

Tagungsbeitrag zu:

Jahrestagung der DBG, Kommission VI

Titel der Tagung:

Böden – Lebensgrundlage und Verantwortung

Veranstalter:

DBG

Termin und Ort der Veranstaltung:

September 2013, Rostock

Berichte der DBG (nicht begutachtete online Publikation)

<http://www.dbges.de/>

Zeitliche und räumliche Veränderungen der Schwermetallgehalte von Blei, Zink, Kupfer in den Auflagen von Waldböden an BZE-Punkten

Nicole Wellbrock¹, Jens Utermann², Wim Duijnsveld³, Marieanna Holzhausen¹

Zusammenfassung

Die Erhebung der ersten bundesweiten Bodenzustandserhebung im Wald (BZE-I) fand von 1987 bis 1992 an ca. 1900 Messpunkten statt. Die Ergebnisse der Spurenelementgehalte in der Auflage an diesen Punkten wurden mit den Daten der BZE-II-Erhebung (zwischen 2006 und 2008) der gleichen Punkte verglichen. Das Ergebnis: Die räumliche Verteilung der Konzentrationen von Blei, Zink und Kupfer hat sich zwischen der Erstinventur und der Zweitinventur kaum verändert. In alten Bergbauregionen der Mittelgebirge und den Ballungsgebieten sind auch weiterhin hohe Schwermetallkonzentrationen vorhanden. Es sind

¹ Thünen-Institut für Waldökosysteme, Alfred-Möller-Str.1, 16225 Eberswalde

² Umweltbundesamt, Wörlitzer Platz 1, 06844 Dessau-Roßlau

³ Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Stilleweg 2, 30655 Hannover

keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Konzentrationen von Blei, Zink und Kupfer festzustellen. Die Schwermetallkonzentration nimmt von der L-, Of- zur Oh-Lage bei Kupfer und insbesondere Blei zu. Die Mischprobe aus allen Horizonten weist bei diesen Elementen geringere Werte auf als im Oh-Horizont.

Schlüsselwörter

Schwermetalle, Bodenzustandserhebung, Wald, Blei, Zink, Kupfer, Schwellenwerte

1 Einleitung und Motivation

Die Erhebung der ersten bundesweiten Bodenzustandserhebung im Wald (BZE) fand von 1987 bis 1992 an ca. 1900 Punkten im Wald statt. [s.o.] Die Auswertung der Daten zeigte eine deutliche Schwermetallbelastung für die Elemente Blei und Kupfer in der Auflage von Waldböden (Wolf & Riek 1996). Für die Elemente Cadmium und Zink wurden in den Auflagen der Waldböden nur vereinzelt erhöhte Werte festgestellt. In den Jahren 2006–2008 fand eine Folgeinventur (BZE II) statt, die zurzeit unter der Koordination des Thünen-Institutes für Waldökosysteme bundesweit ausgewertet wird. Die Bundesländer sind für ihre Erhebung, Analysen und Auswertung zuständig. Es wurde eine Arbeitsanleitung zur harmonisierten Erhebung (Wellbrock et al. 2006) und ein Handbuch zur forstlichen Analytik (GAFA 2006) erstellt. Zudem wurden Ringanalysen mit allen beteiligten Laboren und deren Methoden durchgeführt, um die Vergleichbarkeit und Qualität der Analysen zu gewährleisten.

Waldböden und deren Humusaufgaben haben im Vergleich zu landwirtschaftlich genutzten Flächen besondere Eigenschaften:

- der Auskämmeffekt für Stäube des Bestandes ist besonders hoch und führt daher zu erhöhten atmosphärischen Depositionen,
- niedrige pH-Werte im Boden und der Auflage erhöhen die Mobilität der Schwermetalle,
- andererseits besitzen sie humusreiche Auflagehorizonte besitzen, die ggf. Schwermetalle stark binden,
- das forstliche Management (z.B. Kalkung, Waldbau) greift in die Verfügbarkeit der Schwermetalle ein.

Seit der Erstinventur (BZE I) haben sich viele der Umweltbedingungen verändert, die die Eintragungssituation, aber auch die Mobilität der Schwermetalle beeinflussen. So wurde z.B. bleifreies Benzin eingeführt, viele Waldstandorte wurden intensiv gekalkt, saure atmosphärische Einträge sind in weiten Teilen Deutschlands deutlich zurückgegangen. Daher ist zu erwarten, dass sich auch die Gehalte und Vorräte an Schwermetallen in den Auflagen verändert haben. Im Folgenden sind die Ergebnisse für Blei, Kupfer und Zink dargestellt.

2 Material und Methoden

Die erste bundesweite Bodenzustandserhebung (BZE) fand in den Jahren 1987–1992 an ca. 1800 Punkten im Wald in einem systematischen 8x8-km-Raster statt. Es wurden die Elemente Blei, Kupfer, Zink und Cadmium in der Auflage im Königswasseraufschluss bestimmt. Bei der Zweitinventur von 2006–2008 wurden an ca. 1900 Punkten (Abb. 1) neben den obengenannten Elementen u.a. auch Nickel und Quecksilber in der Auflage gemessen. Aufgrund von Rasterverschiebungen oder anderen Ausfallgründen beträgt

die Anzahl identischer BZE-Punkte 1118. Räumliche und zeitliche Veränderungen wurden nur den identischen Punkten (n=1118) in der Auflage betrachtet. Die Schwermetallgehalte der Auflagen wurden als gewichtete Mittelwerte der einzelnen Horizonte dargestellt. Zur Bewertung der Gehalte wurden Perzentile und boxwhisker Plots der Gehalte berechnet. Die Signifikanz der Mittelwertsunterschiede zwischen den Inventuren wurde mittels Mann-Whitney-Test untersucht.



Abb.1 Räumliche Verteilung der BZE-Flächen im Wald

3 Schwermetalle (Cu, Zn, Pb) ihre räumliche Verteilung und Veränderungen

Die Beschreibung der räumlichen Muster beruht auf allen BZE-Punkten im 8x8km Raster. Die Vergleiche wurden nur an identischen Punkten vorgenommen.

3.1 Kupfer

Die räumliche Verteilung für Kupfer zeigt erhöhte Werte in den Ballungs- und Erzabbaugebieten, d.h. in den Mittelgebirgslagen des Harzes, Erz- und Fichtelgebirges, rheinischem Schiefergebirge und Hessischem Bergland sowie Berlin und Hamburg. Die räumlichen Muster haben sich seit der Erstinventur kaum verändert. Die Häufigkeitsverteilung ist deutlich rechtsschief bei beiden Inventuren (Abb.1). Der Median lag bei der Erstinventur bei 16,6 ppm und bei der Zweitinventur bei 14 ppm. Das 5 Perzentil beträgt 8 ppm bzw. 7 ppm. Der Maximalwert hat von 296 ppm auf 160 ppm abgenommen. Das 95 Perzentil liegt bei 40 ppm bzw. bei 32 ppm. Der Mann-Whitney-Test belegt keine signifikante Veränderung zwischen den Inventuren in der Auflage.

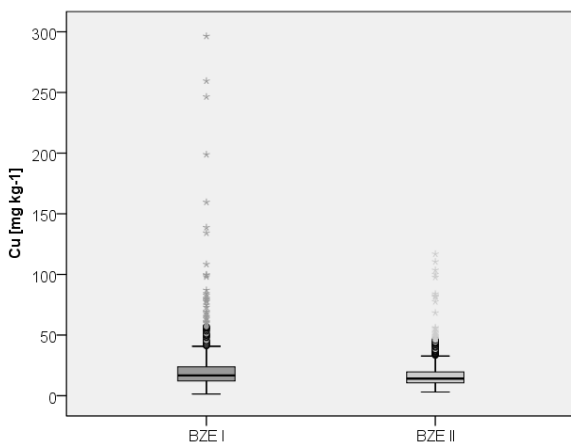


Abb.1 Box-Whisker plots der Kupfergehalte [mg kg⁻¹TS] der BZE I und BZE II

3.2 Zink

Zink weist ein ähnliches räumliches Muster auf. Hinzu kommen erhöhte Werte in den Kalkalpen und der Fränkischen Alp. Die Häufigkeitsverteilung ist bei beiden Inventuren deutlich rechtsschief (Abb.2). Der Median lag bei der Erstinventur bei 66 ppm und bei der Zweitinventur bei 58 ppm. Das 5 Perzentil beträgt 35 ppm bzw. 34 ppm. Der Maximalwert von 720 ppm auf 465 ppm deutlich abgenommen. Das 95

Perzentil liegt bei 152 ppm bzw. bei 140 ppm. Der Mann-Whitney-Test belegt keine signifikante Veränderung zwischen den Inventuren in der Auflage.

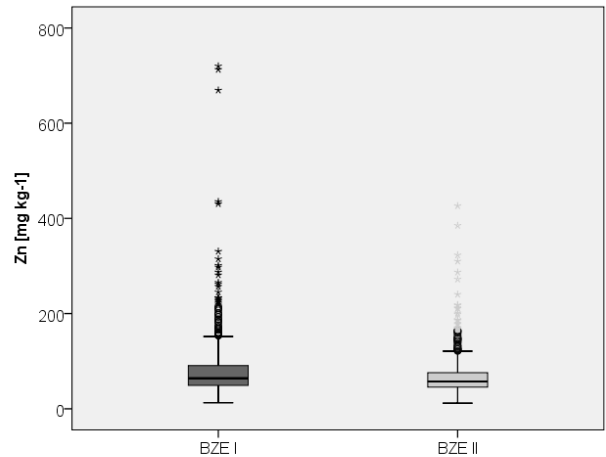


Abb.2 Box-Whisker plots der Zinkgehalte [mg kg⁻¹TS] der BZE I und BZE II

3.3 Blei

Die räumliche Verteilung von Blei in der Auflage ähnelt der von Kupfer. Sie zeigt erhöhte Werte in den Ballungs- und Erzabbaugebieten, d.h. in den Mittelgebirgslagen des Harzes, Erz- und Fichtelgebirges, rheinischem Schiefergebirge und Hessischem Bergland. Die räumlichen Muster haben sich seit der Erstinventur kaum verändert. Eine Ausnahme bildet die deutliche Abnahme der Werte in Baden-Württemberg und teilweise in Bayern. Die Häufigkeitsverteilung ist bei beiden Inventuren deutlich rechtsschief (Abb.3). Der Median lag bei der Erstinventur bei 80 ppm und bei der Zweitinventur bei 73 ppm. Das 5 Perzentil beträgt 15 ppm bzw. 9 ppm. Der Maximalwert hat von 2555 ppm auf 1700 ppm abgenommen. Das 95 Perzentil liegt bei 303 ppm bzw. bei 220 ppm. Der Mann-Whitney-Test belegt keine signifikante Veränderung zwischen den Inventuren in der Auflage.

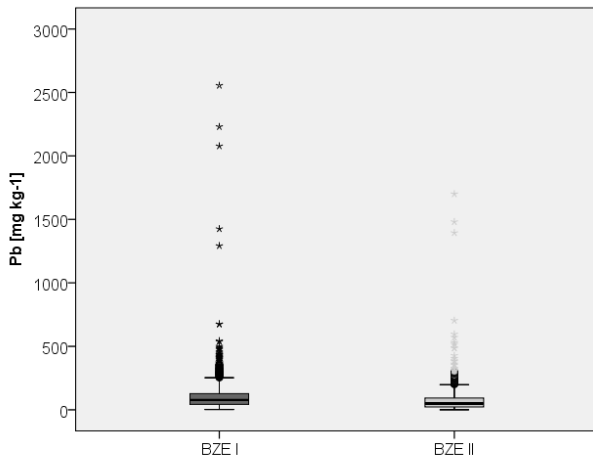


Abb.3: Box-Whisker plots der Bleigehalte [mg kg⁻¹TS] der BZE I und BZE II

3.4 Tiefenverteilung in den Auflagehorizonten

Die Bundesländer hatten die Möglichkeit, einzelne Horizonte der Auflage zu beproben oder auch die gesamte Auflage als Mischprobe zu nehmen. Die Verteilung der Konzentrationen in den Horizonten kann für die einzelnen Elemente aber auch sehr unterschiedlich sein, so dass die Betrachtung von Mischproben bei der Bewertung der Schwermetallkonzentrationen nicht unerheblich ist. Insbesondere Blei aber auch Kupfer weisen in der Oh-Lage deutlich höhere Werte auf als in der L- oder Of-Lage. Zink weist keine Tiefenverteilung auf. In der Konsequenz enthält die Mischprobe bei Blei und Kupfer deutlich geringere Werte als der Oh-Horizont.

3.5 Ausblick

Obwohl bleifreies Benzin verboten wurde und Umweltauflagen zugenommen haben, haben sich die Konzentrationen in den Auflagen nur wenig verändert. Weitere Untersuchungen werden diese Frage vertiefen. Wie sich Waldkalkung und Waldumbau auf die Wälder ausgewirkt haben, wird ebenfalls noch zu untersuchen sein.

4 Literatur

GAFa (Gutachterausschuss Forstliche Analytik [Hrsg.]) (2006): Handbuch Forstliche Analytik. Eine Loseblatt-Sammlung der Analysemethoden im Forstbereich.

Wellbrock, N.; Aydin, C.-T.; Block, J.; Bussian, B.; Deckert, M.; Diekmann, O.; Evers, J.; Gauer, J.; Gehrman, J.; Kölling, C.; König, N.; Liesebach, M.; Martin, J.; Meiwes, K.-J.; Milbert, G.; Raben, G.; Riek, W.; Schäffer, W.; Schwerhoff, J.; Ullrich, T.; Utermann, J.; Volz, H.-A., Weigel, A. & Wolff, B. (2006) Bodenzustandserhebung im Wald (BZE II) Arbeitsanleitung für die Außenaufnahmen. Hrsg. BMELV. Berlin. pp. 413.

Wolff, B.; Riek, W. (1996): Waldbodenbericht. BMELV.