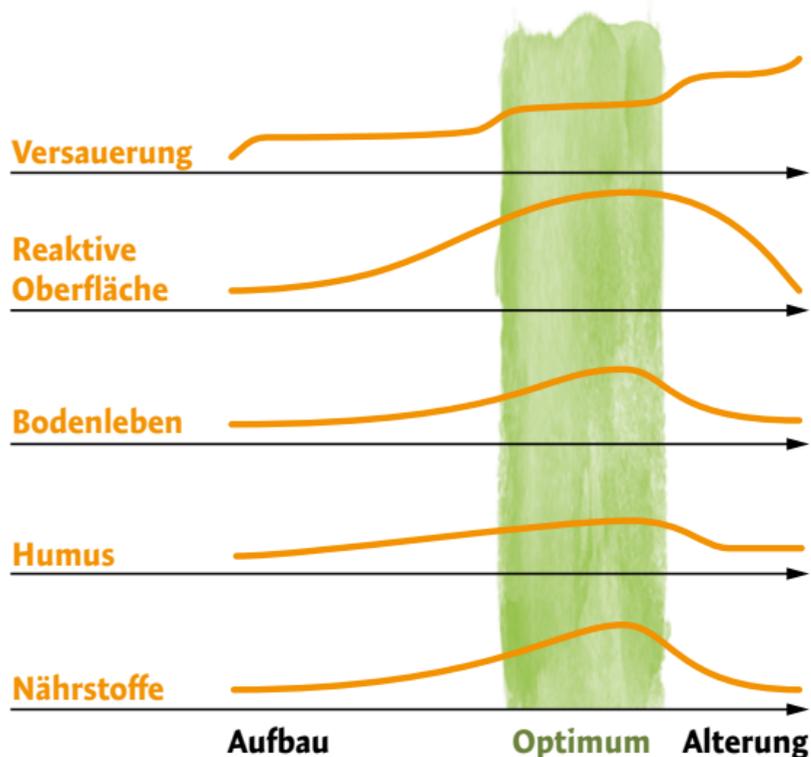




## Böden sind sich verändernde Ökosysteme



## Böden stehen zunehmend unter Druck

Die Gesellschaft fordert vielfältige Leistungen des Bodens:

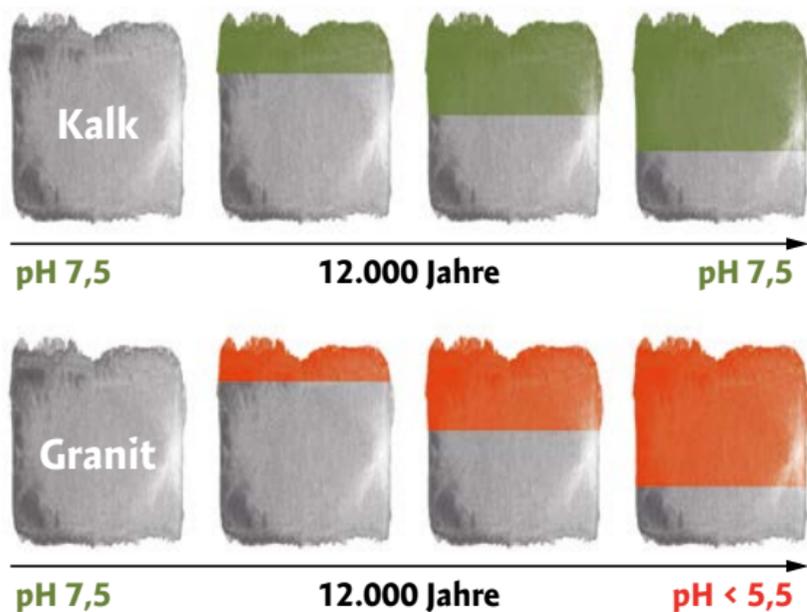
- » Produktion von Lebensmittel
- » Produktion von Energiepflanzen
- » Puffer für Niederschlagswasser
- » Filter zum Säubern von Trinkwasser
- » Speicherung von Kohlenstoff

Durch starke Beanspruchung ohne ausreichende Pflegemaßnahmen befinden sich bereits über 80% der Böden in der Alterungsphase!

**Oft muss das Säurepuffersystem gestärkt werden!**

## Böden sind verschieden

Ob und wie schnell ein Boden versauert hängt stark vom Ausgangsmaterial zur Bodenbildung ab.



## Pufferkapazität

Der pH-Wert des Bodens verändert sich nicht **linear**. **Säuren** aber auch **Basen** können im Boden gepuffert werden. Erst wenn ein Puffersystem ausgeschöpft ist und der Boden in das nächste Puffersystem übergeht, verändert sich der pH-Wert **sprunghaft**.

Seit etwa 12.000 Jahren unterliegen unsere landwirtschaftlichen Böden dem Einfluss von Säuren.

Böden mit großer **Pufferkapazität** (kalkhaltige Böden) befinden sich immer noch im neutralen pH-Bereich. Böden mit geringer Pufferkapazität (Böden aus Granit, Gneis, Sand,...) weisen oft schon pH-Werte im sauren/stark sauren Bereich auf.

## Versauerungssumme pro Hektar und Jahr

Ein Teil der Säurebelastung ( $H^+$ ) von Böden stammt aus atmosphärischen Einträgen. Der weitaus größere Teil entsteht im Boden durch biologische und chemische Prozesse.

<b>Niederschlag</b>	<b>1 bis 5 kg <math>H^+</math></b>
<b>Bodenatmung</b>	<b>bis 10 kg <math>H^+</math></b>
<b>Wurzelausscheidungen</b>	<b>0,4 bis 2 kg <math>H^+</math></b>
<b>Oxidationsprozesse</b>	<b>1 bis 8 kg <math>H^+</math></b>
<hr/>	
<b>Gesamte Säurebelastung</b>	<b>12 bis 25 kg <math>H^+</math></b>

## Ausgleichsmaßnahme

Als Ausgleichsmaßnahme zur Neutralisation der jährlichen Säurebelastung ist die Zufuhr von 360 bis 750 kg/ha **Carbonat** ( $CO_3^{2-}$ ) notwendig. Dies entspricht 600 bis 1250 kg  $CaCO_3$ ! Sehr günstig wirkt sich die **Mischung** verschiedener Carbonate aus, z.B. aus **Kalk** und **Dolomit**.

Bei Böden im Gleichgewicht reicht die Zufuhr im 3 Jahresrhythmus.

12 bis 25 kg  $H^+$  = 360 bis 750 kg  $CO_3^{2-}$



**600 bis 1250 kg/ha**  
**Mischung aus Kalk und Dolomit**

## pH-Wert im Wasser

### Indikatorstreifen oder pH-Elektrode



**Feld-Methode:** 1 Volumseinheit Boden (Vol EH) wird mit 2,5 Vol EH destilliertem Wasser geschüttelt. In der überstehenden Lösung wird mittels Indikatorstreifen oder pH-Elektrode der pH-Wert bestimmt.

## Aussagekraft

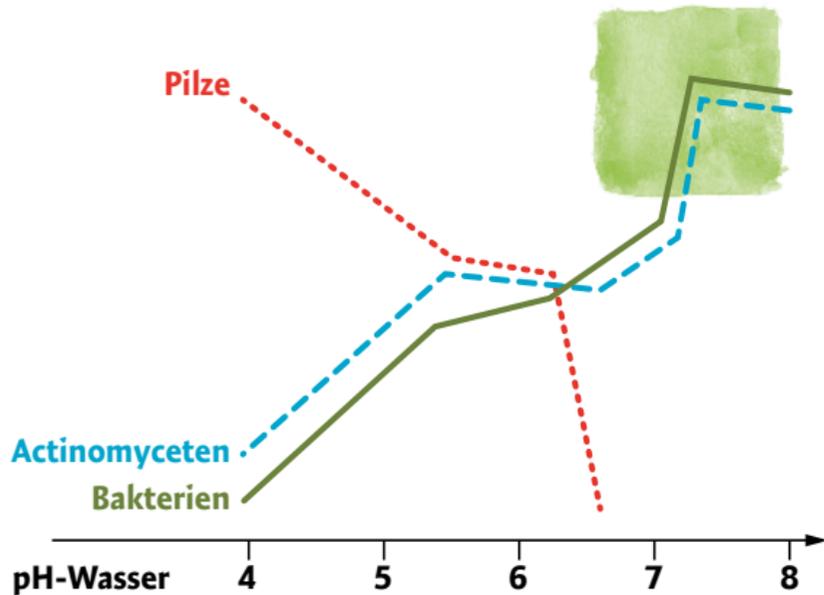
Der pH-Wert im Wasser umfasst die Summe der gelösten **Säuren in der Bodenlösung**, vorwiegend Kohlensäure, Oxalsäure, Apfelsäure, Zitronensäure.

**Mikroorganismen** leben in den Wasserfilmen an Oberflächen von mineralischen und organischen Bodenteilen. Das Artenspektrum, die Individuenanzahl und deren Aktivität hängen vom Säuremilieu ab.

**Nährstoffspezies:** Je nach Säuremilieu tragen Stoffe eine unterschiedliche Anzahl an Ladungen. Je geringer die Ladung, desto leichter wird der Nährstoff von Pflanzen aufgenommen (siehe Phosphor).

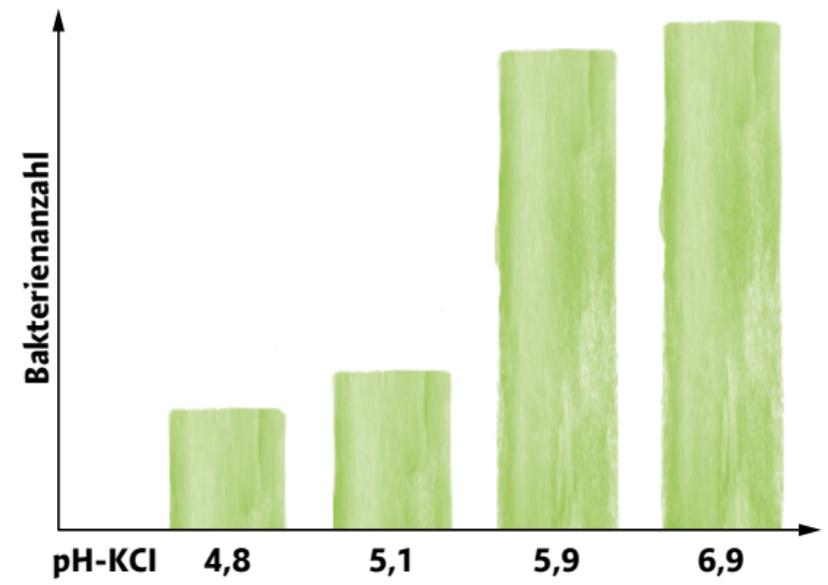
**pH-Wasser: Optimal 6,5 bis 7,5**

## pH-Wasser und biologische Aktivität



**pH-Wasser: Optimal 6,5 bis 7,5**

## pH-KCl und Bakterienanzahl



**pH-KCl: Optimal 5,9 bis 6,9**

## pH-Wert im Neutralsalz (KCl oder CaCl<sub>2</sub>)



**Feld-Methode:** Boden wird mit Indikatorflüssigkeit (KCl plus Farbindikatoren) überstaut. Das Kalium (K) mobilisiert austauschbare Säure im Boden, welche zur Farbreaktion führt.

## Aussagekraft

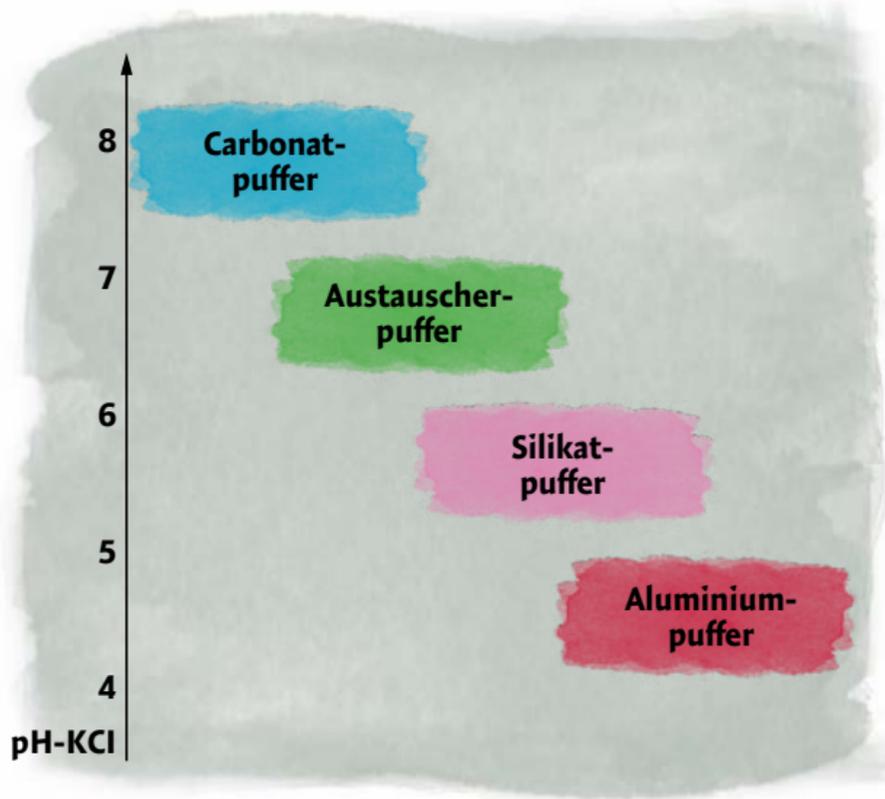
Der pH-Wert im Neutralsalz umfasst neben den **gelösten** Säuren (siehe pH-Wasser) noch die austauschbaren Elemente H<sup>+</sup>, Al<sup>3+</sup>, Fe<sup>2+</sup>, Mn<sup>2+</sup>, welche nach dem Austausch vom Sorptionsträger Säuren bilden (**austauschbare Säuren**).

Der pH-KCl dient zur Einordnung des Bodens in sein **Puffersystem**.

**Der pH-KCl Wert reicht nicht für eine Kalkungsempfehlung aus.**

**Optimal 5,9 bis 6,9**

## Puffersysteme wirken kaskadenartig



## Puffersysteme

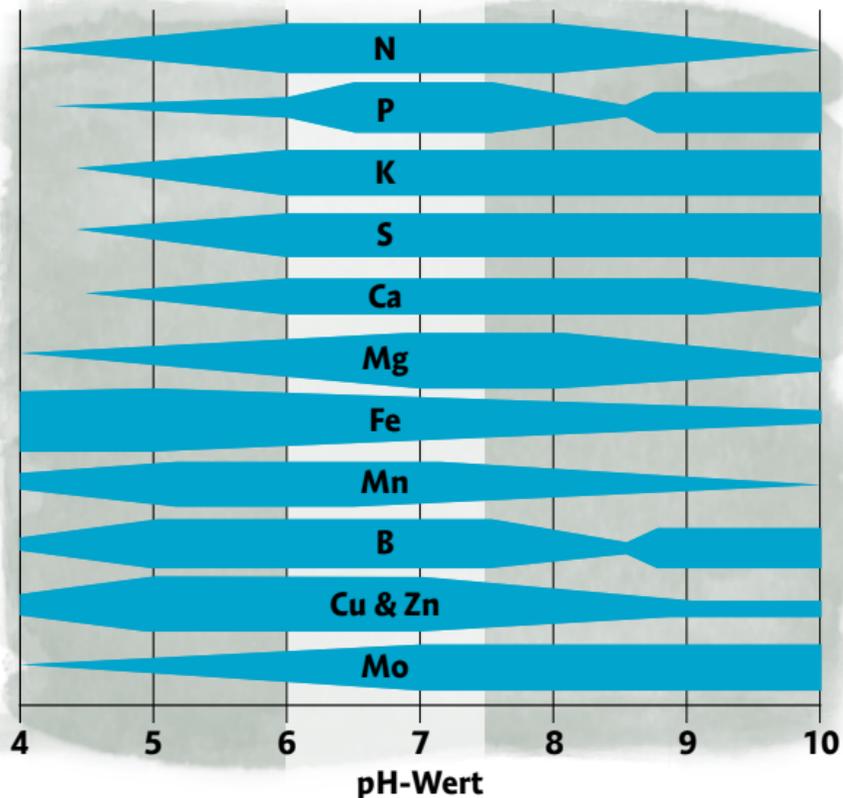
Der pH-KCl zeigt an, in welchem Puffersystem sich ein Boden befindet. Es können keine Aussagen zur Pufferkapazität abgeleitet werden!

**Carbonatpuffer:** Carbonate im Boden (kalkhaltige Böden) neutralisieren Säuren rasch. Die dynamischen Prozesse sind eingeschränkt. **Versauernd** wirkende Maßnahmen anwenden!

**Austauscherpuffer:** anzustrebender/zu erhaltender Bereich, **günstig** für die meisten Bodenfunktionen. Durch Austauscherprozesse wird Säure an die Austauscher angelagert (gepuffert), gleichzeitig werden Nährstoffe (Ca, Mg, K,...) mobilisiert.

**Silikatpuffer:** ab pH-KCl < 5,5 beginnt sich Aluminium (Al) aus den Silikaten zu lösen, Tonminerale zerfallen! **Akuter Handlungsbedarf!**

## Verfügbarkeit von Nährstoffen



## pH-Wert und Nährstoffe

Der pH-Wert beeinflusst die **Verfügbarkeit** und Löslichkeit von Nährstoffen und Schadelementen sowie deren Speicherung und Verlagerung im Boden.

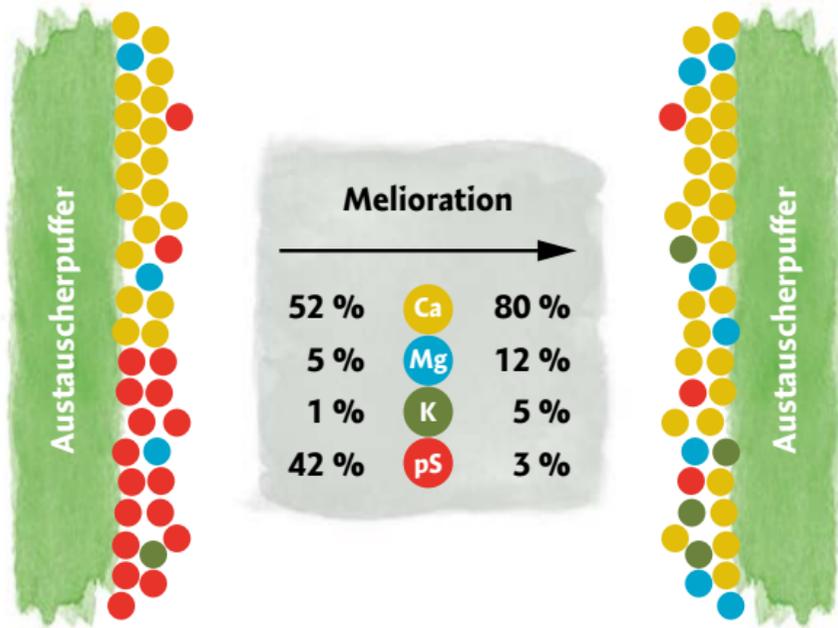
Im **neutralen** Bereich ist die Aufnahme von Calcium, Magnesium, Phosphor, Stickstoff, Schwefel, Kalium und Bor sehr effizient.

Im **sauren** Bereich sind Eisen, Kupfer, Zink und Mangan gut verfügbar.

Im **alkalischen** Bereich steigt die Verfügbarkeit von Molybdän an.

**Die beste Ausnutzung aller Nährstoffe erfolgt bei pH-Werten zwischen 6,0 und 7,5**

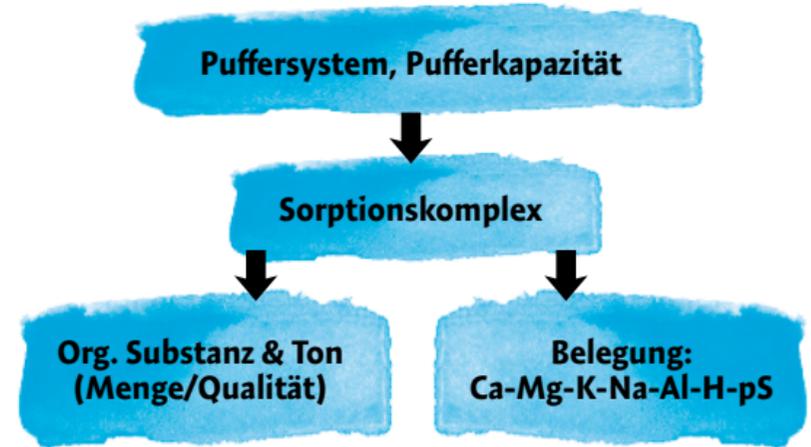
## Abstimmung auf den Standort



Eine spezifische Mischung aus Dolomit/Gips/Calk neutralisiert potenzielle Säuren (pS) und überführt Ca, Mg und K in optimale Wertebereiche.

## Analytische Erfassung des Säuresystems

pH-Werte sind Summenparameter (vgl. Temperatur bei Menschen). Zum Verständnis der Reaktionen und zur Ableitung von Maßnahmen müssen zusätzliche Parameter erhoben werden.



Besonders eignet sich dazu das Verfahren der **Fraktionierten Bodenuntersuchung**.

## Dolomit / Gips / Calk



**DGC** neutralisiert **Säuren**, optimiert den **Sorptionskomplex** und trägt wesentlich zur Calcium-, Magnesium- und Schwefelversorgung der Kulturpflanzen auf **kalkfreien** und **kalkhaltigen** Böden bei.

Die Ausbringung kann ganzjährig erfolgen, z.B. im Herbst auf begrüntem Flächen (Winterungen).

## Melioration

Auf Basis der Ergebnisse der fraktionierten Bodenuntersuchung wird eine **individuelle** Mischung aus feinvermahlenem **DGC** hergestellt.

**Reaktivität:** Die Wirkung erfolgt durch Reaktionen an den Oberflächen. Fein vermahlene Produkte reagieren wesentlich schneller als gröbere Produkte.

**Körnung**  
1 - 2 mm

**Oberfläche**  
0,00113 m<sup>2</sup>/g

**Körnung**  
0,1 - 1 mm

**Oberfläche**  
0,0113 m<sup>2</sup>/g

**Körnung**  
< 90 µm

**Oberfläche**  
1,13 m<sup>2</sup>/g

**Kein Kalk-Schock:** Die Komponenten des DGC reagieren aufgrund ihrer chemischen Formulierung verschieden schnell.



## Stärkung der Pufferkapazität

Keine pauschale Kalkung! Die Produkte und Mengen müssen auf Bodenparameter abgestimmt sein. Eine spezifische Mischung aus hochwertigem Dolomit/Gips/Calk fördert und erhält die Bodenfruchtbarkeit.

[www.duenger-akra.at](http://www.duenger-akra.at)

**Ökologisch & Ökonomisch**

**Problemstellung:** Versauerte, degradierte Flächen bringen kaum Ertrag und werden oft aus dem Betriebsplan genommen.

**Beratung/Analyse:** Mitarbeiter der Karner Düngerproduktion evaluieren die Situation vor Ort. Zur Bewertung der Ausgangssituation kann eine **fraktionierte Bodenuntersuchung** notwendig sein.

**Umsetzung:** Auf Basis der Analysenergebnisse wird zur Melioration eine individuelle Mischung aus DGC berechnet.

**Erfolg:** Durch das konsequente Umsetzen des AKRA Düngesystems können degradierte Flächen wieder in den Betriebsplan übernommen werden und gute Erträge liefern.