

RESEARCH INSTITUTE OF TOXICOLOGY

University of Utrecht

C
1
0
7
7
870

Rijkswaterstaat
Rijksinstituut voor
Kust en Zee/RIKZ
bibliotheek



C-1077 870



MILIEUANALYTISCH ONDERZOEK
VISDIEFJES UIT DE TERNEUZEN KOLONIE
BROEDSEIZOEN 1994

project: WVO*TOETS

mei 1995



C-1077 070

MILIEUANALYTISCH ONDERZOEK
VISDIEFJES UIT DE TERNEUZEN KOLONIE

A.T.C. Bosveld
R. Nieboer
J. Mennen
M. van den Berg

Research Instituut Toxicologie/RITOX
Universiteit Utrecht
Yalelaan 2
Postbus 80.176
3508 TD Utrecht

Het in dit rapport beschreven onderzoek is uitgevoerd in opdracht van en gefinancierd door het Rijksinstituut voor Kust en Zee/ RIKZ van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Den Haag. project code: WVO*TOETS

MILIEUANALYTISCH ONDERZOEK VISDIEFJES UIT DE TERNEUZEN KOLONIE

Samenvatting

In het voorjaar 1994 is bij embryos en kuikens van de visdief (*Sterna hirundo*) in de Terneuzen kolonie (Westerschelde, Zeeland) een abnormaal hoge sterfte waargenomen. Uit microbiologisch onderzoek is niet gebleken dat deze sterfte veroorzaakt is door bijzondere virale of bacteriele infecties. Verhoogde contaminatie van het milieu werd eveneens als mogelijke verklaring voor de massale sterfte aangedragen. Om dit te onderzoeken zijn van vijf individuen de interne concentraties van een aantal milieutoxicologisch relevante polychloorbiphenylen (PCBs), polychloordibenzo-*p*-dioxinen (PCDDs) en polychloordibenzofuranen (PCDFs) bepaald. Uit deze analyses bleek dat de concentraties van deze stoffen tot 25x hoger waren dan in visdieven uit het Haringvliet. Uit eerder onderzoek is gebleken dat de kolonie in het Haringvliet tot de meest verontreinigde van de visdiefkolonies van Nederland behoort en dat bij de gevonden concentraties mogelijk effecten op groei en ontwikkeling op kunnen treden. De verklaring dat de abnormale sterfte van visdieven uit de Terneuzen kolonie veroorzaakt is door een verontreiniging met PCBs, PCDDs en PCDFs kan daarom niet uitgesloten worden.

INLEIDING

In het broedgebied bij Terneuzen is in het voorjaar 1994 een abnormale sterfte waargenomen onder visdieven. Bij een groot deel van de eieren is het embryo in het ei gestorven, veelal aan het eind van de ontwikkeling tijdens de pogingen om de eischaal te breken. Daarnaast zijn van het merendeel van de wel uitgekomen eieren de kuikens in de eerste weken gestorven. De symptomen waarvan een of meerdere waargenomen zijn bij de meeste zieke of dode jongen waren (Meininger en Strucker memo 21-6-94):

- een of beide ogen dicht met een vlies, rood ontstoken of met bloedingen, soms ook de omgeving van het oog.

- poten met donkerpaarse, soms bloederige vlekjes of vlekken; zwemvliezen leken vaak "aangevreten", soms ook delen van tibia en/of tarsus aangetast tot op het bot.

- vleugelpunten soms donkerbruin en veertjes samengeklonterd, of kaal.

- uitwerpselen kleverig en aan anus vastgekleefd. Hierdoor waren de jonge vogels vaak op de grond of aan het grind vastgeplakt.

De symptomen deden de waarnemers denken aan een infectie met parathyphus *Samonella typhimurium* (beschreven in Friend M. 1987). Verder is bij veldwaarnemingen (Meininger & Strucker) gebleken dat een aanzienlijk deel van de in de kolonie aanwezige eieren rot was of opmerkelijke "afplatingen" en kleurverschillen vertoonden. De waargenomen verschijnselen zijn niet waargenomen in voorgaande jaren waarin deze kolonie onderzocht is.

Vier verschillende visdiefkadavers zijn onderzocht op virale en bacteriologische infecties door de dienst Landbouwkundig onderzoek van het Instituut voor Veehouderij en Diergezondheid te Lelystad. De gebruikte testen waren negatief en de doodsoorzaak kon derhalve niet opgehelderd worden. Sectie van de kadavers heeft uitgewezen dat de magen leeg waren, de levers bleek en daardoor niet volledig te beoordelen, er rode vlekken op de zwemvliezen aanwezig waren en dat bij één individu de ogen onstoken waren (zie rapportage ID-DLO kenmerk 267080/DSU, 17 aug 1994). Naar analogie van symptomen die waargenomen zijn bij visetende vogels in het Grote Meren gebied in de Verenigde Staten en Canada kunnen mogelijk verhoogde contaminant gehalten ten grondslag liggen aan de in Terneuzen waargenomen effecten. Om een indruk te verkrijgen van de contaminant concentraties zijn een aantal eieren en kuikens uit de kolonie verzameld voor chemisch analytisch onderzoek.

MATERIAAL EN METHODEN

Op 21 juni 1994 zijn 2 eieren, 2 dood gevonden kuikens, en 2 (zieke) levend gevonden kuikens voor nader onderzoek uit de Terneuzen kolonie meegenomen. Het materiaal is ingevroren en getransporteerd naar het RITOX voor nader chemisch analytisch onderzoek.

Beschrijving aangeleverd materiaal

Ei, aangepikt en met een volgroeid embryo dat voor de helft weggevreten was door wormen. De wormen zijn uit het materiaal verwijderd en de eischaal is verwijderd. Het resterende materiaal is in zijn geheel gehomogeniseerd voor verdere residue analyse.

Monstercode: **T1**.

Ei, niet aangepikt en met een gedeeltelijk ontwikkeld embryo. Veren waren al wel gevormd maar kuiken vormen waar niet waar te nemen (deels vergaan). De volledige inhoud van het ei is gehomogeniseerd voor verdere residue analyse.

Monstercode: **T2**.

Kuiken, dood gevonden en met de volgende kenmerken: (1) wond op de plaats van dooier insluiting, (2) lever met zwarte rand; galblaas niet te vinden; (3) restant van dooierzak niet in kuiken aanwezig (dooierzak heeft waarschijnlijk bij uitkomst nog buiten het lichaam gezeten en is eraf getrokken/gegeten??).

De lever is geïsoleerd voor verdere residue analyses.

Monstercode: **T3**.

Kuiken, dood gevonden. Vertoonde geen zichtbare uit- of inwendige afwijkingen. De lever is geïsoleerd voor verdere residue analyses.

Monstercode: **T4**.

Kuiken, levend gevonden. Geen zichtbare afwijkingen. De lever is geïsoleerd voor verdere residue analyse.

Monstercode: **T5**.

Kuiken, levend gevonden. Geen zichtbare afwijkingen. De lever is geïsoleerd voor verdere residue analyses.

Monstercode: **T6**.

Residue analyse

De monsters T1 t/m T6 zijn gevriesdroogd en soxhlet-geëxtraheerd met dichloormethaan gedurende 24 uur. Het extract is gefractioneerd met behulp van een carbosphere kolom. Hierbij is een scheiding gemaakt tussen PCDDs en PCDFs (fractie I), planaire non-*ortho* PCBs (fractie II), en niet planaire mono- en multi-*ortho* PCBs (fractie III). Fractie I is vervolgens opgezuiverd met behulp van aluminiumoxide kolomchromatografie. Fractie II is gezuiverd met behulp van aluminiumoxide kolomchromatografie gevolgd door HPLC pyrenyl-ethyl kolomchromatografie. Fractie III is gezuiverd met behulp van een florisil kolom. De

gezuiverde monsters zijn opgenomen in hexaan en vervolgens geanalyseerd. PCDDs, PCDFs en NO-PCBs zijn geanalyseerd met behulp van een Carlo Erba QMD 100 Gaschromatograaf met massa spectrometer. Hierbij is in de GC een DB5 60 m kolom (J&W) gebruikt en voor de MS een negatieve chemische ionisatie (NCI). Voor de PCDDs en PCDFs analyses is het temperatuurverloop als volgt geprogrammeerd: 120°C; 1 min, 30°C/min to 250°C, 55 min at 250°C. Bij de analyse van de NO-PCBs is gestart bij een temperatuur van 80°C, vervolgens met 10°C/min naar 250°C, en 15 min op 250°C constant. De MO- en DO-PCBs zijn geanalyseerd met behulp van een Carlo Erba 536 gaschromatograaf met een DB5 60 m kolom (J&W) en een ⁶³Ni electron capture detector. De gebruikte opzuivering- en analyse-methoden zijn gedetailleerd beschreven in Bosveld *et al.* (1993, 1995).

Toxische Equivalenten

Toxische Equivelenten (TEQs) zijn berekend met behulp van de toxische equivalentie factoren (TEFs) gebaseerd op voornamenlijk zoogdierstudies (S-TEFs; Safe 1994) en met behulp van TEFs gebaseerd op vogelstudies (C-TEF; Bosveld *et al.* 1994). De gebruikte S-TEFs zijn: 2,3,7,8-TCDD = 1, 2,3,7,8-TCDF = 0.1, 1,2,3,7,8-PeCDF = 0.05, 2,3,4,7,8-PeCDF = 0.5, 1,2,3,7,8-PeCDD = 0.5, alle HxCDFs, HxCDDs, and HpCDFs = 0.1, HpCDD = 0.01, OCDF and OCDD 0.001. De gebruikte C-TEFs: 2,3,7,8-TCDD = 1, 2,3,7,8-TCDF = 0.9, 1,2,3,7,8-PeCDF = 0.3, 2,3,4,7,8-PeCDF = 1.1, 1,2,3,7,8-PeCDD = 1.2, 1,2,3,4,7,8-HxCDF = 0.01, 1,2,3,6,7,8-HxCDF = 0.4, 2,3,4,6,7,8-HxCDF = 0.1, 1,2,3,7,8,9-HxCDF = 0.1, 1,2,3,4,7,8-HxCDD = 0.05, 1,2,3,4,6,7,8-HpCDF = 0.1, 1,2,3,4,7,8,9-HpCDF = 0.1, 1,2,3,4,6,7,8-HpCDD = 0.001, OCDF and OCDD = 0.001. Bij de berekening van de totale TEQ concentratie in een monster is voor die congenere waarvan de concentratie lager was dan de detectielimiet de helft van de detectielimiet als congenerconcentratie genomen.

De TEF waarden die voor de TEQ berekening van de dioxineachtige PCBs zijn gebruikt, zijn: S-TEFs: PCB #77 = 0.01, #126 = 0.1, #169 = 0.05, #105 = $1 \cdot 10^{-3}$, #118 = $1 \cdot 10^{-4}$, #156 = $4 \cdot 10^{-4}$, #157 = $3 \cdot 10^{-4}$, #167 = XXX. De gebruikte C-TEFs zijn: PCB #77 = 0.02, #126 = 0.1, #169 = 0.001, #105 = $5 \cdot 10^{-5}$, #118 = $4 \cdot 10^{-6}$, #156 = $6 \cdot 10^{-5}$, #157 = $7 \cdot 10^{-5}$, #167 = $3 \cdot 10^{-6}$.

RESULTATEN*Sectiegewichten*

De gewichten van de aangeleverde kuikens varieerde van 9.3 tot 14.7 g. De levergewichten varieerden van 494 tot 906 mg. In drie van de vier kuikens was het restant van de dooier nog aanwezig. Bij het vierde kuiken was de buikholte nog geopend. De resultaten per individu zijn weergegeven in tabel 1. De vet gehalten van de eieren en de levers zijn bepaald aan de hand van het ingedroogde soxhlet extracten en weergegeven in tabel 2.

Tabel 1. Sectie gewichten

nr.	monster	totaal gewicht (g)	lever (g)	rel lever gew (%)	dooier (g)
T1	ei	8.4	-		-
T2	ei	10.0	-		-
T3	kuiken	9.3	0.494	5.3%	-
T4	kuiken	12.3	0.558	4.4%	0.180
T5	kuiken	14.7	0.906	6.2%	0.140
T6	kuiken	10.9	0.441	4.0%	0.093

Tabel 2. Vetgewichten van monsters

nr	monster	gewicht	vetgewicht	vetpercentage
T1	ei	8.345	0.772	9.25
T2	ei	9.992	1.4216	14.23
T3	lever	0.494	0.0526	10.64
T4	lever	0.558	0.0423	7.58
T5	lever	0.906	0.0555	6.12
T6	lever	0.441	0.0379	8.60

PCDDs en PCDFs

Van de 2,3,7,8-gesubstitueerde PCDDs en PCDFs konden 2,3,7,8-TCDF, 1,2,3,7,8-PeCDF, 2,3,4,7,8-PeCDF, 1,2,3,4,7,8-HxCDF, 1,2,3,6,7,8-HxCDF, 2,3,4,6,7,8-HxCDF, en 1,2,3,4,6,7,8-HpCDF in alle monsters gedetecteerd worden. In de eieren (T1 en T2) konden ook 2,3,7,8-TCDD, 2,3,4,7,8-PeCDD, en OCDD gedetecteerd worden. 1,2,3,7,8,9-HxCDF is alleen gedetecteerd in één ei (T2) en één lever (T4). OCDF is gedetecteerd in drie levers (T3, T4, T5, T6). De concentraties van de individuele monsters zijn weergegeven op basis van natgewicht (Tabel 3) en op basis van vetgewicht (Tabel 4). De PCDD/F concentraties in de levers bleken in het algemeen een factor 10 hoger te zijn dan de concentraties die gemeten zijn in de eieren.

Tabel 3. PCDD and PCDF concentraties in pg/g nat gewicht.

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
2378 TCDF	9.7	6.1	82	49	nd (22)	52
2378 TCDD	5.2	2.8	nd (26)	nd (47)	nd (106)	25
12378 PeCDF	1.9	1.5	24	19	10	21
23478 PeCDF	11.2	8.2	79	52	31	63
23478 PeCDD	5.0	2.1	nd (19)	nd (26)	nd (11)	nd (21)
123478 HxCDF	2.7	2.2	32	25	13	29
123678 HxCDF	2.0	1.5	22	11	7	13
234678 HxCDF	1.6	1.3	19	8	5	8
123789 HxCDF	nd (0.9)	0.6	nd (12)	4	nd (7)	nd (11)
123478 HxCDD	nd (1.1)	nd (1.6)	nd (70)	nd (11)	nd (11)	nd (39)
123678 HxCDD	nd (1.4)	nd (1.9)	nd (19)	nd (7)	nd (15)	nd (12)
123789 HxCDD	nd (1.6)	nd (0.9)	nd (72)	nd (15)	nd (13)	nd (42)
1234678 HpCDF	0.6	0.5	6	5	4	8
1234789 HpCDF	nd (0.5)	nd (0.2)	nd (17)	nd (2)	nd (2)	nd (4)
1234678 HpCDD	nd (3.5)	nd (5.1)	nd (54)	nd (59)	nd (39)	nd (100)
OCDF	nd	nd	nd	18 (±)	11 (±)	23 (±)
OCDD	14.2	14.5	nd (183)	nd (98)	nd (45)	nd (93)
Σ S-TEQ	15	10	87	70	78	81
Σ C-TEQ	34	21	212	154	103	171

Note: nd = niet gedetecteerd. Detectiegrens aangegeven tussen haakjes,

Tabel 4. PCDD and PCDF concentraties on pg/g vet gewicht.

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
2378 TCDF	106	42	774	643	nd (363)	602
2378 TCDD	56	19	nd (247)	nd (619)	nd (1734)	290
12378 PeCDF	21	10	227	246	169	249
23478 PeCDF	123	57	747	691	503	730
23478 PeCDD	54	15	nd (178)	nd (337)	nd (177)	nd (239)
123478 HxCDF	30	15	302	331	204	332
123678 HxCDF	21	11	203	150	112	153
234678 HxCDF	17	9	181	110	88	98
123789 HxCDF	nd (9)	4	nd (111)	nd (55)	nd (110)	nd (129)
123478 HxCDD	nd (12)	nd (11)	nd (656)	nd (141)	nd (182)	nd (452)
123678 HxCDD	nd (15)	nd (13)	nd (178)	nd (96)	nd (251)	nd (140)
123789 HxCDD	nd (17)	nd (6)	nd (673)	nd (195)	nd (204)	nd (486)
1234678 HpCDF	6	3	57	69	57	90
1234789 HpCDF	nd (6)	nd (2)	nd (156)	nd (30)	nd (34)	nd (51)
1234678 HpCDD	nd (38)	nd (36)	nd (508)	nd (776)	nd (631)	nd (1162)
OCDF	nd	nd	nd	236 (±)	180 (±)	264 (±)
OCDD	154	102	nd (1728)	nd (1300)	nd (732)	nd (1084)
Σ S-TEQ	169	67	813	928	1270	937
Σ C-TEQ	372	149	1995	2028	1679	1983

Note: nd = niet gedetecteerd. Detectiegrens aangegeven tussen haakjes.

Non-ortho PCBs

De non-ortho PCBs #77, #126 en #169 zijn geanalyseerd. Ook bij deze contaminanten bleek de concentratie in de levers (T3, T4, T5, T6) ongeveer een factor tien boven de concentraties in de eieren (T1, T2) te liggen. De concentraties van de individuele monsters zijn weergegeven in tabel 5 en 6.

Tabel 5. NO-PCB concentraties in ng/g nat gewicht

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
PCB 77 ¹	15.98	16.40	294.34	256.60	165.71	347.42
PCB 126	1.80	1.17	8.33	6.79	5.12	9.88
PCB 169	0.25	0.13	2.40	0.66	0.81	1.12
Σ S-TEQ	0.337	0.288	3.896	3.279	2.209	4.519
Σ C-TEQ	0.494	0.445	6.721	5.813	3.825	7.939

Tabel 6. NO-PCB concentraties in ng/g vet gewicht

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
PCB 77 ¹	172.78	115.26	2766.05	3386.10	2706.31	4040.69
PCB 126	19.45	8.23	78.24	89.57	83.68	114.88
PCB 169	0.27	0.91	22.55	8.72	13.17	13.03
Σ C-TEQ	3.686	2.021	36.612	43.254	36.090	52.546
Σ C-TEQ	5.401	3.129	63.168	76.688	62.507	92.315

Mono- en Di-ortho PCBs

De mono-ortho PCBs #105, #118, #156, #157 en #167 en de di-ortho PCBs #101, #138, #153 en #180 zijn geanalyseerd. De onderlinge verhoudingen van deze congenere kwamen sterk overeen in de verschillende monsters. De individuele concentraties zijn weergegeven in Tabel 7 t/m 10.

Tabel 7. MO-PCB concentraties in ng/g nat gewicht

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
PCB 105	34	4	115	117	79	163
PCB 118	196	111	323	364	289	626
PCB 156	28	14	58	65	44	133
PCB 157	7	3	15	14	10	32
PCB 167	20	12	44	45	29	97
Σ S-TEQ	0.073	0.025	0.188	0.198	0.137	0.317
Σ C-TEQ	0.005	0.002	0.012	0.012	0.009	0.021

Tabel 8. MO-PCB concentraties in ng/g vet gewicht

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
PCB 105	372	25	1082	1550	1295	1894
PCB 118	2118	778	3038	4797	4721	7275
PCB 156	302	101	541	858	716	1546
PCB 157	72	25	143	190	157	368
PCB 167	221	82	418	588	479	1124
Σ S-TEQ	0.793	0.175	1.770	2.607	2.244	3.687
Σ C-TEQ	0.051	0.012	0.110	0.163	0.139	0.246

Tabel 9. DO-PCB concentraties in ng/g nat gewicht

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
PCB 101	77	44	91	199	210	194
PCB 138	567	311	1084	1205	889	2261
PCB 153	837	462	1592	1790	1182	3278
PCB 180	235	138	675	844	413	1751

Tabel 10. DO-PCB concentraties in ng/g vet gewicht

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
PCB 52	2	4			57	
PCB 101	834	310	855	2624	3424	2257
PCB 138	6133	2183	10191	15905	14519	26299
PCB 153	9043	3246	14958	23619	19311	38121
PCB 180	2545	971	6345	11137	6744	20361

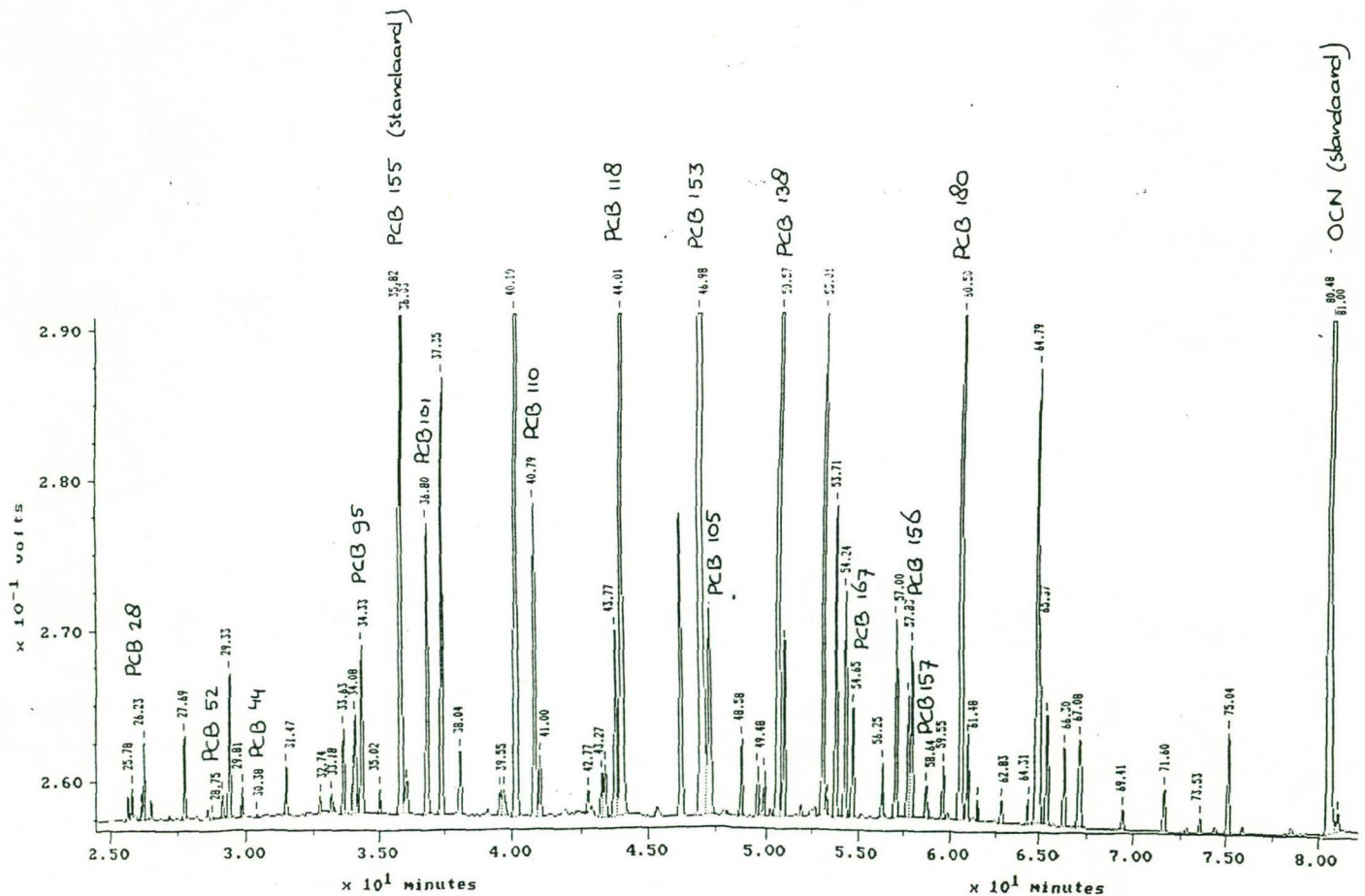


Fig. 4. GC-ECD chromatogram van monster T1.

DISCUSSIE

Bij de verzamelde kuikens was nog een deel van de dooierzak (gemiddeld 138 mg) aanwezig in de buikholte. Dit duidt erop dat de kuikens maximaal enkele dagen oud waren. Het gemiddelde gewicht van de gevonden kuikens lag echter 19% onder het gemiddelde gewicht van normaal ontwikkelde kuikens direct na het uitkomen zoals waargenomen bij kuikens uit de Terneuzen kolonie die in het laboratorium uitgebroed zijn in een eerdere studie (Bosveld *et al.* 1994). Het gemiddelde levergewicht van de kuikens was 600 mg en lag in tegenstelling tot het gemiddelde kuikengewicht ruim boven het gemiddelde levergewicht van 394 mg zoals gevonden bij normale net uitgekomen kuikens uit deze kolonie in het broedseizoen van 1991 (Bosveld *et al.* 1994). Het relatieve levergewicht van de verzamelde kuikens was twee keer zo groot als het relatief levergewicht van eerstedag kuikens uit de Terneuzen kolonie in 1991 (5.0% en 2.7% respectievelijk). Leververgroting kan een veelheid van verschillende oorzaken hebben. Eén van de mogelijke oorzaken is blootstelling aan toxische stoffen.

Wanneer de gemiddelde concentraties van de individuele PCDD en PCDF congenereën in de levers van de verzamelde kuikens vergeleken worden met de concentraties zoals gemeten in levers van 3 weken oude visdieven uit het Haringvliet (Bosveld *et al.* in prep) blijkt dat het congener patroon sterk overeen komt, maar dat de concentraties in de Terneuzen visdieven ongeveer twee keer zo hoog zijn dan in de Haringvliet visdieven (zie Fig. 1). In grote lijnen komt dit patroon ook overeen met het patroon zoals waargenomen in dooiers van eerstedag kuikens uit de Terneuzen kolonie die in 1991 verzameld zijn (Bosveld *et al.* 1994).

Bij beschouwing van de congener patronen van de PCBs blijkt dit ook sterk overeen te komen met het patroon zoals waargenomen in dezelfde kolonie in 1991 (Fig. 2). Daarnaast vertoonde het ook sterke overeenkomsten met het patroon waargenomen bij kuikens uit het Haringvliet verzameld tijdens hetzelfde broedseizoen. Bij deze latere groep gaf alleen het relatieve voorkomen van PCB 105 een duidelijk afwijkend beeld te zien. De overeenkomende patronen geven aan dat voor wat betreft de gechlloreerde aromatische koolwaterstoffen geen sprake is van een uitzonderlijke bron waarnaar de contaminant patronen in de visdieven herleid kunnen worden. De sterke overeenkomst met patronen eerder gevonden en voorkomend op andere lokaties doet vermoeden dat hier sprake is van een belasting met PCDDs, PCDFs en PCBs ten gevolge van indirecte blootstelling aan rivierslib met daarin de gebruikelijk waargenomen contaminanten.

Wanneer een vergelijk gemaakt wordt met de visdieven uit diverse kolonies op grond van contaminantconcentraties valt wel een groot verschil waar te nemen tussen de hier onderzochte visdief kuikens en de kuikens die eerder onderzocht zijn. Een direct vergelijk tussen de lever concentraties zoals nu gemeten en de dooier concentraties zoals in 1991 bij Terneuzen visdieven gemeten is niet mogelijk door het ontbreken van dooier-lever extrapolatie factoren. Uit de 1991 studie is echter vast komen te staan dat PCB concentraties in visdieven uit het Haringvliet tot ruim twee keer zo hoog waren dan de concentraties in visdieven uit Terneuzen. Wanneer de Terneuzen kuikens uit 1994 vergeleken worden met drie weken oude kuikens uit de Haringvliet kolonie, blijken de leverconcentraties in de Terneuzen kolonie 4 tot 24 keer hoger te liggen (Fig. 3).

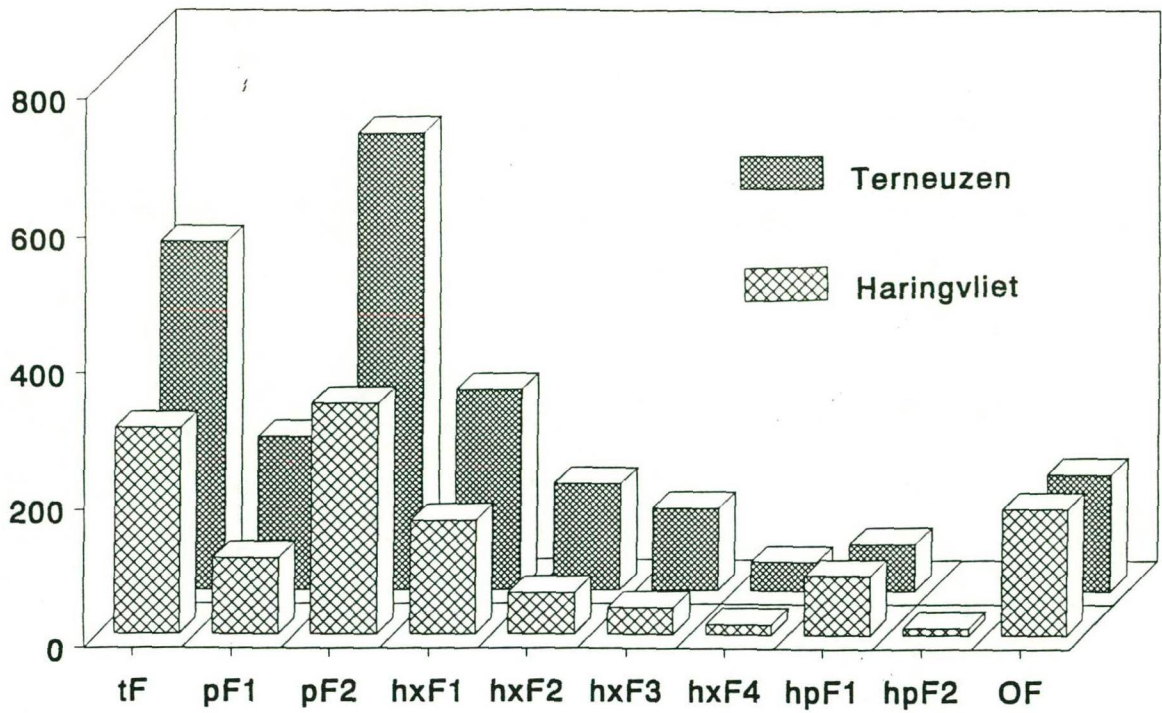


Fig. 1. PCDD en PCDF concentraties in lever van visdief uit de Terneuzen en Haringvliet kolonie in 1994. tF=2,3,7,8-TCDF; pF1=1,2,3,7,8-PeCDF; pF2=2,3,4,7,8-PeCDF; hxF1=1,2,3,4,7,8-HxCDF; hxF2=1,2,3,6,7,8-HxCDF; hxF3=2,3,4,6,7,8-HxCDF; hxF4=1,2,3,7,8,9-HxCDF; hpF1=1,2,3,4,6,7,8-HpCDF; hpF2=1,2,3,4,7,8,9-HpCDF; OF=1,2,3,4,6,7,8,9-OCDF.

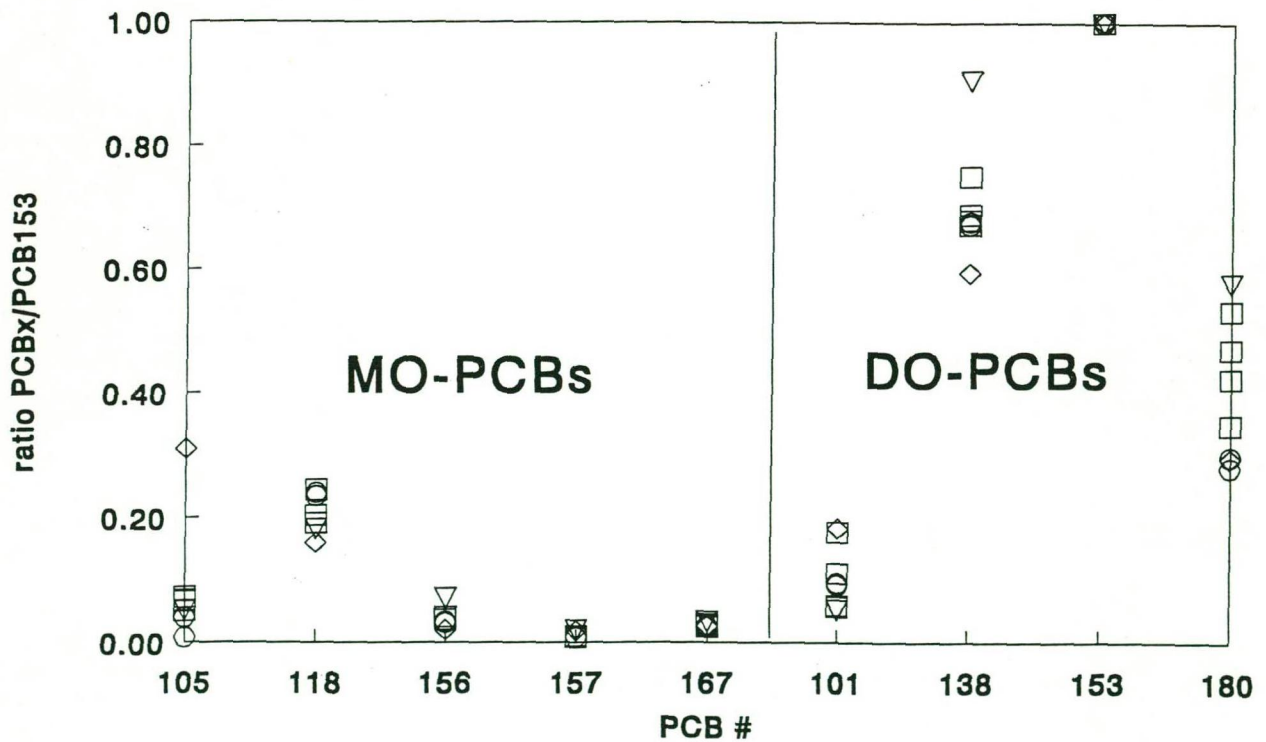


Fig. 2. Relatieve PCB concentraties uitgedrukt als ratio t.o.v. PCB 153. ○ Terneuzen '94 ei; □ Terneuzen '94 lever; ▽ Terneuzen '91 dooier; ◇ Haringvliet '94 lever.

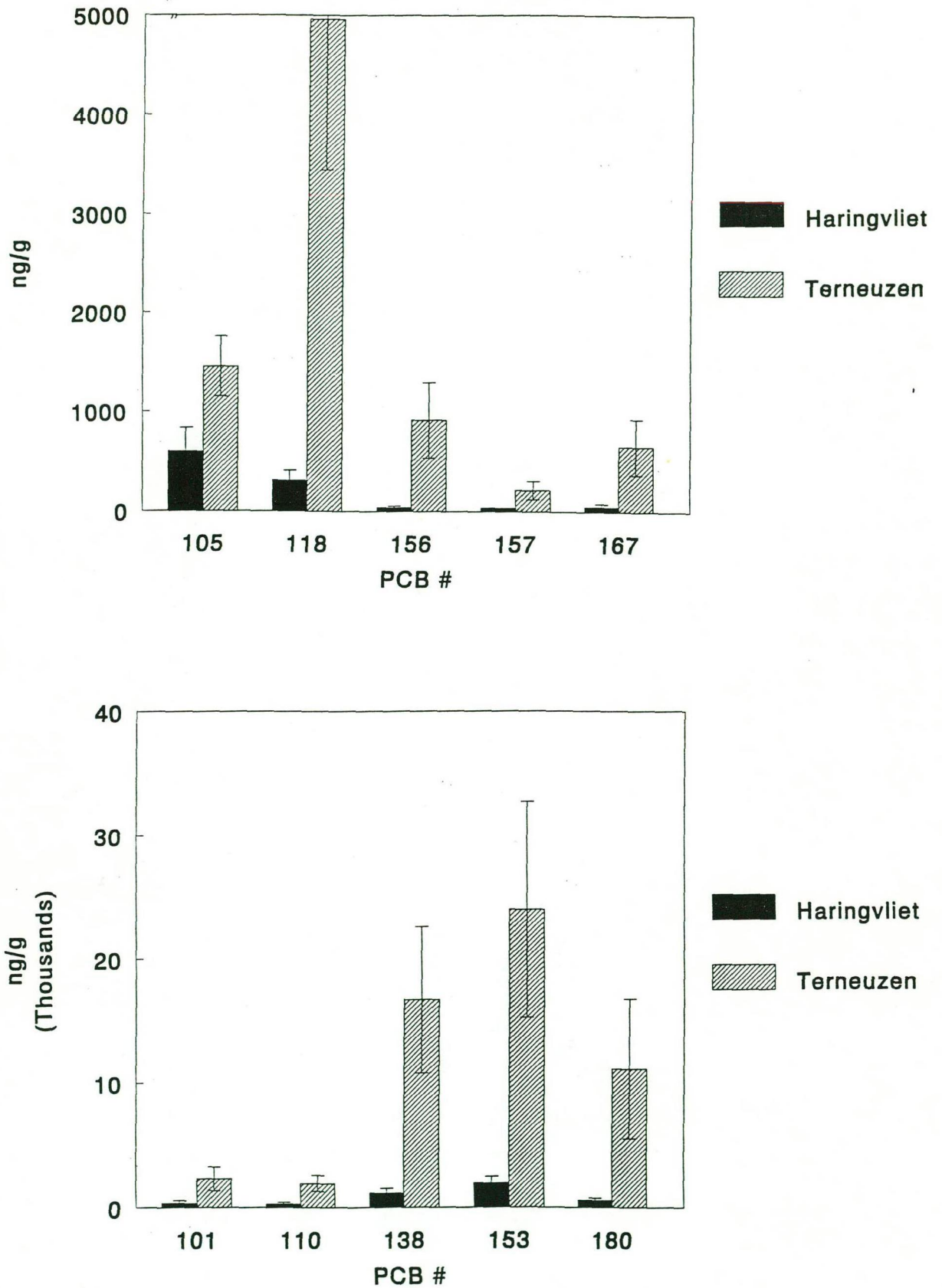


Fig. 3. PCB concentraties (natgewicht) in lever van visdief kuikens uit de Terneuzen en uit de Haringvliet kolonie in 1994. A) *mono-ortho* PCBs. B) *di-ortho* PCBs.

In tegenstelling tot de verschillen die gevonden worden tussen de leverconcentraties worden maar zeer geringe verschillen gevonden tussen de concentraties in de Terneuzen eieren (op basis van vetgewicht) en gerapporteerde PCB concentraties in visdief eieren uit de Saeftinge kolonie in 1988 (Stronkhorst 1992). De reden voor deze verschillen is niet duidelijk.

Op basis van de gevonden concentraties in de levers kan niet uitgesloten worden dat de waargenomen abnormale sterfte mede veroorzaakt is door een verhoogde concentratie PCDDs, PCDFs en PCBs. Gezien het feit dat het congener patroon voor zowel de PCDDs, PCDFs en PCBs overeenkomt met het patroon dat in normale achtergrond blootstellingen waar genomen wordt, is het niet waarschijnlijk dat de verhoogde concentraties veroorzaakt zijn door een specifieke lozing. Meer waarschijnlijk is dat de verhoogde concentraties veroorzaakt zijn door eventuele baggerwerkzaamheden of slibdumpingen in het gebied stroomgebied boven de Westerschelde.

Bij berekening van de totale TEQ concentraties in het verzamelde materiaal, blijkt de lever gemiddeld 2004 pg TEQ/g natgewicht te bevatten. In een voorgaande studie waarin visdief kuikens gevoed zijn met kunstmatig verontreinigde vis traden duidelijke effecten op enzyminductie en mogelijk effecten op de groei en ontwikkeling op bij kuikens die gevoerd waren met vis waaraan 1 ng PCB 126/g aan toegevoegd was. De PCB 126 concentraties in de levers van de blootgestelde kuikens bedroeg 17 ng/g (natgewicht), overeenkomend met 1700 pg TEQ/g. Op grond van een vergelijking van deze concentratie met de 2004 pg TEQ/g die gemeten is in de levers van de kuikens uit Terneuzen, is bij deze laatste kuikens een effect van de blootstelling aan PCDDs, PCDFs en PCBs te verwachten (zie Tabel 11).

Tabel 11. S-TEQ concentraties. Concentraties zijn in pg/g nat gewicht (concentraties in pg/g vetgewicht vermeld tussen haakjes).

	Lever	Ei
Σ TEQ _{PCDD/F}	56±37 (826±627)	12±4 (118±72)
Σ TEQ _{NO-PCB}	1738±2124 (21063±24919)	312±35 (2854±1177)
Σ TEQ _{MO-PCB}	210±76 (2577±816)	49±34 (484±437)
Σ TEQ _{totaal}	2004 (24466)	373 (3456)

CONCLUSIES en AANBEVELINGEN VOOR VERDER ONDERZOEK

De resultaten van het residue onderzoek geven aan dat PCDD, PCDF en PCB concentraties in de lever van visdiefkuikens uit de Terneuzen kolonie in 1994 op een relatief hoog niveau. De TEQ concentraties bleken ± 4 x hoger te zijn dan de TEQ concentraties in de levers van 3 week oude visdiefkuikens uit het Haringvliet. Deze relatief hoge concentraties **kunnen** mede de oorzaak geweest zijn van de abnormale sterfte die waargenomen is in de Terneuzen kolonie.

Om een eenduidig verband tussen contaminatie en waargenomen afwijkingen aan te kunnen tonen is nader onderzoek nodig. De volgende aanpak wordt hierbij voorgesteld.

- * Verzamel eieren uit de Terneuzen kolonie en uit twee referentie kolonies (Zeewolde, laag verontreinigd; Haringvliet, hoog verontreinigd)
- * Uitgebroeden in laboratorium om mogelijke effecten van fysieke en biologische omgevingsfactoren uit te schakelen.
- * Beoordeling van eerstedag kuikens aan de hand van morfologische en biochemische kenmerken.
- * Bepaling van PCDD, PCDF en PCB concentraties in levers van visdieven uit de verschillende gebieden

LITERATUUR

Bosveld, A.T.C., Gradener, J., Van Kampen, M., Murk, A.J., Evers, E.H.G. and Van den Berg, M. 1993. Occurrence and effects of PCBs, PCDDs and PCDF in hatchlings of the Common tern (*Sterna hirundo*). *Chemosphere* 27:419-427.

Bosveld, A.T.C. and Van den Berg, M. 1994. Effects of polychlorinated biphenyls, dibenzo-p-dioxins, and dibenzofurans on fish-eating birds. *Environ. Rev.* 2:147-166.

Bosveld, A.T.C., Gradener, J., Murk, A.J., Brouwer, A., Van Kampen, M., Evers, E.H.G. and Van den Berg, M. 1995. Effects of PCDDs, PCDFs and PCBs in common tern (*Sterna hirundo*) breeding in estuarine and coastal colonies in the Netherlands and Belgium. *Environ. Toxicol. Chem.* 14:99-115.

Friend M. (ed) 1987. Field guide to wildlife diseases. US Fish and Wildlife Service Resource Publication 167. pp. 101-106)

Safe, S. 1994. Polychlorinated biphenyls (PCBs): Environmental impact, biochemical and toxic responses, and implications for risk assessment. *Crit. Rev. Toxicol.* 24(2):87-149.

Stronkhorst 1992. PCBs and the common tern (*Sterna hirundo*) in the Dutch delta: Contamination, reproductive success and population trends. Report DGW-93.008. Ministry of Transport, Public Works, and Water Management. Directorate-General for Public Works and Water Management, Tidal Waters Division. Den Haag, The Netherlands.

Yalelaan 2, P.O. Box 80.176, NL-3508 TD Utrecht, The Netherlands
Telephone **31-30535400, Telefax **31-30510964