

Bergbauinduzierte Schwermetallkonzentrationen im Kot des Großen Mausohrs (*Myotis myotis*)

FRANZISKA DÖLL^{1,3} & ANDREAS FRITSCH^{2,3}

¹ Biosphärenreservat Karstlandschaft Südharz, Hallesche Str. 68A, D-06536 Südharz

² Fauna und Feder - Büro für Artenschutz, Neue Straße 16, D-06536 Südharz

³ Arbeitskreis Fledermäuse Sachsen-Anhalt e. V., Zechental 1, D-06536 Südharz

Mining-induced heavy metal concentrations in the faeces of the Greater Mouse-eared Bat (*Myotis myotis*)

Abstract

Bats can absorb pollutants through their food. The Greater Mouse-eared Bat (*Myotis myotis*), for example, eats beetles that occur on mining dumps contaminated with heavy metals. The aim of the present study was to determine whether elevated concentrations of heavy metals can still be detected in the faeces of the greater mouse-eared bat in the mining regions of the Harz Mountains as a result of historical mining and smelting. The samples examined came from five maternity roosts in the Harz region (northern, eastern and southern Harz). In addition, samples were taken from Bülstringen, a site far from the Harz, which were used in the study as reference data. The heavy metal analysis was carried out using flame and graphite furnace atomic absorption spectroscopy to determine the concentration of the elements lead, cadmium, chromium, copper, nickel and zinc. In some cases, the results of the investigations showed increased concentrations of heavy metals at the sites near the resin compared to the reference site. For some elements, there is an overlap of geogenic background levels and anthropogenic inputs, so that no clear differentiation can be made here with regard to the origin. It is not possible to conclusively assess how harmful the uptake of heavy metals is for the Greater Mouse-eared Bats. The results suggest that Greater Mouse-eared Bats droppings contaminated with heavy metals should not be used as fertiliser, as is often recommended.

Keywords

Heavy metals, faeces samples, Greater Mouse-eared Bats, *Myotis myotis*, chemical pollution

Zusammenfassung

Fledermäuse können über ihre Nahrung Schadstoffe aufnehmen. Das Große Mausohr (*Myotis myotis*) frisst beispielsweise Käfer, die auf schwermetallbelasteten Bergbauhalten vorkommen. Ziel der vorliegenden Studie war es zu ermitteln, ob sich auch heute noch in den bergbaugesprägten Regionen des Harzes, als Folgen des historischen Bergbaus und der Verhüttung, erhöhte Konzentrationen von Schwermetallen im Kot des Großen Mausohrs nachweisen lassen. Die dabei untersuchten Proben stammen aus fünf Wochenstuben der Harzregion (Nord-, Ost- und Südharz). Zusätzlich wurden Proben von Tieren am harzfernen Standort Bülstringen genommen, welche als Referenzdaten in die Untersuchung einfließen. Die Schwermetallanalyse wurde mit Hilfe der Flammen- und Graphitrohr-Atomabsorptionsspektroskopie durchgeführt, um die Konzentration der Elemente Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel und Zink zu ermitteln. In den Untersuchungsergebnissen ließen sich an den harznahen Standorten teilweise erhöhte Schwermetallkonzentrationen im Vergleich zum Referenzstandort nachweisen. Bei einigen Elementen kommt es zu einer Überlagerung

in den durch Bergbau geprägten Regionen des Nord- und Südhazzes. Es kann demnach davon ausgegangen werden, dass die erhöhten Kupferwerte in Bülstringen durch die landwirtschaftliche Nutzung begründet sind.

Aufgrund der relativ hohen Schwermetallwerte im Kot der Mausohren wird davon abgeraten, diesen als Dünger zu nutzen.

Trotz des Nachweises zum Teil hoher Schwermetallkonzentrationen im Kot des Großen Mausohrs kann abschließend nicht eingeschätzt werden, welche Auswirkungen diese Gehalte tatsächlich auf die Tiere haben, da eine veterinärmedizinische Untersuchung der Tiere im Rahmen der Studie nicht möglich war. In anderen Studien des Gewebes von Fledermäusen gab es zwar erhöhte Werte, jedoch keine Hinweise auf eine Beeinträchtigung des Gesundheitszustands der Tiere. Hierzu gibt es jedoch noch Forschungsbedarf.

Danksagung

Unser besonderer Dank gilt Bernd Ohlendorf, Prof. Dr. Erik Arndt, Prof. Dr. Klaus Richter, Sandra Matthes, Christine Teumer, Peter Loskarn, Cindy Jeschke, Chris Rupsch, Sabine Jakob, Prof. Dr. Harald Grunert, Fiona Behrens, Christoph Busch, Heike Greiner, Dieter Gellrich, Rainer Heilek, Hr. Busch, Fr. Horenburg, Herrn Küster Müller und Marcus Fritze. Ebenso danken wir der Verwaltung des Biosphärenreservats Karstlandschaft Südhaz, mit deren Hilfe und finanzieller Unterstützung die vorliegende Arbeit erst zu Stande kam.

Literatur

1. ABFKLÄRV (1992): AbfklärV - Klärschlammverordnung. Vom 15. April 1992, S. 4 f.
2. ALLOWAY, B. J. (1999a). Schwermetalle in Böden - Analytik, Konzentrationen, Wechselwirkungen. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 151-178.
3. ALLOWAY, B. J. (1999b): Cadmium. In: ALLOWAY, B. J. (Hrsg.). Schwermetalle in Böden - Analytik, Konzentrationen, Wechselwirkungen. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 151-178.
4. BAHN, W. (2012): Mansfelder Land Sind Halden noch wirtschaftlich verwertbar? URL: <http://www.mz-web.de/mitteldeutschland/mansfelder-land-sind-halden-noch-wirtschaftlich-verwertbar>—6834636.
5. BAKER, D. E. & SENFT, J. P. (1999): Kupfer. In: ALLOWAY, B. J. (Hrsg.). Schwermetalle in Böden - Analytik, Konzentrationen, Wechselwirkungen. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 211-237.
6. BAUMGÄRTNER, G. & WOLF, B. (2000): Aufbereitung der im Rahmen der Bodenzustandserhebung unter Wald (BZE) erhobenen Daten zu Schwermetallgehalten in der Humusaufgabe für bodenschutzrelevante Auswertungen unter dem Gesichtspunkt der pedoregionalen Repräsentanz von Schwermetallgehalten im Mineralboden. UBA-Forschungsvorhaben Nr. 299 71 232. Arbeitsbericht des Instituts für Forstökologie und Walderfassung. 3, 36 pp.
7. BEYER, W. N.; PATTEE, O. H.; SLEO, L.; HOFFMAN, D. J. & MULHERN, B. M. (1985): Metal contamination in wildlife living near two zinc smelters. *Environmental Pollution* 38 A, 63–86.
8. BEYER W. N. (1986): A re-examination of biomagnification of metals in terrestrial food chains. *Environ Toxicol Chem.* 5, 863-864.
9. BfN - BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (2008): Daten zur Natur 2008. – Münster (Landwirtschaftsverlag), 10-11.
10. BfN - BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (2017a): GeoBasis-DE /BKG 2014 v.1.1.5.5 – Kartendienst: „Schutzgebiete in Deutschland“. URL: <http://www.geodienste.bfn.de/schutzgebiete> (Stand: 10.08.2017).
11. BfN - BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (2017b): Schwermetallrasen (*Violetea calaminariae*). URL: https://www.bfn.de/0316_typ6130.html (Stand: 08.08.2017).
12. BioAbfV (1998): BioAbfV – Bioabfallverordnung (Verordnung über die Verwertung von Bioabfällen auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Böden). Vom 21. September 1998, S. 7.
13. BUTOVSKY, R. O. (1997): Heavy metals and carabids (Coleoptera, Carabidae). *Agrohimiija* 11, 78–86.
14. BUTOVSKY, R. O. (2011): Heavy metals in carabids (Coleoptera, Carabidae). In: KOTZE, D. J., ASSMANN T, NOORDIJK J, TURIN H, VERMEULEN R (Eds) Carabid Beetles as Bioindicators: Biogeographical, Ecological and Environmental Studies. *ZooKeys* 100: 215–222. doi: 10.3897/zookeys.100.1529.
15. DAVIES, B. E. (1999): Blei. In: ALLOWAY, B. J. (Hrsg.). Schwermetalle in Böden - Analytik, Konzentrationen, Wechselwirkungen. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 131-149.
16. DEICKE, M. (2003): Erdfallablagerungen des südlichen Harzvorlandes – Archive der Umweltgeschichte der letzten Jahrtausende.- Diss. Universität Göttingen, Göttingen.
17. DIETZ, C.; VON HELVERSEN, O. & NILL., D. (2007): Handbuch der Fledermäuse Europas und Nordwestafrikas – Biologie, Kennzeichen, Gefährdung. Frankh-Kosmos, Stuttgart.
18. DOBLER, L. (1999): Der Einfluß der Bergbauschichte im Ostharz auf die Schwermetalltiefengradienten in historischen Sedimenten und die fluviale Schwermetalldispersion in den Einzugsgebieten von Bode und Selke im Harz. - Diss. Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Halle (Saale).
19. DEICKE, M. (2005): Ablagerungen in Karsthohlformen des West- und Südhazrandes als Archive der Umweltgeschichte. – Mitt. Verb. dt. Höhlen- u. Karstforscher 51 (1), 11-13.

20. DÖLL, F. (2017): Montaninduzierte Schwermetallkonzentration beim Großen Mausohr (Faeces) und dessen Hauptnahrungsinsekten (Coleoptera) - Folgen des historischen Spat und Erzbergbaus im Harz und dessen Umland (unveröffentlichte Masterarbeit) Hochschule Anhalt, Bernburg.
21. DüMV (2012): DüMV – Düngemittelverordnung (Verordnung über das Inverkehrbringen von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln). Vom 5. Dezember 2012, 117 pp.
22. EMEZ, V. M. & ZHULIDOV, A. V. (1983): The peculiarities of Pb accumulation by imagos of *Pterostichus melanarius* III. (Coleoptera, Carabidae) in differing populations at referent and polluted sites. Doklady of Academy of Sciences of the USSR 271, 1278–1280.
23. EGGER, H. (2017): Wirkung der verschiedenen Stoffe und Chemikalien auf unbehandelten Beton, HE Hector Egger Bauunternehmung AG. URL: http://www.ashfordformula.ch/fileadmin/user/Dokumente/Aktuell/beton_unbehandelt_de.pdf (Stand: 07.08.2017).
24. FIEDLER, H. J. (2001): Böden und Bodenfunktionen in Ökosystemen, Landschaften und Ballungsgebieten. Expert-Verl., Renningen-Malmsheim, 598 pp.
25. GONGALSKI, K. B. & BUTOVSKY, R. O. (1998): Heavy metal pollution and carabid beetles (Coleoptera, Carabidea) in the vicinity of the Kosogorski metallurgic plant at 536Kosaya Gora. In: Butovsky RO and van Straalen NM (eds.) Pollution-induced changes in soil invertebrate food-webs, Amsterdam and Moscow.
26. GRESCH, M. & WETTSTEIN, B. (2002): Antimon- und Bleibelastung bei Schiessanlagen, Fallbeispiel Eschenbach (SG). Technische Hochschule Zürich. 75 pp.
27. GRIMM, R. (2017): Baustoff-Klassiker: Was ist Portlandzement? URL: <http://www.baustoffwissen.de/wissen-baustoffe/baustoffknowhow/grundstoffe/beton/portlandzement-definition-geschichte-joseph-aspdin-isaac-charles-johnson-zement-klinker-din-en-197-1-portlandkompositement-hochofenzement/> (Stand: 07.08.2017).
28. GRUNERT, H. (2017): schriftliche Mitteilung vom 19.10.2017.
29. GRODZINSKA, K.; GODZIK, B.; DAROWSKA, E. & PAWLOWSKA, B. (1987): Concentrations of heavy metals in trophic chains of Niepolomice Forest, s. Poland. Ekol Pol 35, 327-344.
30. GÜLZOW, W. (2007): Stellen Schieß- und Truppenübungsplätze eine Gefährdung für das Grundwasser dar? - Paper, TU-Bergakademie Freiberg, Freiberg.
31. HARTMANN, R. (2000): Deskription der Schwermetallgehalte in Knochen, Organen und Haaren von Fledermäusen (Chiroptera) im Zeitraum 1987 bis 1999. - Diss. Univ. Göttingen.
32. HEINRICH, K. (1998): Der Flußspatbergbau im Harz.- In: 225 Jahre Oberbergämter und Bergbehörden Halle, 67-71, Halle.
33. HOPKIN, P. S. (1989): Ecophysiology of metals in terrestrial invertebrates. Elsevier Applied Science, London - New York.
34. HUNECK, S. (2006): Die Flechten der Kupferschieferhalden um Eisleben, Mansfeld und Sangerhausen, Mitteilung zur floristischen Kartierung Sachsen-Anhalt, Herausgegeben vom Botanischen Verein Sachsen-Anhalt e. V., Halle (Saale), 66 pp.
35. JANSSEN, M. P. M. (1991): Turnover of cadmium through soil arthropods. PhD thesis, Amsterdam, the Netherlands, Vrije Universiteit. doi: 10.2307/2403895.
36. JELASKA, L. S.; BLANUSA, M.; DURBESIC, P. & JELASKA, S. D. (2007): Heavy metal concentrations in ground beetles, leaf litter, and soil of a forest ecosystem. Ecotoxicology and Environmental Safety 66, 74–81. doi: 10.1016/j.ecoenv.2005.10.017.
37. KLAPPAUF, L. (1996): Montanarchäologie im Harz. - In: JOCKENHÖVEL, A. [Hrsg.]: Bergbau, Verhüttung und Waldnutzung im Mittelalter; Stuttgart, 93-111.
38. KIEKENS, L. (1999): Zink. In: Alloway, B.J. (Hrsg.). Schwermetalle in Böden - Analytik, Konzentrationen, Wechselwirkungen. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 309-331.
39. KNOLLE, F. (2005): Auswirkungen des Mineral- und Gesteinsabbaus im Westharz –Das Beispiel der montaninduzierten Schwermetallbelastung und des geplanten Teilabbaus des Iberges.-System Denkmalpflege –Netzwerke für die Zukunft. Bürgerschaftliches Engagement in der Denkmalpflege, Arbeitshefte zur Denkmalpflege in Niedersachsen 31, 218-220.
40. KRAMARZ, P. E. (1999): Dynamics of accumulation and decontamination of cadmium and zinc in carnivorous invertebrates. 1. The ground beetle, *Poecilus cupreus* L. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 63, 531–537.
41. LAGB - LANDESAMT FÜR GEOLOGIE UND BERGWESEN SACHSEN-ANHALT (2002): Rohstoffbericht 2002 – Verbreitung, Gewinnung und Sicherung mineralischer Rohstoffe in Sachsen-Anhalt. – Mitteilung zur Geologie von Sachsen-Anhalt, Beiheft 5, 173 pp, Halle (Saale).
42. LAGB - LANDESAMT FÜR GEOLOGIE UND BERGWESEN SACHSEN-ANHALT (2017): Digitale geowissenschaftliche Landesübersichtskarten von Sachsen-Anhalt im Maßstab 1:400.000 URL: <https://lagb.sachsen-anhalt.de/service/geofachinformation/> (Stand: 01.08.2017).
43. LEITNER, J., VOGEL, W.R. (1993): Fledermäuse als Bioindikatoren. Untersuchungen aus dem Mittleren und Südlichen Burgenland. – Publikationen des Umweltbundesamtes, Wien – R-072, 1 - 92.
44. LLG - Landesanstalt FÜR LANDWIRTSCHAFT UND GARTENBAU (2015): Die Nährstoffentwicklung in den landwirtschaftlich genutzten Böden. Vortrag: „Schwarzerde & Co. – Die Böden Sachsen-Anhalts unter Beobachtung“, 25.-26.11.2015 in Halle. URL: https://lagb.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/LaGB/aktuelles/tagung_schwarzerde/2015_1126_Naehrstoffentwicklung.pdf (Stand: 08.08.2017).
45. LIESSMANN, W. (1994/95): Zur Geschichte des St. Andreasberger Blaufarbenwerkes. - Historisches Montanwesen des Harzes (besonders des Ostharzes), - Harz-Zeitschrift 46/47, 191-192.
46. LIESSMANN, W. (2010): Historischer Bergbau im Harz – Kurzfürer. Springer, Heidelberg.
47. LINQUIST, L.; BLOCK, M. & TIALVE, H. (1995): Distribution and excretion of Cd, Hg, methyl-Hg and Zn in the predatory beetle *Pterostichus niger* (Coleoptera: Carabidea). Environ Toxicol Chem 14, 1195-1201.
48. LUNG - Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie (2002): Bodenbericht des Landes Mecklenburg-Vorpommern - Phase 1 des Bodenschutzprogramms Mecklenburg-Vorpommern, Güstrow.

49. LVERMGeo - LANDESAMT für VERMESSUNG und GEOINFORMATION SACHSEN-ANHALT (2017): GeoBasis-DE – Gewässerdaten - Sachsen-Anhalt-Viewer, URL: <https://www.lvermgeo.sachsen-anhalt.de/de/geoservice/viewer/main2.htm> (Stand: 10.09.2017).
50. KIEFFER, L., SÖRÄS, R., CIESIELSKI, T. M. & STAWSKI, C. (2023): Species and reproductive status influence element concentrations in bat fur. *Environmental Pollution*, 333, 1–8.
51. MANSOUR S. A., SOLIMAN S. S. & SOLIMAN K. M., (2016): Monitoring of heavy metals in the environment using bats as bioindicators: first study in Egypt. *Vespertilio* 18, 61-78.
52. MICHELANGELI, M., MARTIN, J. M., PINTER-WOLLMAN, N., IOANNOU, C. C., MCCALLUM, E. S., BERTRAM, M. G. & BRODIN, T. (2022): Predicting the impacts of chemical pollutants on animal groups. *Trends in ecology & evolution*.
53. McGRATH, S. P. (1999): Chrom und Nickel. In: ALLOWAY, B. J. (Hrsg.). *Schwermetalle in Böden - Analytik, Konzentrationen, Wechselwirkungen*. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 183-206.
54. OERTEL, T. (2002): Untersuchung und Bewertung geogener und anthropogener Bodenschwermetallanreicherungen als Basis einer geoökologischen Umweltanalyse im Raum Eisleben Hettstedt. Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Dissertation, 135 pp.
55. PUNZ, W.; RABITSCH, W. & GINTENREITER, S. (2004): Vergleich der Schwermetallbelastung von Haldentieren, Pflanzenproben und Bodengehalten alpiner Bergbaustandorte – *Verh.zool.-bot.Ges.Wien* 141, 85–96.
56. PURCHART, L. & KULA, E. (2007): Content of heavy metals in bodies of field ground beetles (Coleoptera, Carabidae) with respect to selected ecological factor. *Polish Journal of Ecology* 55, 305–314.
57. RACKOW, W. (1991): Nachweise von Blei und Cadmium im Kot des Mausohrs (*Myotis myotis* Borkhausen, 1797). - *Nyctalus* (N.F.), 4 (2), 140-144.
58. SOBczyk, T. (2014): Der Eichenprozessionsspinner in Deutschland. *Historie – Biologie – Gefahren – Bekämpfung*. BfN-Skripten Nr. 365, 172 pp, Bonn.
59. SPRUNG, S. & RECHENBERG, W. (1988): Einbindung von Schwermetallen in Sekundärrohstoffe durch Verfestigen mit Zement, *Beton*, 38, 193-198.
60. STEPHAN, D. (1999): Chrom, Nickel und Zink in Klinker und Zement: Einbau, Eigenschaftsänderung und Auslaugung. Siegen, Univ., Diss., 201 pp.
61. TIMOFIEIEVA, O., ŚWIERGOSZ-KOWALEWSKA, R., LASKOWSKI & R. VLASCHENKO, A. (2021): Wing membrane and fur as indicators of metal exposure and contamination of internal tissues in bats, *Environmental Pollution* 276, 116703. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.116703>.
62. UBA (2016): Hintergrund // August 2016 - Eichenprozessionsspinner Antworten auf häufig gestellte Fragen, Umweltbundesamt Fachgebiet IV 1.2 – Biozide, Dessau-Roßlau.
63. VDZ - Deutscher Zementwerke e. V. - Forschungsinstitut der Zementindustrie (1990): Tätigkeitsbericht 1987-90, *Beton-Verlag*, Düsseldorf.
64. VDZ - Deutscher Zementwerke e. V. - Forschungsinstitut der Zementindustrie (2005): VI Umweltverträglichkeit von Zement und Beton, In: Tätigkeitsbericht 2003 – 2005, *Verlag Bau + Technik GmbH*, Düsseldorf: 130 pp.
65. VOGEL, W.R. (1988): Die Belastung von Arthropoden mit Blei und Cadmium in unterschiedlich schadstoffexponierten Waldgebieten. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft*, 61, 205-216.
66. VOLLPRACHT, A. (2012): Einbindung von Schwermetallen in Portlandzementstein. *Schriftenreihe Aachener Beiträge zur Bauforschung des IBAC*. Dissertation, RWTH Aachen.
67. WEISCHEDEL, K. & KAISER, S. (2017): Prüfung eines Guano-Düngers, Institut Dr. Flad Berufskolleg für Chemie, Pharmazie und Umwelt. URL: <http://www.chf.de/eduthek/projektarbeit-weischedelkaiser.html> (Stand: 08.08.2017).
68. ZUKAL, J., PIKULA, J. & BANDOUCHOVA, H. (2015): Bats as bioindicators of heavy metal pollution: history and prospect. *Mammalian Biology*. 80 (3), 220-227.