

Bodenschutzkalkungen in Baden-Württemberg – Erfahrungen und Prognose

Peter Hartmann

Hauptursache für die Schädigung von Wäldern und ihren ökosystemaren Funktionen waren und sind Einträge von Säuren und Stickstoff mit dem Regen. Diese sind die Ursache einer Bodenversauerung, die in den vergangenen Jahrzehnten zu einer Erhöhung der Säurestärke in nicht kalkhaltigen Böden um durchschnittlich den Faktor 100 bis 250 geführt hat. Dies hat negative Auswirkungen auf Bodenfunktionen und betrifft die Eignung der Böden als Wurzelraum für Wälder und als Grundlage für deren stabile Ernährung mit Wasser und Nährstoffen, aber auch die Filter- und Pufferleistung der Böden für wassergefährdende Stoffe wie Nitrat, organische Säuren oder toxische Metalle. Besondere Bedeutung hat dies auch für die Trinkwasservorsorge, da die qualitativ wertvollsten Trinkwasservorräte in Waldgebieten liegen. Die Ursachen des „sauren Regens“ liegen in einer gesamtgesellschaftlichen Verantwortung, die Folgen zu bekämpfen und Schäden zu minimieren, sind daher ebenso im Verantwortungsbereich staatlicher Institutionen u.a. des Landes Baden-Württemberg im Rahmen EU-weiter Förderungen.

Seit den 1980er Jahren wurden als Reaktion auf durch sauren Regen induzierte Waldschäden großflächige Bodenschutzkalkungen durchgeführt. Dabei stand die Kompensationswirkung im Vordergrund, d.h. die eingetragenen Säuren sollten direkt an der Bodenoberfläche durch den Kalk „neutralisiert“ werden. Durch erfolgreiche Luftreinhaltemaßnahmen ging die Luftbelastung stark zurück, insbesondere der Eintrag von Schwefelsäure mit dem Niederschlag ist mittlerweile auf vorindustrielles Niveau reduziert, im Boden findet sich jedoch noch eine nicht unerhebliche Depositionslast. Durch die Kompensationskalkung konnte nur ein Teil der eingetragenen Säuren neutralisiert werden, im Boden schreitet daher die Versauerung weiter voran und ist insbesondere im Unterboden immer noch deutlich ausgeprägt.

Um einem weiteren Verlust an Bodenfunktionen zu begegnen, wurde daher in Baden-Württemberg das Konzept der regenerationsorientierten Bodenschutzkalkung eingeführt (V. WILPERT et al. 2013). Ziel ist die Wiederannäherung des Bodenzustands an ein vorindustrielles Niveau. Dabei orientiert sich der Kalkungsbedarf an der freigesetzten Aluminiummenge im Unterboden – ein Indikator für die Intensität der Versauerung, die durch schwefelsaure Deposition das „natürliche“ Maß an Versauerung überschritten hat. Unter Berücksichtigung der Bodeneigenschaften ergeben sich standortsdifferenzierte Kalkbedarfsmengen: natürlich saure Standorte mit geringen Pufferkapazitäten (und somit geringen Aluminiummengen im

Unterboden) weisen nur geringen (oder z.T. keinen technisch umsetzbaren) Kalkungsbedarf auf im Gegensatz zu natürlicherweise besser versorgten Standorten, wie z.B. feinlehmdominierte Standorte, welche große Mengen an Säuren gespeichert haben und somit auch einen höheren Kalkungsbedarf haben. Lehmmige Standorte weisen aufgrund ihrer starken Aggregation ein weiteres Problem auf: Nährstoffe wie Kalium sind durch die starke Versauerung der Aggregatoberflächen nicht mehr wurzelerreichbar; geringere Durchwurzelungstiefen haben des Weiteren zur Folge, dass auch Phosphor schwerer verfügbar ist. Früher wurden gezielt Nährsalze bei solchen Mangelsituationen eingesetzt. Seit 2010 wird qualitäts- und schadstoffgeprüfte Holzasche beigemischt, um diesen Mangelphänomenen zu begegnen. Dadurch wird auch der stoffliche Kreislauf wieder teilweise geschlossen.

Die Daten der Bodenzustandserhebung BZE sind in Kombination mit anderen bodenkundlichen sowie Nährstoffversorgungswerten der Bestände Grundlage für ein regionalisiertes Verfahren zur Kalkungsplanung. Durch die mittlerweile kleinstandörtlich hoch aufgelöste Differenzierbarkeit des Kalkungsbedarfs können unter Berücksichtigung naturschutzrelevanter Fragestellungen die Kalkungsmaßnahmen standortsgerecht geplant werden. Dabei werden räumliche Modelle der Bodenversauerung mit standortkundlichen Daten verschnitten und anhand von Bodenanalysen auf den Kalkungsbedarf hin geprüft. Somit wird gewährleistet, dass die Waldböden Baden-Württembergs, die durch die flächendeckende Deposition von starken Säurebildnern einer ausgeprägten Nivellierung von Standortseigenschaften unterlegen waren, wieder eine höhere, oder zumindest stabilisierte Diversität von Bodeneigenschaften aufweisen. Und stabile Waldbodenfunktionen sind Grundlage einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung.

Die Wirkungsweise der Bodenschutzkalkungen wird u.a. im Rahmen der bundesweit durchgeführten Bodenzustandserhebung (BZE) beobachtet und überprüft (HARTMANN et al. 2016, WELLBROCK et al. 2016). Dabei ist bundesweit sowie speziell auch für Baden-Württemberg einerseits die voranschreitende Versauerung an nicht gekalkten Standorten erkannt worden, andererseits zeigen sich positive Wirkungen der Kalkungen auf den Nährstoffhaushalt der Waldböden, z.T. bis in den Unterboden sowie der Bestände. Des Weiteren wurde trotz eines beschleunigten Abbaus der Humusaufgaben auf gekalkten Standorten eine deutlich erhöhte Kohlenstoffsequestrierung im Mineralboden im Vergleich zu ungekalkten Standorten festgestellt. Ein langfristiger Stickstoffmineralisierungsschub wurde nicht erkannt, vielmehr wurde das Stickstoffhaltevermögen gesteigert.

Durch das über Jahrzehnte betriebene Waldmonitoring sind Instrumente geschaffen, aktuelle Gefährdungen zu identifizieren und die Auswirkungen menschlicher Eingriffe im Sinne eines nachhaltigen Handelns zu bewerten. Dabei sind insbesondere die immer noch hohen

Stickstoffeinträge als eine aktuelle Ursache weiterer Bodenversauerung identifiziert worden. Neben einer erhöhten Auswaschung von Nährstoffen forciert die Stickstoffdeposition ein gesteigertes Wachstum und (auf vielen Standorten) bei Beernten der Bestände das Fortschreiten der Bodenversauerung. Zur Bewertung eines standortsdifferenziert nachhaltigen Wirtschaftens müssen flächendeckend Bilanzen erarbeitet und beachtet werden, soll eine nachhaltige Verminderung der Standortsqualität verhindert werden. Dabei muss auch der Einsatz von gezielten Kalkungsmaßnahmen unter verstärktem Einsatz von Holzaschen als Instrument einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft im Forst diskutiert werden.

Literatur:

HARTMANN, P.; BUBERL, H.; PUHLMANN, H.; SCHÄFFER, J.; TREFZ-MALCHER, G.; ZIRLEWAGEN, D. & VON WILPERT, K. (2016): Waldböden Südwestdeutschlands - Ergebnisse der Bodenzustandserhebungen im Wald von 1989 – 1992 und 2006 – 2008. Verlag Kessel, Remagen-Oberwinter, 328 S.

V. WILPERT, K.; HARTMANN, P. & SCHÄFFER, J. (2013): Regenerationsorientierte Bodenschutzkalkung, Merkblätter der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt 54/2013. Freiburg i. Br., 39 S.

WELLBROCK, N.; BOLTE, A. & FLESSA, H. (2016): Dynamik und räumliche Muster forstlicher Standorte in Deutschland : Ergebnisse der Bodenzustandserhebung im Wald 2006 bis 2008. Braunschweig, 550 S.

Kontakt:

Dr. Peter Hartmann, Abt. Boden und Umwelt, FVA

peter.hartmann@forst.bwl.de

Aktive Regeneration von Befahrungsschäden

Juan Luis Flores Fernández

Befahrungsschäden führen zur Störung der natürlichen Bodenstruktur und zur Verminderung des Wurzelwachstums. Dieses Phänomen hat verschiedene Ursachen. Seit den 1960er Jahren wurden Forstmaschinen mit größerem Gewicht benutzt. Die wiederholten Befahrungen dieser Maschinen verursachten die Verdichtung des Bodens in den Wäldern Mitteleuropas. Nach großen Schadereignissen, wie z.B. nach dem Sturm „Lothar“ im Jahr 1999, findet die Aufarbeitung und Holzbringung nicht unter optimalen Bedingungen statt. Wegen des hohen Zeitdrucks wird z.B. auch abseits von Befahrungslinien gefahren oder Einschränkungen aufgrund hoher Bodenfeuchte werden nicht beachtet. Folge sind flächenhaft vorliegende Bodenverdichtungen. Als Reaktion auf die alarmierenden Bodenschäden verabschiedeten die deutschen Bundesländer die Richtlinien zum Bodenschutz.

Obwohl diese Richtlinien im Forstmanagement Beachtung finden, ist das Problem nicht gelöst. Um die Bodenregeneration zu unterstützen und um die negativen Auswirkungen der Verdichtung zu überwinden, sind die natürlichen Prozesse durch aktive bodenbiologische sowie bodenmechanische Maßnahmen zu verbessern. Das ist das Ziel unserer Forschung „Aktive Regeneration von Bodenschäden“, die im Rahmen zweier Projekte gefördert wird („DBU Regeneration“ und „BoReAl“).

Innerhalb des ersten Projektes „DBU Regeneration“ wurde untersucht, wie sich ein schluffiglehmiger Waldboden auf der Schwäbischen Alb regeneriert und ob das zu verbessern wäre; dafür wurden unterschiedliche Behandlungen angewandt.

Eine chemische Behandlung bestand aus der Zugabe von Kalk. Eine mechanische Behandlung bestand aus der Anwendung von Mulch. Nach den chemischen bzw. mechanischen Behandlungen wurden die Flächen bepflanzt. Die Baumarten sind Folgende: Grauerle, Roterle, Faulbaum und Salweide.

Jeden September wurden die Überlebensraten sowie die biometrischen Parameter Wurzelhalsdurchmesser, Baumhöhe, Kronendurchmesser und Triebhöhe aufgenommen. Dadurch wurde die beste Baumart für die Regeneration der verdichteten Böden eruiert. Alle zwei Jahre (2012, 2014, 2016) wurden 100 cm³ Stechzylinderproben entnommen um die Entwicklung des gesamten Porenvolumens festzustellen. 2013 wurden 87 Gaslysimeter installiert, um die Variation der CO₂-Konzentration im Boden festzustellen. Das Wurzelwachstum wurde ferner gemessen, dafür wurden 16 Rhizotronkammern installiert. Wo die Rhizotronscheiben installiert

sind, wurden im März 2016 Quertransekte angelegt. An den Quertransekten wurden Feinwurzeldichten in der Fahrspur sowie in der Gassenmitte aufgenommen.

Die Ergebnisse des Projektes „DBU Regeneration“ zeigen für die Erlenarten die beste Anpassungsfähigkeit auf verdichteten Böden. Die bepflanzten Varianten zeigten niedrigere CO₂-Konzentration im Vergleich zu den nicht bepflanzten Varianten. Für die behandelten Varianten wurde das höchste Wurzelwachstum auf der gemulchten Variante beobachtet (Rhizotronkammern). Die gemulcht/bepflanzte Variante zeigt die höchste Feinwurzeldichte, auch im tieferen Horizont.

Das zweite Projekt „BoReAl“ entstand mit dem Ziel zu untersuchen, ob die Erlenarten als biologische Armierung gegen Bodenverdichtung wirken können. Die Arbeitshypothese lautet folgendermaßen: Reduzieren die Erlenwurzeln das Risiko der Bodenverdichtung? Können die Erlen die negativen Folgen der Bodenverdichtung vermeiden? Kann die Bodenverdichtung durch die Erlen schneller regeneriert werden?

2001 wurde die Versuchsfläche von Projekt „BoReAl“ mit Erlen bepflanzte. Im März 2016 wurde eine Befahrung gemacht. In situ wurde eine alte Fahrspur identifiziert.

In der neuen und in der Kontrollfläche werden kontinuierlich Messungen vorgenommen um die Wirkung auf den Bodenwasserhaushalt und den Bodengashaushalt zu untersuchen. In der alten Fahrspur wurden Wurzeln in den Bodenkernen gezählt. Weitere Untersuchungen werden in 2017 stattfinden.

Kontakt:

Juan Luis Flores Fernández, Abt. Boden und Umwelt, FVA

juan.fernandez@Forst.bwl.de

Stickstoff im Wald – zu viel von einer guten Sache?

Heike Puhlmann¹, Hans-Gerd Michiels², Maria-Barbara Winter²

Stickstoff ist ein essentieller Bestandteil unserer Umwelt und Leben ohne Stickstoff ist unmöglich. Ein Zuviel an Stickstoff gefährdet jedoch die Funktionsfähigkeit von Ökosystemen; erhöhter Stickstoffeintrag in Wälder kann unter anderem zu Eutrophierung und einhergehender Verdrängung stickstoffempfindlicher Arten, zur Entwicklung von Nährstoffungleichgewichten und zu erhöhten Nitratausträgen in das Grundwasser führen. Anders als die Schwefeleinträge gehen die Stickstoffeinträge kaum zurück und sind in manchen Landesteilen sogar ansteigend. Die kritische Belastungsgrenze, ab welcher Stickstoffeinträge in die Umwelt langfristig Schäden an Organismen und Ökosystemen hervorrufen, wird über sogenannte Critical Loads definiert. Der Critical Loads für ein Ökosystem bestimmt sich aus dem Gleichgewicht zwischen Stickstoffeintrag auf der einen Seite und Prozessen, die Stickstoffeinträge puffern, speichern oder aufnehmen bzw. aus dem Ökosystem austragen. Für Wälder sind Critical Loads empirisch aus Beobachtungen des Nitratreintrags und negativen Änderungen (insbesondere Degradation von Lebensräumen stickstoffempfindlicher Arten) abgeleitet worden. Diese bislang geltenden Grenzwerte differenzieren allerdings kaum zwischen verschiedenen Waldgesellschaften, die sich hinsichtlich ihrer Stickstofftoleranz jedoch erheblich unterscheiden können.

Ein neues Projekt der FVA (Kooperation zwischen den Abteilungen Boden und Umwelt und Waldnaturschutz), welches in die Länder-Arbeitsgemeinschaft (ARGE) StickstoffBW integriert ist, versucht diese Lücke zu schließen. Durch zeitgleiche Erhebung von Vegetationsdaten und Standorts- bzw. Bodenkennwerten in ausgewählten stickstoffsensitiven Waldgesellschaften Baden-Württembergs entlang eines Stickstoffdepositionsgradienten sollen differenzierte Critical Limits und Critical Loads für Stickstoff für diese Waldgesellschaften gewonnen werden. Die ermittelten Grenzwerte sollen künftig als Bemessungsgrundlage im Immissionsschutz, z.B. in Genehmigungsverfahren von Bauvorhaben, dienen. Hierfür wird die Methodik zur Ermittlung der Critical Limits und Critical Loads eng mit der ARGE Stickstoff sowie dem Bund-Länder-Fachgespräch Stickstoff abgestimmt.

Kontakt:

Dr. Heike Puhlmann, Abt. Boden und Umwelt, FVA

heike.puhlmann@forst.bwl.de

¹ FVA Abt. Boden und Umwelt

² FVA Abt. Waldnaturschutz