Zur Indikatorqualität der Wasseramsel (*Cinclus c. aquaticus*) Rückstandsanalytischer Nachweis von polychlorierten Biphenylen (PCBs) in Eiern Fließgewässer bewohnender Vögel

Dipper's (*Cinclus c. aquaticus*) quality as a bio-indicator
analyses of residues of chlorinated hydrocarbons (PCBs)
in the eggs of birds, living on running waters

Von Rainer Mönig

Key words: Dipper, *Cinclus c. aquaticus*; bio-indicator, residues of chlorinated hydrocarbons in eggs, breeding-success.

Zusammenfassung

MÖNIG, R. (1985): Zur Indikatorqualität der Wasseramsel (*Cinclus c. aquaticus*) — Rückstands-analytischer Nachweis von polychlorierten Biphenylen (PCBs) in Eiern Fließgewässer bewohnender Vögel. Ökol. Vögel 7: 353-358.

Die Frage nach der Eignung von bestimmten Vogelarten bzw. deren Eier als Bioindikator wird in der Literatur unterschiedlich beantwortet. BAUMEISTER et al. (1979) zeigen, daß Fasaneneier dafür wenig geeignet sind, weil der Fasan zum einen in potentiell belasteten Gebieten kaum vorkommt und zum anderen ein recht eingeschränktes Nahrungsspektrum hat. Die in derselben Studie untersuchte Amsel (*Turdus merula*) hingegen kann mit gewissen Einschränkungen als Bioindikator angesehen werden. Die Wasseramsel scheint nach den vorliegenden Ergebnissen als Indikator noch besser geeignet zu sein. Bei der Analyse von Belastungsphänomenen in Fließgewässern ihres Lebensraumes kann sie als Bioindikator auf Umweltgefährdungen hinweisen und in der Untersuchungsphase die biochemischen und saprobiensystematischen Ergebnisse vervollständigen. Offen bleibt die Frage von exakten quantitativen Belastungsgrenzen für Fertilitätsstörungen.

Summary

MÖNIG, R. (1985): Dipper's (*Cinclus c. aquaticus*) quality as a bio-indicator — analyses of residues of chlorinated hydrocarbons (PCBs) in the eggs of birds, living on running waters. — Ecol. Birds 7: 353-358. The strict territorial bond and the extremely stream-related form of nutrition make the dipper appear to be an especially suitable bio-indicator. In a systematic series of investigation, the author examined the eggs of stream birds for residues of chlorinated hydrocarbons (HCB, Lindan, DDE, PCB). The main area of study was the proof of the presence of PCB introduced into the headwaters of the Marscheid Stream. The results document impressively the contamination caused by the pollutant PCB (presumably from hydrolic oil) depending on the way of life and fed from the place, where the harmful substance is used.

1. Einleitung

Von den über eine Million Chemikalien, die es in der Bundesrepublik gibt, sind etwa 5 000 in ihren Wirkungen auf den Menschen bekannt und für weitere 40 000 liegen tierexperimentelle Erkenntnisse vor (DAUNDERER 1984). Im Vergleich dazu gibt es über die Auswirkungen von umweltbedeutsamen Chemikalien auf freilebende Vogelindividuen und -populationen nur relativ wenige Forschungsergebnisse. Richtungsweisend war die populär gewordene Schrift »Silent Spring« (CARSON 1962), die zu Beginn der 1960er Jahre anhand nordamerikanischer Quellen die Auswirkungen von Umweltgiften auf Lebewesen und Umwelt belegte.

In der Zwischenzeit eingeleitete Untersuchungen zeigen die globalen Ausmaße des Belastungsproblems. »Die vorliegenden Ergebnisse lassen . . . den Schluß zu, daß Giftrückstände in Vogelpopulationen weit verbreitet sind und nach wie vor größter Aufmerksamkeit bedürfen. Grundsätzlich scheinen in der mitteleuropäischen Kulturlandschaft nahezu alle Vogelarten von Giften so stark betroffen werden zu können, daß die Giftbelastung zu Abundanzrückgängen führt.« (BEZZEL 1982).

2. Bioindikatoren zur Wirkungsanalyse

Bei der Erforschung von Belastungswirkungen stellte sich bald heraus, daß mit der Identifizierung von Schadstoffen und der Festlegung von Grenzwerten die Frage der Ökotoxizität nicht immer beantwortet war. Vor allem unter dem Gesichtspunkt der Umweltvorsorge entstand der Bedarf nach einem Parameter, der bei der Schadstoffbeurteilung die Vernetzung von Lebewelten berücksichtigt. Diese Anforderungen erfüllen »Meßeinrichtungen«, die selbst Bestandteile eines Ökosystems sind, die sogenannten Bioindikatoren (ELLENBERG 1980).

Inwieweit Vögel geeignet sind, als Zeiger für bestimmte Umweltverhältnisse zu fungieren, wird unterschiedlich beurteilt. BEZZEL (1982) hält Vögel zum Teil für hervorragende Bioindikatoren bei Giftbelastungen, weist aber zugleich auf Störgrößen hin, die exakte Nachweise von belastenden Substanzen beeinträchtigen können. Zu diesen Faktoren zählen eine große Ortsbeweglichkeit und schwer definierbare Ernährungsgewohnheiten.

Aus dieser Sicht scheint die mitteleuropäische Rasse der Wasseramsel (*Cinclus cinclus aquaticus*) sich besonders gut als Bioindikator zu eignen. Denn sie lebt weitgehend ortsgewunden (kein Zugvogel) und ihre Ernährungsweise ist recht gut erforscht (JOST 1975).

3. Untersuchungsgebiet

Seit Mitte 1976 wird die Wasseramselpopulation der Rasse *Cinclus c. aquaticus* im Einzugsgebiet der Wupper zwischen Hückeswagen und Wuppertal an ca. 40 Brutpaaren untersucht. Etwa die Hälfte dieser Reviere befindet sich am Fluß selbst, die andere Hälfte an Nebenbächen. Es handelt sich dabei um schnellfließende Mittelgebirgsbäche der Forellenregion mit steinigem Untergrund und naturnahem Uferbewuchs (MÖNIG 1979). Alle hier beschriebenen Brutpaare bzw. Brutversuche erfolg-

ten am Marscheider Bach. Er entspringt auf Remscheider Gebiet (Ortsteil Lüttringhausen), verläuft in nördlicher Richtung über ein 6 km langes Tal und mündet bei Laaken (oberhalb des Stadtgebiets von Wuppertal) in die Wupper (TK 25 Nr. 4709). Das Quellgebiet liegt bei 275 m, die Mündung 210 m über NN. Das entspricht einem durchschnittlichen Gefälle von 1 % und führt zu einer Fließgeschwindigkeit von 8-14 cm/sec.

Das Bachtal wird extensiv weidewirtschaftlich genutzt; die 14 Gehöfte im Einzugsgebiet sind nicht an das städtische Kanalnetz angeschlossen. Im Ortsteil Lüttringhausen liegt ein Industriegebiet mit eisenverarbeitenden Betrieben, dessen Oberflächenwasser in den Marscheider Bach gelangt.

In der Gewässergütekarte der Landesanstalt für Wasser und Abfall von 1976 wird der Marscheider Bach als β -mesosaprob eingestuft, entsprechend Güteklasse II. Am 23.3.1978 wurden im Rahmen einer wissenschaftlichen Arbeit Wasseranalysen vorgenommen (HINZ & NIESPOR 1981), die folgende biochemische Daten erbrachte: pH 6, 7; Leitfähigkeit 360 μ S/cm; Chlorid 60 mg/l; Sulfat 40 mg/l, Gesamthärte 5, 0 dH; Karbonathärte 0, 6 dH; CaO 29 mg/l; MgO 15 mg/l; KMnO_4 - Verbrauch 6, 6 mg/l. Eine biologisch-chemische Untersuchung des Staatlichen Amtes für Wasser- und Abfallwirtschaft, Düsseldorf, am 21.5.1980 bestätigte diese Werte für die wichtigsten Parameter (Staatliches Amt für Wasser- und Abfallwirtschaft, unveröffentlicht).

4. Untersuchungsprogramm

Über ein Beringungsprogramm werden seit 1977 populationsdynamische und brutbiologische Fragen am oben genannten Wasseramselbestand bearbeitet. Bereits im Brutjahr 1977 fiel die Teilpopulation des Marscheider Bachs (drei Brutreviere) wegen zunächst nicht abklärbarer Brutauffälle auf. Die Erfolglosigkeit im Brutgeschäft zeigte sich besonders deutlich an dem im Oberlauf gelegenen Revier. Hier blieb seit Beginn der Beobachtung das Nest leer, war das Gelege unvollständig oder wurde vorzeitig verlassen. 1981 kamen erstmals Jungvögel aus, die allerdings nach spätestens 5 Tagen verschwunden waren! Der Nistplatz selbst befindet sich unter einer Natursteinbrücke und ist vor Störungen jeder Art (Mensch, Freßfeind) absolut sicher. Auch das im Mittellauf des Baches gelegene Revier erbrachte unterdurchschnittliche Bruterfolge.

Seit 1978 wurden Eier aus verlassenen Gelegen entnommen und vom Tierhygienischen Institut Freiburg bzw. vom Chemischen Untersuchungsinstitut Wuppertal auf verschiedene Schadstoffe untersucht. Die Analysemethoden sind bei CONRAD (1977) beschrieben. Die sich ergebenden Werte sind aus Tabelle 1 ersichtlich.

Die Zahlen der Tabelle 1 zeigen auf eindrucksvolle Weise, daß die Schadstoffeinträge ganz offenbar im Quellgebiet erfolgten: Die Kontamination nimmt bachaufwärts von Revier zu Revier zu.

Inwieweit andere bachbewohnende Vögel als Bioindikatoren in Frage kommen, konnte aufgrund günstiger Untersuchungsbedingungen im Jahre 1978 am Marscheider Bach anhand des PCB-Gehaltes in Eiern verschiedener Vogelarten ermittelt werden.

Tab. 1. Untersuchungsreihe zum PCB-Gehalt nach Entfernung von der PCB-Einleitung im Quellgebiet; Marscheider Bach, Untersuchungsjahr 1980.

Quantity of PCB with regard to the distance of the PCB-polluter near the spring in 1980, Marscheid stream.

Probenahmestelle	PCB-Gehalt in ppm	
Oberlauf	269	
(Revier 1)	868	
Mittellauf	146	oberer Wert bezogen
(Revier 2)	532	auf Trockenmasse
Unterlauf	134	
(Revier 3)	463	unterer Wert bezogen
Wupper	84	auf Fettgehalt
(zum Vergleich)	333	

Alle in Tabelle 2 aufgeführten Arten sind Brutvögel des Marscheider Bachs, allerdings mit unterschiedlicher Bestandsdichte. Die Eisvogelbrut ging infolge Ausgrabens durch Marder oder Iltis verloren, die Teichrallenbrut durch Hochwasser, die Bachstelzenbrut durch Eichhörnchen – in jedem Fall blieb mindestens 1 Ei für die Analyse erhalten. Über den Ausgang der Stockentenbrut ist nichts bekannt. Da alle hier untersuchten Bruten in der Höhe des zweiten Reviers der Wasseramselpopulation stattfanden, lassen sich die PCB-Gehalte ohne weiteres vergleichen. Sie weisen die Wasseramsel als guten Indikator für Belastungen der beschriebenen Art aus.

Tab. 2. Untersuchungsreihe zum PCB-Gehalt nach Vogelarten, Marscheider Bach, Untersuchungsjahr 1978.

Results of PCB-contamination in bird-species; Marscheid stream, 1978.

Art	PCB-Gehalt in ppm	
(1) Teichralle	13,6	
<i>Gallinula chloropus</i>	43,0	
(2) Bachstelze	17,3	oberer Wert bezogen
		auf Trockenmasse
<i>Motacilla alba</i>	56,3	
(3) Eisvogel	19,6	unterer Wert bezogen
<i>Alcedo atthis</i>	—	auf Fettgehalt
(4) Stockente	23,0	alle Bruten in Höhe des 2. Brutreviers
<i>Anas platyrhynchos</i>	55,0	der Wasseramsel
(5) Wasseramsel	132,7	
<i>Cinclus cinclus</i>	500,6	

Über die Frage nach Zusammenhängen von Belastungsgraden für Erst- und Zweitgelege liegen bislang kaum Ergebnisse vor. Seit Jahren konnte jedoch im Untersuchungsgebiet beobachtet werden, daß Wasseramselpaare nach Aufgabe des Erstgeleges über ein Nachgelege erfolgreich Jungvögel aufzogen.

Da im Brutgebiet des Marscheider Bachs echte Zweitbruten nur selten auftreten, ergab sich erst 1983 die Möglichkeit zu einer entsprechenden Untersuchungsreihe, bei der eine Ersatzbrut getätigt wurde. In den vorangegangenen Jahren kam es nach Aufgabe des Erstgeleges nicht zu weiteren Brutaktivitäten.

Tab. 3. Untersuchungsreihe zum Belastungsgrad für Erst- und Zweitgelege bei verschiedenen Schadstoffen, Marscheider Bach, Untersuchungsjahr 1983.

Results to the contamination for first and second clutches with different pesticides, Marscheid stream, 1983.

Schadstoff	1. Gelege 12.4.1983*	2. Gelege 20.5.1983*	Nachbarbach zum Vergleich
HCB	0,02	0,02	0,03
p,p-DDE	0,31	0,14	0,26
Arochlor 1254	113,00	56,50	18,20
Arochlor 1268	9,21	3,31	0,0

* Tag der Eientnahme

Die Analyse für diese in Tabelle 3 dargestellten Ergebnisse hat das Chemische Untersuchungsamt Wuppertal durchgeführt. Die Ergebnisse sind jeweils auf das Trockengewicht berechnet; für PCB konnte aufgrund eines anderen Meßverfahrens eine Differenzierung nach Chlorierungsgrad (1254 bzw. 1268) vorgenommen werden. Zum Vergleich sind die Werte für ein aufgegebenes Gelege an einem Nachbarbach aufgeführt, der Teil eines Trinkwasser-Talsperren-Systems ist. Die Tabellenwerte zeigen, daß die Kontamination des Zweitgeleges deutlich niedriger liegt als die des Erstgeleges. Durch Ringkontrolle ist belegt, daß es sich dabei um dasselbe Weibchen gehandelt hat.

5. Diskussion

Die gaschromatographischen Analysen der beiden zu Rate gezogenen Untersuchungsinstitute erbrachte den Nachweis hoher PCB-Kontaminationen in den untersuchten Wasseramsel-Eiern. Beim PCB handelt es sich um eine Klasse chlorierter Derivate des Biphenyls, die sich durch außerordentlich hohe chemische und biochemische Stabilität auszeichnen. Sie werden auf Grund der Affinität zu bestimmten Geweben im Körper gespeichert und können sich dort in hoher Konzentration anreichern (BAUM 1981). Offenbar treten von einer bestimmten Belastungsschwelle ab Fertilitätsstörungen auf, wie sie im vorliegenden Untersuchungsfall beobachtet worden sind.

Die Beziehung zu den Schadstoffeinleitungen im Quellgebiet führt über die Nahrungskette, an deren Ende die Wasseramsel steht. JOST (1975) hat ermittelt, daß sich die Wasseramsel überwiegend von Wassertieren des Benthos ernährt. Vor allem im Winter, vor der Eiablage, werden ausschließlich Lebewesen aus dem Bach aufgenommen (*Gammarus* spec., Trichopterenlarven, Mollusken). Durch Beringung und Kontrolle konnte nachgewiesen werden, daß die Altvögel der betroffenen Reviere

ein durchschnittliches Alter erreichen und in ihrer Vitalität offenbar nicht beeinträchtigt sind. Dagegen deuten die vorliegenden Ergebnisse darauf hin, daß in der Legephase bei den weiblichen Wasseramseln eine Remobilisierung des Fettdepots eintritt und die damit freiwerdenden PCB-Moleküle in das Ei gelangen.

Diese These wird durch die gleichzeitig vorgenommenen Gewichtsermittlungen gestützt. Die Wasseramsel-Weibchen nehmen nämlich von Mitte Januar an bis zur ersten Eiablage um mehr als 10% ihres Ausgangsgewichts zu. Nach Abschluß der Legephase haben sie jedoch ihr ursprüngliches Gewicht wieder erreicht und beginnen mit dem Bebrüten der Eier.

Die Belastungsquelle wurde inzwischen eindeutig auf dem Industriegelände am Oberlauf des Baches aufgefunden. Über die direkte Herkunft (Verursacher) können jedoch nur noch Spekulationen angestellt werden, da sich die Produktionsstruktur im fraglichen Gebiet in den letzten Jahren stark verändert hat. Es ist aber bekannt, daß bis vor kurzem PCB-haltige Hydrauliköle in Schmiedehammerwerken verwendet wurden. Durch Leckstellen und Bedienungsfehler könnte Hydraulikflüssigkeit freigesetzt worden sein (FRIEGE & NAGEL 1982).

Der Höhepunkt der Belastungsphase ist inzwischen überschritten; die ermittelten Substanzen werden in den für die Emission in Frage kommenden Betrieben auf Grund einer technisch bedingten Produktionsumstellung nicht mehr eingesetzt. Im Sediment des Baches finden sich noch immer erhebliche PCB-Anreicherungen – jedoch mit abnehmender Tendenz. 1983 konnte zum ersten Mal eine erfolgreiche Wasseramselbrut im ersten Revier des Baches festgestellt werden.

6. Danksagung

Mein Dank gilt dem Tierhygienischen Institut in Freiburg und dem Chemischen Untersuchungsinstitut in Wuppertal, insbesondere den Herren Dr. BAUM und Dr. DELVENTHAL, die auf ganz unbürokratische Weise die Analysen besorgten.

Literatur

- BAUMEISTER et al. (1979): Rückstandsuntersuchungen in Vogeleiern, Chemische Analytik und Umwelttechnologie, Heft 3. München (Bayer. Landesamt f. Umweltschutz). – BEZZEL, E. (1982): Vögel in der Kulturlandschaft. Stuttgart (Ulmer). – BAUM, F. (1981): Chlorierte Kohlenwasserstoffe in wildlebenden Tieren und Nahrungsnetzen: Vorkommen, Bedeutung und Nachweis. Ökol. Vögel 3, Sonderheft: 65-71. – CARSON, R. L. (1962): Der stumme Frühling. München (Biederstein). – CONRAD, B. (1977): Die Giftbelastung der Vogelwelt Deutschlands. Greven (Kilda-Verlag). – DAUNDERER, M. (1984): Erste Bilanz des Grauens – Der Ruf nach dem Wundermittel bleibt unerhört. Stuttgart (Südd. Zeitung 17.12.84). – ELLENBERG, H. (1980): Über Bioindikatoren und Bioindikation. Nationalpark: 4/80: 11-16. – FRIEGE, H. & R. NAGEL (1982): Umweltgift PCB. Freiburg (Bund Verlagsgesellschaft). – HINZ, W. & M. NIESPOR (1982): Deutsche Malakozoologische Gesellschaft, Mitteilungen 3/36: 503-518 (Frankfurt a.M.). – JOST, O. (1975): Zur Ökologie der Wasseramsel (*Cinclus cinclus aquaticus*) mit besonderer Berücksichtigung ihrer Ernährung. Bonn. – MÖNIG, R. (1979): Wasseramsel, Eisvogel und Gebirgsstelze – Charaktervogelarten des Mittelgebirgsbachs um Wuppertal. In: Kolbe, W. (Hrsg.): Wuppertal, Natur und Landschaft. Wuppertal (Hammer).

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Ökologie der Vögel. Verhalten Konstitution Umwelt](#)

Jahr/Year: 1985

Band/Volume: [7](#)

Autor(en)/Author(s): Mönig Rainer

Artikel/Article: [Zur Indikatorqualität der Wasserramsel \(*Cinclus c. aquaticus*\).
Rückstandsanalytischer Nachweis von polychlorierten Biphenylen \(PCBs\)
in Eiern Fließgewässer bewohnender Vögel 353-358](#)