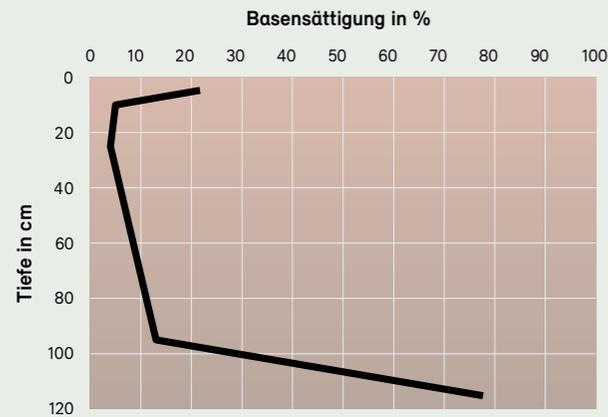


### Bodenprofil Busswil BE

- Tiefgründige Versauerung bis in >1m Tiefe
- Sehr geringe Nährstoffvorräte bis >1m Tiefe
- Hohe versauernde Einträge
- Geringe Verwitterungsrate der Minerale



### Vorgehen experimentelle Kalkung

**Kalkmenge:** 3 t/ha, von Hand verteilt

#### Folgende Messungen werden durchgeführt:

- Untersuchung Bodenlösung und Bodenwassersaugspannung für die Berechnung der Elementflüsse
- Baumwachstum
- Physikalische, chemische und biologische Bodenanalysen
- Elementgehalte in Blättern und Nadeln

**Laufzeit:** zunächst 4 Jahre (ab Herbst 2020)

#### Versuchsflächen:

- 1) Busswil BE (Tannenbestand, 620 m.ü.M.)
- 2) Menzingen ZG (Fichtenbestand, 980 m.ü.M.)
- 3) Bachs ZH (Buchenbestand, 600 m.ü.M.)

### Was sind die rechtlichen Grundlagen für das Kalkungsprojekt?

Nach Art. 20 des Bundesgesetzes über den Wald (Waldgesetz, WaG, SR 921.0) ist der Wald so zu bewirtschaften, dass er seine Funktionen dauernd und uneingeschränkt erfüllen kann (Nachhaltigkeitsgrundsatz). In der «Waldpolitik 2020» des Bundes (BAFU 2013, BBl 2011 8731) sind die Herausforderungen im Bereich der Versauerung der Waldböden sowie des Nährstoffmangels erkannt. Massnahmen zur Kompensation von Nährstoffverlusten und zu ihrer Vermeidung sollen geprüft werden. Nach Art.

31 WaG kann der Bund für die Erforschung und Entwicklung von Massnahmen zum Schutz des Waldes vor schädlichen Einwirkungen Arbeiten in Auftrag geben. Der Bundesrat erteilte dem BAFU den Auftrag zur Durchführung eines Pilotprogramms zur Kalkausbringung mit dem Ziel der Sanierung von tiefgründig versauerten Waldböden. Das Projekt «Experimentelle Kalkung» wird vom Institut für Angewandte Pflanzenbiologie AG in Witterswil durchgeführt.

### Glossar

#### pH-Wert

der negative dekadische Logarithmus der H<sup>+</sup> (Protonen)-Konzentration in Lösungen. Je niedriger der Wert desto höher ist die H<sup>+</sup>-Konzentration.

#### «Basische» Kationen

Kationen deren Hydroxide starke Basen sind.  
Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>

#### «Saure» Kationen

Kationen deren Hydroxide schwache Basen sind und die durch Hydrolysereaktionen in der Bodenlösung Protonen generieren können. Mn<sup>2+</sup>, Al<sup>3+</sup>, Fe<sup>2+</sup>. «Saure» Kationen fungieren als temporäre Protonen-Senken.

#### Basensättigung des Austauschers (BS)

Summe der basisch wirkenden Kationen am Kationenaustauscher des Bodens.

#### Dolomit

CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>

Lösung des Dolomit im Boden:



#### Herausgeber

Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Das BAFU ist ein Amt des Eidg.

Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).

#### Kontakt

BAFU, Abteilung Wald  
CH-3003 Bern  
Tel. 058 469 69 11  
wald@bafu.admin.ch  
www.bafu.admin.ch/wald

#### Titelbild

IAP, Witterswil

#### PDF-Download

www.bafu.admin.ch/wald

Klimaneutral und VOC-arm  
gedruckt auf Recyclingpapier.  
Dieser Flyer ist auch  
auf Französisch verfügbar.

© BAFU 2020

# Experimentelle Kalkung

Information an die interessierte Bevölkerung



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU



### Was sind die Ziele der Kalkung?

Die wichtigsten Ziele einer Kalkung sind, die durch menschliche Aktivitäten verursachten versauernden Einträge aus der Luft zu neutralisieren und die Pufferfähigkeit der Böden zu regenerieren. Damit wird die Erfüllung der Bodenfunktionen unterstützt und die Lebensbedingungen für Flora und Fauna werden verbessert. Die ökosysteminternen Nährstoffkreisläufe werden aktiviert.

### Was sind Kalke und was passiert bei der Kalkung?

Die Kalke sind Naturprodukte. Sie werden aus kalkhaltigen Gesteinsformationen abgebaut und nur zerkleinert, damit sie gleichmässig verteilt werden können. Kalke sind gemäss der Schweizer Düngerbuch-Verordnung «Bodenverbesserungsmittel». Für die experimentelle Kalkung wird Dolomit ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ) verwendet, das ist ein natürliches Karbonatgestein mit einem Magnesium-Anteil. Der Vorteil von carbonatischen Kalken ist, dass sie keine unerwünschten Nebenbestandteile haben. Das Carbonat wird in der Bodenlösung zu  $\text{HCO}_3^-$  und transportiert das Calcium und Magnesium in tiefere Bodenschichten.

### Wie wirkt eine Kalkung langfristig auf Waldböden und Bäume?

Die Böden entsauern. Der Vorrat an den basisch wirkenden Kationen Calcium und Magnesium im Boden nimmt zu und der pH-Wert steigt. Damit wird das chemische Milieu für Pflanzen und Bodenlebewesen wieder günstiger.

- Langfristig steigen die Kohlenstoffvorräte im Mineralboden von Wäldern. Das erhöht die Nährstoff- und Wasserspeicherkapazität der Böden und stabilisiert damit die Nährstoffaufnahme.

- Die Ernährung der Bäume mit wichtigen Nährstoffen wird verbessert. Dies wird durch Analyse der Nadeln und Blätter geprüft.
- Tiefgrabende Regenwürmer werden gefördert. Regenwürmer arbeiten Blätter und Nadeln in den Boden ein. Sie verbessern dadurch die Bodenstruktur und fördern die Durchlüftung. So wird das gesamte Bodenleben angeregt. Sie benötigen für ihre Tätigkeit jedoch Calcium in der Bodenlösung.
- Die Tiefendurchwurzelung wird verbessert. Das stabilisiert die Nährstoff- und die Wasserversorgung und insgesamt die Standstabilität und Vitalität der Bäume.

Letztlich geht es darum, den von versauernden Einträgen besonders betroffenen Waldbeständen eine einmalige «Hilfe zur Selbsthilfe» zu geben, indem die ökosystemeigenen Kreisläufe angeregt werden. Eine Kalkung kann jedoch nicht Massnahmen zur Reduktion der Emissionen ersetzen. Diese sind nach wie vor dringlich.

### Was sind versauernde Einträge?

Einträge von Schwefel aus industriellen Verbrennungsprozessen waren bis in die 1990er-Jahre die Hauptursache für die Versauerung, ihr Beitrag an den versauernden Einträgen ist heute mit ca. 15% aber gering. Die Hauptrolle spielen heute Stickstoffeinträge aus der Luft. Diese Einträge in die Wälder können an stark belasteten Standorten jährlich > 40 kg/ha erreichen. Ohne menschlichen Einfluss läge dieser Wert bei weniger als 2–3 kg/ha. Der Stickstoff stammt zu 2/3 aus der Tierhaltung in der Landwirtschaft und zu 1/3 aus Verbrennungsprozessen. Gelangt mehr Stickstoff in den Boden als die Vegetation aufnehmen kann, so wird er in Form von Nitrat zusammen mit Calcium, Magnesium oder Kalium ausgewaschen. Der

Boden verarmt an diesen wichtigen Nährstoffen und der Säure/Basen-Zustand des Bodens verschiebt sich in Richtung «sauer». Das Mass für die Säurestärke ist der pH-Wert. Sinkt er im Boden unter pH 4,5 werden zunehmend auch die «sauren» Kationen Mangan und Aluminium mobilisiert und aus dem Boden ausgewaschen. Der pH-Wert sinkt weiter, die Böden versauern und verarmen an Nährstoffen.

### Welche Auswirkungen haben die Einträge auf den Wald?

Die Einträge haben Folgen für die Ernährung, Vitalität und Standfestigkeit der Waldbäume. Die Auswirkungen auf den Wald sind aber je nach Standort unterschiedlich stark. Die Überdüngung (Eutrophierung) zeigt sich deutlich an der Zunahme stickstoffliebender Pflanzen im Wald wie bspw. Holunder, Brennnessel und Brombeeren. Die Biodiversität wird reduziert.

### Warum wird hier eine experimentelle Kalkung durchgeführt?

Eine Kalkung sollte auf Standorten durchgeführt werden, für die diese vier Kriterien zutreffen:

- Sehr hohe versauernde Einträge aus der Luft
- Basensättigung im ganzen Bodenprofil sehr gering (tiefer als 40%, im Wurzelraum tiefer als 20%)
- Sehr geringe Verwitterungsrate des bodenbildenden Materials

Bei dieser Konstellation ist davon auszugehen, dass der Waldbestand zunehmend instabil wird, d.h. anfälliger für Krankheiten, Sturmschäden und weniger widerstandsfähig gegenüber Klimaextremen.