

Chlorierte Kohlenwasserstoffe und Schwermetalle in tot an der deutschen Nordseeküste aufgefundenen Seevögeln

Von Walter A. Heidmann, Martin Beyerbach, Werner Böckelmann,
Annegret Büthe, Hermann Knüwer, Bärbel Peterat und Harald A. Rüssel-Sinn

Einleitung

Eine Vielzahl chlororganischer Verbindungen und Schwermetalle befindet sich in der Umwelt. Sie sind in der Luft, im Wasser oder im Boden enthalten und verbleiben dort wegen ihrer zum Teil hohen Persistenz für lange Zeit. Ein Teil wird jedoch von pflanzlichen bzw. tierischen Organismen und letztlich auch vom Menschen aufgenommen. Manche schwer abbaubaren organischen Schadstoffe und Schwermetalle reichern sich im Verlaufe der Nahrungsketten an und verursachen gerade in Vogelarten, die zudem oft empfindliche Endglieder solcher Konsumentenabfolgen sind, vergleichsweise hohe Rückstandskonzentrationen (ELLENBERG 1981, PRINZINGER & PRINZINGER 1980, SCHWERDTFEGER 1978).

Unter den Vögeln scheinen besonders diejenigen Arten betroffen zu sein, die am Ende mehrgliedriger Ernährungssysteme stehen und sich überwiegend von anderen Vogelarten oder von Fischen ernähren; Arten, die überwiegend pflanzliche Nahrung aufnehmen, weisen dagegen vergleichsweise geringere Rückstandsgehalte an organischen Schadstoffen auf (z. B. BAUM 1981, CONRAD 1977, NEWTON 1979, OELKE & RÜSSEL 1980).

Ziel dieser Arbeit ist es, herauszufinden, wie sich die Rückstandskonzentrationen bei See- bzw. Küstenvögeln zusammensetzen und ob es Unterschiede gibt, die sich mit der Stellung der jeweiligen Arten im trophischen System erklären lassen. Einige Veröffentlichungen zu dieser Thematik liegen bereits vor (für chlorierte Kohlenwasserstoffe: z. B. BECKER et al. 1985, CONRAD 1977, VAUK & LOHSE 1978, s. a. MÜLLER 1985; für Schwermetalle: z. B. BECKER et al. 1985a, KOEMAN et al. 1971, TERNES & RÜSSEL 1986, VAUK et al. 1979). Die hier dargestellten Ergebnisse sollen zur Vervollständigung und Bestätigung des bisherigen Wissens beitragen. Das Land Niedersachsen förderte die Untersuchungen mit Hilfe von Forschungsmitteln.

Material und Methode

Im Verlauf des Untersuchungsprogramms „Auswirkungen von Schadstoffen auf die Vogelwelt Niedersachsens“ konnten u. a. zahlreiche an der niedersächsischen Küste aufgefundene Seevögel auf chemische Rückstände untersucht werden. Besonders viele Einsendungen stammten aus dem Raum Cuxhaven (TK25 Nr. 2117 u. 2118), so daß sich gerade diese für eine Auswertung anböten. Alle Funde beziehen sich auf die Wintermonate der Jahre 1980/81 bis 1983/84; die meisten der untersuchten Vögel wurden jedoch im Winter 1982/83 gefunden. Im einzelnen handelte es sich um 51 Eiderenten (*Somateria mollissima*), 43 Trottellummen (*Uria aalge*), 41 Dreizehenmöwen (*Rissa tridactyla*), 16 Brandgänse (*Tadorna tadorna*), zehn Silbermöwen (*Larus argentatus*), neun Sturmmöwen (*Larus canus*), acht Lachmöwen (*Larus ridibundus*), acht Austernfischer (*Haematopus ostralegus*) und vier Sterntaucher (*Gavia stellata*). Da nicht für jeden Vogel die Konzentrationen aller Substanzen bestimmt wurden, weichen die angegebenen Anzahlen der jeweils zugrunde liegenden Proben zum Teil voneinander ab.

Mit wenigen Ausnahmen waren die vor allem im Spülsaumbereich gefundenen Vögel noch relativ gut erhalten, aber mehr oder weniger stark abgemagert. Die Ernährungszustände für jeden Einzelvogel, eingeteilt in „gut“, „mittel“ oder „schlecht“, ergaben für Lachmöwen einen im Durchschnitt mittleren Wert und für Brandgänse einen Wert zwischen „gutem“ und „mittlerem“ Ernährungszustand; alle übrigen Arten fielen in die Gruppe der durchschnittlich „schlecht“ ernährten Vögel.

In den meisten Fällen blieb die Todesursache unklar, jedoch wiesen fast alle Dreizehenmöwen, 34 Lummen, zwei Sterntaucher, sechs Eiderenten und eine Silbermöwe im Gefieder oder in den Mägen Ölsuren auf, die vermutlich bei einem Großteil der Vögel zum Tode führten.

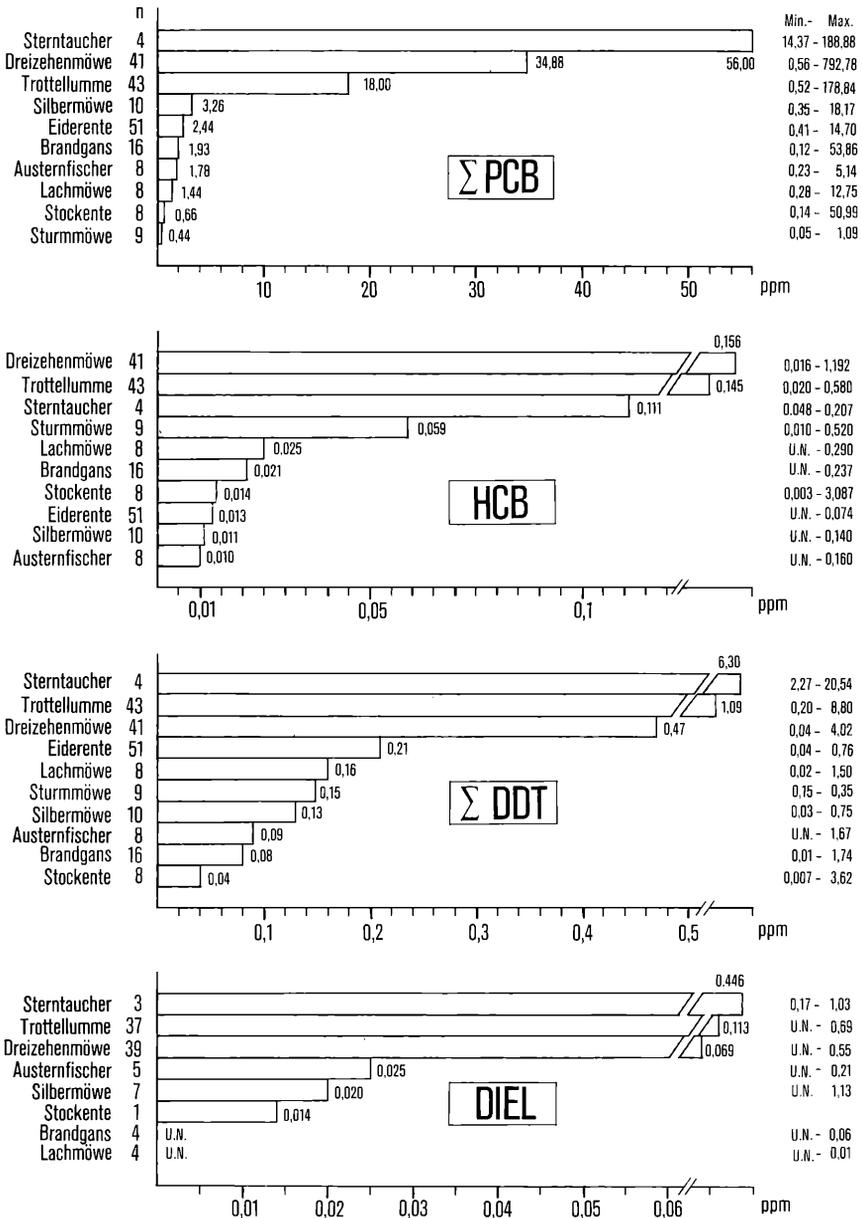


Abb. 1: Rückstandskonzentrationen an organischen Schadstoffen in der Leber (Erläuterungen s. Text).

Die Lebern der Vögel wurden auf Rückstände chlorierter Kohlenwasserstoffe (α -HCH, β -HCH, γ -HCH, HCB, DDE, DDD, DDT, Dieldrin, Endrin, PCBs) und Schwermetalle (Hg, Cd, Pb) untersucht.

Einzelheiten des Analysenverfahrens und der Aufschlüsselung nach niedrig- und hochchlorierten PCBs sind bereits an anderer Stelle beschrieben (für CLKWs s. HEIDMANN & BÜTHE 1986, HEIDMANN 1986; für SM s. BECKER et al. 1985 a, TERNES & RÜSSEL 1986). Alle Konzentrationsangaben beziehen sich auf Naßgewicht und werden in mg/kg (= ppm) angegeben. Bei den als Säulen dargestellten Durchschnittswerten (s. Abb.) handelt es sich um die zurücktransformierten arithmetischen Mittel aus den dekadisch logarithmierten Einzelkonzentrationen.

Ergebnisse

Von den chlorierten Kohlenwasserstoffen lagen die durchschnittlichen Endrin-Konzentrationen bei allen Arten unterhalb der Nachweisgrenze (= 0,001 mg/kg), und auch γ -HCH (= Lindan) ließ sich in nur wenigen Vögeln nachweisen. Die durchschnittliche Konzentration lag hier bei den Lachmöwen mit nur 0,002 mg/kg am höchsten. Entsprechend den niedrigen Konzentrationen ergaben sich für beide Substanzen keine artspezifischen Unterschiede.

Aus Abb. 1 ist zu ersehen, daß die durchschnittlichen Konzentrationen für Dieldrin durchweg kleiner als 0,5 mg/kg, für die Summe DDT (= DDE + DDD + DDT) – mit Ausnahme der Trottellummen (1,09 mg/kg) und Sterntaucher (6,30 mg/kg) kleiner als 0,5 mg/kg ausfielen. HCB wurde bis Mitte der 1970er Jahre in der Landwirtschaft als Fungizid eingesetzt, fällt heute aber bei verschiedenen chemisch technischen Prozessen an und gelangt dabei in die Umwelt. Die Konzentrationen dieser Substanz unterschritten bei allen Arten 0,2 mg/kg und lagen – bezogen auf die Mittelwerte – etwa eine Zehnerpotenz niedriger als diejenigen der Summe DDT. Dieldrin, Summe DDT und HCB bildeten insgesamt relativ geringe Rückstandsmengen in den Lebern der tot an der Küste aufgefundenen Vögel.

Nach HEIDMANN (1985) sind geringere Rückstände an Chemikalien landwirtschaftlichen Ursprungs im Vergleich zu solchen technischer bzw. industrieller Herkunft charakteristisch für Seevögel (s. a. BECKER et al. 1985). Dieser Befund wurde durch die vorliegenden Ergebnisse untermauert, zumal die Konzentrationen an PCBs als rein technische Chemikalien bei jeder Art alle anderen Stoffe um ein Vielfaches übertrafen. Kein einziger Vogel wies PCB-Konzentrationen unterhalb der Nachweisgrenze auf. Maximal fanden sich in der Leber einer Dreizehenmöwe 793 mg/kg und 189 mg/kg PCB in der Leber eines Sterntauchers.

Auffällige Unterschiede ergaben sich in der Zusammensetzung der PCBs (Abb. 2). Trottellummen, Sterntaucher und Eiderenten enthielten mehr als 50 % niedrigchlorierte PCBs in der Leber, während Brandgans, Lachmöwe und Stockente Anteile unter 30 % aufwiesen. Alle

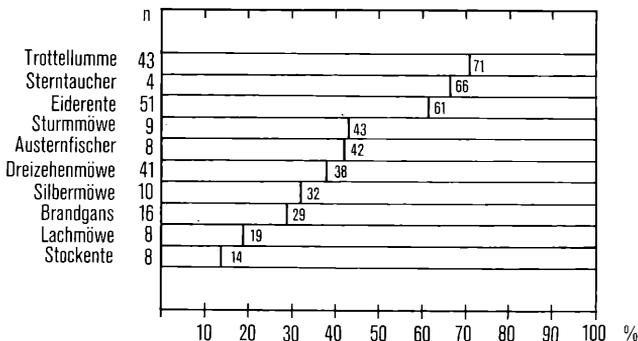


Abb. 2: Prozentualer Anteil der niedrigchlorierten PCBs an der Gesamtsumme der PCBs (Erläuterungen s. Text).

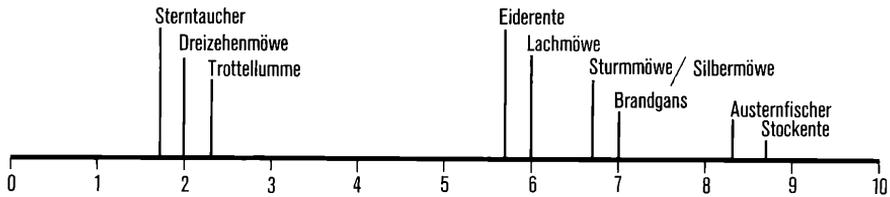


Abb. 3: Mittlere Rangfolge in der Belastung mit chlorierten Kohlenwasserstoffen (Erläuterungen s. Text).

übrigen Arten nahmen eine mittlere Position ein. Hier muß jedoch berücksichtigt werden, daß von einigen Arten nur wenige Individuen untersucht werden konnten.

Die Unterschiede im Anteil der weniger persistenten niedrigchlorierten PCBs innerhalb der Arten waren im Durchschnitt sehr viel kleiner als die Unterschiede zwischen den Arten.

Ordnet man die Arten nach ihrer durchschnittlichen Belastung und bildet für die Hauptsubstanzen Summe PCB, HCB und Summe DDT eine Rangfolge von 1–10 (wobei 1 diejenige Art bezeichnet, bei der die Rückstände in größter Konzentration vorliegen), so ergibt sich – gemittelt über die drei Rangwerte – eine Zahl, die als relatives Maß für die allgemeine Belastung mit chlorierten Kohlenwasserstoffen angesehen werden kann. Das Ergebnis zeigt Abb. 3. Die relativ höchsten Konzentrationen in der Leber wiesen Sterntaucher, Dreizehenmöwen und Trottellummen auf. Bei jeder der drei Substanzen nahmen diese Arten, wenn auch in wechselnder Folge, die ersten drei Ränge ein. Auch beim Dieldrin standen sie an führender Position. Deutlich zu erkennen ist der große Unterschied zwischen Sterntaucher, Dreizehenmöwen und Trottellummen einerseits und den restlichen Arten andererseits. Die Unterschiede innerhalb dieser beiden Gruppen waren relativ gering, jedoch fiel die Reihenfolge in der Belastung mit einzelnen Substanzen in der letzten Gruppe oft unterschiedlich aus. Im Mittel wiesen Stockenten, Austernfischer und Brandgänse die geringsten Rückstandswerte auf.

Die Reihenfolge in der Belastung mit chlorierten Kohlenwasserstoffen läßt deutliche Beziehungen zu den wichtigsten Nahrungskomponenten der untersuchten Arten erkennen. So besteht die Nahrung der am stärksten belasteten Vögel (Trottellummen, Sterntaucher und Dreizehenmöwen) fast ausschließlich aus Fischen, die der Stockenten und Brandgänse überwiegend aus pflanzlichen Bestandteilen, während Silbermöwen, Sturmmöwen und Lachmöwen ein breites Nahrungsspektrum abdecken (BAUER & GLUTZ v. BLOTZHEIM 1966, GLUTZ v. BLOTZHEIM & BAUER 1982, GLUTZ v. BLOTZHEIM et al. 1975, CRAMP 1983, SMIT & WOLFF 1983, VAUK & JOKELE 1975). Die letzteren drei Möwenarten dürften ihre Nahrung zum Teil auch aus Fischereiabfällen, Müllkippen und landwirtschaftlichen Nutzflächen beziehen (vgl. LÜTRINGHAUS & VAUK-HENTZELT 1983, SCHREY 1982, 1984). Die Nahrung des Austernfischers und der Eiderente ist weniger breit gefächert und besteht hauptsächlich aus Mollusken. Die trophische Position spiegelt sich also im großen und ganzen in den Rückstandsgehalten mit chlorierten Kohlenwasserstoffen wider, wonach fischfressende Arten im allgemeinen höhere Konzentrationen aufweisen als Arten, deren Nahrung pflanzliche Bestandteile enthält.

Ganz anders fielen die Schwermetallanalysen aus. Obwohl sich Quecksilber wegen der Fähigkeit, metallorganische Verbindungen zu bilden, wie die chlorierten Kohlenwasserstoffe im Organismus und auch über die Nahrungsketten anreichern kann (Akkumulation bzw. Biomagnifikation), ergab sich eine andere Rangfolge in der Belastung einzelner Arten (Abb. 4). Wohl stand der Sterntaucher wieder an erster und die Stockente an letzter Stelle, jedoch nahmen die beiden fischfressenden Arten Trottellumme und Dreizehenmöwe nur eine mittlere Position ein. Die bei den chlorierten Kohlenwasserstoffen in der Mitte angesiedelten Arten Sturm- und Silbermöwe sowie Austernfischer enthielten vergleichsweise hohe Quecksilberkonzentrationen.

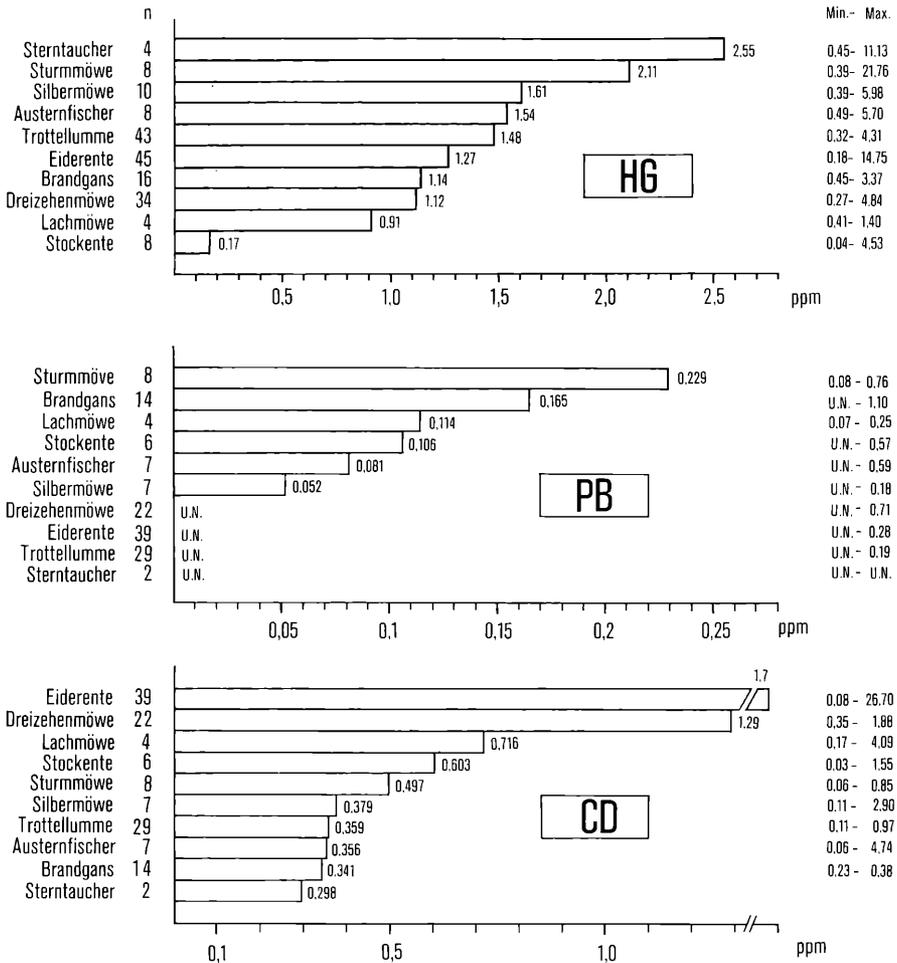


Abb. 4: Rückstandskonzentrationen an Schwermetallen in der Leber (Erläuterungen s. Text).

Noch ausgeprägtere Unterschiede ergaben sich bei den Bleirückständen. Die vier Arten mit den höchsten Konzentrationen an HCB, Summe DDT und Summe PCB wiesen die geringsten Bleikonzentrationen in der Leber auf; die Durchschnittswerte lagen allesamt unterhalb der Nachweisgrenze. Die größten Bleikonzentrationen enthielten Sturmmöwen (0,23 mg/kg), Brandgänse (0,16 mg/kg) und Lachmöwen (0,11 mg/kg). Einige wenige Vögel, die Schußverletzungen aufwiesen, wurden bei der Pb-Auswertung nicht berücksichtigt.

Wiederum andere Ergebnisse lieferten die Cadmiumanalysen. Die Eiderente, sonst in der Mitte zu finden, führte die Reihenfolge in der Cadmiumbelastung an. Auffällig waren die hohen Konzentrationen der Dreizehenmöwen und die geringeren der anderen fischfressenden Arten Trottellumme und Sterntaucher. Im Gegensatz zu den chlorierten Kohlenwasserstoffen lassen sich die Rückstandsverhältnisse der Schwermetalle nicht so eindeutig mit den trophischen Positionen der Arten erklären; hier sind die Zusammenhänge offensichtlich komplizierter.

Diskussion

Ältere Befunde bestätigen die in dieser Untersuchung aufgezeigte Beziehung zwischen den art-spezifischen Rückstandskonzentrationen mit chlorierten Kohlenwasserstoffen einerseits und der jeweiligen Stellung der Art im trophischen System andererseits. So fanden OELKE & RÜSSEL (1980) in Wasservögeln höhere Rückstandskonzentrationen als in Landvögeln. Zu einem ähnlichen Ergebnis kamen VAUK & LOHSE (1980). Unter den von ihnen untersuchten Seevögeln wiesen Trottellummen ($n = 16$), Sterntaucher ($n = 1$), z. T. auch Dreizehnmöwen ($n = 8$) und Silbermöwen ($n = 24$) eine vergleichsweise hohe Belastung mit chlorierten Kohlenwasserstoffen auf. Artvergleiche bei Küstenvögeln auf der Grundlage von Eianalysen erbrachten ebenfalls deutliche Unterschiede, die sich mit der trophischen Position bzw. dem jeweiligen Nahrungsverhalten einzelner Arten plausibel erklären ließen (z. B. BECKER et al. 1985, BJERK & HOLT 1971).

Die durchschnittlichen Rückstände an den persistenten Pestiziden Summe DDT und HCH-Isomeren fielen in den untersuchten Vögeln insgesamt so gering aus, daß diese Substanzen heute wohl kaum noch Seevogel schädigen (vgl. a. BECKER et al. 1985, HEIDMANN 1985).

Das in den Vögeln nachgewiesene HCB dürfte zum überwiegenden Teil technischen und nicht landwirtschaftlichen Ursprungs sein (HEIDMANN 1985, 1986a) und kommt im Bereich der deutschen Nordseeküste wohl nur an der Elbemündung in hohen Konzentrationen vor (BECKER et al. 1985). Offensichtlich handelt es sich um ein regional begrenztes Problem, denn die untersuchten Vögel dieser Arbeit wiesen nur geringe Gehalte, vergleichbar mit denen des Dieldrin auf. Zu berücksichtigen ist auch, daß es sich zusätzlich um abgemagerte Vögel handelte, die im Vergleich zu gut ernährten Vögeln oft höhere Konzentrationen in der Leber erreichen (vgl. PARSLow & JEFFERIES 1973, BOGAN & NEWTON 1977, FUCHS & THISEN 1981). Abgesehen von den örtlich festzustellenden erheblichen Konzentrationen (Elbemündung) spricht die relativ hohe Flüchtigkeit des HCB für eine weiträumige und gleichmäßige Verteilung dieser Chemikalie auf einem relativ niedrigem Niveau (vgl. HEIDMANN 1986a). Andere Verhältnisse liegen bei den PCBs vor. Die insgesamt hohen Rückstände zeigen wegen der ubiquitären Verbreitung dieser Chemikalien in der Nordsee keine ausgeprägten regionalen Unterschiede.

Die im Gegensatz zu Landvögeln – insbesondere den Greif- und Eulenvögeln – hohen Anteile niedrigchlorierter PCBs (HEIDMANN 1986) fallen auf. Vor allem die überwiegend fischfressenden Arten (mit Ausnahme der Dreizehnmöwe, die eher wie die anderen Möwen einzuordnen ist) zeigen diesen hohen Anteil niedrigchlorierter PCBs (Abb. 2). Zur Erklärung dieses Phänomens kann die Tatsache herangezogen werden, daß die PCB-Rückstände in Fischen mehr oder weniger im Gleichgewicht mit dem sie umgebenden Wasser stehen und nicht abhängig sind von der trophischen Stufe der einzelnen Fischarten (OLSSON et al. 1977). Deshalb kann die Zusammensetzung der PCBs in Fischen nicht sehr verschieden sein von der des umgebenden Wassers, d. h. in Fischen liegt ein nur geringer Metabolisierungsgrad der PCBs vor. Wegen der kurzen Abfolge Wasser-Fisch-fischfressender Vogel sind daher hohe Anteile niedrigchlorierter PCBs in diesen Vögeln zu erwarten. Die insgesamt relativ hohen PCB-Rückstände in den fischfressenden Vögeln lassen sich darauf zurückführen, daß Fische wegen ihres vergleichsweise hohen Fettgehaltes relativ große Mengen an PCBs anreichern können (LORENZ & NEUMEIER 1983). Greifvögel und Eulen bilden dagegen Endglieder längerer Nahrungsketten, so daß durch Metabolisierungsvorgänge nur die persistenteren Vertreter der PCBs – in erster Näherung die hochchlorierten Isomere – übrigblieben (SAFE 1980).

Zu den Vogelarten mit geringen Anteilen an niedrigchlorierten PCBs zählen überwiegend solche, die ihre Nahrung in Ufernähe oder auch auf Müllkippen finden. Vermutlich bewirken die im Gezeitenbereich lebenden Organismen über längere Nahrungsketten eine stärkere Metabolisierung zugunsten der hochchlorierten PCBs. Vögel, die hier der Nahrungssuche nachgehen, können so anteilmäßig weniger niedrigchlorierte PCBs aufnehmen. Ähnliche Verhältnisse wären auch im Falle der Müllhalden denkbar, da hier auch Abfälle aufgenommen wer-

den, die einer höheren Stufe der Nahrungskette entstammen (z. B. Fleischabfälle) und deren PCB-Gehalte deshalb stärker metabolisiert sind. Weshalb die Eiderente (61 % niedrigchlorierte PCBs) und die Dreizehenmöwe (38 % niedrigchlorierte PCBs) von diesem Schema abweichen, muß offen bleiben.

Quecksilber, das wie die chlorierten Kohlenwasserstoffe über die Nahrungskette angereichert wird und deshalb eine ähnliche Reihenfolge der Arten erwarten läßt, überrascht durch eine modifizierte Anordnung. Möglicherweise spielen hier die unterschiedlichen Herkunftsgelände und Verweilzeiten im Bereich der Nordseeküste eine größere Rolle (vgl. BECKER et al. 1985a).

Die drei Arten, deren Nahrung ausschließlich oder überwiegend aus Fischen besteht, weisen Bleirückstände nur unterhalb der Nachweisgrenze auf. Offenbar sind sie vor einer Bleianreicherung besser geschützt als andere Arten, da sich das von einem Fisch eingelagerte Blei vornehmlich in Schuppen und Gräten befindet (ABO-RADY 1979), die von Vögeln meist unverdaut als Gewölle ausgeschieden werden (TERNES & RÜSSEL 1986). Dagegen können Arten, die wie die Brandgans oder die Stockente gründelnd Nahrung aufnehmen, Blei direkt aus dem Sediment oder indirekt (über im bzw. vom Sediment lebende Nahrungsorganismen) bezogen haben. Im Gegensatz zu früheren Befunden (VAUK, LOHSE & ZUNK 1979) lagen die Bleikonzentrationen niedriger als die Quecksilber- und Cadmiumkonzentrationen. Es muß offen bleiben, ob tatsächlich die Bleibelastung der Nordsee zurückgegangen ist oder ob die gefundenen geringeren Konzentrationen durch den Fortschritt in der Analytik des Bleis bedingt sind.

Beim Cadmium ragen die hohen Rückstände bei Eiderente und Dreizehenmöwe heraus. TERNES & RÜSSEL (1986) vermuten, daß die hohen Cadmiumgehalte der Dreizehenmöwe in Verbindung stehen mit den besonders in Lebern und Nieren von Fischen hohen Cadmiumkonzentrationen.

Zusammenfassung

Bei 149 Individuen von neun verschiedenen See- und Küstenvogelarten wurden die Lebern auf Rückstände an chlorierten Kohlenwasserstoffen und Schwermetallen untersucht. Es handelte sich um tot an der Nordseeküste gefundene und größtenteils schlecht ernährte Vögel aus den Wintermonaten der Jahre 1980 bis 1984. Relativ geringe Konzentrationen ergaben sich bei „Summe DDT“, HCB und Dieldrin, die höchsten dagegen bei den PCBs. Die Reihenfolge in der Belastung einzelner Arten entsprach in etwa deren trophischer Position. Bei den Schwermetallkonzentrationen lagen andere Verhältnisse vor, die sich nicht eindeutig mit ernährungsbedingten Unterschieden erklären ließen. Mögliche Ursachen für die artspezifischen Belastungsunterschiede werden diskutiert.

Summary

Residues of chlorinated hydrocarbons and heavy metals in 149 livers of nine species of birds living on sea and coast were determined. These birds were found dead on the North sea coast mostly in 1980 to 1984 in the wintertime. Almost all birds were bad nourished. Relatively low residues of Σ DDT, HCB, and Dieldrin were found. However, the PCB residues were highest. The burden towards chlorinated hydrocarbons of the species examined corresponds with their trophic position. The situation of the residues of heavy metals is different: differences in nutrition cannot serve as an unequivocal explanation of the residues found. Possible reasons of the different burdens are discussed.

Literatur

- Abo-Rady, M. (1979): Gehalt an Schwermetallen (Cd, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn) in Bachforellen im Leineraum Göttingen. Z. Lebensm. Unters.-Forsch. 168: 259-263. * Bauer, K., & U.N. Glutz v. Blotzheim (1966): Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Bd. 1. Akadem. Verlagsges., Wiesbaden. *

- Dies. (1969): Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Bd. 3/2. Akadem. Verlagsges., Frankfurt am Main * Baum, F. (1981): Chlorierte Kohlenwasserstoffe in wildlebenden Tieren und Nahrungsnetzen: Vorkommen, Bedeutung und Nachweis. *Ökol. Vögel* 3 (Sonderheft): 65–71. * Becker, P.H., A. Bütke & W.A. Heidmann (1985): Schadstoffe in Gelegen von Brutvögeln der deutschen Nordseeküste. I. Chlororganische Verbindungen. *J. Orn.* 126: 29–51. * Becker, P.H., W. Ternes & H.A. Rüssel (1985a): Schadstoffe in Gelegen von Brutvögeln der deutschen Nordseeküste. II. Quecksilber. *J. Orn.* 126: 253–262. * Bjerk, J.E., & G. Holt (1971): Residues of DDE and PCB in eggs from Herring Gull (*Larus argentatus*) and Common Gull (*Larus canus*) in Norway. *Acta vet. scand.* 12: 429–441. * Bogan, J.A., & I. Newton (1977): Redistribution of DDE in Sparrowhawks during starvation. *Bull. Environm. Contam. & Toxicol.* 18: 317–321. * Conrad, B. (1977): Die Giftbelastung der Vogelwelt Deutschlands. *Vogelkundl. Bibl.* 5. Kilda, Greven. * Cramp, St. (ed., 1983): Handbook of the birds of Europe, the Middle East and North Africa. Vol. III. Oxford. * Ellenberg, H. (Hrsg., 1981): Greifvögel und Pestizide. *Ökol. Vögel* 3 (Sonderheft). * Fuchs, P., & J.B.M. Thissen (1981): Die Pestizid- und PCB-Belastung bei Greifvögeln und Eulen in den Niederlanden nach den gesetzlich verordneten Einschränkungen im Gebrauch der chlorierten Kohlenwasserstoffpestizide. *Ökol. Vögel* 3 (Sonderheft): 181–195. * Glutz v. Blotzheim, U.N., K.M. Bauer & E. Bezzel (1975): Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Bd. 6/1. Akadem. Verlagsges., Wiesbaden. * Glutz v. Blotzheim, U.N., & K.M. Bauer (1982): Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Bd. 8. Akadem. Verlagsges., Wiesbaden. * Heidmann, W.A. (1985): Rückstände von persistenten Pestiziden und Industriechemikalien in einigen ausgewählten Vogelarten. *Seevögel* 6 (Sonderheft): 63–66. * Ders. (1986): Isomer specific determination of polychlorinated biphenyls in animal tissues by GC/MS. *Chromatographia* 22: 363–369. * Ders. (1986a): Hexachlorobenzene residues in selected species of land and sea birds in Northern Germany. In: C.R. Morris & J.R.P. Cabral (eds.): Hexachlorobenzene: Proceedings of an international symposium, International Agency of Cancer. Lyon. * Heidmann, W.A., & A. Bütke (1986): Chlorpestizide und chlorhaltige Industriechemikalien. In: Rüssel, H.A.: Rückstandsanalytik von Wirkstoffen in tierischen Produkten. Georg Thieme Verlag, Stuttgart. * Koeman, J.H., J.H. Canton, A. Woudstra, W.H.M. Peeters, J.J.M. De Goeij, C. Zeegers & J.L. van Haften (1971): Mercury in the Dutch littoral environment. *TNO-Nieuws* 26: 402–409. * Lüttringhaus, C., & E. Vauk-Hentzelt (1983): Ein Beitrag zur Ernährung auf Müllplätzen gesammelter Silber-, Sturm- und Lachmöwen (*Larus argentatus*, *L. canus*, *L. ridibundus*) von Emden und Leer. *Vogelwelt* 104: 95–107. * Lorenz, H., & G. Neumeier (1983): Polychlorierte Biphenyle (PCB) – ein gemeinsamer Bericht des BGA und UBA. MMV-Verlag, München: 99. * Müller, P. (1985): „Altlasten“ in saarländischen und norddeutschen Nahrungsnetzen. *Faun.-flor. Notizen Saar.* 17: 339–344. * Newton, I. (1979): Population ecology of raptors. Poyser, Berkhamsted. * Oelke, H., & H.A. Rüssel (1980): Chlorierte Kohlenwasserstoffe (Pestizide DDT, DDE, PCB) in freilebenden Vögeln Nordwestdeutschlands. *Beitr. Naturkd. Nieders.* 33: 29–43. * Olsson, M., S. Jensen & L. Reutergerd (1978): Seasonal variation of PCB levels in fish – an important factor in planning aquatic monitoring programs. *Ambio* 7: 66–69. * Parslow, J.L.F., & D.J. Jefferies (1973): Relationship between organochlorine residues in livers and whole bodies of Guillemots. *Environm. Pollut.* 5: 87–101. * Prinzing, G., & R. Prinzing (1980): Pestizide und Brutbiologie der Vögel. *Vogelkundl. Bibl.* 12. Kilda, Greven. * Safe, S. (1980): Metabolism, uptake, storage and bioaccumulation. In: Kimbrough, R. (ed.): Halogenated biphenyls, terpenyls, naphtalenes, dibenzodioxins and related products. Elsevier, Amsterdam. * Schrey, E. (1982): Die Möwen (*Laridae*) der Cuxhavener Müllkippe – saisonale Bestandsschwankungen und Herkunft nach Ringfunden. *Seevögel* (Sonderband): 107–113. * Ders. (1984): Zur Nahrung der Lachmöwe (*Larus ridibundus*) im Bereich der Stadt Cuxhaven. *Seevögel* 5: 73–79. * Schwerdtfeger, F. (1978): Lehrbuch der Tierökologie. Parey, Hamburg. * Smit, C.J., & W.J. Wolff (1983): Birds of the Wadden Sea. Rep. 6, Wadden Sea Working Group. In: Wolff, W.J. ed.: Ecology of the Wadden Sea. Vol. 2. Rotterdam. * Ternes, W., & H.A. Rüssel (1986): Verteilung der Schwermetalle Blei, Cadmium und Quecksilber bei Vögeln und Vogeleiern in Abhängigkeit vom Nahrungsspektrum und Standort. In: Fortschritte in der atomspektrometrischen Spurenanalytik: 531–541. VCH Verlagsges., Weinheim. * Vauk, G., & J. Jokele (1975): Vorkommen, Herkunft und Winternahrung Helgoländer Dreizehenmöwen (*Rissa tridactyla*). Veröff. Inst. Meeresforsch. Bremerhaven 15: 69–77. * Vauk, G., & H. Lohse (1978): Biozid-Belastung von Seevögeln sowie einiger Landvögel und Säuger der Insel Helgoland. Veröff. Übersee-Mus. Bremen, Reihe E, Bd. 1: 1–22. * Vauk, G., H. Lohse & B. Zunk (1979): Untersuchungen zur Schwermetallbelastung Helgoländer Land- und Seevögel, sowie einiger Säuger der Insel. Veröff. Übersee-Mus. Bremen, Reihe E, Bd. 2: 1–17.

Anschriften der Verfasser: Chemisches Institut der Tierärztlichen Hochschule, Bischofsholer Damm 15, D-3000 Hannover 1 (A.B., W.A.H., B.P., H.A.R.); Institut für Statistik und Biometrie der Tierärztlichen Hochschule, Bischofsholer Damm 15, D-3000 Hannover 1 (M.B.); Wolfsburger Str. 4, D-2190 Cuxhaven-Sahlenburg (W.B.); Niedersächsisches Landesverwaltungsamt – Fachbehörde für Naturschutz, Scharnhorststraße 1, D-3000 Hannover 1 (H.K.).

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Vogelwarte - Zeitschrift für Vogelkunde](#)

Jahr/Year: 1987/88

Band/Volume: [34_1987](#)

Autor(en)/Author(s): Heidmann Walter A., Beyerbach Martin, Böckelmann Werner, Büthe Annegret, Knüwer Hermann, Peterat Bärbel, Rüssel-Sinn Harald A.

Artikel/Article: [Chlorierte Kohlenwasserstoffe und Schwermetalle in tot an der deutschen Nordseeküste aufgefundenen Seevögeln 126-133](#)