

# AFZ

## DerWald

Juli 2018  
www.forstpraxis.de

dlv



# Waldkalkung wirkt positiv

Ergebnisse der BZE II

Sonderdruck aus AFZ-DerWald 10/2018

# Waldkalkung wirkt positiv – Ergebnisse der BZE II

Die zweite Bodenzustandserhebung in Waldböden (BZE II) ergab positive Ergebnisse zur Wirkung der Waldkalkung. Durch den gezielten Vergleich mit Ergebnissen der BZE I und zwischen gekalkten und ungekalkten Standorten konnte repräsentativ nachgewiesen werden, dass die Bodenschutzkalkungen nachhaltig die pH-Werte, die Basensättigung und die Nährstoffversorgung der Bäume verbessert haben. In diesem Beitrag werden wesentliche Ergebnisse der BZE II zum Thema Waldkalkung aus dem Thünen Report 43 [1] zusammengefasst und bewertet, um deren Bedeutung für den Erhalt der Waldbodenfunktionen und für eine nachhaltige Waldnutzung aufzuzeigen.

Reinhard Müller

Die zweite bundesweite Bodenzustandserhebung (BZE II für Waldböden) erfolgte von 2006 bis 2008. Mit ihr wurden der Zustand der Waldböden und die Veränderung im Vergleich zur BZE I (1987 bis 1993) untersucht. Dabei wurden speziell auch Wirkungen der Bodenschutzkalkungen durch den Vergleich gekalkter und ungekalkter basenarmer, stark versauerter Waldböden repräsentativ geprüft. Von den insgesamt 1.859 Inventurpunkten der BZE II wurden 749 (etwa 40 %) Standorte als versauerungsempfindlich eingestuft. Seit der ersten Bodenzustandserhebung (BZE I) sind 385 (etwa 51 %) dieser Standorte mindestens einmal gekalkt worden (s. Abb. 2).

Die bundesweite Auswertung erfolgte unter Federführung des Johann Heinrich von Thünen-Institutes, welches 2016 mit dem Thünen-Report 43 [1] einen umfassenden Abschlussbericht veröffentlichte. Dieser Bericht ist die Basis dieses Beitrags.

Darüber hinaus haben einige Bundesländer (z. B. Baden-Württemberg, Hessen, Thüringen) eigene interessante BZE II-Auswertungen auf Landesebene erstellt.



Abb. 1: Waldkalkung mit Hubschrauber und Streukübel im Winter

Foto: DHG

## Schneller Überblick

Das Thünen Institut hat im Thünen-Report 43 umfangreiche BZE II-Auswertungen veröffentlicht. Die Ergebnisse belegen positive Wirkungen der Waldkalkung bei sehr stark versauerten Böden auf

- den pH-Wert,
- die Basensättigung,
- die C-Speicherung im Mineralboden,
- das Bodenleben,
- die Schwermetalllöslichkeit sowie
- die Ca- und Mg-Versorgung

## Wirkungen der Bodenschutzkalkung

Als Überblick werden die wesentlichen Ergebnisse zur Wirkung der Bodenschutzkalkung in Kurzfassung aufgelistet:

- Die pH-Werte und die Basensättigung im Boden nahmen (stärker) zu.
- Die Aluminiumkonzentration (im Boden) nahm ab.
- Im Mineralboden unterhalb von 30 cm schritt bei nicht gekalkten Standorten die Versauerung weiter fort, während dies an vielen gekalkten Standorten verringert bzw. aufgehalten werden konnte.
- Die Versorgung mit Ca und Mg war verbessert – im Boden und in den Bäumen.
- Die mikrobielle Aktivität im Boden wurde stimuliert und Primärzersetzer wie Regenwürmer, Tausendfüßer und Asseln nahmen zu (höhere Biodiversität und Bioaktivität). Daraus resultierte eine erhöhte Umsetzung/ein erhöhter Abbau der organischen Substanz in der Auflage und eine gleichzeitige Zunahme der organischen Substanz im darunter liegenden Mineralboden.

- Die Speicherung von Kohlenstoff im Boden erhöhte sich (in Summe).
- Die Vorratsverluste an Stickstoff fielen deutlich niedriger aus.
- Das C/N-Verhältnis wurde signifikant geweitet (C-Zunahme und N-Abnahme).
- Schwermetalle wurden im Mineralboden fester gebunden (höhere pH-Werte).
- Gekalkte Böden wiesen eine höhere Zunahme (Wachstum) auf.

Diese äußerst verkürzten und pauschalierten Ergebnisse sind im Thünen-Report 43 sehr viel detaillierter und differenzierter dargestellt. Aufgrund des beachtlichen Umfangs der BZE-II-Studie sind auch hinreichende Probenumfänge für repräsentative, abgesicherte Aussagen gegeben.

### Ausgewählte Einzelergebnisse zur Wirkung der Waldkalkung

Zum Zeitpunkt der BZE II zeigten die gekalkten Standorte im Auflagehumus und im Mineralboden bis 5 cm bzw. in 30 bis 60 cm Bodentiefe signifikant höhere pH(KCl)-Werte als die ungekalkten Standorte (s. Abb. 3).

Als „Kollektiv 1“ werden die von

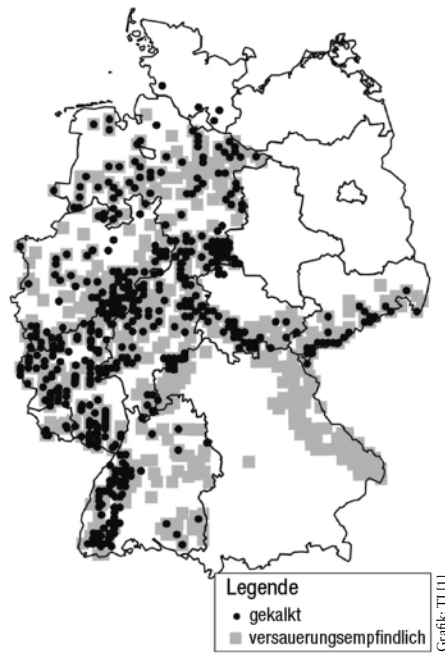


Abb. 2: Verteilung der bundeslandspezifischen Kulisse versauerungsempfindlicher Standorte sowie der bis zum Zeitpunkt der BZE II mindestens einmalig gekalkten BZE-Standorte

den Bundesländern ausgewiesenen versauerungsempfindlichen Standorte und als „Kollektiv 2“ die von den austauschbaren Al-Vorräten im Unterboden abgeleiteten versauerungs-

sempfindlichen Standorte bezeichnet (s. Kap. 3.5.2, Thünen Report 43 [1]).

Anmerkung: Mehr als 50 % der gekalkten Standorte sind den sehr sauren Böden aus basenarmem Festgestein (Bodengruppe 6) zuzuordnen (pH-Werte im oberen Mineralboden fast immer < 4,0). Daher ist es nicht verwunderlich, dass durch eine Kalkung mit drei Tonnen pro Hektar (t/ha) nur relativ geringe pH-Wert-Erhöhungen (im Mineralboden) erreicht werden konnten. Erst Mehrfachkalkungen bzw. höhere Kalkmengen können bei pH-Werten unter 4,0 eine deutliche Anhebung bewirken.

Die Basensättigung kann als Indikator für die Nährstoffversorgung mit den Elementen Ca, Mg, K angesehen werden. Sie ist auf gekalkten Standorten in allen Tiefenstufen bis 30 cm bei Betrachtung des Kollektivs 1 und in den Tiefenstufen bis 10 cm bei Betrachtung des Kollektivs 2 signifikant höher als bei den ungekalkten Standorten (Abb. 4).

Zwischen den BZE-Inventuren wurde auf gekalkten Standorten in den Tiefenstufen von 0 bis 30 cm Bodentiefe eine signifikante Zunahme und auf ungekalkten in den Tiefenstufen 5 bis 90 cm eine

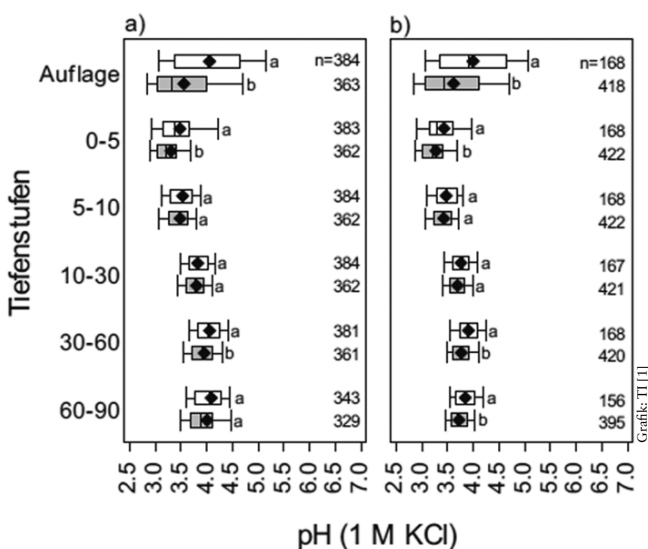


Abb. 3: pH (KCl)-Werte für gekalkte (weiß) und ungekalkte (grau) Standorte im Auflagehumus und im Mineralboden zum Zeitpunkt der BZE II nach Tiefenstufen für die Standorte innerhalb der bundeslandspezifischen versauerungsempfindlichen Standorte (Kollektiv 1, a) und die versauerungsempfindlichen Standorte abgeleitet, basierend auf den austauschbaren Aluminiumvorräten (Kollektiv 2, b)

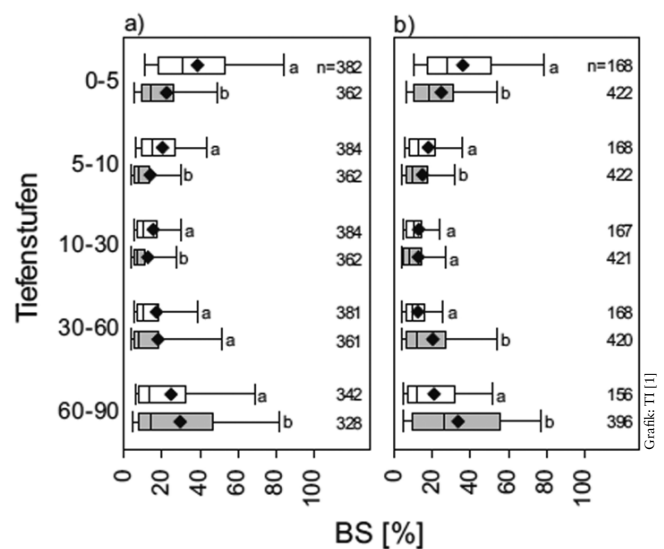


Abb. 4: Basensättigung für gekalkte (weiß) und ungekalkte (grau) Standorte im Mineralboden zum Zeitpunkt der BZE II nach Tiefenstufen für die Standorte innerhalb der bundeslandspezifischen versauerungsempfindlichen Standorte (Kollektiv 1, a) und die versauerungsempfindlichen Standorte abgeleitet, basierend auf den austauschbaren Aluminiumvorräten (Kollektiv 2, b)

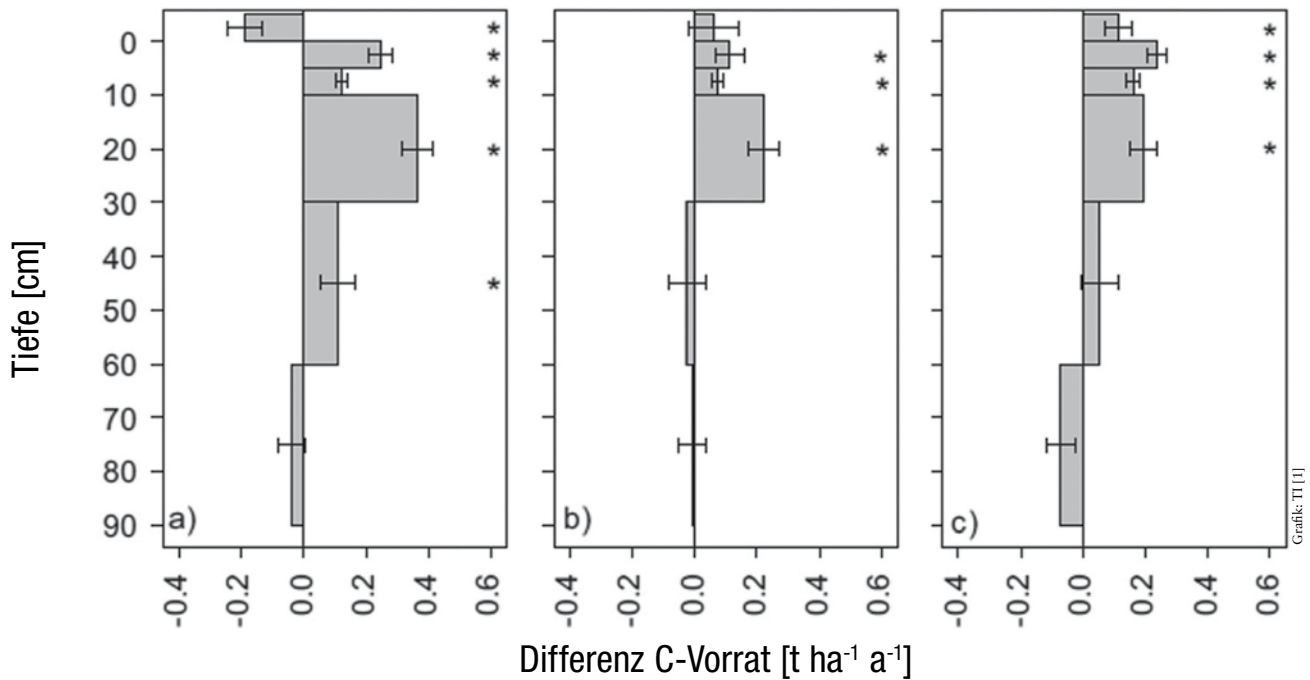


Abb. 5: Tiefenverlauf der jährlichen Änderungsraten der Kohlenstoffvorräte ( $\Delta$ C-Vorrat) gekalkter (a: N = 265-344) und nicht gekalkter (b: N = 203-240) Standorte innerhalb der Kulisse versauerungsempfindlicher Standorte sowie nicht gekalkter versauerungsempfindlicher Standorte (c: N = 560-635). \* Kennzeichnet signifikante Unterschiede ( $p < 0,05$ ), basierend auf einem Einstichproben-t-Test mit  $H_0 = 0$

signifikante Abnahme der Basensättigung beobachtet.

Anmerkung: Für eine nachhaltige Waldnutzung sollte als unterer Grenzbereich eine Basensättigung von ca. 15 bis 20 % im Mineralboden bis 60 cm Tiefe angesehen werden. Korrespondierend dazu sollte das Puffersystem im Boden nach Möglichkeit im „Austauscherpufferbereich“ (pH-Wert 4,2 bis 5,0) liegen.

### Einfluss der Kalkung auf langfristige Nährstoffpotenziale

Der Einfluss der Kalkung auf den Nährstoffzustand der Waldböden sind in Abb. 5 (Kapitel 4.5.4.1 des Thünen Report 43 [1]) dargestellt. Gekalkte Standorte zeigen im Auflagehumus signifikant höhere Ca- und Mg-Vorräte und ab 5 cm Bodentiefe signifikant niedrigere Ca- (0 bis 10 cm) und Mg-Vorräte (5 bis 10 cm) als ungekalkte

### Literaturhinweise:

[1] WELLBROCK, N.; BOLTE, A.; FLESSA, H. (2016): Dynamik und räumliche Muster forstlicher Standorte in Deutschland – Ergebnisse der Bodenzustandserhebung im Wald 2006 bis 2008, Thünen-Report 43, [https://www.thuenen.de/media/publikationen/thuenen-report/Thuenen\\_Report\\_43.pdf](https://www.thuenen.de/media/publikationen/thuenen-report/Thuenen_Report_43.pdf), 558 S.

Standorte. Die P- und S-Vorräte weisen im Auflagehumus und in 0 bis 5 cm auf gekalkten und ungekalkten Standorten keine signifikanten Unterschiede auf. In 5 bis 10 cm sind die P-Vorräte signifikant niedriger bei den gekalkten als bei den ungekalkten Standorten. Wahrscheinlich stehen niedrigere Nährstoffvorräte bei gekalkten im Vergleich zu ungekalkten Standorten im Mineralboden im Zusammenhang mit der bevorzugten Auswahl eher nährstoffarmer Böden für die Kalkung. Die Entwicklung zwischen BZE I und BZE II zeigt jedoch, dass eine Abnahme der Nährstoffverfügbarkeit in allen Tiefenstufen durch Kalkung verhindert wurde (s. Kap. 4.6.2.1, Thünen-Report 43 [1]).

In Kapitel 6.7.3 des Thünen-Reports 43 [1] wird über den Einfluss der Waldkalkung auf den Kohlenstoffvorrat berichtet: Aktuelle Erkenntnisse zeigen, dass sich die Kalkung sowohl stimulierend als auch abschwächend auf die Bodenatmung auswirken kann. Auch im Hinblick darauf, dass weite Gebiete Deutschlands aufgrund säurewirksamer Einträge über einen langen Zeitraum eine flächendeckende, weitgehend substratunabhängige Versauerung und Basenverarmung im Boden

erfahren, ist ein nachhaltiger Einfluss auf die C-Speicherung und die Retention von N zu erwarten.

Leider können in diesem Beitrag nicht mehr detaillierte Ergebnisse dargestellt werden. Dennoch zeigen die Zusammenfassung und die Einzelbeispiele die vielfach positiven Wirkungen der Bodenschutzkalkung für den Waldboden und den Wald. Die logische Schlussfolgerung, dass Bodenschutzkalkung sinnvoll ist und verstärkt vollzogen werden sollte, werden die zuständigen Politiker, Waldeigentümer und Förster hoffentlich ziehen und umsetzen.

Der Vergleich der Ergebnisse aus BZE II mit denen der BZE I hat viele wertvolle Erkenntnisse ergeben. Deshalb ist es sinnvoll, in einigen Jahren eine nächste BZE durchzuführen, und dabei erneut die Nachhaltigkeit der positiven Wirkungen der Bodenschutzkalkung zu überprüfen.

Dr. Reinhard Müller,  
reinhard.mueller@kalk.de,  
ist Leiter der Düngekalk-  
Hauptgemeinschaft (DHG).

[www.naturkalk.de](http://www.naturkalk.de)  
[www.waldkalkung.com](http://www.waldkalkung.com)

