Nyctalus (N.F.), Berlin 9 (2003), Heft 2, S. 105 - 109

Untersuchungen zum Schwermetallgehalt im Fledermauskot

Von RAINER HARTMANN, Göttingen

1 Einleitung

Im Vergleich zu Untersuchungen von Organ- und Gewebeproben von Fledermäusen lassen sich Kotproben wesentlich einfacher gewinnen, aufarbeiten und analysieren. Zudem sind hier in der Regel ausreichende Probenmengen verfügbar. Die Untersuchung von Fledermauskot gestattet einen ersten Rückschluß auf die oral über die Nahrung aufgenommene Schwermetallmenge. Durch Kotanalysen können, bei Vorliegen ausreichender Vergleichsdaten, somit rasch erhöhte Schwermetallaufnahmen erkannt werden, wie sie z. B. nach Dachstuhlmodernisierungen mit frisch imprägnierten Hölzern auf der Basis von chrom- oder kupfersalzhaltigen Imprägniermitteln (sog. CKB- oder CKA-Salze) möglich sind. Je nach Fundzustand besteht, besonders bei der Beprobung geringer Kotmengen, im Vergleich zu Gewebe- und Haaranalysen allerdings eine größere Gefahr der Kontamination des Probenmaterials, z. B. durch anhaftenden Staub oder anhaftendes Erdreich.

Die Datenlage zum Schwermetallgehalt im Kot mitteleuropäischer Fledermäuse ist gegenwärtig sehr gering und beschränkt sich auf stichprobenartige Untersuchungen (ULOTH et al. 1987, SCHÄFFLER 1989, RACKOW 1991). Darüber hinaus liegen Daten aus Quartieren in Arizona (PETIT & ALTENBACH 1973), Montpelier (CLARK 1979), Florida (CLARK et al. 1986), Kentucky (LACKI 1994) und Colorado (O'SHEA et al. 2001) vor. PETIT & ALTENBACH (1973) konnten bei ihren Untersuchungen eine gute Korrelation zwischen dem Kupfergehalt im Kot der Brasilianischen Bulldoggfledermaus (*Tadarida brasiliensis*) und der produzierten Kupfermenge einer benachbarten Kupferhütte ermitteln.

Im Rahmen einer umfangreichen Untersuchung zur Schwermetallbelastung von Organen, Knochen und Haaren der Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*) (HARTMANN 2000) wurden auch 49 Kotproben auf ausgewählte Metalle und Schwermetalle analysiert, deren Ergebnisse hier vorgestellt werden.

2 Material und Methode

Das Probenmaterial entstammte Aufsammlungen des Verf. sowie von ehrenamtlich in Niedersachsen tätigen Fledermauskundlern, die in Wochenstuben und Männchenquartieren erfolgten. Mein besonderer Dank gilt hierbei Frau A. TILSNER/Rhauderfehn, Herrn D. SCHLEGEL/Wunstorf und Herrn W. RACKOW/Osterode am Harz.

Zur Probenverpackung dienten Kunststoffgefäße. Die Kotproben wurden nach 12stündigem Trocknen bei 105°C in einer Reibschale zermahlen und homogenisiert. Anschließend erfolgte der Probenaufschluß mittels Königswasser gemäß DIN ISO 11466: 06.97. Die Analyse geschah mittels ICP-OES (Gerätetyp: Spectroflame, Fa. Spectro). Die Kalibrierung erfolgte unter Verwendung eines Matrix angepaßten Standardmixes. Zur Korrektur des Plasmas wurde parallel zur eigentlichen Elementmessung das Argonsignal mit erfaßt. Zinn wurde mittels Graphitrohr-AAS (Gerätetyp: SpectrAA 20 mit GTA-96, Firma Varian) bestimmt, Quecksilber und Arsen mittels Kaltdampf- bzw. Hydrid-AAS (Gerätetyp: VGA 76, Firma Varian). Die Bestimmung von Cadmium, dessen Elementlinie stark vom Calcium bei der ICP-OES-Messung gestört wird, wurde zusätzlich mittels Flammen-AAS (Gerätetyp: SpectrAA 20, Firma Varian) ausgeführt.

Die Überprüfung der Richtigkeit der Messungen erfolgte durch regelmäßig in gleicher Weise mitgemessene zertifizierte Referenzmaterialien. Verwendet wurde „Lake Sediment Reference Material LKDS-3" der Mineral Science Laboratories CANMET, Ottawa (Kanada).

Tabelle 1. Analysenergebnisse der Kotuntersuchungen unterschiedlicher Fledermausarten (alle Meßwerte in mg/kg TS)

Proben-Nr. Herkunft/Quartiertyp	TK-Blatt-Nr./Quadr.	Art	Arsen ges.	Blei	Cadmium	Chrom ges.	Kupfer	Nickel	Quecksilber	Zink	Zinn
1 Steina/Bad Sachsa/Wst	4429/1	*Enil*	<2,0	1,8	1,5	1,4	100	2,0	0,79	670	<3,0
2 nördl. Wunstorf/Wst	3522/2	*Nlei*	<3,2	4,2	3,8	1,4	90	6,2	0,22	580	<3,0
3 Rhauderfehn/Kr. Leer/Wst	2710/4	*Eser*	3,3	7,6	<0,3	1,0	100	1,0	0,40	520	<3,0
4 südl. Osnabrück/?	3714/1	*Nnoc*	11	7,7	3,2	1,2	110	2,0	0,41	640	<3,0
5 Nienburg/Weser/Wst	3321/3	*Mnat*	3,7		3,7	2,9	130	1,5	2,1	960	7,4
6 Nienburg/Weser/?	3321/3	*Nnoc*	5,2	1,5	3,2	2,0	100	1,5	0,33	490	<3,0
7 Stadthagen/Hannover/Wst	3621/3	*Mmyo*	2,9	3,0	3,2	1,5	64	<1,0	0,43	450	<3,0
8 dto./dto./Wst	3621/3	*Mmyo*	4,1	5,4	2,3	14	50	1,3	0,43	430	<3,0
9 westl. Rodewald/B214/Wst	3322/2	*Mbec*	3,2	3,6	2,5	2,8	120	2,1	0,87	820	<3,0
10 dto./dto/?	3322/2	*Mmyo*	2,6	0,6	2,4	0,8	68	1,6	0,35	430	<3,0
11 dto./dto./Wst	3322/2	*Mnat*	3,1	2,7	7,4	1,6	120	2,9	1,5	640	<3,0
12 Wunstorf/Zentrum/Wst	3522/4	*Ppip*	3,4	44	1,4	19	180	18	0,69	1300	3,3
13 Mandelsloh/Wst	3323/3	*Paur*	3,9	7,7	3,3	3,5	120	2,4	2,2	850	<3,0
14 dto./?	3323/3	*Mnat*	3,3	4,0	1,9	3,4	110	5,3	1,2	600	<3,0
15 Hagenburg/Wst	3521/4	*Eser*	12	5,7	<0,3	1,2	67	1,3	0,73	420	<3,0
16 Rodewald/Wiehbusch/?	3322/2	*Mbec*	2,9	4,7	1,4	3,3	85	7,4	1,0	570	<3,0
17 Grindau/?	3323/2	*Mnat*	4,3	9,2	10	1,6	220	2,3	1,4	1400	<3,0
18 NSG Barnbruch/Wolfsbg./Z♀	3529/2	*Mdau*	3,9	6,2	4,1	2,4	130	2,2	0,72	620	-
19 dto./dto./Z♀	3529/2	*Mdau*	6,9	6,8	5,1	1,3	140	1,8	0,66	660	-
20 Elbingerode/9-97/?	4327/2	*Paur*	8,5	6,7	1,7	2,9	94	2,1	-	540	-
21 Hattorf/Spinnerei/hint/Wst	4327/3	*Mmyo*	8,9	17	6,7	1,6	48	1,0	0,35	310	-
22 dto./dto./vorn/Wst	4327/3	*Mmyo*	17	16	10	1,2	86	1,3	0,23	410	-
23 Northeim/Zentrum/?	4225/4	*Mmyo*	3,1	4,2	2,2	<3,2	45	<1,6	0,23	310	-
24 Bad Grund/?	4127/3	*Enil*	5,9	83	1,8	12	82	6,2	0,45	600	-
25 NSG Barnbruch/Wolfsbg./Z♀	3529/2	*Mdau*	6,1	3,1	3,5	<3,3	110	2,3	<0,3	820	-
26 dto./dto./Z♀	3529/2	*Mnat*	5,8	4,3	3,5	<4,4	100	3,1	0,53	730	-
27 dto./dto./Z♀	3529/2	*Mdau*	3	3,2	1,2	<6,2	100	<3,1	0,36	950	-
28 Oldersum, Klottjehus/Wst	2610/3	*Eser*	5,6	1,6	<0,3	<3,2	78	<1,6	0,17	400	-
29 Leer-Mittermoor/?	2710/2	?	7,5	280	<0,5	6,1	78	3,7	0,38	450	-
30 östl. Leer/Wst	2711/1	?	3,9	26	1,3	3,6	100	2,1	0,44	820	-
31 Leer-Heisfelde/?	2710/4	*Eser*	5,4	11	2,6	<3,3	140	2,1	0,28	1100	-
32 Ahlden/Wst	3223/1	*Mmyo*	<3,2	6,5	3,2	<3,2	75	<1,6	0,24	460	-
33 Seelenfeld/?	3520/4	?	<3,3	3,3	2,1	<3,3	130	8,2	0,18	900	-
34 Hagen/?	3422/2	*Paur*	5,3	21	2,0	23	130	2,5	0,40	1100	-
35 Kolenfeld/?	3622/2	*Ppip*	3,7	16	1,6	3,7	97	3,8	0,27	680	-
36 Hagen/?	3422/2	*Paur*	4,3	34	1,8	41	130	2,0	0,44	1100	-
37 Wunstorf/?	3522/4	*Ppip*	4,0	29	1,6	13	87	22	0,37	730	-
38 Jena/?	-	*Rhip*	6,0	8,6	0,35	<3,2	78	<1,6	0,45	630	-
39 Norwegen/-	-	?	<3,1	1,6	5,1	<3,1	210	3,9	1,1	1500	-
40 Moringen/Zentrum/?	4225/3	*Mmyo*	<4,3	120	2,2	4,3	89	3,6	0,39	460	-
41 Steinbergen/Wst	3420/4	*Mmyo*	<2,8	6,2	2,0	<2,8	63	1,4	0,28	430	-
43 Seelenfeld/Wst	3520/4	?	<3,1	4,3	2,4	<3,1	58	<1,6	0,16	440	-
44 dto./?	3520/4	?	<3,1	3,9	2,4	<3,1	110	3,5	0,18	1000	-
45 dto./?	3520/4	?	<3,3	2,0	2,3	<3,3	110	1,7	0,23	1400	-
46 dto./?	3520/4	?	<4,2	3,1	1,9	<4,2	120	<2,1	0,27	1300	-
56 Zorge/Harz/Wst	4329/4	*Ppip*	12	4300	18	34	4600	6,6	15	14000	-
57 Bad Gandersheim/Wst	4126/1	*Ppip*	0,56	4,9	2,0	20	76	<4,5	0,68	500	-
58 Osterode/OT Schwiegersh/Wst	4227/4	*Ppip*	<0,90	6,2	1,0	15	50	12	<0,5	400	-

Erklärung der Abkürzungen:
Wst – Wochenstube
/? hinter Ortsangabe – Quartiertyp unbekannt
Z♀ – Zwischenquartier
Fledermausart:
Rhip – *Rhinolophus hipposideros* (Kleinhufeisennase)
Mdau – *Myotis daubentonii* (Wasserfledermaus)
Mnat – *Myotis nattereri* (Fransenfledermaus)
Mbec – *Myotis bechsteinii* (Bechsteinfledermaus)
Mmyo – *Myotis myotis* (Mausohr)
Eser – *Eptesicus serotinus* (Breitflügelfledermaus)
Enil – *Eptesicus nilssonii* (Nordfledermaus)
Nnoc – *Nyctalus noctula* (Abendsegler)
Nlei – *Nyctalus leisleri* (Kleinabendsegler)
Ppip – *Pipistrellus pipistrellus* (Zwergfledermaus)
Paur – *Plecotus auritus* (Braunes Langohr)

3 Ergebnisse und Diskussion

Die insgesamt untersuchten 48 Kotproben lagen bis auf eine Probe aus dem Bereich Zorge/Harz im Vergleich zu gleichfalls untersuchten Haarproben von *P. pipistrellus* in einem engeren Variationsbereich und waren mit Ausnahme der Elemente Blei und Chrom deutlich besser normalverteilt (Tab. 1).

Eine Kotprobe aus einem Quartier bei Zorge/Harz war vermutlich durch Staub bzw. Erdreich verunreinigt gewesen. Bei dem Quartier handelt es sich um ein altes Hüttengebäude, das sich gegenüber einem aus dem 19. Jahrhundert stammenden Schmelzofen befindet. Die hierin ermittelten Elementgehalte (z. B. Blei: 4300 mg/kg TS, Kupfer: 4600 mg/kg TS, Zink: 14000 mg/kg TS) entsprachen denen hochbelasteter Sedimente in den Fließgewässern des Harzes und lagen z. T. mehr als 100-fach über den Medianwerten aller anderen untersuchten Kotproben. Diese Probe wurde daher bei der Berechnung der statistischen Kenngrößen nicht mit berücksichtigt (Tab. 2).

Tabelle 2. Mittelwerte und Medianwerte der Schwermetallgehalte in rezentem Fledermauskot verschiedener Arten sowie statistische Kenngrößen

	Arsen ges.	Blei	Cadmium	Chrom ges.	Kupfer	Nickel	Quecksilber	Zink
Probenumfang	47	47	47	47	47	47	46	47
Mittelwert [mg/kg TS]	4,3	18	2,8	5,1	100	3,4	0,56	710
Median [mg/kg TS]	3,7	5,7	2,2	2,0	100	2,1	0,40	630
Standardabweichung	3,15	44,5	2,16	7,65	37,2	4,19	0,47	314
Schiefe	1,94	4,95	1,89	2,99	1,18	3,12	2,07	0,98
Spannweite [mg/kg TS]	16,5	279	9,8	40,2	175	21,5	2,0	1190
Minimum [mg/kg TS]	0,45	0,63	0,15	0,80	45	0,50	0,15	310
Maximum [mg/kg TS]	17	280	10	41	220	22	2,20	1500

Aus einer vom Verf. im Jahre 1979 entdeckten Wochenstube des Mausohrs (*Myotis myotis*) wurde im Rahmen einer erneuten Begehung im Jahre 1999 neben der Entnahme von Skelettproben auch die Entnahme von Kot mittels PE-Stechrohr aus einem großen Kothaufen durchgeführt. Eine vergleichbare Probenahme wurde aus zwei Wochenstuben des Mausohrs bei Ahlden und Steinbergen von DETLEF SCHLEGEL (Wunstorf) durchgeführt und dem Verf. zur Untersuchung übergeben.

Die Daten aus Ahlden und Steinbergen zeigen für Blei einen Konzentrationsrückgang im Laufe des vergangenen Jahrzehnts um 50-60 %. Für die übrigen untersuchten Schwermetalle war hingegen keine deutliche Abnahme erkennbar (Tab. 3). Bei den untersuchten Kotproben aus dem Quartier Hattorf, welches Mitte der 80er Jahre bereits erlosch, war kein eindeutiger Trend erkennbar. Sowohl eine Kotprobe aus dem eingangsnahen Bereich als auch eine zweite mittels PE-Stechrohr entnommene aus dem hinteren Teil des Quartiers zeigten an der Haufenoberfläche geringfügig höhere Schwermetallgehalte als im unteren Bereich des Kothaufens. Ursächlich für den Rückgang der Bleigehalte in den Proben aus den Quartieren bei Ahlden und Steinbergen dürfte die Einführung bleifreier Vergaserkraftstoffe gewesen sein. Seit 1988 ist in der Bundesrepublik Deutschland und den angrenzenden EU-Staaten die Abgabe von verbleitem Normalbenzin (ROZ <95 %) verboten. Bis zu diesem Zeitpunkt wurden in Deutschland (BRD – alt) noch rund 2.900 t/a Blei mit den Kraftfahrzeugabgasen emittiert (Umweltbundesamt 1991). In der Folge dieses Bleiverbots reduzierte sich der Blutbleigehalt in der Bevölkerung, aber auch der Bleigehalt in anderen Umweltkompartimenten innerhalb der folgenden 5 Jahre um rund 50 % (WIETLISBACH et al. 1995, Umweltbundesamt 1997).

Theoretisch wäre eine Zunahme des Schwermetallgehaltes in den tieferen (älteren) Schichten der Kothaufen auch durch den länger anhaltenden mikrobiellen Umsatz des Materials und der damit verbundenen stärkeren Mineralisierung erklärbar. Während hierbei der Kohlenstoffanteil veratmet wird, verbleiben die Schwermetalle in unveränderter Form und Menge in

Tabelle 3. Ergebnisse der Schwermetallanalyse von Kothaufen aus Wochenstuben des Mausohrs (*Myotis myotis*) (alle Meßwerte in mg/kg TS)

Element	Hattorf/Harz		Ahlden		Steinbergen	
	vor 1980	1986	vor 1990	1999	1989	1999
Arsen, ges	17	0,57	<3,3	<3,2	<3,2	<2,8
Blei	16	23	12	6,5	15	6,2
Cadmium	10	4,5	3,6	3,2	2,4	2,0
Chrom, ges.	1,2	<3,1	<3,3	<3,2	<3,2	<2,8
Kupfer	86	55	78	75	85	63
Nickel	1,3	<3,1	<1,6	<1,6	<1,6	1,4
Quecksilber	0,23	<0,2	0,22	0,24	0,28	0,28
Zink	410	360	510	460	420	430

dem restlichen Kotmaterial. Die Schwermetallzunahme in den älteren Schichten hätte dann aber für alle Elemente annähernd gleich sein müssen. Zur Absicherung erfolgte die Bestimmung des Glühverlustes an den zuvor getrockneten Kotproben als Maß für den enthaltenen organischen Kohlenstoffanteil. Der hierbei feststellbare Unterschied zwischen Proben von der Haufenoberfläche und der Sohle der Kothaufen betrug maximal 3,7 Gew.-% und lag in den unteren Kotschichten in drei von vier untersuchten Proben zudem höher (Tab. 4). Dies widerspricht der Annahme, daß die unteren, älteren Schichten der bis zu 80 cm hohen Kothaufen stärker mineralisiert sind als die oberflächennahen Lagen. Viel eher ist anzunehmen, daß aufgrund der hohen Harnstoffgehalte in tieferen Lagen eine verminderte mikrobiologische Umsetzung infolge sterilisierender Effekte des Harnstoffs und behinderter Luftsauerstoffdiffusion erfolgt.

Tabelle 4. Ergebnisse der Glühverlustbestimmungen von der Oberfläche und der Sohle der Kothaufen aus Wochenstuben des Mausohrs (*Myotis myotis*) (alle Meßwerte in Gew.-% TS)

	Hattorf/Harz		Ahlden	Steinbergen
Proben-Nr.	FMK 21	FMK 22	FMK 32	FMK 41
oberer Bereich	79,5	87,7	88,0	92,7
unterer Bereich	81,9	91,4	89,2	91,8
Differenz	2,4	3,7	1,2	-0,9

RACKOW (1991) ließ an zwei Bohrkernen aus einem Kothaufen der Mausohr-Wochenstube in Hattorf (LK Osterode am Harz) sowie in einem weiteren Mausohr-Quartier in Northeim (beide Süd-Niedersachsen) in Horizontabständen von 2,5 cm eine Bestimmung von Blei und Cadmium durchführen. Eine signifikante Zunahme der Bleigehalte in Richtung der tieferen Lagen konnte nicht nachgewiesen werden. Deutliche Unterschiede im Bleigehalt zeigten sich hingegen zwischen den Proben aus dem Quartier in Hattorf und dem in Northeim. So lag der Bleigehalt in allen untersuchten Horizonten aus dem Quartier in Hattorf etwa fünffach über den Werten aus Northeim. Die eigenen Untersuchungen des Verf. an Kotproben aus demselben Quartier in Hattorf führten für Blei zu vergleichbaren Ergebnissen (Kotproben 21 und 22, vgl. Tab. 1).

Deutlich niedrigere Blei- und Cadmiumgehalte fand RACKOW (1991) in zwei Kotproben aus Mausohr-Wochenstuben in den ländlich geprägten Bereichen um Ershausen und Deuna im LK Eichsfeld/Thüringen. Hier lag der Bleigehalt zwischen <1,0 mg/kg (Ershausen) und 2,2 mg/kg (Deuna). Die ermittelten Cadmiumgehalte betrugen in beiden Stichproben 1,3 mg/kg, wobei Angaben zur Bezugsgröße (Frisch- oder Trockengewicht) fehlen.

Artspezifische Unterschiede der Schwermetallgehalte im Kot der Tiere wurden aufgrund der noch immer vergleichsweise geringen Stichprobengröße nicht berechnet. Hierzu wäre eine größere Probenanzahl aus einem eng definierten Untersuchungsgebiet erforderlich, um abiotische Einflußgrößen, wie z. B. die geogene Schwermetallgrundbelastung, ausschließen zu können.

Anhand der vorliegenden Daten erfolgte die Berechnung von Referenzbereichen für Schwermetallgehalte im Fledermauskot. Hierbei fanden nur Proben aus Quartieren ohne bekannte regionale Vorbelastung Berücksichtigung. Ausgeschlossen wurden alle Proben, die nicht aus Niedersachsen stammten, sowie die im Harz

gesammelten Proben. Die Berechnung der Referenzbereiche erfolgte auf der Basis von insgesamt 42 analysierten Kotproben. Die Referenzbereiche entsprechen dabei dem oberen und unteren Quartilswert, d. h. dem Wertebereich, in dem 50 % aller Meßwerte liegen. Die errechneten Referenzbereiche betragen wie folgt:

Arsen, ges.	2,1-5,2 mg/kg TS
Blei	3,2-7,7 mg/kg TS
Cadmium	1,6-3,2 mg/kg TS
Chrom, ges.	1,6-3,6 mg/kg TS
Kupfer	77-120 mg/kg TS
Nickel	1,5-3,5 mg/kg TS
Zink	460-900 mg/kg TS

Zusammenfassung

An 48 Kotproben verschiedener Fledermausarten (*Rhinolophus hipposideros, Myotis daubentonii, M. nattereri, M. bechsteinii, M. myotis, Eptesicus serotinus, E. nilssonii, Nyctalus noctula, N. leisleri, Pipistrellus pipistrellus, Plecotus auritus*), die überwiegend aus Niedersachsen stammten, erfolgte die Bestimmung von 9 Elementen (Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Zink, Zinn). Ferner wurden aus drei Wochenstuben des Mausohrs (*Myotis myotis*) horizontierte Proben aus den Kothaufen entnommen und analysiert. Hierbei zeigte sich, daß in den Kotlagen, die etwa um 1989 produziert wurden, der Bleigehalt rund 50 % höher lag als in den Kotlagen aus dem Jahr 1999. Für alle anderen untersuchten Elemente ergaben sich hingegen keine signifikanten Änderungen.

Aus den vorliegenden Einzelwerten erfolgte unter Ausschluß der nicht aus Niedersachsen stammenden Proben sowie der Proben aus Regionen mit bekannter Schwermetallbelastung die Berechnung von Referenzwerten der zu erwartenden Elementgehalte im Fledermauskot.

Summary

Analysis of heavy-metal contents of faecal pellets

Nine elements (arsenic, lead, cadmium, chrome, copper, nickel, mercury, zinc, tin) were assessed in the faecal samples of different species of bats (*Rhinolophus hipposideros, Myotis daubentonii, M. nattereri, M. bechsteinii, M. myotis, Eptesicus serotinus, E. nilssonii, Nyctalus noctula, N. leisleri, Pipistrellus pipistrellus, Plecotus auritus*) mainly from Lower Saxony, Germany. In addition, samples from different layers of the faecal-accumulations found in the summer roosts of the mouse-eared bat (*Myotis myotis*) were analyzed as well. The lead content in the faecal pellets produced around 1989 was found to be 50 % higher compared to the faecal samples of 1999. No significant changes were found in all other elements examined.

Based on the available individual values, the calculation of the reference values of the expected element levels in bat excrements was carried out while excluding samples that did not come from Lower Saxony as well as those from regions known to have high heavy metal concentration in soil.

Schrifttum

CLARK, D. R. (1979): Lead concentrations: bats vs. terrestrial small mammals collected near a major highway. Environm. Sci. Technol. **13** (3), 338-341.

-, WENNER, A. S., & MOORE, J. F. (1986): Metal Residues in Bat Colonies, Jackson Country, Florida 1981-1983. Florida Field Naturalist **14**, 38-45.

HARTMANN, R. (2000): Deskription der Schwermetallgehalte in Knochen, Organen und Haaren von Fledermäusen (*Chiroptera*) im Zeitraum 1987 bis 1999. Diss., Univ. Göttingen (120 pp.).

LACKI, M. J. (1994): Metal Concentrations in Guano from Gray Bat Summer Roost. Trans. Ky. Acad. Sci. **55** (3-4), 124-126.

O'SHEA, T. J., EVERETTE, A. L., & ELLISON, L. E. (2001): Cyclodiene Insecticide, DDE, DDT, Arsenic and Mercury Contamination of Big Brown Bats (*Eptesicus fuscus*) Foraging at a Colorado Superfund Site. Arch. Environm. Cont. Tox. **40**, 112-120.

PETIT, M. G., & ALTENBACH, J. S. (1973): A Chronological Record of Environmental Chemicals from Analysis of Stratified Vertebrate Excretion Deposited in a Sheltered Environment. Environm. Res. **6**, 339-343.

RACKOW, W. (1991): Nachweise von Blei und Cadmium im Kot des Mausohrs (*Myotis myotis* Borkhausen, 1797). Nyctalus (N.F.) **4**, 140-144.

SCHÄFFLER, M. (1989): Fledermausschutz in der Region Ostalb. Materialhefte Karst- u. Höhlenkd. **8**, 1-48. Heidenheim.

ULOTH, W., TRESS, C., KÖRNER, R., & MAJOHR, D. (1987): Das Verhalten von Cadmium und Blei im Fledermausguano. Mengen und Spurenelemente. Inform. z. Arbeitstagung Leipzig, 107-109.

Umweltbundesamt (1991): Daten zur Umwelt. Verl. E. Schmidt. Berlin (675 pp.).

- (1997): Daten zur Umwelt. Verl. E. Schmidt. Berlin (570 pp.).

WIETLISBACH, V., RICKENBACH, M., BERODE, M., & GUILLEMIN, M. (1995): Time Trend and Determinants of Blood Lead Levels in a Swiss Population over a Transition Period (1984-1993) from Leaded to Unleaded Gasoline Use. Environm. Res. **68**, 82-90.

Dr. RAINER HARTMANN, Ges. für angewandte Biologie u. Geologie mbH, August-Spindler-Straße 1, D-37079 Göttingen; e-mail: hartmann@hartmann-analytik.de

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Nyctalus – Internationale Fledermaus-Fachzeitschrift

Jahr/Year: 2003

Band/Volume: NF_9

Autor(en)/Author(s): Hartmann Rainer

Artikel/Article: Untersuchungen zum Schwermetallgehalt im Fledermauskot 105-109