

# THÜRINGER ACKERBAUFORUM 2016

## „Ackerbau im Klimawandel“

20.09.2016

### Thema:

## Stabile Bodenstruktur, hohe Regen- verdaulichkeit und -speicherung mit Kalk

*Referent:*

Herbert Molitor  
Bayerische Düngekalk  
Werbe- und Marketing GmbH  
Barbing

# Der Boden-Grundlage der Pflanzenproduktion ist nicht nur:

- Sand
- Schluff
- Ton und
- Humus

bzw. ein Gemisch daraus,  
sondern ein sehr belebter Bereich.

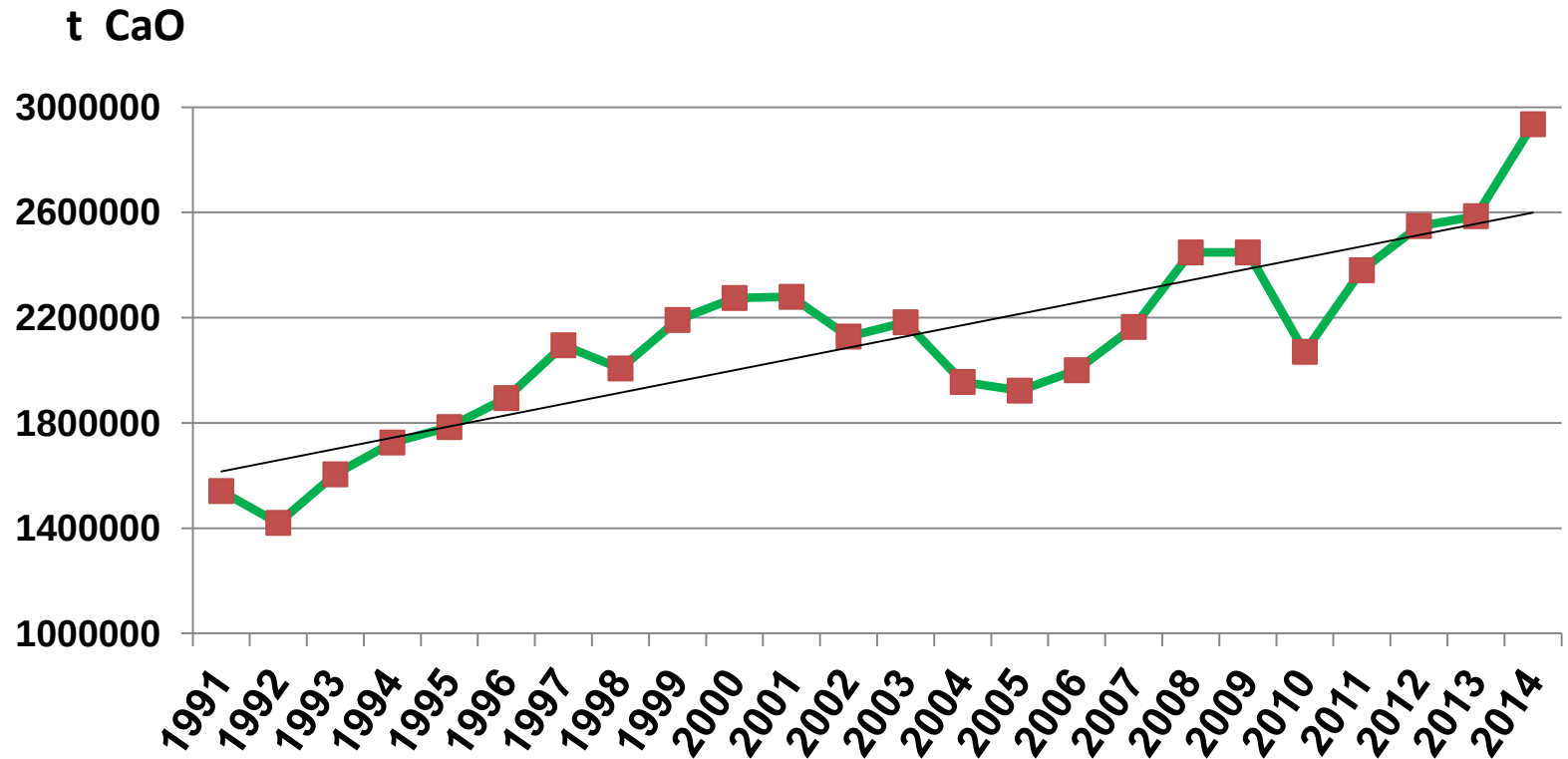
**Der Boden lebt!!!**

**Forderung an den Landbewirtschafter:**

- Struktur
- Bodenbiologie
- Bodenreaktion in Ordnung bringen bzw. halten.

1. Kalkversorgungszustand der Bodenart entsprechend (pH-Klasse C) einstellen bzw. erhalten.
- 
2. Humuszustand verbessern.

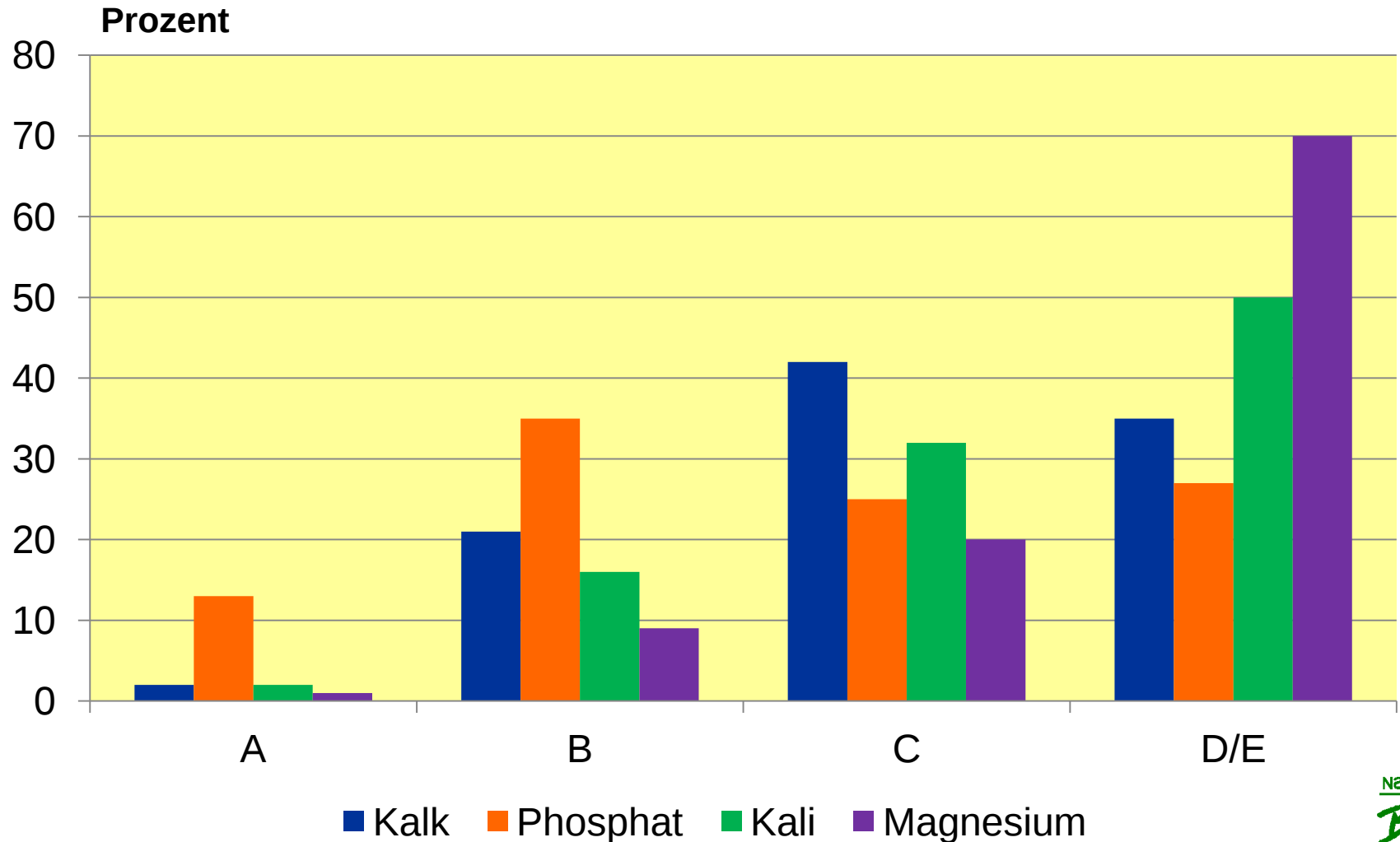
# Kalkdünger Absatz in Deutschland, 1991 - 2014



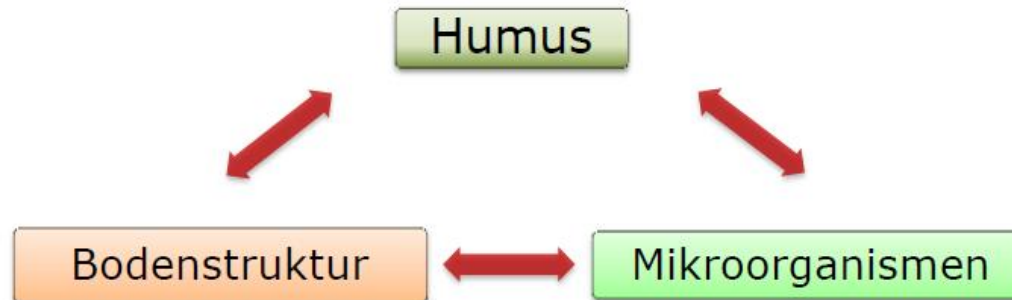
Quellen: Statist. Bundesamt, DHG

# Nährstoffversorgung in Thüringen

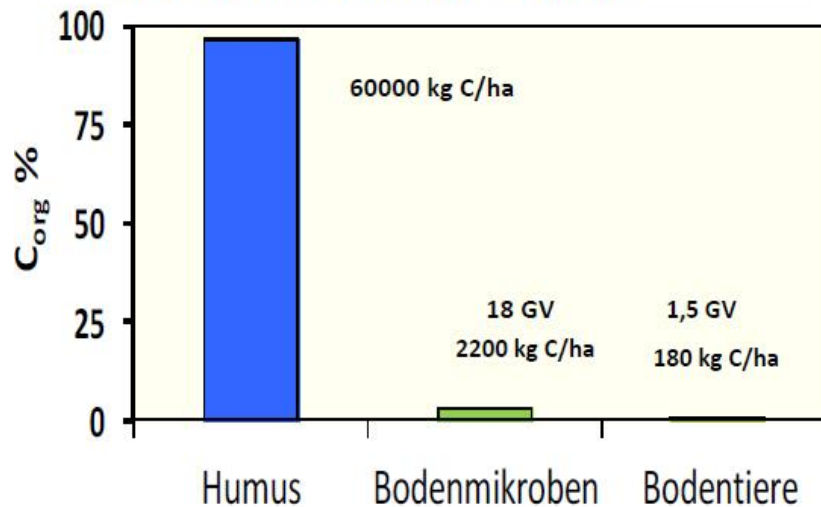
A C K E R - 2007 - 2012



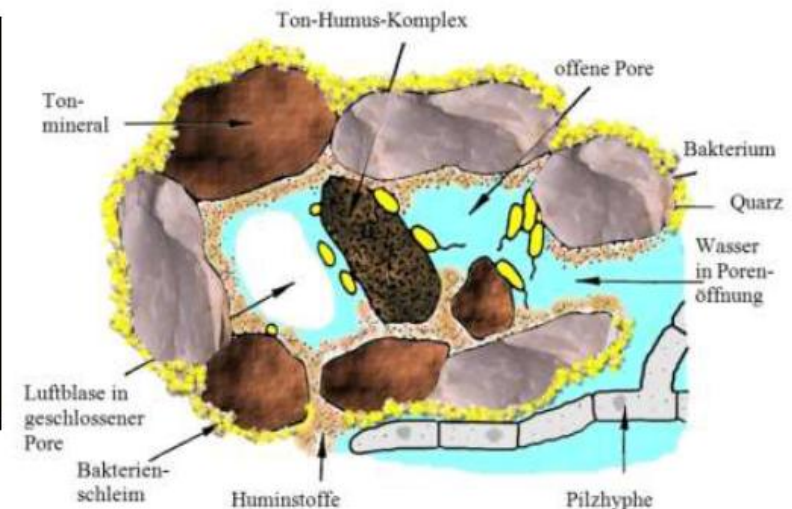
# Das Dreieck der Bodenfruchtbarkeit



Humus-Verteilung in der Krume eines durchschnittlichen Ackerbodens



Lebendverbauung - Bodenaggregat



# Kalk und Bodenstruktur!

## Was hat Kalk mit Bodenstruktur zu tun?

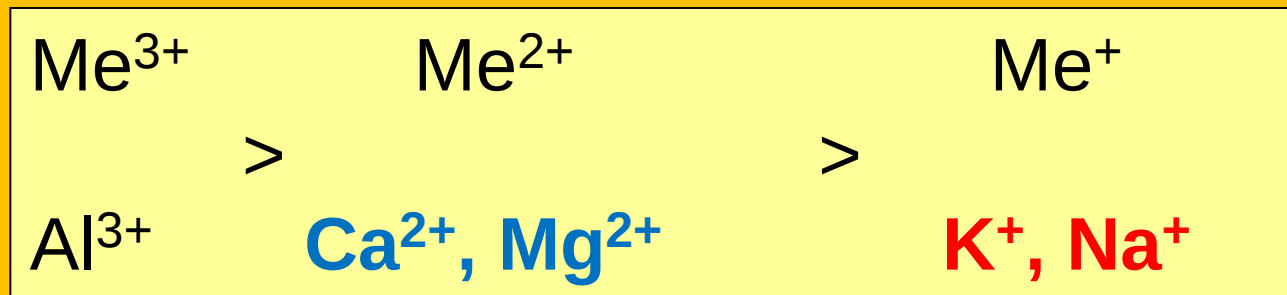
Die Basensättigung – Belegung der Bodenaustauscher mit **Ca<sup>2+</sup> und Mg<sup>2+</sup>** – ist ein wichtiger Einflussfaktor für die **Stabilität von Bodenaggregaten** (förderlich für die Flockung) und wird durch **regelmäßige Kalkung gewährleistet.**

# Optimale Belegung der Austauscher

|                    |                  |           |
|--------------------|------------------|-----------|
| • $\text{Ca}^{2+}$ | (Calciumionen)   | 60 – 80 % |
| • $\text{Mg}^{2+}$ | (Magnesiumionen) | 10 – 15 % |
| • $\text{K}^{+}$   | (Kaliumionen)    | 3 – 5 %   |
| • $\text{Na}^{+}$  | (Natriumionen)   | 2 – 3 %   |
| • $\text{H}^{+}$   | (Protonen)       | 0 – 10 %  |

# Einfluss von Kationenbelag und Wertigkeit auf die Flockung des Bodens

Zunahme der Flockung durch steigende Wertigkeit der sorbierbaren Kationen  
(Me = Metallionen)

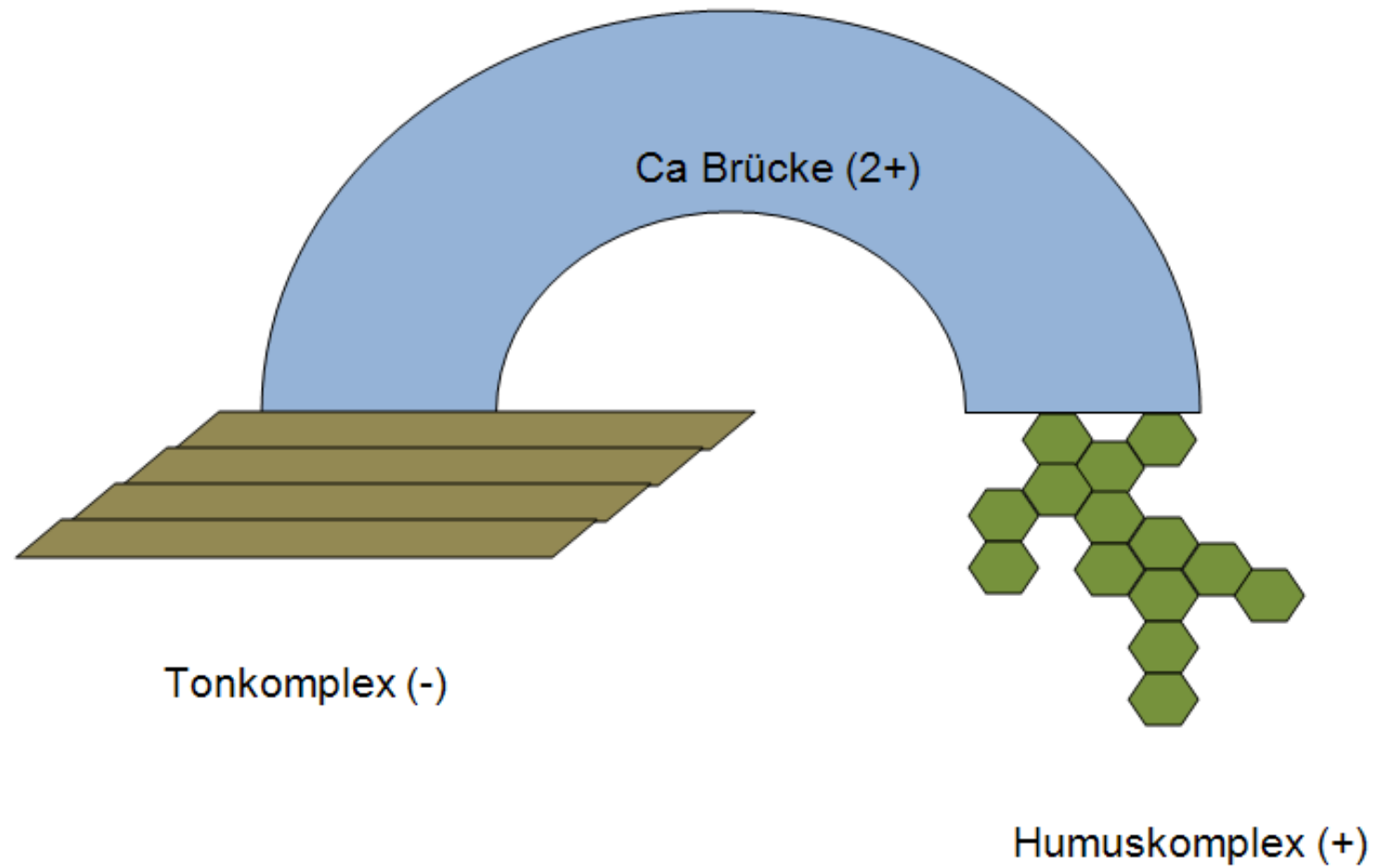


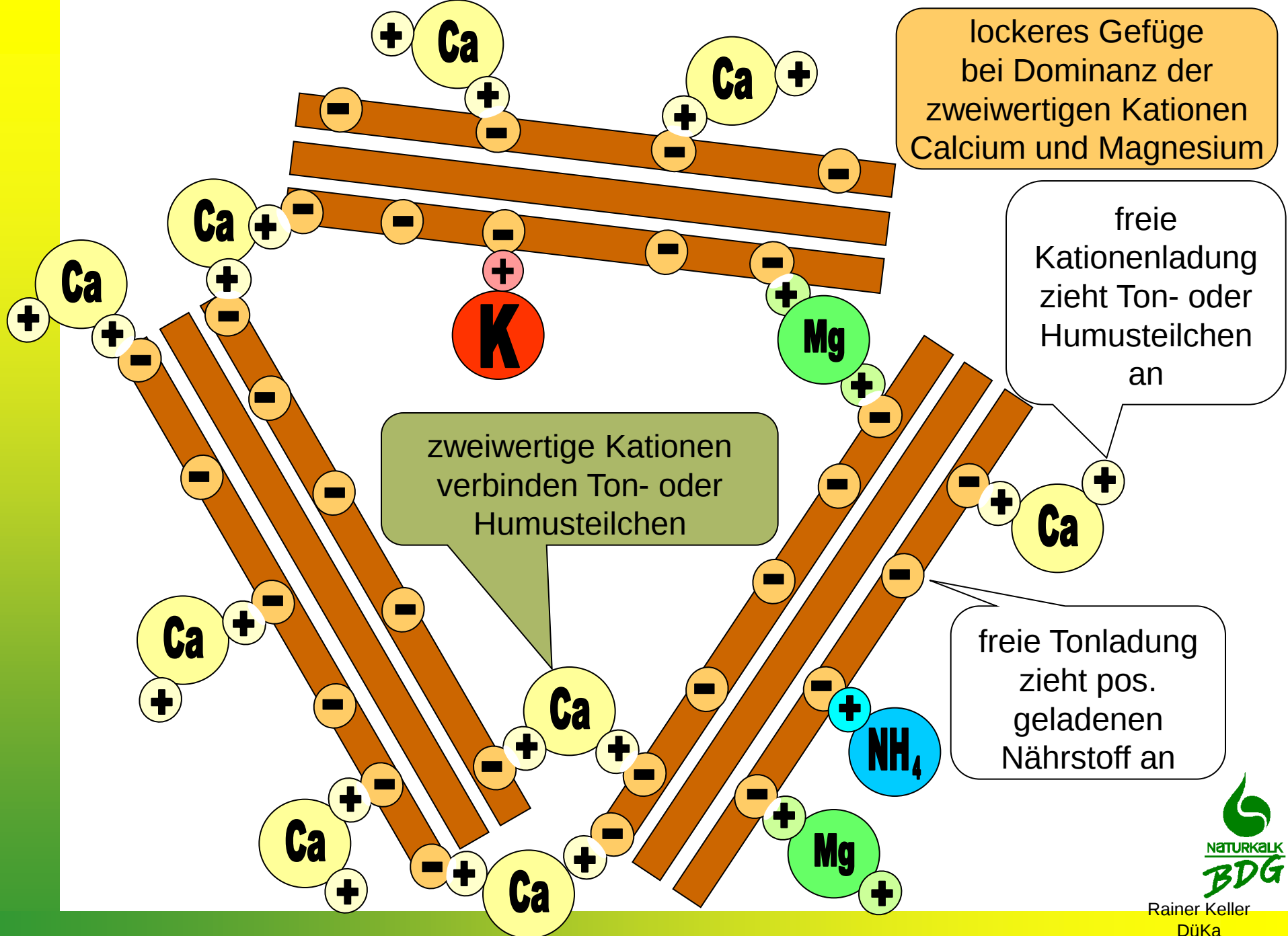
# Wirkung verschiedener Kationen auf die Flockung

- lyotrope Reihe (= Hofmeister'sche Reihe)

| positiv                                                               | negativ                                    |
|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| $[\text{Ba}^{2+} > \text{Sr}^{2+}] > \text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+}$ | $\text{NH}_4^+ < \text{K}^+ < \text{Na}^+$ |

## Strukturwirkung- Brückenbildung durch Calcium



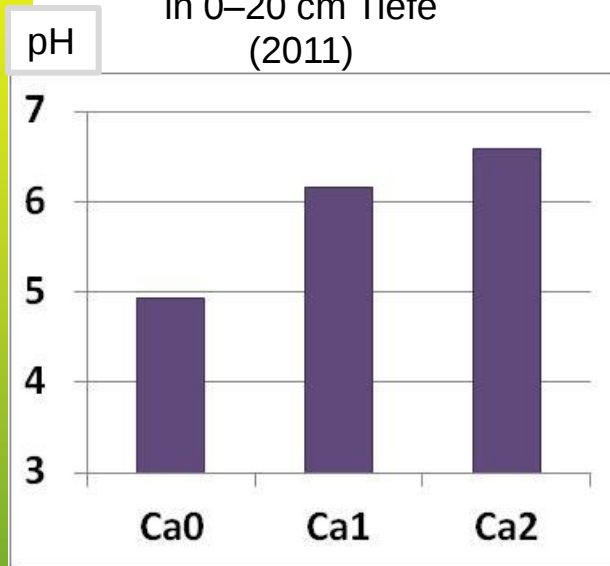


# Kalk- und P-Steigerungsversuch Dürnast (TUM-Pflanzenernährung)

3 Stufen der Kalkversorgung (Branntkalk), Ca1: 7dt/ha (5-15) alle 2 Jahre, Ca2: 13 dt/ha (5-25) alle 2 Jahre; Fruchtfolge: Rüben, WW, WG; schluffiger Lehm, Versuchsbeginn 1989

## pH-Werte

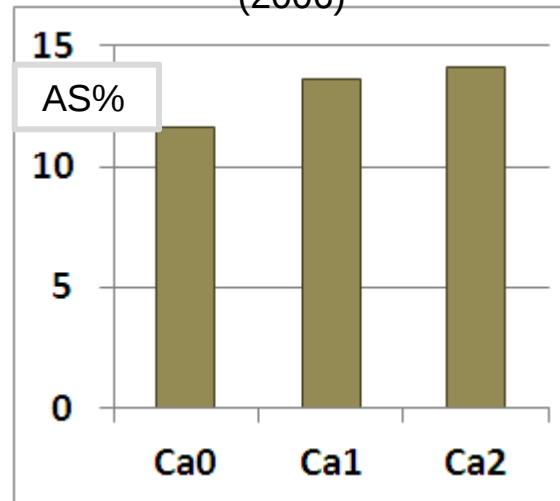
in 0–20 cm Tiefe  
(2011)



Mittel über die 3 P-Stufen

## Aggregatstabilität\*

in 0-5 cm Tiefe  
(2006)

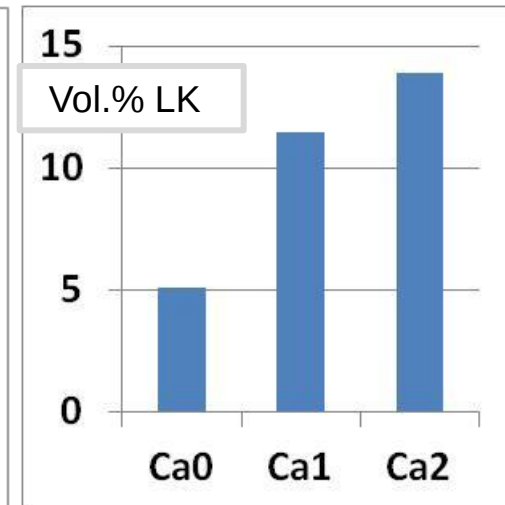


Mittel über die 3 P-Stufen

\*AS: je höher, desto weniger  
Verschlammung

## Luftkapazität\*

in 15-20 cm Tiefe  
(2006)



optimale P-Versorgung

\*LK = Anteil der weiten Grobporen,  
Je höher, desto bessere Infiltration

**Bedarfsgerechte Kalkversorgung =  
Voraussetzung für ein gute Bodenstruktur**

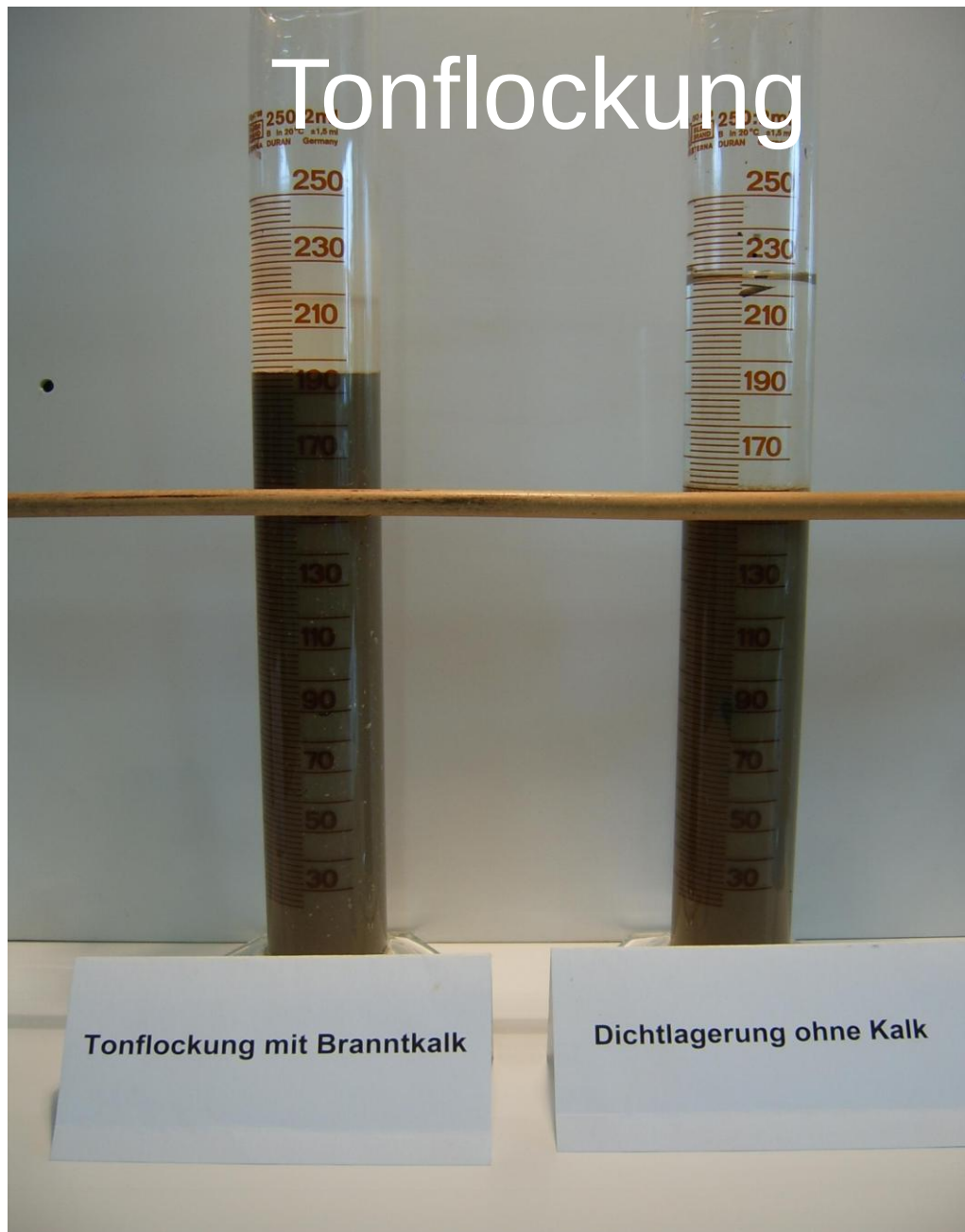
der DHG – Juni 2013

# Herausforderung: Schutz vor Bodenverdichtung



Quelle: LfL 2013

# Tonflockung



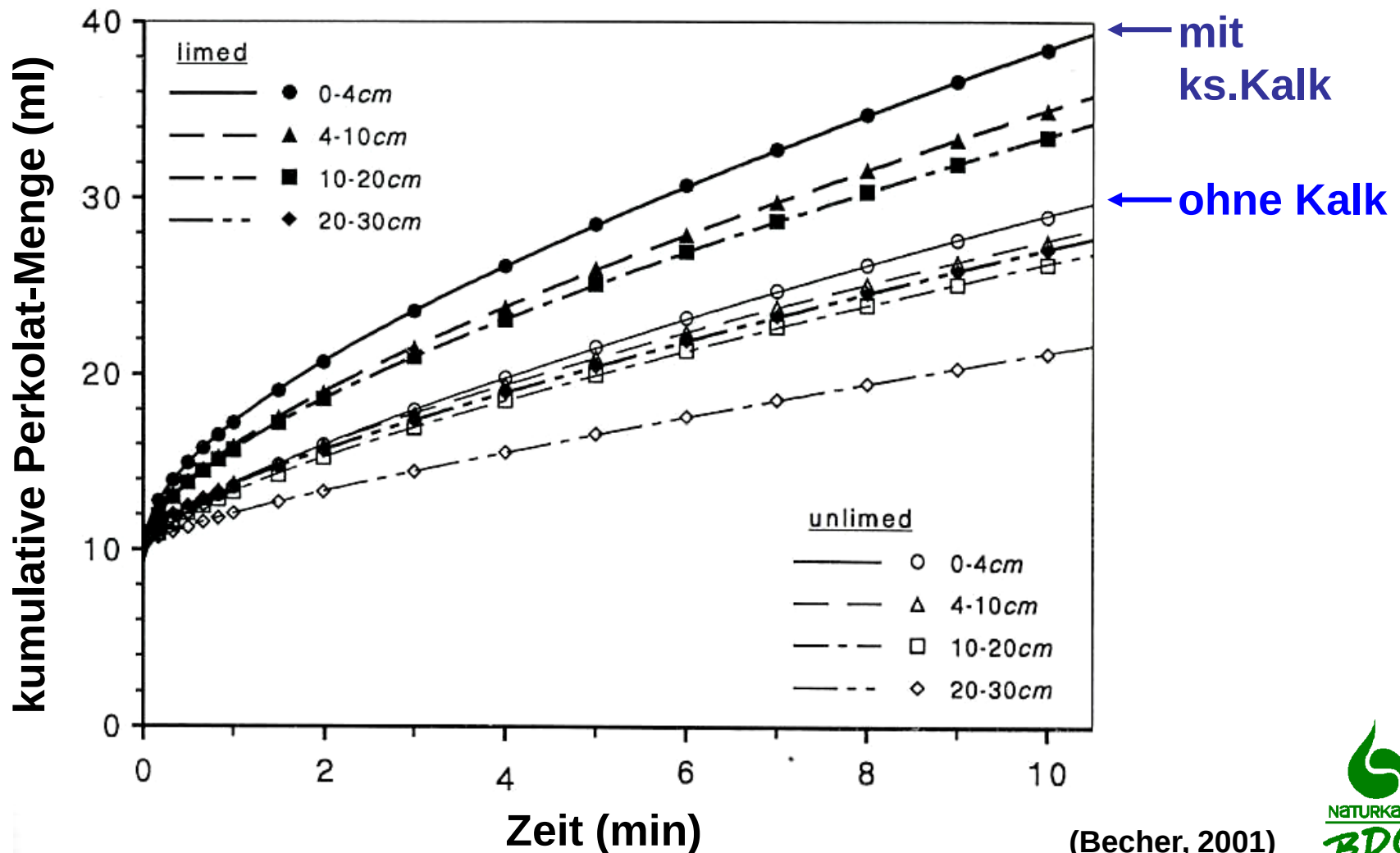
# Tonflockung in gefrorenem Zustand



Foto: G. Gradl

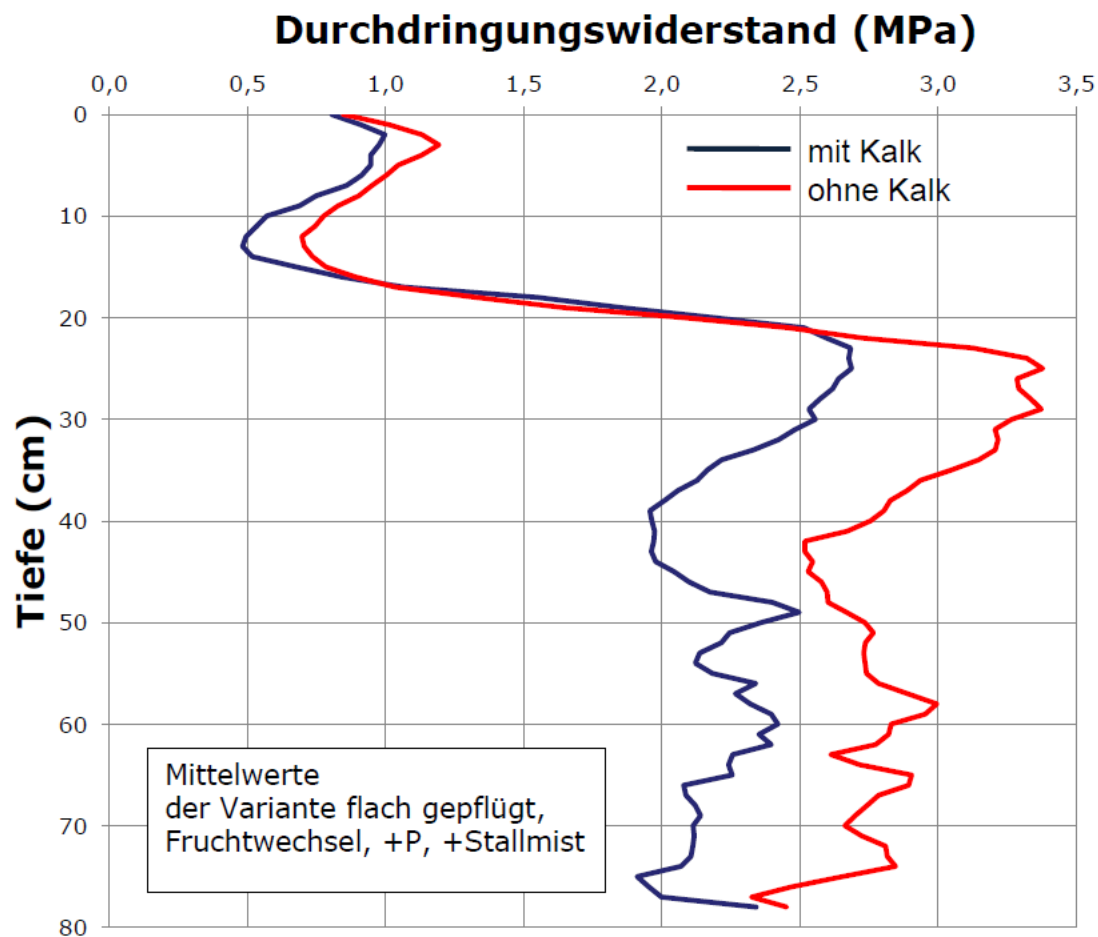
# Kalkversuch Weihenstephan nach 10 Versuchsjahren

## Einfluss der Kalkung auf die Aggregatstabilität



(Becher, 2001)

## Durchdringungswiderstand des Bodens nach langjährig differenzierter Kalkung (Frühjahr 2012)



# Einfluss einer Kalkung auf Bodengefüge und Strukturstabilität

Bodenphysik

- Ca-Sättigung der Austauscher
- hohe Konzentration an Ca-Salzen in Bodenlösung

**Flockung von Bodenkolloiden**

- 
- Bildung von Ca-Brücken zwischen Bodenkolloiden
  - Verkittung von Primärteilchen durch  $\text{CaCO}_3$
  - auf Ton-Böden: 'Trocknungsstabilisierung' durch CaO
  - indirekt: Erhöhung der biologischen Aktivität

**Stabilisierung der Aggregate und des Gefüges**

# Regenveraulichkeit!

# Regenstabilität der Krümel bei pH 7



Bodenart: SL/L

pH 5

Bodenart: SL/L

pH 7

# Kalkversuch Weißenstephan

1978 - 1993

uL      pH      **5,5**      ⇒      **6,3 – 6,6**

physikalische Bodeneigenschaften – 1987; mikrobielle Aktivität 1993  
(Ø 5 – 15 und 15 – 25 cm Bodentiefe)      0 – 15cm

|                                    | Kalk  |      |
|------------------------------------|-------|------|
| Parameter                          | ohne  | mit  |
| Lagerungsdichte                    | 1,52  | 1,43 |
| Porenvolumen (%)                   | 42    | 45   |
| weite Grobporen                    | 2     | 4    |
| enge Grobporen                     | 4     | 7    |
| (Feinporen)                        | (20)  | (18) |
| Wasserfiltration                   | = 100 | 196  |
| mikrobielle Aktivität µg C/g<br>TM | 127   | 310  |

# Steigerung der Regenverdaulichkeit durch eine Kalkung (552 Proben in 11 Jahren)

| Schicht                    | Moos<br>(Ndb.) <sup>1)</sup> | Puch<br>(Obb.) <sup>2)</sup> | Burgsdorf<br>(Ndb.) <sup>3)</sup> | Althausen<br>(Ufr.) <sup>1)</sup> |
|----------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Oberboden<br>(8 – 17 cm)   | + 24 %                       | + 129 %                      | + 69 %                            | + 150 %                           |
| Pflugsohle<br>(27 – 32 cm) | + 101 %                      | + 19 %                       | + 154 %                           | + 239 %                           |
| Unterboden<br>(36 – 55 cm) | + 586 %                      | + 124 %                      | + 23 %                            | + 143 %                           |

1) schwach pseudovergleyte Parabraunerde aus Löss

2) Parabraunerde aus Löss

3) saure Braunerde aus Granit

4) Pelosol aus Gipskeuper

Quelle: Diss. Dr. G Schuhbauer, 1980

# Wasserversickerung durch Kalkgare

TU München-  
Weihenstephan  
Dr. Gutser;  
schluffiger Lehm

## Versickerungsrate:

pH 5,5 = 100 %

pH 6,3 = 196 %

Steigerung der Versickerungsrate  
um + 96 %

Dr. Schuhbauer;  
Löss

## Versickerungsrate:

pH 6,3 = 100 %

pH 7,0(+) = 228 %

Steigerung der Versickerungsrate  
um + 128 %

(+ = freies  $\text{CaCO}_3$ )

# Einfluss des Kalkes auf das Wasserspeichervermögen

(nach Prof. Engels)

| Bodenart                    | Wasserhaltekraft                    |                         |                      |
|-----------------------------|-------------------------------------|-------------------------|----------------------|
|                             | 100 g Boden halten fest<br>g Wasser |                         | mehr durch<br>Kalk % |
|                             | ohne Kalk                           | + 1 % CaCO <sub>3</sub> |                      |
| Moorboden                   | 68,4                                | 69,4                    | 1,5                  |
| mittlerer bis leichter Sand | 30,8                                | 32,2                    | <b>4,5</b>           |
| schwerer Lehm Boden         | 47,3                                | 49,0                    | 3,6                  |
| sandiger Lehm Boden         | 42,4                                | 44,7                    | <b>5,4</b>           |
| Letteboden                  | 54,8                                | 58,8                    | 7,3                  |
| Lößboden                    | 45,0                                | 47,8                    | <b>6,2</b>           |
| Tonboden                    | 43,2                                | 46,0                    | 6,5                  |

# Ertragswirkung

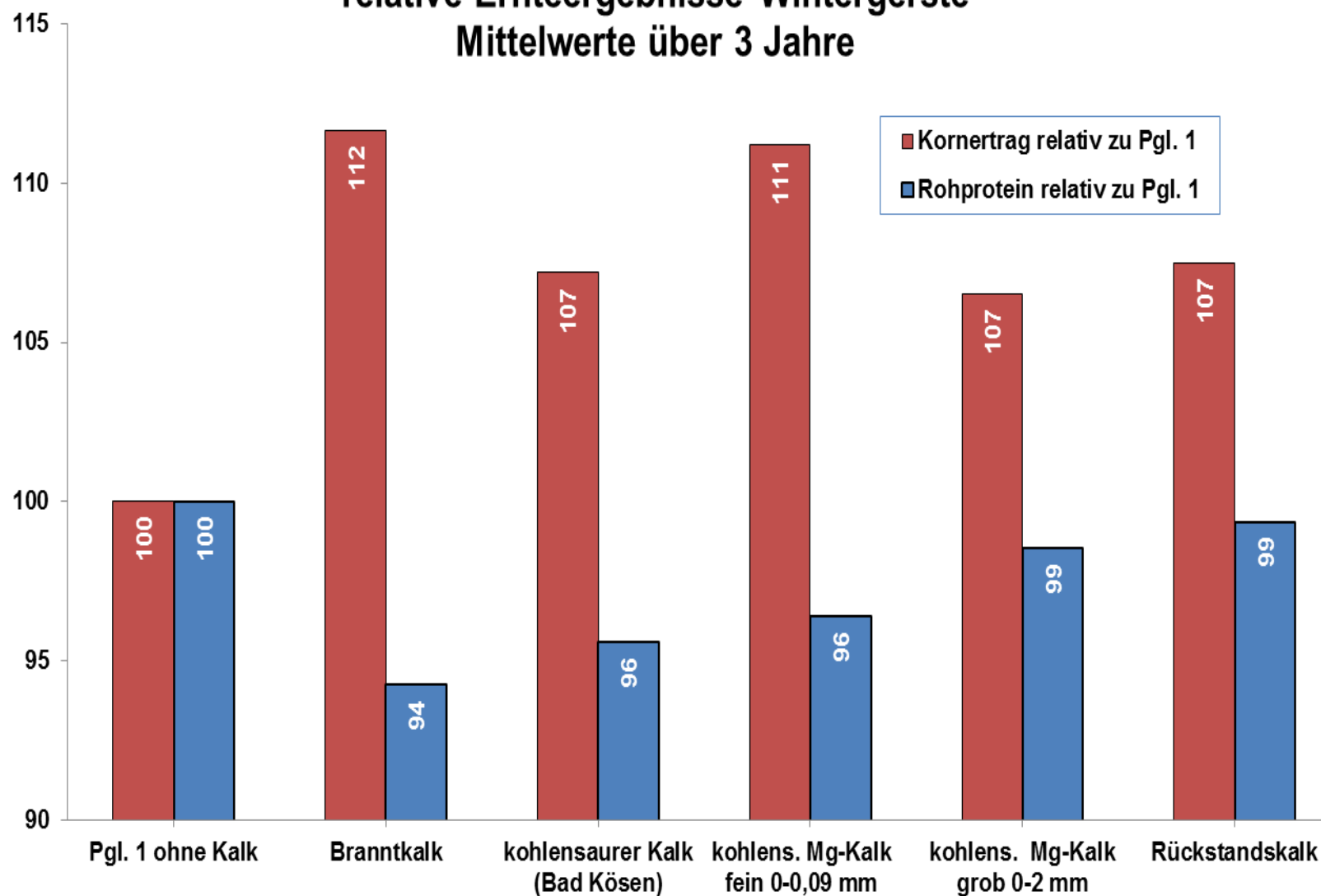
# Gerste verübelt Schadddruck

| N-Düngung<br>kg/ha                        | Gute Bodenstruktur<br>ohne Verdichtung<br>$N_{\min}$ (0 – 60 cm) 55 kg/ha |                |                 | Gestörte Bodenstruktur<br>mit Verdichtung<br>$N_{\min}$ (0 – 60 cm) 71 kg/ha |                |                 |
|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------|
|                                           | Ertrag<br>dt/ha                                                           | RP-Gehalt<br>% | Vollgerste<br>% | Ertrag<br>dt/ha                                                              | RP-Gehalt<br>% | Vollgerste<br>% |
| 0                                         | 52,1                                                                      | 10,8           | 89,0            | 45,7                                                                         | 11,7           | 85,2            |
| 40                                        | 61,3                                                                      | 10,8           | 89,5            | 51,2                                                                         | 12,1           | 83,7            |
| 80                                        | 64,7                                                                      | 12,1           | 85,7            | 54,9                                                                         | 13,0           | 79,8            |
| *) Leimboden, Vorfrucht Zuckerrüben, 1991 |                                                                           |                |                 |                                                                              |                |                 |

Quelle: Prof. Dr. Georg Kratzsch, Hochschule Anhalt, Bernburg

relativer Ertrag  
bzw. Gehalt  
%

## Kalkformen - Dauerversuch relative Ernteergebnisse Wintergerste Mittelwerte über 3 Jahre



**Herzlichen Dank  
für Ihre  
Aufmerksamkeit.**