

Das Kalkprojekt in der LAKU

Kalkung fördert

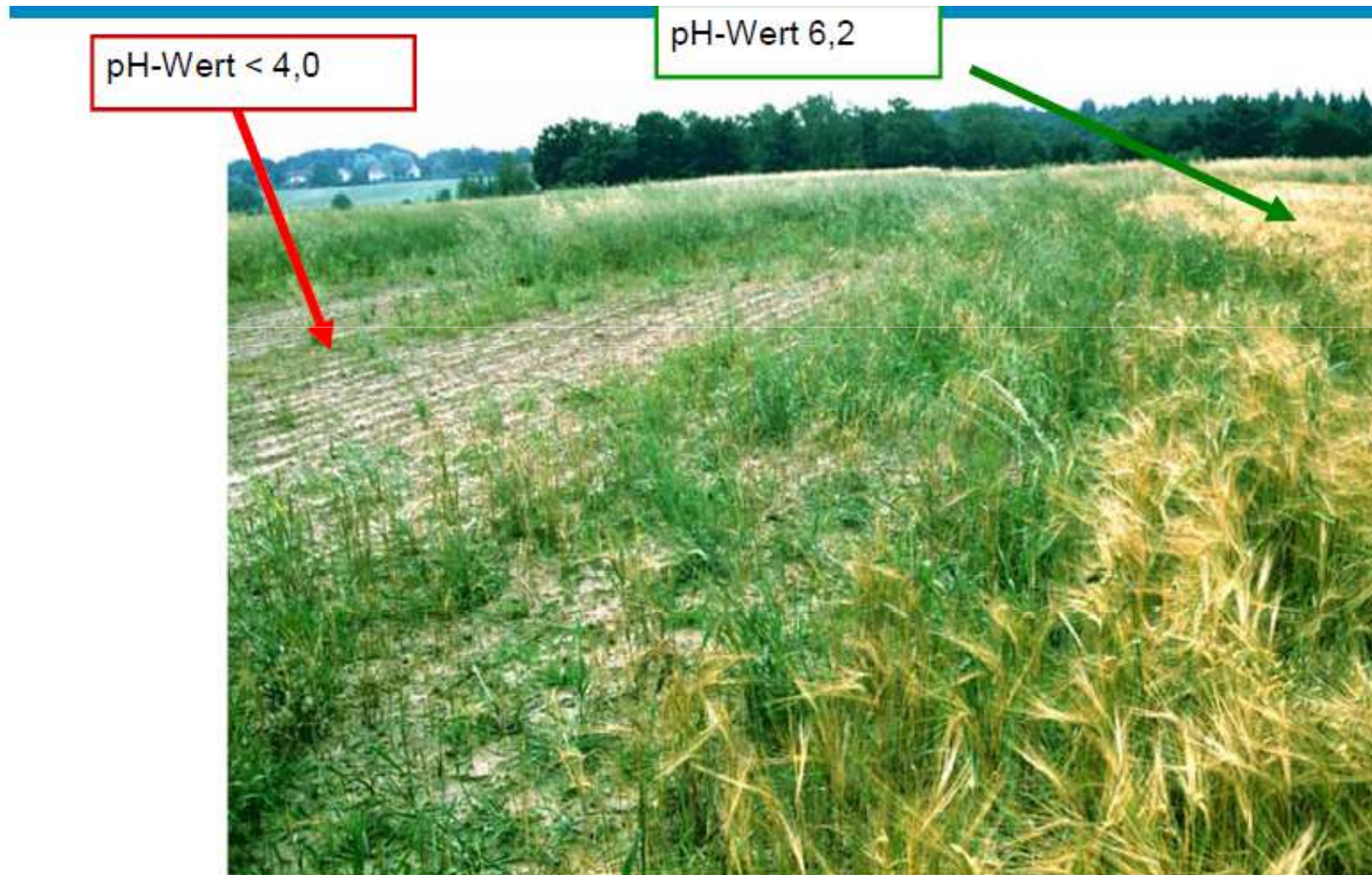
Erosionsschutz durch

- **Aufbau des Bodengefüges**
- **Verminderung der Verschlämmungsneigung**
- **Verbesserung der Infiltrationsrate**
- **Förderung der Porung des Bodens durch Calciumbrücken**

Wasserschutz durch

- **Verbesserung der Nährstoff-Speicherfähigkeit des Bodens**
- **Verbesserung der Wasserhaltefähigkeit**
- **Aufbau von Ton-Humus-Komplexen**
- **Erhöhung der Nährstoff-Effizienz**

Säureschäden an Sommergerste



Auf den Punkt gebracht:

Der Standort-angepasste pH-Wert bzw. der richtige Kalkzustand des Bodens bewirkt:

- 1. Optimale Verfügbarkeit von Nährstoffen**
- 2. Erhöhung der Aggregatstabilität und des Porenvolumens der Böden und damit Verbesserung des Wasser- und Lufthaushaltes**
- 3. Reduzierung der Verfügbarkeit von Schwermetallen**

Auf den Punkt gebracht:

4. **Förderung eines aktiven, nützlichen Bodenlebens**
5. Der standort-angepasste pH-Wert bzw. der richtige Kalkzustand des Bodens ist für den **Erhalt der Bodenfruchtbarkeit** und der **hohen Ertragsfähigkeit** unerlässliche Voraussetzung.
6. Zur Erhaltung des standort-angepassten pH-Wertes , **Versauerung mittels Kalkung entgegenwirken.**

- Bodenschutz durch Kalk -

pH-wert abhängige Nährstoff - Verfügbarkeit

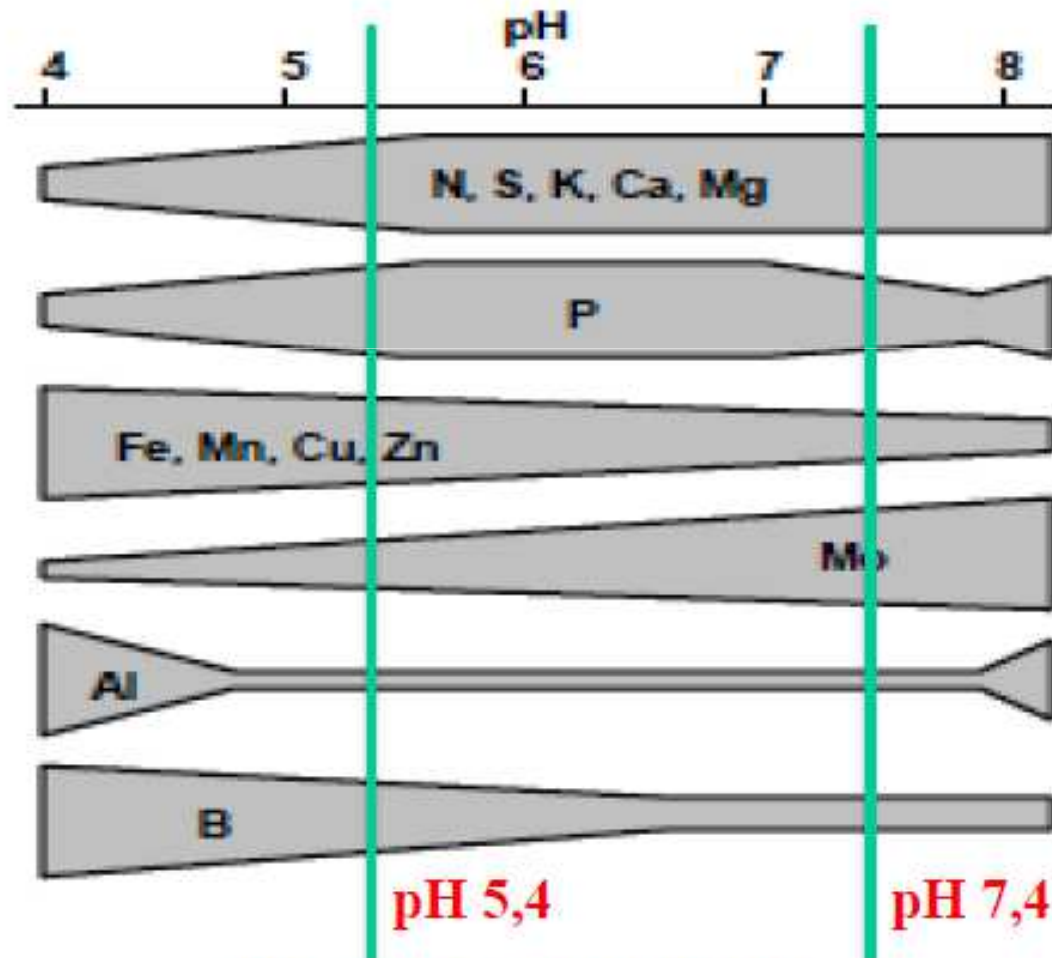
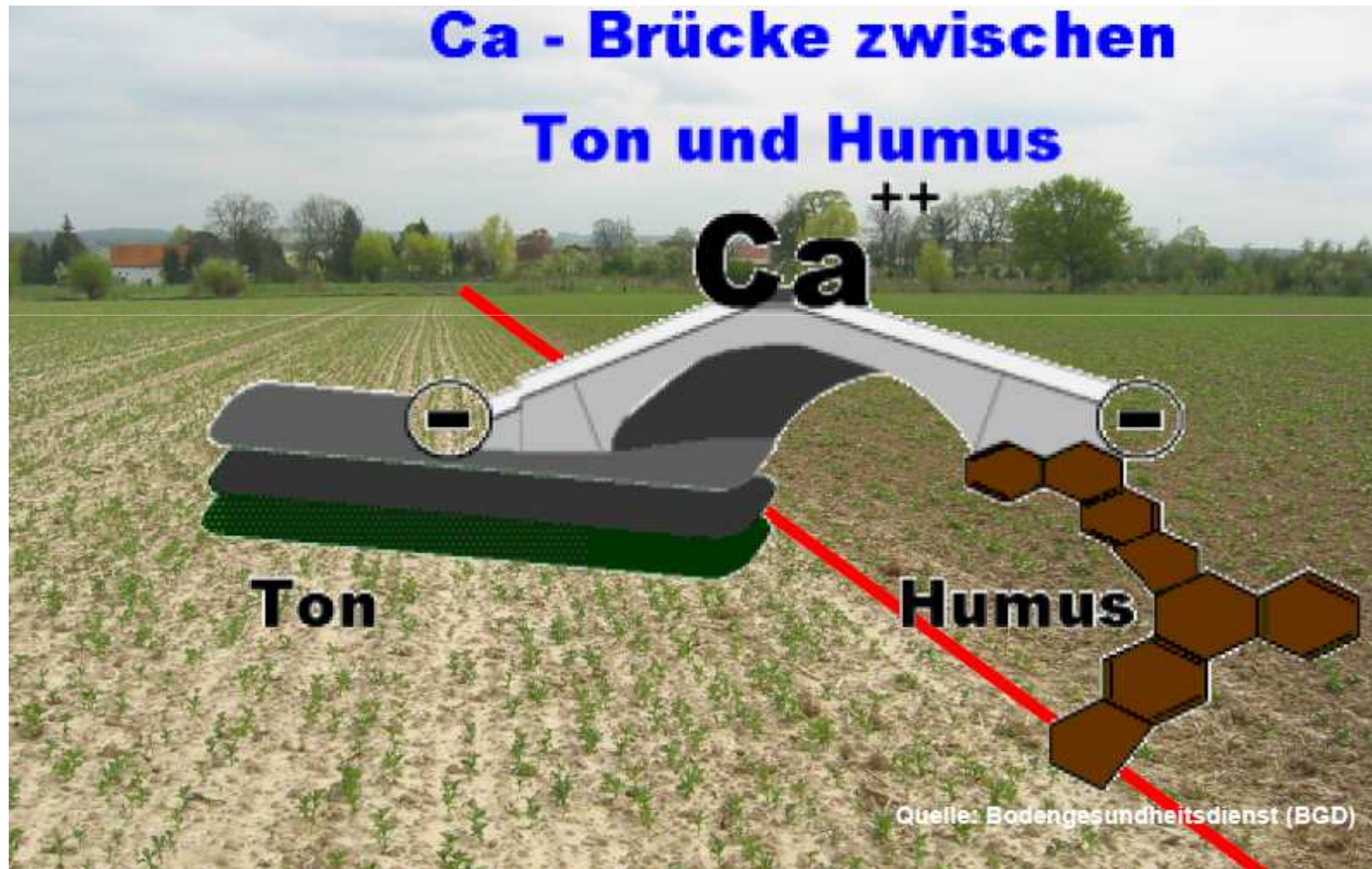


Abb. 8: Schema Mobilität
(in Anlehnung an FINCK, 1979)

Effekte der Kalkung



Optimale pH-Wert – Gestaltung für Bodenorganismen

| <u>Bodenorganismen</u> | <u>pH-Spanne</u> |
|------------------------|------------------|
| Bakterien | 6,0 – 9,0 |
| Regenwürmer | 6,5 – 8,0 |
| Einzeller | 6,5 – 7,5 |
| Ringelwürmer | 5,5 – 7,5 |
| Pilze | < 5,5 |

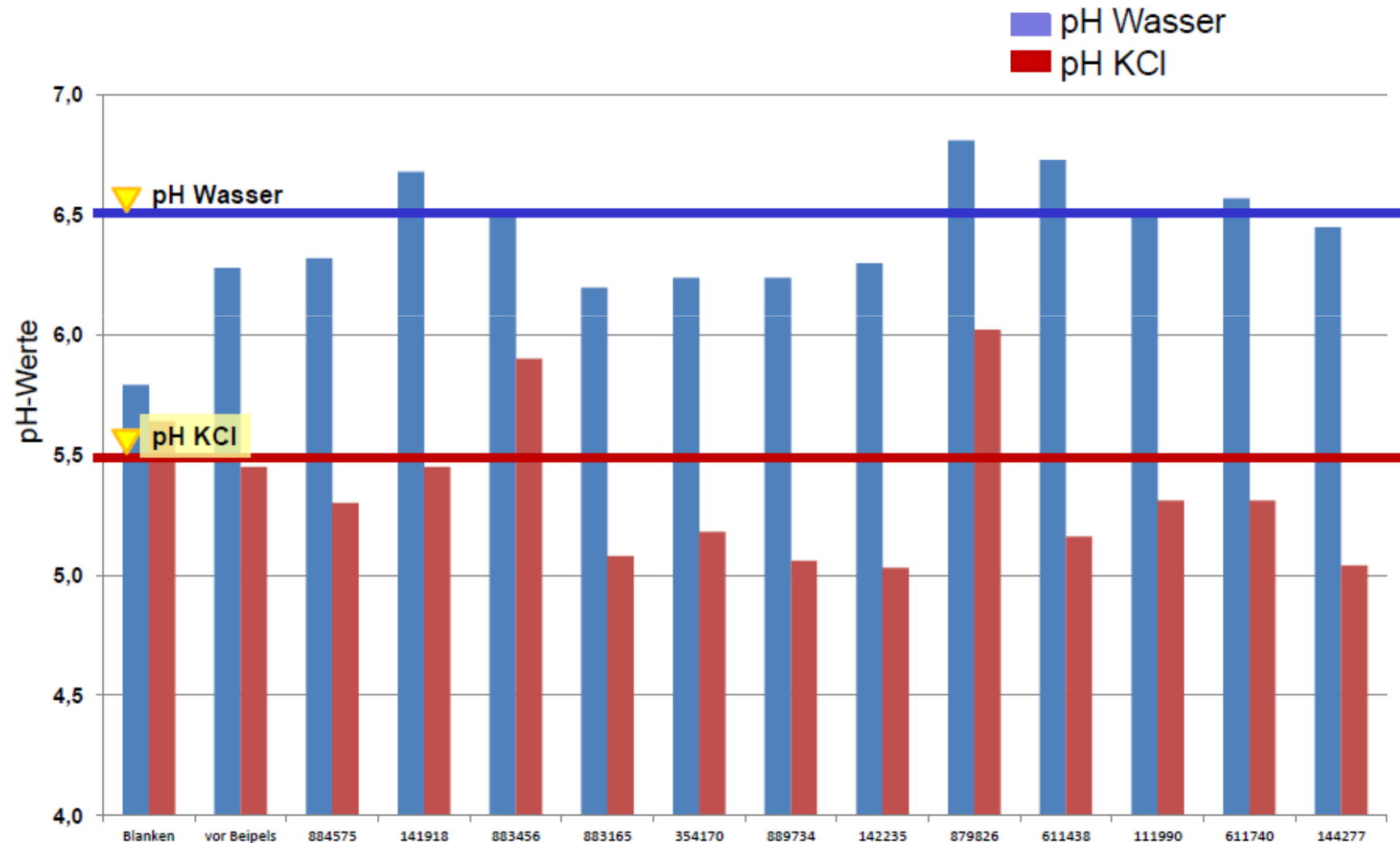
Wie sieht die Wirtschaftlichkeit einer Kalkung aus – Großversuch Mattfeldele 1997 – 2003

| Versuchsjahr | mit Kalk in dt / ha | ohne Kalk in dt / ha | Erlösdifferenz in EUR / ha | Kosten der Kalkung |
|---------------|------------------------|-------------------------|-------------------------------|-----------------------|
| 1997 | 122 | 121 | 7,20 | 262,50 |
| 1998 | 115 | 102 | 108,90 | 157,50 |
| 1999 | 133 | 72 | 549,00 | |
| 2000 | 140 | 134 | 54,00 | 108,50 |
| 2001 | 132 | 115 | 153,00 | |
| 2002 | 119 | 88 | 279,00 | |
| 2003 | 84 | 61 | 207,00 | |
| Summe 7 Jahre | 845 | 694 | 1358,10 | 528,50 |
| Durchschnitt | 121 | 99 | 194,0 | 75,60 |

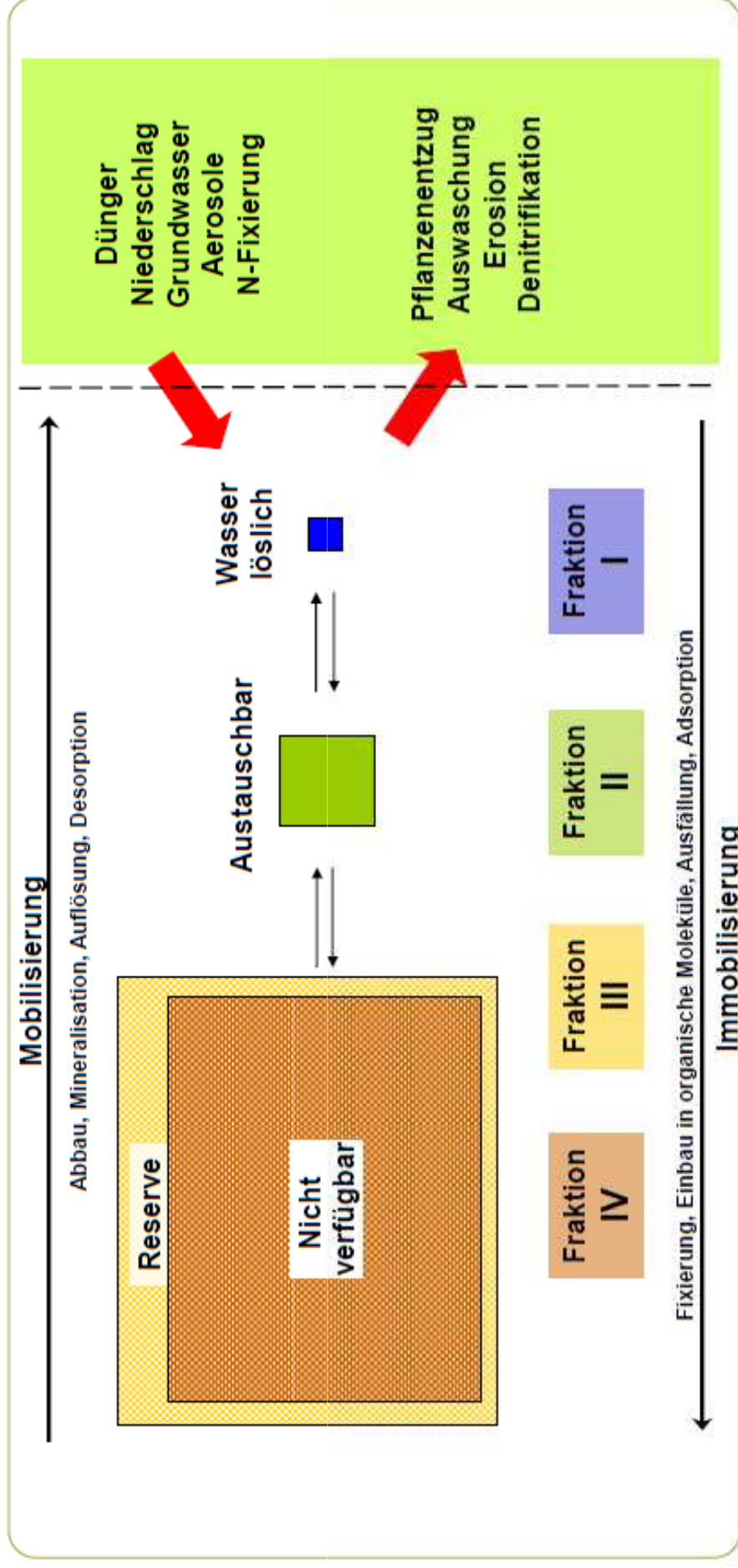
Gewinnsteigerung von 118 EUR / ha und Jahr im Durchschnitt

Wieviel muß ich düngen, kalken?

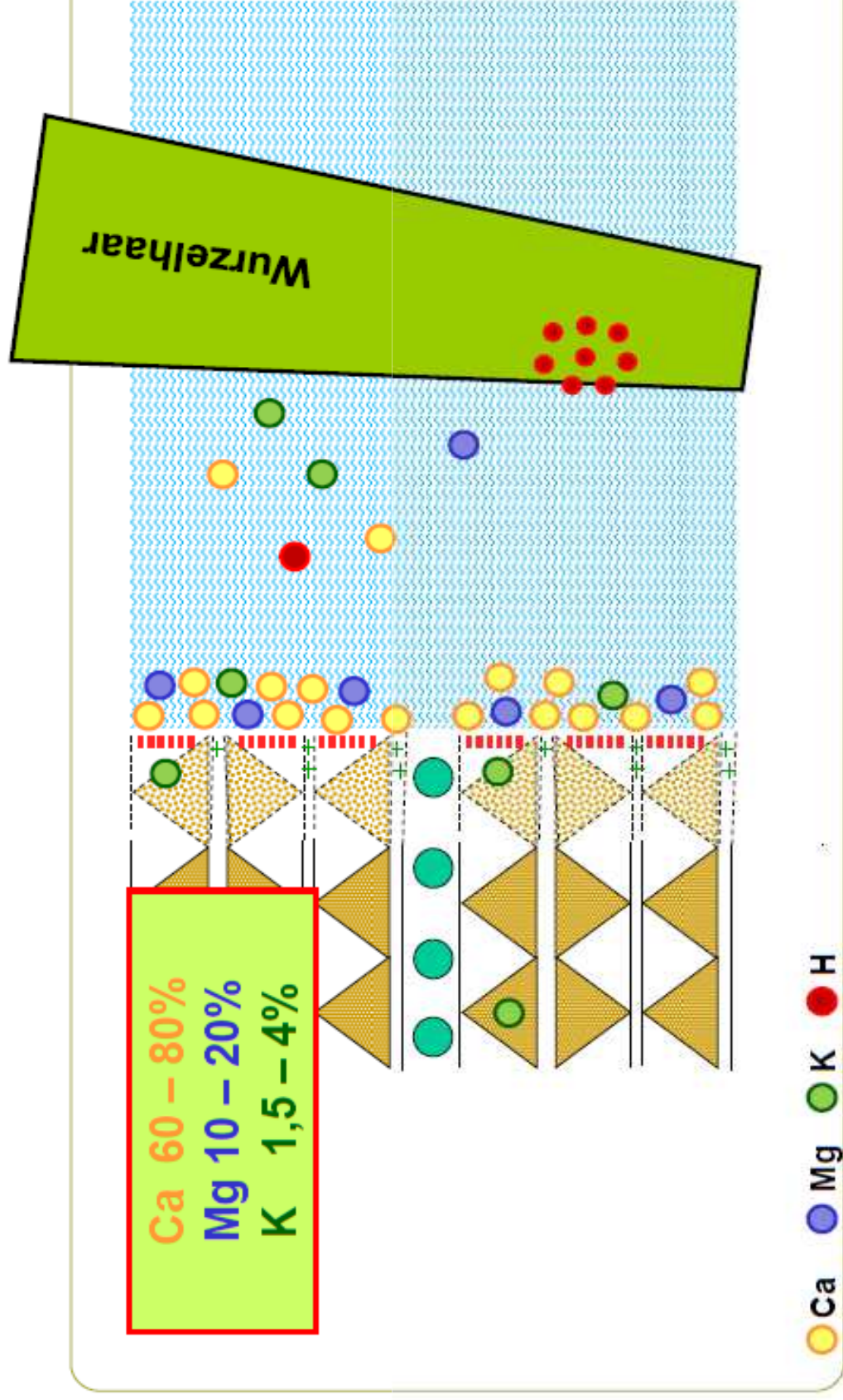
Übersicht: pH-Werte



Dynamik im Boden



Austauscherreaktion



- **Die Bodenlösung ...**
ist das wichtigste Medium der Pflanzenernährung. Die Wurzeln können ausschließlich gelöste Stoffe aufnehmen. Sie sollte eine Idealzusammensetzung der einzelnen Nährstoffe besitzen, da die Selektivität der Pflanzenaufnahme für bestimmte Nährstoffe nur aus der Ideallösung optimal funktioniert.
- **Sorptionskomplex**
Die organ. Substanz und die Tonteilchen können im Boden Nährstoffe anlagern und vor Auswaschung schützen. Da sie eine Ladung besitzen, wirken sie wie Magneten und werden als Sorptionskomplex / Austauscher bezeichnet. Die Anzahl der Ladungen, die angelagert werden können, wird Austauschkapazität genannt.

- **Die Basensättigung – BS ...**

der prozentuale Anteil der summe von Calcium, Ca, Magnesium, Mg, Kalium, K und natrium, Na an der potentiellen Austauschkapazität, CEP pot., sollte sich zw. 70 bis 90 % bewegen; davon der Anteil von Ca -> 60 – 80, von Mg->10 – 20 %, von K -> 1,5 – 4 %.

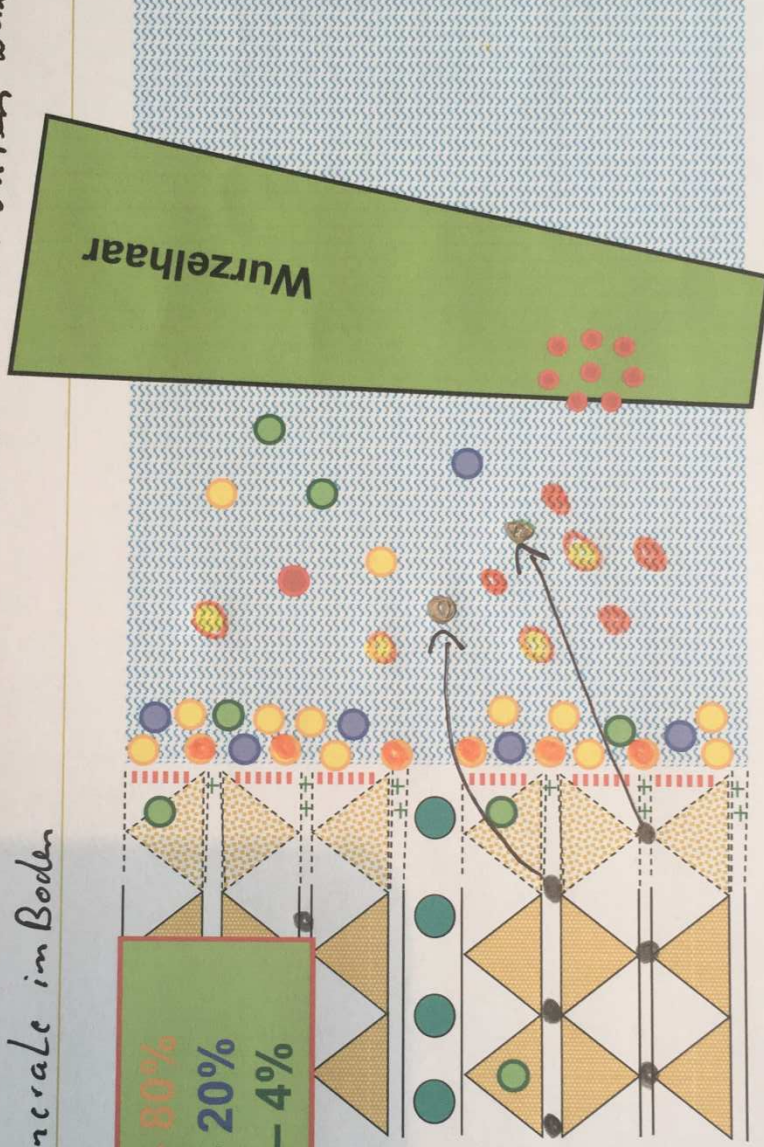
- Eine gute BS hat das Vermögen Säureeinträge in den Boden abzupuffern. Dabei werden Ca, Mg, K oder Na von der pot. Säure, den H⁺ Ionen, von den Austauschern verdrängt. Dieses Ca bindet sich dann in der Bodenlösung mit freiem NO₃ und Cl und wird ausgewaschen!!! Ca geht so auch den Pflazen als Nährstoff verloren. Bei fortschreitender Versauerung kommt es zu einer zunehmenden Blockade der Austauschkapazität durch die pot. Säure.

- Der pH-Wert sinkt weiter
- dadurch wird HL aus Tonmineralenfrei
- die pH-Spirale geht dadurch rasant nach unten weil...

Austauscherreaktion

Tonminerale im Boden

Ca 60 – 80%
Mg 10 – 20%
K 1,5 – 4%

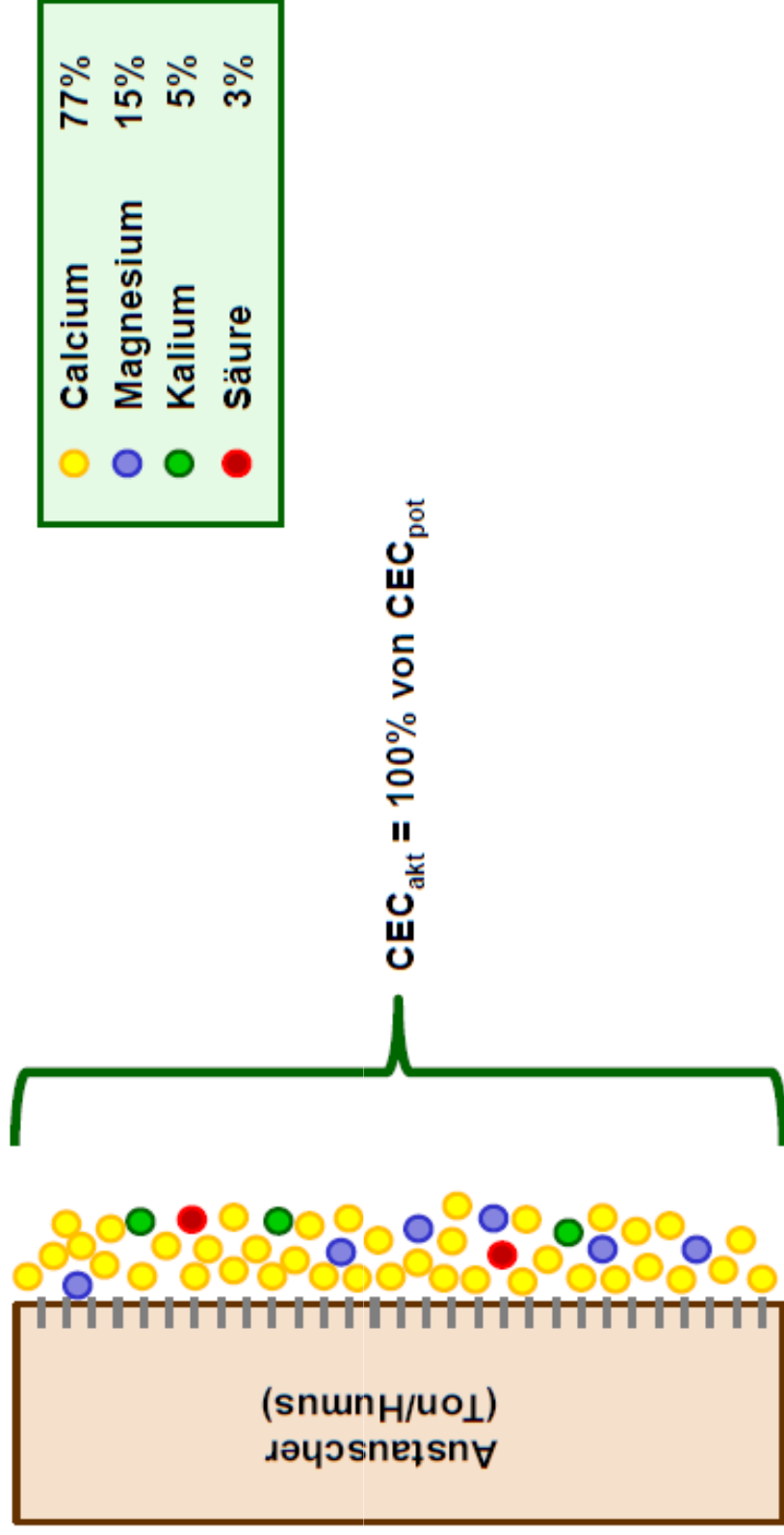


● Ca ● Mg ● K ● H ● HL
 ... weil HL^{3+} aus $H_2O \rightarrow OH + H$ OH^- anzieht
 + H^+ weiter freigesetzt \rightarrow pH \downarrow \rightarrow Schneeball

Frei werden von Aluminium bei zunehmender Versauerung

- **Wenn der PH-wert unter pH 5 sinkt, kann Aluminium aus den Schichtpaketen der Tonminerale gelöst werden und gelangt in die Bodenlösung.**
- **Da AL sehr reaktiv ist, verbindet es sich mit den OH- Ionen aus dem dissoziierendem Wasser der Bodenlösung und senkt durch die übrig bleibenden H⁺ Ionen den PH-Wert noch stärker!!**

Sorptionskomplex optimal ($\text{CEC}_{\text{pot}} = \text{CEC}_{\text{akt}}$)



Sorptionskomplex optimal ($CEC_{pot} = CEC_{akt}$)

5860:

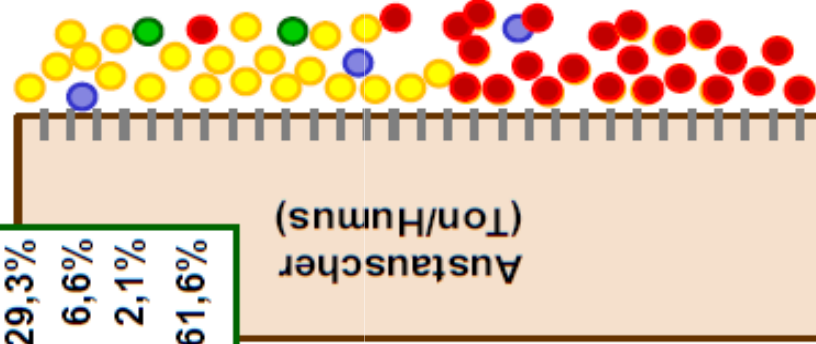
D: 4400 kg/ha

G 1010 kg/ha

C: 8690 kg/ha

K: 360 kg/ha

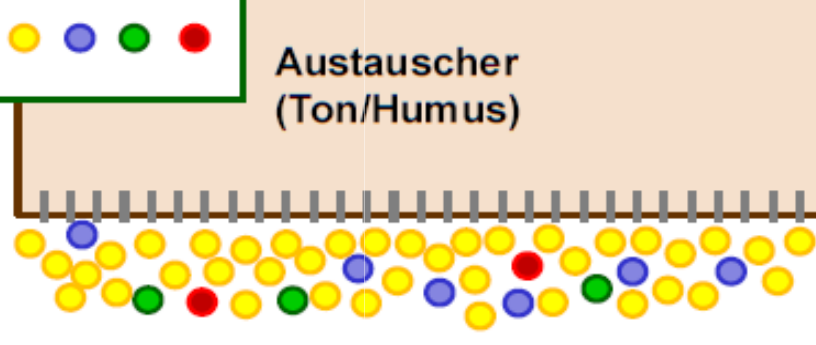
| | |
|----|-------|
| Ca | 29,3% |
| Mg | 6,6% |
| K | 2,1% |
| pS | 61,6% |



Melioration

D-G-C
o-i-p-s
l-o-m-i-t

| | |
|----|-----|
| Ca | 77% |
| Mg | 15% |
| K | 5% |
| pS | 3% |



Wieviel muß ich düngen, kalken?

- Zunächst mal für jeden Schlag die Rahmenbedingungen erfassen/definieren:
 - ✓ Bodenart
 - ✓ Bearbeitungs- Krumentiefe
 - ✓ Steinanteil

Berechnung von Bodenkennwerten

in Anlehnung an ASTA

Dichte 1,25 g/cm³, Steingeh. 18 %

Acker/Pflug

Acker/kons. Grünl.

Bearbeitungs-Durchwurzel.tiefe

25 cm

18 cm

13 cm

Bodenvolumen, BV in m³/ha

BV = 100 m x 100 m x Tiefe in m

2500 m³

1800 m³

1300 m³

Bodengewicht, BG in t/ha

BG = BV x Dichte

3125 t/ha

2250 t/ha

1625 t/ha

Sorptionsfähiges

Bodengewicht, sBG in t/ha

bei 18 % Steingehalt -> BG x 0,82

2563 t/ha

1845 t/ha

1333 t/ha

Anheb. NS-Gehalt um 5 mg/100g

sBG x 0,00005 kg NS = kg NS/ha

128 kg/ha

92 kg/ha

67 kg/ha

Beisp. ->Anheb. Phos. Von B-> C

mit Novaphos, 23 % P205

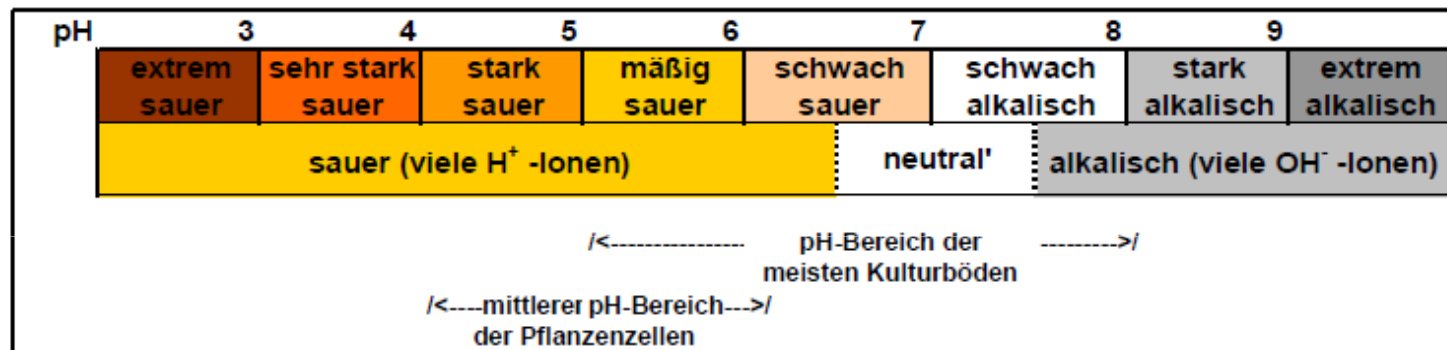
556 kg/ha

400 kg/ha

291 kg/ha

Wie viel muß ich, darf ich Kalken?

Die Bodenreaktion wird durch das Verhältnis der Säure-/Basenkonzentration in der Bodenlösung bestimmt und durch den **pH-Wert** dargestellt. Die pH-Skala reicht von 0 (sauer) über 7 (neutral) bis 14 (alkalisch, basisch).



Je nach Länder, spricht man von verschiedenen pH-Messungen:

- **pH_{CaCl2}** -potentielle Acidität (*acidité d'échange*, *acidité potentielle*), misst die H^+ -Ionenkonzentration in der Bodenlösung und auf dem Ton-Humuskomplex; ist die standartmäßige Messung hier zu Lande, weil bei der Kalkung die Kenntnis der potentiellen Acidität wichtig ist. (Luxemburg, Belgien, Deutschland)
- pH-Wasser- **pH_{H2O}** - auch aktuelle Acidität (*acidité active*) genannt, misst nur die freien H^+ -Ionenkonzentration in der Bodenlösung (Frankreich)

Wie viel muß ich, darf ich Kalken?

Gehaltsklassen und Kalkbedarf aufgrund des pH-Wertes

Folgende Tabelle gibt die Mengen an CaO an, die auf Acker- und Grünland ausbringen müssen um wieder eine optimale Situation (Klasse C) herzustellen.

| Gehaltsklasse | Ackerland | t CaO / 5Jahre | Grünland | t CaO/ 5 Jahre |
|----------------------|------------|----------------|------------|----------------|
| OM - mittel (Ösling) | | | | |
| A sehr niedrig | $\leq 4,9$ | 5,5-7,5 | $\leq 4,3$ | 2-3,5 |
| B niedrig | 5,0-5,5 | 2,5-5 | 4,4-4,9 | 1,5-2,5 |
| C gut | 5,6-6,3 | 1-2 | 5,0-5,7 | 0,5-1 |
| D hoch | 6,4-7,0 | 0 | 5,8-6,1 | 0 |
| E sehr hoch | $\geq 7,1$ | 0 | $\geq 6,2$ | 0 |

| | | | | |
|-------------------|------------|-------------------|---------------|---|
| A | B | C | D | E |
| Gesundungskalkung | Aufkalkung | Erhaltungskalkung | keine Kalkung | |

Wie viel muss ich, darf ich Kalken?

- Durch die Zufuhr von Kalkdüngern werden die potentielle Säure mobilisiert u. neutralisiert und der Anteil an Ca und Mg wieder in die optimalen Wertebereiche überführt. K wird über die Bodenreserve oder Düngung ergänzt.
- Wichtig ist die Zufuhr aller Stoffe um ausgewogenen Verhältnis, da man ansonsten die Verteilung der Kationen am Austauscher negativ beeinflusst.

Wie viel muss ich, darf ich Kalken?

- Es sollten auf jeden Fall nur langsam freisetzende Kalkdünger, also Carbonatdünger, verwendet werden um PH-Wert-Pik-Bildungen und starke PH-Wert-Schwankungen zu verhindern!!!
- Die Mengen an Dolomit/Gips/Kalk sollten pro Jahr 1500 – 1800 kg/ha CaCO_3 nicht überschreiten.
- Dies ist um so wichtiger, da es sich um eine Düngung im Wasserschutzgebiet handelt, auf Flächen mit hohen Humusgehalten.
- Die PH-Wert-Anhebung fördert die Mikroorganismen tätigkeit. Bei einer zu starken Belebung des Bodens kann es Stickstoff-Mineralisationschüben und damit zu Nitrat-Auswaschungen kommen.

Empfehlung zur Kalkung im LAKU-Gebiet

- **In den nächsten 4 Jahren werden auf allen Flächen, Grünland wie Acker, die einen pH unter 5,6 aufweisen(Bodenprobe belegt), eine jährliche Kalkung von 1500 kg/ha CaCO_3 empfohlen.
Im 1. Jahr empfehlen wir die Ausbringung als Dolomit, im 2 Jahr als CA-Carbonat, für das 3. + 4. Jahr folgen Kalkformenempfehlungen rechtzeitig.**
- **Nach 4 Jahr erfolgen weitere Unterfrauner-Analysen auf ausgewählten Flächen zur Ableitung der Sorptionskomplex-Entwicklung; parallel erfolgen die normalen VDLUFA Grundanalysen mit PH-Wert-Bestimmung .**

**Wie sehen jetzt die Düngerauswahl
und die Regularien für die
geförderte Umsetzung der Kalkung
im LAKU-Gebiet aus???**

***Kalk ist
nicht Alles . . .
. . . aber ohne Kalk ist
Alles nichts!***