

Metabolisierung von polychlorierten Biphenylen in Küstenvögeln*

Von Martin Beyerbach, Annegret Büthe und Walter A. Heidmann**

Einleitung

Die polychlorierten Biphenyle (PCB) sind technische Produkte, die in weiten Bereichen der Technik immer noch eingesetzt werden (vgl. HEIDMANN 1988). Obwohl diese Substanzen in der BR-Deutschland nicht mehr hergestellt werden, gelangen sie weiterhin in die Umwelt, weil noch ca. 50 000 t in diesem Land in Gebrauch sind und in den nächsten Jahrzehnten freigesetzt werden (LORENZ & NEUMEIER 1983); es sei denn, große Anstrengungen würden unternommen, diejenigen Apparaturen, die PCB enthalten, aufzuspüren und deren Inhalt sachgerecht zu vernichten, wie es in den USA, Schweden und Japan seit 10 Jahren geschieht.

Es ist daher nicht mit einer Verringerung der PCB-Rückstände in den verschiedenen Umweltkompartimenten in der nächsten Zeit zu rechnen. Unter diesen Umständen müssen die PCB-Rückstände weiter beobachtet werden, und es ist notwendig, mehr über die Wirkung der PCB auf Mensch und Tier zu erfahren. Dies ist vergleichsweise schwierig, weil die PCB ein Gemisch sehr ähnlicher Verbindungen darstellen, deren Einzelstoffe (»Kongeneren«) sich in der Umwelt unterschiedlich verhalten und zusätzlich auch eine unterschiedliche Toxizität besitzen. Die pauschale Betrachtung der PCB-Rückstände ohne Berücksichtigung ihrer unterschiedlichen Zusammensetzung ist unbefriedigend, weil die letztere auf die Wirkung eines PCB-Gemisches in der Umwelt einen entscheidenden Einfluß ausübt.

Die technischen PCB-Produkte besitzen je nach Verwendungszweck unterschiedlich hohe Chloranteile. Die bekanntesten Produktnamen sind Aroclor (Monsanto, USA) und Clophen A (Bayer, BRD), wobei die dem Namen folgenden Ziffern das Gemisch näher charakterisieren (z. B. Aroclor 1260 \cong 60% Chlor im Gemisch).

Verhalten der PCB in der Umwelt

Die PCB gelangen als technische Gemische nach Gebrauch in die Umwelt. Es sind 209 verschiedene Kongeneren denkbar, von denen bisher allerdings nur ca. 100 in technischen Gemischen nachgewiesen worden sind. Alle 209 denkbaren PCB-Kongeneren sind durch eine Nummer, die sog. Ballschmüter-Nr. (BALLSCHMITTER & ZELL 1980, BALLSCHMITTER et al.

1987) charakterisiert. In der Lebensmittelüberwachung werden heute 6 Kongeneren bestimmt, die in Abb. 1 dargestellt sind. Sie unterscheiden sich in der Anzahl der Chloratome, die am Biphenyl-Ringsystem substituiert sind (»Chlorierungsgrad«), und in der Stellung der Chloratome. Die Kongeneren zeigen in der Umwelt aufgrund ihrer unterschiedlichen chemischen Stabilität und Fettlöslichkeit eine unterschiedliche Persistenz (vgl. HEIDMANN 1988) und werden deshalb von Organismen verschieden schnell metabolisiert.

Der Grund für die unterschiedlich schnelle Metabolisierung liegt in den Cytochrom P-450-abhängigen Oxigenasen, eine Gruppe von Enzymen, die den Metabolismus von Fremdstoffen besorgen. Ein vereinfachter Mechanismus ist in Abb. 2 dargestellt. Man erkennt, daß zwei benachbarte Kohlenstoffatome am aromatischen Ring mit Wasserstoff besetzt sein müssen (und nicht mit Chlor), damit die Oxidation vonstatten gehen kann; anderenfalls ist der Abbau der PCB-Kongeneren erschwert. Auch die Erreichbarkeit der benachbarten Wasserstoffe durch die Enzyme ist ein Kriterium für die Stabilität eines Aromaten. Deshalb ist z. B. die Persistenz der Kongeneren mit den Ballschmüter-No. 153, 138, 180 und 28 groß (Abb. 1). Der verschieden schnelle Abbau der Nummern 52 und 101 auf der einen Seite und der Nummern 28 und 138 auf der anderen liegt an der jeweils unterschiedlichen Erreichbarkeit der benachbarten nicht chlorierten Kohlenstoffatome durch das Enzym.

Die nachfolgend vorgestellten Daten stammen zum großen Teil aus dem Projekt »Schadstoffmonitoring mit Seevögeln«, das vom Institut für Vogelforschung

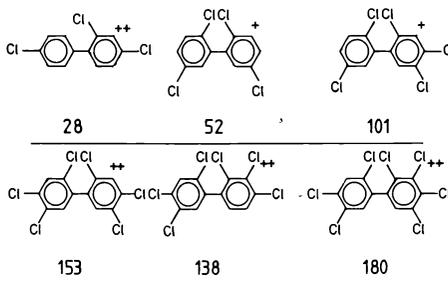


Abb. 1: Bei der Lebensmittelüberwachung untersuchte PCB-Kongeneren einschließlich ihrer Ballschmüter-Nummern (s. Text). + = weniger persistent, ++ = persistent. - PCB congeners examined in food monitoring and their IUPAC-no. (see text). + = less persistent, ++ = persistent.

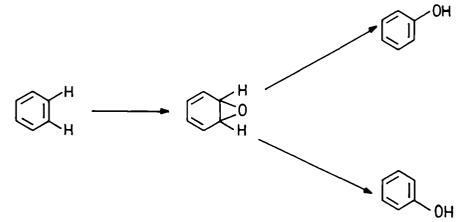


Abb. 2: Vereinfachte Darstellung des Metabolismus aromatischer Ringe durch Cytochrom P-450 abhängige Oxigenasen zu Phenolen. - Simplified description of the metabolism of aromatic ring systems by the microsomal cytochrome P-450 system into phenols.

in Wilhelmshaven (Dr. P. H. BECKER, C. KOEPFF) und der Tierärztlichen Hochschule Hannover mit Unterstützung des Umweltbundesamtes durchgeführt wird; die 10 Seehundproben verdanken wir Dr. G. HEIDMANN, Institut für Haustierkunde, Universität Kiel.

In unserem Labor untersuchen wir z. Zt. routinemäßig 45 PCB-Kongeneren, die über 90% des Gesamtgemisches ausmachen (erweitertes Verfahren nach HEIDMANN 1986). Hierbei werden alle Kongeneren, die einen Anteil von mehr als 0,1 mol-% ausmachen (z. T. auch weniger), erfaßt. Wegen der unterschiedlichen Persistenz, aber auch wegen anderer (physikalischer) Eigenschaften, wie Flüchtigkeit, Wasserlöslichkeit, Verhalten im UV-Licht, zeigen PCB-Gemische in der Umwelt im allgemeinen eine ganz andere Zusammensetzung als die technischen Gemische. Auch untereinander ist die Zusammensetzung der PCB-Gemische in der Umwelt verschieden.

Die Zusammensetzung von PCB-Gemischen zweier Fischfresser, der Flußseeschwalbe (*Sterna hirundo*) und des Seehundes (*Phoca vitulina*), sind zusammen mit der eines technischen Gemisches als Standard in Abb. 3 gezeigt. Es fällt auf, daß im Gemisch des Seehundes die persistenteren Kongeneren größere Anteile besitzen als diejenigen im Gemisch der Flußseeschwalbe (z. B. Kongener 153, 138, 180); das PCB-Gemisch im Seehund ist somit höher metabolisiert als das der Flußseeschwalbe. Dies ist bemerkenswert, weil Fische unabhängig von ihrer Art ein sehr ähnliches Gemisch besitzen. Die Konzentrationen von persistenten Schadstoffen stehen nämlich bei Kiemenatmern im Gleichgewicht mit dem sie umgebenden Wasser; Freßbeziehungen spielen kaum eine Rolle (FALKNER & SIMONIS 1982, LARSSON 1984, ERNST 1985). Die Fähigkeit, PCB-Kongeneren zu metabolisieren,

* unterstützt durch Mittel des Umweltbundesamtes
** Schriftliche Fassung eines Vortrages gehalten auf dem 1. Herbst-Kolloquium des Verein Jordsand auf Neuwerk vom 22. bis 24. September 1989.

ist somit je nach Art unterschiedlich gut ausgeprägt, im Säugetier Seehund besser als im Vogel Flußseeschwalbe. Die Variation der Zusammensetzung der PCB-Gemische zwischen den Arten kann also sehr groß sein; innerhalb einer Art variiert hingegen die Gesamt-PCB-Konzentration sehr stark, die Zusammensetzung nur wenig (HEIDMANN & BEYERBACH 1989).

Das in Abb. 4 dargestellte PCB-Gemisch des Säbelschnäblers (*Recurvirostra avosetta*) unterscheidet sich von dem der

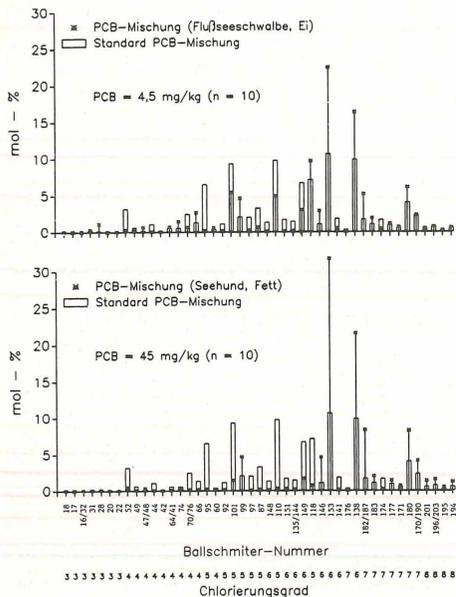


Abb. 3.: Mittlere Kongenerverteilung von PCB-Gemischen in zwei Fischfressern: Flußseeschwalbe (*Sterna hirundo*) aus der Meldorfer Bucht und Seehund (*Phoca vitulina*) von der Westküste Schleswig-Holsteins; zum Vergleich: Standard PCB-Gemisch (Aroclor 1254/Clophen A 60 = 1:1 [w/w]). – Mean congener distribution of the PCB mixtures in two fish eaters: Common Tern found in the location »Meldorfer Bucht« and Common Seal found on the west coast of Schleswig-Holstein compared with the standard PCB mixture (Aroclor 1254/Clophen A 60 = 1:1 [w/w]).

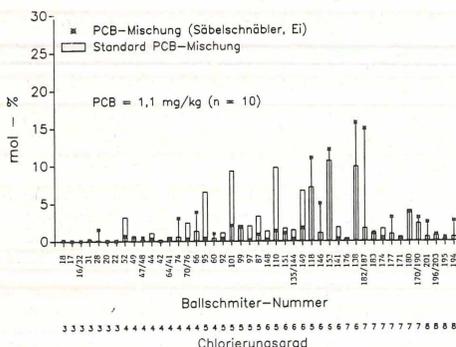


Abb. 4: Mittlere Kongenerverteilung der PCB-Gemische in Säbelschnäblern (*Recurvirostra avosetta*) aus dem Jadebusen im Vergleich zum Standardgemisch (s. Abb. 3). – Mean congener distribution of the PCB-mixtures found in Avocets from the location »Jadebusen« compared with the standard PCB mixture (see fig. 3).

Flußseeschwalbe erheblich. Dies kann nicht mit einem gänzlich anderen Nahrungsspektrum dieses Vogels erklärt werden, weil andere Limikolen (z. B. Austernfischer, Rotschenkel) PCB-Gemische besitzen, die verwandt sind mit denen der Flußseeschwalbe; ganz offensichtlich bestimmt über das PCB-Muster hauptsächlich die artspezifische Enzymausstattung, weniger das Nahrungsmuster oder die Trophieebene.

Das Analysenergebnis einer Verteilung der Kongenere im PCB-Gemisch besteht aus 45 Daten für ihre Anteile; ein nicht leicht zu erfassendes Ergebnis. Eine Datenreduktion, die die wesentlichen Merkmale eines PCB-Gemisches in der Umwelt aufzeigt, ist daher von Vorteil. Da ein höher metabolisiertes PCB-Gemisch sich von einem weniger metabolisierten in erster Näherung durch einen höheren mittleren Chlorierungsgrad auszeichnet, ermittelt das zu diesem Zweck von uns entwickelte Verfahren zwei Parameter, die die Änderung des mittleren Chlorierungsgrades eines Gemisches in einer tierischen Matrix gegenüber einem Standardgemisch kennzeichnen (HEIDMANN & BEYERBACH 1989, vgl. Abb. 3 und 4). Die Wanderungssumme S beschreibt, wie groß die Änderung der Anteile der Kongenere vom Standard hin zum Umweltgemisch ist, und die Entfernung D ist ein Maß dafür, wie weit diese Anteile entlang der Skala der Chlorierungsgrade gewandert sind. Das Produkt der beiden Parameter ergibt den Metabolisierungsgrad $G = D \cdot S$, eine Größe, die eine Aussage darüber macht, wieweit ein biologisches PCB-Gemisch metabolisiert worden ist. Der Metabolisierungsgrad G entspricht der Differenz der mittleren Chlorierungsgrade von biologischem und technischem Gemisch.

Werden die beiden Parameter gegeneinander aufgetragen, so ergibt sich das in Abb. 5 gezeigte Bild. Im Ursprung des Graphen befindet sich das unmetabolisierte Standardgemisch, rechts oben sind die hoch metabolisierten PCB-Gemische in biologischen Proben zu finden.

Betrachten wir zunächst die Gemische in den Flußseeschwalben- und Austernfischer (*Haematopus ostralegus*)-Eiern. Die durch die verschiedenen Punkte in Abb. 5 aufgezeigte örtliche Variation der Metabolisierungsparameter ist bei den Flußseeschwalben größer als bei den Austernfischern, und die Metabolisierung des PCB-Gemisches im Austernfischer ist weiter fortgeschritten als in der Flußseeschwalbe. Wie ein Vergleich der PCB-Gemische in Abb. 3 erwarten läßt, besitzt der Seehund ein sehr viel höher metabolisiertes Gemisch als die anderen Fischfresser Flußseeschwalbe oder gar Brandseeschwalbe (*Sterna sandvicensis*). Zusammen mit dem Rotschenkel (*Tringa totanus*) besitzen die fischfressenden Seevögel die am geringsten metabolisierten Gemische; eine Feststellung, die HEIDMANN et al. (1987) schon anhand einfache-

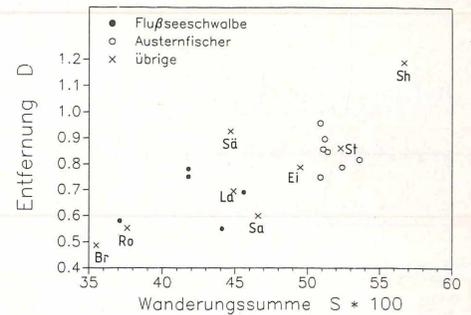


Abb. 5: Metabolisierungsparameter von Seevögeln und Fett vom Seehund. Sh: Seehund (*Phoca vitulina*), Fett, n = 10, Westküste Schleswig-Holstein, 1988; Flußseeschwalbe (*Sterna hirundo*), 5 verschiedene Lokalitäten der deutschen Nordseeküste, je n = 10, 1987; Austernfischer (*Haematopus ostralegus*), 7 verschiedene Lokalitäten der deutschen Nordseeküste, je n = 10, 1987. Alle übrigen: n = 10, 1987; St: Sturmmöwe (*Larus canus*), Mellum; Sä: Säbelschnäbler (*Recurvirostra avosetta*), Jadebusen; Ei: Eiderente (*Somateria molissima*), Mellum; La: Lachmöwe (*Larus ridibundus*), Wangerooge; Sa: Sandregenpfeifer (*Charadrius hiaticula*), Oldeoog; Ro: Rotschenkel (*Tringa totanus*), Jadebusen; Br: Brandseeschwalbe (*Sterna sandvicensis*), Wangerooge. – Parameters of metabolization of eggs of seabirds and fat of Common Seals. Sh: Common Seal, blubber, n = 10, west coast of Schleswig-Holstein, 1988; Common Tern, 5 different localities of the German Northsea coast, n = 10 each, 1987; Oystercatcher, 7 different localities, n = 10 each, 1987. All others: n = 10 each, 1987. St: Common Gull, Mellum; Sä: Avocet, Jadebusen; Ei: Eider, Mellum; La: Black-headed Gull, Wangerooge; Sa: Ringed Plover, Oldeoog; Ro: Redshank, Jadebusen; Br: Sandwich Tern, Wangerooge.

rer Analysenverfahren treffen konnten. Nunmehr sind quantitative Aussagen möglich.

Toxizität von PCB-Gemischen

Von besonderem Interesse ist eine Aussage darüber, wie toxisch das in einem Tier befindliche PCB-Gemisch ist. Aus Tierversuchen sind die Kriterien vermittelt worden, die eine aromatische chlororganische Verbindung zu einer besonders toxischen machen (PARKINSON & SAFE 1987, DEML 1988). Dies ist immer dann der Fall, wenn eine bestimmte Größe und die Planarität eines Moleküls vorliegen (POLAND et al. 1979) und trifft auf das 2,3,7,8-Tetrachlordibenzdioxin (2,3,7,8-TCDD, »Seveso-Gift«) zu (Abb. 6), die giftigste von Menschhand geschaffene Verbindung (vgl. HEIDMANN 1988). Diese Bedingung ist bei einem PCB-Kongener erfüllt, wenn beide Ringe in einer Ebene liegen; man sagt, die Kongenere liegen coplanar vor. In Abb. 6 ist ein solches Kongener gezeigt (Ballschmiter-Nr. 77), das nur ungefähr dreimal weniger giftig ist als 2,3,7,8-TCDD. Coplanar liegen solche Kongenere vor,

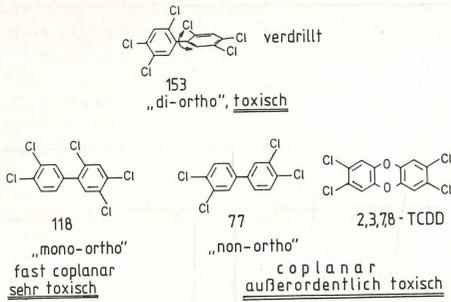


Abb. 6: Struktur und Toxizität von PCB-Kongeneren (s. Text). – Structure of PCB congeners and their toxicity (see text).

die in ortho-Stellung nicht mit Chlor substituiert sind (»non-ortho«); solche, die an dieser Stellung zweifach substituiert sind, liegen, weil die Chloratome sehr viel größer sind als die Wasserstoffatome, verdrillt vor und sind weniger toxisch (»di-ortho«), mono-ortho-Kongeneren sind fast coplanar und daher nur etwas weniger toxisch als die in ortho-Stellung unsubstituierten.

Das in unserem Labor verwendete Verfahren ist auf die routinemäßige Bestimmung möglichst vieler PCB-Kongeneren eingerichtet, kann jedoch die non-ortho-Kongeneren nicht erfassen. Hierzu sind aufwendigere Verfahren notwendig, die die in biologischen Gemischen in nur außerordentlich kleinen Konzentrationen vorkommenden Verbindungen quantifizieren können (DUINKER et al. 1988). Diese Autoren haben auch nachgewiesen, daß im Seehund diese Kongeneren besonders weitgehend metabolisiert vorliegen.

Gut hingegen lassen sich die mono-ortho-Kongeneren im von uns verwendeten Verfahren bestimmen. Das Kongener Nummer 118 (Abb. 6) kommt im PCB-Gemisch des Seehunds in geringeren Anteilen (ca. 1 mol-%) vor als in dem der Flußseeschwalbe (ca. 10 mol-%, vgl. Abb. 3). Bei der Überprüfung anderer mono-ortho- und solcher di-ortho-Kongeneren, die ebenfalls – wenn auch in geringerem Maße – toxisch sind, ergibt sich (Abb. 7), daß auch alle anderen toxischen mono-ortho-Kongeneren geringere Anteile im Fett des Seehundes aufweisen als in den Eiern der Flußseeschwalbe. In der Leber des Seehundes, in der der Metabolismus mit Hilfe der Cytochrom P-450-abhängigen Oxigenasen stattfindet, finden sich sogar noch geringere. Die weniger toxischen di-ortho-Kongeneren zeigen keinen Trend. Der Seehund metabolisiert also gerade die besonders toxischen PCB-Kongeneren, während die Flußseeschwalbe diese offensichtlich weniger gut abbauen kann. Beide Tiere besitzen somit PCB-Gemische, die – bezogen auf den Fettgehalt – zwar ungefähr die gleiche Konzentrationen zeigen, sich jedoch in ihrer Toxizität unterscheiden. Während der Seehund nach der Aufnahme des PCB-Gemisches vom Beutetier die toxischen Kongeneren sogleich stark metabolisiert und damit besonders belastet wird, ist die Flußseeschwalbe offensichtlich zunächst weniger

stark betroffen. Bei Hungerperioden hingegen, wenn der Körper ohnehin geschwächt ist, wird sie um so mehr belastet sein (vgl. HEIDMANN et al. 1987a). Welche der beiden Effekte eine größere Wirkung hat, kann z. Zt. nicht abgeschätzt werden. In letzter Zeit sind weitere persistente Verbindungen, die durch Nebenreaktionen in vielen technischen Prozessen in Freiheit gesetzt werden, in die Diskussion geraten. Dies gilt insbesondere für die polychlorierten Dibenzdioxine (PCDD, Abb. 6) und Dibenzfurane (PCDF, vgl. HEIDMANN 1988), weil diese besonders toxisch sind. Ein Vergleich der Konzentrationen dieser Stoffe mit denen der PCB-Kongeneren in Umweltproben tierischen Ursprungs und denen des Menschen (Abb. 8) zeigt, daß die Konzentrationen der PCDD und PCDF um den Faktor 100 gegenüber den non-ortho- und um den Faktor 1000 gegenüber den mono-ortho-Kongeneren niedriger sind, jedoch ist die Toxizität der PCDD und PCDF gegenüber den non-ortho- nur um den Faktor 3–5 und die der mono-ortho-Kongeneren um den Faktor 50–100 größer; der Beitrag der toxischen PCB-Kongeneren zur Gesamtoxizität der chlororganischen Verbindungen ist also bei weitem größer als der der Dibenzdioxine und Dibenzfurane.

Die Kontamination der Umwelt und die des Menschen mit PCB läßt sich leichter reduzieren als diejenige mit den PCDD

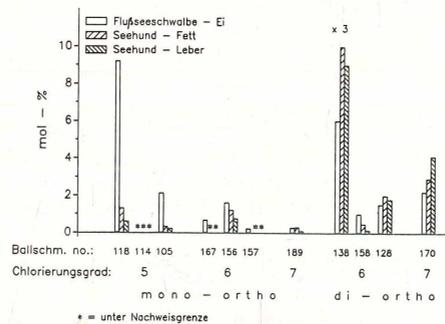


Abb. 7: Anteile toxischer Kongeneren (außer non-ortho) in Flußseeschwalbe (*Sterna hirundo*) und Seehund (*Phoca vitulina*). – Mol-percentage of the toxic congeners (non-ortho excluded) in Common Terns and Common Seals.

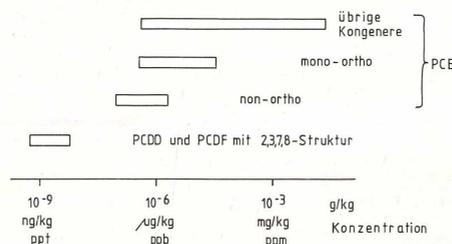


Abb. 8: Konzentrationsbereiche von Kongeneren der polychlorierten Dibenzdioxine (PCDD), Dibenzfurane (PCDF) und Biphenylen (PCB) in Umweltproben tierischen Ursprungs. – Ranges of congener concentrations of dibenzodioxins (PCDD), dibenzofurans (PCDF), and biphenyls (PCB) found in environmental samples originating from animal tissues.

und PCDF. Während bei den PCB ein Aufspüren der mit dieser Stoffgruppe gefüllten Apparate und ein ordnungsmäßiges Entsorgen mit einigem Aufwand möglich erscheint, wäre eine Reduktion der PCDD- und PCDF-Rückstände nur über ein Verbot vieler technischer Prozesse (z. B. Leichtmetallherstellung durch Elektrolyse mit Graphitelektroden, Chlorungsprozesse) und damit häufig auch nur über ein Produktionsverbot mancher Stoffe (z. B. PVC) zu erreichen. Wie die Konzentrationen an PCB in der Umwelt zu reduzieren sind, führen uns schon seit zehn Jahren die USA, Schweden und Japan vor. Durch entsprechendes Handeln auch bei uns könnte eine relativ schnelle Verringerung der Gesamtoxizität der chlororganischen Verbindungen erreicht werden.

Zusammenfassung

Die polychlorierten Biphenyle (PCB) sind ein Gemisch ähnlicher Verbindungen. Weil die Einzelstoffe (»Kongeneren«) sich in ihrer Persistenz stark unterscheiden, unterscheiden sich auch die PCB-Gemische in der Umwelt. Die PCB-Muster zweier Fischfresser, Flußseeschwalbe (*Sterna hirundo*) und Seehund (*Phoca vitulina*) sowie des Säbelschnäblers (*Recurvirostra avosetta*) werden verglichen. Hierbei zeigt sich, daß das PCB-Gemisch des Seehundes besonders weit metabolisiert vorliegt, in größerem Maß als das aller Seevögel, und daß dieses Tier gerade die besonders toxischen Kongeneren weitgehend abbaut, während die Flußseeschwalbe die letzteren akkumuliert. Es wird darauf hingewiesen, daß der Beitrag der PCB zur Gesamtoxizität der chlororganischen Verbindungen in der Umwelt nach wie vor am höchsten ist und daß eine Reduktion der PCB-Rückstände nur durch Dekontaminationsprogramme, wie sie schon seit zehn Jahren in den USA, Schweden und Japan durchgeführt werden, möglich ist.

Summary

The polychlorinated biphenyls (PCB) are a mixture of similar compounds. The individual compounds (»congeneres«) show a different behaviour towards environmental influences, and, because of their different persistence, the PCB mixtures found in the environment differ considerably. The PCB patterns of two fisheaters, Common Tern (*Sterna hirundo*) and Common Seal (*Phoca vitulina*), as well as of Avocet (*Recurvirostra avosetta*) are compared. It is shown that the PCB mixtures found in Common Seals are metabolized to a great extent, more than all seabirds, and that the Common Seals metabolize just the toxic congeners, while the latter are accumulated by the Common Terns. It is stressed, that, as usual, the contribution of the PCB to the total environmental toxicity of the organochlorines is highest and a reduction of the PCB residues can only be

achieved by means of decontamination programs like those being performed in the USA, Sweden, and Japan since ten years.

Literatur

- BALLSCHMITER, K., & M. ZELL (1980): Analysis of polychlorinated biphenyls (PCB) by glass capillary gas chromatography. – *Fresenius Z. Anal. Chem.* 302, 20–31.
- BALLSCHMITER, K., W. SCHÄFER & H. BUCHERT (1987): Isomer-specific identification of PCB congeners in technical mixtures and environmental samples by HRGC-ECD and HRGC-MSD. – *Fresenius Z. Anal. Chem.* 326, 253–257.
- DEML, E. (1988): Toxische Wirkungen. – In: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG): Polychlorierte Biphenyle, Bestandsaufnahme über Analytik, Vorkommen, Kinetik und Toxikologie. Verlag Chemie, Weinheim.
- DUINKER, J.C., D.E. SCHULZ & G. PETRICK (1988): Multidimensional gas chromatography with electron capture detection for the determination of toxic congeners in polychlorinated biphenyl mixtures. – *Anal. Chem.* 60, 478–481.
- ERNST, W. (1985): Accumulation in aquatic organisms. – In: SHEEHAN, P., F. KORTE, W. KLEIN & P. BOURDEAU: Appraisal of tests to predict the environmental behaviour of chemicals (SCOPE 25), Chichester, 243–255.
- FALKNER, R., & W. SIMONIS, (1982): Polychlorierte Biphenyle (PCB) im Lebensraum Wasser (Aufnahme und Anreicherung durch Organismen – Probleme der Weitergabe in der Nahrungspyramide). – *Arch. Hydrobiol. Beih.* 17.
- HEIDMANN, W.A. (1986): Isomer specific determination of polychlorinated biphenyls in animal tissues by gas chromatography – mass spectrometry. – *Chromatographia* 22, 363–369.
- HEIDMANN, W.A. (1988): Persistente Chemikalien, Vorkommen und Herkunft. – *Seevögel* 9 (Sonderband), 131–133.
- HEIDMANN, W.A., M. BEYERBACH, W. BÖCKELMANN, A. BÜTHE, H. KNÜWER, B. PETERAT & H.A. RÜSSEL-SINN (1987): Chlorierte Kohlenwasserstoffe und Schwermetalle in tot an der deutschen Nordseeküste aufgefundenen Seevögeln. – *Vogelwarte* 34, 126–133.
- HEIDMANN, W.A., A. BÜTHE, B. PETERAT & H. KNÜWER (1987a): Zur Frage des Einflusses chemischer Rückstände auf das Sterben von Austernfischern (*Haematopus ostralegus*) an der niedersächsischen Küste im Winter 1986/87. – *Vogelwarte* 34, 73–79.
- HEIDMANN, W.A., & M. BEYERBACH (1989): Characterization of PCB mixtures found in biological samples by three parameters derived from the fractions of 45 congeners. – *Chemosphere* 18, 2303–2309.
- LARSSON, P. (1984): Uptake of sediment released PCBs by the eel (*Anquilla anquilla*) in static model systems. – *Ecological Bulletins* 36, 62–67.
- LORENZ, H., & G. NEUMEIER (Hrsg., 1983): Polychlorierte Biphenyle – ein gemeinsamer Bericht des BGA und UBA. – MMV Verlag, München.
- PARKINSON, A., & S. SAFE (1987): Mammalian biologic and toxic effects of PCB. – In: SAFE, S. (Hrsg.): Polychlorinated biphenyls (PCBs): Mammalian and environmental toxicology. Springer.
- POLAND, A., W.F. GREENLEE & A.S. KENDE (1979): Studies on the mechanism of action of the chlorinated dibenzo-p-dioxins and related compounds. – *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 320, 214–230.

Anschriften der Verfasser:

Institut f. Statistik u. Biometrie
d. Tierärztlichen Hochschule,
Bischofsholer Damm 15,
D-3000 Hannover 1 (M.B.):
Chemisches Institut
d. Tierärztlichen Hochschule,
Bischofsholer Damm 15,
D-3000 Hannover 1 (A.B., W.A.H.)

Buchbesprechungen

ILICEV, V. D. & V. E. FLINT (Hrsg.) (1989):

Handbuch der Vögel der Sowjetunion

Band 4: Galliformes, Gruiformes

427 Seiten, 110 Zeichnungen und Verbreitungskarten, 20 Farbtafeln, Format 24,5x17 cm, gebunden, mit Schutzumschlag, ISBN 3-89104-417-8. AULA-Verlag Wiesbaden. Preis DM 98,-.

Das auf zehn Bände angelegte Werk (bisher ist Band 1: »Erforschungsgeschichte, Gaviiformes, Podicipediformes, Procellariiformes« erschienen) beschreibt die Biologie aller Vogelarten der UdSSR von der Tundra bis zur Wüste, vom Baltikum und den Karpaten bis zur Tschuktschen-Halbinsel, Sachalin und den Kurilen.

Der vorliegende Band enthält die Hühnervögel (Galliformes) und die Rallen und Kranichvögel (Gruiformes). Die insgesamt 43 Artkapitel fassen den heutigen Kenntnisstand zusammen und sind nach folgenden Gesichtspunkten gegliedert: Status – Beschreibung und Feldkennzeichen – Bau und Maße – Mauser – Unterarten – Verbreitung – Überwinterung – Wanderungen – Biotop – Häufigkeit – Fortpflanzung – Aktivität – Sozialverhalten – Feinde, negative Einflüsse – wirtschaftliche Bedeutung, Schutz.

Der Band enthält Farbtafeln, auf denen alle Kleider (unterschieden nach Geschlecht, Alter und Saison) sowie Eier und Küken dargestellt sind. Verhaltensweisen werden durch Strichzeichnungen

illustriert, Verbreitung sowie Zugwege auf Karten dargestellt. Den Abschluß bildet eine ausführliche Literaturzusammenstellung, wobei die bibliographischen Angaben aus dem russischen Original übertragen (Transliteration) wurden und eine Übersetzung der russischsprachigen Titel dem Original in Klammern nachgestellt ist.

An der Zusammenstellung des aktuellen Wissens über die Avifauna der UdSSR waren zahlreiche namhafte sowjetische Ornithologen beteiligt. Die einzelnen Bände dieses Werkes werden eine gute Ergänzung zu dem gleichfalls beim AULA-Verlag verlegten »Handbuch der Vögel Mitteleuropas« sein.

Eike Hartwig

PRINZINGER, R. und R. ORTLIEB (mit Luftbildaufnahmen von L. ZIER) (1988):

Stillgewässer-Kataster des Landkreises Ravensburg

Daten zur Avifauna und Geomorphologie von Seen, Weihern und Teichen des Landkreises Ravensburg und unmittelbar angrenzender Gebiete aus dem Jahre 1985/1986.

Ökologie der Vögel Band 10/Sonderheft: 136 Seiten mit 107 Abbildungen, davon 81 in Farbe; Bezug: Kuratorium für avifaunistische Forschung in Baden-Württemberg e.V., Auf der Schanz 23/2, D-7140 Ludwigsburg. Preis: 24,- DM.

»Zur Erarbeitung von Schutzvorschlägen und Beurteilungen von Gewässern (und natürlich auch anderen Biotopen) und der darin vorkommenden Avifauna braucht man u. a. eine gründliche Kenntnis über die Verbreitung, die Zahl, das Vorkommen und vor allem die Bestandsentwicklung der hier lebenden Vogelarten...«, so die Autoren in der Einleitung zu ihrer Broschüre.

Insgesamt 304 Gewässer des Landkreises Ravensburg haben die Autoren untersucht und Daten über Vorkommen, Struktur, Nutzung und Pflanzen- und Tierwelt zusammengetragen, wobei die Pflanzenwelt in ihren wichtigsten Gemeinschaften erfaßt wurde. Ein besonderer Schwerpunkt der Arbeit lag in der Erfassung der wichtigsten im Landkreis lebenden Wasservogelarten hinsichtlich Bestand, Verbreitung und Bestandsentwicklung (im Vergleich zu einer Untersuchung von 1967).

Die Autoren sagen selbst, daß eine umfassende und lückenlose Erfassung der Pflanzen- und Tierwelt für jedes Gewässer nicht zu erwarten war. Sie haben vielmehr ein nützliches avifaunistisches Gewässerkataster des Landkreises Ravensburg mit Basisdaten für künftige Kartierungen vorgelegt, das sicher dem »im Naturschutz tätigen Verwaltungsfachmann wertvolle Grundlagen bei der Beurteilung und Bearbeitung von Naturschutzfragen liefert«. Dieses sei zu wünschen.

E. Hartwig

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Seevögel - Zeitschrift des Vereins Jordsand zum Schutz der Seevögel und der Natur e.V.](#)

Jahr/Year: 1990

Band/Volume: [11_1_1990](#)

Autor(en)/Author(s): Beyerbach Martin, Bütthe Annegret, Heidmann Walter A.

Artikel/Article: [Metabolisierung von polychlorierten Biphenylen in Küstenvögeln* 13-16](#)