

notitie GWAO-90.10086

Yolanda A. Eys

aan :

DE ECOTOXICOLOGISCHE BETEKENIS VAN
GEHALTES VAN MICROVERONTREINIGINGEN
IN WATERVOGELS VAN DE WESTERSCHELDE

van :

datum :

onderwerp :

November 1990

mod, est, west, brog, omi, meta, tox, calc

Voorwoord

Dit literatuuronderzoek is uitgevoerd in de zomermaanden 1990 bij de Dienst Getijdewateren in Den Haag. Daar werd ik begeleid door John Schobben, die mij de nodige inspiratie en informatie gaf. Bij deze mijn hartelijke dank voor de geboden kans om een onderzoek buiten de Vrije Universiteit te doen. Ik wil Nico van Straalen bedanken dat hij als contactdocent van de Vrije Universiteit wilde optreden.

In dit onderzoek zijn effectconcentraties van microverontreinigingen afkomstig uit de literatuur vergeleken met gemeten concentraties in de Westerschelde. Hierdoor konden de gevonden effectconcentraties gekoppeld worden aan de gemeten concentraties en was een uitspraak mogelijk over de te verwachten effecten bij watervogels in de Westerschelde. Dit was alleen mogelijk doordat Joost Stronkhorst van DGW-Middelburg mij in een vroeg stadium over zijn gegevens liet beschikken. Ik wil hem daarvoor bedanken en hoop dat deze notitie ook voor hem haar nut bewijst.

behoort bij: notitie GWAO-90.10086
datum: november 1990
bladnr: 2

SAMENVATTING

In deze notitie wordt getracht een oecotoxicologische beoordeling te formuleren van mogelijke effecten van microverontreinigingen op watervogels die voorkomen in de Westerschelde. Hiervoor is het nodig om toxiciteitsgegevens te vergelijken met in de Westerschelde gemeten concentraties. Omdat er nauwelijks dosis-effectrelaties van watervogels in de Westerschelde zijn onderzocht worden de benodigde effectconcentraties uit de literatuur gehaald. De toxiciteitsgegevens uit de artikelen (verkregen door een literatuursearch in drie bestanden) zijn samengevat in tabel 2.1 (pagina 8). Die kunnen vervolgens vergeleken worden met gemeten concentraties in vogels, voedsel en eieren. Deze metingen, uitgevoerd door de Dienst Getijdewateren, betreffen met name de volgende stoffen; PAK's, PCB's, Lindaan, Kwik, Koper, Zink, Chroom, Nikkel, Lood en Cadmium.

Hoewel de tabel behoorlijk uitgebreid is, moet er kritisch naar gekeken worden. Zo zijn van een aantal belangrijke groepen vogels (bijvoorbeeld steltlopers) geen toxiciteitsgegevens bekend. Een groot verschil met de 'standaard' aquatische toetsen is dat bij vogel toxiciteitsonderzoek weinig testconcentraties gebruikt worden. Dit zorgt voor een grote range tussen de No Observed Effect Concentration (NOEC) en de Lowest Observed Effect Concentration (LOEC). Bovendien is de diversiteit in de opzet van de onderzoeken zeer groot, zodat vergelijken van verschillende resultaten moeilijk wordt. Zo is er verschil in geanalyseerde media (voedsel, eieren, verschillende organen, etc.), parameters (groei, sterfte, reproductie, gedrag, afwijkingen), blootstelling (via voedsel, injectie en applicatie) en experimentele condities (veld, semi-velde en laboratorium). Vervolgens zijn de soorten waarvan toxiciteitsparameters bekend zijn, andere soorten dan waarvan de concentraties in de Westerschelde gemeten zijn.

Toch kan aannemelijk gemaakt worden dat de huidige PCB- en in mindere mate kwik-concentraties zo hoog zijn dat effecten op vogels verwacht mogen worden. Voor de stoffen koper, nikkel, chroom, cadmium en lindaan blijven de gemeten concentraties onder de laagste NOEC, zodat effecten niet verwacht worden. Hierbij is slechts gebruik gemaakt van effectgegevens van één of twee vogelsoorten per stof, zodat de laatste uitspraak met veel onzekerheid omkleed is. Voor de stoffen zink, lood en vooral PAK's zijn geen uitspraken mogelijk, omdat niet genoeg effectgegevens voor handen zijn. Het moge duidelijk zijn dat eerder genoemde factoren echter voor een grote onzekerheid van de oecotoxicologische beoordeling zorgen.

Gericht onderzoek in de Westerschelde naar dosis-effectrelaties bij watervogels is gewenst. Dit vergroot de mogelijkheid om nauwkeurige risicoschattingen te formuleren van effecten die optreden door te hoge concentraties van contaminanten bij watervogels in de Westerschelde. Het onderzoek zou zich uit praktisch oogpunt moeten richten op het uitbroeden van eieren en het opkweken van kuikens.

behoort bij: notitie GWAO-90.10086
datum: november 1990
bladnr: 3

INHOUD

Voorwoord	1
Samenvatting	2
1 Inleiding	4
2 Effectconcentraties	5
2.1 Criteria voor effectgegevens	5
2.2 Effectconcentraties op basis van concentraties in voedsel, lever en ei	7
3 Risicoschatting	19
3.1 Herkomst gemeten concentraties	19
3.2 Toegepaste berekeningen	20
3.3 Vergelijking van gemeten concentraties en effectconcentraties	23
4 Discussie	32
4.1 Commentaar op de risicoschatting	32
4.2 Commentaar op de gebruikte onderzoeken	34
5 Slotconclusies	38
6 Literatuur	40
Bijlage: Verklaring latijnse vogelnamen	46

behoort bij: notitie GWAO-90.10086
datum: november 1990
bladnr: 4

1 INLEIDING

De Westerschelde is een estuarium waarvan de belasting van organische microverontreinigingen groot is (Beleidsplan Westerschelde 1989). Uit onderzoek naar gehalten van zware metalen en organische microverontreiniging in sediment van diverse lokaties neemt het Westerschelde estuarium een hoge plaats in die alleen overtroffen wordt door concentraties in havens en sedimentatiebekkens zoals het Haringvliet (Bruggeman et al, 1988 en Rozema & Otte, 1988). Bovenstaande maakt de Westerschelde tot een relatief zeer verontreinigd gebied, waarin het van belang is om de mogelijke effecten van persistente toxische stoffen aan te kunnen geven.

De effecten zullen vooral aangrijpen op de natuurfunctie. Eén van de natuurfuncties van de Westerschelde is het verblijf van vele soorten vogels. Het intergetijdegebied fungeert als broed-, foerageer-, overwinterings- en doortrekgebied. Voor 21 vogelsoorten worden de criteria, zoals die zijn vastgelegd in de Ramsar conventie, overschreden. Het overschrijden van het Ramsar criterium houdt in dat voor een vogelsoort het betreffende gebied een belangrijk wetland is, zodat geconcludeerd kan worden dat de Westerschelde voor vogels van internationale betekenis is (Beleidsplan Westerschelde 1989 en Spaans 1989).

Om een oecotoxicologische beoordeling van mogelijke effecten op vogels in de Westerschelde te kunnen formuleren, is het nodig om effectgegevens te vergelijken met gemeten concentraties in de Westerschelde. Bij de Dienst Getijdewateren van Rijkswaterstaat zijn binnen de projecten SAWES (Systeem Analyse Westerschelde) en VOTOX (Vogel Toxiciteit) concentraties gemeten in vogels, voedsel en eieren. Dit betreft met name de stoffen PAK's, PCB's, lindaan en de zware metalen (Hg, Cd, Pb, Cr, Zn, Ni, Cu). De benodigde effectgegevens van deze stoffen worden in deze notitie uit de literatuur gehaald.

Door het analyseren van dosis-effect relaties moet het mogelijk zijn om effecten van toxische verbindingen op vogels in het Westerschelde estuarium te kunnen voorspellen.

behoort bij: notitie GWAO-90.10086
datum: november 1990
bladnr: 5

2 EFFECTCONCENTRATIES

2.1 Criteria voor effectgegevens

De effectconcentraties zijn afkomstig uit artikelen die in eerste instantie verkregen zijn door een literatuursearch uit te voeren in de bestanden: Asfa, Pollution en Biosis van 1970 tot heden. Er zijn drie groepen trefwoorden ingevoerd.

- De eerste groep bestaat uit namen van vogelgeslachten die in de Westerschelde voorkomen, wat neerkomt op bijna alle watervogelgeslachten. De gebruikte namen zijn afkomstig uit "Watervogels in de Westerschelde" van Stuart, Meiniger en Meire (1989).
- De tweede groep wordt gevormd door de stofnamen. De stoffen waarop gezocht is zijn: PCB, PAK, Lindaan, PCP (pentachloorfenol), kwik, cadmium, koper, chroom, nikkel, zink en lood. Uit de literatuursearch kwam voor PCP geen enkele referentie naar boven, zodat voor deze stof niet verder gezocht is.
- De derde groep bestaat uit trefwoorden die gerelateerd zijn aan effecten zoals LC₅₀, NOEC (No Observed Effect Concentration), LOEC (Lowest Observed Effect Concentration), effect, etc.

Een referentie komt in aanmerking als minimaal één trefwoord uit iedere groep aanwezig is in de titel, onder de trefwoorden of in de samenvatting. De overige literatuur is afkomstig uit de referentielijsten van de verkregen artikelen.

De verkregen artikelen zijn samengevat in tabel 2.1. Om in de tabel te worden opgenomen zijn de volgende aannames gemaakt:

Eén van de eerder vermelde stoffen moet zijn toegediend (de nominale concentratie) of zijn gemeten in voedsel, eieren, organen of het hele organisme (de actuele concentratie). De in de tabel vermelde concentraties zijn actuele concentraties, tenzij er sprake is van injecteren van organismen. Indien de toediening bij eieren is geschied door injecteren is dit niet in de tabel opgenomen omdat het injecteren op zich al een groot effect geeft. De controle, inspuiten met alleen een oplosmiddel, geeft rond de 50% sterfte (Gilman et al., 1978).

Er moeten minimaal twee concentraties onderzocht zijn zodat tegenover de dosis-effectparameter (NOEC of LOEC) een controle-concentratie staat. Dit om te beoordelen of het (negatieve) effect veroorzaakt wordt door de toegediende stof of door één of meerdere andere onbekende factoren.

Alle parameters zijn opgenomen in de tabel zonder dat er moest worden aangetoond dat deze effecten nadelig zijn voor het functioneren van organismen.

Uit de artikelen blijken drie typen onderzoek te onderscheiden. Veldonderzoek, experimenteel onderzoek of een combinatie van een experiment waarbij

behoort bij: notitie GWAO-90.10086
datum: november 1990
bladnr: 6

vogels onder experimentele omstandigheden worden gehouden en gevoerd worden met verontreinigd voedsel afkomstig uit het veld. Dit laatste type onderzoek komt niet vaak voor, alleen het onderzoek van Scholten en Foekema (1988) is zo opgezet. Bij veldonderzoek worden meestal slechts twee gebieden onderzocht die verschillen in vervuilingsgraad. Er is dan sprake van een relatief schone lokatie en een relatief verontreinigde lokatie. Bij de relatief schone lokatie kan er al sprake van effect zijn. Een andere kanttekening die bij veldonderzoek gemaakt kan worden is de mogelijke aanwezigheid van andere microverontreinigingen zoals DDE, DDT, HCB, dioxinen en furanen. Deze kunnen het te onderzoeken effect van bijvoorbeeld PCB beïnvloeden waardoor het gevonden effect niet aan één stof kan worden toegeschreven.

Indien de auteurs de aanwezigheid van andere microverontreinigingen gemeten hebben dan worden deze vermeld in tabel 2.1 onder opmerkingen. In experimentele onderzoeken wordt de laatste kanttekening omzeild door vogels alleen aan bekende concentraties van één contaminant bloot te stellen. Andere contaminanten zijn dan niet aanwezig waardoor in dit type onderzoek duidelijke dosis-effect relaties zijn aan te wijzen. Het onderscheid in veld, experiment of de combinatie experiment/veld is in de tabel aangegeven, evenals het aantal onderzochte concentraties en de blootstellingsduur.

Als parameter wordt het "positieve" effect vermeld. Dus geen mortaliteit maar overleving en groei (gewichtstoename) in plaats van groeireductie. Verder is in de tabel de effectgrootte van een parameter vermeld. De vergelijking die gebruikt is om de effectgrootte (LOEC ten opzichte van de controle) te berekenen is:

$$\frac{a - b}{a} \times 100\%$$

waarbij a = grootte van de parameter bij de controle
b = grootte van de parameter bij de LOEC.

In principe zijn alleen LOEC's opgenomen indien deze significant verschillen ten opzichte van de controle. Als er geen toetsing heeft plaatsgevonden dan is de effectconcentratie vastgesteld op basis van bestudering van het onderzoek. Dit is niet dezelfde aanname die Denneman en Van Gestel (1990) maken, zij stellen dat er meer dan 5% effect moet zijn indien er geen toetsing heeft plaatsgevonden.

behoort bij: notitie GWA0-90.10086
datum: november 1990
bladnr: 7

2.2 Effectconcentraties op basis van concentraties in voedsel, lever en ei

In het nu volgende worden de effectconcentraties afkomstig uit de literatuur in een overzichtstabel weergegeven.

enkele noten vooraf:

- a: NOEC = No Observed Effect Concentration ($\mu\text{g/g FW}$)
b: LOEC = Lowest Observed Effect Concentration ($\mu\text{g/g FW}$)
c: indien aanwezig is tevens de standaarddeviatie vermeld (\pm)
d: indien er toetsing heeft plaatsgevonden dan wordt de significantie van de LOEC t.o.v. de controle als volgt aangegeven: * $p < 0,01$
** $p < 0,05$
*** $p < 0,1$
(meer sterretjes wijst op een kleinere significantie)
e: effectgrootte = LOEC t.o.v. de controle
f: - is niet vermeld
g: n.o. is niet opgenomen.

De noot g: verdient nadere toelichting. In het betreffende veldonderzoek (Dirksen et al., 1988) lijkt het erop dat bij de relatief 'schone' lokaties reeds effect te signaleren is. Dit is de reden dat de concentraties van de relatief 'schone' lokaties niet als NOEC in de tabel opgenomen zijn.

AUTEUR	STOF	SOORT	TYPE ONDERZOEK	AANTAL CONCEN-TRATIES	BLOOTSTEL-LINGSDUUR	PARAMETERS	NOEC	LOEC	EFFECT GROOTTE %	CONCENTRATIE UITGE-DRUKT OP BASIS VAN:	OPMERKING
Mandola & Rise-brough, 1977	Lindaan	<i>Larus ridibundus</i>	veld	2	chronisch	reproduc-tie	0,23 ± 0,231	-		µg/g DW ei	Tevens geanaly-seerd DDE, HCB, PCB en Dieldrin.
Chakravarty & Lahiri, 1986	Lindaan	<i>Anas platyrhynchos</i>	experiment	3	7 weken	gewicht adulten dikte eier- schaal aantal eieren	20 5,7 5,7	- 8,6 8,6	16 17	intake µg/g body weight per dag (via voedsel)	Pure Lindaan (99,8%) opgelost in olijfolie. Ook effect op de eilegfrequentie.
Hoffman & Gay, 1981	BaP	<i>Anas platyrhynchos</i>	experiment	4	15 dagen	overleving embryo's gewicht em- bryo's aantal embryo's zonder ab- normalitei- ten aantal embryo's gewicht em- bryo's aantal embryo's zonder ab- normalitei- ten	0,02 0 0 0,05 0,05 0,05	* 0,10 * 0,02 * 0,02 * 0,15 * 0,15 * 0,15	62 12 10 18 7 27	de drie stoffen zijn tegelijkertijd toe- gediend opgelost in 10 µl petroleum en mbv. een pipet op het ei-oppervlak aange- bracht	BaP = benz(a)- pyreen
	Chryseen					overleving embryo's gewicht em- bryo's aantal embryo's zonder ab- normalitei- ten	0 0 0,02	0,02 0,02 * 0,10	17 10 19		DMEA = 7,12 di- methylbenzaan- thraceen.

AUTEUR	STOF	SOORT	TYPE ONDERZOEK	AANTAL CONCENTRATIE-TRAITES	ELOOTSTEL-LINGSDUUR	PARAMETERS	NOEC	LOEC	EFFECT GROOTTE %	CONCENTRATIE UITGEDRUKT OP BASIS VAN:	OPMERKING
Finley & Stendell, 1978	Hg	Anas rubripes	experiment	2	28 weken	overleving adulten	2,92 ± 0,11 23,07 ± 2,88 16,05 ± 1,06	- - -		µg/g FW voedsel µg/g FW lever µg/g FW ei	Alle parameters ook een broedseizoen later bepaald. Weefselconcentraties, tevens bepaald in spier, hersenen en veren.
						aantal broedende vrouwtjes	< 0,05	2,92 ± 0,11	37	µg/g FW voedsel	
						broedsel- grootte	< 0,05	2,92 ± 0,11	23	µg/g FW voedsel	
						uitkomst eieren	< 0,05	5,53 ± 0,14	23	µg/g FW ei	
							< 0,05	2,92 ± 0,11	39	µg/g FW voedsel	
							< 0,05	5,53 ± 0,14	39	µg/g FW ei	
						overlevende kuikens van 4 weken oud	< 0,05	** 2,92 ± 0,11	9	µg/g FW voedsel	Tevens bepaald het percentage overlevende kuikens van één week oud.
							< 0,05	** 5,53 ± 0,14	9	µg/g FW ei	
							< 0,05	**14,5 ± 1,11	9	µg/g FW lever	
						dikte eier- schaal	2,92 ± 0,11 5,53 ± 0,14	- -		µg/g FW voedsel µg/g FW ei	
						gewicht eieren	2,92 ± 0,11 5,53 ± 0,14	- -		µg/g FW voedsel µg/g FW ei	

AUTEUR	STOF	SOORT	TYPE ONDERZOEK	AANTAL CONCEN-TRATIES	BLOOTSTEL-LINGSDUUR	PARAMETERS	NOEC	LOEC	EFFECT GROOTTE %	CONCENTRATIE UITGE-DRUKT OP BASIS VAN:	OPMERKING
Heinz et al, 1983	Hg	<i>Mergus serrator</i>	veld	2	chronisch	uitkomst eieren overleving juvenielen dikte eierschaal	0,53 0,53 0,53	- - -		$\mu\text{g/g}$ FW ei $\mu\text{g/g}$ FW ei $\mu\text{g/g}$ FW ei	Andere microver-ontreinigingen ook aanwezig o.a. PCB, DDE, dieldrin, HCB, etc.
Heinz, 1974 uit Scheuhammer 1987	Hg	<i>Anas platyrhynchos</i>	experiment	3	21 weken	overleving kuikens van één week oud aantal eieren uitkomst eieren	- - -	3 3 3		$\mu\text{g/g}$ FW voedsel $\mu\text{g/g}$ FW voedsel $\mu\text{g/g}$ FW voedsel	methyylkwik gebruikt
Hoffman & Moore, 1979	Hg	<i>Anas platyrhynchos</i>	experiment	5	eenmalig	overleving embryo's van 18 dagen oud aantal embryo's zonder ab-normali-teiten gewicht embryo	3 0 - 9 0,07 ± 0,02	* 9 0,07 ± 0,025 * 3 * 0,05 ± 0,02 * 27 * 0,28 ± 0,054	9 9 16 16 4 4	μg Hg per ei $\mu\text{g/g}$ FW ei μg Hg per ei $\mu\text{g/g}$ FW ei μg Hg per ei $\mu\text{g/g}$ FW ei	Kwik opgelost in aliphathische koolwaterstoffen en opgesmeerd op de eierschaal. Tevens irwendige eiconcentratie bepaald

AUTEUR	STOF	SOORT	TYPE ONDERZOEK	AANTAL CONCENTRATIES	BLOOTSTELLINGSDUUR	PARAMETERS	NOBC	LOBC	EFFECT GROOTTE %	CONCENTRATIE UITGEDRUKT OP BASIS VAN:	OPMERKING
Heinz, 1975	Hg	<i>Anas platyrhynchos</i>	experiment	3	chronisch	gedrag jongen	0,05	0,55	19	µg/g FW voedsel	Adulten zijn blootgesteld
Vermeer et al., 1973 uit Vermeer en Peakall	Hg	<i>Larus argentatus</i>	veld	4	chronisch	uitkomen eieren	16	-		µg/g FW ei	
Hoffman & Eastin, 1981	Hg	<i>Anas platyrhynchos</i>	experiment	4	eenmalig	overlevende embryo's van 18 dagen oud	500	* 5000	14	µg/g FW	Toediening ei-applicatie (methylkwik-oplossing)
						aantal kuikens zonder abnormaliteiten	500	* 5000	37		
						gewicht embryo	50	* 500	17		
Stendell et al, 1977	Hg	<i>Aythya valisineria</i>	experiment	5	chronisch	reproductie	0,08	-		µg/g FW ei	
King et al, 1983	Hg	<i>Sterna hirundo</i>	veld	2	chronisch	dikte eierschaal	1,11 ± 0,1	1,27 ± 0,11	5	µg/g FW ei	Tevens Cu, Zn, PCB en DDE aanwezig
						aantal kuikens zonder abnormaliteiten	1,27 ± 0,11	-		µg/g FW ei	
Scholten & Foekema, 1988	Hg	<i>Aythya fuligula</i>	experiment/veld	2	meer dan 14 maanden	uitkomst eieren	0,297	-		µg/g DW lever	Tevens aanwezig PCB, DDE, HCB, Cd, Cu en Zn

AUTEUR	STOF	SOORT	TYPE ONDERZOEK	AANTAL CONCEN-TRATIES	BLOOTSTEL-LINGSDUUR	PARAMETERS	NOEC	LOEC	EFFECT GROOTTE %	CONCENTRATIE UITGE-DRUKT OP BASIS VAN:	OPMERKING
Heinz & Haseltine, 1981	Cr	<i>Anas rubripes</i>	experiment	3	meer dan 5 maanden	vermij-dingsge-drag	200	-		$\mu\text{g/g}$ FW voedsel	Reactie getest op een vlucht-stimulus.
Eastin & O'Shea, 1981	Ni	<i>Anas platyrhynchos</i>	experiment	5	90 dagen	uitkomst eieren legsel-grootte	800 0,52 800 0,52	- - - -		$\mu\text{g/g}$ FW voedsel $\mu\text{g/g}$ FW lever $\mu\text{g/g}$ FW voedsel $\mu\text{g/g}$ FW lever	Tevens bepaald in nier, bloed, botten en veren.
Cain & Pafford, 1981	Ni	<i>Anas platyrhynchos</i>	experiment	4	90 dagen	overleving juvenielen gewicht juvenielen	774 774	1069 ** 1069	69 24	$\mu\text{g/g}$ FW voedsel $\mu\text{g/g}$ FW voedsel	Tevens bepaald in lever, nier, bloed, botten en veren.
Hoffman & Eastin, 1981	Pb	<i>Anas platyrhynchos</i>	experiment	4	eenmalig	overleving embryo's van 18 da-gen oud gewicht embryo aantal kuikens zonder ab-normalitei-ten	30.000 300 30.000	- ** 3.000 -	12	$\mu\text{g/g}$ FW	Toediening ei applicatie. (loodnitraat-oplossing)
Finley et al., 1976	Pb	<i>Anas platyrhynchos</i>	experiment	4	12 weken	overleving adulten	25 0,19 \pm 0,03	- -		$\mu\text{g/g}$ FW voedsel $\mu\text{g/g}$ FW lever	Tevens bepaald in tibia- en vleugelbotten.
Burger & Gochfeld, 1985	Pb	<i>Sterna hirundo</i>	experiment	2	éénmalig	gedrag: diepteper-ceptie	0	200	22	$\mu\text{g/g}$ FW kuiken	intra-peritoneale injectie bij één dag oude kuikens

AUTEUR	STOF	SOORT	TYPE ONDERZOEK	AANTAL CONCEN-TRATIES	BLOOTSTEL-LINGSDUUR	PARAMETERS	NOEC	LOEC	EFFECT GROOTTE %	CONCENTRATIE UITGE-DRUKT OP BASIS VAN:	OPMERKING
Burger & Gochfeld, 1988b	Pb	<i>Larus argentatus</i>	experiment	3	éénmalig	groei juveniel	0	100	11	µg/g FW kuiken (éénmalige injectie bij één dag oude kuikens)	Gewichtstoename treedt op 6 da- gen na injecte- ren en loopt dan door tot 40 da- gen.
Burger & Gochfeld, 1988a	Pb	<i>Sterna hirundo</i>	experiment	11	éénmalig	overleving kuikens gedrag: diepteper- ceptie	400 0	800 200	20 22	µg/g FW kuiken µg/g FW kuiken	Éénmalig in-jec- tie. (er is nog een tweede keer ge- injecteerd)
White et al, 1978	Cd	<i>Anas platyrhynchos</i>	experiment	4	90 dagen	nierletsel gewicht nier t.o.v. gewicht lichaam	15,2 54,33 ± 6,30 15,2 54,33 ± 6,30	210 77,22 ± 4,19 210 77,22 ± 4,19	70 70 37 37	µg/g FW voedsel µg/g FW nier µg/g FW voedsel µg/g FW nier	Cadmiumchloride opgelost in gly- col en gemengd met het voer. Tevens gekoken naar effecten op de testis.
Cain et al, 1983	Cd	<i>Anas platyrhynchos</i>	experiment	4	12 weken	nierletsel	9,2 0,2	14,6 62,63	- -	µg/g FW voedsel µg/g FW lever	Juvenielen ge- bruikt.
Scholten & Foekema, 1988	Cd	<i>Aythya fuligula</i>	experi- ment/veld	2	meer dan 14 maanden	uitkomst eieren	0,732	-		µg/g DW lever	Tevens aanwezig PCB, HCB, DDE, Cu, Hg en Zn.
Scholten & Foekema, 1988	Cu	<i>Aythya fuligula</i>	experi- ment/veld	2	meer dan 14 maanden	uitkomst	80	-		µg/g DW lever	Tevens aanwezig PCB, HCB, DDE, Cd, Zn en Hg.
King et al, 1983	Cu	<i>Sterna hirundo</i>	veld	2	chronisch	dikte eier- schaal	1,22 ± 0,1	-		µg/g FW ei	Tevens aanwezig Hg, Zn, PCB, DDE

AUTEUR	STOF	SOORT	TYPE ONDERZOEK	AANTAL CONCENTRATIES	BLOOTSTELLINGSDUUR	PARAMETERS	NOEC	LOEC	EFFECT GROOTTE %	CONCENTRATIE UITGEDRUKT OP BASIS VAN:	OPMERKING
King et al, 1983	Zn	<i>Sterna hirundo</i>	veld	2	chronisch	dikte eierschaal	12,32 ± 0,38	-		µg/g FW ei	Tevens aanwezig Hg, Cu, PCB, DDE
Scholten & Foekema, 1988	Zn	<i>Aythya fuligula</i>	experiment/veld	2	meer dan 14 maanden	uitkomst eieren	0,169	-		µg/g DW lever	Tevens aanwezig PCB, HCB, DDE, Hg, Cd en Cu.
Gilbertson & Fox, 1977	PCB	<i>Larus argentatus</i>	veld	3	chronisch	uitkomst eieren	578	923,5	62	µg/g FW lever van het embryo	Eieren afkomstig uit het veld in het laboratorium geïncubeerd. Tevens aanwezig HCB, DDE en dieldrin.
Brisbin et al, 1986	PCB PCB	<i>Anas platyrhynchos</i> <i>Aix sponsa</i>	experiment experiment	4 4	chronisch chronisch	groei groei	50 50	- -		µg/g FW voedsel µg/g FW voedsel	Geen gemiddeldes maar medianaan.
Jeffries & Parslow, 1973	PCB	<i>Uria aalge</i>	experiment	7	45 dagen	gewicht schildklier	200	400		dosís µg/g FW per vogel per dag	iedere concentratie één vogel
Harris & Osborn, 1981	Aroclor 1254	<i>Fratercula arctica</i>	experiment	2	éénmalig	overleving adulten uitvliegende juvenielen gewicht kuikén	26,7 ± 12,5 43,4 ± 28,4 43,4 ± 28,4	- - -		µg/g FW lever µg/g FW ei µg/g FW ei	Onderhuids aanbrachte kapsule. Tevens geanalyseerd in vet, nier, spier en hersenen

AUTEUR	STOF	SOORT	TYPE ONDERZOEK	AANTAL CONCENTRATIES	BLOOTSTEL- LINGSDUUR	PARAMETERS	NOBC	LOBC	EFFECT GROOTTE %	CONCENTRATIE UITGE- DRUKT OP BASIS VAN:	OPMERKING
Hoffman et al, 1987	PCB	<i>Sterna forsteri</i>	veld	2	chronisch	net uitge- komen kui- kens en em- bryo's zon- der abnor- maliteiten	4,63	** 19,2	17	µg/g FW ei	Dezelfde studie als Kubiak et al (1989)
Kubiak et al, 1989	PCB	<i>Sterna forsteri</i>	veld	2	chronisch	uitkomst eieren gewicht kuikens overleving kuikens tot uitvliegen minimale incubatie tijd	4,63 4,63 4,63 4,63	** 19,2 * 19,2 19,2 19,2	18 17 85 23	µg/g FW ei µg/g FW ei µg/g FW ei µg/g FW ei	Tevens aanwezig dioxinen en fu- ranen. Tevens geanaly- seerd PCB con- generen (77-105 -114-118-126-156 -169) in eieren
Heinz et al, 1983	PCB	<i>Mergus serrator</i>	veld	2	chronisch	uitkomst eieren overleving juvenielen verlaten nest dikte eier- schaal	17,58 17,58 17,58 17,58	- - - -		µg/g FW ei µg/g FW ei µg/g FW ei µg/g FW ei	Tevens aanwezig DDE, HCB, diel- drin, Hg etc.

AUTEUR	STOF	SOORT	TYPE ONDERZOEK	AANTAL CONCENTRATIES	BLOOTSTELLINGSDOUR	PARAMETERS	NOEC	LOEC	EFFECT GROOTTE %	CONCENTRATIE UITGEDRUKT OP BASIS VAN:	OPMERKING
Dirksen et al., 1988 en van Schaick en de Voogt, 1990	PCB	<i>Phalacrocorax carbo</i>	veld	6	chronisch	legsel eieren dikte eierschaal uitgekomen eieren per legsel uitvliegende jongen per legsel	n.o. n.o. n.o. n.o.	21,4 ± 13,9 21,4 ± 13,9 21,4 ± 13,9 21,4 ± 13,9		µg/g FW ei µg/g FW ei µg/g FW ei µg/g FW ei	De parameters zijn door Dirksen et al. bepaald, de concentraties door van Schaick en de Voogt.
King et al, 1983	PCB	<i>Sterna hirundo</i>	veld	2	chronisch	dikte eierschaal overlevende kuikens zonder abnormaliteiten	0,75 ± 0,12 1,34 ± 0,27	1,34 ± 0,27 -	5	µg/g FW ei µg/g FW ei	Tevens aanwezig DDE, Hg, Cu en Zn.
Uit Peakall 1986:											
Risebrough & Anderson, 1975	Aroclor 1254	<i>Anas platyrhynchos</i>	experiment	-	16 weken	legselgrootte	40	-		µg/g FW voedsel	Er wordt aangenomen dat de voedselconcentratie op basis van versgewicht is. Tevens aanwezig DDE.
Custer & Heinz, 1980	Aroclor 1254	<i>Anas platyrhynchos</i>	experiment	-	4 weken	uitkomst eieren legselgrootte	25 25	- -		µg/g FW voedsel µg/g FW voedsel	

AUTEUR	STOF	SOORT	TYPE ONDERZOEK	AANTAL CONCENTRATIES	BLOOTSTELLINGSDUUR	PARAMETERS	NOEC	LOEC	EFFECT GROOTTE %	CONCENTRATIE UITGEDRUKT OP BASIS VAN:	OPMERKING
Friend & Trainer, 1970 (uit Peakall, 1986)	Aroclor 1254	<i>Anas platyrhynchos</i>	experiment	4		overleving juvenielen na blootstelling hepatitis virus	0	100	26	µg/g FW voedsel	
Haseltine & Prouty, 1980 (uit Peakall, 1986)	Aroclor 1254	<i>Anas platyrhynchos</i>	experiment	-	12 weken	uitkomst eieren legsel grootte	150 150	- -		µg/g FW voedsel µg/g FW voedsel	
Scholten & Foekema, 1988	PCB - 138 - 153 - 180 ΣPCB	<i>Aythya fuligula</i>	experiment/veld	2	chronisch	gewicht juvenielen dikte eierschaal	0,056 0,038 0,015 0,28 0,056 0,038 0,015 0,28	0,405 0,544 0,193 3,48 0,405 0,544 0,193 3,48	22 16	µg/g DW voedsel µg/g DW voedsel	Tevens aanwezig DDE, HCB, Cu, Cr, Zn en Hg
						verstoorde broedge-drag	0,095 0,097 0,041 0,35 - - -	0,466 0,515 0,164 1,37 0,977 0,146 0,456	16	µg/g DW lever µg/g DW ei	
							0,056 0,038 0,015 0,028	0,405 0,544 0,193 3,48		µg/g DW voedsel	

AUTEUR	STOF	SOORT	TYPE ONDERZOEK	AANTAL CONCENTRATIES	BLOOTSTELINGSDUUR	PARAMETERS	NOEC	LOEC	EFFECT GROOTTE %	CONCENTRATIE UITGEDRUKT OP BASIS VAN:	OPMERKING
Scholten & Foekema, 1988 (vervolg.)	PCB -138 -153 -180 ΣPCB	<i>Aythya fuligula</i>	experiment/veld	2	chronisch	gewicht eieren	0,056 0,038 0,015 0,28	0,405 0,544 0,193 3,48		µg/g DW voedsel	Tevens aanwezig DDE, HCB, Cu, Cr, Zn en Hg
							0,095 0,097 0,041 0,35	0,466 0,515 0,164 1,37		µg/g DW lever	
							- - -	0,977 0,146 0,456		µg/g DW ei	
						legsel grootte	0,056 0,038 0,015 0,28	0,405 0,544 0,193 3,48	35	µg/g DW voedsel	
							0,095 0,097 0,041 0,35	0,466 0,515 0,164 1,37	35	µg/g DW lever	
							- - -	0,977 2,146 0,456	35	µg/g DW ei	

behoort bij: notitie GWAO-90.10086
datum: november 1990
bladnr: 19

3 RISICOSCHATTING

3.1 Herkomst gemeten concentraties

Om de mogelijke oecotoxicologische effecten op vogels in het Westerschelde estuarium te kunnen beoordelen worden gegevens, afkomstig van de Westerschelde op basis van voedsel-, lever- en eiconcentraties, vergeleken met effectconcentraties afkomstig uit de literatuur, zoals deze vermeld zijn in tabel 2.1.

De Westerschelde concentratiegegevens zijn in diverse rapporten terug te vinden. In Stronkhorst (1988) is Cd, Hg, Cu, Cr, Zn, PCB-138 en PCB-153 geanalyseerd in diverse bodemdieren. Akkerman et al (1989) geeft zware metaal concentraties (Hg, Cd, Cu, Cr, Zn, Ni, Pb, As) en organische contaminanten (Σ 7 PCB, lindaan, dieldrin en Σ DDT) in de mossel (*Mytilus edulis*) zoals gemeten in het JMG-programma. Analysegegevens van PCB's, PAK's, Hg, Cu, Zn, Cd en Cr van de haring en de kokkel zijn afkomstig uit Stronkhorst (1990). Dit laatste rapport bevat eveneens eiconcentraties van diverse vogelsoorten en weefselconcentraties van de visdief, *Sterna hirundo*.

Verder zijn van negen scholeksters, *Haematopus ostralegus*, een zeekoet, *Uria aalge* en één visdief, *Sterna hirundo*, allen afkomstig uit de Westerschelde, concentratiegegevens bekend. Deze vogels zijn door de werkgroep vogelsterfte opgestuurd naar het Centraal Diergeneeskundig Instituut in Lelystad waar toxicologisch onderzoek naar lood en cadmium is gedaan en de concentraties in lever, nier en tibia zijn bepaald. De uitgevoerde analyses op basis van drooggewicht ($\mu\text{g/g DW}$) kunnen met de aanname dat weefsels voor 30% uit droge stof bestaan omgerekend worden naar versgewicht. Zowel de geanalyseerde concentratie ($\mu\text{g/g DW}$) als de omgerekende concentratie ($\mu\text{g/g FW}$) zijn weergegeven in tabel 3.1.

behoort bij: notitie GWAO-90.10086

datum: november 1990

bladnr: 20

Tabel 3.1 Concentraties van lood en cadmium in weefsels van enkele dode vogels gevonden langs de Westerschelde.

vogelsoort	gewicht	Pb in lever		Cd in lever		Cd in nier	
		$\mu\text{g/g DW}$	$\mu\text{g/g FW}$	$\mu\text{g/g DW}$	$\mu\text{g/g FW}$	$\mu\text{g/g DW}$	$\mu\text{g/g FW}$
zeekoet	630 g	0,1	0,03	8,3	2,49	19,2	5,76
visdief	250	< 0,05	< 0,15	8,9	2,67	51,8	15,5
scholekster	400	1,4	0,42	7,7	2,31	8,9	2,67
	510	< 0,5	< 0,15	3,2	0,96	10,5	3,15
	300	< 0,5	< 0,15	4,1	1,23	9,0	2,7
	300	< 0,5	< 0,15	5,1	1,53	28,5	8,55
	290	2,5	0,75	30,8*	--	5,6*	--
	--	1,9	0,57	1,7	0,51	2,7	0,81
	--	1,9	0,57	3,5	1,05	10,8	3,24
	--	4,8	1,44	4,4	1,32	6,2	1,86
	270	1,8	0,54	2,2	0,66	3,7	1,11
	range v/d scholekster		< 0,15-1,44		0,51-2,31		0,81,55

* Deze vermelde concentraties wijken zodanig af dat verwacht kan worden dat ze voor de nier en de lever verwisseld zijn (het is de enige vogel waarbij de Cd-concentratie in de lever hoger is dan in de nier). Deze getallen worden verder niet meegenomen.

3.2 Toegepaste berekeningen

Om de in de Westerschelde gemeten concentraties in voedsel, lever en eieren te kunnen vergelijken met de gepubliceerde effectconcentraties, die in het algemeen zijn weergegeven in $\mu\text{g/g FW}$, worden de gemeten concentraties omgerekend naar $\mu\text{g/g FW}$. De bij de omrekening toegepaste gegevens en aannames worden in de volgende paragraaf vermeld. De omrekeningsfactoren staan samengevat in tabel 3.3.

Voedselconcentraties

In Stronkhorst (1988) worden gegevens (percentage drooggewicht en percentage asvrij drooggewicht) vermeld van o.a. mossel en garnaal om de zware metaal concentraties, weergegeven in ADW (= asvrij drooggewicht), om te rekenen van ADW naar DW (= drooggewicht) en van DW naar FW (= versgewicht). De percentages ADW en DW zijn voor de mossel respectievelijk 84% en 17,7% en voor de garnaal 76% en 26%.

Om de totaal PCB concentratie te berekenen is uitgegaan van de gemeten concentraties van twee congenen (PCB-138 en PCB-153) en het percentage dat deze congenen uitmaken van het Totaal PCB. Dit percentage is voor de mossel 51% en voor de garnaal 42% (Stronkhorst, 1988). De verkregen Totaal PCB concentraties in $\mu\text{g/g}$ vet wordt omgerekend naar $\mu\text{g/g FW}$. Voor de mossel is het vetgehalte 4,3% van het DW en het droge stof percentage (reeds vermeld bij de

behoort bij: notitie GWAO-90.10086
datum: november 1990
bladnr: 21

zware metaal concentraties) 17,7% van FW. Voor de garnaal is het vetgehalte 0,63% van DW en het droge stof gehalte 26% van FW.

Kokkelconcentraties (Stronkhorst, 1990) in $\mu\text{g/g}$ droge stof worden gemiddeld en omgerekend naar versgewicht waarbij als gemiddeld droge stof percentage 11% van het versgewicht wordt genomen (Stronkhorst, 1990). De PCB concentratie van 14 congenen worden per kokkel gesommeerd tot 'Totaal PCB' en dan gemiddeld.

Concentraties in haring (Stronkhorst, 1990) worden voor zware metalen weergegeven in ADW (82,4% van DW). Om 'Totaal PCB' te verkrijgen worden de 14 geanalyseerde congenen gesommeerd. De Totaal PCB concentratie is in vetgehalte (5,7% van DW) weergegeven en kan omgerekend worden naar drooggewicht basis. Met de aanname dat het vers gewicht van haring voor 25% (mondelijke mededeling, Stronkhorst) uit droge stof bestaat kan alles uitgedrukt worden in $\mu\text{g/g}$ FW.

Leverconcentraties

Vochtpercentages van organen en van vogels konden niet achterhaald worden. Onder de veronderstelling dat het vochtgehalte tussen soorten met enkele procenten verschilt, wordt het vochtgehalte van alle vogels op 70% gesteld wat niet veel verschilt van het vochtgehalte van de mens (72%). Het vochtpercentage van de lever wordt gelijk gesteld aan het percentage van de gehele vogel.

Bij adulte visdiefjes is door Stronkhorst (1990) bepaald dat ADW 89,2% van DW is voor de lever en voor de nier 87,5%. Het vetpercentage verschilt nogal tussen één adult (14,2% van DW) en één juveniel (3,4% van DW) visdiefje (*Sterna hirundo*). Omdat de Totaal PCB concentraties (= 14 congenen) maar van één adult en één juveniele vogel geanalyseerd zijn worden beide vermeld bij de vergelijking met effectgegevens (3.3).

Eiconcentraties

Van diverse vogelsoorten in de Westerschelde zijn PCB congenen in eieren geanalyseerd. Tevens is het gemiddelde vetpercentage (36,5 met standaarddeviatie 4,1) en het gemiddelde ADW percentage (92,6 met standaarddeviatie 2,6) van het drooggewicht voor eieren van *Sterna hirundo* bepaald (Stronkhorst, 1990). Uit de uitgevoerde analyses blijkt dat eieren van *Sterna hirundo* voor 75% uit vocht bestaan (Stronkhorst, 1990).

Om de Totaal PCB concentratie te krijgen zijn de geanalyseerde congenen (Stronkhorst, 1990) gesommeerd en omgerekend naar $\mu\text{g/g}$ FW. Per vogelsoort is de range en het gemiddeld van de eieren weergegeven (zie tabel 3.2).

behoort bij: notitie GWAO-90.10086

datum: november 1990

bladnr: 22

Tabel 3.2 Totaal PCB concentraties in eieren van verschillende vogelsoorten afkomstig uit diverse lokaties van de Westerschelde (naar Stronkhorst, 1990).

lokatie	soort	aantal eieren	gemiddelde en standaard deviatie ($\mu\text{g/g FW}$)	range ($\mu\text{g/g FW}$)
Saeftinghe	<i>Sterna hirundo</i>	10	2,647 \pm 1,324	1,076 - 4,713
	<i>Larus ridibundus</i>	10	1,683 \pm 1,593	1,049 - 4,897
Zwin	<i>Larus ridibundus</i>	10	0,206 \pm 0,127	0,083 - 0,416
Pauline	<i>Larus ridibundus</i>	10	0,350 \pm 0,156	0,114 - 0,591
Vlissingen	<i>Sterna albifrons</i>	2	1,341 \pm 0,264	1,154 en 1,528
Hooge platen	<i>Sterna sandvicensis</i>	4	1,027 \pm 0,403	0,470 - 1,403
Terneuzen	<i>Haematopus ostralegus</i>	8	1,715 \pm 0,582	0,756 - 2,466

Tabel 3.3 Percentages zoals gebruikt voor de omrekening naar concentraties op versgewichtbasis.

medium	% adw van dw	%vet van dw	%dw van fw	omrekenen naar 'Totaal PCB'
mossel	84	4.3	17.7	PCB 138 en 153 maken 51% van totaal PCB uit
kokkel	-	-	11	14 congenere opgeteld tot totaal PCB
garnaal	76	0.63	26	PCB 138 en 153 maken 42% van totaal PCB uit
haring	82.4	5.7	25	14 congenere opgeteld tot totaal PCB
vogellever				
-juveniel	89.2	3.4	30	14 congenere opgeteld tot totaal PCB
-adult	89.2	14.2	30	
eieren	92.6	36.5	25	14 congenere opgeteld tot totaal PCB

behoort bij: notitie GWAO-90.10086
datum: november 1990
bladnr: 23

3.3 Vergelijking van gemeten concentraties en effectconcentraties

Een stof wordt alleen behandeld als de gemeten concentraties ($\mu\text{g/g}$ FW) en de effectconcentraties ($\mu\text{g/g}$ FW) bekend zijn. Per stof wordt de vergelijking tussen gemeten en effectconcentraties gemaakt op basis van voedsel- en/of lever- en/of eiconcentraties. De in de Westerschelde gemeten concentraties worden allemaal bij de vergelijking vermeld, uitgedrukt in $\mu\text{g/g}$ versgewicht. Indien berekeningen zijn toegepast, zoals vermeld onder 3.2, dan worden ook de concentraties op basis van asvrij drooggewicht (ADW) of drooggewicht (DW) gegeven. Van de effectconcentraties afkomstig uit tabel 2.1 wordt voor de vergelijking de hoogst gevonden NOEC en de laagst gevonden LOEC vermeld. Indien deze niet zijn uitgedrukt in $\mu\text{g/g}$ FW dan worden zij omgerekend naar versgewicht met gebruik van de omrekeningsfactoren onder Toegepaste berekening (zie 3.2).

Om intake gegevens ($\mu\text{g/g}$ FW vogel per dag) om te rekenen naar voedselconcentratie ($\mu\text{g/g}$ FW) wordt gebruik gemaakt van de eetsnelheid uitgedrukt als basaal metabolisme (BMR = Basic Metabolic Rate) van een bergeend, *Tadorna tadorna*. De BMR bedraagt 18,2 g ADW per bergeend per dag en het gemiddelde jaarlijkse gewicht is 1240 gram (schriftelijke mededeling, Stronkhorst 1989). Tevens wordt verondersteld dat het voedsel van de bergeend uit mosselen bestaat (ADW = 84% van DW, DW = 17,7% van FW, zie ook 3.2).

behoort bij: notitie GWAO-90.10086
 datum: november 1990
 bladnr: 24

Kwik

gemeten voedselconcentraties

	$\mu\text{g/g}$ ADW	$\mu\text{g/g}$ FW	Referentie
mossel		0,04	Akkerman et al, 1989
mossel	0,12-0,14	0,018-0,021	Stronkhorst, 1988
garnaal	0,14-0,28	0,028-0,055	"
kokkel		0.012-0.019	Stronkhorst, 1990
haring		0,02	"
spier v/d bot		0,15	Akkerman et al, 1989

effect op basis van voedselconcentratie

<i>Anas rubripes</i>	NOEC	$2,92 \pm 0,11$	Finley & Stendell, 1978
	LOEC	$2,92 \pm 0,11$	"

De NOEC en LOEC zijn even groot, doordat er verschillende parameters zijn onderzocht. Als alleen de LOEC beschouwd wordt dan kan er geen effect verwacht worden op grond van de gemeten voedselconcentraties die ver onder de LOEC liggen.

gemeten leverconcentratie

	$\mu\text{g/g}$ ADW	$\mu\text{g/g}$ FW	Referentie
<i>Sterna hirundo</i> adult	2,8	0,75	Stronkhorst, 1990
juveniel	0,6	0,16	"

effect op basis van leverconcentratie

<i>Anas rubripes</i>	NOEC	$23,1 \pm 2,88$	Finley & Stendell, 1978
	LOEC	$14,46 \pm 1,11$	"

De gevonden NOEC is groter dan de gevonden LOEC wat komt doordat er verschillende parameters zijn onderzocht. De hoogst gemeten leverconcentratie van *Sterna hirundo* ligt een factor 20 onder de gevonden LOEC waaruit zou kunnen worden geconcludeerd dat er geen effect te verwachten is.

gemeten eiconcentratie

	$\mu\text{g/g}$ ADW	$\mu\text{g/g}$ FW	Referentie
<i>Sterna hirundo</i>	0,6-2	0.14-0.46	Stronkhorst, 1990

effect op basis van eiconcentratie

<i>Anas rubripes</i>	NOEC	$16,05 \pm 1,06$	Finley & Stendell, 1978
<i>Anas platyrhynchos</i>	LOEC	0.05 ± 0.02	Hoffman en Moore, 1979

behoort bij: notitie GWAO-90.10086
 datum: november 1990
 bladnr: 25

De gevonden NOEC is groter dan de LOEC doordat er verschillende parameters en soorten zijn onderzocht. De concentraties kwik in de eieren van de visdief, *Sterna hirundo*, liggen rond de LOEC. Voor de parameter percentage abnormaliteiten bij embryo's overschrijden de eiconcentraties de LOEC in alle negen geanalyseerde eieren.

Ondanks dat er geen effect te verwachten valt op de grond van de vergelijking op basis van voedsel- en leverconcentratie is er wel effect van kwik te verwachten op basis van eiconcentraties voor de visdief, *Sterna hirundo*.

Zink

gemeten leverconcentratie

		$\mu\text{g/g ADW}$	$\mu\text{g/g FW}$	Referentie
<i>Sterna hirundo</i>	adult	90,2	24,2	Stronkhorst, 1990
	juveniel	96,6	25,9	"

effect op basis van leverconcentratie

<i>Aythya fuligula</i>	NOEC	0,0622	Scholten & Foekema, 1988
------------------------	------	--------	--------------------------

De gemeten leverconcentratie liggen vele malen boven de NOEC. Echter door het ontbreken van een LOEC kan er geen uitspraak gedaan worden over mogelijke effecten op de visdief.

gemeten eiconcentratie

		$\mu\text{g/g ADW}$	$\mu\text{g/g FW}$	Referentie
<i>Sterna hirundo</i>		56,4-75,2	13,66-17,41	Stronkhorst, 1990

effect op basis van eiconcentratie

<i>Sterna hirundo</i>	NOEC	12.3 \pm 0.38	King et al, 1983
-----------------------	------	-----------------	------------------

De gemeten eiconcentraties liggen iets boven de NOEC wat zou kunnen duiden op een verhoogd risico. Echter door het ontbreken van een LOEC kan er geen uitspraak gedaan worden over mogelijke effecten.

behoort bij: notitie GWAO-90.10086
 datum: november 1990
 bladnr: 26

Koper

gemeten leverconcentratie

		$\mu\text{g/g ADW}$	$\mu\text{g/g FW}$	Referentie
<i>Sterna hirundo</i>	adult	15,5	4,16	Stronkhorst, 1990
	juveniel	13,1	3,59	"

effect op basis van leverconcentratie

<i>Aythya fuligula</i>	NOEC	61,9	Scholten & Foekema, 1988
------------------------	------	------	--------------------------

De gemeten concentratie liggen meer dan een faktor 10 onder de NOEC, zodat op grond van deze getallen geen effect verwacht mag worden. Hierbij moet opgemerkt worden dat slechts van één soort een NOEC bekend is.

gemeten eiconcentratie

		$\mu\text{g/g ADW}$	$\mu\text{g/g FW}$	Referentie
<i>Sterna hirundo</i>		2,1-9,2	0,49-2,13	Stronkhorst, 1990

effect op basis van eiconcentratie

<i>Sterna hirundo</i>	NOEC	1,22 ± 0,1	King et al, 1983
-----------------------	------	------------	------------------

De gemeten eiconcentraties liggen rond de NOEC maar er is geen LOEC bekend waardoor geen effect uitspraak mogelijk is.

Nikkel

gemeten voedselconcentratie

		$\mu\text{g/g FW}$	Referentie
mossel		0,61	Akkerman et al, 1989

effectconcentratie op basis van voedsel

<i>Anas platyrhynchos</i>	NOEC	800	Eastin & O'Shea, 1981
<i>Anas platyrhynchos</i>	LOEC	1069	Cain & Pafford, 1981

De concentraties zoals gemeten in de Westerschelde liggen ver beneden de gevonden NOEC's. Effect van nikkel lijkt dan ook uitgesloten.

behoort bij: notitie GWAO-90.10086
 datum: november 1990
 bladnr: 27

Chroom

gemeten voedselconcentratie

	$\mu\text{g/g ADW}$	$\mu\text{g/g FW}$	Referentie
mossel	-	0,44	Akkerman et al, 1989
mossel	< 2,5-3,90	< 0,37-0,58	Stronkhorst, 1988
garnaal	< 2,5	< 0,49	"
kokkel		0,17	Stronkhorst, 1990

effect op basis van voedselconcentratie

<i>Anas rubripes</i>	NOEC	200	Heinz & Haseltine, 1981
----------------------	------	-----	-------------------------

De concentraties zoals gemeten in de Westerschelde liggen ver beneden de gevonden NOEC. Effect van chroom wordt dan ook niet verwacht, alhoewel slechts van één vogelsoort een NOEC bekend is.

Lood

gemeten leverconcentratie

	$\mu\text{g/g FW}$	
<i>Uria aalge</i>	0,03	tabel 3.1.
<i>Sterna hirundo</i>	0,15	"
<i>Haematopus ostralegus</i>	0,15-1,44	"

effect op basis van leverconcentratie

<i>Anas platyrhynchos</i>	NOEC	0,19 \pm 0,03	Finley et al, 1976
---------------------------	------	-----------------	--------------------

De gemeten concentraties liggen rond de NOEC (van één soort), zodat geen betrouwbare effect uitspraak mogelijk is.

behoort bij: notitie GWAO-90.10086
 datum: november 1990
 bladnr: 28

Cadmium

gemeten voedselconcentratie

	$\mu\text{g/g}$ ADW	$\mu\text{g/g}$ FW	Referentie
mossel		0,52	Akkerman et al, 1989
mossel	0,74-1,74	0,11 -0,72	Stronkhorst, 1988
garnaal	0,28-1,16	0,055-0,238	"
kokkel		0,051	Stronkhorst, 1990
haring		0,02	"

effect op basis van voedselconcentratie

<i>Anas platyrhynchos</i>	NOEC	15,2	White et al, 1978
<i>Anas platyrhynchos</i>	LOEC	14,6	Cain et al, 1983

Op basis van voedselconcentratie is geen effect te verwachten aangezien de hoogste concentratie in het een faktor 13 onder de NOEC ligt.

gemeten leverconcentratie

	$\mu\text{g/g}$ FW	
<i>Uria aalge</i>	2,49	tabel 3.1.
<i>Sterna hirundo</i>	2,67	"
<i>Haematopus ostralegus</i>	0,51-2,31	"

effect op basis van leverconcentratie

<i>Aythya fuligula</i>	NOEC	0,58	Scholten & Foekema, 1988
<i>Anas platyrhynchos</i>	LOEC	62,63	Cain et al, 1983

De gemeten leverconcentraties overschrijden de gevonden NOEC, maar de LOEC ligt een faktor 23 hoger. Een uitspraak over eventuele verwachte effecten is daarom niet mogelijk.

gemeten eiconcentratie

	$\mu\text{g/g}$ ADW	$\mu\text{g/g}$ FW	Referentie
<i>Sterna hirundo</i>	0,1	0,43	Stronkhorst, 1990

effect op basis van eiconcentratie

<i>Aythya fuligula</i>	NOEC	0,009	Scholten & Foekema, 1988
------------------------	------	-------	-----------------------------

Cadmium is slechts in twee van de negen geanalyseerde visdief eieren aangetroffen. Deze geanalyseerde concentraties zijn een faktor vijftig hoger dan de NOEC maar omdat er geen LOEC bepaald is kan er geen effect voorspelling gedaan worden.

behoort bij: notitie GWAO-90.10086
datum: november 1990
bladnr: 29

Op basis van lever- en eiconcentraties kan geen uitspraak gedaan worden over effecten van cadmium op vogels in de Westerschelde. Aangezien op voedselbasis de gemeten concentraties een orde lager liggen dan de NOEC valt er geen effect te verwachten.

Lindaan

gemeten voedselconcentratie

	$\mu\text{g/g FW}$	Referentie
mossel	0,002	Akkerman et al, 1989

effect op basis van voedselconcentratie

<i>Anas platyrhynchos</i>	NOEC	57,8	Chakravarty & Lahiri, 1986
	LOEC	87,1	"

Op grond van de gemeten concentraties in de mossel valt er geen effect van lindaan te verwachten.

behoort bij: notitie GWAO-90.10086
 datum: november 1990
 bladnr: 30

Polychloorbiphenyl

gemeten voedselconcentratie

	$\mu\text{g/g FW}$	Referentie
mossel	0,099	Akkerman et al, 1989
mossel	0,028 -0,062	Stronkhorst, 1988
garnaal	0,0048-0,025	"
kokkel	0,0071	Stronkhorst, 1990
haring	0,26	"

effect op basis van voedselconcentratie

<i>Uria aalge</i>	NOEC	2020	Jefferies & Parslow, 1976
<i>Aythya fuligula</i>	LOEC	0,87	Scholten & Foekema, 1988

De gevonden NOEC is groter dan de gevonden LOEC doordat er verschillende parameters zijn onderzocht. Bij de gevonden LOEC van 0,87 hoort een NOEC van 0,07 $\mu\text{g/g FW}$ (tabel 2.1). De gemeten voedselconcentraties overschrijden de NOEC van 0,07 $\mu\text{g/g FW}$ en benaderen de LOEC van 0,87 $\mu\text{g/g FW}$. Op grond van deze getallen kan effect van PCB's niet uitgesloten worden.

gemeten leverconcentratie

	$\mu\text{g/g FW}$	Referentie
<i>Sterna hirundo</i> adult	1,15	Stronkhorst, 1990
juвениел	0,20	"

effect op basis van leverconcentratie

<i>Fratercula arctica</i>	NOEC	26,7 \pm 12,5	Harris & Osborn, 1981
<i>Aythya fuligula</i>	LOEC	0,41	Scholten & Foekema, 1988

De gevonden NOEC is groter dan de gevonden LOEC doordat er verschillende parameters en soorten zijn onderzocht. De LOEC is slechts een factor 2 hoger dan de gemeten leverconcentratie van de juveniel en deze overschrijdt de bij de LOEC horende NOEC van 0,105 $\mu\text{g/g FW}$. Bij de adult is de LOEC overschreden. Op grond van deze gegevens zou geconcludeerd mogen worden dat er effect te verwachten is.

behoort bij: notitie GWAO-90.10086
 datum: november 1990
 bladnr: 31

gemeten eiconcentratie

	$\mu\text{g/g FW}$	
<i>Sterna hirundo</i>	1,076-4,713	uit tabel 3.2.
<i>Larus ridibundus</i>	0,114-4,897	"
<i>Sterna albifrons</i>	1,154-1,528	"
<i>Sterna sandvicensis</i>	0,470-1,403	"
<i>Haematopus ostralegus</i>	0,756-2,466	"

effect op basis van eiconcentratie

<i>Fratercula arctica</i>	NOEC	$43,4 \pm 28,4$	Harris & Osborn, 1981
<i>Sterna hirundo</i>	LOEC	$1,34 \pm 0,27$	King et al., 1983

De gemeten eiconcentraties liggen rond de LOEC. Deze LOEC is afkomstig van een veldexperiment waar tevens andere stoffen aanwezig waren. LOEC's van andere auteurs (eveneens veldonderzoeken) hebben een iets hogere waarde (Kubiak et al., 1989; Dirksen et al., 1989 en Scholten en Foekema, 1988). Een uitspraak dat er geen effect te verwachten is kan dan ook niet gemaakt worden.

Naar aanleiding van bovenstaande vergelijkingen kan gesteld worden dat de PCB concentraties zodanig hoog zijn dat er effect verwacht kan worden op sommige watervogels in de Westerschelde.

behoort bij: notitie GWAO-90.10086
datum: november 1990
bladnr: 32

4 Discussie

4.1 Kommentaar op de risicoschatting

Bij de risicoschatting is gesteld dat gemeten effectconcentraties vergeleken worden met uit de literatuur afkomstige hoogste NOEC en laagste LOEC, waardoor het kan voorkomen dat de NOEC en LOEC van verschillende parameters vermeld worden. Deze parameters kunnen dan ieder uit een andere publicatie afkomstig zijn of uit één publicatie. Door het verschil in gevoeligheid van de parameters kan het voorkomen dat de waarde van de NOEC die van de LOEC overschrijdt zoals bijvoorbeeld bij de lever- en eiconcentratie van kwik het geval is. Hier is de NOEC van een relatief ongevoelige parameter (overleving adulten) groter dan de LOEC (overleving kuikens).

Een uitspraak over te verwachten effecten is pas redelijk zeker als de gemeten concentratie lager is dan de laagste NOEC (er is geen effect, voor zover NOEC's bekend zijn) of als de gemeten concentratie hoger is dan de laagste LOEC (er is effect). Aangezien bij effect onderzoek met vogels vaak slechts twee concentraties gebruikt worden (één schone locatie en één vervuilde locatie) is de NOEC (de concentratie in het schone gebied) ver verwijderd van de werkelijke No Effect Concentration (NEC). De laagste NOEC is dan niet goed bruikbaar voor effect uitspraken. De op deze manier ontstane grote range tussen laagste NOEC en laagste LOEC zorgt voor onzekere effectvoorspellingen, indien de gemeten concentratie in deze range valt. Daarom is in dit rapport de hoogste NOEC gebruikt.

In het onderstaande volgt per stof of per stofgroep een summier commentaar op de conclusies die gemaakt zijn bij de risicoschatting (zie 3.3).

Uit de risicoschatting van kwik blijkt des te duidelijker hoe belangrijk een juiste interpretatie van de parameters is. Op basis van voedsel- en leverconcentraties is namelijk geen effect te verwachten, terwijl dit wel te verwachten is op basis van eiconcentraties. In het laatste geval is kwik toegediend via een onnatuurlijke weg door het in een oplossing op het ei te smeren. Verder kan geconcludeerd worden dat voor wat betreft kwikconcentraties in eieren de grootte van het legsel en het uitkomstpercentage van de eieren redelijk gevoelige en bruikbare parameters zijn.

Voor cadmium is een uitspraak op basis van lever- en eiconcentratie niet mogelijk, omdat de gemeten concentratie tussen de NOEC en de LOEC in ligt. Op basis van voedsel wordt echter geen effect verwacht, omdat de hoogst gemeten concentratie meer dan een factor 10 onder de laagste NOEC ligt. Er is echter slechts van één vogelsoort een NOEC bekend.

Bij de vergelijking van lood op basis van leverconcentraties, blijken de gemeten concentraties rond de NOEC te liggen en is er geen LOEC gevonden. De gemeten concentraties liggen onder de leverconcentraties van 6-20 $\mu\text{g/g}$ FW die bij eenden acute intoxicaties kunnen veroorzaken (Longcore et al., 1974 in Finley et al., 1980). Custer et al. (1980) beschouwen leverconcentraties van 0,5-5 $\mu\text{g/g}$ FW als achtergrondconcentraties bij een niet watervogelsoort, *Falco sparverius*. Ver-

behoort bij: notitie GWAO-90.10086
datum: november 1990
bladnr: 33

wacht mag worden dat de in de Westerschelde gemeten loodconcentraties in de lever als achtergrondconcentraties beschouwd kunnen worden.

Ook bij zink is alleen een NOEC op basis van lever- en eiconcentraties gevonden. De gemeten concentraties liggen minstens een factor 350 boven de NOEC wat een aanwijzing kan zijn voor verhoogde concentraties in de vogels voorkomend in de Westerschelde. Hoewel hieruit niet geconcludeerd kan worden dat er effect mag worden verwacht, is dit wel zorgelijk omdat zink in het algemeen bij hoge dosis gereguleerd wordt. Naast verhoogde zink concentraties in de Westerschelde kunnen de concentratieverschillen ook door mogelijke soortverschillen verklaard worden. In het bovenstaande zijn namelijk de ei- en leverconcentraties van kuifeend met die van visdief vergeleken.

De gemeten nikkel en chroom concentraties liggen ver (factor 500 tot 1000) onder de gevonden NOEC waardoor effecten niet te verwachten zijn. Er zijn echter zeer weinig parameters onderzocht en van slechts één vogelsoort is een NOEC bekend. Cain en Pafford (1981) beweren dat bij eendekuijken die 30 dagen gevoerd zijn met voedsel verontreinigd met 800 $\mu\text{g/g}$ FW nikkel, de lever en nierconcentratie nog geen 1,0 $\mu\text{g/g}$ FW bedraagt. Terwijl als deze concentraties boven de 1,0 $\mu\text{g/g}$ FW liggen dan is er wel degelijk sprake van blootstelling aan nikkel. Uit het bovenstaande zou geconcludeerd kunnen worden dat 800 $\mu\text{g/g}$ nikkel op versgewicht basis de kritieke voedselconcentratie voor eenden is. De nikkel concentratie van mosselen in de Westerschelde blijft hier ver beneden.

Net als bij nikkel en chroom ligt de gemeten (voedsel)concentratie van lindaan ver onder de laagst gevonden NOEC (een factor 100). Bij deze NOEC is geen LOEC bekend. Op grond van deze getallen wordt effect van lindaan op watervogels in de Westerschelde niet verwacht. Ook hier moet als kanttekening geplaatst worden dat slechts van twee vogelsoorten effectgegevens gevonden zijn en dat slechts in één soort voedsel (mossel) een lindaan bepaling is gedaan.

Van PCB zijn meer effect gegevens en concentratiemetingen bekend. Op voedsel en eibasis benaderen de concentraties in de Westerschelde de laagste LOEC (factor 4). Op leverbasis wordt de laagste LOEC zelfs overschreden (factor 3). Geconcludeerd kan worden dat bij de huidige PCB-concentraties in de Westerschelde vrijwel zeker effecten op sommige vogelsoorten aanwezig zijn. Welke vogelsoorten dit betreft en hoe groot de effecten zijn kan door deze risicoschatting niet gezegd worden.

Het is opvallend dat er vrijwel geen artikelen met effecten bij watervogels veroorzaakt door PAK's gevonden zijn. De Groot et al. (1989) vonden ook geen effectgegevens van PAK's voor waterbodemdieren. Net als in Kansen voor Waterorganismen waarin als alternatief met QSAR's gewerkt wordt. Er zijn wel artikelen verschenen waarin onderzoek is gedaan naar effecten veroorzaakt door olie (Peakall et al., 1983 ; Coon et al., 1979 en Szaro et al., 1978). Het is echter moeilijk om aan te geven hoe groot het aandeel van de in de oliën aanwezige individuele PAK's is op een parameter. Lethale en sublethale effecten van PAK's in olie zijn verder dan ook niet meegenomen in deze literatuurstudie.

behoort bij: notitie GWAO-90.10086
datum: november 1990
bladnr: 34

4.2 Kommentaar op de gebruikte onderzoeken

De effectgegevens uit de literatuur zijn voornamelijk afkomstig uit onderzoeken met eenden, meeuwen en sternachtigen. Bij de zware metalen blijkt dat de meest onderzochte vogelsoorten de wilde eend, *Anas platyrhynchos*, en de kuifeend, *Aythya fuligula*, te zijn (zie tabel 2.1). Helaas zijn van deze soorten geen concentratiegegevens van lever en/of eieren in de Westerschelde bekend. De gevonden effectconcentraties worden daarom vergeleken met gemeten gegevens van de visdief, *Sterna hirundo*, de scholekster, *Haematopus ostralegus* en één zeekoet, *Uria aalge*. Bij de interpretatie van de effectconcentraties met gemeten concentraties zijn de verschillen tussen de soorten, waar onder andere het gedragspatroon, de fysiologie en het voedselpatroon vallen, niet meegenomen terwijl deze wel van belang kunnen zijn.

Het meest opvallende is dat er geen gegevens zijn van steltlopers (*Charadriidae*). Schijnbaar is er weinig onderzoek gedaan naar effectconcentraties binnen deze groep vogels. Er zijn wel concentratie-gegevens van organochloorverbindingen bij steltlopers afkomstig uit de Waddenzee bekend (de Voogt et al., 1985) en van zware metalen (White et al., 1980). Steltlopers komen als trekvogels in grote aantallen voor in de Westerschelde (Spaans, 1989). De kluut, *Recurvirostra avosetta*, bijvoorbeeld is een van de broedvogels waaraan de Westerschelde zijn internationale betekenis dankt omdat er meer dan 100 paar broeden (Osieck en Braakhekke, 1986). Van de Westerschelde populatie broed 26% in Saeftinghe en juist hier is het aantal broedparen gedaald van 190 paar in 1987 naar slechts 15 paar in 1988 (Meininger, 1988). Er kan gesteld worden dat onderzoek naar effectconcentraties van steltlopers gewenst is.

Onder de in de literatuur gepubliceerde onderzoeken bestaat een grote diversiteit in geanalyseerde media, de blootstelling en de parameters. Dit bemoeilijkt het geven van risicoschattingen. In tabel 2.1 zijn concentratiegegevens op basis van voedsel, lever en ei opgenomen, onder andere omdat in deze media analysegegevens die betrekking hebben op watervogels uit de Westerschelde gemeten zijn. In diverse onderzoeken zijn ook andere analysegegevens vermeld, bijvoorbeeld van het hele karkas, de nier, hersenen, botten en/of veren. Dit is in tabel 2.1 vermeld zonder dat de concentratiegegevens zelf zijn weergegeven. Indien het gewenst is om ook deze concentratiegegevens te kunnen vergelijken zijn omrekeningsfactoren nodig. De enige omrekeningen die nu zijn toegepast (zie 3.1) zijn die om alle concentraties op basis van versgewicht ($\mu\text{g/g Fw}$) uit te drukken zodat vergelijking mogelijk is. Nog meer omrekeningen zouden de getallen onbetrouwbaar maken. Niettemin vergroot het toepassen van omrekeningsfactoren de mogelijkheid tot vergelijking van meerdere concentraties.

De blootstelling van vogels aan contaminanten in experimentele onderzoeken vindt plaats via verontreinigd voedsel, door toediening van injecties of door middel van applicatie. Bij toediening van de contaminant via het dieet is de meest realistische dosis-effect relatie vast te stellen. Toediening van de contaminant door het injecteren van een oplossing in een organisme, zoals door Burger en Gochfeld (1985, 1988) is gedaan, is eigenlijk een onnatuurlijk-

behoort bij: notitie GWAO-90.10086
datum: november 1990
bladnr: 35

ke blootstelling omdat er in één keer een hoge concentratie in het bloed ontstaat. Naast het inspuiten van kuikens kunnen ook eieren ingespoten worden, maar bij dit laatste zijn wel een aantal kanttekeningen te maken. Gilani en Marano (1980 in Cain en Pafford, 1981) hebben kippeëieren ingespoten met nikelchloride en namen veel abnormaliteiten bij de embryo's en een mortaliteitspercentage van 96% waar. Dit is een zeer hoog percentage en er is te verwachten dat het injecteren op zich effect geeft. Gilman et al (1978) hebben meeuweneieren geïnjecteerd met PCB's en zij hebben daarbij geconstateerd dat alleen het doorboren van de eischaal met een naald het uitkomst percentage doet afnemen van 94%, bij niet geïnjecteerde eieren, tot 52%, en dat het injecteren van een oplossing dit percentage nog verder doet dalen. Het is niet duidelijk of het injecteren, wat op zich al een groot effect geeft, een zodanige invloed op het ontwikkelende embryo heeft dat de gevoeligheid voor contaminanten van het embryo verhoogd wordt. Alhoewel de exacte concentratie in het ei door het inspuiten bekend is, worden deze onderzoeken, vanwege het grote effect van het injecteren zelf, niet in tabel 2.1 opgenomen, wel zijn de onderzoeken opgenomen waarbij de organismen zijn geïnjecteerd ondanks de eerder gemaakte kanttekening.

In een aantal experimenten wordt de contaminant toegediend door middel van applicatie van een mengsel aan de buitenkant van de eieren. De achterliggende gedachte is dat de veren van adulten met olie besmeurd kunnen raken en dat de verontreiniging dan overgebracht wordt op de gelegde eieren en zo het embryo kunnen bereiken. Het blijft echter onduidelijk hoe snel en welk percentage van de contaminant (vooral PAK's) door de eischaal heendringt en het embryo bereikt. Hoffman en Gay (1981) beweren dat als olie nog geen 10% van het oppervlak bedekt er al effect optreedt op ei-uitkomst en er teratogene en embryotoxische verschijnselen optreden. Daarnaast kan de applicatie de gasuitwisseling door de poriën van de eischaal verminderen waardoor de respiratorische processen van het ontwikkelende embryo gehinderd worden (White et al, 1979). Omdat deze relatie niet geheel duidelijk is zijn de gevonden effectconcentraties uit tabel 2.1 niet gebruikt bij de risicoschatting. Waarschijnlijk is er een betere relatie tussen het afdichten door olie en het effect dan dat er een relatie bestaat tussen contaminant in de olie (PAK) en het effect in het ei.

Binnen de onderzoeken bestaat een grote verscheidenheid aan parameters waarop effect kan plaatsvinden. Zo worden gevoelige en minder gevoelige parameters naast elkaar onderzocht zonder er van te voren een gevoeligheidswaarde aan toe te kennen. Dit zou wel gekund hebben volgens bijvoorbeeld de vier categorieën van Lambertini en Leonzie (1986):

1. acute (lethaal of andere parameters) toxiciteit van adulten en juvenielen;
2. vertraagde lethale effecten veroorzaakt door accumulatie en beschadiging van organen en weefsels;
3. sublethale effecten die geen gevolgen hebben op de reproductie.
4. sublethale effecten op de reproductiviteit.

behoort bij: notitie GWAO-90.10086
datum: november 1990
bladnr: 36

Denneman et al. (1986) nemen voornamelijk de sublethale effecten in ogen-schouw waarbij zij de reproductie en in iets mindere mate de groei als be-langrijkste parameter stellen, omdat de effecten hierop van essentieel belang zijn voor het voortbestaan van de populatie. Ook al zijn, in deze literatuur-studie, acute lethale effecten wel vermeld, zijn deze van minder belang. De concentratie van de contaminanten moet zodanig hoog zijn voor dat er bij adulten sterfte optreedt. Zoals Moriarty (1983) stelt gaat sterfte vooraf aan één of andere vorm van disfunctioneren. Sublethale parameters zullen dus al-tijd lagere effectconcentraties geven wat van belang is voor het stellen van normen voor watervogels in het Westerschelde gebied. In deze notitie zijn alle parameters meegenomen, zonder dat aangetoond moest worden dat ze nega-tief zijn voor het functioneren van het organisme.

Zoals al eerder opgemerkt is het moeilijk om in het veld gevonden effecten aan één stof toe te schrijven. Dit kan worden verbeterd door de fysiologie te bestuderen zoals Scholten en Foekema (1988) hebben gedaan. Zij vinden een verstoring van de vitamine A huishouding, een proces dat gevoelig is voor PCB's. Door de vitamine A huishouding als effectindicator te beschouwen kan aannemelijk gemaakt worden dat PCB de veroorzaker van het effect is. Andersom geredeneerd kunnen effecten in het veld gerelateerd zijn aan stoffen waarvan geen effectconcentraties gezocht worden.

Effect op de dikte van de eischaal is zo'n voorbeeld, dat door een aantal auteurs (Heinz et al., 1983; King et al., 1983; Scholten & Foekema, 1988 en Dirksen et al., 1988) aan PCB gerelateerd is (zie tabel 2.1). Terwijl o.a. Lundholm (1987) en Stickel (1975) dit effect aan DDE relateren. Naast PCB is DDE samen met andere microverontreinigingen aanwezig binnen de aangehaalde veldonderzoeken. Stickel (1975) heeft het effect van DDE op de dikte van de eischaal onderzocht bij 54 vogelsoorten uit 10 orden en hieruit blijkt dat bij 27 soorten (50%) een verandering van de eischaaldikte van 10% optrad en bij 9 soorten (17%) een verandering van 20%. Een verandering van 20% heeft een zodanig effect dat er aantalsafname binnen een populatie optreedt (Stic-kel, 1975).

Aan bovenstaande 20% wordt door Elliot et al. (1989) een eiconcentratie van 12 $\mu\text{g/g}$ DDE op versgewicht basis verbonden bij een onderzoek met zeven soorten zeevogels. Hieruit blijkt dat bij *Larus*, de 20% verandering pas optreedt bij eiconcentraties van 162 $\mu\text{g/g}$ DDE. Ook Lundholm (1987) vindt een verschil tus-sen soorten wat op een punt opmerkelijk is. Lundholm (1987) relateert bij *Mergus merganser* en *Mergus serrator* de verandering in de dikte van de ei-schaal niet aan DDE maar aan PCB. Het is niet duidelijk waarom deze soort afwijkend reageert. Als ook de LOEC van DDE bekend is dan zouden de verande-ringen van de dikte van de eischaal in het veld aan DDE gerelateerd kunnen worden of gedeeltelijk aan andere stoffen. Hieruit blijkt nogmaals het belang van een juiste parameter keuze.

Maar ook binnen een stofgroep, bijvoorbeeld de PCB's, zit variatie. In veel onderzoeken wordt van totaal PCB gesproken zonder dat te achterhalen is welke congenere hieronder vallen. Dit ligt deels aan de analyse technieken waarbij pas de laatste jaren onderscheid in congenere kan worden gemaakt. Zeker bij

behoort bij: notitie GWAO-90.10086
datum: november 1990
bladnr: 37

'oudere' artikelen moet er met enige voorzichtigheid gekeken worden naar de absolute PCB concentraties. Meer gestandaardiseerde onderzoeken zijn gewenst om zodoende over een groter aantal vergelijkbare gegevens te beschikken.

Veldonderzoek waarbij eieren verzameld worden en geanalyseerd kunnen een beeld geven van de mate van verontreiniging. Eieren afkomstig uit diverse lokaties kunnen vergeleken worden en het onderzoek kan over meerdere jaren plaatsvinden. In het veld kan naast het aantal legsels ook naar de ontwikkeling van die legsels gekeken worden zoals in het onderzoek van Dirksen et al. (1989) is gebeurd. Een deel van de verzamelde eieren kan kunstmatig worden uitgebroed. Tijdens de broedperiode kan door metingen van zuurstof en koolstof metabolisme de embryonale ontwikkeling worden gevolgd (Craane et al., 1990).

Het percentage eieren dat uitkomt is eenvoudig te bepalen, een gevoelige parameter en relevant voor de populatiegrootte. Dit betekent dat sterfte van het embryo heeft plaatsgevonden. Contaminanten in het ei beïnvloeden namelijk de ontwikkeling van het embryo (Furness & Hutton, 1980) waardoor sterfte kan optreden. Ook kunnen de levenskansen na het uitkomen sterk verminderd zijn. De contaminanten afkomstig van de moedervogel worden voor het grootste gedeelte opgeslagen in de dooierzak, het vetrijkste compartiment van een ei (Craane et al., 1990). De eiconcentratie kan zo een afspiegeling zijn van de mate van verontreiniging van het dieet en daarmee ook van de omgeving waarin de vogel leeft en voedsel vergaart (Focardi et al., 1980).

Voor het monitoren van gehalten in organismen zijn eieren voor wat betreft lipofiele microverontreinigingen ook geschikt. Voor metalen is dit minder het geval. Cadmium wordt niet overgedragen aan eieren (Scholten en Foekema, 1988). Dit wordt bevestigd door een onderzoek met kippen door Sell (1975) in White et al. (1978) die vaststelde dat er nauwelijks cadmium naar het ei getransporteerd wordt. Dit verklaart de zeer geringe cadmiumconcentraties die zijn aangetroffen door Stronkhorst (1990); in slechts twee van de negen geanalyseerde eieren van de visdief, *Sterna hirundo*. Er kan worden vastgesteld dat cadmium analyses in eieren nauwelijks van belang zijn. Dit is wel het geval voor cadmium-concentraties in de lever. Volgens Scheuhammer (1987) is 90% van de lichaamsbelasting terug te vinden in de lever en de nier. Verder is de lever: nier ratio van belang. Is deze namelijk groter dan één, dan was er sprake van een acute blootstelling van een relatief hoge cadmium dosis. Is de ratio kleiner dan één, dan is dit een indicatie van een chronische lage blootstelling. Een geringe cadmium stijging van 5-10 µg/g in het voedsel kan toxisch zijn indien de blootstelling langdurig is; cadmium accumuleert met de leeftijd (Scheuhammer, 1987).

behoort bij: notitie GWAO-90.10086
datum: november 1990
bladnr: 38

5 SLOTCONCLUSIES

Door vergelijking van gemeten concentraties in voedsel, lever en eieren van watervogels in de Westerschelde met effect concentraties uit de literatuur, is aannemelijk gemaakt dat de huidige PCB- en in mindere mate kwik-concentraties zo hoog zijn dat effecten op vogels verwacht mogen worden. Voor de stoffen koper, nikkel, chroom, cadmium en lindaan blijven de gemeten concentraties onder de laagste NOEC, zodat effecten niet verwacht worden. Hierbij is slechts gebruik gemaakt van effectgegevens van één of twee vogelsoorten per stof, zodat de laatste uitspraak met veel onzekerheid omkleed is. Voor de stoffen zink, lood en vooral PAK's zijn geen uitspraken mogelijk, omdat niet genoeg effectgegevens voor handen zijn.

Bij de vergelijking van de effectconcentraties met de gemeten concentraties zijn de onzekerheden groot. Zo worden de verschillen tussen de soorten niet meegenomen. Hier vallen o.a. het gedragspatroon, de fysiologie en het voedselpatroon onder. Er zijn wel aanwijzingen dat bovengenoemde verschillen van belang zijn. Daarnaast is het aantal getoetste soorten gering. Gegevens van steltlopers ontbreken in het geheel. Het is daarom niet te verwachten dat de gevoeligste soorten ook getoetst zijn.

In de meeste onderzoeken worden de onderzochte vogelsoorten maar aan enkele, vaak slechts twee, concentraties blootgesteld. Hierdoor liggen de NOEC en de LOEC ver uit elkaar. Dit maakt het geven van een risicoschatting van lethale en sublethale effecten bij watervogels in het Westerschelde gebied minder nauwkeurig. Onderzoeksgegevens waarin vogels aan meerdere concentraties worden blootgesteld zou het bovenstaande probleem afdoende kunnen oplossen.

Binnen de onderzoeken bestaat een grote variatie in de media die geanalyseerd worden of in de onderzochte parameters. Verder is een vergelijking tussen de verschillende stofgroepen nauwelijks mogelijk. Laboratorium experimenten geven de duidelijkste dosis-effectrelaties aan. Maar hierbij wordt o.a. de invloed van mengseltoxiciteit genegeerd. Zoals al eerder vermeld is de vertroebeling op een onderzocht effect door andere aanwezige verontreinigingen, vooral bij de veldonderzoeken aanwezig. Bij veldonderzoeken is het van belang dat een referentiegebied aanwezig is waarin effecten van betreffende microverontreinigingen vrijwel nihil zijn. Meer lokaties die verschillen in verontreinigingsgraad en/of onderzoek dat meerdere jaren bestrijkt, zou het belang van veldonderzoeken verhogen.

Bij laboratorium experimenten kunnen vogels langdurig worden blootgesteld aan diverse concentraties. Maar de meeste vogelsoorten handhaven zich slecht in gevangenschap. Dit is een van de redenen dat veel vogelexperimenten plaatsvinden met kippen, duiven, fazanten, kwartels en eenden. Vogels hebben tevens veel ruimte nodig, daarom zou onderzoek naar kuikens voor de hand liggen. Een nadeel is dat er dan geen reproductie kan worden onderzocht terwijl dit juist een gevoelige parameter is. Als alternatief zouden er experimenten kunnen plaats vinden met kleine zaadetende vogels. Dit vraagt dan wel om onderzoek naar de verschillen ten opzichte van watervogels.

behoort bij: notitie GWAO-90.10086
datum: november 1990
bladnr: 39

Als het laatst genoemde onderzoek voldoende antwoorden oplevert kan er gebruik gemaakt worden van effectgegevens van zaadetende vogels voor risicoschattingen van de getijdewateren. Ook onderzoeken naar effecten op roofvogels kunnen gebruikt worden indien er gegevens bekend zijn over de verschillen met watervogels.

De meeste contaminanten worden doorgegeven aan eieren en kunnen daar embryotoxische en teratogenetische effecten veroorzaken. Onderzoeken bij vogeleieren waarvan de concentraties geanalyseerd worden en naar effecten van eenvoudig meetbare en gevoelige parameters gekeken wordt kunnen goede resultaten opleveren.

Dergelijke gecombineerde veld en laboratorium onderzoeken zullen waarschijnlijk het meest direkte bewijs opleveren van door microverontreinigingen veroorzaakte effecten bij watervogels in de Westerschelde.

behoort bij: notitie GWAO-90.10086
datum: november 1990
bladnr: 40

6 LITERATUUR

- Akkerman, I., Zevenboom, W. & Cofino, W. 1989 National comment of the Netherlands. Joint Monitoring Programme 1988 of the Netherlands. DGW-rapport GWIO 89.007
- Beleidsplan Westerschelde. De ecologische ontwikkeling van de Westerschelde Rijkswaterstaat, DGW- Middelburg
- Brisbin, L. jr., White, G.C. & Bush, P.B. 1986 PCB intake and the growth of waterfowl: multivariate analyses based on a reparameterized Richards sigmoid model. *Growth* 50: 1-11
- Bruggeman, W.A., Boer, B. de & Vries, D.J. de 1988 Ontwikkelingen in de waterbodemkwaliteit. In: Effecten van verontreinigde waterbodems op aquatische ecosystemen. VVM 11 mei 1988. Stortelder, P.M.B. & Korper, W.F. (eds.): 3-20
- Burger, J. & Gochfeld, M. 1985 Early postnatal lead exposure behavioral effects in common tern chicks *Sterna hirundo*. *Journal of Toxicology and Environmental Health* 16: 869-886
- Burger, J. & Gochfeld, M. 1988 a Lead and behavioral development: effects of varying dosage and schedule on survival and performance of young common terns (*Sterna hirundo*). *Journal of Toxicology and Environmental Health* 24: 173-182
- Burger, J. & Gochfeld, M. 1988 b Effects of lead on growth in young herring gulls (*Larus argentatus*). *Journal of Toxicology and Environmental Health* 25: 227-236
- Cain, B.W. & Pafford, E.A. 1981 Effects of dietary nickel on survival and growth of mallard ducklings. *Arch. Environm. Contam. Toxicol.* 10: 737-745
- Cain, B.W., Sileo, L., Franson, J.C. & Moore, J. 1983 Effects of dietary cadmium on mallard ducklings. *Environmental Research* 32: 286-297
- Chakravarty, S. & Lahiri, P. 1986 Effect of lindane on eggshell characteristics and calcium level in the domestic duck. *Toxicology* 42: 245-258
- Coon, N.C., Alberts, P.H. & Szaro, R.C. 1979 No. 2 fuel oil decreases embryonic survival of great black-backed gulls. *Bull. Environm. Contam. Toxicol.* 21: 152-156
- Craane, B.L.H.J., Brouwer, A., Mourik, S. van, Dirksen, S., Boudewijn, T.J. & Berg, M. van der 1990 A comparative laboratory breeding study with cormorant (*Phalacrocorax carbo*) from two dutch colonies with a different degree in contamination. Presented at the " 10th International conference on organohalogen compounds". Bayreuth, F.R.G. sept. 10-14, 1990

behoort bij: notitie GWAO-90.10086
datum: november 1990
bladnr: 41

- Custer, T.W. & Heinz, G.H. 1980 Reproductive success and nest attentiveness of mallard ducks fed Aroclor 1254. Environm. Pollut. (ser. A) 21: 313
- Denneman, C.A.J. & Gestel, C.A.M. 1990 Bodemverontreiniging en bodemecosystemen: voorstel voor C-(toetsings)waarden op basis van ecotoxicologische risico's. RIVM-rapport 725 201001
- Denneman, W.D., Capelleveen, H.E. van & Straalen, N.M. van 1986 Bijdrage aan de ecologische normstelling van bodembescherming. VTCB, Advies Bodemkwaliteit, bijlage IV, rapport A86/02-II
- Dirksen, S., Boudewijn, T.J., Slager, L.K. & Mes, R.G. 1989 Broedsucces van aalscholvers in relatie tot de vervuiling van het aquatische ecosysteem. Ecoland rapport 89-2
- Eastin, W.C. jr. & O'Shea, T.J. 1981 Effects of dietary nickel on mallards *Anas platyrhynchos*. Journal of Toxicology and Environmental Health 7(6): 883-892
- Elliott, J.E., Norstrom, R.J. & Keith, J.A. 1988 Organochlorines and egg shell thinning in northern gannets (*Sula bassanus*) from Eastern Canada 1968-1984. Environ. Pollut. 52: 81-102
- Fimreite, N. 1974 Mercury contamination of aquatic birds in northwestern Ontario. J. Wildl. Manage. 38(1): 120-131
- Finley, M.T., Dieter, M.P. & Locke, L.N. 1976 Sublethal effects of chronic lead ingestion in mallard ducks. Journal of Toxicology and Environmental Health 1: 929-937
- Finley, M.T. & Stendell, R.C. 1978 Survival and reproductive success of black ducks fed methyl mercury. Environ. Pollut. 16: 51-64
- Finley, M.T., Stickel, W.H. & Christensen, R.E. 1979 Mercury residues in tissues of dead and surviving birds fed methyl mercury. Bull. Environm. Contam. Toxicol. 21: 105-110
- Focardi, S., Leonzio, C. & Fossi, C. 1988 Variations in polychlorinated biphenyl congener composition in eggs of Mediterranean water birds in relation to their position in the food chain. Environ. Pollut. 52: 243-255
- Friend, M. & Trainer, D.O. 1970 Polychlorinated biphenyl: interaction with duck hepatitis virus. Science 170: 1314
- Furness, R.W. & Hutton, M. 1980 Pollutants and impaired breeding of great skuas *Catharacta skua* in Britain. Ibis 122: 88-94
- Gilbertson, M. & Fox, G.A. 1977 Pollutant-associated embryonic mortality of Great Lakes herring gulls. Environ. Pollut. 22: 211-216

behoort bij: notitie GWAO-90.10086
datum: november 1990
bladnr: 42

- Gilman, A.P., Hallett, D.J., Fox, G.A., Allan, L.J., Learning, W.J. & Peakall, D.B. 1978 Effects of injected organo chlorines on naturally incubated herring gull eggs. *J. Wildl. Manage.* 42(3): 484-493
- Gilani, S.H. & Marano, M. 1980 Congenital abnormalities in nickel poisoning in chick embryos. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 9: 17
- Groot, A.J. de, Vegter, J.J., Schobben, J.H.M., Eys, Y.A. & Straalen, N.M. van 1989 Rapport normering van waterbodems. TCB-rapport: A89/06-R
- Haseltine, D. & Prouty, R.M. 1980 Aroclor 1242 and reproductive success of mallard ducks (*Anas platyrhynchos*). *Environmental Research* 23: 29
- Harris, M.P. & Osborn, D. 1981 Effect of a polychlorinated biphenyl on the survival and breeding of puffins. *Journal of Applied Ecology* 18: 471-479
- Heath, R.G., Spann, J.W., Kreitzer, J.F. & Vance, C. 1972 Effects of polychlorinated biphenyls on birds. *Proc. Int. Ornithol. Cong.* 15: 475-485
- Heinz, G.H. 1974 Effects of low dietary levels of methylmercury on mallard reproduction. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 11: 386-392
- Heinz, G.H. & Haseltine, S.D. 1981 Avoidance behaviour of young black ducks treated with chromium. *Toxicology Letters* 8: 307-310
- Heinz, G.H., Haseltine, S.D., Reichel, W.L. & Hensler, G.L. 1983 Relationships of environmental contaminants to reproductive success in red-breasted mergansers *Mergus serrator* from Lake Michigan. *Environ. Pollut. (Series a)* 32: 211-232
- Heinz, G.H., Erdman, T.C., Haseltine, S.D. & Stafford, C. 1985 Contamination levels in colonial waterbirds from Green Bay and Lake Michigan, 1975-80. *Environmental Monitoring and Assessment* 5: 223-236
- Hoffman, D.J. & Moore, J.M. 1979 Teratogenic effects of external egg applications of methyl mercury in the mallard, *Anas platyrhynchos*. *Teratology* 20: 453-462
- Hoffman, D.J. & Gay, M.L. 1981 Embryo toxic effects of benzo-a-pyrene, chrysene and 7,12 dimethylbenz-a-anthracene in mallard ducks *Anas platyrhynchos*. *Journal of Toxicology and Environmental Health* 7(5): 775-788
- Hoffman, D.J. & Eastin, W.C. jr. 1981 Effects of industrial effluents, heavy metals and organic solvents on mallard embryo development. *Toxicology Letters* 9: 35-40
- Hoffman, D.J., Barnett, A.R., Sileo, L., Docherty, D. & Kubiak, T.J. 1987 Embryotoxicity, teratogenicity and aryl hydrocarbon hydroxylase activity in forster's terns on Green Bay, Lake Michigan. *Environmental Research* 42: 176-184

behoort bij: notitie GWAO-90.10086
datum: november 1990
bladnr: 43

- Jefferies, D.J. & Parslow, J.L.F. 1976 Thyroid changes in PCB-dosed guillemots and their indication of one of the mechanisms of action of these materials. *Environ. Pollut.* 10(4): 293-311
- Kansen voor Waterorganismen : Normstelling. 1989 DBW/RIZA nota nr. 89.016a
- King, K.A., Lefever, C.A. & Mulhern, B.M. 1983 Organochlorine and metal residues in royal terns nesting on the central Texas coast. *J. Field Ornithol.* 54(3): 295-303
- Kock, W.Chr. de & Marquenie, J.M. 1981 De experimentele toepassing van de mossel, *Mytilus edulis* L., bij het meten van zware metalen en organische micro-verontreinigingen in Nederlandse kustwateren. TNO-rapport MD-N&E 81\2
- Kubiak, T.J., Harris, H.J., Schwartz, T.R., Stalling, D.L., Trick, J.A., Sileo, L., Docherty, D.E. & Erdman, T.C. 1989 Microcontaminants and reproductive impairment of the forster's tern on Green Bay, Lake Michigan-1983. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 18: 706-727
- Lundholm, E. 1987 Thinning of eggshells in birds by DDE: mode of action on the eggshell gland. *Comp. Biochem. Physiol.* 88C(1): 1-22
- Longcore, J.R., Locke, L.N., Bagley, G.E. & Andrews, R. 1974 Significance of lead residues in mallard tissues. *Fish Wildl. Serv. Spec. Sci. Rep. Wildl.* 182: 1-24
- Mendola, J.T. & Risebrough, R.W. 1977 Contamination de l'avifauna Camarguaise par des résidus organochlores. *Environ. Pollut.* 13: 21-31
- Moriarty, F. 1983 *Ecotoxicology. The study of pollutants in ecosystems.* Academic Press, London.
- Osieck, E.R. & Braakhekke, W.G. 1986 Aanvullingen en verbeteringen op de lijst van belangrijke waterrijke vogelgebieden in Nederland. *Limosa* 59: 75-81
- Peakall, D.B., Miller, D.S. & Kinter, W.B. 1983 Toxicity of crude oils and their fractions to nesting herring gulls 1. Physiological and biochemical effects. *Marine Environ. Res.* 8: 63-71
- Peakall, D.B. 1986 Accumulation and effects on birds. in: PCBs and the environment. editor; Waid, J.S. vol II: 31-47
- Risebrough, R.W. & Anderson, D.W. 1975 Some effects of DDE and PCB on mallards and their eggs. *J. Wildl. Manage.* 35: 315

behoort bij: notitie GWAO-90.10086
datum: november 1990
bladnr: 44

- Rozema, J. & Otte, M.L. 1988 Zware metalen in sediment en vegetatie van uiterwaarden en andere buitendijkse gebieden, met bijzondere aandacht voor het noordelijk deltabekken. In: *Effecten van verontreinigde waterbodems op aquatische ecosystemen*. VVM 11 mei 1988 Stortelder, P.M.B. & Korper, W.F. (eds.): 49-64
- Schaick, M. van & Voogt, P. de 1989 Gehalten van PCB congenereën in eieren en braakmonsters van Nederlandse aalscholvers. IVM-rapport W 89/173
- Scheuhammer, A.M. 1987 The chronic toxicity of aluminium, cadmium, mercury and lead in birds: A review. *Environ. Pollut.* 46: 263-295
- Scholten, M.C.Th. & Foekema, E.M. 1988 Onderzoek naar de effecten van een verhoogd gehalte aan microverontreinigingen in het voedsel, op de conditie en voortplanting van watervogels. TNO-rapport R 88/145
- Spaans, A.L. 1989 Wetlands en watervogels.
- Stendell, R.C., Cromartie, E., Wiemeyer, S.N. & Longcore, J.R. 1977 Organochlorine and mercury residues in canvasback duck eggs, 1972-1973 *J. Wildl. Manage.* 41(3): 453-457
- Stickel, W.H. 1975 Some effects of pollutants in terrestrial ecosystems In: *Ecological toxicology research*. McIntyre, A.D. & Mills, C.F. (eds.) 1975 : 25-74
- Stronkhorst, J. 1988 Microverontreinigingen in enkele soorten bodemdieren uit de Westerschelde, zomer 1987. DGW-notitie GWWS-88.503
- Stronkhorst, J. 1990 in prep. DGW-notitie
- Stuart, J.J., Meininger, P.L. & Meire, P.M. 1989 Watervogels van de Westerschelde. DGW-nota GWAO 89.1010
- Szaro, R.C., Dieter, M.P., Heinz, G.H. & Ferrell, J.F. 1978 Effects of chronic ingestion of South Louisiana crude oil on mallard ducklings. *Environ. Res.* 17: 426-436
- Vermeer, K., Armstrong, F.A.J. & Hatch, D.R.M. 1973 Mercury in aquatic birds at Clay Lake, western Ontario. *J. Wildl. Manage.* 37: 58-61
- Vermeer, K. en Peakall, D.B. 1977 Toxic chemicals in Canadian fish-eating birds. *Marin pollution bulletin* 8 (9): 205 - 210
- Voogt, P. de, Klamer, J.C., Goede, A.A. & Govers, H. 1985 Accumulation of organochlorine compounds in waders from the Dutch Wadden Sea. IVM-rapport R 85/7

behoort bij: notitie GWAO-90.10086
datum: november 1990
bladnr: 45

White, D.H., Finley, M.T. & Ferrell, J.F. 1978 Histopathologic effects of dietary cadmium on kidneys and testes of mallard ducks. Journal of Toxicology and Environmental Health 4: 551-558

White, D.H., King, A. & Coon, N.C. 1979 Effects of no 2 fuel oil on hatchability of marine and estuarine birds eggs. Bull. Environm. Contam. Toxicol. 21: 7-10

behoort bij: notitie GWA0-90.10086

datum: november 1990

bladnr: 46

Bijlage: verklaring latijnse vogelnamen.

<i>Aix sponsa</i>	- carolinaeend
<i>Anas platyrhynchos</i>	- wilde eend
<i>Anas rubripes</i>	- zwarte eend
<i>Aythya fuligula</i>	- kuifeend
<i>Aythya valisineria</i>	- grote tafeleend
<i>Fratercula arctica</i>	- papegaaiduiker
<i>Haematopus ostralegus</i>	- scholekster
<i>Larus argentatus</i>	- zilvermeeuw
<i>Larus ridibundus</i>	- kokmeeuw
<i>Mergus serrator</i>	- middelste zaagbek
<i>Phalacrocorax carbo</i>	- aalscholver
<i>Recurvirostra avosetta</i>	- kluut
<i>Sterna albifrons</i>	- dwergstern
<i>Sterna forsteri</i>	- forster stern
<i>Sterna hirundo</i>	- visdief
<i>Sterna sandvicensis</i>	- grote stern
<i>Tadorna tadorna</i>	- bergeend
<i>Uria aalge</i>	- zeekoet