Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie, Band 21, 1992

PCB-Monitoring - eine Hilfe für Entscheidungen in der Stadtentwicklung

Paul-Gerhard Mast und Günter Gunkel

Synopsis

A method of biological toxic substance monitoring is developed to monitor PCB. This method functions as an ecological register or cadastre of effects. The fish species bream (*Abramis brama*) and roach (*Rutilus rutilus*) are selected as monitor organisms. The internal quantification (statistical method) enables to characterize the pattern of the PCB of samples. Different sites and samples of organism can be compared so that sources and the pathways of PCB into the aquatic systems can be found.

Polychlorinated Biphenyls, biological monitoring, bream (Abramis brama), roach (Rutilus rutilus), ecotoxicology, limnology, water control

1. Einleitung

PCB (Polychlorierte Biphenyle) gehören in die Gruppe der halogenierten Kohlenwasserstoffe. Man unterscheidet 209 verschiedene Einzel-PCB (Kongenere). In der Vergangenheit gelangten PCB über verschiedene Eintragswege in die aquatische Umwelt. Durch ihre chemischen und physikalischen Eigenschaften werden sie in der Umwelt kaum abgebaut. PCB können in praktisch jeder Umweltprobe nachgewiesen werden (ZULLEI 1977). Es ist davon auszugehen, daß PCB in Nahrungsnetzen akkumulieren (FALKNER & SIMONIS 1982, LORENZ & NEUMEIER 1983, MÜCKE 1986).
Der sinnvolle Vergleich und die damit verbundene entsprechende Bewertung der PCB-Daten ist nur in wenigen Fällen möglich. Eine der Ursachen hierfür ist darin zu sehen, daß unterschiedliche Probenmatrizes untersucht werden. Im aquatischen Bereich sind dies beispielsweise filtrierte und unfiltrierte Wasserproben, Sedimentproben und unterschiedliche Wasserorganismen bzw. deren Kompartimente. Zusätzlich werden die Ergebnisse auf verschiedene Größen bezogen, z. B. auf einzelne PCB-Gemische oder die Frisch- und Trockengewichte und den Fettgehalt (GUNKEL & MAST 1990). Ein erster Schritt zur Standardisierung von Umweltproben ist mit der Einrichtung der Umweltprobenbank getan (MÜLLER & WAGNER 1986).
PCB-Gehalte in Wasserproben weisen im allgemeinen nur geringe Werte auf. Die PCB-Konzentrationen unterliegen starken Schwankungen. Da die PCB eine große Affinität zu im Wasser vorhandenen biotischen und abiotischen Partikeln aufweisen, muß zwischen filtrierten und unfiltrierten Wasserproben unterschieden werden. Untersuchungen haben gezeigt, daß der Hauptanteil der PCB-Belastung im Wasser adsorbiert an Partikeln größer 8 µm vorliegt (GUNKEL & MAST 1990).
PCB-Konzentrationen in Sedimenten schwanken aufgrund der Struktur und der Eigenschaften der Sedimente. Von entscheidender Bedeutung für die PCB-Konzentrationen ist der Anteil von Fetten und fettähnlichen Bestandteilen. PCB-Gehalte von Sedimenten lassen sich im allgemeinen nicht eindeutig zeitlich und, vor allem in Fließgewässern, räumlich zuordnen (Verfrachtung der Sedimente bei starker Strömung) (GUNKEL & MAST 1990).

2. Methode

Ziel des entwickelten biologischen Monitoring-Programmes ist es, den Ist-Zustand der PCB-Belastung zu ermitteln, ein Schadstoffkataster zu erstellen und hierdurch die Belastungsquellen aufzuzeigen. Hierzu müssen Probenahme und Probenmatrix so standardisiert werden, daß ein sinnvoller Vergleich und eine Bewertung der Daten möglich ist.
Die Untersuchung von im Wasser lebenden Organismen bietet die Möglichkeit, die Schadstoffbelastung als integrale Funktion über die Lebensspanne des Organismus zu bewerten. Als Monitor-Organismen wurden Fische ausgewählt, da sie eine Lebensdauer von mehreren Jahren aufweisen. Durch die Verfahren der Altersbestimmung (Jahresringe der Schuppen) und der Wachstumsrückberechnung erhält man eine wichtige Voraus-

setzung für eine spätere Bewertung der PCB-Daten. Die Fische sollten außerdem die allgemein für Monitor-Organismen üblichen Voraussetzungen erfüllen (häufiges Vorkommen, robust, Ernährung und Lebensweise wenig schwankend, den Schadstoff akkumulieren) (SCHULZ-BALDES 1982). Diese Bedingungen werden von den Fischarten Brachse (Brasse, Blei) *Abramis brama* und Plötze (Rotauge) *Rutilus rutilus* erfüllt, die für die weiteren Untersuchungen ausgewählt wurden.
Die PCB-Analytik erfolgt nach dem für Routinemessungen allgemein anerkannte Verfahren der Bestimmung von sechs ausgewählten PCB (KNÖFLER & WÜSTEFELD 1980, LAGA 1985).
Durch das Verfahren der internen Quantifizierung (WEIGELT 1984) kann das PCB-Muster verschiedener Proben miteinander verglichen werden. Hierbei werden die PCB-Konzentrationen der sechs analysierten Kongenere (PCB 28, 52, 101, 138, 153 und 180) durch die Konzentration des Kongeners 153 (im allgemeinen die höchste Konzentration in den Proben) dividiert. Man kann so z. B. Hinweise auf Alter und Herkunft der PCB-Belastung erhalten.

3. Ergebnisse

3.1 Vergleich der Kompartimente

Ein Vergleich der einzelnen Kompartimente der Fische wurde mit dem Ziel durchgeführt, Kompartimente auszuwählen, die die PCB-Belastung eindeutig repräsentieren (Auswahlkriterien: geringe Streuung und interne Quantifizierung). Bei den Brachsen wurde die Rückenmuskulatur ausgewählt, die die geringste Streuung aufwies; alle Kompartimente wiesen ein sehr ähnliches PCB-Muster auf (interne Quantifizierung). Bei den Plötzen hatten Rückenmuskulatur und Innereien unterschiedliche PCB-Muster, das Muster der Rückenmuskulatur entsprach dem der Brachsen (Abb. 1).

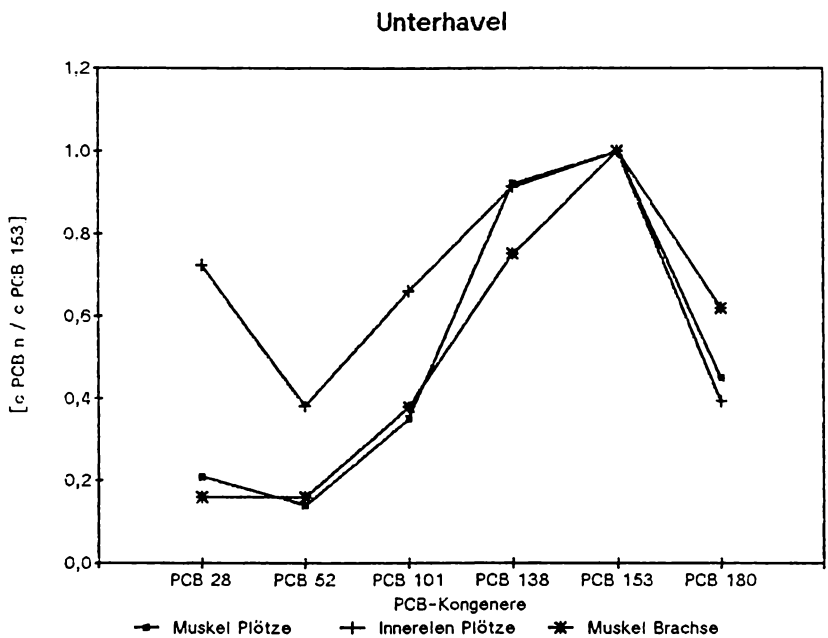

Abb. 1: Vergleich der PCB-Muster von Rückenmuskulatur (Brachsen und Plötzen) und Innereien (Plötzen).

3.2 Belastung in Spree und Havel

Bei einer Untersuchungsreihe zur PCB-Belastung in Spree und Havel im West-Berliner Stadtgebiet konnte festgestellt werden, daß Fische aus der Havel vor dem Zufluß der Spree nur Gesamt-PCB-Konzentrationen von etwa 0,2 mg/kg Trockensubstanz aufweisen. Lediglich der Tegeler See, der mit der Havel in Verbindung

steht, weist mit Gesamt-PCB-Gehalten von etwas über 1 mg/kg Trockensubstanz höhere Werte auf. Die untersuchten Fische aus der Spree waren mit durchschnittlich 1 mg/kg Trockensubstanz Gesamt-PCB belastet. Unterhalb des Zusammenflusses von Spree und Havel konnten in den untersuchten Fischen Gesamt-PCB-Konzentrationen von bis zu knapp 3 mg/kg Trockensubstanz ermittelt werden (Abb. 2).

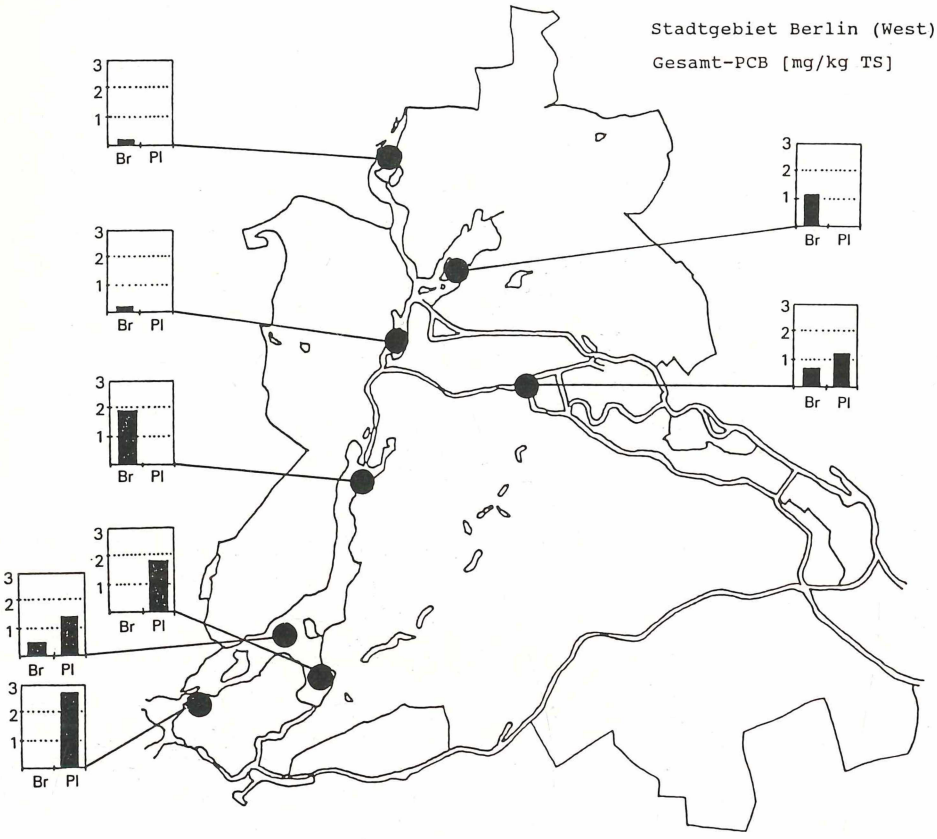

Abb. 2: Verteilung und Konzentrationen von PCB in der Rückenmuskulatur von Brachsen und Plötzen aus Spree und Havel.

Der Vergleich der PCB-Muster der Brachsenproben zeigt, daß in der Spree der Anteil der niedrig chlorierten PCB, im Vergleich zu den Havelwerten, stark erhöht sind, während die PCB-Muster aus dem Norden und dem Süden der Berliner Havel ein sehr ähnliches Muster zeigen.
Zur Zeit wird das biologische Monitoring-Programm in Berlin und dem Umland auf seine Eignung überprüft. Die bisher vorliegenden Ergebnisse deuten erwartungsgemäß darauf hin, daß die Berliner Gewässer im allgemeinen deutlich stärker belastet sind als die Gewässer im Umland.

3.3 Jahreszeitliche Schwankungen

Bei einer über mehrere Jahre andauernden Untersuchungsreihe an einem abgeschlossenen innerstädtischen Gewässer (Plötzensee) sollte festgestellt werden, welche jahreszeitlichen Schwankungen in Gewässern auftreten. Alle untersuchten Fische des Plötzensees weisen stark erhöhte PCB-Konzentrationen auf. Die Gesamt-PCB-Gehalte von Brachsen und Plötzen liegen im Mittel zwischen 2 und 4 mg/kg Trockensubstanz, wobei die Unterschiede zwischen den beiden Fischarten nicht signifikant sind. Zusätzlich wurden noch Aale untersucht, die PCB-Konzentrationen zwischen 5 und 7 mg/kg Trockensubstanz aufwiesen. Hinweise auf jahreszeitliche Schwankungen, die auf die Ernährungssituation (z. B. Abbau von Fett) oder unterschiedliche PCB-Konzentrationen im Wasser aufgrund von saisonalen Effekten, z. B. Vollzirkulation bei Seen, zurückzuführen wären,

konnten im Plötzensee nicht nachgewiesen werden. Im Untersuchungszeitraum war kein eindeutiger Trend auszumachen (MAST & GUNKEL 1991).

3.4 Eintrittsquellen

Bisher sind die Eintrittsquellen der PCB in die Gewässer nur unzureichend bekannt; diskutiert werden
- Einträge über die Atmosphäre (als Grundkontamination industrieller Regionen und urbaner Ballungsgebiete),
- Einträge aus dem Schienen- und Straßenverkehr über Motor- und Getriebeöle sowie Schmierfette,
- Einträge aus Altlasten (Bodenverunreinigungen u. ä.),
- Einträge aus Altfrachten (= früher in die Umwelt ausgebrachte PCB, u. a. als Trägersubstanzen für Insektizide),
- Einträge aus diffusen Quellen (u. a. durch unsachgemäße Entsorgung von PCB-haltigen Abfällen wie z. B. Kleinkondensatoren aus dem Startersystem von Leuchtstoffröhren oder anderen elektrischen Kleingeräten).

Im Rahmen der durchgeführten Untersuchungen konnte eine Grundbelastung von Gewässersedimenten, die aus atmosphärischem Eintrag resultiert, von unter 0,05 mg/kg Trockensubstanz ermittelt werden. Im Gegensatz dazu stehen PCB-Konzentrationen in belasteten Gewässersedimenten bis über 5 mg/kg Trockensubstanz (Tab. 1). Bei Einleitung von Straßenentwässerungen treten erhöhte Werte auf, die nach den vorliegenden Daten wesentlich zur Kontamination der Gewässer beitragen.

Tab. 1: PCB-Daten aus dem West-Berliner Stadtgebiet.

	Minimal- und Maximalwerte [mg/kg Trockensubstanz]
Grundbelastung (Sediment)	0,05
Sediment (Spree-Havel)	0,07 bis 1,93
Sediment (Berlin)	0,33 bis 5,39
Fisch (Spree-Havel)	0,12 bis 2,79
Fisch (Berlin)	0,06 bis 0,88

Altlastenstandorte müssen systematisch kartographiert werden; bei Überschreitung entsprechender Richtwerte (HOLLANDLISTE 1989, BERLINER LISTE 1990) für diese Flächen müssen Maßnahmen zur Sanierung ergriffen werden.
Bei der Untersuchung von Sedimentkernen konnte gezeigt werden, daß in größeren Tiefen von Gewässersedimenten PCB-Konzentrationen auftreten, die die Werte an der Oberfläche der jeweiligen Probestelle um das doppelte bis vierfache übersteigen. Bei einer angenommenen mittleren Sedimentationsrate von 1 cm pro Jahr ist der Konzentrationsanstieg auf den Zeitraum von etwa 1972 bis 1977 zu datieren.
Alle übrigen diffusen Quellen sind so gut wie nicht zu erfassen. Sie sind aber sicher wesentliche Eintragswege für PCB, z. B. über die Kanalisation.

4. Schlußfolgerungen

Urbane Gewässer müssen generell als Senken für PCB angesehen und dementsprechend bewertet werden. Große PCB-Mengen sind in Sedimenten der Seen und Flüsse festgelegt, können aber jederzeit unter ungünstigen Bedingungen wieder remobilisiert werden. In vielen Fällen sollte eine Sanierung der Gewässer durch eine Entfernung der Sedimente erfolgen; diese müssen in den meisten Fällen als Sonderabfall behandelt werden.
Werden bei Fischen die Grenzwerte der Schadstoffhöchstmengen-Verordnung überschritten, muß die Berufsfischerei eingestellt werden, so wie dies zur Zeit in Berlin, mit Ausnahme der Oberhavel, der Fall ist.
Mit dem biologischen Monitoring-Programm ist ein Hilfsmittel für die Gewässerüberwachung, auch im Sinne einer Immissionsüberwachung, vorhanden, mit dem Entscheidungen zur Sanierung eines Gewässers getroffen bzw. abgesichert werden können. Durch die Trendanalysen ist eine Überprüfung der getroffenen umweltpolitischen Maßnahmen jederzeit möglich.

Literatur

BERLINER LISTE, 1990: Bewertungskriterien für die Beurteilung kontaminierter Standorte in Berlin. - Amtsblatt für Berlin, 40. Jahrgang, Nr. 65 vom 28.12.1990.

FALKNER, R. & W. SIMONIS, 1982: Polychlorierte Biphenyle (PCB) im Lebensraum Wasser (Aufnahme und Anreicherung durch Organismen - Probleme der Weitergabe in der Nahrungspyramide). - Ergebnisse der Limnologie 17: 74 S.

GUNKEL, G. & P.-G. MAST, 1990: Untersuchungen zum "Ökologischen Wirkungskataster" - Biologisches Monitoring und PCB-Belastung Berliner Gewässer - Forschungsbericht 3/90. - Fachgebiet Wasserreinhaltung, Technische Universität Berlin, ISBN 3-7983-1370-9: 93 S.

HOLLAND LISTE, 1989: Leitfaden zur Bodensanierung in den Niederlanden - Teil II. - Deutsche Übersetzung im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.

KNÖFLER, L. & M. WÜSTEFELD, 1980: Aufbereitung der Ergebnisse aus Forschungsvorhaben der interministeriellen Projektgruppe "Umweltchemikalien", Forschungsgruppe Polychlorierte Biphenyle. Auftrags-Nr. 431-1720-10/11. Schlußbericht an den Bundesminister für Jugend, Familie und Gesundheit.

LAGA, LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT ABFALL - Arbeitsgruppe Analysenmethoden 1985: Bestimmung von Polychlorbiphenylen (PCB) in Öl-Proben. Mitteilungsblatt 1985.

LORENZ, H. & G. NEUMEIER, 1983: Polychlorierte Biphenyle (PCB) - Ein gemeinsamer Bericht des Bundesgesundheitsamtes und des Umweltbundesamt. - BGA-Schriften 4/83, 204 S.

MAST, P.-G. & G. GUNKEL, 1991: Untersuchungen zur Verteilung und zu den Umsetzungen von Polychlorierten Biphenylen in einem innerstädtischen Gewässer. - Vom Wasser, Band 76: 321-331.

MÜCKE, W., 1986: Polychlorierte Biphenyle - Toxikologische Aspekte eines Umweltchemikals. - In: Handbuch des Umweltschutzes. Ecomed Verlag, Loseblattsammlung; 26. Ergänzungs-Lieferung.

SCHULZ-BALDES, M., 1982: Tiere als Monitororganismen für Schwermetalle im Meer. Ein Überblick. - Decheniana, Beihefte 26: 43-54.

WEIGELT, V., 1984: Kapillargaschromatographische Untersuchungen Polychlorierter Biphenyle (PCB) in marinen Organismen. - Dissertation, Technische Universität Berlin: 157 S.

ZULLEI, N., 1977: Polychlorbiphenyle - Literatur, Analytik, Langsamsandfiltration. - Veröffentlichung des Instituts für Wasserforschung GmbH Dortmund und der Hydrologischen Abteilung der Dortmunder Stadtwerke AG, Nr. 24: 164 S.

Adresse

Dipl.-Ing. Paul-Gerhard Mast
Privatdozent Dr. Günter Gunkel
Technische Universität Berlin
Fachgebiet Wasserreinhaltung; Sekretariat KF 4
Straße des 17. Juni 135

W-1000 Berlin 12

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie

Jahr/Year: 1992

Band/Volume: 21_1992

Autor(en)/Author(s): Gunkel Günter, Mast Paul-Gerhard

Artikel/Article: PCB-Monitoring - eine Hilfe für Entscheidungen in der Stadtentwicklung 227-231