



landwirtschaftskammer
steiermark

**Sorptionskomplex,
Kalkbedarf**

Dr. Heinrich Holzner, LK
Stmk

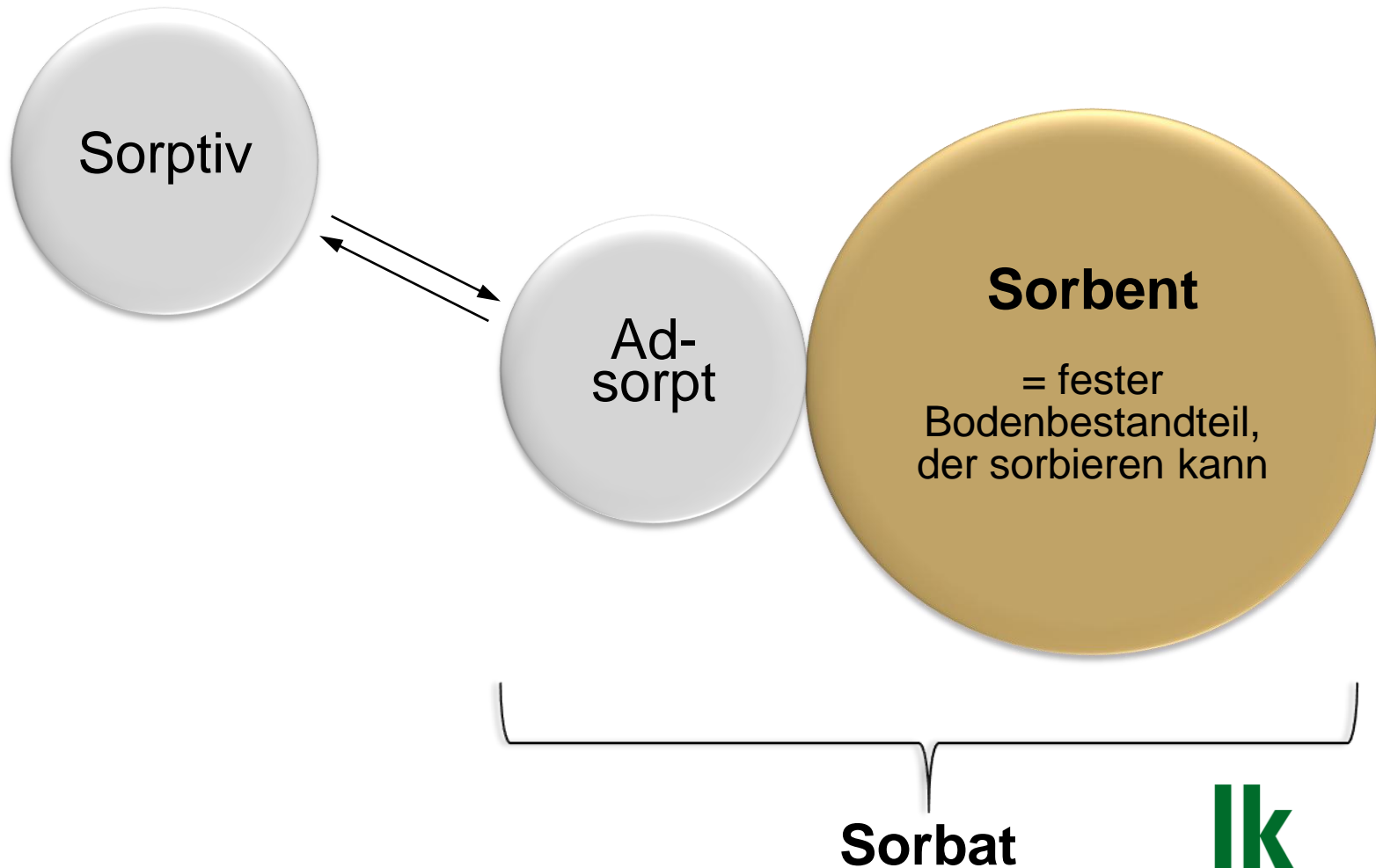
Was ist „Sorptions“?

Sorption ist der Überbegriff für Reaktionen, die an den Oberflächen fester Bodenbestandteile ablaufen.

Dabei können gasförmige und gelöste Stoffe an feste Oberflächen angelagert (**Ad**sorption) beziehungsweise von festen Oberflächen abgegeben werden (**De**sorption).

Ad- und Desorption können Teilreaktionen von Fällungs- und Lösungsvorgängen sein.

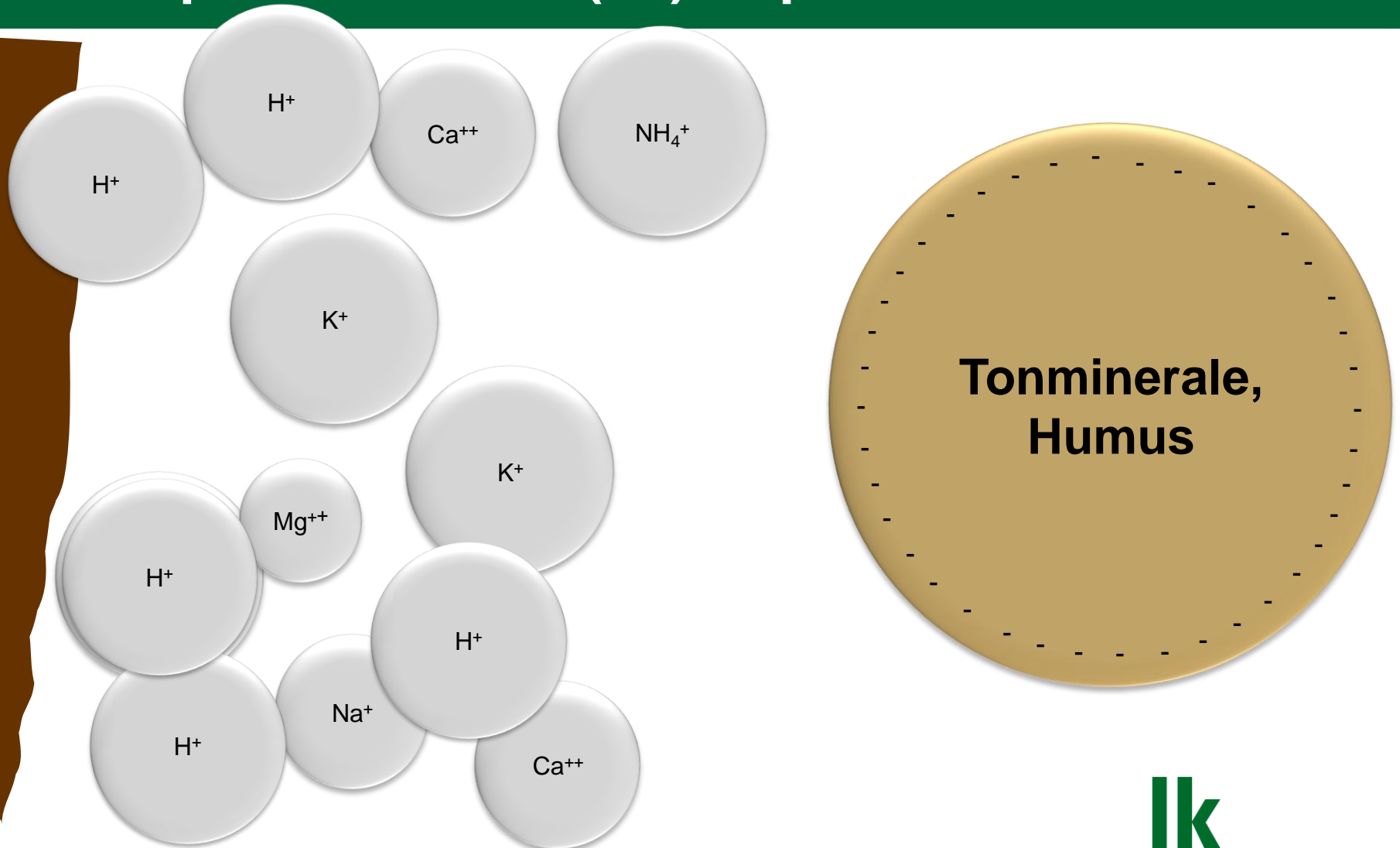
Die „Mitspieler“ bei der Sorption



Arten der Sorption

- Sorption durch **elektrostatische Kräfte** => Ionenaustausch
 - Kationensorption (Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+ ...)
 - Anionensorption (NO_3^- , H_2PO_4^- , SO_4^{--} ...)
- durch **kovalente Kräfte**
 - z.B. Komplexbildung (z.B. P oder Schwermetalle an Humus)

Prinzip der Kationen(de)sorption



Einflussgrößen auf Kationensorption bzw. Kationenaustauschkapazität (KAK)

-1

„äußere“ Oberfläche der Bodenteilchen:

- Mehr Oberfläche => mehr negative Ladungen => höhere Sorptionskraft
- Je „feiner“ das Material, um so größer ist die Oberfläche bei gleicher Masse, d.h. Ton > Schluff > Sand

Vergrößerung der Gesamtoberfläche durch Verkleinerung des Durchmessers bei gleich bleibendem Gesamtvolumen der festen Bestandteile von einem Liter

Fraktion	Durchmesser [m]	Volumen [l] Einzelteil	Volumen [l] alle Teile	Anzahl Teile	Oberfläche Einzelteil [m ²]	Oberfläche alle Teile [m ²]
Sand	0,002	3,35103E-05	1	29842	5,02655E-05	1,5
	0,000063	1,04739E-09	1	954750166	4,98759E-08	47,6
Schluff	0,000002	3,35103E-14	1	29841551829730	5,02655E-11	1500,0
	0,000000063	1,04739E-18	1	954750165520254000	4,98759E-14	47619,0

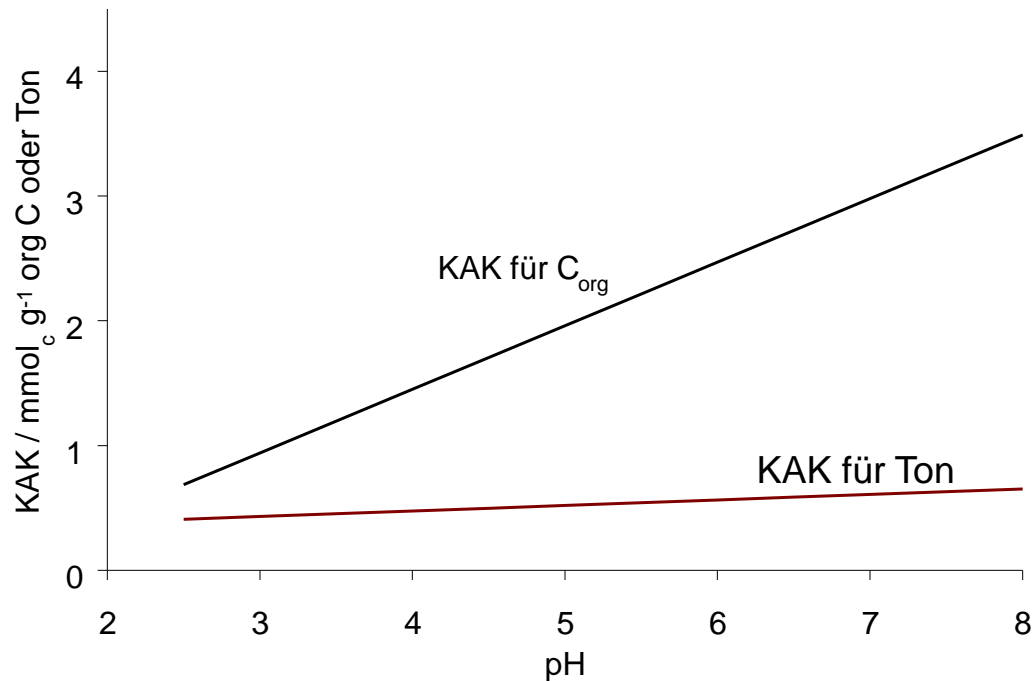


landwirtschaftskammer
steiermark

„innere“ Oberflächen

- Mehr Tonmineralzwischenschichten => höhere Sorptionskraft
- „Zweischicht“-Tonminerale (z.B. Kaolinit) haben eine ausgeglichene Ladung und damit nur geringe Sorptionskraft
- Dreischicht“-Tonminerale:
 - Illite, Glaukonite: Kalium bereits fix eingebaut, wird nur schwer freigesetzt
 - Vermiculite können K^+ einlagern und zu Illiten „schrumpfen“ => Kalifixierung
 - Smectite können Wasser einlagern => starke Quellung bis zur Destabilisierung (v.a. unter Einfluss von hydratisierendem Na^+)
 - Sekundäre Chlorite: bei niedrigem pH Einlagerung von Al-Hydroxykationen => Absenken der Sorptionskraft; Gegenmaßnahme: Kalk

- Humusgehalt und pH-Wert



Quelle: Scheffer, Fritz, 2002: Lehrbuch der Bodenkunde Scheffer / Schachtschabel –
15. Auflage / Neubearb. und erw. von Hans-Peter Blume ... Heidelberg 2002
ISBN 3-8274-1324-9

„Normalzustand“ Soll-Belegung des Kationen-Sorptionskomplexes

Nährstoff	Soll-Anteil in %
Kalzium (Ca)	60 - 90
Magnesium (Mg)	5 - 15
Kalium (K)	2 - 5
Natrium (Na)	weniger als 1

Kalken – wozu?

Durch die Kalkung werden dem Boden wichtige Basen (Ca und ggf. Mg) zugeführt. Der Zweck ist:

- Ausgleich des Basenverlusts durch Auswaschung:
rund 200 bis 400 kg CaO je ha und Jahr
- Ausgleich der Basenverlusts durch Pflanzenentzug:
CaO + MgO rund 100 (bis 250) kg je ha und Jahr
- Ausgleich der Versauerung durch Nitrifikation und saure Dünger

Dünger	Kalkzehrung in kg CaO je	
	dt Produkt	100 kg N
Kalkammonsalpeter	13	48
Harnstoff	46	100
Ammonsulfat	63	300

=> Stabilisierung / Anstieg des pH-Werts

Kalkmengen

Erhaltungskalkung

In regelmäßigen Abständen vorgenommene Kalkung im Ausmaß von 400 bis 600 kg CaO je Hektar und Jahr – meist auf eine Gabe von ca. 1.500 kg CaO je Hektar und drei Jahren zusammengefasst

Aufkalkung

Mit Hilfe einer Bodenuntersuchung festgestellter „Reparaturbedarf“.

- zwei pH-Messungen (in CaCl_2 und in Acetat)
- Berechnung des Kalkbedarfs mit einer Formel

$$\text{Kalkempfehlung [t CaO/ ha]} = \frac{\text{pH}_{\text{Ziel}} - \text{pH}_{\text{CaCl}_2}}{10 \cdot (7 - \text{pH}_{\text{CaCl}_2})} \cdot (5703,8 - 2575,8 \cdot \text{pH}_{\text{Ac}} + 388,7 \cdot \text{pH}_{\text{Ac}}^2 - 19,59 \cdot \text{pH}_{\text{Ac}}^3) \cdot 8,4$$

Bei Aufkalkungsempfehlungen über 1.500 bis 2.000 kg CaO je Hektar wird eine Aufteilung auf mehrere Jahre empfohlen (sonst „Kalkschock“)

Allgemeine Anforderungen an Kalke (lt. Düngemittelverordnung)

- **Feinheit**

- 100% Siebdurchgang bei 1 mm
- 80% Siebdurchgang bei 0,3 mm
- Gekörnte Produkte: 97% bei 8 mm

- **Kalkgehalt**

- Mind. 30% MgO+CaO, bezogen auf das Produkt
(bei feuchten Produkten im feuchten Zustand)

Kalkformen

„Grundformen“

Kohlensaurer Kalk / Kohlensaurer Mg-Kalk

- langsame, „sanfte“ Wirkung, geringe Wasserlöslichkeit
- mind. 90% $\text{MgCO}_3 + \text{CaCO}_3$
- „kohlensaurer Mg-Kalk“ ab 15% MgCO_3

Brantkalk und Kalziumhydroxid

- „scharf“ durch hohen pH-Wert
- braucht Wasser zum Löschen ($\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \Rightarrow \text{Ca(OH)}_2$)
- „Entschärfung erst durch „Abbinden“ ($\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 \Rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$)
- geeignet für schwere Böden und speziell kalkbedürftige Kulturen
- Mind. 90% $\text{CaO} + \text{MgO}$

Mischkalk / Mg-Mischkalk

- Wirkung zwischen Brantkalk und ks. Kalk
- Mind. 60% CaO - + MgO - Äquivalent

Kalkformen „Spielarten“

Chemisch den kohlensauren Kalken zuzuordnen

- Carbokalk (Zuckerindustrie)
 - Sehr fein
 - Enthält N und P => Achtung – in Düngebilanz mitrechnen!
- Algenkalke, Korallenkalke
- Schwarzkalk (aus der Kalkstickstoffproduktion)

Kalziumhydroxidhaltige Kalke:

- Carbidkalk (> 50% $\text{Ca}(\text{OH}_2)$)

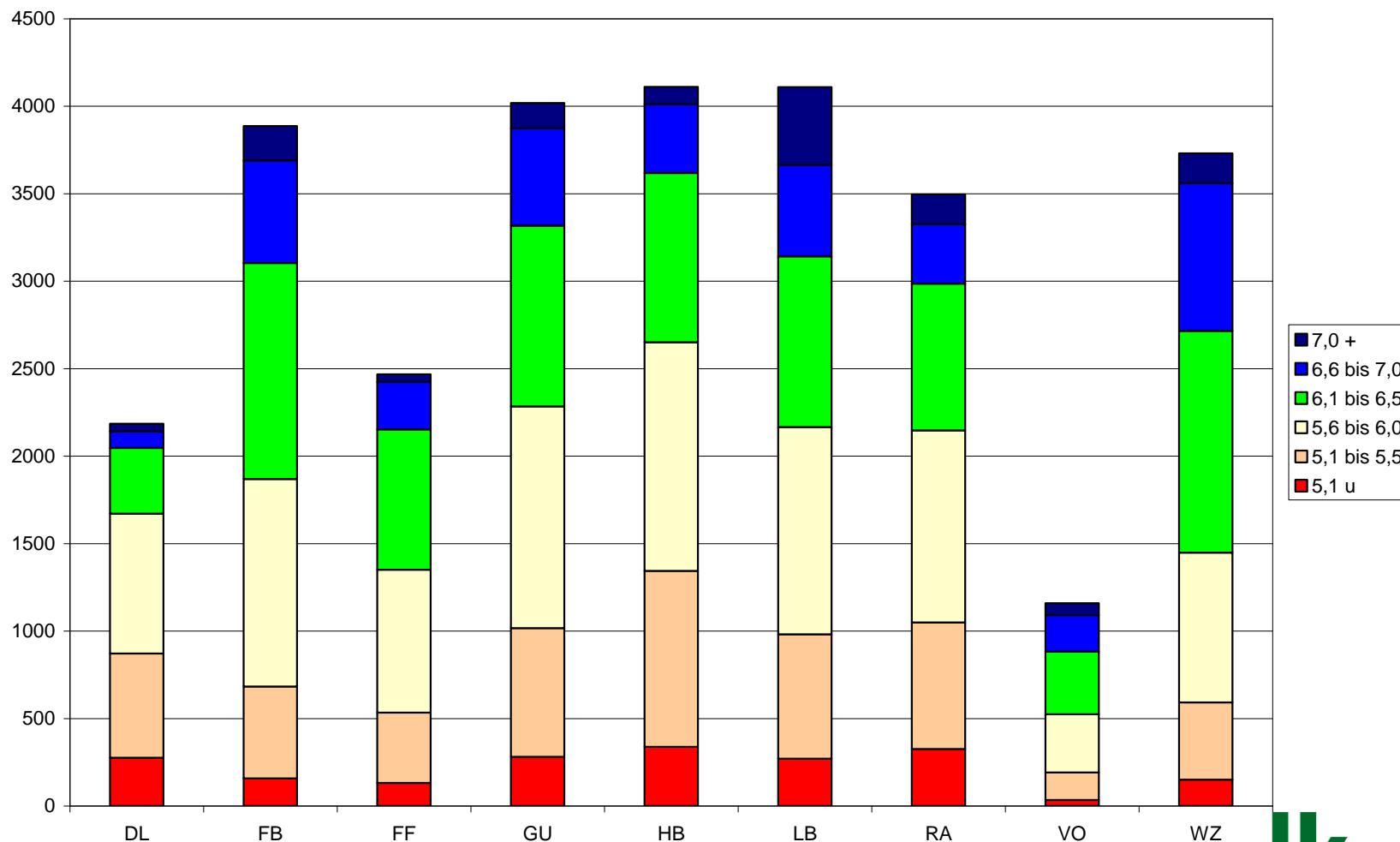
Silikatreiche Kalke:

- Konverterkalk, Thomaskalk: aus der Eisenverhüttung – Achtung auf Schwermetalle (Cr)!

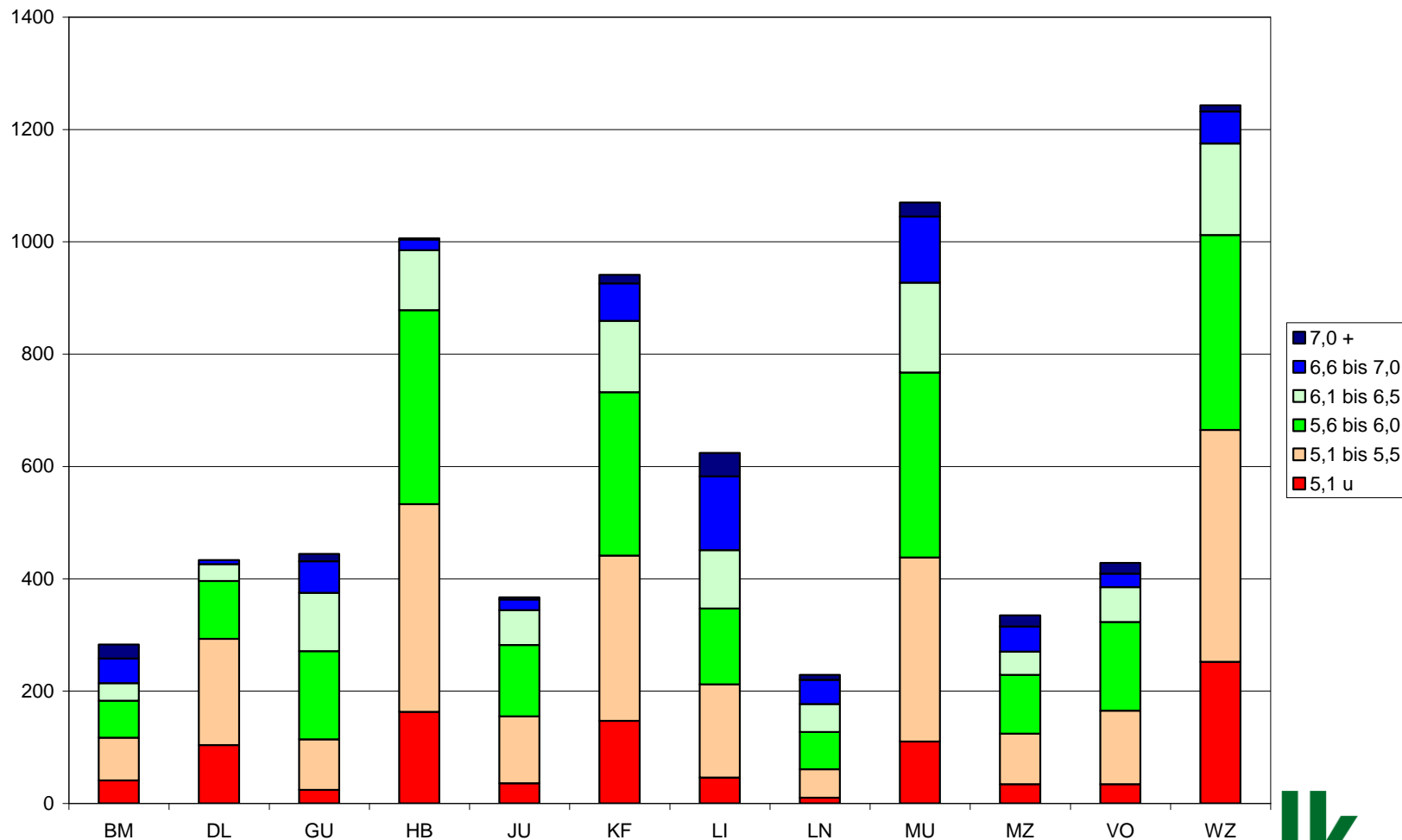
Allgemeine Empfehlungen zum Kalken

- Vermischen, nicht vergraben!
- Mahlfeinheit beachten (v.a. bei Aufkalkung)
- Staubarme Ausbringung (Schneckenstreuer mit Staubschürze)
- Nicht zusammen mit Spurenelementen (Blockade)
- Nicht zusammen mit ammoniumhältigen Düngern
 - (Brannt-)kalk => Wirtschaftsdünger: eine Woche
 - Wirtschaftsdünger => (Brannt-)Kalk: drei Wochen oder 20 mm Niederschlag

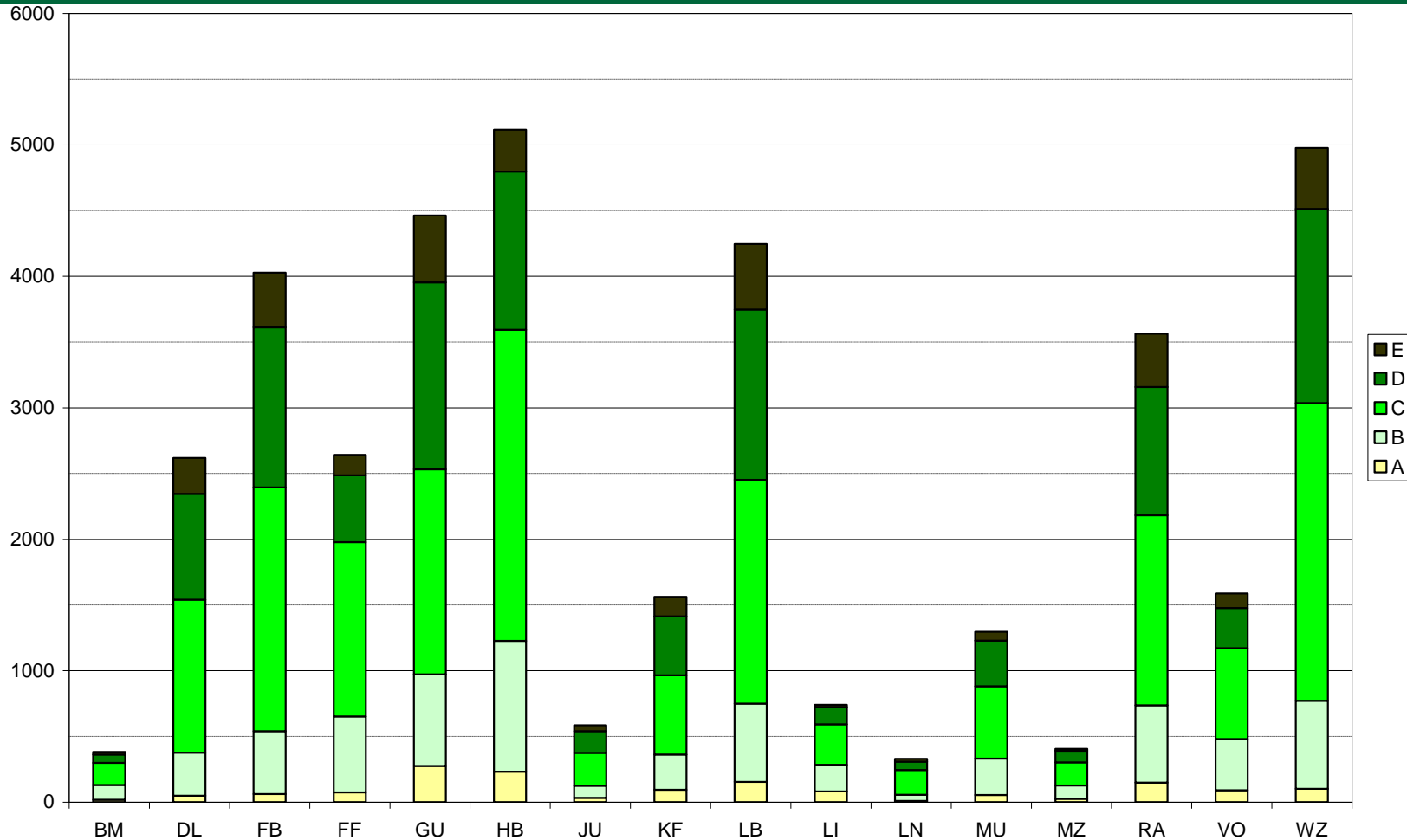
Situation in der Steiermark pH-Werte in Ackerland seit 1999



Situation in der Steiermark pH-Werte in Grünland seit 1999



Situation in der Steiermark Kaliversorgung von Acker- und Grünlandböden



Zusammenfassung

- Die Sorption ist aus pflanzenbaulicher Sicht die wichtigste Form der Nährstoffbindung im Boden
- Der Sorptionskomplex ist im Grundaufbau vorgegeben, kann aber durch die Bewirtschaftung beeinflusst werden. Positiv sind
 - Regelmäßige pH-Regulierung und
 - Zufuhr / Erhalt organischer Substanz
- Erhaltungskalkung oder Aufkalkung? => aktuellen Bodenzustand und pH-Ziel berücksichtigen => BODENUNTERSUCHUNG
- Kalkform: abhängig von der gewünschten Wirkgeschwindigkeit (Brantkalk = schnell, ks.Kalke = langsam); Mahlfineinheit beachten!
- Steiermark:
 - $\frac{1}{4}$ der Ackerböden haben Aufkalkungsbedarf
 - Kaliumversorgung auf Acker- und Grünland ziemlich ausgeglichen, wenig Korrekturbedarf

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!