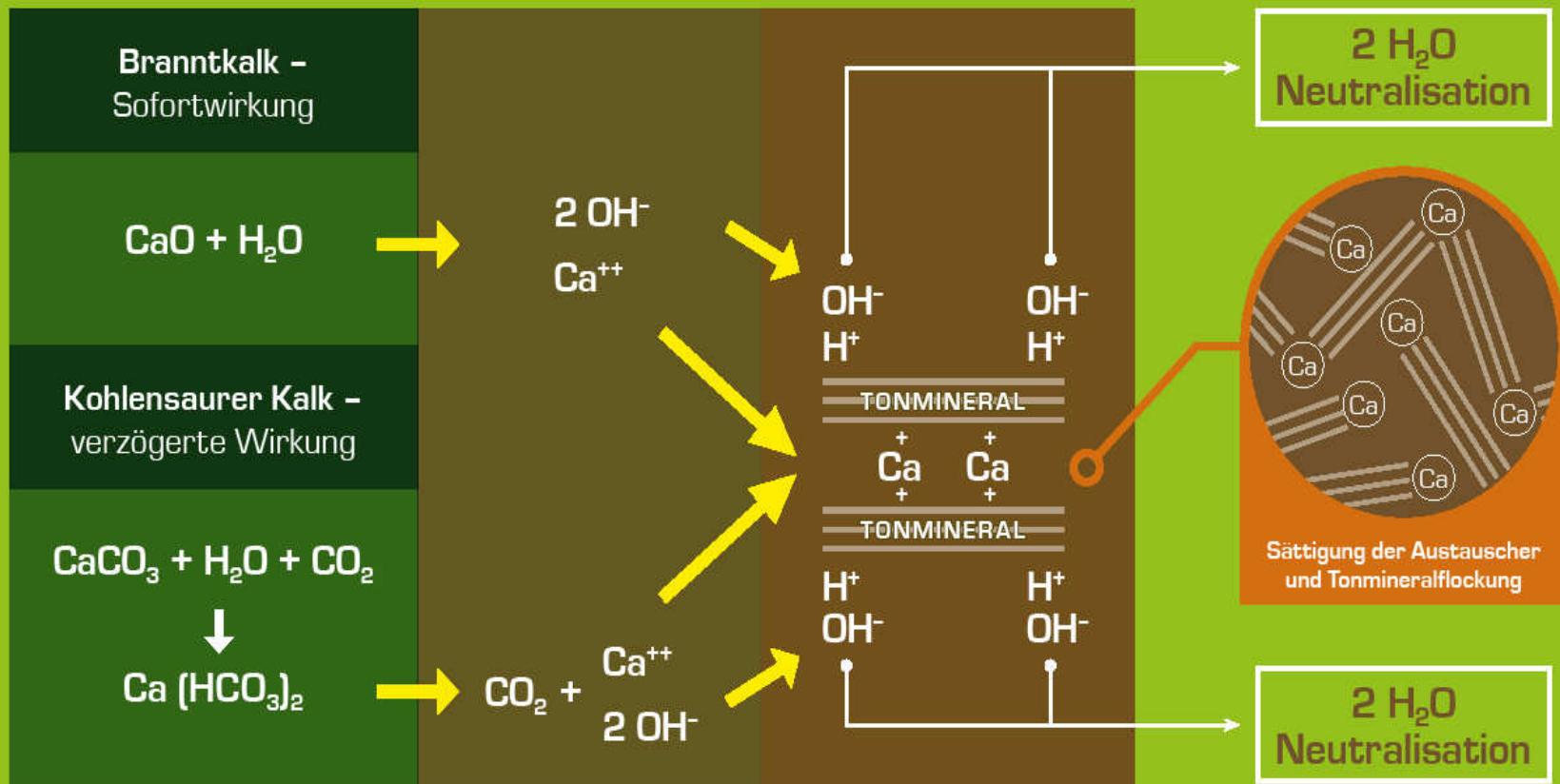
# **Eine Gefährdung für Versauerung und negative Veränderung der Kationenbelegung ist gegeben bei:**

- kalk- und tonarmen Standorten
- flacher (keiner) Bodenbearbeitung
- Biogasbetrieben
- intensive Rinderhaltung

# Was kann man in jedem Fall tun?

- Kalkversorgung verbessern
- Vorrat an zweiseitigen Kationen aufbauen
- Kalke verwenden, die zweiseitige Kationen ( $\text{Ca}^{++}$ ) liefern

# So wirken Kalkdünger



# Welche Kalke liefern Ca<sup>++</sup>-Ionen?

Branntkalk und Mischkalk sofort  
Kohlensaure Kalke verzögert je  
nach Mahlfeinheit und Reaktivität  
(Prädikat leicht umsetzbar!)  
(Mahlfeinheitsstufe 1)



**BigBag – die optimale Verpackung für Branntkalk körnig**



## Kopfkalkung mit Femikal

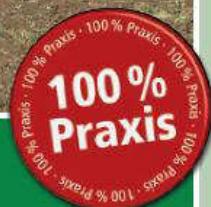
[www.boden-max.de](http://www.boden-max.de)



Schmidt

## Kalkdüngung

Gesunde Böden – optimale Erträge



## Kalkdüngung

Gesunde Böden – optimale Erträge

Die optimale Kalkversorgung ist eine der wichtigen Grundvoraussetzungen für eine erfolgreiche Ernte. Nach dem Motto „Kalk ist nicht alles, aber ohne Kalk ist alles nichts“ behandelt der Praxisratgeber die Kalkdüngung unter aktuellen Gesichtspunkten.

Dabei erläutert der Autor sehr anschaulich die chemischen Grundlagen. Einen besonderen Schwerpunkt legt der Ratgeber auch auf die praktische Bedarfsermittlung, die optimale Kalkauswahl und -ausbringung. Ein separates Kapitel zur Wirtschaftlichkeit der Kalkdüngung weist nach, dass die Kosten der Kalkdüngung vom Mehrertrag durch die Bodenaufbesserung bei weitem übertroffen werden.

### Der Autor

Max Schmidt ist freiberuflicher Berater und war 38 Jahre beim führenden Kalkvertriebsunternehmen in Süddeutschland in der Beratung tätig. Er hat sich in dieser Zeit intensiv mit allen Kalkanwendungsgebieten in der Land-, Forst- und Teichwirtschaft sowie in der Tierhaltung beschäftigt. Seine Hauptinteressengebiete sind neben der Bodenkunde die Geologie und die Ökologie.



Der kleine Helfer von  
Spezialisten für den Praktiker

Die neue Ratgeber-Reihe packt Probleme bei ihrer Wurzel, schnell und unkompliziert. Dabei untersuchen die Autoren die Grundlagen zum Thema. Und zeigen dann konkrete, praktikable Lösungsways.



ISBN 978-3-7690-2017-5

€ 7,50 (D) · € 7,70 (A) · Fr 12,00





**Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit und  
viel Glück  
in Haus und Hof**

Max Schmidt, Mobiltel. 0176/94445690  
[schmidt@boden-max.de](mailto:schmidt@boden-max.de)  
[www.boden-max.de](http://www.boden-max.de)