©Ornithologische Gesellschaft Bayern; download unter www.biologiezentrum.at

Verh. orn. Ges. Bayern 22, 1976: 461—466

Aus dem Max-Planck-Institut für Verhaltensphysiologie,
Vogelwarte Radolfzell

Toxikologische Aspekte der Ernährung des Flußregenpfeifers *Charadrius dubius* in Sekundärbiotopen der Kulturlandschaft

Von **Jochen Hölzinger**

1. Einleitung

Die seit über 10 Jahren unter Kontrolle stehende Population des Flußregenpfeifers im Donautal mit dessen nahem Einzugsgebiet bei Ulm besiedelt ausschließlich Kiesabbaugebiete und eingeebnete Schuttflächen. Dabei überwiegen die Kiesgruben deutlich gegenüber Schuttflächen als Brutstätten. Die Mehrzahl dieser Sekundärbiotope liegt in der Kulturlandschaft, in der vorwiegend Getreide angebaut wird. Die Nahrungsgrundlage und die Ernährungssituation habe ich für die beiden hier vorkommenden Biotop-Typen — wasserführende und wasserlose Brutreviere — an Beispielen bereits dargestellt (HÖLZINGER 1975).

Zwei nicht geschlüpfte befruchtete Eier eines aus 4 Eiern bestehenden Vollgeleges waren Anlaß, mögliche Ursachen einer Schädigung zu untersuchen (aus den beiden anderen Eiern schlüpften Jungvögel). Da auch heute noch nicht weniger als 20 verschiedene quecksilberhaltige Getreidebeizmittel in der Bundesrepublik zugelassen sind und Anwendung finden (nach Verlautbarung der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Braunschweig, 1975), lag es nahe, die Eier und die Nahrungstiere des Flußregenpfeifers auf eine mögliche Quecksilber-Kontamination hin zu überprüfen.

2. Material und Methode

2.1 Tiermaterial

Die Untersuchungen wurden in den Brutgebieten Ersingen UL und Achstetten BC durchgeführt (ausführliche Beschreibung der nahrungsökologischen Grundlagen siehe HÖLZINGER l. c.). Aus der Ersinger Kies-

 © Ornithologische Gesellschaft Ba

grube stammen die beiden nicht geschlüpften Eier. Sie enthalten abgestorbene Embryonen, die knapp 3 Wochen alt waren. Auf dieser wasserlosen Kiesfläche bildet die Wolfspinne *Lycosa wagleri* und im nahegelegenen, regelmäßig während Brutpausen besuchten Nahrungsgebiet an der Donau die Zuckmückenlarve *Chironomus thummi* und der Schlammröhrenwurm *Tubifex tubifex* die Hauptnahrung. Die Achstettener Kiesgrube besitzt Flachwasserzonen mit reichem Nahrungsangebot; als Nahrung nachgewiesen wurden in der Spülsaumzone Larven von Libelluliden, die Uferwanze *Saldula saltatoria,* Carabiden, Dytisciden, Staphyliniden und Dipterenlarven. Die genannten Nahrungstiere wurden während der Brutzeit 1974 in diesen Biotpen gesammelt.

2.2 Analytische Methoden

Quecksilber-Bestimmung: Die Proben wurden mit Salpetersäure-Schwefelsäure und Kaliumpermanganat oxidiert, um die organischen Quecksilberverbindungen aufzuschließen. Das durch Reduktion in die metallische Form überführte Quecksilber wurde mit dem flammenlosen Atom-Absorptions-Spektrophotometer 300 S mit Deuterium-Kompensator der Firma Perkin-Elmer gemessen; Methodik nach Hatch & Ott (1968). Sämtliche Quecksilberwerte beziehen sich auf das Frischgewicht. Die Konzentrationen sind in ppm (parts per million) angegeben (1 ppm entspricht 1 mg/kg). Es handelt sich um Durchschnittsanalysen von jeweils mehr als 100 Tieren. Den Quecksilbergehalt der Proben konnte ich im Institut für Wasser- und Abfallwirtschaft in der Landesanstalt für Umweltschutz in Karlsruhe messen. Für die Bereitstellung der Geräte danke ich Herrn Dr. M. Banoub bestens.

Sauerstoff-Verbrauch: Gemessen wurde nach dem offenen Prinzip mit den Geräten und der Anordnung, die bei Prinzinger (1976) beschrieben sind.*) Als Versuchsvogel diente ein Flußregenpfeifer-♂, das kurz vor der Abenddämmerung auf dem Gelege gefangen, die Nacht über gemessen und in der Morgendämmerung zurückgebracht wurde; während der Abwesenheit des ♂ bebrütete das ♀ das Gelege, das ohne Schaden hochkam. Dieses Experiment konnte nach Beobachtungen über den nächtlichen Bebrütungsmodus (Hölzinger 1974) ohne besonderes Risiko durchgeführt werden.

Nährwertberechnung von Lycosa wagleri: Die Untersuchung erfolgte nach Standardmethoden der Lebensmittelchemie (Diemair 1972), die quantitative Protein-Bestimmung nach Lowry et al. in Chandra & Appel (1973). Die Energie wurde entsprechend der chemischen Zusammensetzung berechnet.

3. Ergebnisse und Diskussion

Die gemessenen Quecksilbergehalte sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt.

---

*) Meinem Freund Dr. R. Prinzinger danke ich recht herzlich für die Hilfe bei der Ruheumsatz-Messung.

entrum.at

Der Quecksilbergehalt in Eiern und Nahrungstieren des Flußregenpfeifers im Donaugebiet bei Ersingen und Achstetten.

Organismus	Quecksilber-Belastung ppm Hg
Brutgebiet Ersingen	
Charadrius dubius: 1. Ei	1,6
2. Ei	1,7
Lycosa wagleri	21,6
Chironomus thummi (Larven):	
Donau oberhalb Ersingen	29,0
Donau unterhalb Ersingen	0,6
Tubifex tubifex:	
Donau oberhalb Ersingen	6,5
Donau unterhalb Ersingen	0,1
Brutgebiet Achstetten	
Durchschnittsanalyse von nachgewiesenen Nahrungstieren der Spülsaumzone in der Häufigkeit ihres Vorkommens (vgl. HÖLZINGER 1975, Tab. 1): Libelluliden-Larven, *Saldula saltatoria,* Carabiden, Dytisciden, Staphyliniden und Dipterenlarven	7,1

Im Brutgebiet Ersingen fällt zunächst die sehr hohe Quecksilber-Belastung der Spinne *Lycosa wagleri* auf, die hier den Altvögeln während kurzer Bebrütungspausen sowie den pulli als Hauptnahrung dient. Rechnet man den Wert von 21,6 ppm auf das mittlere Gewicht von 13 mg pro Spinne um, so nehmen die Flußregenpfeifer mit jeder Spinne etwa 0,3 µg Quecksilber auf.

Eine sehr grobe Energiebilanz verdeutlicht die Belastung: der Ruheumsatz eines Flußregenpfeifer-♂ mit einem Gewicht von 36,5 g betrug rund 4,6 ml O_2/gh. Der benötigte Energie-Mindestbedarf auf der Grundlage des Ruheumsatzes beträgt demnach in 24 Stunden 19 Kcal. Die vorausgesetzte, ausschließliche Spinnen-Ernährung liefert bei einer chemischen Zusammensetzung von *Lycosa wagleri* mit 57,3 % Wasser, 13,2 % Proteinen, 6,2 % Fetten und rund 20 % Kohlenhydraten maximal 190 Kcal/100 g (unberücksichtigt bleiben soll hier die Ausnützung der Nahrung). Für die Aufrechterhaltung des Grundumsatzes wären demnach wenigstens 760 Spinnen nötig, die einer täglichen Mindest-Quecksilber-Belastung von rund 0,23 mg Hg entsprächen.

Diese grobe Energiebilanz soll lediglich verdeutlichen, welche großen Mengen bei der vorliegenden Belastung in Nahrungstieren vom Konsumenten-Organismus verkraftet werden müssen. Recht aufschlußreich sind dazu auch die Fütterungsversuche von TEJNING

 © Ornithologische Gesellschaft Bayern

(1971), der Haushühner mit gebeiztem Getreide fütterte, wobei die Quecksilber-Menge bekannt war. Von dem insgesamt aufgenommenen Quecksilber (= 100 %) wurden 12 % in den Exkrementen und 29 % in den Eiern ausgeschieden sowie 23 % im Körper und 19 % im Gefieder eingebaut (Zahlen gerundet; die restlichen Prozente betreffen verlorengegangenes Quecksilber). Die Nachkommenschaft wird demnach mit knapp einem Drittel des aufgenommenen Quecksilbers belastet.

Im vorliegenden Falle dürfte der hohe Quecksilber-Spiegel in den beiden Flußregenpfeifer-Eiern ausschlaggebend für das Absterben der Embryonen gewesen sein. Die hier festgestellten Quecksilber-Werte liegen in der Größenordnung von nicht geschlüpften Eiern anderer Arten (Borg, Wanntorp, Erne & Hanko 1969). Der Einfluß von Quecksilber auf den Schlüpferfolg ist bereits mehrfach nachgewiesen (vgl. z. B. Borg et al. l. c., mit Einschränkungen auch Bednarek et al. 1975) und experimentell belegt worden (Borg 1958, Kiwimäe et al. 1969, Sell 1974).

Auch im Nahrungsrevier an der Donau des Ersinger Brutpaares liegt die Quecksilber-Belastung in den Nahrungstieren mit maximal 29,0 ppm (Chironomiden) bzw. 6,5 ppm Hg (Tubificiden) recht hoch. Die donauabwärts geringere Quecksilber-Kontamination hängt mit zunehmend größerer Entfernung einer quecksilberbelasteten Abwassereinleitung zusammen, auf die an anderer Stelle noch ausführlich eingegangen werden wird.

Die Quecksilber-Belastung des Achstettener Nahrungsreviers ist in der Größenordnung durchaus mit den vorstehend geschilderten Verhältnissen vergleichbar, sie ist insgesamt aber etwas geringer (7,1 ppm. Hg). Nicht geschlüpfte Eier wurden hier nicht beobachtet.

Die Schwermetall-Kontamination in den Kiesgruben-Biotopen des Donaubereichs dürfte über quecksilberhaltige Getreidebeizmittel erfolgen, auch wenn der direkte Beweis dazu fehlt. Beide Biotope liegen eingebettet in Getreideanbaugebieten. Getreidebeizung mit quecksilberhaltigen Mitteln wurde hier durchgeführt; das Ausmaß war nachträglich allerdings nicht zu ermitteln.

Die Toxizität einzelner Quecksilber-Verbindungen ist sehr verschieden. Hoch giftig sind vor allem organische Verbindungen und besonders Methyl-Quecksilber (Wirth, Hecht & Gloxhuber 1971). In welcher Form das Quecksilber hier vorlag, wurde nicht untersucht. Für Beizzwecke werden in Deutschland Phenyl- und Methoxyethyl-Quecksilber eingesetzt (Jenning 1968, Przygodda 1968); sie sind zwar weniger toxisch als Methyl-Quecksilber, aber für Vögel immer noch gefährlich (vgl. z. B. die Toxizitätsuntersuchungen bei Przygodda l. c.). Es kommt nicht einmal so sehr auf die eingesetzte Form des Quecksilberpräparates an, da es eine Reihe von Mikroorganismen gibt,

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

darunter ubiquitär verbreitete Bakterien (z. B. *Escherichia coli, Pseudomonas fluorescens)* und Pilze (z. B. *Aspergillus niger),* die anorganisches Quecksilber methylieren (z. B. JENSEN & JERNELÖV 1969, KAAS SIJPESTEIJN & VONK 1973, WOOD, SCOTT KENNEDY & ROSEN 1968). Dadurch wird der Einsatz jeglicher, auch vergleichsweise weniger toxischer Quecksilber-Verbindungen fragwürdig.

Quecksilber stellt mit seiner langen biologischen Halbwertszeit und hoher Akkummulierungsfähigkeit in organischem Material eine unmittelbare Bedrohung dar. Die toxikologische Wirkung kann zwar aufgrund zahlreicher Beispiele von Letaldosen abgeschätzt werden, sie ist im subletalen Bereich aber nur in den Anfängen bekannt. Eine drastische Einschränkung quecksilberhaltiger Biozide und eine ständige Umweltkontrolle wären dringend geboten.

Zusammenfassung

Rückstandsanalysen von Nahrungstieren und abgestorbenen Eiern des Flußregenpfeifers ergaben eine hohe Quecksilberbelastung (s. Tab.). Eine grobe Energiebilanz, ermittelt über den Ruheumsatz des Flußregenpfeifers und die Zusammensetzung der Nahrung, verdeutlicht die große Quecksilber-Kontamination. Die Quecksilber-Verseuchung in den Brutrevieren dürfte über quecksilberhaltige Getreidebeizmittel erfolgt sein.

Summary

Toxicological aspects of the food of Little Ringed Plover *Charadrius dubius* in secondary habitats of the cultivated countryside.

Residue analyses of prey and addled eggs of Little Ringed Plover showed a high content of mercury (s. Table). A rough balance of energy output, ascertained through the resting metabolism and the food components of Little Ringed Plover, shows clearly the immense contamination with mercury. Mercury pollution in the breeding territories is probably caused by grain corrosive containing mercury.

Literatur

BEDNAREK, W., W. HAUSDORF, U. JÖRISSEN, E. SCHULTE & H. WEGENER (1975): Über die Auswirkungen der chemischen Umweltbelastung auf Greifvögel in zwei Probeflächen Westfalens. J. Orn. 116: 181—194.

BORG, K. (1958): Effects of dressed seed on game birds. Proc. Nordic Veterinary Meeting, Helsingfors, VIII: 394—400.

— — WANNTORP, H., K. ERNE & E. HANKO (1969): Alkyl merkury poisoning in terrestrial Swedish wildlife. Viltrevy 6: 301—379.

© Ornithologische Gesellschaft Bayern; download unter www.orn-ges-bayern.de

CHANDRA, P., & W. APPEL (1973): Methoden der Molekularbiologie für Biochemiker, Medziner und Biologen. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.

DIEMAIR, W. (1972): Laboratoriumsbuch für den Lebensmittelchemiker. 8. Aufl. Verlag G. Liedl, München.

HATCH, W. R., & W. L. OTT (1968): Anal. Chem. 40: 2085.

HÖLZINGER, J. (1974): Zur Frage der nächtlichen Brutablösung beim Flußregenpfeifer *Charadrius dubius*. J. Orn. 115: 465—466.

— — (1975): Verhalten und Nahrungsgrundlage des Flußregenpfeifers *Charadrius dubius* in wasserführenden und wasserlosen Brutrevieren. Orn. Beob. 72: 9—17.

JENNING, W. (1968): Gefährdung der Vogelwelt durch Quecksilber. Vogelwelt 89: 161—168.

JENSEN, S., & A. JERNELÖV (1969): Biological methylation of mercury in aquatic organism. Nature 223: 753—754.

KAARS SIJPESTEIJN, A., & J. W. VONK (1973): Methylation of inorganic mercury by bacteria and fungi. Intern. Symp. Fytofarmacie Fytiatrie 25. Gent 1973, S. 759—768.

KIWIMÄE, A., A. SWENSSON, U. ULFVARSON & G. WESTÖÖ (1969): Methylmercury Compounds in Eggs from Hens after Oral Administration of Mercury Compounds. J. agr. food Chem. 17: 1014—1016.

PRINZINGER, R. (1976): Temperatur- und Stoffwechselregulation der Dohle *Corvus monedula* L., Rabenkrähe *Corvus corone corone* L. und Elster *Pica pica* L.; Corvidae. Anz. orn. Ges. Bayern 15: 1—47.

PRZYGODDA, W. (1968): Quecksilberhaltige Saatgutbeizmittel und Vögel. Angew. Orn. 3: 79—82.

SELL, J. L. (1974): Distribution of Mercury among Components of Eggs following the Administration of Methylmercuric Chloride to Chickens. J. Agr. food Chem. 22: 248—251.

TEJNING, S. (1971): Biological effects of methyl and ethyl mercury compounds used as disinfectants for seed grain on domestic and wild life. Meded. Fac. LandWet. Rijksuniv. Gent 36: 50—57.

WIRTH, W., G. HECHT & C. GLOXHUBER (1971): Toxikologie-Fibel. Georg Thieme Verlag, Stuttgart.

WOOD, J. M., F. SCOTT KENNEDY & C. G. ROSEN (1968): Synthesis of Methylmercury Compounds by Extracts of a Methanogenic Bacterium. Nature 220: 173—174.

Anschrift des Verfassers:
Jochen Hölzinger, Am Schloßberg, 7760 Radolfzell-Möggingen

(Eingegangen am 12. 5. 1976)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Verhandlungen der Ornithologischen Gesellschaft in Bayern

Jahr/Year: 1976

Band/Volume: 22_3-4_1976

Autor(en)/Author(s): Hölzinger Jochen

Artikel/Article: Toxikologische Aspekte der Ernährung des Flußregenpfeifers Charadrius dubius in Sekundärbiotopen der Kulturlandschaft 461-466