©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Carinthia II	181./101. Jahrgang	S. 609–616	Klagenfurt 1991

Rückstände von Cadmium in Wirbeltieren aus dem Koflachtal/Kärnten

Von Arno Christian GUTLEB und Bernhard GUTLEB

Mit 2 Tabellen

Zusammenfassung: Insgesamt 26 Tiere *(Sorex minutus, Microtus* sp., *Triturus alpestris, Rana temporaria, Vipera berus, Lacerta vivipara, Salmo trutta fario)* aus dem Koflachtal wurden auf den Gehalt an Cadmium in Leber, Niere und Muskulatur untersucht. Alle erhaltenen Daten liegen unter den in der Literatur für Tiere aus unbelasteten Gebieten angegebenen Werten. Bei den Kaltblütern findet sich jedoch ein enges Verhältnis von Cadmium in Leber und Niere.

Summary: Cadmium Residues in Vertebrates from the Koflachvalley/Carinthia. All together 26 vertebrates *(Sorex minutus, Microtus* sp., *Triturus alpestris, Rana temporaria, Vipera berus, Lacerta vivipara, Salmo trutta fario)* from the surrounding of the Firstmoor (1920 m) were analysed for their cadmium content in liver-, kidney- and muscle-samples. The results are below data given in literature for animals from unpolluted areas. For cold-blooded animals a close relation of kidney and liver cadmium levels was found.

EINLEITUNG

Das Untersuchungsgebiet in der Umgebung des Firstmoores (1920 m) liegt im hinteren Koflachtal [Nockalm, Kärnten, Österreich; Lage 4712 7894 4a (ÖK 50 Nr. 183)] in der Kernzone des Nationalparks Nockberge.

Dieses Gebiet wurde aus folgenden Gründen für die vorliegende Studie ausgewählt.

a) Eine Verfrachtung über die Luft ist bei zahlreichen Schwermetallen (u. a. Cadmium, Blei, Zink, Kupfer, Nickel, Chrom, Vanadium und Arsen) nachgewiesen (HANSSEN et al., 1980; STEINNES et al., 1989; RODHE et al., 1980), sodaß die entlegene Lage einer Region noch keinen Schluß auf niedere Schwermetallbelastung zuläßt.

b) Durch die unberührte Lage der Umgebung des Firstmoores ist eine direkte anthropogene Beeinflussung weitgehend auszuschließen. So

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 1: Wasserchemismus unterschiedlicher Entnahmestellen am Firstmoor (20. 6. 1989)

	Qu1	Qu2	Qu3	Tümpel	Abfluß
Temp. (°C)	5.00	6.00	5.00	5.00	5.00
K 25 (µS)	24.00	20.00	20.00	16.00	19.00
pH-Wert	6.58	5.60	6.09	5.28	5.73
Alk. (mval/l)	0.10	0.07	0.07	0.07	0.07
BSB_5 (mg/l)	0.62	0.52	0.81	5.71	0.59
TOC (mg/l)	2.16	1.53	1.25	7.56	2.68
NH_4-N (µg/l)	7.00	1.00	4.00	13.00	8.00
P-tot (µg/l)	9.50	2.50	5.50	75.00	4.50
P-gel (µg/l)	4.00	2.50	2.50	13.00	3.50
PO_4-P (µg/l)	0.30	0.30	0.60	2.00	0.30
SO_4 (mg/l)	6.70	4.50	4.90	2.60	4.70
Cl (mg/l)	0.40	0.40	0.40	nd	0.40

Qu1 – Qu3 = Quellen nd = nicht detektiert
Die Proben wurden von der Abteilung 15 U (Umweltschutz) des Amtes der Kärntner Landesregierung analysiert.

wurde schon vor etwa vierzig Jahren die Almmahd auf den angrenzenden Hängen eingestellt. Das Vieh verweilt beim jährlichen Auftrieb höchstens für eine Woche im Juli im Untersuchungsgebiet. Auch existiert keine durchgehend bewirtschaftete Almhütte, sondern nur zwei gelegentlich genutzte Jagdhütten. Das Firstmoor ist außerdem durch die Bestimmungen der Kernzone des Nationalparks Nockberge (Ktn. NPG., LGBl. Nr. 55/1983, i. d. F. d. G., LGBl. Nr. 57/1986) in der es liegt, geschützt.

c) Für Kärnten wurden niedere pH-Werte (mittlere gewichtete pH-Werte zwischen 4,3 und 4,9) im Niederschlag in diesen Höhenlagen gefunden. Die Sulfatdeposition beträgt in dieser Höhe 0,4 bis 0,8 g SO_4^{2-} $m^{-2}.a^{-1}$. Dazu kommt noch ein Nitrateintrag zwischen 0,2 und 0,4 g $m^{-2}.a^{-1}$ (Honsig-Erlenburg et al., 1986). Der steigende Gehalt von säuernden Substanzen hat großen Einfluß auf die Verteilung von Spurenelementen im Boden-Wasser-System (Borg, 1983), insbesondere auf die Mobilität von Metallen im Boden, (Bergkvist, 1987) und die Konzentration von Metallen (u. a. Cadmium, Eisen, Chrom, Zink, Mangan und Aluminium) im Wasser (Mosello et al., 1989; Borg et al., 1989). Diese pH-abhängigen Veränderungen in der Löslichkeit der Metalle führen zu erhöhter Bioverfügbarkeit (Campbell et al., 1985).

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Die Nockberge sind aus Gneis aufgebaut. Der Boden besitzt daher nur eine geringe Pufferkapazität gegen durch Niederschläge bedingten Säureeintrag. Das ohnehin saure Milieu des mesotroph-subneutralen Firstmoores macht besonders die Tümpel empfindlich für geringfügige Veränderungen der Wasserstoffkonzentration. Die geringe Leitfähigkeit und die niedrige Alkalinität zeigen die schwache Pufferkapazität auf (HONSIG-ERLENBURG et al., 1986). Der pH-Wert einzelner Meßpunkte im Firstmoor (siehe Tab. 1) liegt unter dem pH-Wert von 5,45, bei dem in Schweden verminderte Sedimentationsraten für Cadmium gefunden wurden (BORG et al., 1989).

d) Im Probenmaterial befinden sich sieben Arten, von denen für Vertreter einiger Ordnungen bereits Daten über Cadmiumgehalte vorliegen: Nagetiere und Insektenfresser (BEARDSLEY et al., 1978; DENNEMAN et al., 1987; DENNEMAN, 1990; JOHNSON et al., 1978); Fische: (LAZOS et al., 1989; MASON, 1987; WEISER et al., 1975). In diesen Studien konnte auch die (Bio)Akkumulation von Schwermetallen in Nahrungsketten nachgewiesen werden. Für Arten anderer Ordnungen wie Frösche, Molche, Eidechsen und Schlangen sind den Autoren keine Daten zugänglich.

Aus den oben genannten Gründen wurde diese erste Vorerhebung mit dem vorhandenen Probenmaterial durchgeführt. Das Ziel war, Daten über die Cadmiumbelastung verschiedener Spezies unter hochalpinen Bedingungen zu erhalten. In weiteren Analysen soll das vorhandene Probenmaterial noch auf den Blei- und Quecksilbergehalt, sowie auf die Belastung mit Pestiziden und PCBs (polychlorierte Biphenyle) untersucht werden. Nach Abschluß dieser Studien soll eine Strategie für eine umfassende Untersuchung im Nationalpark Nockberge im Hinblick auf die Bioakkumulation verschiedener Kontaminanten in Nahrungsketten unter diesen bisher nicht untersuchten Bedingungen ausgearbeitet werden.

MATERIAL UND METHODIK

Im Bereich des Firstmoores wurde in den Jahren 1989 und 1990 eine Diplomarbeit über die Populationsökologie des Bergmolches *(Triturus alpestris)* durchgeführt (GUTLEB, 1990). Von Mai bis Oktober 1990 wurden 26 in der Umgebung des Firstmoores verendet aufgefundene Wirbeltiere (siehe Tab. 2) eingefroren und bis zur Analyse bei – 25° C aufbewahrt. Weiters wurden Teile von zwei Laichballen von *Rana temporaria* entnommen und ebenfalls bei – 25° C eingefroren.

Auf Grund des teilweise schlechten Erhaltungszustandes einzelner Tiere bzw. einzelner Organe entspricht die Probenzahl nicht immer der Tierzahl.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Probenaufbewahrung

Die in den Kübelfallen (GUTLEB, 1990) bzw. der näheren Umgebung verendet aufgefundenen Tiere wurden am Fundort vermessen und mit einer elektronischen Waage (SARTORIUS 1002 MP 9) gewogen. Alle Tiere wurden in Aluminiumfolie verpackt und bei – 25° C bis zur Weiterbearbeitung aufbewahrt. Da die für die Analysen benötigten Gewebe zu keiner Zeit mit der Folie in Berührung kamen, kann eine Kontamination durch Schwermetalle ausgeschlossen werden (MATHERS et al., 1985).

Präparation

Die für die chemischen Analysen benötigten Gewebe (Tab. 2) wurden in halbgefrorenem Zustand herauspräpariert. Der Arbeitsplatz wurde nach jeder Präparation mit einem 2:1-Gemisch aus Aceton p.a./Isopropylalkohol p.a. und anschließend mit 2% HNO_3 p.a. gereinigt und frisch mit Zellstoff ausgelegt.

Ebenso wurde das Präparierbesteck aus Edelstahl (1 Schere, 2 chirurgische Pinzetten) nach jeder Organentnahme gereinigt.

Von einem Teil der Probe wurde im Trockenschrank (110° C bis zur Gewichtskonstanz) die Trockensubstanz bestimmt.

Der Aufschluß der Proben erfolgte unter Benützung eines Mikrowellengerätes Microdigest 300 der Fa. PROLABO. Die zum Aufschluß benutzten Quarzröhrchen wurden in einer automatischen Waschanlage im Rückfluß zwei Stunden mit konzentrierter HNO_3 p.a. gewaschen und dann mit Aqua bidest. nachgespült. Nach Zusatz von 2 ml HNO_3 suprapur erfolgte der Aufschluß in mehreren Schritten bei einer Leistung von 5% für jeweils zwei Minuten bis zum Erhalt einer klaren Lösung. Diese wurde nach dem Abkühlen quantitativ in 10 ml Rollrandfläschchen übergeführt und mit Aqua bidest. auf ein Endvolumen von 8 ml aufgefüllt. Bis zur Messung wurden die Proben bei – 25° C aufbewahrt.

Analyse

Die Analyse wurde an einem Z-8100 Polarized Zeeman Atomabsorptionsgerät mit Graphitrohrküvette und Autosampler SSC-200 der Fa. HITACHI durchgeführt.

Die Messungen erfolgten bei folgender Geräteeinstellung:

Einspritzvolumen	20 µl
Wellenlänge	228,8 nm
Spaltbreite	1,3 nm
Meßsignal	peak area
Trägergas	Argon 5.0
Matrixmodifizierung mit NH_3	10 µl

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Temperaturprogramm:

	Temperatur Start – Ende	Zeit sec	Gasstrom ml/min
Trocknen	80 – 250	40	200
Veraschen	500 – 600	40	200
Atomisieren	1400 – 1400	6	10
Reinigen	3000 – 3000	10	200

Eichstandards:

Blindlösung	1% HNO_3
Standard 1	1ppb aus $CdCl_2$ in 1% HNO_3
Standard 2	2ppb aus $CdCl_2$ in 1% HNO_3
Standard 3	4ppb aus $CdCl_2$ in 1% HNO_3
Standard 4	10 ppb aus $CdCl_2$ in 1% HNO_3

Jede Probe wurde dreimal gemessen und anschließend der Mittelwert berechnet. Eine Überprüfung der Eichgeraden erfolgte nach je fünf Proben. Mit jeder Meßreihe wurde ein zertifizierter BCR-Standard (BCR No. 185 Bovine Liver) und eine Blindprobe mitgefahren. Die Meßreihen wurden nur dann ausgewertet, wenn der für den BCR-Standard ermittelte Wert im Sollbereich lag.

ERGEBNISSE UND DISKUSSION

Das Verhalten von Cadmium im Organismus ist durch geringe enterale Resorption, geringe Ausscheidung und lange Verweildauer gekennzeichnet. Der Transport erfolgt durch ein Protein (Metallothionein). Auf dem Blutweg gelangt dieser Komplex in die Nierenrinde. Dort zerfällt der Komplex und Cadmium reichert sich an (HAPKE, 1975). Dies wurde in Fütterungsversuchen auch für Mäuse nachgewiesen. Dabei wurden sinkende Gehalte in der Reihenfolge Niere > Leber > Femur gefunden (COOKE et al., 1990).

Wegen der kleinen Probenanzahl und dem heterogenen Probenmaterial müssen die erhaltenen Daten vorsichtig interpretiert werden.

Alle Daten für die Nieren von *Sorex minutus* liegen unter den bei *Sorex araneus* aus unbelasteten Gebieten gefundenen Durchschnittswerten von $\leq$ 27 ppm (DENNEMAN, 1990). Da das Nahrungsspektrum der beiden Arten vergleichbar ist, sollte die Vergleichbarkeit der gefundenen Cadmiumwerte gegeben sein. Auch die Proben von *Microtus* sp. liegen in dem bei ANDERSON et al. (1982) für Tiere aus nicht kontaminierten Gebieten angegebenen Bereich.

Die drei Fischproben erlauben keinen Rückschluß auf die Cadmiumbela-

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

stung von *Salmo trutta fario*. Der in einer Niere gefundene Wert von 0,6 ppm in der Trockensubstanz entspricht den in der Literatur angegebenen Daten für Tiere aus mäßig belasteten Gewässern (RÖCHERT, 1989; WEISER et al., 1975).

Für die im Untersuchungsmaterial enthaltenen Amphibien und Reptilien

Tab. 2: Cadmium in ng/g Trockensubstanz

Art	Geschlecht	Gewebe Le	Ni	Mu
Sorex minutus	w	1584,6	5533,3	——
Zwergspitzmaus	w	241,3	1596,5	——
	m	148,7	2609,7	——
	m	401,2	3225,6	——
	m	168,6	3962,5	——
	m	228,4	1217,5	——
	m	649,2	1375,0	——
Microtus sp. Wühlmaus	w	38,2	45,6	104,5
Triturus alpestris	w	1652,5	——	——
Bergmolch	m	——	——	239,9
	m	——	——	136,5
	m	——	——	96,7
	m	——	——	156,9
	Larve*	——	——	26,9*
Rana temporaria	?**	——	——	8,1
Grasfrosch	w	327,6	110,0	nd
	w	278,9	402,8	114,5
	w	7760,5	384,0	28,9
	m	——	——	40,0
	m	——	——	13,6
	m	500,5	670,0	17,9
	Quappe*	——	——	332,8*
	Laich*	——	——	42,6*
	Laich*	——	——	27,6*
Vipera berus Kreuzotter	m	173,3	32,4	——
Lacerta vivipara	m	560,0	367,4	59,5
Bergeidechse	m	616,2	132,9	79,6
Salmo trutta fario	w	——	618,0	19,2
Bachforelle	m	——	——	43,0

* = gesamtes Tier bzw. mehrere Eier
** = Tier wurde mit eröffnetem Abdomen im Koflachbach gefunden
nd = < Nachweisgrenze —— = nicht analysiert
Le = Leber, Ni = Niere, Mu = Muskulatur, m = männlich, w = weiblich

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

erscheinen die gemessenen Absolutwerte ebenfalls nieder, können jedoch wegen mangelnder Vergleichsdaten keiner endgültigen Interpretation unterzogen werden. Auffallend ist jedoch das enge Verhältnis der Gehalte von Leber und Niere, sowie der in der Leber eines Weibchens von *Rana temporaria* (Körpermasse 79,9 g) gefundene Wert von 776 ng/g Trockensubstanz, der den höchsten Wert dieser Untersuchung darstellt.

Die ermittelten Werte bestätigen den unberührten Zustand des Firstmoores in bezug auf den Gehalt an Cadmium in den dort lebenden Wirbeltieren. Diese Daten eignen sich daher als Hintergrundwerte für weitere Untersuchungen.

DANK

Bei Herrn o. Univ.-Prof. Dr. Maximilian WEISER und bei Frau Inge HELSBERG, Institut für Medizinische Chemie, Veterinärmedizinische Universität Wien, möchten wir uns für die Hilfestellung bedanken. Die Studie wurde durch die finanzielle Unterstützung des WWF Forschungsinstitutes und des Institutes für Wildbiologie und Jagdwirtschaft, Universität für Bodenkultur (Vorstand o. Univ.-Prof. Dr. Hartmut GOSSOW), ermöglicht. Herzlichen Dank auch an Herrn Herbert SCHRAMM, Wien, für die Bestimmung von *Sorex minutus*.

LITERATUR

ANDERSON, T. J., G. W. BARRETT, C. S. CLARK, V. J. ELIA & V. A. MAJETI (1982): Metal concentrations in tissues of meadow voles from sewage-sludge treated fields. – J. Environ. Qual., 11:272–277.

BERGKVIST, B. (1987): Soil solution chemistry and metal budgets of spruce forest ecosystems in South Sweden. – Water, Air, and Soil Pollut., 38:131–154.

BORG, H. (1983): Trace metals in Swedish natural fresh waters. – Hydrobiologia, 101:27–34.

BORG, H., P. ANDERSSON & K. JOHANSSON (1989): Influence of acidification on metal fluxes in Swedish forest lakes. – Sci. Tot. Environ., 87/88:241–253.

CAMPBELL, P. G. C., & P. M. STOKES (1985): Acidification and toxicity of metals to aquatic biota. – Can. J. Fish Aquat. Sci., 42:2034–2049.

COOKE, J. A., S. M. ANDREWS und M. S. JOHNSON (1990): The accumulation of lead, zinc, cadmium and fluoride in the wood mouse (*Apodemus sylvaticus* L.). – Water, Air and Soil Pollut. 51:55–63.

DENNEMAN, W. D., H. J. P. EIJSACKERS, J. H. FABER & W. C. MA (1987): Zware metalen in de kempen; ecotoxicologische aspecten. – Landschap, 3:172–195.

DENNEMAN, W. D. (1990): Insectivore voedselketens als biologisch meetnet in verontreinigde oecosystemen. – Lutra, 33:80–82.

GUTLEB, B. (1990): Populationsökologische Untersuchungen am Bergmolch (*Triturus alpestris*) im Kärntner Nockgebiet (Firstmoor, 1920 m). – Diplomarbeit Universität Wien.

HAPKE, H.-J. (1975): Toxikologie für Veterinärmediziner. – Enke Verlag, Stuttgart.

HONSIG-ERLENBURG, W., & R. PRENNER (1986): Zur Frage der Versauerung von Hochgebirgsseen in Kärnten. – Carinthia II, 176:443–461.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

JOHNSON, M. S., R. D. ROBERTS, M. HUTTON & M. J. INSKIP (1978): Distribution of lead, zinc and cadmium in small mammals from polluted environments. – Oikos, 30:153–159.

LAZOS, E. S., G. AGGELOUSIS & A. ALEXAKIS (1989): Metal and proximate composition of the edible portion of 11 freshwater fish species. – J. Food Comp. Anal., 2:371–381.

MASON, C. F. (1987): A survey of mercury, lead and cadmium in muscle of British freshwater fish. – Chemosphere, 16:901–906.

MATHERS, R. A., & P. H. JOHANSEN (1985): The effects of feeding ecology on mercury accumulation in walleye *(Stizostedium vitreum)* and pike *(Esox lucius)* in Lake Simcoe. – Can. J. Zool., 63:2006–2012.

MOSELLO, R., A. CALDERONI & G. TARTARI (1989): pH-related variations in trace metal concentrations in Lake Orta (Italy). – Sci. Tot. Environ., 87/88:255–268.

RODHE, H., R. SÖDERLUND & J. EKSTEDT (1980): Deposition of airborne pollutants on the Baltic. Ambio, 9:168–173.

RÖCHERT, R. (1989): Gefährdung der niedersächsischen Restvorkommen von *Lutra lutra* L. durch einige Schwermetalle und chlororganische Verbindungen? Diplomarbeit, Bielefeld.

STEINNES, E., W. SOLBERG, H. PETERSEN & C. WREN (1989): Heavy metal pollution by long range atmospheric transport in natural soils of Southern Norway. – Water, Air, and Soil Pollut. 45:207–218.

WEISER, M., A. LOTTERMOSER, H. WEINGARTEN & W. A. KROCZA (1975): Über die Bestimmung von Cadmium in Fischen aus Kärntner Seen. – Wiener Tierärztliche Monatsschrift, 62:214–217.

Anschrift der Verfasser: Dipl.-Tzt. Arno Christian GUTLEB, Institut für Medizinische Chemie, Veterinärmedizinische Universität Wien, Linke Bahngasse 11, A-1030 Wien; Mag. Bernhard GUTLEB, Postfach 1, 9545 Radenthein.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Carinthia II

Jahr/Year: 1991

Band/Volume: 181_101

Autor(en)/Author(s): Gutleb Bernhard, Gutleb Arno Christian

Artikel/Article: Rückstände von Cadmium in Wirbeltieren aus dem Koflachtal/Kärnten 609-616