

**Kalkwert von Düngemitteln  
- eine Bewertung von Düngesystemen -**

Dr. Hagen Trott

Vortragstagung der Düngekalk-Hauptgemeinschaft, 19. Februar 2008 in Fulda

# Kalkwert von Düngemitteln

---

## Gliederung des Vortrags

1. Einleitung
2. Wirkungsmechanismen von Mineraldüngern auf den pH-Wert
3. Beurteilung der Kalkwirkung von Düngemitteln und Düngesystemen
4. Konsequenzen für die landwirtschaftliche Praxis



# Kalkwert von Düngemitteln

---

## Historie

1850 – Anfang 19 Jhd.	Wasserkulturversuche von Knop, Rautenberg und Kühn, Kappen u. a.
1920er-30er	Wirkung von Düngemitteln auf den Boden-pH-Wert (F. E. Alison; W. H. Pierre)
Mitte 20. Jhd.	Phosphorverfügbarkeit in Abhängigkeit von anderen Mineraldüngern
1960er	Sluismans Hintergrund:
1970er	Folgearbeiten, u. a. von Gutser und Amberger, Römheld, Kerschberger u. a.



# Kalkwert von Düngemitteln

---

## Ursachen der Bodenversauerung

Ursache	kg CaO/ha	Bemerkungen
Kalk-Auswaschung	-300 – -700 (Acker) -150 – - 450 (Grünland)	Abhängig von den Niederschlägen, Bodendurchlässigkeit, Kalkvorrat, Nutzung
Saure Niederschläge	> -85 (1987*)	
Neutralisierung der bei Reduktionsprozessen gebildeten Säuren	ca. - 50 (1987*)	Abhängig vom Lufthaushalt im Boden
Entzug mit der Ernte	-70 (Getreide) – -350 (Klee, Luzerne)	Kultur, Ertragsniveau, Erntereste
Sauer wirkende Düngemittel	-400 – +250	

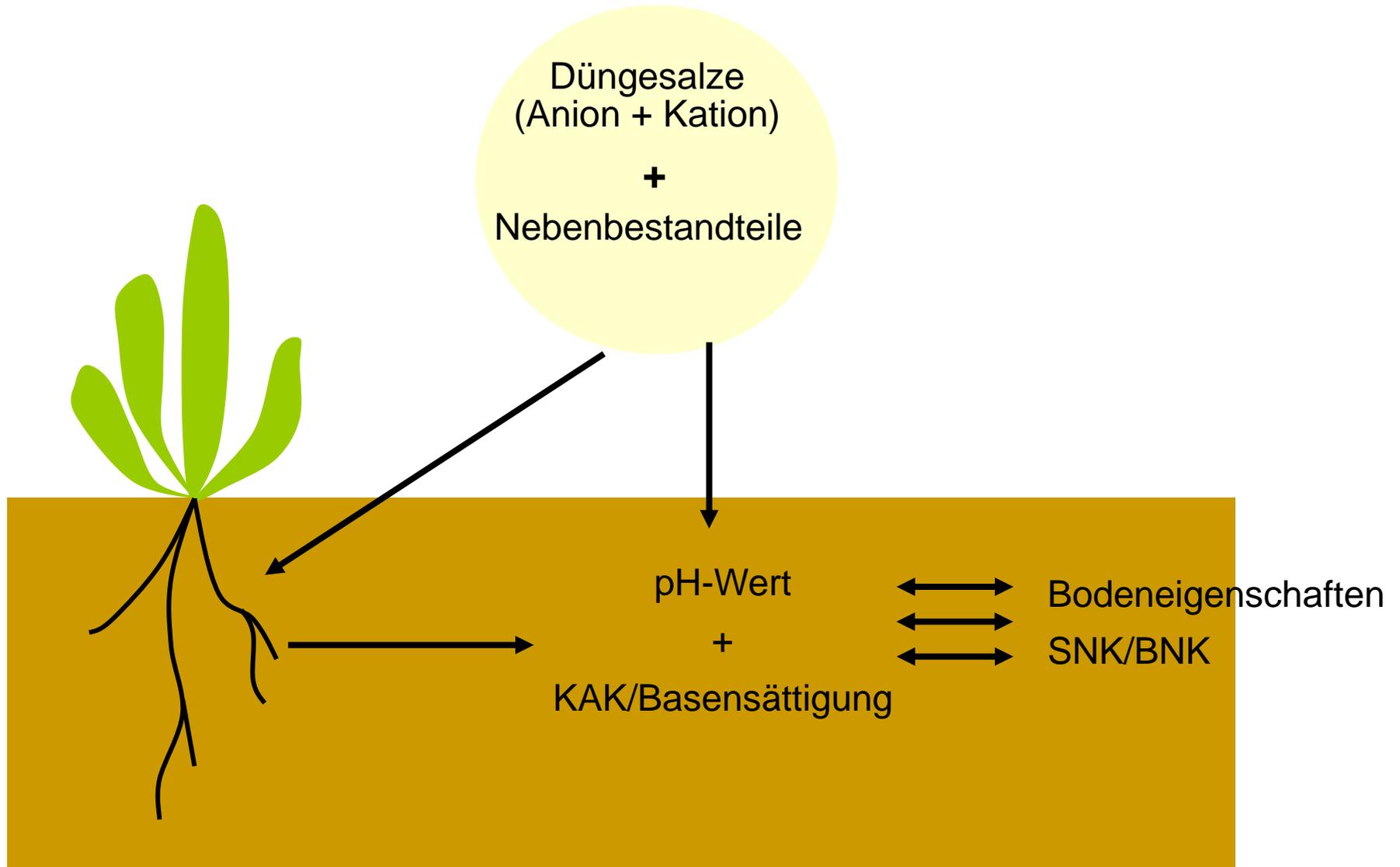
Quelle: Verschiedene Autoren

Industrieverband

**Agrar**



# Kalkwirkung von Mineraldüngern



# Kalkwirkung von Mineraldüngern

---

## **Basische/saure Wirkung der Düngesalzen/Nebenbestandteilen ergibt sich aus:**

- 1) Chemische Eigenschaften der Düngemittel (pH-Wert, basisch wirksame Bestandteile)
- 2) Mikrobielle und chemische Umsetzungen im Boden (Nitrifikation u. a.)
- 3) Physiologische Reaktion
- 4) Biomassebildung/Ernteentzug/Mineralisierung
- 5) Wechselwirkung Bodenlösung – feste Bodensubstanz  
(Adsorption/Desorption/Verwitterung/Mineralbildung/Oxidation/Reduktion)
- 6) Bodenpufferung



# Kalkwirkung von Mineraldüngern

---

## I. pH-relevante chemische Eigenschaften

- Eigen-pH-Wert
- Sauer und basisch wirksame Bestandteile
- Löslichkeit (Rohphosphat ....)
- Reaktivität (Kennwert für Kalkdüngemittel)



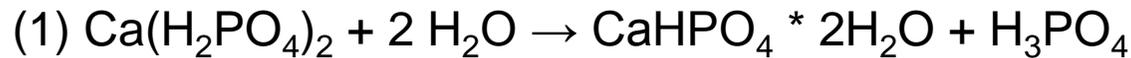
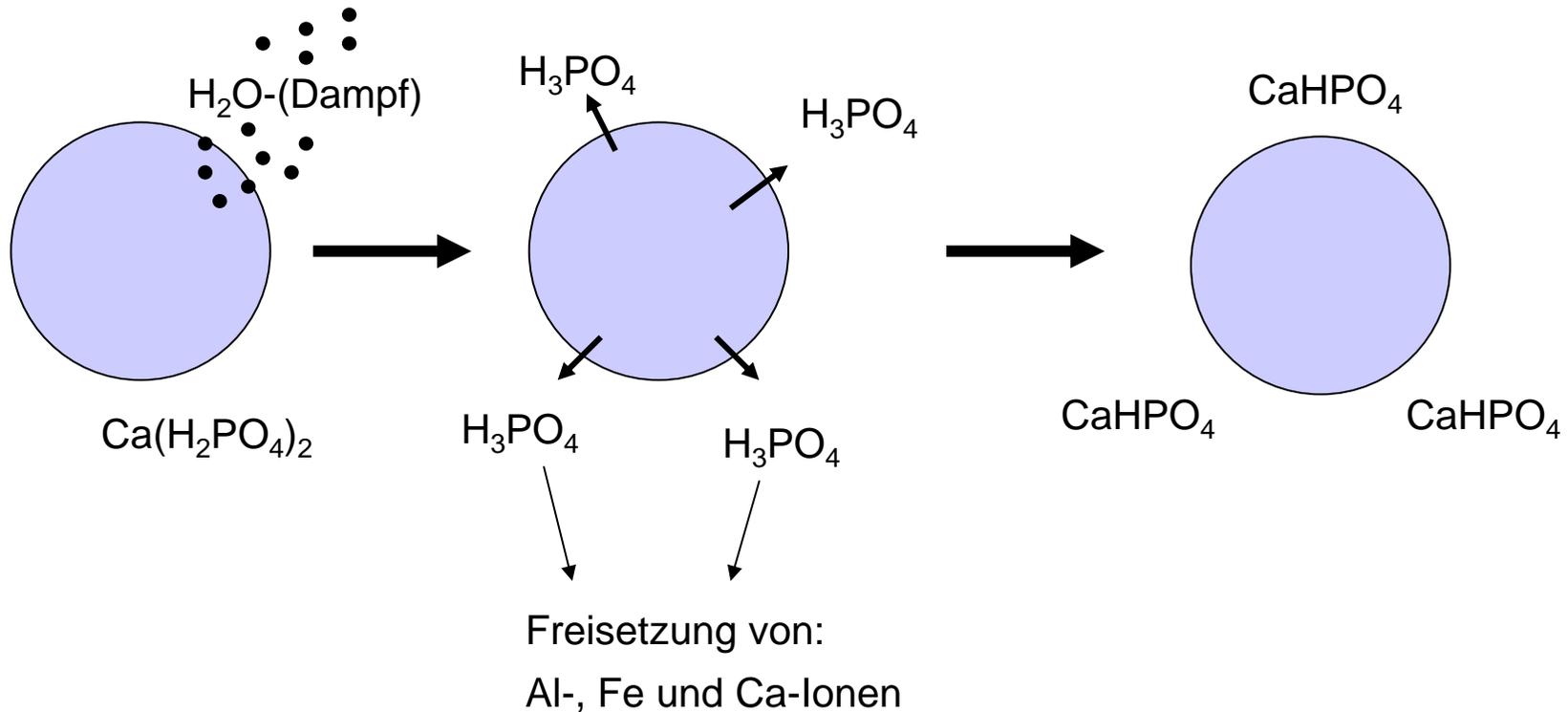
# Kalkwirkung von Mineraldüngern

Salz	Reaktion in wässriger Lösung	Beispiele
schwache Säuren + starke Basen	Alkalisch (pH>7)	CaCO <sub>3</sub>
starke Säuren +schwache Basen	Sauer (pH<7)	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> ; (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
starke Säure + starke Basen	Neutral (pH=7)	KCl, K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , KNO <sub>3</sub> Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> , NaNO <sub>3</sub>
schwache Säuren + schwache Basen	Neutral (pH=7)	
Hydrogensalze	können als Säuren und Basen reagieren (Puffersysteme)	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> = sauer (pH<7) HPO <sub>4</sub> <sub>2</sub> <sup>-</sup> = basisch (pH>7)



# Kalkwirkung von Mineraldüngern

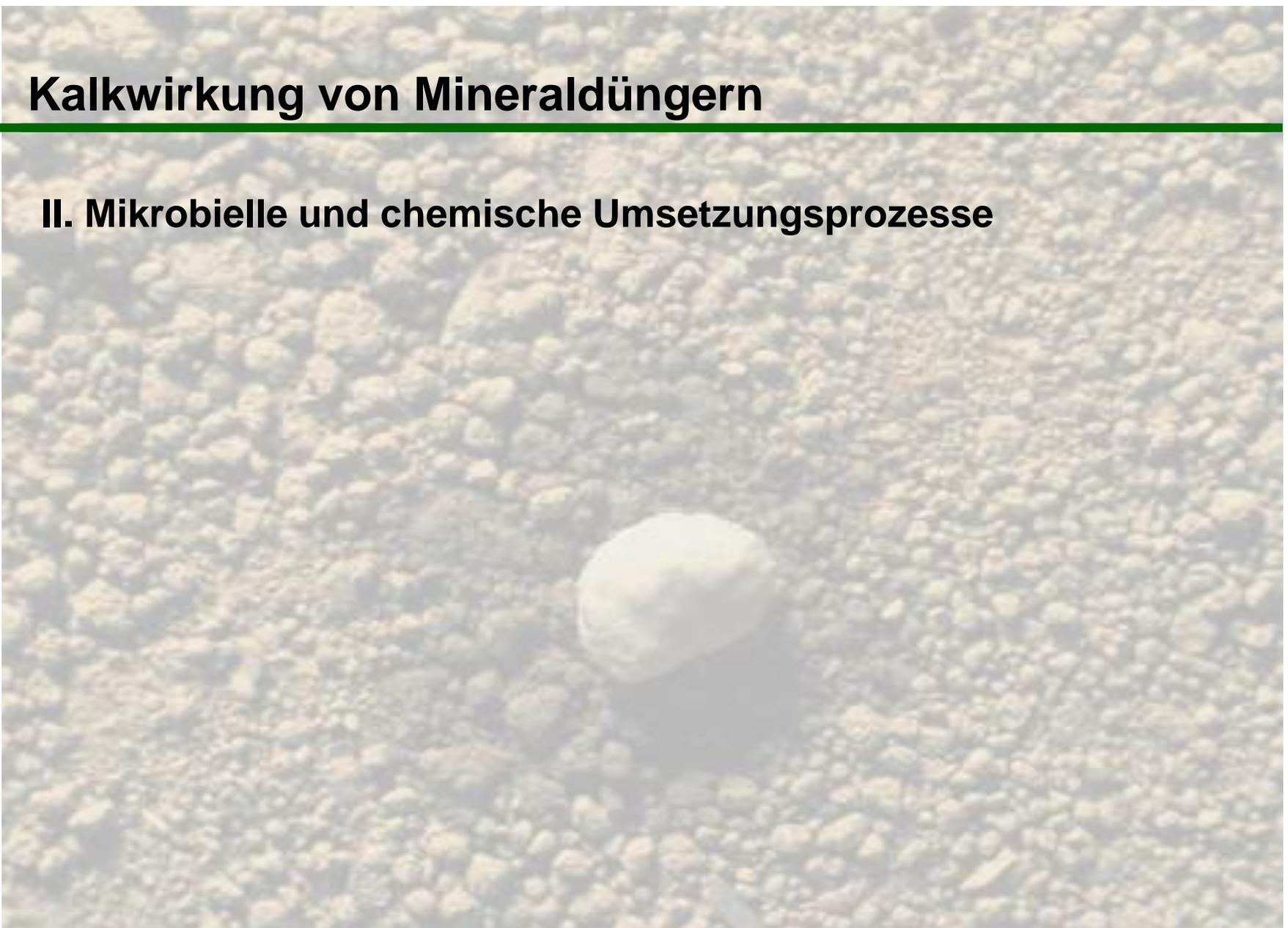
Leicht wasserlösliches Mono-Ca-Phosphat  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$



# Kalkwirkung von Mineraldüngern

---

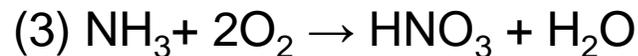
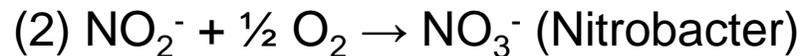
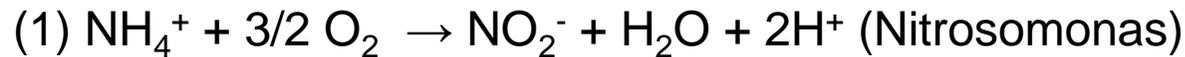
## II. Mikrobielle und chemische Umsetzungsprozesse



# Kalkwirkung von Mineraldüngern

---

## Stickstoff: Nitrifikation wirkt versauernd



Fazit:

- Nitrifikation von  $\text{NH}_4^+$  senkt den pH-Wert, da sie mit einer Spaltung von  $\text{NH}_4^+$  zu  $\text{NH}_3 + \text{H}^+$  und mit der Bildung von  $\text{HNO}_3$  verbunden ist
- Nitrifikation ist ein Grund für die allmähliche Versauerung zahlreicher Böden



# Kalkwirkung von Mineraldüngern

---

## Stickstoff: Denitrifikation wirkt alkalisierend



Fazit:

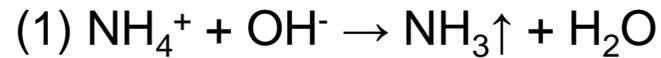
- Denitrifikation = Reduktion von  $\text{NO}_3^-$  zu  $\text{N}_2\text{O}$  und  $\text{N}_2$
- $\text{H}^+$  werden verbraucht
- Denitrifikation = Gegenpol zur Nitrifikation
- Alkalisierende Wirkung in Böden sollte nicht unterschätzt werden



# Kalkwirkung von Mineraldüngern

---

## Stickstoff: NH<sub>3</sub>-Verluste wirken versauernd



- Hauptsächlich auf neutralen bis alkalischen Böden

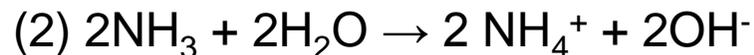


# Kalkwirkung von Mineraldüngern

---

## Stickstoff: Harnstoff

Hydrolyse des Harnstoffs:



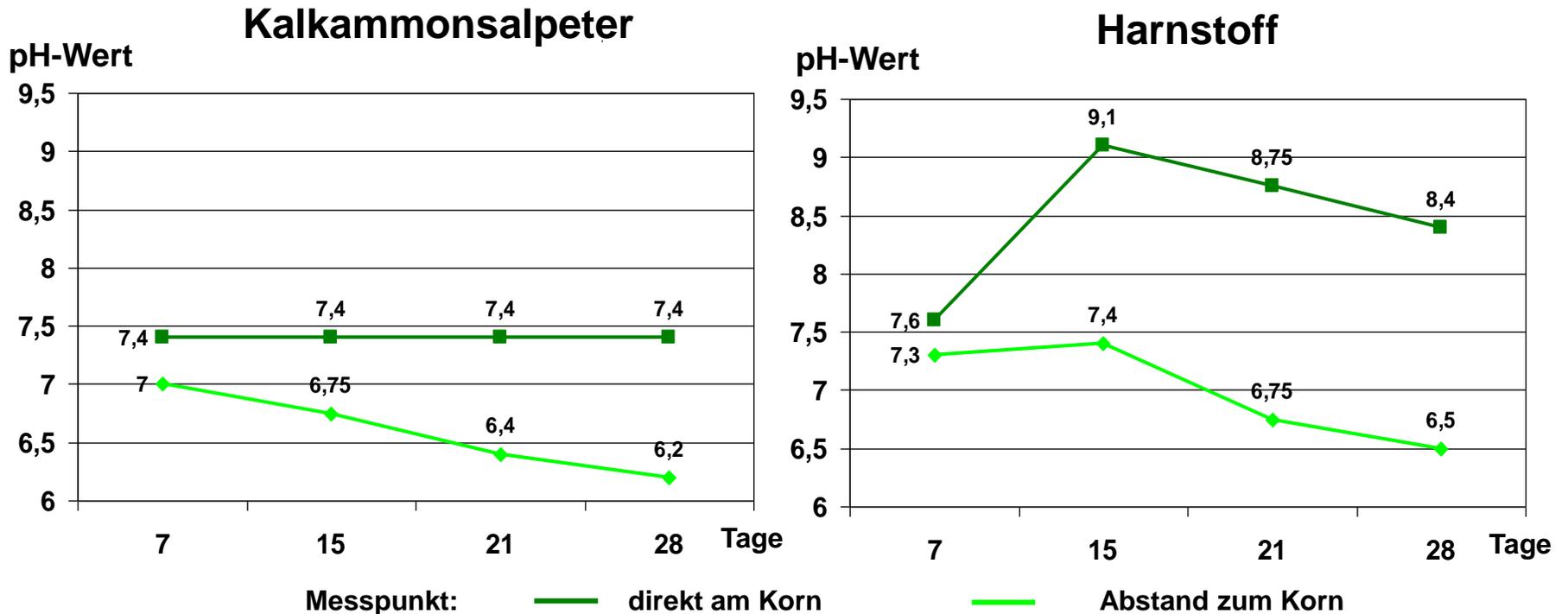
Fazit:

- starke pH-Anhebung am Düngerkorn, da bei der Lösung von  $\text{NH}_3$   $\text{OH}^-$ -Ionen freigesetzt werden
- begünstigt  $\text{NH}_3$ -Verluste

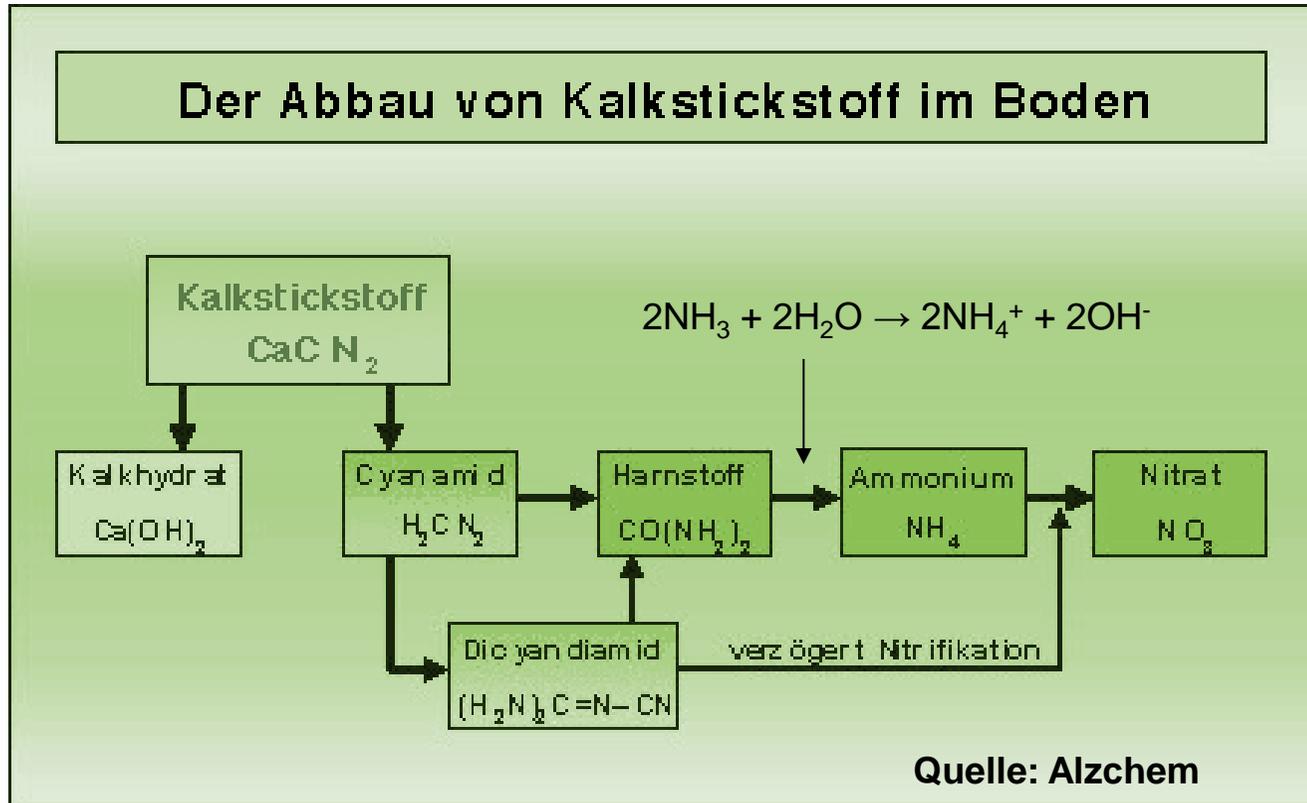


# Kalkwirkung von Mineraldüngern

Modellversuch zur Darstellung der pH-Änderung im Boden durch Nitrifikation im Verlauf der Zeit in Nähe des Düngerkorns (Wissemeier, BASF)



# Kalkwirkung von Mineraldüngern



Basische Wirkung durch Bildung von  $\text{Ca(OH)}_2$  und  $\text{NH}_3$ -Bildung

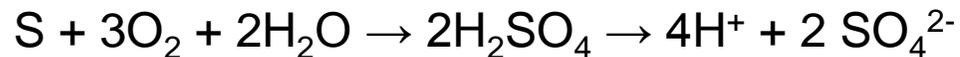


# Kalkwirkung von Mineraldüngern

---

## Elementarer Schwefel

- Elementarer Schwefel ist in Wasser unlöslich und reagiert nicht mit diesem
- Elementarer Schwefel wird mikrobiell aber auch abiotisch oxidiert unter Bildung von Schwefelsäure

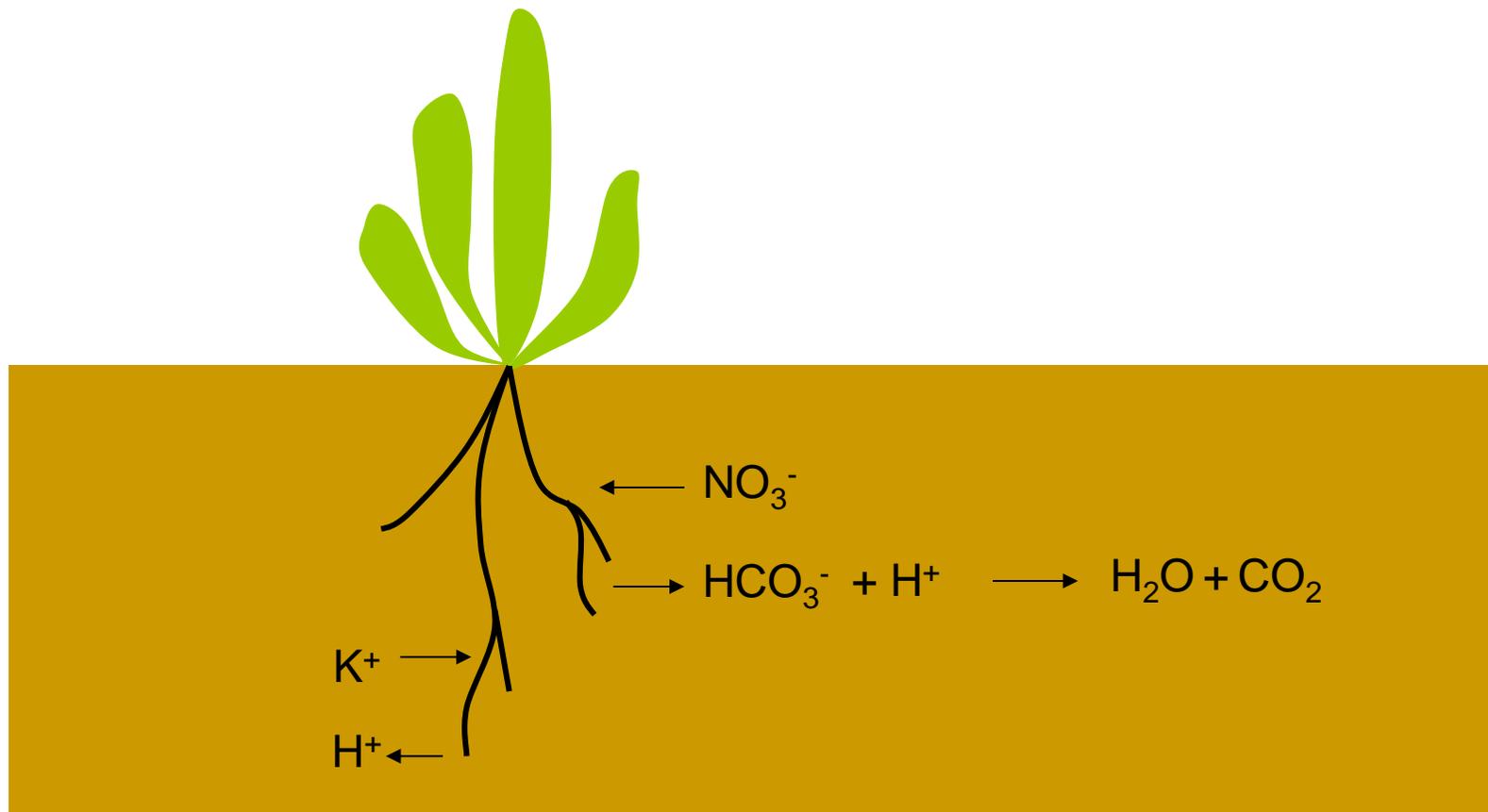


- Anwendung zur gezielten pH-Absenkung des Boden (pH>8)



# Kalkwirkung von Mineraldüngern

## III. Physiologisch Reaktion



# Kalkwirkung von Mineraldüngern

---

## Physiologische Alkalität hängt ab von:

- Verhältnis der aufgenommenen Anionen zu den Kationen, im wesentlichen Ca, Mg, K
- Aufgenommen Anteil der zugeführten Ionen (hängt von Umweltfaktoren ab)



# Kalkwirkung von Mineraldüngern: P

---

## Physiologische Reaktion: $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)$

- Bevorzugte Aufnahme von P-Ionen ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ ) gegenüber  $\text{Ca}^{2+}$  durch die Pflanzenwurzel
- Zusätzlich stehen mehr Ca-Ionen für die Kationenbelegung des Sorptionskomplexes zur Verfügung

### Folgen:

- Primäres Calciumphosphat (TSP, SP) reagiert als Lösung sauer, im Wasserkulturversuch aber physiologisch alkalisch.
- Je weiter das Ca/P-Verhältnis, desto höher kann die physiologisch bedingte basische Wirksamkeit sein (Voraussetzung: Ca-Phosphat geht in Lösung und ist tatsächlich pflanzenverfügbar)
- Anstieg der KAK

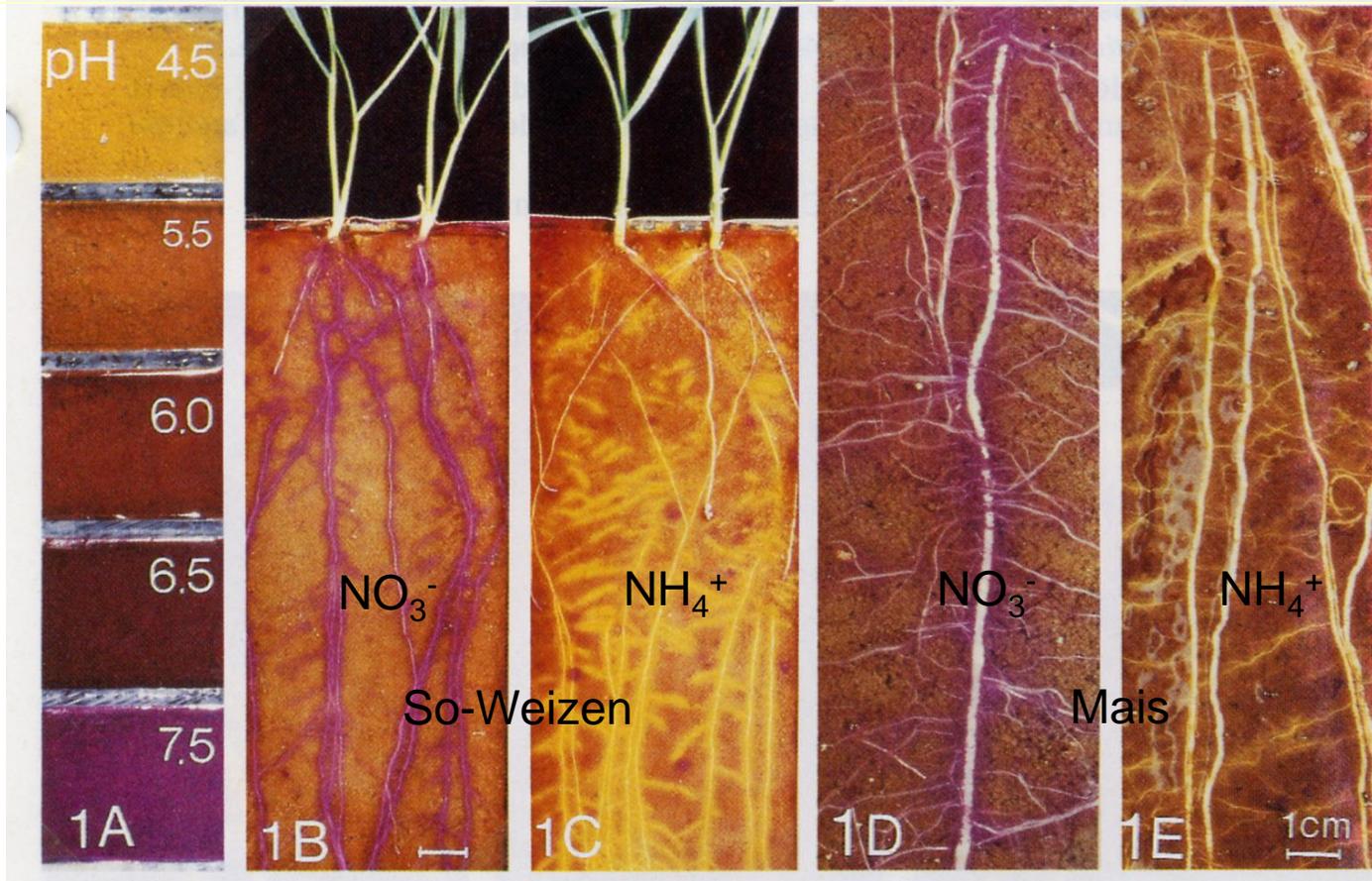


# Kalkwirkung von Mineraldüngern: N-Formen

Einfluß der Stickstoff-Form ( $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$ ) auf den Rhizosphären-pH-Wert von 2-Wochen-alten Sommerweizenpflanzen (*Triticum aestivum* L., „Sirokko“) in Plexiglkästen in der Klimakammer (B/C) und 2-Monate-alten Maispflanzen (*Zea mays* L. „Garbo“) im Feld (D/E).

A = pH-Eichreihe; B = 66 mg  $\text{NO}_3^-$ -N/kg Boden ( $\sim 200$  kg N/ha);  
C = 66 mg  $\text{NH}_4^+$ -N/kg Boden; D = 200 kg  $\text{NO}_3^-$ -N/ha; E = 200 kg  $\text{NH}_4^+$ -N/ha

(Römheld, 1986)



# Kalkwirkung von Mineraldüngern: K

---

## Einfluss der Kaliumform

- KCl und  $K_2SO_4$  wirken physiologisch sauer (Nährlösungsversuche)
- Versauernde Wirkung auf Rhizosphären-pH:  $KCl < K_2SO_4$
- Grund: Unterschiedliche Aufnahme rate der Cl- und  $SO_4$ -Ionen



# Kalkwirkung von Mineraldüngern

## Biomassebildung/Ernteentzug/Mineralisierung

- **Jeder Ertrag wirkt versauernd**
- **Hohe Ernten hinterlassen saureren Boden als geringe Ernten**
- Pflanze entzieht dem Boden mehr Kationen als Anionen

**Düngung erhöht den Ertrag und damit die Basenabfuhr**



# Kalkwirkung von Mineraldüngern

---

## Basische/saure Wirkung der Düngesalzen/Nebenbestandteilen ergibt sich aus:

- 1) Chemische Eigenschaften der Düngemittel (pH-Wert, basisch wirksame Bestandteile)
- 2) Mikrobielle und chemische Umsetzungen im Boden (Nitrifikation u. a.)
- 3) Physiologische Reaktion
- 4) Biomassebildung/Ernteentzug/Mineralisierung
- 5) Wechselwirkung Bodenlösung – feste Bodensubstanz  
(Adsorption/Desorption/Verwitterung/Mineralbildung/Oxidation/Reduktion)



# Kalkwirkung von Mineraldüngern

---

## Basensättigung

- Stark entbaste Böden
- Zugabe von Neutralsalzen kann zu einer weiteren Versauerung führen
- Grund: Desorption von H- und AL-Ionen
- Nur bei Böden deren pH-Werte unter 5,0 liegen



# Kalkwirkung von Mineraldüngern: P-Düngung

pH-Anstieg gegenüber P0 (Versuchsende pH = 4,4)

stL, pH 4,8, 2 mg CAL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g Boden

Düngung: 3,0 g Gesamt P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/Gef.

P-Form	Ohne Bewuchs „chemisch bedingte“ Kalkwirkung	Mit Bewuchs gesamte Kalkwirkung	„physiologisch bedingte“ Kalkwirkung
Hyperphos	0,3	1,0	0,7
Thomasph.	0,5	1,2	0,7
Rhenaniaphosphat	0,4	0,9	0,5
Superphosphat	0,1	0,4	0,3
Novaphos	0,2	0,5	0,3

R. Gutser und A. Amberger, 1981



# Kalkwirkung von Mineraldüngern: P-Düngung

---

## Kalkwirkung Phosphatdüngung

- Kalkwirkung ist primär bedingt durch den Anteil basisch bzw. sauer wirkender Bestandteile
  - Basisch wirkende Bestandteile: Oxide, Hydroxide, Carbonate, Silikate der Alkali- und Erdalkalibestandteile sowie Ca-Phosphate
- Ferner: Die gegenüber Ca bevorzugte Aufnahme von P-Ionen ( $\text{H}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{HPO}_4$ )

## Faktoren:

- Löslichkeit
- P-Wirksamkeit (pH, Bodenfeuchte, Temperatur)



# Kalkwirkung von Mineraldüngern: P-Düngung

---

## Chem. Kalkwirkung

- Gute Kalkwirkung: Thomasphosphat, Rhenaniaphosphat (hoher Anteil basisch wirkender Bestandteile)
- Geringere (verzögerte) Kalkwirkung: Rohphosphat (Hyperphosphat)
- Sauer - neutral: Superphosphat, Novaphos

## Physiologische Kalkwirkung

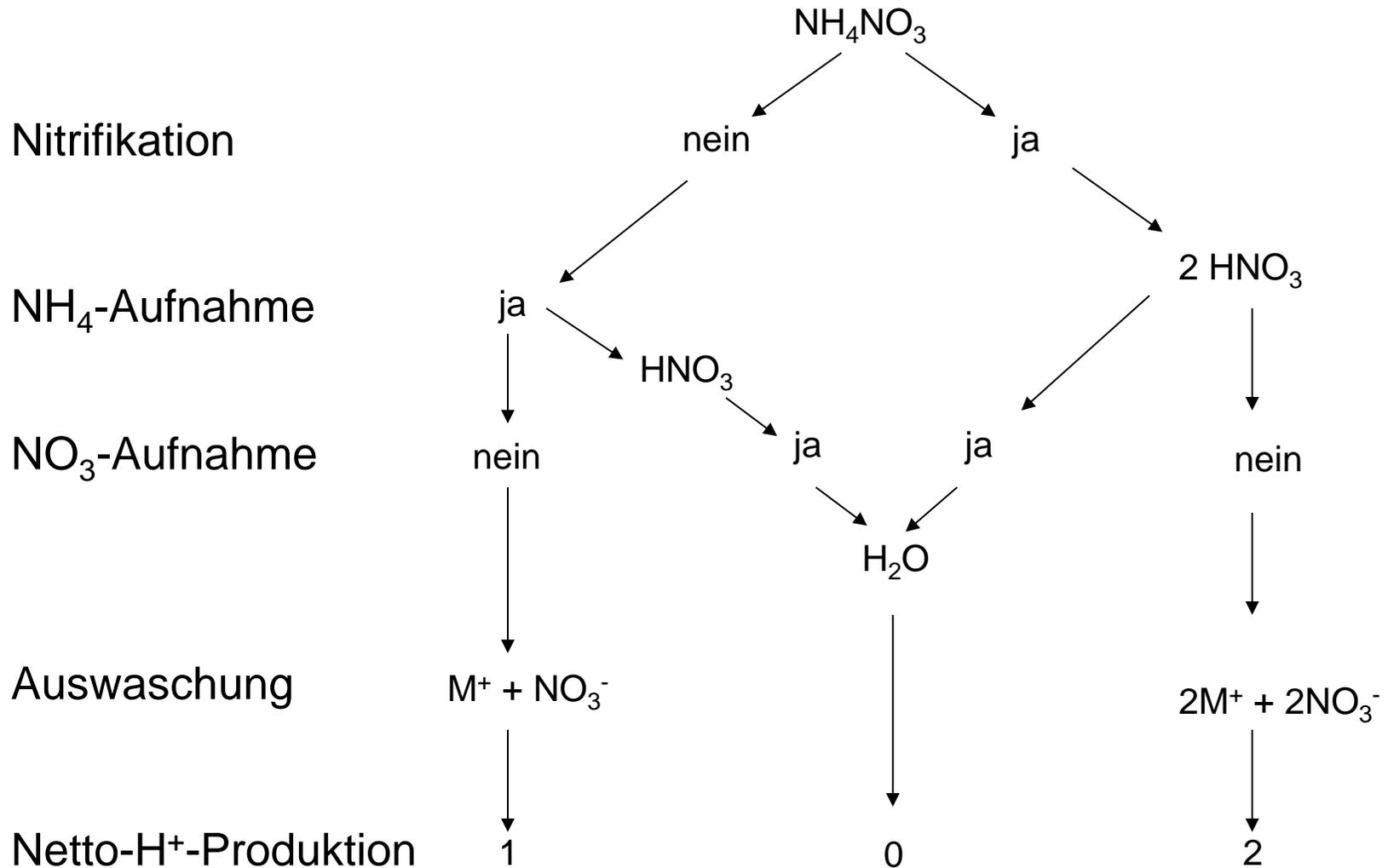
- Unter Pflanzenbewuchs steigt die Kalkwirkung sämtlicher P-Dünger

## Gesamtwirkung *(Werte in kg CaO/100 kg Produkt)*

- Schwache Kalkwirkung: Superphosphat (0-5), Novaphos (10-15)
- Gute Kalkwirkung (40-50): Thomasphosphat (45-50), Rhenaniaphosphat (40-45), Hyperphos (30-40)
- Hängt ab von der Löslichkeit u. Wirksamkeit unter den jeweiligen Standortbedingung (pH-Wert) ab



# Kalkwirkung von Mineraldüngern: N-Düngung



# Kalkwirkung von Mineraldüngern: N-Düngung

---

## Kalkwirkung Stickstoffdüngung

Kalkwirkung wird primär bedingt durch:

- Nitrifikation
- Aufnahme durch die Pflanze (N-Wirksamkeit) bzw. N-Verluste
  - Stickstoffkomponente wird immer schneller aufgenommen als Begleitung
- Stickstoffform (Ammonium, Nitrat, Harnstoff, Kalkstickstoff)
- Basisch wirksame (Neben)-Bestandteile (z. B. KAS, Kalkstickstoff)



# Kalkwirkung von Mineraldüngern: N-Düngung

---

## Gesamtwirkung

- Ammoniumdünger (AS, ASS, DAP) wirken bodenversauernd
- Nitratdünger (z. B. Kalksalpeter  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ , Chilesalpeter  $\text{NaNO}_3$ ) wirken alkalisch
- Ammoniumnitrat (AN, KAS) und Harnstoff wirken aufgrund von N-Verlusten i. d. R. bodenversauernd
- Kalkstickstoff wirkt alkalisch (chemisch + physiologisch); Nebenbestandteile ( $\text{CaO}$ ,  $\text{CaCO}_3$ )



# Beurteilung der Kalkwirkung

---

**Kennwerte zur Wirkung von Düngemitteln auf den pH-Wert bzw. Kalkzustand des Bodens (ohne Kalkdünger)**

- Basische wirkende Bestandteile
- Kalkwerte



# Beurteilung der Kalkwirkung: Basisch wirk. Bestandteile

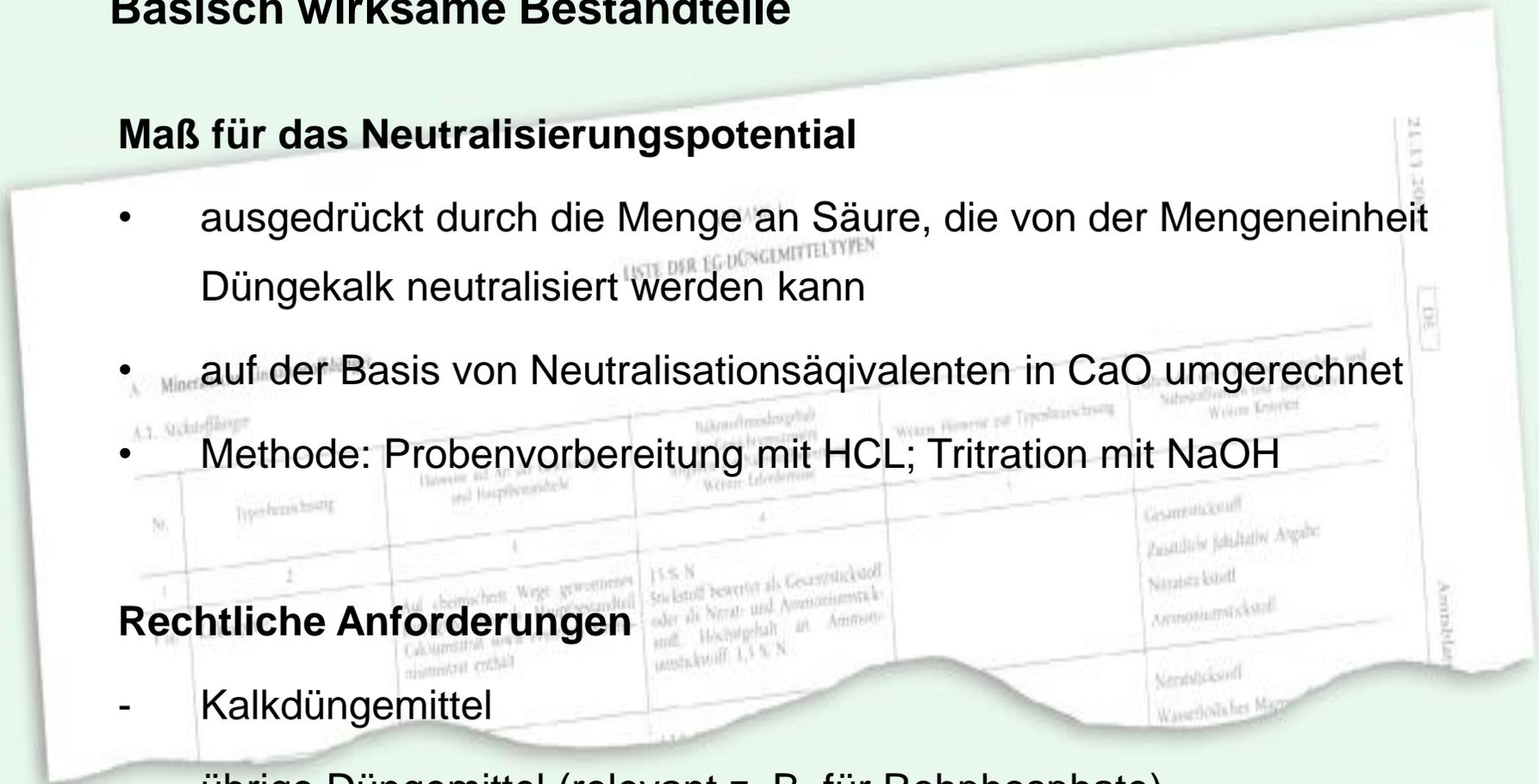
## Basisch wirksame Bestandteile

### Maß für das Neutralisierungspotential

- ausgedrückt durch die Menge an Säure, die von der Mengeneinheit Düngekalk neutralisiert werden kann
- auf der Basis von Neutralisationsäquivalenten in CaO umgerechnet
- Methode: Probenvorbereitung mit HCL; Titration mit NaOH

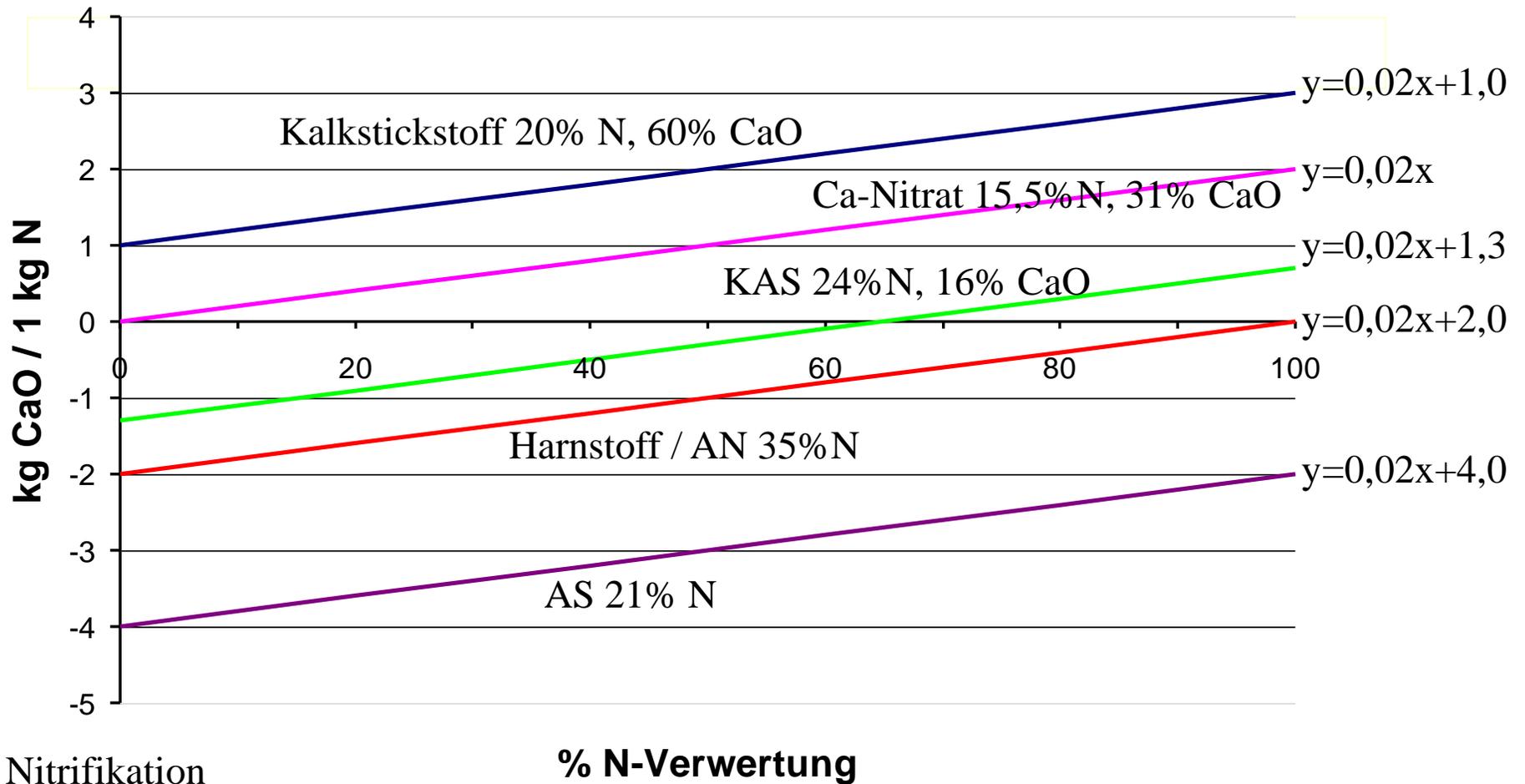
### Rechtliche Anforderungen

- Kalkdüngemittel
- übrige Düngemittel (relevant z. B. für Rohphosphate)



# Beurteilung der Kalkwirkung: Rathsack

Kalkwert von N-Düngemitteln (Quelle: K. Rathsack, Hannover)



# Beurteilung der Kalkwirkung: Sluijsmans

---

## Grundannahmen

- Anionen versauern (negativ), Kationen wirken basisch (positiv)
- Kationen und Anionen werden in äquivalente Mengen an CaO umgerechnet
- Korrekturen aufgrund empirischer Beobachtungen und theoretischer Überlegungen
- Durch Addition dieser Komponenten wird der Kalkwert berechnet

$$E \text{ (kg CaO)} = 1,0 \times \text{CaO} + 1,4 \times \text{MgO} + 0,6 \times \text{K}_2\text{O} + 0,9 \times \text{Na}_2\text{O} \\ - 0,4 \times \text{P}_2\text{O}_5 - 0,7 \times \text{SO}_3 \text{ (1,75 bei S)} - 0,8 \times \text{Cl} - n \times \text{N}$$

( n= 0,8 für Grünland; 1,0 für Acker )



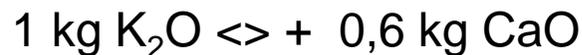
# Beurteilung der Kalkwirkung: Sluijsmans

---

## Ableitung der Faktoren für $K_2O$ , $MgO$ , $Na_2O$ , $Cl$ , $SO_3$

- Versuche zu  $KCl$ ,  $K_2SO_4$ ,  $MgSO_4$ ,  $CaSO_4$ ,  $NaCl$ : keine pH-Wirkung
- Annahme: Alkalische Wirkung der Kationen hebt saure Wirkung der Anionen auf
- Theoretische Ableitung:
  - Kationen und Anionen dieser Düngemittel werden in äquivalente Mengen an  $CaO$  umgerechnet
  - Kationen positiv, Anionen negativ

Folge: Beispiel theoretische Ableitung aus der Chemie:



# Beurteilung der Kalkwirkung: Sluijsmans

---

## Ableitung des Faktors für $P_2O_5$

theoretisch aus der Chemie:

- $2 H_3PO_4 + 3 CaO \rightarrow 3 Ca^{2+} + 2 PO_4^{3-} + 6 H_2O$
- 1 Mol  $P_2O_5$  binden max. 3 Mol CaO
- d. h. 1 kg  $P_2O_5$  binden 1,2 kg CaO

Aber:

- Versuche mit Superphosphat ( $Ca(H_2PO_4)_2$ ): neutrale Wirkung bei Böden mit pH 5 – 6
- Annahme:
  - Saure Wirkung von  $P_2O_5$  (Phosphorsäure) hebt alk. Wirkung des Kations auf
  - $2 H_3PO_4 + 1 CaO \rightarrow Ca(H_2PO_4)_2 + H_2O$
  - Monocalciumphosphat enthält 0,4 kg CaO je kg  $P_2O_5$ : Theoretische Ableitung: Deshalb der Faktor - 0,4
- Weitere Aussage:
  - bei höheren oder niedrigeren pH-Werten wirkt Phosphat versauernd bzw. Basen-zuführend



# Beurteilung der Kalkwirkung: Sluijsmans

---

## Ableitung des Faktors für Stickstoff

### ➤ Grundannahmen:

- Nitrat als Anion wirkt versauernd
- Nur das im Boden verbleibende  $\text{NO}_3^-$  wirkt versauernd
  - v. a. die Nährstoffaufnahme der Pflanzen, aber auch Denitrifikation reduzieren versauernde Wirkung
  - N-Ausnutzung Grünland auf (70%), Ackerland (50%).
- $\text{NH}_4^+$  wirkt infolge Nitrifikation wie ein Anion (=versauernd); kein grundlegender Unterschied zu Nitrat

### ➤ Theoretische Ableitung:

- Deshalb für Grünland 0,8; Acker 1,1 >>wegen Denitrifikation 1,0



# Beurteilung der Kalkwirkung: Sluismans

---

## Fazit Sluismans-Formel:

- Die Formel liefert theoretische Werte.
- Größenordnung der Kalkwirkung kann zur Charakterisierung von Düngemitteln herangezogen werden

## Kritischpunkte

- Mechanismen der Kalkwirkung werden nicht hinreichend berücksichtigt
- Tatsächliche Kalkwirkung hängt von Standortbedingungen und Kulturpflanzen ab
- Die Festlegung der Formel ist eine Punktaufnahme zum Zeitpunkt der jeweils geltenden Rezeptur
- Kalkverluste weitaus höher als der Einfluss der Unterschiede der Dünger
- Es lässt sich nicht ableiten, in welchem Umfang mehr oder weniger gekalkt werden muss (die Böden sind zu unterschiedlich)



# Beurteilung der Kalkwirkung: Sluijsmans

Düngemittel	Kalkverlust bzw. -gewinn in kg CaO	
	je 100 kg N	je 100 kg Dünger
<b>Stickstoffdünger (% N)</b>		
Schwefels. Ammoniak, SSA (21)	-299	-63
Ammonsulfatsalpeter, ASS (26)	-188	-49
Harnstoff , Piagran (46), Alzon 47 (47)	-100	-46
AHL	-100	-28
Kalkammonsalpeter (27)	-56	-15
Stickstoffmagnesia (22)	-18	-4
Kalksalpeter (15,5)	+84	+113
Kalkstickstoff (21)	+186	+39

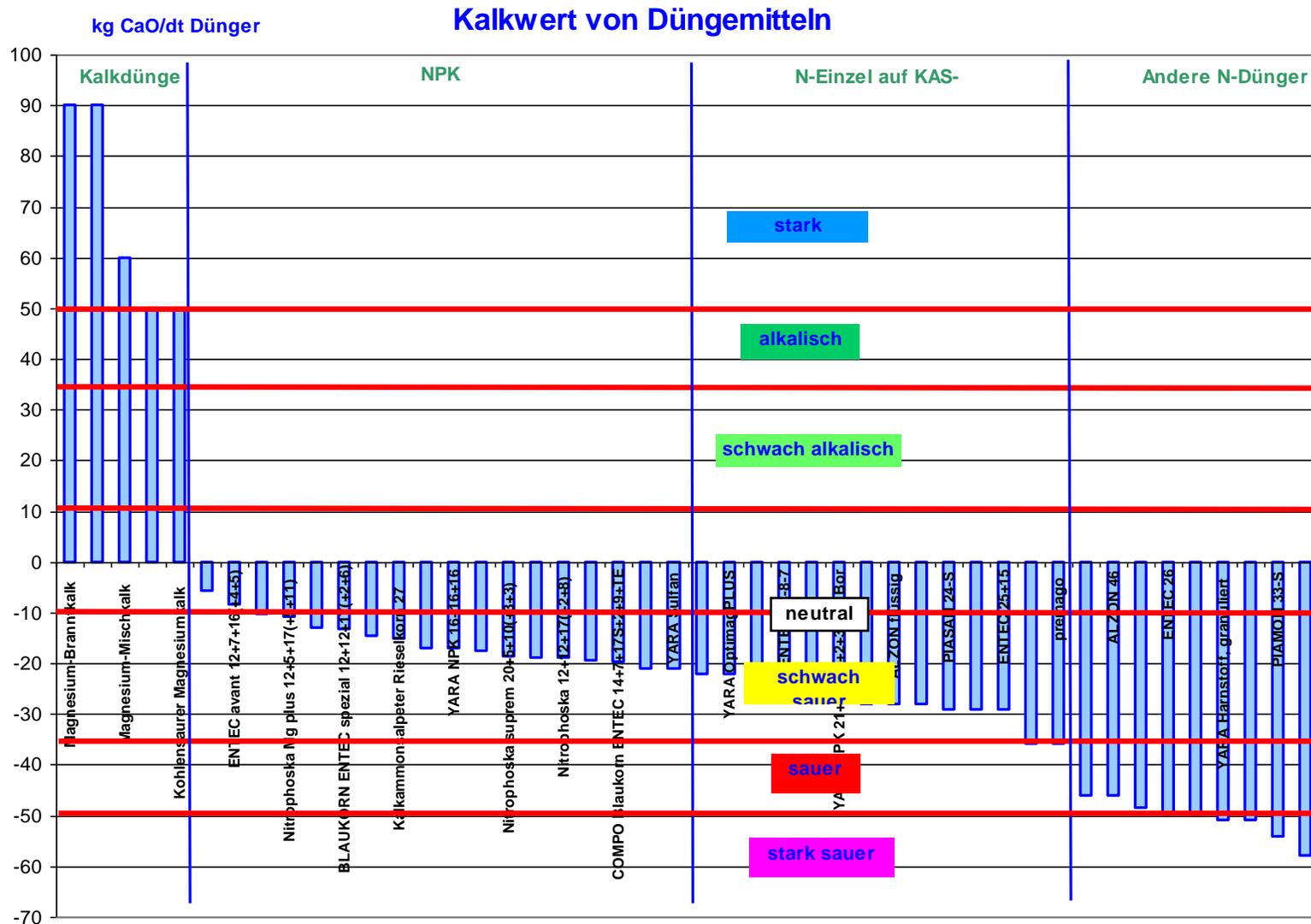


# Ausblick

Gruppe		Symbol	Kalkwert In kg CaO/100 kg Produkt	Ackerbauliche Wirkung	Sorte (Beispiel)	Kennfar be
A	1	---	< -50	Stark versauernd	Harnstoff	Pink
B	2	--	-35 - -50	versauernd	NHL	Rot
C	3		-10 - -35	schwach versauernd	NPK-Dünger	Gelb
D	4	O	-10 - + 10	Neutral	Kalidünger	weiß
E	5	+	10 – 35	Schwach kalkmehrend	Rohphosphat Thomaskali „Rückstandkal ke“	hellgrün
F	6	++	35 – 50	Kalkmehrend	Kohlens. Kalk, Konverterkalk	Grün
G	7	+++	>50	Stark kalkmehrend	Branntkalk, Mischkalk	Blau

Quelle: Pollehn

# Ausblick

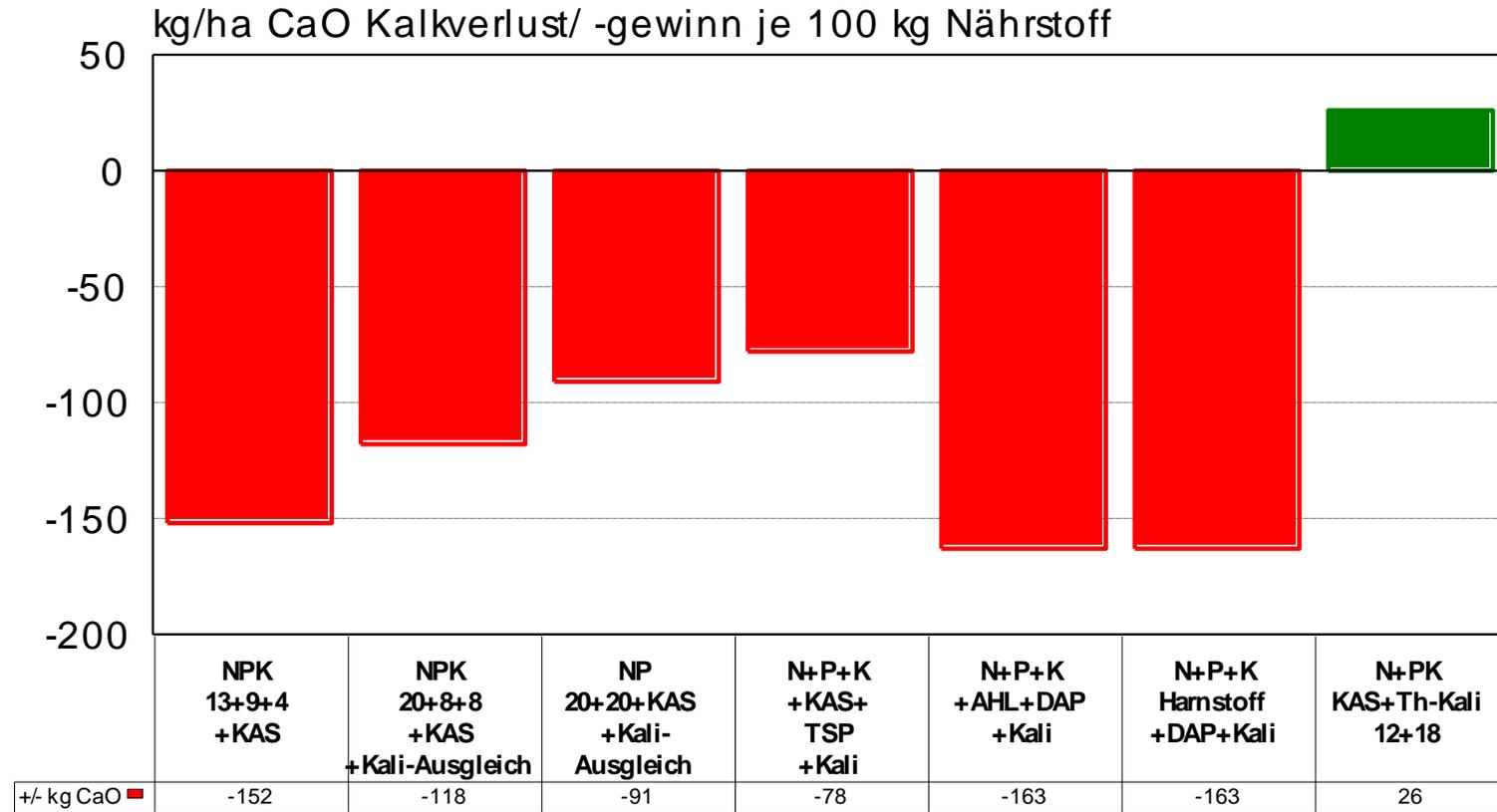


# Kalkwirkung von Düngesystemen

## Saure Düngung kostet Kalk

Jährlicher Kalkverlust bzw. -gewinn durch Düngung in einer Fruchtfolge

Z-Rüben-Getreide-Getreide - n. BASF  
 140 kg/ha N, 50 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 90 kg/ha K<sub>2</sub>O



# Konsequenzen für die Landwirtschaft

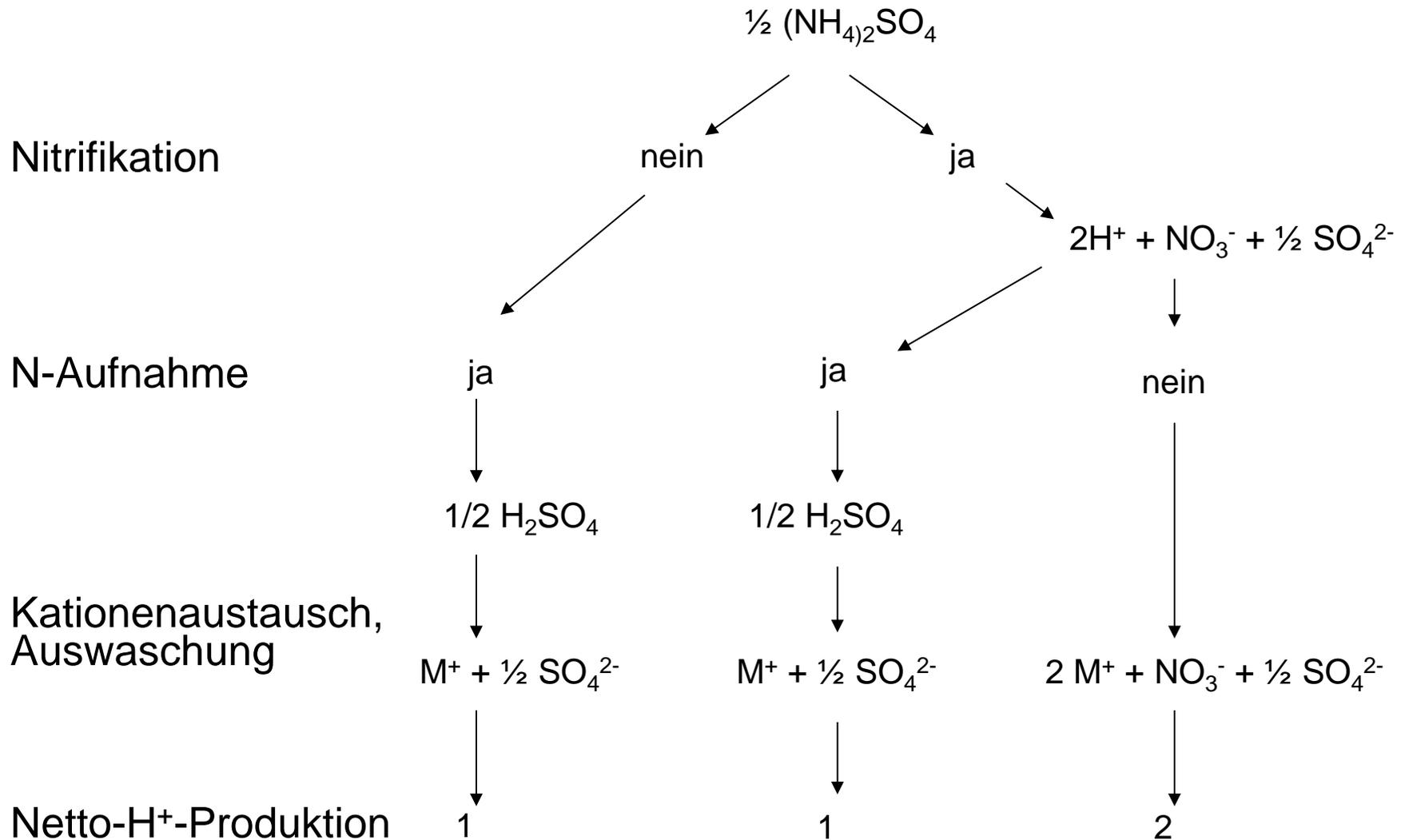
---

## Was braucht der Landwirt

- **Düngesystem ausrichten auf Nährstoffeffizienz und Bodenfruchtbarkeit**
- **Informationen ob er sauer oder basenzuführend düngt**
  - pH-Wirkung
  - Kulturpflanzen
  - Böden
  - Mobilität von Nährstoffen
- **Bemessung der Kalkgabe anhand von Bodenuntersuchungen**



# Kalkwirkung von Mineraldüngern: N-Düngung



# Kalkwirkung von Mineraldüngern

## H<sup>+</sup>-roduzierende und konsumierende Prozesse in Mineralböden

H <sup>+</sup> -Quellen	H <sup>+</sup> -Senken
Kationen-Aufnahme	Kationen-Freisetzung
Oxidationsprozesse	Reduktions-Prozesse
Anionen-Mineralisierung	Anionen-Aufnahme
Bindung von Kationen durch Mineralbildung	Freisetzung von Kationen durch Verwitterung
Verwitterung von SO <sub>3</sub> , P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Mineralbildung aus SO <sub>3</sub> , P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Kationen-Adsorption	Kationen-Desorption
Anionen-Desorption	Anionen-Adsorption
Dissoziation von CO <sub>2</sub> and org. Säuren	Assoziation von CO <sub>2</sub> und org. Säuren
Komplexierung von Metall-Ionen	Dekomplexierung von Metall-Ionen



# Kalkwirkung von Mineraldüngern

---

## Gipsdüngung

- Natriumböden
  - hoher Na-Anteil an den Austauschern
  - Natriumcarbonat (Soda) erhöht den pH-Wert und destabilisiert das Bodengefüge
    - $\text{adsorb. Na} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{adsorb. H} + \text{NaOH}$
    - $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOH} + \text{NaHCO}_3$
- Melioration
  - bei Böden  $> \text{pH } 8$  (haben zu viel Na am Sorptionskomplex)
  - Zugabe von Ca-Salzen: Gips, Superphosphat, Ca-Nitrat)



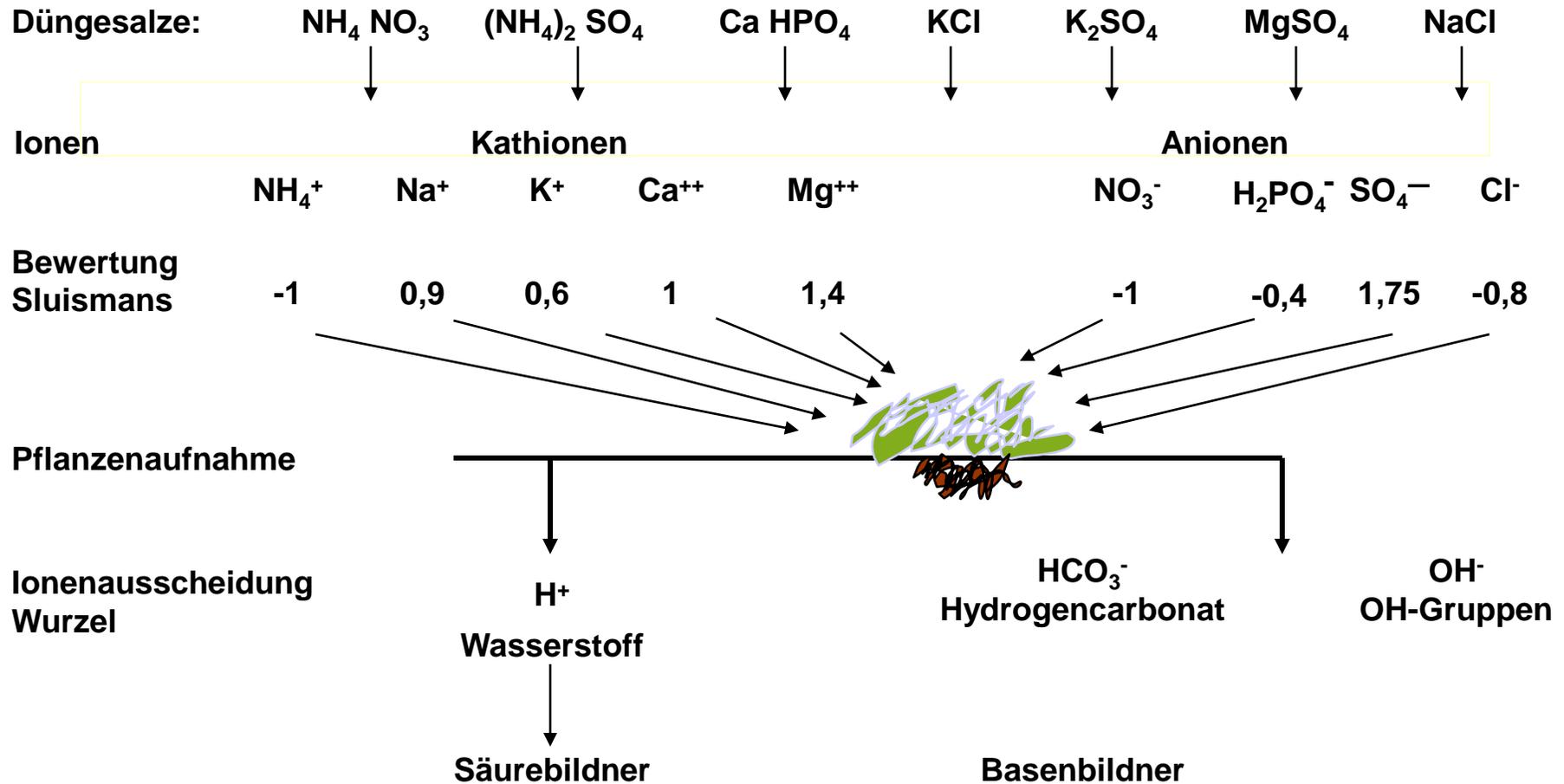
# Zusammenfassung

---

- Die pH-Wirkung von Mineraldüngern hängt ab von den chemischen Eigenschaften, chemischen und mikrobiellen Umsetzungen im Boden, physiologische Kalkwirkung
- Die Kalkwirkung von Düngemitteln hängt ab von den Standortbedingungen und der Wirksamkeit
- Die aufgeführten Prozesse der Bodenversauerung zu saldieren und darauf den Kalkbedarf zu ermitteln ist selbst in Näherung an die Realität nicht möglich.
- Für einen Vergleich von Düngemitteln sollten gleiche Ausgangszustände in einem normaltätigen Boden und gleichen Ausnutzungs- und Verwertungsgrade in der Pflanze voraussetzen
- Für die Kalkbedarfsermittlung verbleibt nur ein Verfahren: Ermittlung des pH-Wertes



# Kalkwirkung von Mineraldüngern



Mit Ausscheidung der Säure bzw. Basenbildner erklärt sich die säure- bzw. neutrale Wirkung der Düngemittel (Quelle: H. Kurpuiweit)

# Beurteilung der Kalkwirkung: Sluismans

---

## Eigene Beurteilung der Formel nach 20 Jahren 1978

- Sluismans kommt zu folgenden Aussagen:
- Thomasphosphat hat einen Wert von  $> 40$  in Versuchen sind nur 30 wirksam
- Rohphosphate haben einen Wert von  $30$  wirksam sind nur 17
- In Glühphosphaten wirken nur 90 % des errechneten Wertes
- *Dies sollte von Fachkollegen in Deutschland korrigiert werden. Ist aber bisher nicht geschehen.*
  
- Nach neuen Erkenntnissen zur Denitrifikation stellt Sluismans fest, dass der Wert für
- Ackerland auf 0,9 bei Grünland auf 0,6 herabgesetzt werden. *Ist aber bisher nicht geschehen.*



# Tagesordnung

---

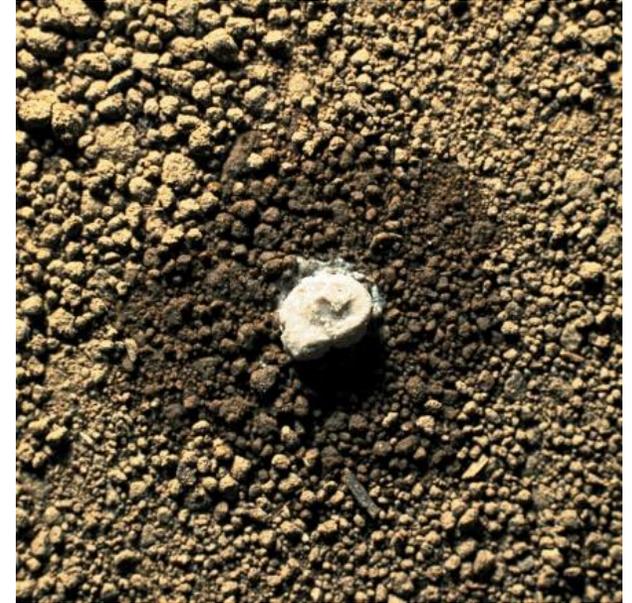
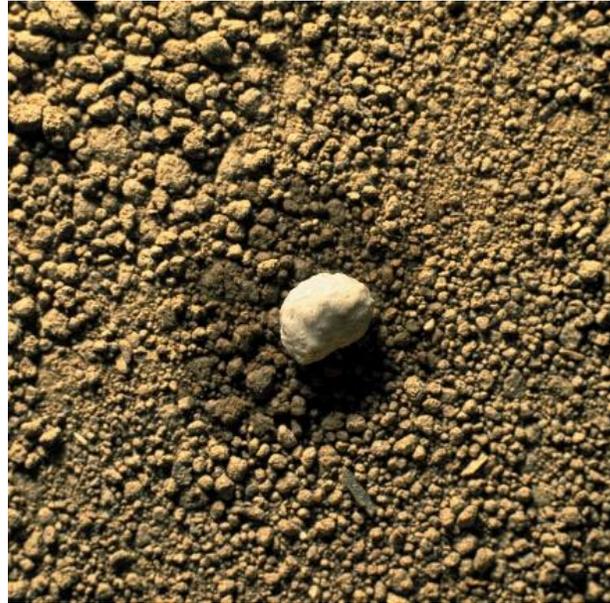
## Kennwerte zur Wirkung von Calcium-/Magnesium-Bodenverbesserungsmitteln

- DIN EN 12945 Chemisches Verfahren zur Bestimmung des Neutralisationswertes
- DIN EN 13971 Chemisches Verfahren zur Bestimmung der Reaktivität
- DIN EN 14984: Bodeninkubationsverfahren (2. März 2006): Bestimmung des Produktionseinflusses auf den Boden-pH-Wert –



# Düngemittelgesetzgebung Deutschland / EU

---



**Wie löst sich ein Düngerkorn auf**

**Mit zunehmender Feuchtigkeit zerfallen i.R. die Düngerkörner. Bei Trockenheit ist oft noch das Kalkgerüst zu erkennen.**

