Beiträge zur Naturkunde Niedersachsens

33. Jahrgang Heft 2/1980

Chlorierte Kohlenwasserstoffe (Pestizide DDT, DDE, PCB) in freilebenden Vögeln Nordwestdeutschlands

von Hans Oelke und Harald Rüssel

Einleitung

Bis heute ist unklar, ob und in welchem Maße der ständig insbesonders in der Land- und Forstwirtschaft wachsende Einsatz sog. Schädlingsbekämpfungsmittel (Pestizide) und ähnlich agierender Industriechemikalien konkrete negative, langfristige physiologische und damit ökologische Auswirkungen auf die freilebenden Tierbestände Nordwestdeutschlands zeigt. Zwei Gründe sind es, die die Beurteilung so sehr erschweren: (a) Die Tierbestände Nordwestdeutschlands sind, von einigen Ausnahmen abgesehen (jagdbare Großsäuger, auffallende Großvögel), äußerst lückenhaft verbreitungsmäßig, quantitativ überhaupt nicht erfaßt, bei Wirbellosen z. T. noch nicht einmal vollständig artenmäßig beschrieben worden. (b) Weder staatliche noch wissenschaftliche Institutionen haben außer sporadischen, mehr zufälligen Untersuchungen planmäßige Erfassungen der Pestizid-Rückstände auf freilebende Tiere, hier: Vögel durchgeführt.

Vorwiegend durch private Initiative sind Biocid-Belastungen akut zurückgehender Greifvögel und Eulen beschrieben (Koeman & Haderingh 1973, Bednarek et al. 1975). Conrad (1976, 1977), der diese Untersuchungen auf die Bundesrepublik ausdehnte, berücksichtigte unter 457 Eiern auch Proben aus dem niedersächsischen Küstengebiet und Schleswig-Holstein. Vauk & Lohse (1978) teilten schließlich Werte zur Biocidbelastung von Seevögeln sowie einiger Landvögel und Säuger, insgesamt 91 Proben der Insel Helgoland mit. Weitere Informationen könnten nicht publizierten toxikologischen Untersuchungsbefunden, z. B. der Tierärztlichen Hochschule Hannover (Chemisches Institut) entnommen werden. Sie erfassen zumeist tot eingelieferte Tiere mit dem Verdacht auf mißbräuchliche Giftanwendung, z. B. Greifvogelvergiftungen 1973 im Raum Cuxhaven nach Gluco-Chloralose-Möwenbekämpfungen, Saatkrähen (Corvus frugilegus)-Vergiftungen 1978 durch Ethyl-Parathion.

Unter dem Gesichtspunkt, die "normalen" Rückstände an chlorierten Kohlenwasserstoffen freilebender niedersächsischer bzw. auch nordwestdeutscher Vogelbestände festzuhalten und mögliche Korrelationen zwischen Biocid-Gehalt und ökologischer Funktion der Vögel zu testen, haben wir 1972-1975 235, z. T. methodisch gezielt gesammelte Proben analysiert.

Danksagung

Für die Bereitstellung von Untersuchungsmaterial bzw. genaue Erfassung der Untersuchungsproben danken wir Dr. P. Blaszyk, Dr. B. Conrad, G. Dahms, N. Distler, G. Domeyer, U. Fechner, H. Goos, H. Grunhagen, B. Hagenberg, W. Hansen, K. Heinzelmann, O. Heuer, J. Homann, K. Kasche, M. Kuhn, G. Latzel, H. Lohse, Prof. Dr. G. Niethammer, H.-E. Papke, D. Potrat, Dr. G. Rheinwald, W. Riess, F.J. Schaefer, K. Scharnweber, D. Schulz, Dr. Schütz, Prof. Dr. F. Steiniger, J. & D. Streichert, Frl. I. Wedemeyer, P. Weißköppel, J. Wietfeld, C. Wittkop. Für die Ausführung der Analysen danken wir Frau Büthe.

Die Untersuchungen sind finanziell gefördert worden durch Forschungsmittel des Landes Niedersachsen und durch eine Druckbeihilfe des Kreisheimatbundes Peine e.V.

Material, Methode

Die in den Jahren 1972-1975 gesammelten Vogeleier und Vögel stammen schwerpunktmäßig aus dem Raum Hannover-Peine-Braunschweig und dem Nordseeküstengebiet (Abb. 1). Für Singvögel wurden Proben und markierte Tiere des seit 1968 laufenden Peiner Höhlenbrüter-Programmes benutzt. Tab. 1 schlüsselt die Proben nach Art, Anzahl, Herkunft, Sammeljahr auf.

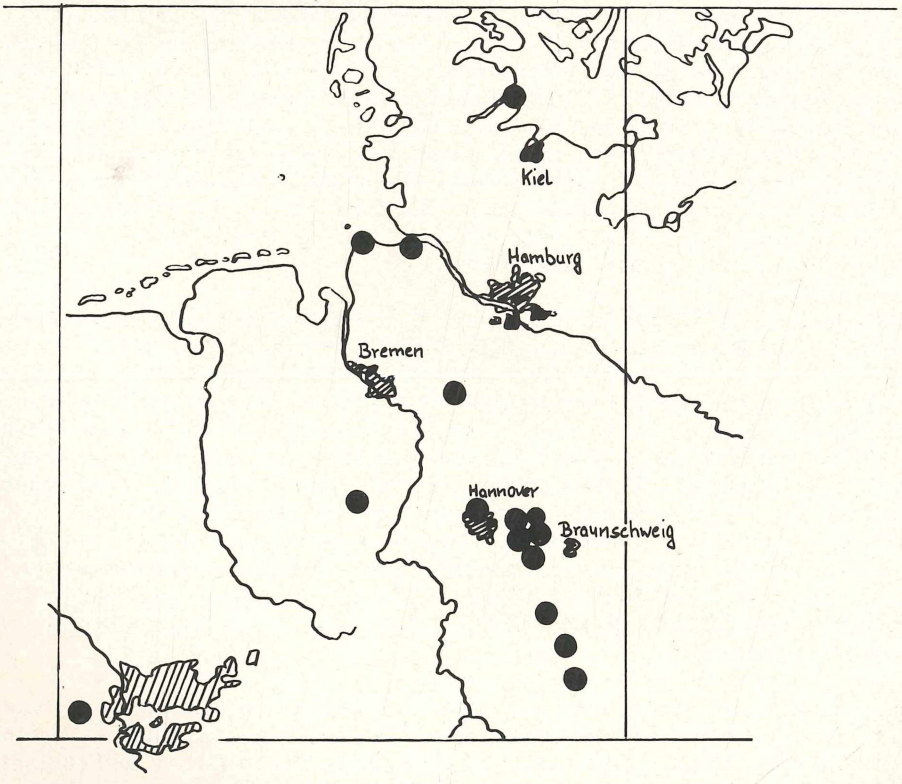

Abb. 1: Herkunft der auf Pestizide untersuchten Vogelproben. - Origin of the pesticide samples.

Tabelle 1: Verzeichnis der Vogelproben. - List of bird samples.

Nr.	Vogelart	Anzahl	Alter	Herkunft	legiert
1	Stockente (Anas platyrhynchos)	1	n. diesj. ♂	Langelsheim (Innerste), verendet	28.1.1973
2	Mäusebussard (Buteo buteo)	1	n. diesj. ♀	Walkenried, verendet	18.4.1972
3	Turmfalke (Falco tinnunculus)	1	n. diesj.	4152 Kempen, frischer Totfund	8.4.1972
4	Wanderfalke (F. peregrinus)	2	Eier	Uchte (Zucht), sterile Eier	März 1973
5	Teichhuhn (Gallinula chloropus)	1	n. diesj.	Flughafen Hannover, Verkehrsopfer	11.4.1972
6	Goldregenpfeifer (Pluvialis apric.)	1	n. diesj. ♀	Plockhorst, Kr. Peine, frischtot	29.12.1975
7	Silbermöwe (Larus argentatus)	15	n. diesj.	Cuxhaven(7), vergiftet; Hallig Süderoog(8) vergiftet mit Glucochloralose	4.11.1971, 16./17.6.1974
8	Sturmmöwe (Larus canus)	10	n. diesj.	NSG Öhe-Schleiemünde, vergiftet(s.o.)	5.6., 22./23.6.74
9	Lachmöwe (Larus ridibundus)	38	Eier(13), diesj. (8), n. diesj. (17)	NSG Hullen, Kr. Stade, vergiftet; NSG Wendesser Moor, Kr. Peine	19.5.1974, 9.5.1975
10	Feldlerche (Alauda arvensis)	1	n. diesj. ♂	Gr. Ilsede, Kr. Peine, frischtot	18.10.1974
11	Uferschwalbe (Riparia riparia)	17	diesj. (9), n. diesj. (8)	Eixe, Kr. Peine, frischtot	20.6.75, 7.7.74, 8.7.1974
12	Bachstelze (Motacilla alba)	1	n. diesj.	Eixe, Krs. Peine, frischtot	3.5.1975
13	Gartengrasmücke (Sylvia borin)	1	n. diesj. ♂	Gr. Ilseder Holz, Kr. Peine	30.5.1974
14	Klappergrasmücke (Sylvia curruca)	1	n. diesj. ♂	Peine, frischtot	15.5.1974
15	Mönchsgrasmücke (Sylvia atricapilla)	1	n. diesj. ♂	Peine, frischtot	2.5.1974
16	Fitis (Phylloscopus trochilus)	1	n. diesj. ♂	Peine, frischtot	13.5.1974
17	Trauerschnäpper (Ficedula hypoleuca)	37	Eier(24), diesj. (12), n. diesj. (1)	Peine + Umgebung, Gelegeproben + frischtot	Mai-Juli 1974, 1975
18	Amsel (Turdus merula)	6	diesj. (3), n. diesj. ♀	Peine + Umgebung, frischtot	Mai-Juli 74, 75
19	Singdrossel (Turdus philomelos)	2	Ei(1), n. diesj. ♂	Peine + Umgebung	4.5., 18.5.1974
20	Kohlmeise (Parus major)	67	Eier(37), diesj. (22), n. diesj. (8)	Peine + Umgebung, Höhlenbrüter-	Dezember 1971-Juli 1975
21	Blaumeise (Parus caeruleus)	30	Eier(18), diesj. (10), n. diesj. (2)	Peine + Umgebung, Höhlenbrüter-	"
22	Kleiber (Sitta europaea)	5	Eier(3), diesj.(2)	Peine + Umgebung, Höhlenbrüter-	Mai-Juni 1974, 75
23	Gartenbaumläufer (Certhia brachyd.)	5	Eier	Staatsforst Hämelerwald, Kr. Peine	11.5.1974
24	Waldbaumläufer (C. familiaris)	2	diesj.	"	19.5.1974
25	Buchfink (Fringilla coelebs)	2	n. diesj.	Gr. Ilsede, Kr. Peine	April, 18.6.1974
26	Grünfink (Carduelis chloris)	4	diesj. (2), n. diesj. (♂, 2)	"	April-Mai 1974, 75
27	Birkenzeisig (Acanthis flammea)	1	n. diesj. ♀	Walkenried, frischtot	18.4.1972
28	Gimpel (Pyrrhula pyrrhula)	1	n. diesj. ♀	Peine, frischtot	15.5.1972
29	Girlitz (Serinus serinus)	1	n. diesj. ♂	Peine, "	16.5.1972
30	Haussperling (Passer domesticus)	1	diesj.	Wipshausen, Kr. Peine	1.6.1975
31	Feldsperling (Passer montanus)	13	Eier(6), diesj.(7)	Peine, Hämelerwald	Mai 74, 1.6.75
32	Star (Sturnus vulgaris)	1	n. diesj. ♂	Buntenbock, Oberharz, frischtot	15.5.1974
33	Eichelhäher (Garrulus glandarius)	5	n. diesj. (3 ♂, 2♀)	Walkenried, geschossen	Winter 1971/72
34	Saatkrähe (Corvus frugilegus)	22	n. diesj.	Rotenburg/Wümme; Hannover-Flughafen	Jan.-Febr. 72, 1973
35	Rabenkrähe (Corvus corone)	3	n. diesj.	Hannover-Flughafen	"
	35 Arten	298	Eier(109), diesj. (78), n. diesj. (111) Proben		

Von den Tieren wurden je ca. 1/3 Magen, Muskelgewebe und Leber mit einem Ultra-Turrax homogenisiert und ohne Trocknung mit Hexan extrahiert.

Die Bestimmungen der chlorierten Kohlenwasserstoffe erfolgten nach der leicht variierten Methode von Reynolds (1971). Dabei verlief die Untersuchung auf DDT und sein Umwandlungsprodukt DDE einwandfrei. Hingegen wurden bei der kollektiven Bestimmung der PCB's keine vertrauenserweckenden Werte erhalten, da offensichtlich andere Inhaltsstoffe der Tiere die Bestimmungen störten. Eine Abtrennung und sichere Identifizierung der PCB's wäre mit Hilfe eines Massenspektrometers möglich, jedoch stand ein solches Gerät nicht zur Verfügung. Deshalb wurde lediglich das 4,4'-PCB mitbestimmt. Diese Verbindung bildet sich wahrscheinlich beim photochemischen Abbau des DDT in der Atmosphäre (Sandermann 1974), kann aber auch in industriell hergestellten PCB-Mischungen vorhanden sein. Die Bestimmung dieses Stoffes wird durch andere Substanzen nicht gestört, die Ergebnisse sind daher gesichert.

Kurzbeschreibung des Analysenverfahrens

Das homogenisierte Material wurde ohne Trocknung mit Hexan extrahiert. Aus dem Hexanextrakt wurden die chlorierten Kohlenwasserstoffe durch Verteilung mit Acetonitril von den Lipiden getrennt. Nach Verdünnen der Acetonitrilphase mit Wasser wurde nochmals in Hexan extrahiert. Diese Lösung wurde für die Gaschromatographie benutzt.
Gaschromatographie: Säule 3 % OV 17 auf Gas-Chrom Q 200°, Einlaß und ECD 220°, Trägergas 40 ml N_2/min.
Die gefundenen Gehalte sind auf Organfrischsubstanz bezogen.

Ergebnisse

DDT/DDE-Rückstände

Keine untersuchte Vogelprobe ist frei von Rückständen (DDT, DDE), obwohl die Anwendung von DDT in der Bundesrepublik seit 1971 unzulässig ist. Die Verteilung der Rückstände fällt je nach Herkunft der Proben und der darin einbegriffenen systematischen, ökologischen Vogelformen unterschiedlich aus.

Wie Abb. 2 zeigt, liegen signifikant höhere DDT-Konzentrationen bei Wasservögeln als bei Landvögeln vor, desgleichen bei adulten Standvögeln, verglichen mit adulten Zugvögeln. Eine Differenzierung der Standvögel läßt erkennen, daß besonders Meisen in bezug auf Zugvögel die hohen Gehalte an DDT und auch DDE, dagegen die granivoren Finkenartigen besonders niedere Konzentrationen aufweisen.

Innerhalb der einzelnen systematischen Gruppen (Abb. 3) haben Möwen und Schwalben höhere DDT- als DDE-Mengen, während der Metabolit DDE bei Sängern (Muscicapidae) überwiegt.
Die höchsten Rückstände treten bei Schwalben (i.e. Riparia riparia) und Möwen (L. argentatus, L. canus, L. ridibundus) auf, die sich voneinander nicht unterscheiden. Signifikant setzen sich von der Uferschwalbe die Familien Meisen (Paridae), Krähenvögel (Corvidae), Sänger (Muscicapidae) und Finken (Fringillidae)/ Sperlinge (Passeridae) ab. Die niedrigsten DDT/DDE-level kennzeichnen Finkenvögel und Sperlinge.

Für einzelne Familien (s. im Folgenden Tab. 2) ermöglichen die vorliegenden Proben eine weitere Differenzierung. Die einer winterlichen Gluco-chloralose-Aktion zum Opfer gefallenen adulten Silbermöwen aus dem Gebiet von Cuxhaven haben wesentlich weniger DDT im Körper als residente, adulte Silbermöwen der

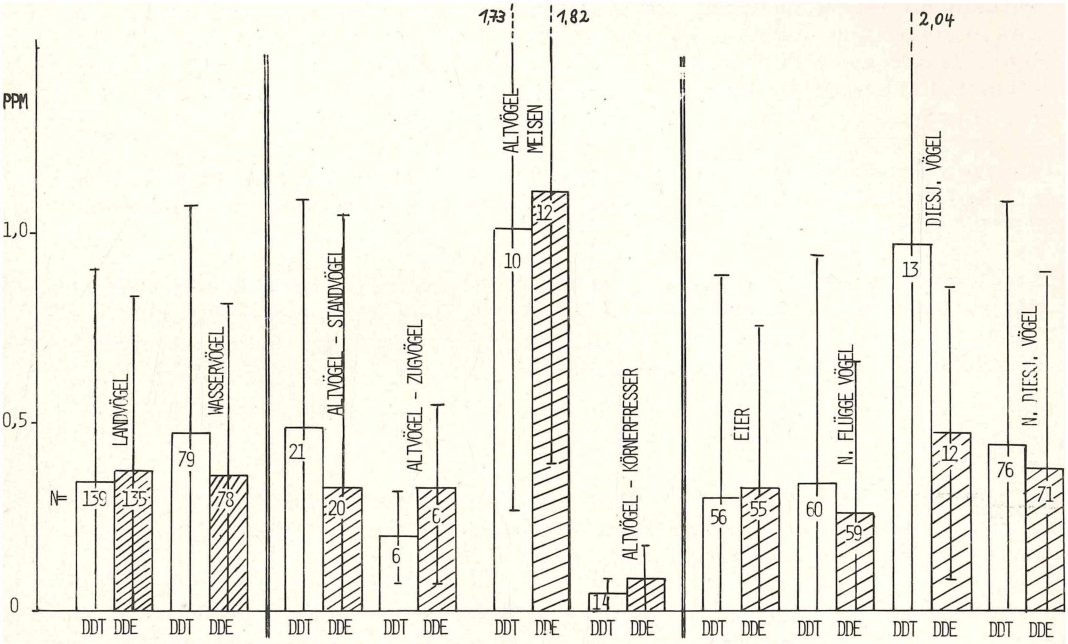

Abb. 2: DDT/DDE-Rückstände (in ppm) verschiedener Vogelgruppen. - DDT/DDE residues (in ppm) of different bird categories.

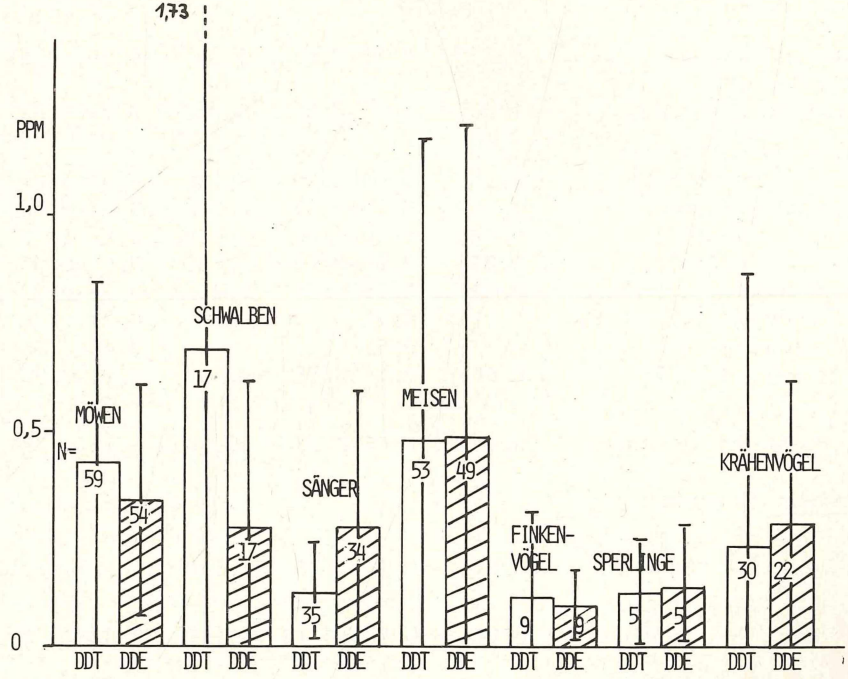

Abb. 3: DDT/DDE-Rückstände (in ppm) verschiedener systematischer Vogelgruppen. - DDT/DDE residues (in ppm) of systematically different bird groups.

Brutkolonie Hallig Süderoog. Bei Lachmöwen sind die DDT-Gehalte in Eiern niedriger in einer Binnenlands- (Wendesser Moor/Peine) als in Küstenkolonien (NSG Hullen). Bemerkenswert erscheinen die hohen DDT/DDE-Werte von weniger als 7 Tage alten und die niederen Werte von mehr als 7 Tage alten Lachmöwen-pulli. Mehrjährige Lachmöwen geben keine altersabhängige Steigerung zu erkennen.

Sturmmöwen (Brutvögel) des NSG Öhe-Schleiemündung (Kieler Bucht) setzen sich mit ihren niederen Rückständen signifikant von Silber- und Lachmöwen-Kolonien des Nordseebereichs ab.

Überwinternde osteuropäisch-russische Saatkrähen fallen durch ihre niederen Kontaminationen auf, während unter den standortgebundenen Corviden Eichelhäher (DDT/DDE) hohe Rückstände widerspiegeln; bei Rabenkrähen deuten die Analysen besonders für DDE höhere Konzentrationen an.

Tabelle 2: Mittlere und extreme DDT/DDE-Rückstände (in ppm) von Vögeln verschiedener Altersgruppen. - Mean and extreme DDT/DDE residues (in ppm) in different age groups of birds.

	DDT $\bar{x}$	DDT range	DDE $\bar{x}$	DDE range
Möwen (Laridae)				
Larus argentatus				
7 n. diesj. Ex. (Winter, Cuxhaven)	0,169	0,03-0,6	0,351	0,004-0,64
8 n. diesj. Ex. (Brutvögel, Süderoog)	1,065	0,21-1,89	0,263	0,07-0,67
Larus ridibundus				
5 Eier (Raum Peine)	0,192	0,05-0,39	0,138	0,04-0,31
8 Eier (Niederelbe)	0,418	0,15-0,77	0,248	0,03-0,52
4 pulli, 7tägig (")	0,808	0,70-0,92	0,848	0,53-1,06
4 pulli, 7tägig (")	0,045	0,02-0,10	0,032	0,01-0,07
6 Ex. 2-3jährig (")	0,40	0,16-0,60	0,41	0,24-0,72
1 Ex. 8jährig (")		0,71		0,27
1 Ex. 10jährig (")		0,51		0,40
10 n. diesj. Ex. (")	0,508	0,16-0,78	0,443	0,24-0,90
Larus canus				
10 n. diesj. Ex. (Ostsee)	0,247	0,05-0,83	0,258	0,12-0,78
Krähenvögel (Corvidae)				
Garrulus glandarius				
5 n. diesj. Ex. (Südharz)	0,611	0,13-1,75	0,580	0,135-1,212
Corvus frugilegus				
14 n. diesj. Ex. (Hannover)	0,046	0,005-0,131	0,149	0,006-0,310
Corvus c. corone				
3 n. diesj. Ex. (Hannover)		0,14/0,19/3,01		0,617/0,339/0,533

(Tab. 2 Forts.)

	DDT $\bar{x}$	DDT range	DDE $\bar{x}$	DDE range
Drosseln (Turdidae)				
Turdus merula				
2 nestj. Ex. (Peine)		0,02/0,03		0,15/0,24
3 n. diesj. Ex. (")		0,04/0,11/0,15		0,17/0,17/0,21
Turdus philomelos				
1 nestj. Ex. (Peine)		0,06		0,03
1 n. diesj. Ex. (")		0,22		0,06
Uferschwalbe (Riparia riparia)				
8 n. flügge Ex. (Peine)	0,131	0,03-0,49	0,193	0,01-0,91
9 diesj. Ex. (")	1,18	0,04-3,37	0,35	0,02-1,13
Star (Sturnus vulgaris)				
1 n. diesj. Ex. (Harz)		0,16	0,08	
Trauerschnäpper (Ficedula hypol.)				
15 Eier (Gelege) (Peine)	0,128	0,05-0,36	0,377	0,09-1,33
9 n. flügge Ex. (")	0,127	0,01-0,46	0,172	0,01-1,18
1 n. diesj. Ex. (")		0,15		0,07
Meisen (Paridae) (Raum Peine)				
Parus major				
10 Eier (Staatsforst)	0,144	0,10-0,25	0,149	0,05-0,34
2 Gelege (Dorf Ilsede)		0,32/0,32		0,40/0,49
2 Gelege (Peine)		2,41/3,81		1,81/2,44
12 n. flügge Ex.	0,177	0,03-0,80	0,253	0,01-2,39
3 diesj. Ex.		0,85/1,02/ 1,08		0,86/1,09/?
7 Ex. 1jährig	0,828	0,56-1,662	0,96	0,528-1,687
3 Ex. 2jährig		1,03/1,4/ 2,69		1,73/1,729/ 2,87
Parus caeruleus				
6 Eier (Staatsforst)	0,085	0,05-0,13	0,06	0,03-0,10
1 Gelege (Peine)		0,23		0,17
3 n. flügge Ex. (Staatsforst)		0,02/0,03/ 0,19		0,02/0,08/0,11
1 n. flügges Ex. (Peine)		0,32		0,17
2 n. diesj. Ex. (Peine)		0,22/1,91		0,17/0,17

Ausgesprochene Boden-Weichtierfresser (Amsel, Singdrossel, Star) ordnen sich in die unteren Rückstandswerte der von uns erzielten Ergebnisse ein. Bereits innerhalb von 2-3 Wochen, zwischen Schlüpfen und dem ersten Erlangen der Flugunfähigkeit setzt bei Uferschwalben eine erhebliche Steigerung besonders des DDT-Wertes ein. Eine ähnliche Entwicklung ist auch bei Kohlmeisen, evtl. auch bei Blaumeisen ersichtlich. Bei Kohlmeisen deutet sich außerdem eine Steigerung mit dem Alter an.

Beim Zugvogel Trauerfliegenschnäpper, einer für nordwestdeutsche Wälder wichtigen Höhlenbrüterart, stimmt zwar die Rückstandsmenge von Eiern und Jungvögeln (höherer DDE-Gehalt) mit Kohlmeisen weitgehend überein. Auffällig ist der niedere Wert eines Altvogels. Eiproben von Kohl- und Blaumeisen aus der Industriestadt Peine übertreffen entsprechende Proben aus einem 900 ha großen Waldgebiet um das etwa 5-25fache. Weitere Einzelwerte sind der Tab. 3 zu entnehmen.

Tabelle 3: DDT/DDE-Rückstände (in ppm) in Einzel- und Kleinproben. - DDT/DDE residues in small samples.

Probe-Nr. (s. Tab. 1)	Vogelart	DDT	DDE
1	Stockente (Anas platyrhynchos), n. diesj. ♂	0,275	0,174
5	Teichhuhn (Gallinula chloropus), n. diesj.	0,279	0,338
6	Goldregenpfeifer (Pluvialis apricaria), n. diesj. ♀	0,06	3,50
2	Mäusebussard (Buteo buteo), n. diesj. ♀	0,475	1,19
3	Turmfalke (Falco tinnunculus), n. diesj.	0,207	0,259
4	Wanderfalke (Falco peregrinus): Eiinhalt	0,077	0,616
	Eischale	0,33	1,1173
10	Feldlerche (Alauda arvensis), n. diesj. ♂	0,05	0,13
12	Bachstelze (Motacilla alba), n. diesj.	0,06	0,23
13	Gartengrasmücke (Sylvia borin), n. diesj. ♂	0,38	0,18
14	Klappergrasmücke (Sylvia curruca), n. diesj. ♂	0,30	0,76
15	Mönchsgrasmücke (Sylvia atricapilla), n. diesj. ♂	0,10	0,27
	Leber	0,14	3,59
	Muskel	0,06	0,78
16	Fitis (Phylloscopus trochilus), n. diesj. ♂	0,22	0,45
22	Kleiber (Sitta europaea), Eier	0,33;0,74	0,04;0,67
	n. fl.	0,02;0,04	0,03(2x)
23	Gartenbaumläufer (Certhia brachydactyla), Eier	0,13	0,49
24	Waldbaumläufer (C. familiaris), diesj.	0,20	0,15
25	Buchfink (Fringilla coelebs), n. diesj.	0,01;0,08	0,07;0,27
26	Grünfink (Carduelis chloris), n. fl.	0,01;0,09	0,07;0,09
	n. diesj. ♂	0,01;0,10	0,01;0,05
27	Birkenzeisig (Acanthis flammea), n. diesj. ♀	0,621	0,178
28	Gimpel (Pyrrhula pyrrhula), n. diesj. ♀	0,05	0,02
29	Girlitz (Serinus serinus), n. diesj. ♂	0,07	0,11
30	Haussperling (Passer domesticus), diesj.	0,02	0,09
31	Feldsperling (Passer montanus), Eier	0,03	0,08
	n. fl.	0,11;0,16, 0,32	0,03;0,08, 0,38
32	Star (Sturnus vulgaris), n. diesj. ♂	0,16	0,08
	Mageninhalt: Käfer	0,23	0,57

Maximalwerte (DDT/DDE)

Bezogen auf 222 chemische Analysen, übersteigen 7-8 % der Proben separat 1 ppm DDT bzw. DDE, 20-23 % 0,5 ppm DDT und DDE (zulässige Rückstandsmengen bei Wildbret und Wildvögeln: 0,5 ppm). Unter den Vogelarten mit > 1 ppm DDT/DDE sind einbegriffen: Wanderfalke (1 x), Goldregenpfeifer (1 x), Silber- (4 x DDT bei 7-10jährigen Exemplaren), Lachmöwe (1 x), Uferschwalbe (4 x), Trauerschnäpper

(2 x), Kohl- (10 x), Blaumeise (1 x), Rabenkrähe (1 x), Eichelhäher (1 x). Die 3 Maximalwerte (in ppm) sind: (a) DDT: 3,81 (Kohlmeise, Eier, Peine), 3,37 (Uferschwalbe diesj., Peine), 3,01 (Rabenkrähe, Hannover); (b) DDE: 3,50 (Goldregenpfeifer, legiert, Kr. Peine), 2,87 (2jährige Kohlmeise, Kr. Peine), 2,39 (n. flügge Kohlmeise, Kr. Peine).

PCB (Polychlorierte Biphenyle)

Durch Vergleichslösungen gesichert, ließen sich 2 Isomere mit > 0,1 ppm nachweisen: 4,4'-PCB in etwa 17 % aller Proben, dazu 2-PCB in 22 von 23 speziell analysierten Proben.

7 Cuxhavener Silbermöwen enthielten im Mittel 0,82 ± 0,66 ppm 2-PCB (Streuung: 0,352-2,24). 1 Stockente erbrachte 1,461 ppm. Diesjährige (3) und mehrjährige Kohlmeisen (7) des Raumes Peine waren durch 2-PCB kontaminiert mit 3,0 ± 4,23 ppm (Streuung: 0,14-14,25). Hohe/höhere 4,4'-PCB-Werte häufen sich bei Proben von Standvögeln des Peiner Raumes und bei Möwen (Lachmöwen der Elbmündung, überraschenderweise bei den sonst kaum kontaminierten Sturmmöwen der Kieler Bucht) (vgl. Tab. 4).

Tabelle 4: 4,4'-PCB (4,4'-Dichlordiphenyl)-Rückstände (in ppm) in nordwestdeutschen Vögeln. - 4,4'-PCB level (in ppm) of birds in Northwest Germany.

Probe-Nr. (s. Tab. 1)	Vogelart	ppm
1	Stockente (Anas platyrhynchos)	0,176
5	Teichhuhn (Gallinula chloropus)	4,61
8	Sturmmöwe (Larus canus), 3 ♂	2,3/1,39/5,23
9	Lachmöwe (Larus ridibundus), 2x Eier (NSG Hullen)	0,23/0,38
11	Uferschwalbe (Riparia riparia), 1 diesj.	5,23
12	Bachstelze (Motacilla alba)	0,62
17	Trauerschnäpper (Ficedula hyploleuca)	
	2x Eier	0,7/1,07
	2x n. fl.	2,46/4,09
18	Amsel (Turdus merula), n. diesj.	1,4
20	Kohlmeise (Parus major), 3x Eier	0,18/0,65/1,7
	5x n. fl.	1,02+1,5(0,03-5,36)
21	Blaumeise (Parus caeruleus), 3x Eier	0,49/0,56/2,28
22	Kleiber (Sitta europaea), Eier	0,33
23	Gartenbaumläufer (Certhia brachydactyla), Eier	2,9
25	Buchfink (Fringilla coelebs) (Ilsede)	1,54
31	Feldsperling (Passer montanus), n. fl.	6,4
32	Star (Sturnus vulgaris), Mageninhalt (Käfer)	2,05
		1,72

Diskussion

Das nordwestdeutsche Probenmaterial gibt akute "normale" Pestizidrückstandsmengen an. Diese sind weitgehend bestimmt worden an unvergifteten Vögeln (Ausnahmen: glucochloralosevergiftete Möwen). Die mitgeteilten durchschnittlichen Rückstandswerte, die dem Gehalt im undifferenzierten Frischgewicht (Muskel- bzw. Körpergewebe, Frischeisubstanz) entsprechen, sind mit hoher Wahrscheinlichkeit u n t e r e Grenzwerte. Gewebespezifische Analysen der lipophilen chlorierten Kohlenwasserstoffe, z. B. im Fettgewebe, in der Leber, im Gehirn ergeben erfahrungsgemäß erheblich höhere Rückstände (G o t t s c h a l k & M a t t h e y 1975,

Fellenberg 1977, Schifferli 1978). Ein Hinweis auf die höhere Belastung einzelner Organe ist Tab. 3, Probe 15 (Leber der Mönchsgrasmücke) zu entnehmen.

Ein weiterer Grund für die Taxierung der Rückstandsmengen als Minimalwerte besteht darin, daß aus der Vielzahl potentiell und wahrscheinlich auch reell existenter Verbindungen und Abbauprodukte nur vier Verbindungen durch simultan vorliegende Vergleichssubstanzen nachgewiesen werden konnten. Die hohe Zahl undefinierbarer Peaks in den Gaschromatogrammen ist ein Hinweis auf die Existenz zahlreicher weiterer, bisher noch nicht identifizierter Verbindungen. Kommerziell stehen allein gegenwärtig 10 000-20 000 verschiedene Pestizidpräparate auf dem Markt (Fellenberg, a.a.O.). Für diese Präparate sind wiederum die Wirkstoffe wichtig, die aber durch laufende Zu- und Abgänge nicht zu überblicken sind.

Über die Herkunft der nachgewiesenen Pestizide lassen sich nur spekulative Vermutungen (s.u.) äußern. DDT-Einsatz ist in der Bundesrepublik seit 1971 (BGBl I, S. 1117) untersagt. Bis Ende 1974 galten aber Übergangsbestimmungen für die Forstwirtschaft. Anreicherung im Boden und extrem langsamer Abbau (zu 95 % erst nach 30 Jahren, s. Engelhardt 1973) lassen bereits im Fall des DDT und seiner Metaboliten eine allgegenwärtige Anwesenheit für weitere Jahrzehnte erwarten.

Unsere Analysendaten ermöglichen einige Rückschlüsse über Auftreten und damit auch Herkunft von DDT/DDE in Niedersachsen (Nordwestdeutschland). Die höhere Anreicherung in Wasservögeln (Abb. 2) und Standvögeln (Abb. 2, 3) engt zwei Verursacherquellen weiter ein. Die Rückstände in Wasservögeln gehen vorwiegend auf Brutpopulationen von Lach- und Silbermöwen der Elbmündung und des nordfriesischen Wattenmeeres zurück (Tab. 2). Ein ursächlicher Zusammenhang mit Pestizidrückständen des Elbwassers erscheint gerade für residentere Vogelpopulationen gegeben, die, wie Möwen, durch eine animalische Ernährung die Kumulationswirkungen von Pestiziden in aquatischen Nahrungsketten erfahren müssen (Thielcke 1974, Conrad 1977, Vauk & Lohse 1978). Bezeichnenderweise liegen die Rückstands-level (DDT/DDE) niedrig bei solchen Möwenpopulationen, die sich, wie Sturmmöwen der Kieler Bucht, nicht oder - wie wahrscheinlich auch überwinternde baltische oder nordwestrussische Silbermöwen (Raum Cuxhaven) - nur zeitweilig von kontaminierten Flußwasser-Organismen ernähren müssen. Eine weitere Interpretation der niederen DDT-Mengen Cuxhavener Möwen bestände darin, daß die zum Verzehr gelangenden Abfälle der Fischereiindustrie auf relativ von Pestiziden unbelasteten Fischfängen des Nordatlantiks und der nördlichen Nordsee beruhen. Proben von Fischen, Tintenschnecken, Krebsen und Polychaeten der Norwegischen Rinne (nördliches Skagerrak) enthalten zwar u.a. DDT, DDE, verglichen mit Vögeln aber um eine Zehnerpotenz weniger (um 0,002 ppm DDE, 0,02 ppm DDT, vgl. Eder et al. 1976). Das schließt natürlich nicht aus, daß auch die "unbelasteten" Tiere (Möwen) anderen Rückstandsstoffen in höheren Konzentrationen ausgesetzt sind (vgl. Tab. 4; 4,4'-PCB in Sturmmöwen).

Die wiederholt geäußerte Vermutung, daß die meisten Pestizide auf dem Zug oder im Winterquartier aufgenommen werden (Poltz 1975), trifft sicherlich nicht allgemein und für Nordwestdeutschland zu. Es sind gerade Standvögel (Abb. 2), in deren Geweben die Rückstände konzentriert nachgewiesen werden. Odsjö (1975) macht für Skandinavien darauf aufmerksam, daß Vögel mit steigendem Lebensalter und Aufenthalts- bzw. Überwinterungsgebieten in der südlichen Ostsee und im Mediterrangebiet akkumulierte Rückstände besitzen, während Überwinterer im tropischen und südlichen Afrika nur geringfügige Giftstoffanreicherungen zeigen, ein Zeichen dafür, daß die afrikanischen Biotope noch nicht europäische Verschmutzungsgrade erlangt haben (vgl. a. Holt & Sakshaug 1978).

Die Gruppe der Standvögel (inkl. Strichvögel und Teilzieher) ist in sich nicht homogen. Die auffällige Konzentration der Pestizide in Meisen (bes. Kohlmeisen, s. Tab. 2), die niederen level in Sperlingen, Finkenartigen, bei Drosselartigen und Staren (Abb. 2, 3, Tab. 2) legen nahe, daß spezielle nahrungsökologische Einflüsse wirksam werden. Die Insekten, die aus dem Luftraum, aus der Strauch- oder Kronenschicht der Bäume rund um das Jahr aufgenommen werden, könnten die Hauptverursacher der Kontamination sein. Arten, die sich in nennenswertem Maße von Pflanzenprodukten (Samen, Früchten, Blatteilen) (s. Finkenvögel) oder (wirbellosen) Tieren der oberen Bodenschichten ernähren (s. Drosseln), zeigen keine hohen Pestizidrückstände. Für einen nachhaltigen Einfluß kontaminierter(er) Insekten in unserem Raum geben Uferschwalben, die in intensiver Form kleine und kleinste Fluginsekten jagen, den Beweis ab (vgl. Tab. 2). Näheren Aufschluß können erst Rückstandsanalysen von Insekten erwarten lassen. Ein erster Hinweis mag der hohe DDE-Gehalt von Käfern eines bei Clausthal-Zellerfeld (Oberharz) gefundenen Stars sein (Tab. 3).

Die bei Meisen ermittelten Maximalkonzentrationen in einem städtischen Siedlungsgebiet (Peine), an dessen Rand auch die hochkontaminierten Uferschwalben (Tab. 2) auftraten, werfen besondere Probleme auf. Es erhebt sich die Frage: Woher stammen in/über einer Stadt derartig hohe DDT/DDE-Rückstände? Weder die sonst für Schadstoffemissionen verantwortliche Großindustrie (Stahlindustrie) noch irgendwelche bekanntgewordenen privaten oder kommunalen Insektizideinsätze können u. E. als Erklärung herangezogen werden. Eine gründliche Untersuchung der Ursachen ist in Anbetracht synergistischer Effekte (physiologischen Additionswirkungen von Schadstoffen) um so gebotener, weil bereits heute die Lebenserwartung der Stadtbevölkerung von Peine (♂ 69, 4, ♀ 72, 5 Jahre) um 3-5 Jahre niedriger als im weniger oder nicht industrialisierten Umland liegt (Schrader & Wittkop 1974). Die Steigerung der Kontamination in Stadtnähe fanden auch Ziegler, Königer & Wallnöfer (1978) bei bayerischen Amseleiern (Turdus merula), hier allerdings nicht bei DDT und Metaboliten, sondern bei PCB (1, 73 ppm Raum München gegenüber 0, 42 ppm Raum Garmisch).

Wie sehr die Hauptquellen für Pestizid-Kontaminationen in Niedersachsen anzusetzen sind, geht auch aus den Werten überwinternder russischer Saatkrähen-Populationen hervor, die, verglichen mit standorttreuen Rabenkrähen, besonders niedere Werte zeigen (Tab. 2).

Der Trend zur Erhöhung oder Grenzwertannäherung der Rückstände mit dem Älterwerden der Vögel (Abb. 2, Tab. 2) gilt nicht unbedingt. Bei frisch geschlüpften Lachmöwenpulli (Tab. 2) frappiert der außergewöhnliche hohe DDT/DDE-Gehalt. Ob altersspezifische Nahrung (z. B. besondere Kleinfische) oder lokale bzw. andere zeitliche Einflüsse diesen Befund erklären, entzieht sich unserer Kenntnis. Die Hinweise auf verstärkte Rückstände in Eiern (s. Lachmöwen, Trauerschnäpper - Tab. 2) finden eine Parallele in skandinavischen Untersuchungen (Dyck, Arevad & Weihe 1972).

Berthold (1973) führt auf der Grundlage einer umfangreichen Literatursichtung als physiologische Auswirkungen der Biocide wenigstens 21 verdeckte letale Effekte und 12 Komplexe der Reproduktionsstörungen von Vögeln an. Weitere physiologische Schädigungen nennt Fellenberg (a. a. O.). Sie gelten für DDT und Metaboliten, aber auch für PCB-Verbindungen (Ames et al. 1972).

Welche konkreten Auswirkungen die von uns ermittelten Rückstände auf Mortalität, Reproduktion, Bestandsentwicklung der untersuchten Vogelarten besitzen, kann mit

dem vorliegenden Datenmaterial nicht beantwortet werden. Mit Ausnahme des Wanderfalken (Gefangenschaftsbrut) befindet sich unter den 35 untersuchten Arten keine Vogelart, die gegenwärtig oder zum Zeitpunkt der Untersuchung in Nordwestdeutschland als akut oder erkenntlich bedroht bezeichnet werden muß (Odsjö & Sondell 1977, Oelke & Svensson 1978). Das gilt insbesondere nicht für die Arten des Industriegebiets Hannover-Braunschweig, die bei auftretenden Verlusten (Oelke 1966) durch mehr oder weniger intakte Nachbarpopulationen gepuffert werden können (Dierschke & Oelke 1979). Für England (vgl. Moreton & Kite (1975)). Nahrungsmangel, bedingt durch toxische Wirkungen von Pestiziden auf Avertebraten (Johnson et al. 1976), könnte allerdings in der Industriestadt Peine begrenzend auf Vogelpopulationen wirken und stete Kompensation durch Zuwanderung von außen erfordern.

Die aus dem Zeitraum 1972-1975, d.h. bei Wirksamwerden des DDT-Verbotes analysierten Proben stimmen z.T. (s. Meisen) mit den hohen Werten zu Versuchszwekken eigens mit DDT behandelter dänischer Plantagen und Forstlandflächen überein (Dyck et al., a.a.O., Bejer-Petersen et al. 1972). Die Werte sind für belgische Greifvögel (Mäusebussard, Turmfalke) (Joiris et al. 1977) maximal etwa um das 20fache höher, für deutsche Greifvögel (Trommer 1973) um das 30fache niedriger. Die nordwestdeutschen Probenwerte liegen im Durchschnitt höher als die Rückstandswerte norwegischer Vogelpopulationen, bei denen - im Zeitraum 1965-67 - nur etwa 49,6 % der untersuchten 274 Proben überhaupt nachweisbar organochlorierte Insektizide enthielten; mitteleuropäischen Werten vergleichbare oder sie noch übertreffende Werte treten in Norwegen nur bei Seeadler, Haustaube (Columba livia var.), Waldkauz (Strix aluco), Nebelkrähe (Corvus corone cornix), Rotdrossel (Turdus pilaris), Amsel, Trauerschnäpper, Buchfink auf (Holt & Sakshaug 1978). Ein direkter Vergleich mit den von Conrad (1976, 1977) publizierten Eiuntersuchungen ist kaum möglich wegen anderer Bezugssysteme (Trockengewicht versus Frischgewicht). Die Daten von Conrad, die sich allein auf Eier beziehen, reichen nicht aus, um die Belastungssituation deutscher Vogelpopulationen abschließend zu beurteilen (s. Conrad 1977, p. 60, u.a. Seevögel).

Eine ähnliche Schwierigkeit erwächst auch aus dem Vergleich unserer Befunde und der Ergebnisse von Vauk & Lohse (1978), die den Pestizidgehalt aus extrahierten Gewebefetten bestimmten und dadurch zu z.T. extrem hohen Werten gelangten. Die auch bei Vauk & Lohse (a.a.O., Tab. 9, Abb. 6) beschriebenen maximalen DDT-Rückstände dies- und vorjähriger Silbermöwen und die reduzierten Rückstände adulter Möwen gleichen unseren Befunden an Lachmöwen (Tab. 2). Ob z.B. jüngere Möwen infolge höherer Pestizidbelastung stärker selektiert oder ältere Möwen bei einer potentiellen Lebenserwartung von wenigstens 25-30 Jahren einfach Rückstände aus Zeitphasen niederer Kontamination anzeigen, ist in Anbetracht der so schwierig überschaubaren physiologischen Dauerprozesse und der individuell unbekannten Vögel nicht zu klären.

Zusammenfassung

1. Von 1972-1975 wurden 235 "normale" nordwestdeutsche Vogelproben (Abb. 1) aus 35 Vogelarten auf DDT-, DDE-, z.T. auch 2-PCB, 4,4'-PCB-Rückstände analysiert.

2. Keine Probe kann als rückstandsfrei angesehen werden. 20-23 % aller Proben übersteigen die zulässigen Rückstandsmengen für Fleisch-Frischprodukte. Wasservögel haben höhere Rückstände als Land-, Standvögel (insbesonders Meisen) mehr Biocide als Zugvögel und Wintergäste. Die höchsten Rückstände treten bei

Riparia riparia und den Möwen L. argentatus, L. canus, L. ridibundus auf. Die niedrigsten Werte entfallen auf Finken- und Sperlingsvögel (Abb. 2, 3).

3. Konsumenten animalischer Nahrung sind stärker belastet als Arten mit überwiegend vegetabilischer/granivorer Ernährung (Abb. 2, 3).

4. Proben von Brutvögeln des Elbe-Mündungsgebiets und des Industriegebiets Hannover-Braunschweig, darin insbesonders der Industriestadt Peine zeigen maximale Rückstände (Tab. 2).

5. Die Anreicherung steigt normalerweise vom Ei bis zum Altvogel an. Ausnahmen bilden: frisch geschlüpfte Lachmöwen, diesjährige Uferschwalben (Tab. 2). Zusätzliche Einzelwerte werden mitgeteilt in Tab. 3 (DDT, DDE) und Tab. 4 (4,4'-PCB).

6. Die Diskussion legt u.a. nahe die dringend notwendige Ausweitung der Analysen auf weitere Biocide, die Bestimmung der hohen Pestizid-Belastung und ihrer Verursacher in städtisch-industriellen Siedlungsgebieten, den Einbezug größeren, detaillierten Probenmaterials.

7. Die intensivsten Kontaminationen entstehen mit hoher Wahrscheinlichkeit in Nordwestdeutschland, nicht im europäischen oder außereuropäischen Ausland. Welche physiologischen oder populationsdynamischen Prozesse in Nordwestdeutschland durch die Rückstände ausgelöst werden, läßt sich bei offen nicht erkennbaren Bestandsrückgängen der untersuchten Vogelarten (Ausnahme: Wanderfalke) noch nicht bestimmen.

Summary: Organochlorine residues (pesticides DDT, DDE, PCB) in Northwest German bird populations.

235 samples of 35 bird species collected 1972-75 in Northwest Germany were analysed by gaschromatography on DDT, DDE, randomly on 4,4'-PCB (Fig. 1).

There are no samples without residues; 20-23 % of the samples surpass the officially tolerable level of meat products. Waterbird species are more contaminated than landbird species; resident species, especially tits, more than migratory birds. Bank Swallows (Riparia riparia) and the gulls Larus argentatus, L. canus, L. ridibundus, breeding birds of the Elbe estuary and the industrial areas Hanover-Brunswick are characterized by the highest pesticide levels (Fig. 2, 3). A minimum is found in finches and sparrows. Canivorous/insectivorous species are more effected than herbivorous or granivorous birds (Fig. 2, 3), adult birds more than hatched or non-fledged ones. For exceptions see Table 2. Additional values of single bird samples are listed in Tab. 3 (DDT, DDE) and Tab. 4 (4,4'-PCB).

The sources of high contamination are to be sought in Northwest Germany, not outside the country. Nevertheless, there are extreme difficulties for evaluating negative effects in physiology or population dynamics because decreases in the bird species studied are not yet detectable.

Schrifttum

Ames, P.L. et al. (1972): Report of the Committee on conservation 1971-72. Auk 89: 872-878.

Bednarek, W. et al. (1975): Über die Auswirkungen der chemischen Umweltbelastung auf Greifvögel in zwei Probeflächen Westfalens. J. Orn. 116: 181-194.

Bejer-Petersen, B., P.R. Hermansen u. M. Weihe (1972): On the effects of insecticide spraying in forests on birds living in nest boxes. Dansk Orn. Foren Tiddskr. 66: 30-50.

Berthold, P. (1973): Fortschreitende Rückgangserscheinungen bei Vögeln: Vorboten des "Stummen Frühlings". Mitt. Max-Planck-Ges. H. 1, S. 18-33.

Conrad, B. (1976): Die Belastung der freilebenden Vogelwelt der Bundesrepublik Deutschland mit chlorierten Kohlenwasserstoffen und PCB und deren mögliche Auswirkungen. Diss. Köln.

Conrad, B. (1977): Die Giftbelastung der Vogelwelt Deutschlands. Vogelkdl. Bibliothek Bd. 5, p. 1-68. Greven.

Dierschke, F., u. H. Oelke (1979): Die Vogelbestände verbrannter niedersächsischer Kiefernforsten 1976 - ein Jahr nach der Waldbrandkatastrophe 1975. Vogelwelt 100: 26-44.

Dyck, J., K. Arevad u. M. Weihe (1972): Reproduction and pesticide residues in orchard passerine populations in Denmark. Dansk Orn. Foren. Tiddskr. 66: 30.

Eder, G., R.G. Schaefer, W. Ernst u. H. Goerke (1976): Chlorinated hydrocarbons in animals of the Skagerrak. Veröff. Inst. Meeresforsch. Bremerh. 16: 1-9.

Engelhardt, W. (1973): Umweltschutz. München.

Fellenberg, G. (1977): Umweltforschung. Berlin, Heidelberg, New York.

Gottschalk, C., u. G. Matthey (1975): Zum Gehalt chlororganischer Insektizide in Wildvögeln, Fledermäusen und Vogeleiern. Arch. Naturschutz und Landschaftsforsch. Berlin 15: 199-209.

Holt, G., u. J. Sakshaug (1978): Organochlorine insecticide residues in wild birds in Norway 1965-1967. Nord. Veter. Med. 20: 685-695.

Johnson, E.V., G.L. Mack & D.Q. Thompson (1976): The effects of orchard pesticide applications on breeding robins. Wils. Bull. 88: 16-35.

Joiris, C., M. Lauwereys u. A. Vercruysse (1977): PCB and organochlorine pesticides residues in eggs of birds prey collected in Belgium in 1972, 1973, 1974. Le Gerfaut 67: 447-458.

Koeman, J.H. (1975): The toxicological importance of chemical pollution for marine birds in the Netherlands. Vogelwarte 28: 145-150.

Koeman, J.H., u. R.H. Hadderingh (1973): Ausdauernde giftige Verunreinigungen in den Seeadlern (Haliaeetus albicilla) in der Bundesrepublik Deutschland. Jubiläumsausg. u. Jb. 1972-1973 Deutscher Falkenorden, p. 50-54.

Moreton, B.D., u. T.E. Kite (1975): DDT and birds in a Kentish orchard. Bird Study 22: 228-232.

Odsjö, T. (1975): Toxic chemicals in sedentary and migratory birds in Fennoscandia and the Baltic area. Ornis. Fenn. 52: 74-82.

Odsjö, T., u. J. Sondell (1977): Populationsutveckling och häckningsresultat hos brun kärrhök Circus aeruginosus i relation till förekomsten av DDT, PCB och kvicksilber. (Population development and breeding success in the Marsh Harrier Circus aeruginosus in relation to levels of DDT, PCB, and mercury). Vår Fågelvärld 36: 152-160.

Oelke, H. (1966): Singvogelverluste nach Anwendung des Insektizids Toxaphen? Beitr. Naturk. Nieders. 19: 38-39.

Oelke, H., u. S. Svensson (1978): Bestandsfluktuationen von Vogelbeständen: Der Deutsch-Schwedische Vogel-Monitorindex 1974-1976. Beitr. Avifauna Rheinland, H. 11: 33-43.

Poltz, W. (1975): Über den Rückgang des Neuntöters (Lanius collurio). Vogelwelt 96: 1-19.
Reynolds, L.M. (1971): Pesticide residue analysis in the presence of polychlorobiphenyls (PCB's). Residue Reviews 34: 27-57.
Sandermann, W. (1974): Polychlorierte aromatische Verbindungen als Umweltgifte. Naturwiss. 61: 207-213.
Schifferli, A. (1978): Rückstände von Pestiziden und PCB bei schweizerischen Haubentauchern Podiceps cristatus. Orn. Beob. 75: 11-18.
Schrader, A., u. C. Wittkop (1974): Die Lebenserwartung der Bevölkerung in bezug auf den Wohnort. Abiturjahresarbeit. Gr. Ilsede.
Thielcke, G. (1974): Umweltbelastung durch Gifte. Z. Allgemeinmedizin 50: 224-227.
Trommer, G. (1973): Die Pestizideinflüsse auf unsere heimischen Greifvögel und Eulen, Jubiläumsausg. u. Jb. 1972-1973 Deutscher Falkenorden, p. 40-49.
Vauk, G., u. H. Lohse (1978): Biocid-Belastung von Seevögeln sowie einiger Landvögel und Säuger der Insel Helgoland. Veröff. Übersee-Museum Bremen, Reihe E, Human-Ökologie Bd. 1: 3-27.
Ziegler, W., M. Königer u. P.R. Wallnöfer (1978): Gehalt an Umweltchemikalien (Organochlorverbindungen) in Amseleiern aus charakteristischen Biotopen. Anz. Schädlingskde., Pflanzenschutz, Umweltschutz 51: 145-148.

Anschrift der Verf.: Prof. Dr. Hans Oelke, 1. Zool. Institut, Berliner Str. 28, 3400 Göttingen; Prof. Dr. Harald Rüssel, Chem. Institut der Tierärztlichen Hochschule Hannover, Bischofsholer Damm 15, 3000 Hannover 1.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Beiträge zur Naturkunde Niedersachsens

Jahr/Year: 1980

Band/Volume: 33

Autor(en)/Author(s): Oelke Hans, Rüssel Harald A.

Artikel/Article: Chlorierte Kohlenwasserstoffe (Pestizide DDT, DDE, PCB) in freilebenden Vögeln Nord Westdeutschlands 29-43