



Förster Roland Steiner mit dem im Bachser Wald weitverbreiteten Adlerfarn. Ein Indikator für saure Böden.

diktum.ch/Lena Wiesli

## EXPERIMENTELLE KALKUNG

# «Der Boden ist unser Kapital»

**Lena Wiesli, Susanne Arnold\*** | *Gelangen viele stickstoffhaltige Luftschadstoffe in den Wald, führt dies zur Versauerung der Böden. Viele Wälder leiden dadurch an Nährstoffverarmung. Auf drei Versuchsflächen in den Kantonen Zürich, Bern und Zug wird nun mit dem Projekt «Experimentelle Kalkung» versucht, die durch menschliche Aktivitäten verursachten versauernden Einträge aus der Luft zu neutralisieren und die Pufferfähigkeit der Böden zu regenerieren.*

Roland Steiner lenkt seinen Wagen gekonnt über die holprigen Forststrassen des Bachser Waldes. Den Wegrand säumen stattliche Buchen, Brennnesseln und jede Menge Farn. Mehr als 30 Jahre ist Steiner Förster in Bachs (ZH). Die 1050 Hektar Wald kennt er wie seine Westentasche. Die zunehmende Versauerung des Waldbodens ist für ihn nicht zu übersehen: «Die Brennnesseln sind nicht das Problem. Mir ist in den letzten Jahren vor allem der Adlerfarn negativ aufgefallen», erklärt Steiner und parkt seinen Wagen hinter der nächsten Kurve neben einem dichten Farnfeld. Er steigt aus. Die mehr als zwei Meter hohen, kompakt

stehenden Pflanzen überragen ihn bereits: «Man kann sich vorstellen, da kommt kein anderes Gewächs mehr durch.»

### **Bodenversauerung erfordert Massnahmen**

Viele dieser geräumten Flächen sind 1999 durch das Orkantief «Lothar» entstanden. «Wir haben damals versucht, mit Naturverjüngung zu schaffen, doch das war kaum möglich.» Denn nicht nur die Sturmschäden, sondern ein weiteres Problem erschwerte die Arbeiten: Auf den freien Flächen entwickelte sich der Adlerfarn explosionsartig. Junge Pflanzen erstickten an diesen Stellen regelrecht und konnten sich nicht mehr entfalten. Früher noch seltener in den Zürcher Wäldern anzutreffen, ist der Adlerfarn mittlerweile weitverbreitet und gilt unter

anderem als ein Indikator für degenerierte Standorte und saure Böden.

Die Bodenversauerung ist bis zu einem gewissen Ausmass ein natürlicher, äusserst langsam ablaufender Vorgang bei der Bodenbildung. So ist auch der Boden in Bachs bereits von Natur aus saurer als an manch anderen Standorten. Doch vom Menschen verursachte Emissionen beschleunigen und verstärken die Bodenversauerung immens.

Die Hauptrolle spielen heute Stickstoffverbindungen, die über die Luft verfrachtet werden. Der Stickstoff stammt zu  $\frac{2}{3}$  aus der Tierhaltung in der Landwirtschaft und zu  $\frac{1}{3}$  aus Verbrennungsprozessen.

Der Wald mit seinen Baumkronen hat eine grosse luftfilternde Wirkung, daher gelangt besonders viel Stickstoff in Wälder.

\* Die Autorinnen arbeiten im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU)

An stark belasteten Standorten können die Einträge in Wälder jährlich über 40 kg/ha erreichen. Ohne menschlichen Einfluss läge dieser Wert bei weniger als 2–3 kg/ha. Gelangt mehr Stickstoff in den Boden, als die Vegetation aufnehmen kann, wird er in Form von Nitrat zusammen mit Kalzium, Magnesium oder Kalium ausgewaschen. Der Boden verarmt an diesen wichtigen Nährstoffen, und zunehmend wird Aluminium mit ausgewaschen. Der Säure-Basen-Zustand des Bodens verschiebt sich in Richtung «sauer».

Dies hat 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 beispielsweise Holunder, Brennnessel, Brombeere oder eben Adlerfarn. Die Biodiversität wird reduziert.

«Obwohl es verschiedene Mutterbäume gibt, ist die Verjüngungsfreudigkeit wie auch die Artenvielfalt hier in Bachs bereits sehr reduziert», bestätigt auch Steiner mit Blick auf die Buchen, die ihn umgeben: «Wir gehen davon aus, dass sich die Buche noch mehr durchsetzen wird und andere Baumarten weiter verarmen.» Eine Verbesserung des Nährstoffhaushaltes durch waldbauliche Massnahmen sei laut Steiner sehr begrenzt und hauptsächlich durch die Förderung von Pionier-Laubbaumarten mit schnell abbaubarem Laub wie Vogelbeere oder Birke möglich. Ein langwieriger Prozess, der stark von äusseren Faktoren abhängig ist. Zusätzliche Massnahmen scheinen notwendig.

**Projekt «Experimentelle Kalkung» in Bachs**

Steiner bleibt auf einem Versuchsfeld stehen. In zwei Tiefen wurden hier Lysimeter eingegraben, über die monatlich das Bodenwasser für Nährstoffanalysen abgepumpt wird. Das Institut für Angewandte Pflanzenbiologie AG in Witterswil führt hier im Auftrag des Bundes einen Pilotversuch zur Waldbodensanierung mittels Dolomitkalk durch. Durch die Kalkung sollen die versauernden Einträge aus der Luft neutralisiert und die Pufferfähigkeit der Böden regeneriert werden. Damit wird die Erfüllung der Bodenfunktionen unterstützt, die Lebensbedingungen für Flora und Fauna werden verbessert, und die ökosysteminternen Nährstoffkreisläufe werden aktiviert.

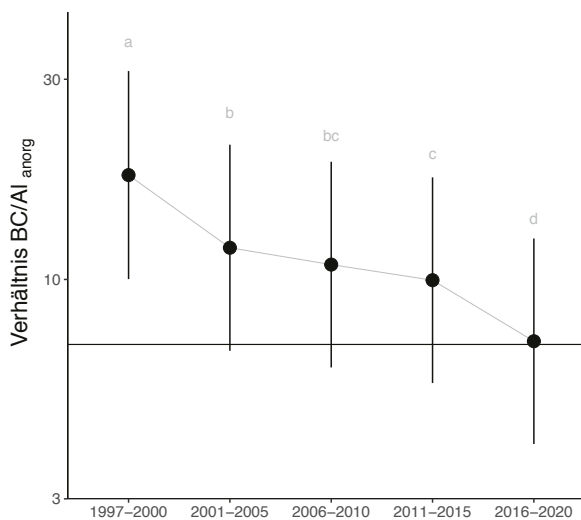
Insgesamt wurden drei Versuchsfelder eingerichtet. In Bachs (ZH), in Buswil bei Melchnau (BE) und in Menzingen (ZG). Je eine mit Buchen, eine mit Tannen und eine mit Fichten. Jede Versuchsfeld beinhaltet

jeweils acht Parzellen mit rund 32 Bäumen. Vier der Parzellen wurden einmalig im Herbst 2020 mit drei Tonnen reinem Dolomitkalk pro Hektare (von Hand verteilt) behandelt. Die übrigen vier Parzellen dienen als Kontrolle und wurden nicht gekalkt. «Wir haben schon viel über Kalkungen lesen können, vor allem aus Deutschland, und waren sehr interessiert, inwiefern diese Massnahme die Bodenqualität verbessern kann», erklärt Steiner die Entscheidung, ein Waldstück zur Verfügung zu stellen.

Die Versuchsfläche liegt zum Teil im öffentlichen Wald der politischen Gemeinde Bachs und zum Teil im Privatwald. Die Kalkgrenze im Boden liegt sehr tief, ausserhalb der Reichweite der Baumwurzeln. Zudem ist

die Basensättigung des Bodens im Wurzelraum mit 8,5% bis in 80 cm Tiefe äusserst gering. Die niedrige Verwitterungsrate des Gesteins und die hohen Einträge über die Luft (in Bachs 19 kg Stickstoff pro Hektare und Jahr für Laubwald) führen zu sehr sauren Böden und einer fortschreitenden Bodenversauerung.

Eine Konstellation, bei der davon auszugehen ist, dass der Waldbestand zunehmend instabil wird, das heisst anfälliger für Krankheiten, Sturmschäden und weniger widerstandsfähig gegenüber Klimaextremen. Das kann auch Steiner bestätigen: «Heute braucht es nicht mehr die extrem starken Stürme, damit Bäume umstürzen, oft reichen schon bedeutend geringere



Trend in der Bodenlösung 1997–2020, gemessen in 20–80 cm Tiefe an 47 Standorten der interkantonalen Walddauerbeobachtung, verteilt über die gesamte Schweiz. Das BC/Al-Verhältnis (das Verhältnis der basischen Kationen Kalzium, Magnesium und Kalium zu Aluminium) ist ein wichtiger Indikator für die Bodenversauerung: je tiefer der Wert, desto saurer der Boden. Linie: kritische Grenze von BC/Al = 7 IAP 2021



Versuchsaufbau in Bachs: die Möglichkeit einer Sanierung von tiefgründig versauerten Waldböden mittels Kalkung testen

diktum.ch/Lena Wiesli

Windgeschwindigkeiten.» Selbst eine Eiche oder Lärche, denen man vor 30 Jahren noch äusserste Standfestigkeit nachsagte, würde heute häufiger im Sturm fallen.

#### Bodenverbesserung durch Kalkung

Durch die Kalkung soll unter anderem die Tiefendurchwurzelung wieder verbessert werden. Das stabilisiert die Nährstoff- und die Wasserversorgung und insgesamt die Standfestigkeit und Vitalität der Bäume. Auch die starke Verbreitung des Adlerfarns könnte so eingedämmt werden. Generell nimmt durch die Kalkung der Vorrat an den basisch wirkenden Kationen Kalzium und Magnesium im Boden zu, und der pH-Wert steigt. Damit wird das chemische Milieu für Pflanzen und Bodenlebewesen wie Regenwürmer wieder günstiger. Langfristig sollen so die Kohlenstoffvorräte im Mineralboden steigen. Das wiederum erhöht die Nährstoff- und Wasserspeicherkapazität der Böden und damit die Nährstoffversorgung. Dies wird im Forschungsprojekt durch Nährstoffanalysen von Nadeln und Blättern geprüft. 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 an der Quelle ersetzen. Diese sind nach wie vor dringlich. Diese Schwierigkeiten sieht auch Steiner: «Da wir mit Naturverjüngung schaffen, ist es für uns immens wichtig, dass



Windwurf einer Buche mit geschädigtem Wurzelwerk

IAP

wir das Potenzial des Bodens auch ausnutzen können. Der Boden ist unser Kapital. Und wenn das Kapital kaputt ist, dann nützt es uns nichts mehr. Gerade mit Blick in die Zukunft ist es sehr relevant, dass wir eine grösstmögliche Arten- und Pflanzenvielfalt herstellen. Nur so können wir die Bäume an den für sie bestmöglichen Standorten unterstützen und pflegen, damit sie auch langfristig den Klimaveränderungen standhalten können.»

#### Ausblick

Es ist nicht zu übersehen, dass Steiner das Wohl des Waldes und der Natur am Herzen liegt. Er ist froh um einen neuen Ansatz, der zur Verbesserung der Bodenqualität

beitragen könnte. Bis die Versuche erste Ergebnisse zeigen, werden er und seine Berufskolleginnen und -kollegen auch weiterhin alle ihnen möglichen Massnahmen ausschöpfen. Durch die Förderung von Pionierbaumarten wie Birke, Vogelbeere, Weide und Sträuchern. Durch Rücksichtnahme auf den Boden bei der Holzerte, in dem dieser so wenig wie möglich befahren wird. Durch das Totholz, das bewusst im Wald gelassen wird.

Steiner blickt sich noch einmal um: «Irgendwie wird uns der Wald überleben.» Doch wenn die Einträge in den Wald nicht verringert würden, «müssen wir alle mit den Konsequenzen leben», erklärt er mit Nachdruck. Dabei sieht er nicht nur Förster und Waldbesitzerinnen und -besitzer in der Pflicht. Denn auch diese könnten nur begrenzt wirken. «Für eine wirkliche Veränderung braucht es weltweit eine Verhaltensänderung der Menschen. Damit die Schadstoffbelastungen in unserer Umwelt langfristig abnehmen.» ■

#### Infos

<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wald/fachinformationen/belastungen-im-schweizer-wald/stickstoffeintraege-in-den-schweizer-wald.html>

Bericht «Wie geht es unserem Wald?» für den Zeitraum 1984–2021, ab Winter 2021 auf: <https://iap.ch/publikationen.html>

## FRAGEN UND ANTWORTEN ZUM PROJEKT «EXPERIMENTELLE KALKUNG»

Die Antworten stammen von den wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Instituts für Angewandte Pflanzenbiologie AG (IAP) Simon Tresch, Sabine Braun und Sven Hopf.

#### In welchem Zeithorizont werden die Versuche durchgeführt?

Startschuss war das Postulat von Nationalrat Erich von Siebenthal an den Bundesrat. Die Frage war, ob mit der Ausbringung von sauberer Holzasche in den Wald die Versauerung des Bodens durch Luftschadstoffe gebremst werden könnte. Der Bundesrat hat das Problem

erkannt, Holzasche ist aber ein No-Go im Schweizer Wald. So wurde das BAFU beauftragt, einen Versuch zur Kalkausbringung zu starten. Das Projekt wurde ausgeschrieben.

Im Herbst 2019 begannen wir vom IAP mit der Standortsuche; dabei wurden wir von der Projekt-Begleitgruppe mit geowissenschaftlicher und forstlicher Expertise unterstützt. 2020 wurden die drei Flächen eingerichtet.

#### Sind weitere Versuche geplant?

Zunächst nicht, wir konzentrieren uns auf diese drei Standorte.

Es ist wichtig, die Verhältnisse im Schweizer Wald zu berücksichtigen und die Reaktion auf eine Bodenschutzkalkung auf unterschiedlichen Beständen zu untersuchen. Es ist klar, dass die Prozesse im Boden langsam ablaufen. Aus diesem Grund gehen wir davon aus, dass man diese drei Untersuchungsflächen länger als die Projektdauer untersuchen müsste. Wir testen hier die Möglichkeit einer einmaligen Hilfe zur Selbsthilfe für den Wald. Wichtig ist aber, dass vor allem an der Reduktion an den Quellen der Emissionen gearbeitet wird.

#### Wie können Försterinnen und Förster unterstützen?

Wir sind sehr froh über die Bereitschaft der lokalen Forstbetriebe, dass sie uns diese Flächen für den Versuch zur Verfügung stellen und uns beim Einrichten und Kalken tatkräftig unterstützt haben. Försterinnen und Förster können viel dazu beitragen, indem sie ihren Wald beobachten und die Bevölkerung an Waldgängen informieren und sensibilisieren. Waldbaulich sind sie durch die Bodenversauerung und den Klimawandel gefordert. Ihre Arbeit für den Wald ist gefragt, und dazu sind sie gut ausgebildet.