



Technisches Büro Unterfrauner GmbH

BODEN

PUFFERSYSTEME

...viel mehr als ein pH-Wert

www.bodenoekologie.com

Versauerung ist lebenswichtig

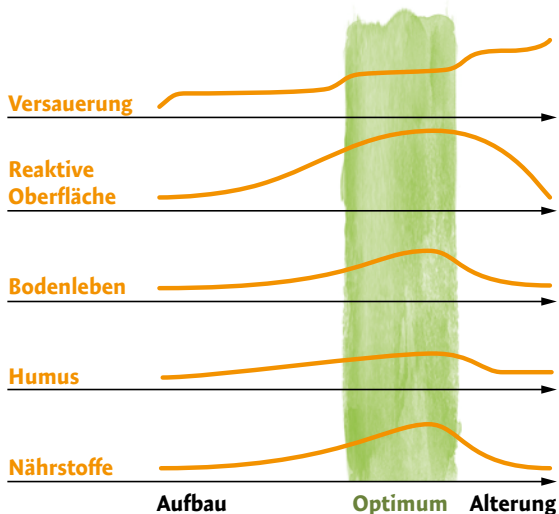
Versauerung ist die treibende Kraft der Bodenentwicklung und wirkt sich auf Nährstoffverfügbarkeit, Bodengefüge und Lebensbedingungen von Pflanzen und Mikroorganismen aus.

Überschreitet die Versauerung eine bestimmte Grenze sind die Bodenfruchtbarkeit und andere Bodenfunktionen gefährdet!

Die Kenntnis des Puffersystems und dessen gezielte Beeinflussung (z.B. Zufuhr von neutralisierend oder sauer wirkenden Stoffen) sind ein Schlüsselfaktor zur ökologischen Wirtschaftsweise und zum ökonomischen Erfolg!



Böden sind sich verändernde Ökosysteme



Böden stehen zunehmend unter Druck

Die Gesellschaft fordert vielfältige Leistungen des Bodens:

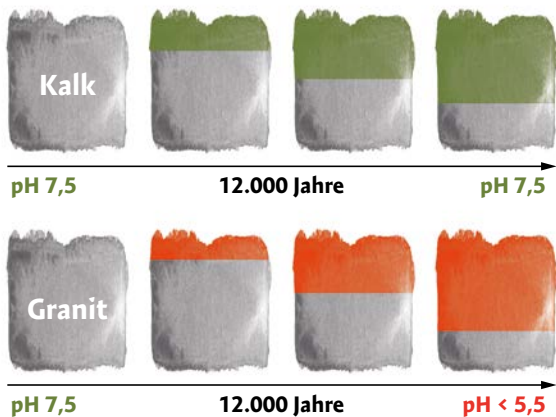
- » Produktion von Lebensmittel
- » Produktion von Energiepflanzen
- » Puffer für Niederschlagswasser
- » Filter zum Säubern von Trinkwasser
- » Speicherung von Kohlenstoff

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.

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

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.

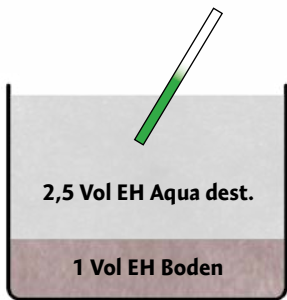
12 bis 25 kg H^+ = 360 bis 750 kg CO_3^{2-}



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

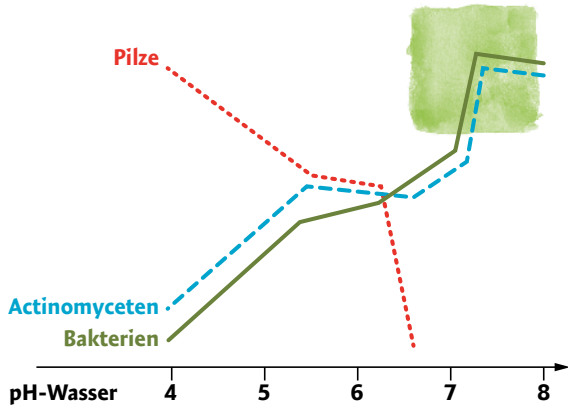
Der pH-Wert im Wasser umfasst die Summe der gelösten **Säuren in der Bodenlösung**, vorwiegend Kohlensäure, Oxalsäure, Apfelsäure, Zitronensäure.

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).

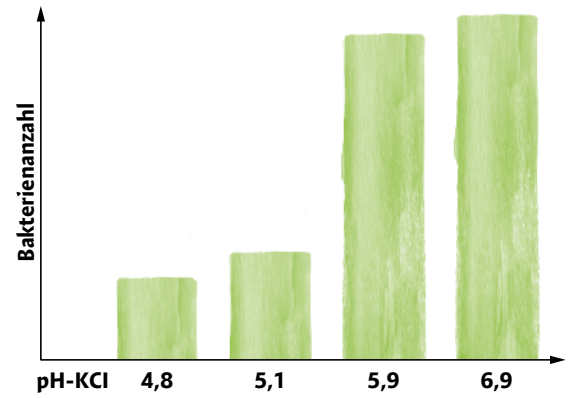
pH-Wasser: Optimal 6,5 bis 7,5

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 CaCl₂)



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

Aussagekraft

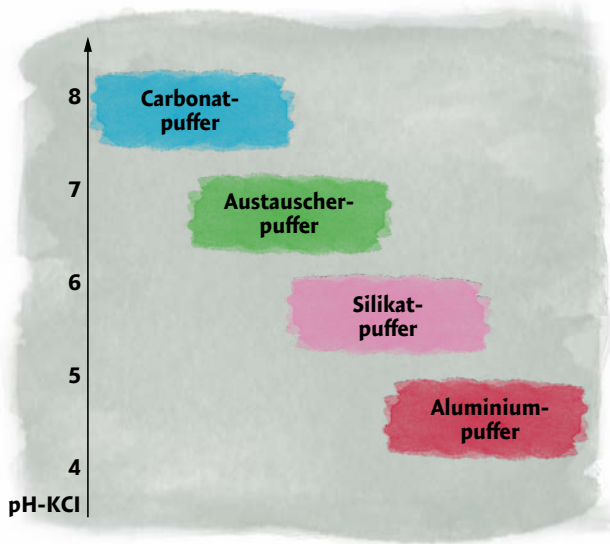
Der pH-Wert im Neutralsalz umfasst neben den **gelösten** Säuren (siehe pH-Wasser) noch die austauschbaren Elemente H^+ , Al^{3+} , Fe^{2+} , Mn^{2+} , welche nach dem Austausch vom Sorptionsträger Säuren bilden (**austauschbare Säuren**).

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

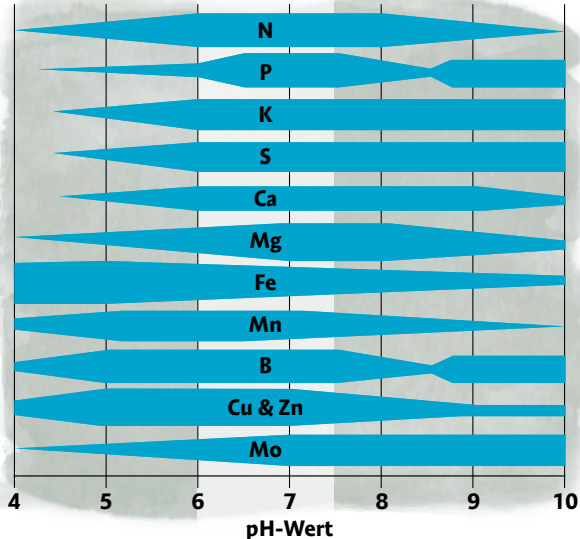
Der pH-KCl zeigt an, in welchem Puffersystem sich ein Boden befindet. Es können keine Aussagen zur Pufferkapazität abgeleitet werden!

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.

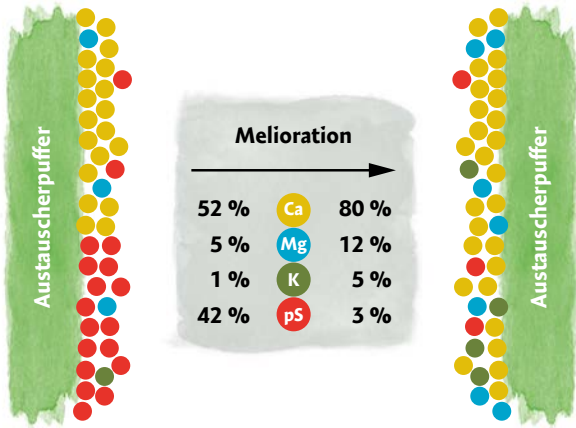
Im **neutralen** Bereich ist die Aufnahme von Calcium, Magnesium, Phosphor, Stickstoff, Schwefel, Kalium und Bor sehr effizient.

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

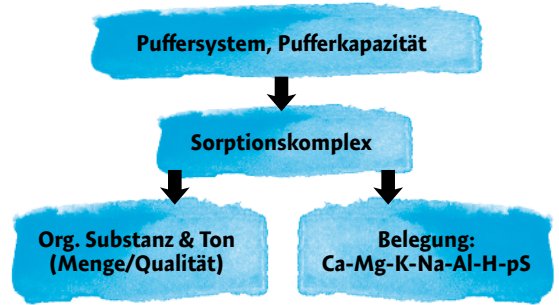
Abstimmung auf den Standort



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 m²/g

Körnung
0,1 - 1 mm

Oberfläche
0,0113 m²/g

Körnung
< 90 µm

Oberfläche
1,13 m²/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

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.