

Tagungsbeitrag: Jahrestagung der DBG, Kommission II, Thema KÜ/6
Titel der Tagung: Böden – Lebensgrundlage und Verantwortung
Veranstalter: Kommission II der DBG, 07.-12.09.2013 in Rostock
Berichte der DBG (nicht begutachtete online Publikation) <http://www.dbges.de>

Bleibelastung und Bleiverlagerungspotential in Böden des Riesenbecker Osning (Teutoburger Wald)

Birgit Schneider*, Jürgen Lethmate**, Katja Pöhlmann*, Felix Beckers***, Jörg Rinklebe***, Carsten Lorz****

Untersuchungsvoraussetzungen

Das Forschungsvorhaben ist auf die Analyse von Blei (Pb) und Quecksilber (Hg) in Ökosystemkompartimenten des geoökologischen Modellgebietes „Riesenbecker Osning“ (RO) fokussiert, der großflächig von Nadelforsten mit der Hauptbaumart *Pinus sylvestris* (Waldkiefer) bestockt ist. Der RO ist der NW-Ausläufer des Teutoburger Waldes, der als Mittelgebirgssporn in das nordwestdeutsche Tiefland hineinragt und hier ausstreicht.

Im Rahmen des laufenden Projektes sollen die Ursachen der ermittelten hohen Pb-Konzentrationen in Böden, Nadeln und Quellwässern näher charakterisiert werden.

* Universität Leipzig, Institut für Geographie, Johannisallee 19a, 04103 Leipzig (bschneid@rz.uni-leipzig.de)

** Universität Münster, Institut für Didaktik der Geographie, Heisenbergstr. 2, 48149 Münster

*** Universität Wuppertal, Institut für Grundbau, Abfall- und Wasserwesen, Fachbereich D - Abteilung Bauingenieurwesen, Pauluskirchstr. 7, 42285 Wuppertal

**** Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Fakultät Wald und Forstwirtschaft, Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 3, 85354 Freising

Das Projekt wird finanziell von der Manfred-Engel-Stiftung unterstützt.

Bisher wurden diese hohen Gehalte auch auf Kampfhandlungen im ausgehenden 2. Weltkrieg zurückgeführt.

Da Blei jedoch gleichfalls als luftgetragener Schadstoff fungiert, ist somit eine Immissionsbelastung des Gebietes möglich, da der RO einerseits im Abstrom des Verdichtungsraumes Rhein-Ruhr und andererseits im Wirkungsbereich mehrerer regionaler Quellen liegt.

Untersuchungsdesign

Studenten des Studienganges Forstingenieurwesens der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf haben im Rahmen eines Geländepraktikums im August 2012 über den Kamm des Riesenbecker Osning eine Catena mit zahlreichen Bohrstockbeprobungen sowie 6 Profilen von SW (P1) nach NO (P6) gelegt. Die Ausgangssubstrate des Untersuchungsgebietes werden durch die Verwitterungs- und Umlagerungsprodukte der anstehenden Osning-Sandsteine der Unterkreide dominiert.

Pedogenetisch überwiegt an den Hängen und im Kambereich der mit Kiefern bestockte stark saure Eisen-Humus-Podsol (P2, P3, P4, P5) mit mächtigen Auflagen aus Rohhumusartigem Moder.

Im Hangfussbereich sind auch nährstoffreichere Buchenstandorte (P1+P6) mit höheren pH-Werten ausgebildet.

Lage der aufgenommenen Profile:

P1: Unterhang – SW / Buche

P2: Mittelhang – SW / Kiefer

P3: Hochebene – Kamm / Kiefer

P4: Ebene im Hangrücken – NO / Kiefer

P5: Mittelhang – NW / Kiefer

P6: Hangfuss – NO / Buche

Nach einer ausführlichen Bodenansprache wurde detailliert horizontweise beprobt, um eine differenzierte Bodenbewertung zu ermöglichen.

Zur Abschätzung der mobilisierbaren und pflanzenverfügbaren Schwermetall-Anteile erfolgte eine Extraktion mit 1 M NH_4NO_3 – Lösung nach DIN 19730.

Die Element-Totalgehalte wurden mittels energiedispersiver RFA (Spectro Xepos) ermittelt.

Die Interpretation und Einordnung der Daten soll in Abhängigkeit von pH-Werten und CNS-Gehalten erfolgen. Die pH-Werte

wurden sowohl im dest. H₂O als auch in 0,01 M CaCl₂-Lösung bestimmt.

Mit Hilfe eines Elementaranalysators (vario EL cube der Fa. Elementar) wurden die Totalgehalte an C, N und S detektiert. Aufgrund der versauerten geochemischen Milieubedingungen entsprechen die analysierten C-Gehalte den C_{org}-Anteilen im Untersuchungsgebiet.

Ergebnisse

Die ermittelten Daten belegten, dass sich Pb und andere Schwermetalle (SM) in den humusreichen Auflagen, insbesondere im Oh-Horizont, stark anreichern und somit negative Auswirkungen auf Pflanzenwurzeln und Mikroorganismen zu vermuten sind.



Abb. 1: Profil P5 / Mittelhang NW-exponiert



Abb. 2: 10cm mächtige Auflage P5 mit Aeh

Exemplarisch für die untersuchte Catena sollen die Ergebnisse anhand des Podsol-Profils P5 (Abb. 1+2) dargestellt werden. Infolge der extremen Versauerung mit $\text{pH}(\text{CaCl}_2) \leq 2,5$ (Abb.3) wurden insbesondere in den Auflagehorizonten nicht nur hohe Pb_{total} -Gehalte sondern auch erhöhte mobilierbare und pflanzenverfügbare Pb_{mobil} -Anteile (Abb.4) nachgewiesen.

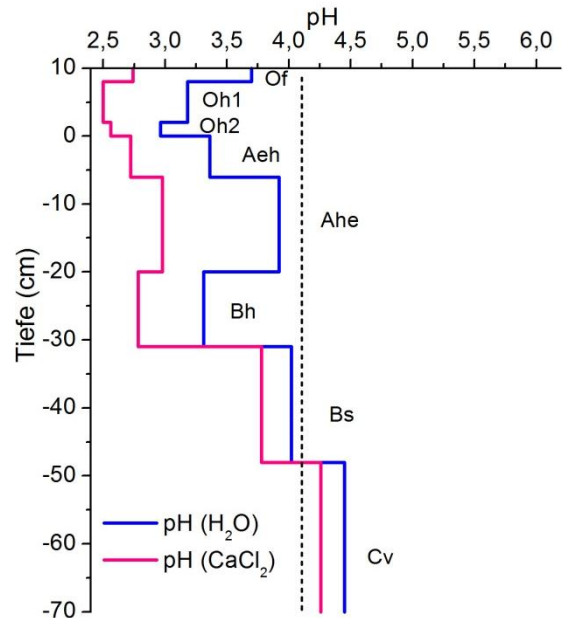


Abb.3: pH-Werte des Profils P5

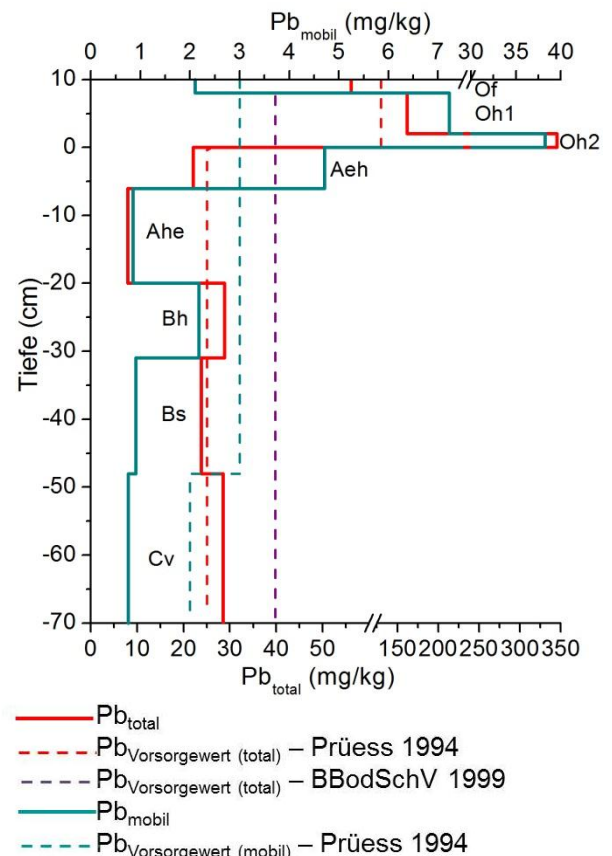


Abb. 4: mobilisierbare (Pb_{mobil}) und totale (Pb_{total}) Pb-Gehalte des Profils P5

	Probe	pH(H ₂ O)	pH(CaCl ₂)	C _{org} (%)	N(%)	S(%)	Pb _t (ppm)	Pb _m (ppm)
P1	L	5,77	5,26	46,99	2,01	0,22	3,85	0,01
	Of	6,10	5,78	43,28	2,07	0,26	12,45	0,01
	Oh 1	5,00	4,44	41,43	1,94	0,36	53,05	0,14
	Oh 2	4,10	3,25	24,96	1,07	0,47	376,35	14,22
	Ah(e)	3,98	3,23	4,16	0,19	0,14	65,35	5,49
	Ahe	4,07	3,41	1,37	0,05	0,04	27,25	2,82
	Bh	4,28	4,02	1,90	0,07	0,05	28,15	0,31
	Bs 1	4,38	4,28	0,42	0,02	0,02	28,30	0,66
	Bs 2	4,38	4,27	0,19	0,01	0,02	22,20	0,75
P2	Of	5,22	4,61	40,14	1,99	0,37	45,20	0,30
	Oh	4,35	3,78	32,71	1,78	0,41	72,50	0,52
	Ahe	3,38	2,66	4,50	0,25	0,16	91,05	8,99
	Ae	4,06	3,14	0,50	0,01	0,00	10,35	1,64
	Bh	3,65	2,95	2,76	0,10	0,08	32,40	2,91
	Bhs	4,09	3,91	0,73	0,02	0,02	23,50	0,86
	Bs	4,62	4,50	0,13	0,01	0,01	20,10	1,11
	Cv	4,69	4,59	0,07	0,01	0,00	15,05	0,81
	P3	Of	3,82	3,02	50,35	2,18	0,39	20,20
Oh 1		3,03	2,52	44,01	1,97	0,48	90,05	4,41
Oh 2		3,30	2,52	31,81	1,29	0,45	317,95	54,16
Ae		3,86	3,05	0,46	0,02	0,00	9,90	2,09
Bh		3,39	2,75	3,15	0,11	0,07	15,00	0,85
Bs 1		3,96	3,66	0,69	0,03	0,02	13,35	0,27
Bs 2		4,54	4,26	0,25	0,01	0,00	7,15	0,12
Cv		4,49	4,38	0,07	0,01	0,00	8,80	0,11
P4		Of	3,51	2,77	49,23	2,15	0,43	48,65
	Oh 1	3,26	2,46	47,29	1,97	0,45	376,40	17,53
	Oh 2	3,40	2,52	31,86	1,19	0,51	338,70	28,30
	Ahe	3,61	2,67	1,80	0,05	0,02	20,55	3,93
	Ae	3,86	2,92	0,51	0,02	0,00	7,60	0,73
	Bh	3,37	2,52	5,54	0,20	0,11	23,35	1,02
	Bs	3,79	3,38	0,61	0,03	0,02	20,15	0,41
	Cv	4,07	3,69	0,23	0,02	0,02	35,35	1,69
	P5	Of	3,70	2,74	49,85	1,87	0,37	56,15
Oh 1		3,18	2,50	47,97	1,79	0,42	161,90	7,22
Oh 2		2,96	2,56	34,69	1,23	0,40	344,95	38,26
Aeh		3,36	2,72	2,35	0,06	0,05	22,05	4,71
Ahe		3,92	2,98	0,54	0,01	0,00	7,90	0,85
Bh		3,31	2,78	2,62	0,09	0,07	28,80	2,18
Bs		4,02	3,78	0,66	0,02	0,03	23,80	0,90
Cv		4,45	4,26	0,22	0,02	0,01	28,50	0,75
P6		L	5,15	4,72	46,53	2,30	0,26	6,00
	Of	3,92	3,22	44,17	2,29	0,35	36,50	0,33
	Oh 1	3,43	2,84	40,13	1,99	0,39	208,15	3,89
	Oh 2	3,17	2,77	32,91	1,63	0,40	302,00	11,39
	Ahe	3,34	2,69	4,88	0,28	0,19	57,60	6,92

Tab.1: pH-, C_{org}-, N-, S- und Pb-Werte der Profile P1-P6 (Pb_t=Pb_{total}/Pb_m=Pb_{mobil})

Die ökologische Einordnung der Pb-Gehalte ist einerseits von den Boden-pH-Werten und andererseits von den Gehalten an organischen und anorganischen Komplexbildnern abhängig.

Der Grenz-pH-Wert für die Mobilisierung der meisten SM liegt bei pH(CaCl₂) ≤ 4,2. Für die am Hangfuss gelegenen Buchenstandorte (P1+P6) konnten im Vergleich zu den Kiefer bestockten Standorten P2-P5 höhere pH(CaCl₂) > 4,2 nachgewiesen werden. Die Profile P3, P4, P5 weisen in den Auflagen mit pH(CaCl₂) < 2,5 die klassische

Tiefenfunktion der Versauerung auf und zeigen ein Zusammenlaufen der pH-Werte von H₂O und CaCl₂ mit zunehmender Tiefe (Tab.1+Abb.3).

Diese geochemischen Milieubedingungen verstärken das Pb-Verlagerungspotential. Dies wird durch hohe mit NH₄NO₃ extrahierte mobilisierbare Pb-Gehalte sowohl in den Auflagen als auch im Mineralboden widerspiegelt. Die nach Pruess (1994) in Abhängigkeit vom pH-Wert aufgestellten Vorsorgewerte von max. 3mg/kg werden meist in den Oh- und Ahe-Horizonten um ein vielfaches überschritten (Tab.1+Abb.4). Auch die Pb-Totalgehalte übersteigen unterschiedliche Vorsorgewerte teilweise um ein mehrfaches. Die Pb-Vorsorgewerte in Humusaufgaben nach Pruess (1994) mit 130mg/kg werden insbesondere in den Oh-Horizonten oft deutlich überschritten. Die Pb-Vorsorgewerte für Mineralböden hat Pruess (1994) in Abhängigkeit vom Tongehalt festgelegt. Dabei wurden die Vorgaben mit 25mg/kg bei Tongehalten < 8% noch unterhalb der Pb-Vorsorgewerte von Sand nach BBodSchV (1999) mit 40mg/kg festgesetzt (Tab.1+Abb.4).

Höchste Pb-Gehalte werden in den Oh-Horizonten festgelegt und sind deutlich höher als in den L/Of-Horizonten. Die Ursache der Komplexbindung und Akkumulation von Pb im Oh ist neben der atmosphärischen Komponente auch im Streuabbau und dem damit freiwerdenden und verlagerten Pb begründet (Abb. 5).

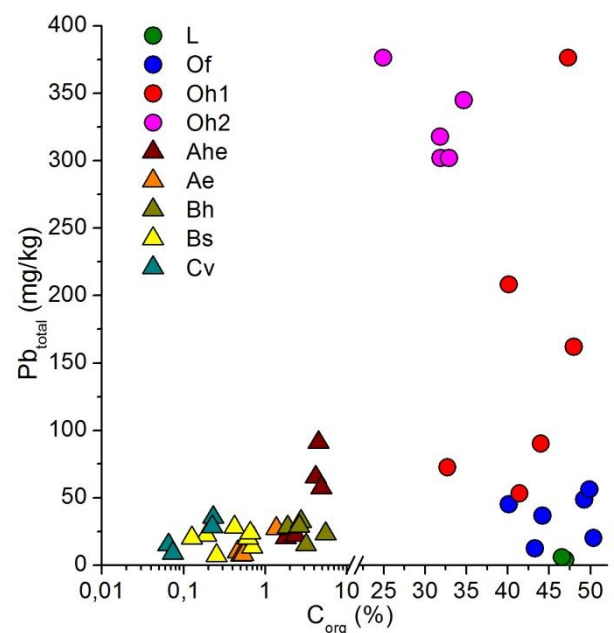


Abb.5: Pb_{total}-Gehalte in Abhängigkeit vom C_{org}-Gehalt

Hohe $Pb_{total} > 300$ mg/kg in Oh-Horizonten wurden auch in zahlreichen Publikationen (Szibalski, M & P. Felix-Henningsen, 1999) sowie BZE-Untersuchungen (LANUV-Fachbericht 44, 2012) nachgewiesen. Eigene Untersuchungen zu S-Konzentrationen in unterschiedlichen Bindungsformen (Schneider, B. et al 2006) im Untersuchungsgebiet belegen eine hohe Korrelation zu umweltrelevanten SM-Gehalten.

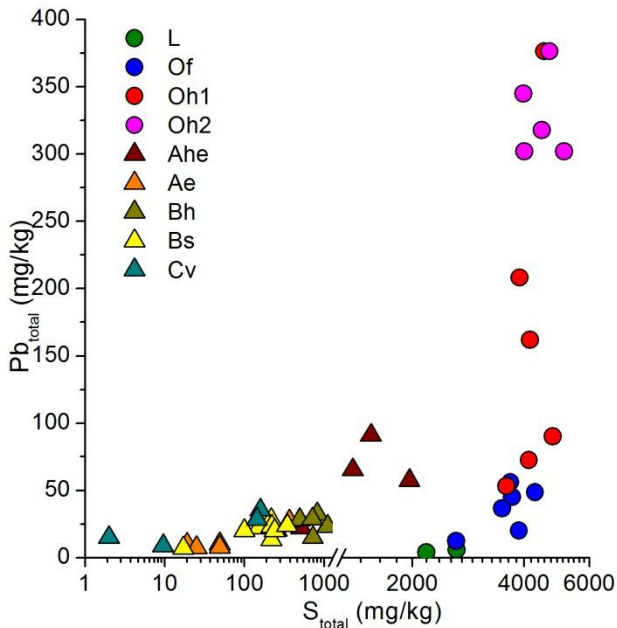


Abb.6: Pb_{total} -Gehalte in Abhängigkeit vom S_{total} -Gehalt

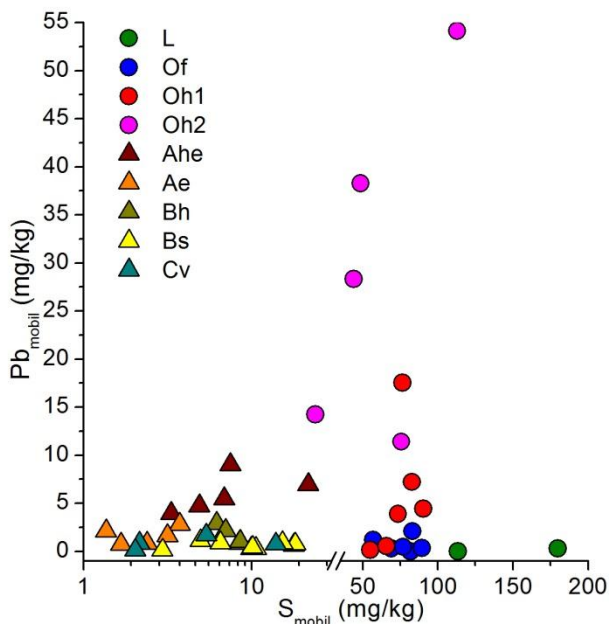


Abb.7: Pb_{mobil} -Gehalte in Abhängigkeit vom S_{mobil} -Gehalt

Maximale S-Gehalte (Tab.1+Abb.6) werden in den Auflagen Of und Oh in Sulfat- und Sulfamaten festgelegt, was die im

Vergleich zu den S_{total} -Gehalten geringen NH_4NO_3 extrahierten S_{mobil} -Gehalte belegen (Abb.7). Dennoch ist der mobilisierbare S-Pool in den Auflagen als stark erhöht zu bewerten.

Aufgrund der mächtigen rohumusartigen Moderauflagen (Abb.2) ist ein Speicher für Schwermetalle gegeben. In den Auflagen konnten neben Pb auch hohe Gehalte für Zn, Cd und Cr aber auch für Ca und Mg nachgewiesen werden. Da aufgrund der geochemischen Milieubedingungen mit $pH(CaCl_2)$ -Werten=2,4-4,5 und des geogenen Hintergrund des Untersuchungsgebietes, welches aus quarzitischen Sandsteinen aufgebaut ist, keine basisch wirksamen Stoffe natürlich vorhanden sind, müssen diese Gehalte anthropogenen Ursprungs sein!

Diese Bedingungen induzieren auch hohe Anteile an mobilisierbaren SM-Gehalten. Somit sind die detektierten Pb_{mobil} -Anteile als Ursache für hohe Pb-Konzentrationen in verschiedenen Quellwässern des Untersuchungsgebietes zu verstehen (Lethmate, J. 2013).

Literatur:

BBodSchV (1999): Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung.

LANUV-Fachbericht 44 (2012): Auswertung der Ergebnisse zu bodenchemischen Untersuchungen auf Boden-Dauerbeobachtungsflächen in NRW.

Lethmate, J. (2013): Geoökologisches Modellgebiet „Riesenbecker Osning“ – 25 Jahre Ökosystemforschung im nordwestlichen Teutoburger Wald. Westfälische Geographische Studien, Band 58, LWL, 381 S.

Prüess, A. (1994): Einstufung mobiler Spurenelemente. In: Bodenschutz - Ergänzbares Handbuch der Maßnahmen und Empfehlungen für Schutz, Pflege und Sanierung von Böden, Landschaft und Grundwasser (Hrsg.: Rosenkranz, Bachmann, König, Einsele), Erich-Schmidt-Verlag, 3600.

Schneider, B., Lorz, C, Lethmate, J. (2006): Versauerung und Mobilisierungspotential von Sulfat in geschichteten Böden des nordwestlichen Teutoburger Waldes. Geo-Öko; Volume/Band XXVII, 175-194.

Szibalski, M & P. Felix-Henningsen (1999): Gradienten von Bodeneigenschaften im Randbereich kleinflächiger Waldstandorte des östlichen Münsterlandes. J. Plant Nutr. Soil Sci. 162: 49-55