

AMAZONIANA	IX	1	35 – 42	Kiel, Dezember 1984
------------	----	---	---------	---------------------

Schwermetallanalysen in *Hemidactylus mabouia* (Geckonidae) als Methode zur Bewertung der Umweltgüte von Städten

von

Joachim Schmidt*

FR Biogeographie, Universität des Saarlandes, Saarbrücken, F.R.G.

Heavy metal analyses in *Hemidactylus mabouia* (Geckonidae) as a method to classify urban environmental quality

Abstract

The paper presents results of the Ecology Program of the GTZ (German Agency for Technical Cooperation) in Porto Alegre, Brazil.

It has been evaluated the suitability of the lizard-species *Hemidactylus mabouia* as an indicator of an environmental quality zonation in the urban area. Different accumulation levels of the heavy metals lead, cadmium and zinc have been exhaustively analysed as well as in other components of its food chain. Considering the suitability of the species as an bioindicator more studies utilizing its potentialities will be carried out in the future in order to assess the presence of pollutants in brazilian urban ecosystems.

Keywords: Urban ecology, biomonitoring, heavy metals, food chains, *Hemidactylus*.

Einleitung

Ökologie-Projekt Porto Alegre – Aufbau und Ziele: – –

Seit 1979 wird an der Bundesuniversität des Staates Rio Grande do Sul/Brasilien in Porto Alegre ein Ausbildungs- und Forschungsprojekt auf dem Gebiet der Ökologie durchgeführt (SCHÄFER & SCHMIDT 1984). Getragen von der Universitätspartnerschaft Porto Alegre – Universität des Saarlandes erfolgt die Finanzierung bilateral seitens Brasiliens durch das Planungsministerium und auf deutscher Seite durch des Bundesministerium für Wirtschaftliche Zusammenarbeit.

* Wissenschaftler am Institut für Biogeographie der Universität des Saarlandes, Mitarbeiter der GTZ im Ökologie-Projekt Porto Alegre/Brasilien.

Das Projekt wird über die Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) abgewickelt.

Die wissenschaftliche Koordinierung übernehmen das Institut für Biogeographie der Universität Saarbrücken und das Centro de Ecología der Universidade do Rio Grande do Sul in Porto Alegre.

Die Forschungsarbeiten, die Daten für die Raum- und Regionalplanung liefern sollen, konzentrieren sich im wesentlichen auf die drei Teilbereiche

- Terrestrische Ökologie in den Araukarienwäldern des Hinterlandes von Rio Grande do Sul
- Limnologische und biogeographische Charakterisierung der Küstenseen in Rio Grande do Sul
- Stadtökologische Untersuchungen in Porto Alegre.

Im Mittelpunkt der stadtoökologischen Fragestellungen stehen die Erhebung abiotischer Parameter (Klima, Lärm u.a.) sowie die Analyse von Nahrungsketten (SCHMIDT 1984).

Vorliegende Arbeit versucht eine Bewertung der Indikatoreigenschaften der Geckoart *Hemidactylus mabouia* für Standortbewertungsfragen und Umweltgütezonierungen im Stadtgebiet Porto Alegres vorzunehmen.

Material und Methoden

Eignungskriterien für *Hemidactylus mabouia* als Schadindikator für urbane Belastungen in Porto Alegre:

Organismen erlangen zunehmende Bedeutung als Bioindikatoren für die Belastung ökologischer Systeme durch Umweltschadstoffe.

Für Umweltgütebewertungen sind besonders solche Tier- und Pflanzenarten geeignet, die aufgrund ihrer gut untersuchten ökologischen Ansprüche einen großen Informationsgehalt besitzen.

Je nach Fragestellung müssen diese Testorganismen bestimmte Kriterien erfüllen, um in passiven oder aktiven Biomonitoring-Programmen eingesetzt zu werden (LEWIS, STEIN & LEWIS 1983).

Im Projekt "Ökomodell Saarbrücken" haben sich Reptilien, vor allem die Eidechsenarten *Lacerta agilis*, *Lacerta muralis* und *Lacerta vivipara*, als hervorragende Indikatoren für Schwermetallbelastungen erwiesen (SCHMIDT 1981). Deshalb wurde auch in Porto Alegre eine Reptilienart ausgewählt, um Belastungsräume im Stadtgebiet abgrenzen zu können. Folgende Gründe sprechen hierbei für den Hausgecko *Hemidactylus mabouia* als Indikatorart:

- Er nimmt im Nahrungsnetz Porto Alegres eine wichtige mittlere Position ein.
- Als typischer Kulturfolger ist er in Porto Alegre sowie in großen Teilen des südamerikanischen Litorals flächendeckend verbreitet und eignet sich deshalb auch für überregionale Vergleiche.
- *Hemidactylus mabouia* kommt in Porto Alegre in sehr hohen Populationsdichten vor, was seine Verfügbarkeit für ökologische Studien erleichtert (Artenschutz).
- Seine extreme Standortstreue bedingt eine sehr gute räumliche Repräsentativität der Untersuchungsergebnisse.
- Alter und Geschlecht einzelner Individuen sind leicht festzustellen.
- Das Nahrungsspektrum ist über Mageninhaltsanalysen sehr einfach zu ermitteln.

Die folgenden Untersuchungsergebnisse verdeutlichen die Schwermetallbelastung in *Hemidactylus mabouia* und seiner Nahrungskette in Porto Alegre. Darüber hinaus werden seine Eignungskriterien als Bioindikator für Verkehrsbelastungen und Umweltgütezonierungen herausgestellt.

An insgesamt 9 Untersuchungsstandorten (8 im Stadtgebiet Porto Alegres, 1 Vergleichsstandort außerhalb) wurden im Juli 1982 insgesamt 154 *Hemidactylus mabouia*-Exemplare gefangen und einzeln biometrisch vermessen (Gewicht, Körperlänge \approx Alter, Geschlecht u. a.).

Zur späteren Analyse wurden die Tiere durch Tiefrieren getötet und danach zur Untersuchung des jeweiligen Beutespektrums der Mageninhalt entnommen und quantitativ nach Beutetiergruppen ausgezählt (Abb. 1).

Die Probentrocknung erfolgte bei 40 - 50 °C. Von jedem einzelnen Individuum wurde danach der Ganzkörper pulverisiert und in einem Glasgefäß in homogenisierter Form aufbewahrt.

Von jeder Probe wurden dann etwa 100 mg eingewogen, mit Salpetersäure (HNO₃ suprapur) aufgeschlossen (5 h bei 180 °C in Druckbomben nach TÖLG), mit bidestilliertem Wasser verdünnt und auf die Schwermetallgehalte an Blei, Cadmium und Zink analysiert.

Messung und Auswertung erfolgten nach der Additionsmethode am PERKIN ELMER-Atomabsorptions-Spektrophotometer 2380. An den Untersuchungsstandorten wurden zum gleichen Zeitpunkt Mischproben der Beutetiergruppen gesammelt und danach in ähnlicher Weise wie oben beschrieben Schwermetallanalysen durchgeführt.

Ergebnisse

Eine Übersicht über die Schwermetallgehalte in *Hemidactylus mabouia*-Populationen an den Untersuchungsstandorten in Porto Alegre zeigt Tab. 1.

Tabelle 1: Blei-, Cadmium- und Zinkgehalte in *Hemidactylus mabouia*-Populationen an den Untersuchungsstandorten in Porto Alegre.

(Die Werte bezeichnen Durchschnittsgehalte in den Ganzkörpern sowie die Schwankungsbreiten zwischen einzelnen Individuen)

Standort	n	Blei (mg/kg TS)	Cadmium (μ g/kg TS)	Zink (mg/kg TS)
1 Três Figueiras	20	1,8 (0,5 - 3,2)	48 (11 - 101)	112 (84 - 142)
2 Parque Farroupilha	13	2,3 (1,3 - 3,3)	59 (21 - 106)	114 (101 - 149)
3 Centro	17	2,7 (1,3 - 4,2)	75 (22 - 193)	128 (33 - 303)
4 Aeroporto	13	4,4 (3,1 - 6,2)	45 (23 - 71)	111 (78 - 186)
5 Av. Farrapos	15	13,0 (5,1 - 30,3)	82 (31 - 223)	106 (27 - 208)
6 Morrettes/Antonina	20	0,8 (0,2 - 1,5)	55 (15 - 113)	96 (53 - 141)
7 Morro da Policia	13	5,5 (0,3 - 20,1)	88 (16 - 493)	113 (77 - 161)
8 Menino Deus	12	4,6 (0,4 - 12,6)	45 (18 - 104)	115 (85 - 140)
9 Ipiranga/B. da Amaz.	31	5,4 (1,8 - 10,8)	90 (73 - 137)	120 (49 - 132)

Die Werte liegen deutlich unter den in den Saarbrücker *Lacerta*-Arten festgestellten Schwermetallgehalten. An den Standorten in Porto Alegre besteht ein Zusammenhang zwischen den Bleirückständen in den Geckos und zunehmendem Verkehrsaufkommen (Tab. 2).

Hierbei wird der große Einfluß des KFZ-Verkehrs als Hauptemittent für Schadstoffe in Porto Alegre sichtbar. Durch das Verkehrsaufkommen und der damit verbundenen Lärmentwicklung wird der Immissionstyp Porto Alegres in hohem Maße mitgeprägt.

Tabelle 2: Zusammenhang zwischen Bleigehalten in *Hemidactylus mabouia*-Populationen und Verkehrsaufkommen an verschiedenen Untersuchungsstandorten in Porto Alegre.

(Die Angaben zur Verkehrsdichte sind Mittelwerte und entstammen einer Untersuchung im September 1982)

Standort	KFZ/h (Tag/Nacht)	<i>Hemidactylus</i> (Ø ppm Blei)
Morrettes/ Antonina	15 1	0,8
Três Figueiras	36 1	1,8
Stadt- Zentrum	1200 700	2,7
Aeroporto (Flughafen)	2400 200	4,4
Menino Deus	1980 876	4,6
Ipiranga/ B. Amazonas	2500 250	5,4
Avenida Farrapos	5124 1080	13,0

Zur besseren Interpretierbarkeit der Schwermetallgehalte in den Ganzkörpern der Geckoniden waren weitergehende Untersuchungen erforderlich. So konnte durch Magen-inhaltsanalysen das sehr breite Beutespektrum von *Hemidactylus mabouia* nachgewiesen werden (Abb. 1).

Die wichtigsten Beutetiergruppen wurden ebenfalls rückstandsanalytisch (AAS) untersucht.

Dabei stellte sich heraus, daß die Blei-, Cadmium- und Zink-Gehalte in der Beute vor allem bei den Isopoden, Oligochaeten und Formiciden gegenüber den Gecko-Populationen selbst deutlich erhöht sind (Tab. 3).

Ein Vergleich der Tabellen 1 und 3 ergibt einen guten Zusammenhang zwischen Boden/Verkehrs-Belastung und den Schwermetallgehalten in den Geckos sowie einigen seiner Beutetieren. Hierbei eignen sich neben *Hemidactylus mabouia* vor allem Oligochaeten und Isopoden zum Nachweisen von Schwermetallaufnahmen (insbesondere Blei, weniger Cadmium und Zink) auf dem Wege Kraftfahrzeugverkehr – Boden – Organismus.

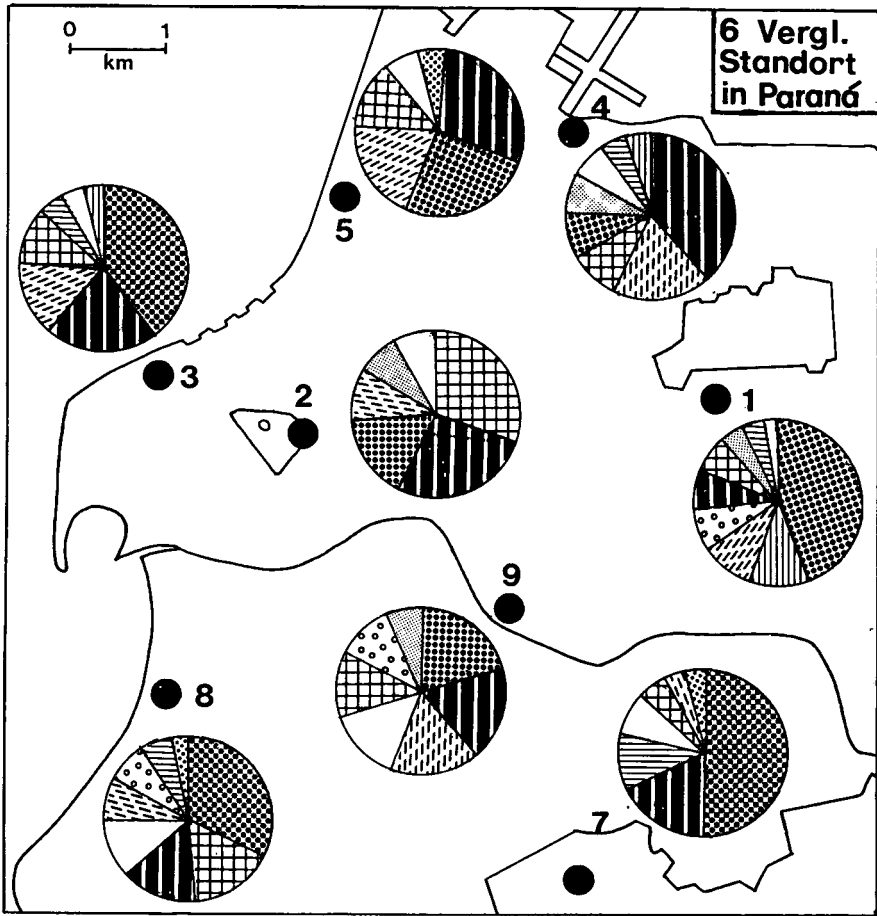


Abb. 1:
 Prozentuale Anteile von Organismengruppen am Gesamtbeutespektrum verschiedener *Hemidactylus mabouia*-Populationen in Porto Alegre. (Gleiche Standorte wie in Tab. 1; die %-Angaben wurden durch Mageninhaltanalysen der einzelnen *Hemidactylus*-Individuen gewonnen)

Tabelle 3: Schwermetallgehalte in den Beutetieren der Geckoniden an den 9 Untersuchungsstandorten in Porto Alegre (Werte für Blei und Zink in mg/kg-, für Cadmium in $\mu\text{g/kg}$ -Trockensubstanz; gleiche Standorte wie Tab. 1)

	Standorte								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Isopoda									
Pb	1,0	4,5	5,0	6,1	8,7	7,6	6,4	7,5	15,8
Cd	151	288	180	752	334	883	688	305	316
Zn	167	340	160	363	329	362	290	316	325
Oligochaeta									
Pb	6,6	7,2	7,4	12,0	10,2	13,4	10,7	12,8	26,7
Cd	291	457	405	621	400	410	554	209	344
Zn	116	108	141	162	113	110	125	96	150
Myriapoda									
Pb	1,0	0,9	0,7	1,8	2,6	3,7	4,2	3,2	4,2
Cd	65	126	530	507	336	467	406	386	459
Zn	5	3	47	39	62	53	46	186	117
Araneida									
Pb	2,7	5,5	6,6	11,0	11,2	10,2	10,5	7,8	9,6
Cd	410	800	822	1605	1604	1453	1485	682	1330
Zn	1	2	2	2	2	2	3	3	3
Formicidae									
Pb	8,0	6,0	8,5	23,6	29,5	26,4	30,0	20,4	23,2
Cd	149	616	254	632	775	451	904	657	948
Zn	25	53	46	58	63	65	63	66	64

Eine signifikante Bleianreicherung mit zunehmendem Alter ist in allen untersuchten Populationen zu verzeichnen (Abb. 2, dargestellt am Beispiel des Standorts Nr. 9).

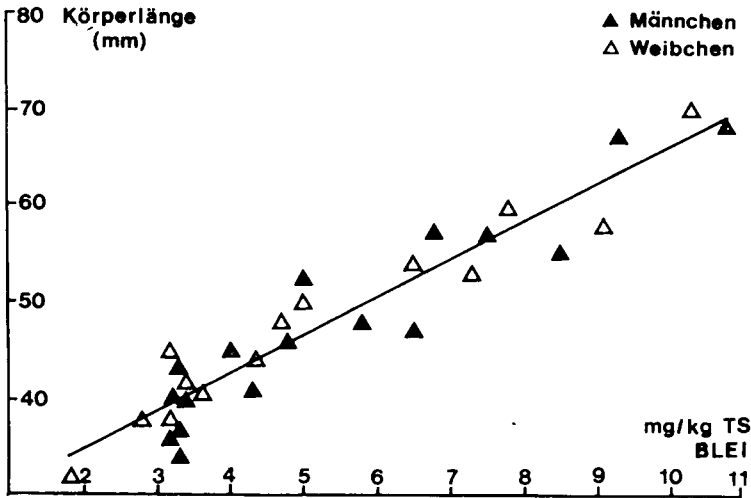


Abb. 2: Korrelation ($r = 0,94$) zwischen Alter (\cong Körperlänge) und Bleigehalt in *Hemidactylus mabouia* am Standort 9 in Porto Alegre

Hemidactylus mabouia akkumuliert Schwermetalle in der Leber. Dies gilt insbesondere für Cadmium, weniger für Blei und Zink (Tab. 4).

Tabelle 4: Schwermetallgehalte in *Hemidactylus mabouia*-Lebern unterschiedlich belasteter Standorte in Porto Alegre (Durchschnittsgehalte bzw. Schwankungsbreiten zwischen einzelnen Proben)

Standort	n	Blei (ppm)	Cadmium (ppb)	Zink (ppm)
Três	8	2,0	402	226
Figueiras		(1,3 - 2,6)	(132 - 676)	(69 - 544)
Avenida	7	5,1	1299	125
Farrapos		(2,0 - 12,4)	(567 - 4007)	(61 - 235)
Morrettes/ Antonina	6	1,6	432	152
		(0,7 - 2,5)	(176 - 596)	(72 - 398)

In einer exemplarisch untersuchten Gecko-Population am Standort Três Figueiras (gering verkehrsbelastet) wurde eine deutlich höhere Blei- ($\times 10$) und Cadmium- ($\times 20$) Anreicherung in den ausgeschiedenen Exkrementen im Vergleich zu den Geckokörpern gemessen.

Eine aktive Ausscheidung von Schwermetallen ermöglicht es *Hemidactylus mabouia* somit, höhere Schadstoffakkumulationen im Körper zu vermeiden.

Berücksichtigt man die oben dargestellten Erkenntnisse, läßt sich zusammenfassend sagen:

- *Hemidactylus mabouia* hat sich als guter Indikator für Schwermetallakkumulationen an unterschiedlich verkehrsbelasteten Standorten in Porto Alegre erwiesen.
- Aufgrund zahlreicher günstiger Eignungskriterien (Verfügbarkeit, häufige Verbreitung, bekannte Ökologie u. v. a.) wird die Art in Zukunft verstärkt in weiterreichenden Bio-monitoring-Tests eingesetzt werden.
- Die Interpretation der rückstandsanalytischen Ergebnisse gelingt erst bei vollständiger Erfassung der ökosystemaren Zusammenhänge im Stadtgebiet Porto Alegres. Dieser Forderung trägt das Projekt durch zahlreiche Teiluntersuchungen (Emissions/Immissions-typ, Geländeklima, Verkehrsaufkommen und -lärm, Informationskataster, Phänologie u. a.) Rechnung (SCHMIDT 1984).

In Zukunft werden neben dem Verkehrsaufkommen noch weitere Belastungsparameter (vor allem Luftkomponenten und Bodenrückstände) in die laufenden Forschungsarbeiten einbezogen, so daß die Wege der Schadstoffanreicherungen in den Nahrungsketten besser nachzuvollziehen sind.

Resumo

O presente trabalho faz parte do Projeto de Ecologia do GTZ (Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit) em Porto Alegre – Rio Grande do Sul/Brasil.

Avaliou-se a adequação de *Hemidactylus mabouia* ("lagartixa de muro") em distintos locais de amostragem na cidade, tendo em vista uma zonação de qualidade ambiental.

Foram exaustivamente analisados os níveis de acumulação dos metais pesados chumbo, cádmio e zinco em diferentes populações de *Hemidactylus* bem como em outros elementos de sua cadeia trófica.

Baseados na ampla adequação desta espécie em biomonitoramento, no futuro serão incrementados estudos visando sua utilização como bioindicador perante substâncias poluidoras em ecossistemas urbanos no Brasil.

Literatur

LEWIS, R.A., STEIN, N. & C.W. LEWIS (ed.) (1983): Environmental Specimen Banking and Monitoring as related to banking.- Proc. Int. Workshop, May 10 - 15, 1982 in Saarbrücken, M. Nijhoff Publishers, The Hague.

SCHÄFER, A. & J. SCHMIDT (1984): Ökologie-Projekt Porto Alegre. Aufbau und Ziele.- Biogeographica 19: 175 - 176.

SCHMIDT, J. (1981): Blei- und Cadmiumrückstände bei inner- und außerstädtischen *Lacerta*-Populationen.- Verh. Ges. Ökol., Berlin 1980, 9: 297 - 300.

SCHMIDT, J. (1984): Stadtökologische Forschungen in Porto Alegre/Brasilien.- Biogeographica 19: 177 - 185.

SCHMIDT, J. (1984): Informationsgehalt von Reptilien-Populationen für die Bewertung der Umweltgüte von Städten – dargestellt am Beispiel von Porto Alegre und Saarbrücken.- Diss. Saarbrücken.

Anschrift des Autors:

Dr. Joachim Schmidt
Fachrichtung Biogeographie
Universität des Saarlandes
Im Stadtwald
D - 6600 Saarbrücken
F.R.G.

Zum Druck angenommen im Septembér 1984