

Rapport nr. R 88/145

Auteurs: M.C.Th. Scholten
E.M. Foekema

ONDERZOEK NAAR DE EFFECTEN VAN EEN
VERHOOGD GEHALTE AAN MICROVERONTREI-
NIGINGEN IN HET VOEDSEL, OP DE CONDI-
TIE EN VOORTPLANTING VAN WATERVOGELS

Laboratorium voor Toegepast Marien
Onderzoek MT-TNO, Den Helder

Datum : 1988-04-25

Opdrachtnr. : 19085

Opdrachtgever:

MT-TNO



Hollandsch normaal 3

M.U.Z.

INHOUDblz.

SAMENVATTING	3
1. INLEIDING	5
1.1 Veldonderzoek	5
1.2 Experimenteel onderzoek	5
1.3 Kuifeenden	6
2. HET KUIFEENDENONDERZOEK	7
2.1 De biologie van de kuifeend	7
2.2 De eerste serie proefgroepen	7
2.3 Analyse van eenden in 1983	8
2.4 Analyse van eenden in 1985	9
2.5 Pathologie	11
2.6 Gedrag en voortplanting	12
2.7 Opslag van contaminanten in eieren	14
2.8 De tweede serie proefgroepen	15
2.9 De derde serie proefgroepen	16
2.10 Overzicht van kuifeenden 1982-1988	18
3. OVERIG ECOTOXICOLOGISCH VOGELONDERZOEK	20
3.1 Metaalverbindingen	20
3.2 PCB's	21
3.3 Ecotoxicologisch watervogelonderzoek in Nederland	22
3.4 Evaluatie van het ecotoxicologische watervogelonderzoek	24
4. VOORTZETTING EXPERIMENTEEL VOGELONDERZOEK	27
4.1 De Ramsar "Wetland" conventie	27
4.2 Voortzetting van het kuifeendenonderzoek	28
4.3 Scholeksteronderzoek	29
5. REFERENTIES	30

SAMENVATTING

Sinds 1982 worden door TNO experimenten uitgevoerd met kuifeenden, die worden gevoed met driehoeksmosselen uit een relatief sterk verontreinigd watergebied (Haringvliet) of uit een relatief weinig verontreinigd gebied (Markermeer).

De levers van de kuifeenden gevoerd met Haringvlietmosselen bevatten hogere gehalten aan cadmium, kwik, koper, zink, DDE's, HCB en hoger gechloreerde PCB's, dan die van de eenden gevoerd met Markermeermosselen. Er werden geen histopathologische afwijkingen gevonden, die konden worden gerelateerd aan verschillen in het dieet. Van de Haringvlieteenden hadden de nieren een lager gewicht en een hoger retinol- en retinylpalmitaatgehalte dan die van de Markermeereenden.

De nesten van de Haringvlieteenden waren slordiger afgewerkt dan die van de Markermeereenden, en werden niet bebroed. De Markermeereenden vertoonden normaal broedgedrag. De nesten van de Haringvlieteenden waren significant kleiner (5-6 eieren per nest) dan die van de Markermeergroep (8-9 eieren per nest). Bovendien waren de eieren van de Haringvlieteenden minder in omvang, gewicht en schaaldikte.

Vrijwel alle eieren van de Markermeereenden leverden na natuurlijke of kunstmatige incubatie kuikens op (23 kuikens per 25 eieren). Kunstmatige incubatie van 11 Haringvlieteieren in 1984 leverde slechts 1 kuiken op. In 1985 waren dat 6 kuikens uit 7 eieren. Dit verschil in broedsucces lijkt samen te hangen met het lagere gehalte aan PCB's in de Haringvlieteieren van 1985 in vergelijking met 1984. In vergelijking met de Markermeereieren werden in de Haringvlieteieren hogere gehalten aan hoger gechloreerde PCB's, DDE, HCB en kwik aangetroffen.

De kuikens verkregen uit de Haringvlieteieren van 1985 hadden op een leeftijd van 2 maanden een significant lager gewicht dan die verkregen uit de Markermeereieren.

In 1985 is het onderzoek voortgezet met een tweede proefgroep eenden. Voedselconcurrentie was de belangrijkste doodsoorzaak van niet dominante, jonge woerden die aan een groep eenden werden toegevoegd. Deze sterfte manifesteerde zich maanden eerder in de Haringvlietgroep dan in de Markermeergroep.

In 1986 werd alleen in de Markermeergroep een nest aangetroffen. Tijdens het voortplantingsseizoen van 1987 zijn alle vrouwtjes uit de Haringvlietgroep gestorven, de vrouwtjes van de Markermeergroep konden niet worden bevrucht door afwezigheid van een mannetje.

Na een aantal aanpassingen en verbeteringen van de huisvesting is sinds september 1987 een nieuwe proefgroep van 16 gezonde eenden beschikbaar voor voortzetting van het onderzoek. Deze voortzetting is evenwel afhankelijk van het beschikbaar komen van externe financiering.

In dit rapport wordt een volledig overzicht van het kuifeendenonderzoek van 1982 tot 1988, alsmede een beknopt overzicht van het overige ecotoxicologische watervogelonderzoek gegeven.

Onderzoek naar de gevolgen van waterverontreiniging voor watervogels is relevant in het kader van de door Nederland bekrachtigde "Ramsar Wetland Convention" inzake watergebieden van internationale betekenis, in het bijzonder als verblijfplaats van watervogels.

Een evaluatie van het ecotoxicologische watervogelonderzoek geeft aan dat experimenteel onderzoek essentieel is voor een goede inschatting van in het veld te verwachten effecten, en voor een onderbouwing van veldstudies. Voor zoetwatergebieden is de kuifeend de meest geschikte soort voor een gecombineerd experimenteel- en veldmonitoringsprogramma. Soortgelijk onderzoek voor zoutwatergebieden kan met scholeksters worden uitgevoerd.

1. INLEIDING

1.1 VELDONDERZOEK

Het vaststellen van potentiële effecten van contaminanten op organismen in het veld is bijzonder lastig. De meest duidelijke fenomenen die in het veld worden waargenomen, en die duiden op een verstoring van het ecosysteem door contaminanten, is de gestoorde reproductie van zogenaamde toppredatoren. Het zijn met name de lipofiele organische microverontreinigingen die ervan worden verdacht effecten op te roepen bij warmbloedige organismen die in korte tijd vetreserves mobiliseren.

Het blijkt echter veelal niet mogelijk om het voortplantingssucces van bijvoorbeeld vogels direct te relateren aan het voorkomen van bepaalde contaminanten. Een van de schaarse uitzonderingen hierop vormde de sterk gestoorde voortplanting van sterns en eidereenden in de Waddenzee in de jaren zestig, waarvan is aangetoond dat telodrin een belangrijke oorzaak was (Koeman en Van Genderen, 1972). In het algemeen is het niet mogelijk om een dergelijk verband hard te maken, doordat vogelpopulaties (inclusief hun voortplanting) sterke natuurlijke fluctuaties vertonen, waarbij de beschikbaarheid van voedselorganismen een belangrijke rol speelt. Daarnaast is variatie in de sterftekans (jacht, strenge winters) van invloed op de grootte van de populatie.

1.2 EXPERIMENTEEL ONDERZOEK

Experimenteel onderzoek, waarbij proefdieren worden gevoed met voedsel dat verschilt in het gehalte aan contaminanten, kan helpen het verband tussen contaminanten in het voedsel en effecten op de proefdieren op te helderen. Immers, andere (natuurlijke) factoren die op het functioneren van de proefdieren van invloed zijn worden uitgesloten. De voorspellende waarde van dergelijk experimenteel onderzoek is vooral dan groot, als niet kunstmatig verontreinigd voedsel, maar voedsel dat is verzameld in gebieden welke verschillen in verontreiniging aan de proefdieren wordt gevoerd.

Zo is uit experimenteel onderzoek met zeehonden komen vast te staan, dat PCB in vis uit de Waddenzee leidt tot een gestoorde reproductie van de zeehonden

in de Waddenzee. Van de zeehonden die werden gevoerd met Waddenzeevis was de hormonale balans zodanig verstoord dat een vroegtijdige abortus van nog niet geïmplementeerde bevruchte eicellen plaats vond (Reijnders, 1986). De voortplanting van de controlegroep zeehonden, die werd gevoerd met vis uit de Atlantische oceaan, bleek normaal. Het PCB-gehalte in de Waddenzeevis bedroeg 12,5 ppb, waarvan 1,8 ppb PCB-153. De vis uit de Atlantische oceaan bevatte slechts 0,7 ppb PCB's (Boon et al., 1987).

1.3 KUIFEENDEN

Een vergelijkbaar onderzoek is uitgevoerd door MT-TNO met kuifeenden. Een groep eenden werd gevoed met driehoeksmosselen uit het relatief verontreinigde Haringvliet, terwijl een andere groep werd gevoed met driehoeksmosselen uit het relatief schone Markermeer.

Enkele resultaten van dit onderzoek zijn gerapporteerd door De Kock (1984) en Marquenie et al. (1986). Het voorliggende rapport geeft een samenvattend overzicht van de resultaten van het kuifeendenonderzoek. Daarnaast is een beknopt overzicht van de meest recente literatuur over de effecten van microverontreinigingen op watervogels gegeven. Op basis van een evaluatie van de mogelijkheden voor ecotoxicologisch onderzoek aan watervogels zijn suggesties voor het voortzetten van experimenteel effectonderzoek met watervogels aangegeven.

2. HET KUIFEENDENONDERZOEK

2.1 DE BIOLOGIE VAN DE KUIFEEND

De kuifeend is een zeer algemene vogel van de Nederlandse zoete wateren, vooral van de grotere sloten, kanalen, plassen en meren. Er broedden in Nederland naar schatting 6000 paren kuifeenden (Zomerdijk, 1979). Dit aantal is sindsdien verder toegenomen.

Ongeveer 20% van de Noord-West Europese winterpopulatie, dat wil zeggen ca. 100.000 kuifeenden, concentreert zich in het IJsselmeer tijdens de overwintering. In de nazomer is het IJsselmeer het belangrijkste ruigebied voor de kuifeenden van West- en Midden-Europa.

Kuifeenden broeden solitair. Ze nestelen bij voorkeur in een dichte vegetatie in de nabijheid van open water. Ze broeden vanaf half mei.

Jonge kuifeenden voeden zich met muggelarven, watervlooien en kleine schelpdieren. Oudere eenden voeden zich voornamelijk met mollusken (mosselen, slakken). In het IJsselmeer bestaat het dieet voor 95% uit driehoeksmosselen.

2.2 DE EERSTE SERIE PROEFGROEPEN

In het voorjaar van 1982 werd door MT-TNO een haalbaarheidsstudie gestart om de mogelijkheden te onderzoeken om kuifeenden in gevangenschap te houden, ten behoeve van ecotoxicologisch onderzoek. In het veld verzamelde eieren werden kunstmatig uitgedroed bij het siereendenbedrijf Fa. Kooy uit 't Zand. De jonge eenden werden verdeeld in twee proefgroepen van 4 mannetjes en 4 vrouwtjes. Beide proefgroepen werden afzonderlijk gehuisvest in kooien van 45 m², voorzien van een vijver van 8 m² en 1 meter diep. Het water van de vijvers werd met een snelheid van ca. 200 liter per uur ververs met water uit een naburige sloot.

Een groep eenden werd gevoed met driehoeksmosselen die werden verzameld in het Markermeer, de andere groep eenden werd gevoed met driehoeksmosselen die werden verzameld in het Haringvliet.

Het voedsel werd eens per kwartaal verzameld en in dagrantsoenen ingevroren. De eenden werden dagelijks gevoed met 200 (1982) - 500 (1983-1986) gram ont-

dooide mosselen per eend. Deze mosselrantsoenen bleken krap bemeten. Zo nodig werden de eenden bijgevoerd met een gemengd graanmengsel (23% millet, 21% mais, 30% tarwe, 11% haver en 15% millo).

De consumptie van driehoeksmosselen door kuifeenden in het veld wordt geschat op ca. 1000 gram per dag. De activiteit van deze eenden is evenwel ook groter dan hun soortgenoten in de kooien, die vrijwel geen energie besteden aan fourageren en vliegen.

2.3 ANALYSE VAN EENDEN IN 1983

In juli 1983 werden van beide groepen 4 eenden opgeofferd voor histopathologisch onderzoek en analyse op contaminanten in de levers. De resultaten van dit onderzoek toonden aan dat de gehalten aan cadmium (Cd), kwik (Hg), koper (Cu) en PCB's in de levers van de kuifeenden die werden gevoerd met Haringvlietmosselen hoger waren dan die in de eenden gevoerd met Markermeer-mosselen (De Kock, 1983; Tabel 1).

Tabel 1 Gemiddelde gehalten aan microverontreinigingen in driehoeksmosselen uit het Haringvliet en Markermeer gevoerd aan kuifeenden van 1982-1983, en in de levers van de kuifeenden die zijn gevoerd met deze driehoeksmosselen (analyses 1983).

Contaminant	Driehoeksmosselen (mg/kg drooggewicht)		Levers kuifeenden (mg/kg drooggewicht)	
	Haringvliet	Markermeer	Haringvliet	Markermeer
Cd	5,00	0,47	1,32	0,64
Hg	0,433	0,093	0,770	0,170
Cu	23,4	11,9	267	140
Cr	20,5	2,9	0,163	0,172
As	7,59	6,91	0,040	0,070
PCB-138	0,299	0,105	0,084	0,014
PCB-153	0,443	0,158	0,086	0,013
PCB-180	0,192	0,079	0,056	0,015
Σ PCB's	1,71	0,54	0,40	0,13

Een 11x zo hoog gehalte aan Cd, 5x zo hoog gehalte aan Hg, 2x zo hoog gehalte aan Cu en een 3x zo hoog gehalte aan PCB's in de mosselen van het Haringvliet in vergelijking met die uit het Markermeer, resulteerde in een 4x zo hoog gehalte aan Cd, 2,5x zo hoog gehalte aan Hg, 1,2 x zo hoog gehalte aan Cu en 3x zo hoog gehalte aan PCB's in de levers van eenden die zijn gevoerd met de Haringvlietmosselen ten opzichte van de andere groep eenden.

Het histopathologisch onderzoek leverde geen verschillen tussen beide groepen eenden op. De één jaar oude eenden bleken nog niet geslachtsrijp.

2.4 ANALYSE VAN EENDEN IN 1985

In 1985 is van beide proefgroepen een eend gestorven, waarschijnlijk ten gevolge van een trematode infectie. Door de eenden regelmatig een ontwormingskuur te geven zijn verdere verliezen ten gevolge van inwendige parasieten uitgebleven.

In oktober 1985 resteerden van beide proefgroepen nog 3 eenden voor anatomisch, histopathologisch en chemisch onderzoek. Ook nu weer bleken de gehalten aan metalen (Cd, Hg, Cu en Zn), PCB's, DDE's en HCB in eenden gevoerd met Haringvlietmosselen hoger te zijn dan die van de eenden met Markermeermosselen (Marquenie et al., 1986; Tabel 2).

De concentratie van Cd in de eendenlevers was iets hoger, die van Hg was vergelijkbaar en die van Cu was iets lager, dan die in 1983. De levers van de eenden gevoerd met Haringvlietmosselen hadden nu een 2,5x zo hoog gehalte aan Cd, 1,5x zo hoog gehalte aan Hg, een 2,5x zo hoog gehalte aan Cu en een 1,5x zo hoog gehalte aan Zn ten opzichte van de controlegroep eenden. Met uitzondering van Cu waren de verschillen tussen beide proefgroepen voor wat betreft de metalen verminderd ten opzichte van 1983.

De PCB's vertoonden een heel ander beeld. Ten opzichte van 1983 waren de gehalten aan PCB's in de levers van de eenden in 1985 beduidend hoger. Het totaalgehalte aan PCB's in de levers van de Markermeergroep was 2,7x zo hoog als in 1983, en die van de Haringvlietgroep 3,4x zo hoog. Het gehalte aan PCB's in de mosselen was in 1985 0,5 (Markermeer) respectievelijk 2 (Haringvliet) keer zo hoog als in 1983. De accumulatie van PCB's in de levers van de eenden is tussen 1983 (1 jaar oude eenden) en 1985 (3 jaar oude eenden) kennelijk voortgegaan. Het verschil in PCB-gehalten tussen de Haringvlietgroep eenden en Markermeergroep eenden is in deze periode toegenomen van een factor 3 tot een factor 4.

Tabel 2 Gemiddelde gehalten aan microverontreinigingen in driehoeksmosselen uit het Haringvliet en Markermeer gevoerd aan kuifeenden van 1984-1985, en in de levers van de kuifeenden die zijn gevoerd met deze driehoeksmosselen (analyses 1985).

Contaminant	Driehoeksmosselen (mg/kg drooggewicht)		Levers kuifeenden (mg/kg drooggewicht)	
	Haringvliet	Markermeer	Haringvliet	Markermeer
Cd	-	-	1,943	0,732
Hg	-	-	0,462	0,297
Cu	-	-	206	80
Zn	-	-	0,232	0,169
PCB-138	0,405	0,056	0,466	0,095
PCB-153	0,544	0,038	0,515	0,097
PCB-180	0,193	0,015	0,164	0,041
Σ PCB's	3,48	0,28	1,37	0,35
opDDE	0,238	0,000	0,101	0,010
ppDDE	0,076	0,012	0,075	0,012
HCB	0,120	0,030	0,623	0,185

Bij nadere beschouwing van de verschillende PCB-congeneren blijkt dat vooral de hogere PCB-congeneren 138, 153 en 180 in de eenden gevoerd met Haringvlietmosselen verhoogd zijn ten opzichte van de controlegroep. In beide jaren verschilden de gehalten aan deze congenen tussen beide eendengroepen met een factor 5. Dat andere congenen een minder sterke verhoging vertonen duidt op eliminatie van laaggechloreerde PCB-congeneren, wellicht door metabolisatie.

Hoewel de driehoeksmosselen uit het Haringvliet een 7x zo hoog gehalte aan polycyclische aromaten (PAK's) bevatten als die uit het Markermeer konden geen PAK's in de levers van de eenden worden aangetoond, wat duidt op metabolisatie van deze stoffen. Dit wil echter niet zeggen dat de met het voedsel opgenomen PAK's voor de eenden niet toxisch zouden zijn. Met name benzo(a)anthraceen, benzo(a)pyreen, chryseen, trifenyleen en benzo(a)fluorantheen bleken in de Haringvlietmosselen in sterk verhoogde concentraties voor te komen.

2.5 PATHOLOGIE

Er werden in het histopathologische onderzoek geen afwijkingen aangetroffen die gerelateerd konden worden aan het verschil in voedsel tussen beide groepen. Geringe microscopische veranderingen betroffen spontaan voorkomende (ouderdoms)lesies. De totaalgewichten van de eenden gevoerd met Haringvlietmosselen waren iets lager dan die van de eenden gevoerd met Markermeermosselen. Hetzelfde gold voor de levers en de nieren van de eenden. Vooral het verschil in niergewicht (en de lever/nier ratio) bleek duidelijk te verschillen (Tabel 3).

Tabel 3 Gemiddelde gewichten van de kuifeenden en van de afzonderlijke organen van de in 1985 geanalyseerde exemplaren.

	Haringvlietgroep	Markermeergroep
totaalgewicht	547 gram	582 gram
lever	12,72 gram	13,52 gram
nier	3,57 gram	4,66 gram
borstspier	83,8 gram	79,0 gram
lever/nier ratio	3,6	2,9

Helaas konden geen verschillen in de omvang van de geslachtsorganen (testes, ovaria) worden bepaald, omdat deze organen ten gevolge van seizoensinvloeden niet ontwikkeld waren en daarom niet goed te onderscheiden waren van het omringende vet- en bindweefsel. Buiten het voortplantingsseizoen zijn deze organen bij veel vogels nauwelijks ontwikkeld. Gezien de gereduceerde omvang van de nieren van de Haringvlietgroep eenden en de verwantschap tussen nier- en gonadenweefsels, mag een effect op de gonaden niet worden uitgesloten. In toxicologisch onderzoek is vele malen de relatie tussen disfunctioneren van nieren en gonaden vastgesteld.

Ook de thymus en de bursa van Fabricius konden niet meer worden geïdentificeerd. Het is evenwel een normaal verschijnsel dat deze juveniele afweerorganen bij oudere vogels degenereren.

Uit onderzoek van het Radiobiologisch Instituut TNO blijkt dat de nieren van de eenden gevoerd met Haringvlietmosselen een hoger gehalte aan retinol en retinylpalmitaat bevatten dan die van de eenden gevoerd met Markermeermosselen (Tabel 4). Een dergelijke verhoging is ook waargenomen bij ratten en marmosetten gedoseerd met PCB of TCDD, doordat de werking van het schildklierhormoon Thyroxine door PCB's wordt verstoord. Thyroxine speelt een belangrijke rol in de vorming en het transport van het Vitamine A-complex. Het is bekend dat een verstoring van de evenwichten in het Vitamine A-complex tot groei- en voortplantingsstoringen aanleiding kan geven.

Tabel 4 Gemiddelde gehalten aan retinol en retinylpalmitaat in de nieren van de in 1985 geanalyseerde kuifeenden.

	Haringvlietgroep	Markermeergroep
retinol	4,89 mg/kg	3,24 mg/kg
retinylpalmitaat	6,70 mg/kg	4,69 mg/kg

2.6 GEDRAG EN VOORTPLANTING

In 1984 waren de resterende eenden geslachtsrijp. Van de twee vrouwtjes uit de Markermeergroep kwam één vrouwtje tot broeden. Er werden 7 eieren in een nest gevonden. Daarnaast werd er een ei buiten het nest gevonden dat waarschijnlijk door het andere vrouwtje was gelegd. Dit ei werd niet bebroed en is in het bebroede nest gelegd. Het niet tot broeden komen van het tweede vrouwtje was waarschijnlijk het gevolg van een trematode infectie waaraan zij later overleed. Het gewicht van dit vrouwtje was in 1984 zo'n 25% lager dan die van de andere eenden. Van de acht eieren ontwikkelde zich zeven tot gezonde kuikens. Helaas zijn deze kuikens in de kooien verloren gegaan, waarbij aan predatie door een rat gedacht moet worden.

Van de Haringvlietgroep kwamen beide vrouwtjes tot broeden, met nesten van respectievelijk 5 tot 6 eieren. Beide nesten waren echter slordig opgebouwd en de nesten werden niet bebroed. In dit geval was geen sprake van een trematode infectie. De eieren zijn daarop geïncubeerd in een broedmachine

van de Fa. Kooy. Een ei was niet bevrucht, van 5 eieren stopte de ontwikkeling na 3 dagen, van 4 eieren stierven de embryonen na ca. 5 dagen. Slechts één ei ontwikkelde zich tot een gezond kuiken.

In 1985 kwamen van beide groepen eenden beide vrouwtjes tot het aanleggen van nesten met eieren. De legsels van de Haringvlieteenden bleken wederom kleiner (5 respectievelijk 6 eieren) dan die van de Markermeereenden (8 respectievelijk 9 eieren). Bovendien waren de eieren van de Haringvlieteenden significant kleiner in omvang, gewicht en schaaldikte (Tabel 5).

Tabel 5 Gemiddelde grootte van eieren van kuifeenden in 1985.

	Haringvlietgroep	Markermeergroep
lengte	60,12 mm	57,54 mm
gewicht	50,11 gram	46,96 gram

Ondanks dat beide groepen eenden waren geruild van kooi bleek het broedgedrag van de Haringvlieteenden wederom slordig. De nesten waren onzorgvuldig opgebouwd en werden nauwelijks bebroed.

Van beide groepen werd een nest uitgehaald, waarna de eieren werden geïncubeerd in een broedmachine van de Fa. Kooy. Van de overgebleven nesten werd die in de Markermeerkooi normaal bebroed. Van de 8 eieren in dit nest ontwikkelden er zich zeven tot gezonde kuikens, terwijl het achtste kuiken na een dag dood in het nest bleef. Het nest in de Haringvlietkooi werd niet bebroed en leverde dan ook geen kuikens.

Vrijwel alle geïncubeerde eieren ontwikkelden zich normaal tot kuikens, 8 stuks uit 8 eieren van de Markermeergroep en 6 stuks uit 7 eieren van de Haringvlietgroep.

Niet alleen het broedgedrag van de eenden uit de Haringvlietgroep was verstoord. De eenden van deze groep waren zowel in 1983-1984 als in 1985 (na de kooiwisseling) veel schuwer en vertoonden een veel sterkere paniecreactie bij het betreden van de kooien door de verzorger dan de controlegroep eenden.

2.7 OPSLAG VAN CONTAMINANTEN IN EIEREN

Alle niet uitgebroede eieren en een ei van het uitgehaalde Markermeernest zijn achtergehouden voor chemische analyses. De resultaten van de chemische analyses van enkele van de eieren van de Haringvlietgroep (tabel 6) laten zien dat Cd niet wordt overgedragen op de eieren en dat Cu en Zn slechts in een fysiologisch optimale concentratie in de eieren aanwezig zijn, onafhankelijk van de belasting van het moederdier. Daarentegen wordt kwik wel duidelijk op de eieren overgedragen afhankelijk van de concentraties in het moederdier. De concentratie aan Hg in de eieren bedroeg ca. 40% van die van de lever van het moederdier. De concentraties aan hooggechloreerde PCB-congeneren en DDE in de eieren overtreft die van de levers van de moederdieren, het verschil bedraagt ongeveer een factor 4. De PCB's blijken vooral in de dooier te zijn opgeslagen. De HCB-gehalten in de eieren zijn iets lager dan die in de levers.

In de eieren van de Haringvlieteenden werden in 1985 ca. 30% lagere PCB- en DDE-gehalten aangetroffen dan die in 1984. Het broedsucces van de kunstmatig geïncubeerde eieren was in 1985 ook veel groter (86%) dan in 1984 (9%).

Tabel 6 Gemiddelde gehalte aan microverontreinigingen in eieren van kuifeenden gevoerd met driehoeksmosselen uit het Haringvliet in 1984 en 1985 (in mg/kg drooggewicht).

	eieren uit 1984	eieren uit 1985
Cd	0,025	0,030
Cu	0,003	0,003
Hg	0,172	0,115
Zn	0,067	0,089
PCB-138	1,307	0,997
PCB-153	2,334	2,146
PCB-180	0,453	0,456
opDDE	0,646	0,432
ppDDE	0,493	0,359
HCB	0,502	0,074

Identificatie van het patroon van de gaschromatogrammen van eieren van beide groepen heeft duidelijk gemaakt dat in de Haringvlieteieren geen andere organochloorverbindingen dan PCB's en hexachloorbenzenen in (met behulp van GC-MSD) detecteerbare concentraties aanwezig waren, terwijl de Markermeereieren in het geheel geen organochloorverbindingen in GC-MSD detecteerbare concentraties bevatten (Van der Vlies en Nielen, 1988).

2.8 DE TWEDE SERIE PROEFGROEPEN

Het experimentele onderzoek is voortgezet met 8 jonge kuifeenden die in 1985 zijn uitgebroed uit eieren van de Markermeergroep en 6 jonge kuikens uit eieren van de Haringvlietgroep. De jongen kregen hetzelfde voer als hun ouders. Op het moment dat de jonge eenden in de kooien werden uitgezet (juli 1985) was het gemiddelde gewicht van de eenden uit de eieren van de Haringvlietgroep significant lager dan die afkomstig van de Markermeergroep (380 gram respectievelijk 490 gram).

Gedurende de eerste maanden is een aantal jonge eenden gestorven. Waarschijnlijk waren dit mannetjes die nadeel ondervonden van voedselconcurrentie met de andere vogels uit de eerste proefgroep waar zij bijgeplaatst waren. In september resteerden in beide groepen nog 4 jonge eendjes. Slechts een van deze eendjes was een mannetje.

In april 1986 werden nog eens 5 eenden (mannetjes) aangekocht. Twee van deze mannetjes, die in de Haringvlietgroep waren gezet stierven spoedig (mei en juni). In mei 1986 werd nog eens een nieuw mannetje aangeschaft voor de Haringvlietgroep, maar ook deze woerd stierf binnen een maand. Een sterke voedselconcurrentie tussen de woerden in de Haringvlietkooi bleek de belangrijkste oorzaak van de sterfte onder de mannetjes. Niet dominante mannetjes vertoonden een dodelijk gewichtsverlies. Nadere analyses van het voer maakte duidelijk dat de driehoeksmosselen van het Haringvliet per bruto gewicht minder vlees bevatte. Daarop is besloten het rantsoen van de Haringvlietgroep te verhogen.

Eind juni 1986 was de balans: Markermeerkooi: 3 mannetjes en 4 vrouwtjes; Haringvlietkooi: 1 mannetje en 3 vrouwtjes.

Ondanks de jeugdige leeftijd van de kuifeenden kwam een van de vrouwtjes van de Markermeergroep tot het leggen van 5 eieren. Hiervan werden er 4 verwijderd voor kunstmatige incubatie. Deze 4 eieren kwamen alle 4 uit. Het ei dat in het nest gelaten was is niet uitgekomen.

In augustus 1986 stierven ook in de Markermeerkooi de twee woerden die in april 1986 waren aangekocht, waarschijnlijk als gevolg van voedselconcurrentie. In september 1986 werden de jonge eenden die dit jaar waren opgefokt uit de eieren van de Markermeereend in de kooien uitgezet: 1 mannetje in de Markermeerkooi en 2 mannetjes en 1 vrouwtje in de Haringvlietkooi. Deze 4 eendjes waren evenwel binnen 3 weken dood. In oktober stierf in de Markermeerkooi de laatste woerd die in april was aangekocht. Op dat moment resteerden nog de 8 eenden die in 1985 uit de eieren van de eerste groep waren opgefokt.

Tijdens de strenge winter van 1987 viel de deur van de kooi van de Markermeereenden uit het slot doordat het ijzer was gekrompen. Hierdoor wisten de vier eenden te ontsnappen. Twee eenden konden worden teruggevangen. De sloten van de kooideuren zijn hierna aangepast.

In maart 1987 zijn nog twee mannetjes aan het arsenaal toegevoegd, maar beiden stierven in mei 1987.

Tijdens het voortplantingsseizoen van 1987 zijn de drie vrouwtjes die werden gevoerd met Haringvlietmosselen gestorven. Op dit moment (maart 1988) resteren nog 1 mannetje (gevoed met Haringvlietvoer) en twee vrouwtjes (gevoed met Markermeervoer) van deze groep. Alle drie de eenden zijn afkomstig uit eieren gelegd door eenden die zijn gevoerd met Markermeermosselen. Er kon door het Radiobiologisch Instituut TNO geen verschil worden aangetoond in het thyroxinegehalte van het bloedserum van eenden uit beide groepen (Van den Berg, pers. meded.). Thyroxine speelt een belangrijke rol in de vorming van het Vitamine A-complex. Sommige PCB's beïnvloeden de werking van het thyroxine negatief.

2.9 DE DERDE SERIE PROEFGROEPEN

De ervaringen met de tweede serie proefgroepen hebben geleerd dat het belangrijk is om uit te gaan van een homogene groep van gezonde proefdieren. Het samenvoegen van mannetjes die niet uit één broed komen geeft problemen in de zin van voedselconcurrentie. Met name jonge mannetjes moeten het onderspit delven.

Daarnaast is het van belang dat er voldoende vrouwtjes zijn om statistische waarde te kunnen hechten aan verschillen in nestaantal, legselgrootte, broedgedrag en broedsucces. Het is niet geheel duidelijk of er evenveel

mannetjes nodig zijn. Er wordt wel gesproken over paarvorming bij kuifeenden, wat soms in de kooien ook wordt waargenomen. Echter, vooral de mannetjes blijken een sterke onderlinge concurrentie te vertonen.

In september 1987 is een nieuwe groep van 16 gezonde, eenjarige kuifeenden (8 mannetjes en 8 vrouwtjes) aangekocht ten einde het ecotoxicologische vogelonderzoek te kunnen voortzetten.

Er zijn vooraf een aantal aanpassingen ter verbetering van de huisvesting uitgevoerd. Zo wordt het verversingswater van de vijvers niet meer rechtstreeks uit de sloot gepompt, maar via een zandfilter. De voederbak is verlengd tot 2 stuks van 2 meter, die diagonaal tegenover elkaar in de vijver zijn geplaatst, om voedselconcurrentie te verminderen. Tevens is geprobeerd of een fonteintje in de vijver de dieren wat afleiding zou kunnen geven. Dit bleek echter niet zo te zijn.

De vijvers zijn grondig schoongemaakt, en de kooien zijn ontdaan van overtollige begroeiing. Een dergelijke schoonmaakactie zal voortaan halfjaarlijks worden uitgevoerd. De waterkwaliteit (zuurstof, bacteriënaantal e.d.) wordt wekelijks gemeten. De eenden worden dagelijks gevoerd met driehoeksmosselen, en zo nodig bijgevoerd met een volledig kuikenmeel wat de eiwitbehoefte van de eenden kan aanvullen.

De eenden worden maandelijks op hun gezondheid geïnspecteerd, door middel van gewichtscontrole, slijmvliescontrole en mestcontrole. Zonodig volgt een wormkuur. Het onderzoek wordt veterinaire begeleid door een dierenarts van MT-TNO. Eens per kwartaal zullen driehoeksmosselen worden geïnspecteerd, schoongespoeld en in dagrantsoenen ingevroren.

De nieuwe eenden zijn van september tot december bij elkaar in een kooi geplaatst en gevoerd met Markermeermosselen. Opvallend was dat de nieuwe eenden, net als hun wilde soortgenoten, de mosselen met schelp en al opeten. De eenden in de vorige proefgroepen verwijderden het vlees uit de openstaande schelpen. Wilde eenden kraken de schelp van de gesloten mosselen in hun maag.

Ook de nieuwe eenden vertoonden enigszins concurrentiegedrag, vooral rondom voerbakken. Dominante mannetjes verjagen ook vrouwtjes bij de voerbakken. Deze concurrentie is niet altijd even sterk en iedere eend verkrijgt dan ook voldoende voedsel.

Een mank vrouwtje is doodgebeten door een rat. Inmiddels zijn extra maatregelen genomen, in samenwerking met de Gemeentereinigingsdienst van Den Helder, om verder overlast van ratten te voorkomen.

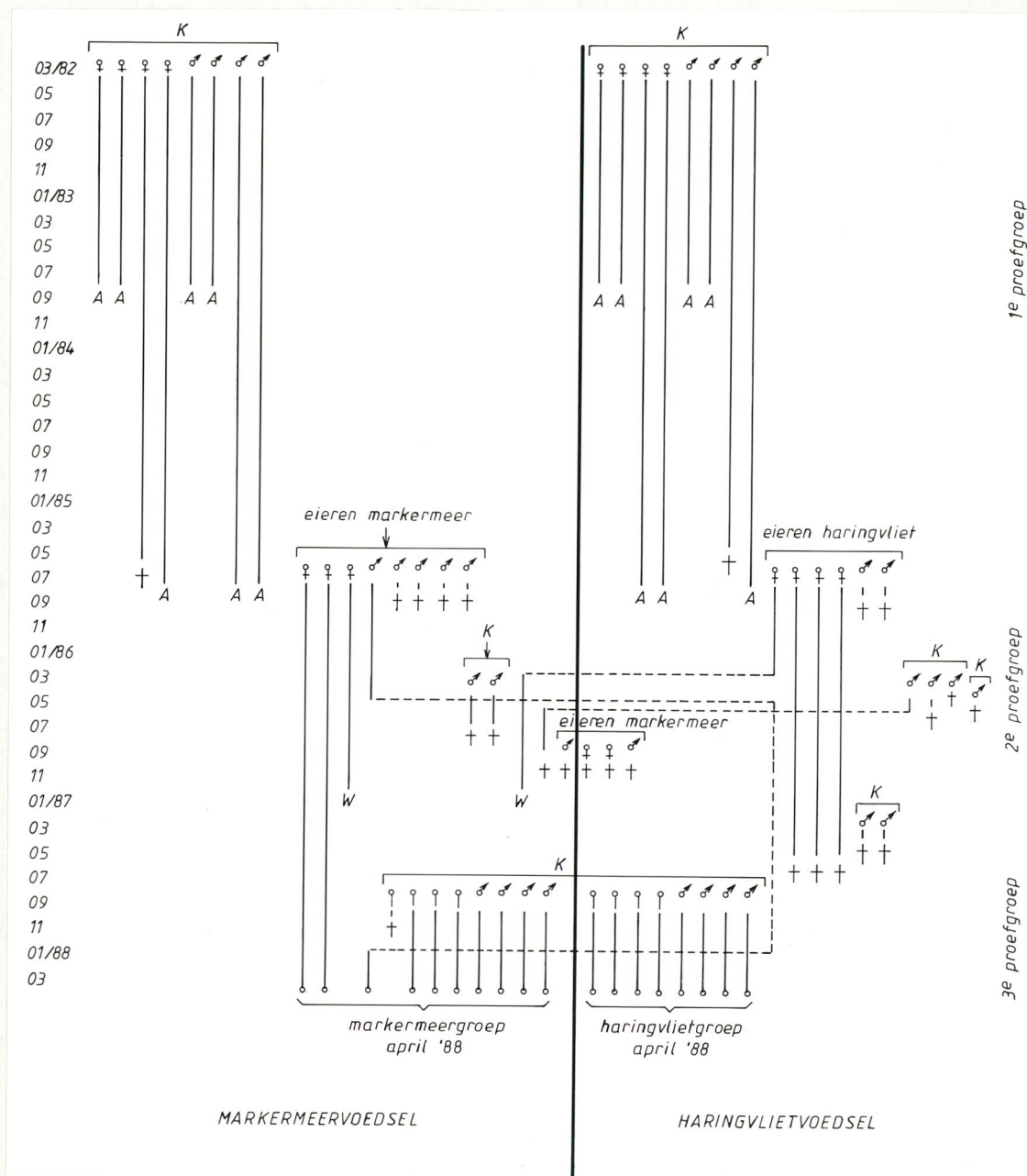
De oude eenden zijn bij elkaar geplaatst in de andere kooi. Ook zij zijn gevoerd met Markermeermosselen. Na verloop van tijd werd paarvorming opgemerkt van het mannetje met een van de vrouwtjes. Het andere vrouwtje werd door het mannetje verjaagd, vooral rond de voerbak.

Eind september 1987 zijn de jonge eenden in twee groepen gesplitst over de twee kooien. Een groep van 4 mannetjes en 4 vrouwtjes worden gevoerd met Haringvlietmosselen, een groep van 4 mannetjes en 3 vrouwtjes worden gevoerd met Markermeermosselen. Het paartje van oude eenden is bij de Haringvlietgroep gevoegd. Het andere oude vrouwtje is bij de Markermeergroep gevoegd.

Het dagrantsoen van de eenden is ca. 5 kilo mosselen en 1 kilo graan per 8-10 eenden. Opvallend is dat de eenden van de Haringvlietgroep, net als de groepen in voorgaande jaren, een veel onrustiger gedrag vertonen, vooral bij het betreden van de kooi. Ze laten zich moeilijker vangen. Daar het hier gaat om 2e jaars eenden mogen we verwachten dat de vrouwtjes dit jaar tot broeden zullen overgaan.

2.10 OVERZICHT VAN KUIFEENDEN 1982-1988

In onderstaand schema is aangegeven in welke periode, welke eenden in beide proefgroepen verbleven.



Schematisch overzicht van kuifeenden 1982-1988.

- K = kuikens uit eieren uit veld, opgefokt door eendefokker
- eieren = kuikens uit eieren van eenden uit kooi-experiment
- A = analyse (dissectie) van eenden
- † = sterfte in kooi
- W = weggevlogen.

3. OVERIG ECOTOXICOLOGISCH VOGELONDERZOEK

3.1 METAALVERBINDINGEN

Het grootste deel van de recente publicaties over vogelonderzoek betreft monitoring van gehalten aan contaminanten in nieren, levers en eieren van vogels in het veld. Metalen blijken vooral in de lever en nieren te worden opgeslagen, met name door binding aan metallothioneinen. Bovendien wordt een groot gedeelte van de opgenomen metalen via de nieren uitgescheiden. Voor een aantal metalen is het gehalte in de veren een goede maat voor de hoeveelheid opgenomen metalen. Bij een chronische belasting met voedsel met een relatief hoge dosis aan metalen (bijvoorbeeld 50-100 ppm Cd) kan weefsel-schade van nieren en testes optreden (Scheuhammer, 1987). Bij jonge vogels zijn effecten te verwachten bij een dieet van 20 ppm Cd.

Steinhagen-Schneider (1986) en White en Cromartie (1985) vinden geen verschillen in de Cd-gehalten van visetende vogels die kunnen worden gerelateerd aan verschillen in Cd-gehalten in het milieu. Evan en Moon (1981) en Hutton (1981) vinden wel een verhoging van het Cd-gehalte in de nieren van tureluurs en scholeksters in verontreinigde estuaria ten opzichte van niet verontreinigde estuaria. Het Cd-gehalte in wadvogels neemt toe met de leeftijd (Hutton, 1981; Zunk, 1984). Er vindt geen overdracht van metalen zoals Cd naar eieren plaats (Becker et al., 1985).

Organische metaalverbindingen worden door hun lipofiele karakter in vetrijke weefsels van vogels opgeslagen. Zo is methylkwik door zijn lipofiele en stabiele karakter zeer toxisch. Ze werkt vooral in op het centrale zenuwstelsel, waar hersenlesies tot gedrags- en groeistoornissen kunnen leiden. Daarnaast wordt de voortplanting door Hg verstoord. Het dieet bepaalt in sterke mate de accumulatie van methylkwik door vogels. Subletale effecten (gedrag, groei, voortplanting) zijn bij vogels te verwachten als er meer dan 0,5 ppm Hg in hun dieet aanwezig is, een dieet van 30 ppm is dodelijk (Scheuhammer, 1987).

Braune (1987) vond dat visetende vogels (aalscholvers en visdiefjes) het hoogste kwikgehalte bevatten, vooral bij een dieet van bodemvis. Vogels met een gemengd dieet van vis en bodemvertebraten (zwarte zeekoet, eidereend) hebben een iets lager kwikgehalte, terwijl vogels met een gemengd dieet van

vis en pelagische evertibraten (Noordse stern, zilvermeeuw en kokmeeuw) een nog lager gehalte hebben. Soorten die uitsluitend evertibraten eten (drie-teenmeeuw, grauwe franjepoot) hebben de laagste kwikgehalten.

Norheim en Kjoss-Hanssen (1984) vinden ook dat vogels die op hogere trofische niveaus fourageren (stormvogel, grote burgemeester) meer kwik accumuleren dan vogels die op lagere (benthische) trofische niveaus fourageren (eidereend). Vogels die lagere pelagische organismen eten (zeekoet, alk) accumuleren het minste kwik. Barrett et al. (1983) vonden in eieren van zeevogels relatief lage kwikgehalten. Rond het Elbe estuarium daarentegen werden verhoogde kwikgehalten in eieren van meeuwen, sterns en scholeksters gevonden.

3.2 PCB's

Visetende vogels accumuleren relatief meer PCB's en ander organochloorverbindingen dan vogels die op lagere organismen fourageren (Norheim en Kjoss-Hanssen, 1984). Een groot deel van de PCB's accumuleert in eieren (Barrett et al., 1985).

De mogelijke effecten van een verhoogde PCB-belasting op de conditie en voortplanting van vogels zijn beschreven door Dahlgren et al., 1972; Hays en Risebrough, 1972; Koeman et al., 1973; Parslow en Jeffries, 1973 en Hoffmann et al., 1986.

Ondanks de relatief grote hoeveelheid studies naar de effecten van PCB's is het nog steeds niet mogelijk de kritieke dosis (no-effect level) aan te geven.

Koeman en Strasse-Wolthuis (1987) rapporteren dat voor aalscholvers een dieet van vis met 5 ppm PCB's dodelijk is, terwijl voor zeekoeten een dieet van vis met 1 ppm PCB's dodelijk is gebleken. Bij sterns die zich voeden met vis met 0,3 ppm PCB's zijn afwijkingen bij de kuikens waargenomen.

De driehoeksmosselen uit het Haringvliet, gevoerd aan de kuifeenden (zie Hoofdstuk 2) bevatten 3,5 ppm PCB's.

3.3 ECOTOXICOLOGISCH WATERVOGELONDERZOEK IN NEDERLAND

Het grootste deel van het ecotoxicologische vogelonderzoek in Nederland is uitgevoerd door Koeman. In dit veldonderzoek zijn gehalten aan contaminanten in vogels, hun voer en hun eieren gerelateerd aan sterfte en voortplantings-succes. Door dit onderzoek kon onder andere het verband tussen lozingen van pesticiden (dieldrin, telodrin en aldrin) in het Rijnmondgebied en een afname van een aantal vogelpopulaties in het Waddengebied (met name de grote stern en eidereend) worden aangetoond (Koeman en Van Genderen, 1972). Daarnaast is door hem de relatie tussen het voorkomen van verhoogde gehalten aan PCB's en DDE's en sterfte, alsmede verminderde reproductie van vis- en schelpdieretende vogels (o.a. aalscholvers, reigers, sterns, eidereenden) aannemelijk gemaakt (Koeman et al., 1972; Koeman et al., 1973).

In 1979 werd door MT-TNO een oriënterend veldonderzoek gestart naar het voorkomen van contaminanten in watervogels. Van levers (soms nieren) van een selectie uit de meer dan 3000 in het veld verzamelde dode zoetwatervogels, werd het gehalte aan metalen en PCB's bepaald (Marquenie, 1980; De Kock en Marquenie, 1981, De Kock et al., 1986). Duidelijk was dat de contaminanten via het voedsel waren opgenomen. De leverweefsels van futen en duikeenden (kuifeend, tafeleend en toppereend) verzameld in het IJsselmeergebied bevatten hoge, wellicht toxische, gehalten aan PCB's, DDE's, kwik en cadmium. Daarbij zijn de gehalten aan organochloorverbindingen in de levers van futen 3-5 keer zo hoog als die in duikeenden, wat samenhangt met het dieet: vis respectievelijk schelpdieren. Van de duikeenden is de tafeleend, die in zijn dieet een groot deel plantaardig voedsel heeft, het minst belast met contaminanten. Door inhomogeniteit van het verzamelde materiaal (ontbreken van gegevens over de leeftijd, voorgeschiedenis, fourageerpatroon e.d. van de in de netten van beroepsvissers verdronken vogels) kon niet worden vastgesteld of er sprake was van regionale verschillen ten aanzien van de opbouw van contaminanten in de levers van de vogels.

Het ecotoxicologische onderzoek met gekooide kuifeenden, welke zijn gevoed met driehoeksmosselen van verschillende kwaliteit met betrekking tot contaminantbelasting, is uitvoerig samengevat in Hoofdstuk 2 van dit rapport. Op basis van een globale jaarbalans voor de som van de PCB-congeneren 138, 153 en 180 stelden Marquenie et al. (1986) voor de kuifeenden uit de kooi-expe-

Hollandsch noemal 3

rimenten de hypothese op dat de effecten van PCB's op de voortplanting en de overdracht van PCB's naar de eieren voornamelijk afhingen van de opname van PCB's met het voedsel tijdens het voortplantingsseizoen. Uit het onderzoek van De Kock et al. (1986) komt naar voren dat ook overwinterende watervogels PCB's accumuleren via het voedsel in het overwinteringsgebied. In hoeverre dat het voortplantingssucces van de vogels in de broedgebieden beïnvloedt is echter nog onduidelijk.

Goede en De Voogt (1985) en Goede (1985) hebben onderzoek gedaan naar de relatie tussen gehalten aan metalen in nier- en leverweefsels enerzijds en veren anderzijds, bij steltlopers uit het Waddengebied. Voor de niet essentiële, toxische metalen Cd en Hg bleek de overdracht naar de veren gering te zijn en was er geen duidelijke verhoging van de concentratie in de veren waar te nemen als zich dat wel in de nierweefsels voordeed.

Uit onderzoek van MT-TNO aan in het veld verzamelde eieren bleek het gehalte aan organische microverontreinigingen van kuifeenden- en futeneieren regionaal sterk te variëren. De gehalten in eieren verzameld in de Biesbos bleken beduidend hoger dan die verzameld in Noord Holland en Friesland. Zelfs op kleine afstanden (Enkhuizen/IJsselmeer; Schardam/Markermeer: 25 km afstand) bleken verschillen in gehalten te herkennen (MT-TNO, ongepubliceerde data).

Sinds 1987 wordt door het bureau Ecoland veldonderzoek uitgevoerd naar de effecten van microverontreinigingen op het broedsucces van aalscholvers in relatie tot de gehalten aan microverontreinigingen in vis uit de fourageergebieden. Uit dit onderzoek komt het idee naar voren dat het broedresultaat van de aalscholverkolonie in de Biesbos relatief slecht is. Gericht veldonderzoek in 1988, waarbij de Biesbos-kolonie zal worden vergeleken met referentiekolonies stroomopwaarts in het rivierengebied en in relatief onbelaste gebieden (Voorne, Eernewoude) zal moeten aangeven of dit idee juist is. In dit onderzoek zal ook vastgesteld worden in welke gebieden en op welke organismen de aalscholvers precies fourageren.

3.4 EVALUATIE VAN HET ECOTOXICOLOGISCHE WATERVOGELONDERZOEK

Monitoring van de gehalten aan contaminanten in organen van vogels die zijn gevangen of gevonden in het veld geeft wel een indicatie, maar geen ondubbelzinnig beeld van de belasting van de vogels met contaminanten via hun voedsel. Het contaminantengehalte wordt ook door factoren als leeftijd, conditie, voedselpreferentie, voedselaanbod, seizoen en geslacht beïnvloed, waardoor onderling vergelijk van veldgegevens zeer bemoeilijkt wordt.

Daarnaast moet worden opgemerkt dat accumulatie van stoffen door organismen op zichzelf niet mag worden opgevat als een effect-parameter. Het geeft slechts een indruk van de reële belasting van het organisme met de contaminanten, geïntegreerd over de tijd. We kunnen dan ook wel spreken van bio-monitoring van de (effectieve) dosis, maar niet van bio-indicatie van effecten. Hetzelfde geldt voor onderzoek naar de gehalten van contaminanten van in het veld verzamelde eieren.

Het onderzoeken van effectindicatoren (bijvoorbeeld conditie en gedrag van vogels, eiproduktie, broedzorg, broedsucces, conditie en levenskansen van kuikens) is in het veld een moeizame bezigheid door de grote mobiliteit van vogels, waardoor het moeilijk is de proefgroepen te definiëren. Bovendien zijn een groot aantal andere (natuurlijke of menselijke) factoren ook van invloed op de genoemde parameters. Het eerste probleem is op te vangen door het bestuderen van koloniebewonende of -broedende vogels, zoals bijvoorbeeld aalscholvers, sterns of meeuwen. Het tweede probleem is zonder zeer intensief en basaal ecologisch onderzoek aan de indicatorsoorten niet oplosbaar. Het zal dan ook zeer moeilijk blijven, onderling goed vergelijkbare populaties aan te wijzen, in gebieden die verschillen in vervuilingsslast. Daarbij is het van groot belang te weten waar de vogels precies fourageren en wat hun dieet hier is, teneinde een relatie tussen de dosis aan contaminanten en de effecten aan te kunnen geven. Van de meeste vogelsoorten is de kennis over voedselkeuzen en fourageergebieden evenwel niet voldoende om deze dosis-effectrelaties in te vullen. Vogels die leven of broeden in één kolonie kunnen op zeer uiteenlopende locaties fourageren. Aalscholvers en lepelaars zijn hiervan goede voorbeelden.

Vogels die (in ieder geval tijdelijk, bijvoorbeeld gedurende het zomer- of winterseizoen) in een beperkt gebied leven, fourageren en broeden, zijn derhalve meer geschikt voor veldstudies. Zo bleek het gehalte van organische

microverontreinigingen van kuifeenden- en futeneieren regionaal sterk te variëren (zie paragraaf 3.3).

Schelpdieren- en wormetende steltlopers en eenden geven de meest duidelijke regionale verschillen in contaminantgehalten te zien (zie paragrafen 3.1 en 3.2). In dit verband zijn vooral de scholekster en eidereend interessante vogels omdat aan deze soorten in Nederland gedetailleerd ecologisch onderzoek met betrekking tot voedings-, broed- en leefgewoonten is uitgevoerd (Smit, RIN respectievelijk Swennen, NIOZ).

De meeste visetende vogels hebben een veel uitgebreider en meer diffuus fourageergebied. Voor deze vogels is het vaak moeilijk om regionale verschillen in contaminantgehalte op te sporen.

Ondanks dat deze vogels hogere gehalten aan contaminanten in hun lichaam of hun eieren opbouwen, zijn ze voor monitoring doeleinden minder geschikt.

Om een relatie te kunnen leggen tussen de opname van contaminanten via het voedsel en verstoringen van de conditie, het gedrag en de voortplanting van vogels is experimenteel onderzoek met vogels in gevangenschap, gevoerd met "natuurlijk" verontreinigd voer essentieel. Het is aan te bevelen om een veldmonitoringsprogramma met geschikte indicatorsoorten (waarbij gehalten aan contaminanten in voedsel, weefsels en eieren van in veld verzameld materiaal worden bepaald en veldwaarnemingen met betrekking tot conditie, gedrag en vooral broedsucces worden uitgevoerd) te ondersteunen met experimenteel onderzoek naar proefgroepen van dezelfde vogelsoorten, die worden gevoerd met voedsel dat is verzameld uit een selectie van de te monitoren gebieden. De te kiezen indicatororganismen dienen aan drie eisen te voldoen:

1. Het dieet van de vogelsoort moet bekend zijn, alsmede zijn fourageergebied. De vogels moeten (in ieder geval tijdelijk) in een beperkt gebied leven, fourageren en broeden. Alleen dan is een ondubbelzinnige relatie tussen de opname van contaminanten via het voedsel, de opslag van contaminanten in weefsels en eieren en de effecten op de conditie en voortplanting vast te stellen, en zijn regionale verschillen aan te tonen.
2. De vogelsoort moet algemeen voorkomen, om het monitoringswerk te vereenvoudigen en op elke gewenste plek uit te kunnen voeren.
3. De vogelsoort moet goed in kooi-experimenten gehouden kunnen worden en daar een normaal broedgedrag vertonen.

Voor zoetwatervogels voldoen kuifeenden, futen en reigers aan de randvoorwaarden 1 en 2, en komen daardoor in aanmerking voor monitoringonderzoek. Met betrekking tot randvoorwaarde 3 heeft het onderzoek van MT-TNO aangetoond dat kuifeenden hieraan voldoen. Futen zijn waarschijnlijk heel moeilijk in kooien te houden. Bij reigers spelen logistieke problemen een rol. Met betrekking tot aalscholvers geldt dat deze dieren wel hoge contaminantgehalten in hun weefsels en eieren opbouwen waarvan de effecten zich snel manifesteren, doch dat meer informatie over hun fourageren nodig is en dat hun beperkte verspreiding (geconcentreerd in enkele kolonies) de mogelijkheden voor monitoring beperken. Ondersteunend experimenteel onderzoek is met aalscholvers niet uit te voeren.

Voor zoutwatervogels geldt dat meeuwen, scholeksters, gruttos en eidereenden aan de randvoorwaarden 1 en 2 voldoen en daardoor in aanmerking komen voor monitoringdoeleinden. Vissieffjes vallen in principe in dezelfde categorie al is van deze dieren minder duidelijk aan te geven waar ze fourageren en wat ze consumeren. Hoewel andere sterns erom bekend staan dat ze hoge gehalten aan contaminanten opbouwen wat snel leidt tot effecten, is hun verspreiding te gering voor algemene monitoringdoeleinden. Hetzelfde geldt voor andere visetende zeevogels.

Van de bovengenoemde vogels wordt op grond van ervaringen in vogelopvangcentra verwacht dat met name de scholekster aan randvoorwaarde 3 zal voldoen. Hoewel meeuwen goed zijn te houden in kooien valt hun broedsucces in gevangenschap tegen. In het onderzoek van Swennen op het NIOZ bleek hetzelfde te gelden voor eidereenden.

Op grond van bovenstaande lijkt het zinvol het ecotoxicologische onderzoek aan watervogels in Nederland te concentreren op een gecombineerd monitoring- en experimenteelprogramma met kuifeenden voor de zoetwatergebieden en scholeksters voor de zoutwatergebieden, waarbij het veldmonitoringprogramma eventueel kan worden uitgebreid met futen/reigers/aalscholvers respectievelijk vissieffjes/meeuwen/eidereenden.

4. VOORTZETTING EXPERIMENTEEL VOGELONDERZOEK

4.1 DE RAMSAR "WETLAND" CONVENTIE

Met de bekrachtiging in 1980 van het in 1972 opgestelde internationale verdrag met betrekking tot zogenaamde "wetlands" (de Ramsar Conventie), verklaarde Nederland zich bereid "... een halt toe te roepen aan de toenemende aantasting van watergebieden nu en in de toekomst". Verreweg het meest opvallende aspect van "wetlands", is de grote rijkdom aan watervogels. De Ramsar conventie heet dan ook voluit "Overeenkomst inzake watergebieden van internationale betekenis, in het bijzonder als verblijfplaats voor watervogels". Juist voor deze watervogels is Nederland van grote internationale betekenis, door de geografische ligging en de aanwezigheid van vele estuaria, delta's, wadden, meren, moerassen, kanalen en rivieren. Nederland is een kruispunt van trekbanen van watervogels, die hier overwinteren, doortrekken of broeden.

Aantasting en verontreiniging van het milieu, door giftige stoffen, ontwatering en verzuring e.d., vormen een zeer ernstige bedreiging voor de "wetlands". Met de bekrachtiging van de Ramsar conventie heeft de Nederlandse regering zich verplicht tot een verantwoord beheer van haar "wetlands" en een verhoogde inspanning te leveren om de aantastingen en bedreigingen te reduceren, onder meer door het beschikbaar stellen van voldoende financiële middelen. Het beheer van de waterfauna heeft daarbij de hoogste prioriteit. Een voortzetting van het ecotoxicologische watervogelonderzoek is op dit moment noodzakelijk ter onderbouwing van het beleid ten aanzien van de verontreiniging van het zoet- en zoutwatermilieu, in relatie tot de nadelige gevolgen voor watervogels. Daarvoor dienen indicatorsoorten te worden gekozen, waarmee het mogelijk is om in zo veel mogelijk "wetland" gebieden de kwaliteit van het milieu voor de watervogels in het algemeen aan te geven, onderbouwd door experimenteel vast te stellen dosis-effectrelaties.

4.2 VOORTZETTING VAN HET KUIFEENDENONDERZOEK

MT-TNO heeft zich sinds 1982 ingespannen om de haalbaarheid van dit type ecotoxicologische experimentatie met watervogels vast te stellen. Het experimentele onderzoek met de kuifeenden heeft aangetoond dat het goed mogelijk is om ecotoxicologisch onderzoek uit te voeren met kuifeenden in gevangenschap, waarbij de relatie tussen de opname van contaminanten met het voedsel en de effecten op de voortplanting duidelijk vastgesteld kan worden. Daar het hier tot nog toe ging om een haalbaarheidsstudie zijn de kosten van het onderzoek vrijwel volledig door TNO gedragen. Voor specifieke processtudies konden concrete opdrachten worden verkregen van de gemeente Rotterdam (MER slufterdam-locatie) en RWS-DBW/RIZA (chemische analyses voedsel, weefsel, eieren en histopathologisch onderzoek).

In 1986 werd besloten om met financiële ondersteuning van de Directie Benedenrivieren van RWS het experimentele onderzoek voort te zetten met de nakomelingen van de eerste proefgroep en met een in 1987 te bestellen nieuwe proefgroep van uit in het veld verzamelde eieren opgekweekte eenden. In 1987 zijn de noodzakelijke aanpassingen verricht aan de huisvesting en de voeding van de eenden. Omdat medio 1987 verdere financiële ondersteuning vanuit RWS uitbleef zijn de kosten voor de aanschaf en opkweek van de nieuwe proefgroep eenden, alsmede die van de aanpassing van de huisvesting volledig voor rekening van MT-TNO gekomen.

Inmiddels zijn er twee proefgroepen van een zodanige omvang (4-5 vrouwtjes en 4-5 mannetjes) en een gelijke achtergrond, dat de effecten van een dieet van meer of mindere verontreinigde driehoeksmosselen op het voortplantings-succes (statistisch) betrouwbaar kunnen worden vastgesteld. De eenden zijn het komende broedseizoen (juni 1988) geslachtsrijp.

De situatie is het rechtstreekse gevolg van de in het verleden getoonde bereidheid om het kuifeendenonderzoek financieel te ondersteunen. Nu deze externe financiering uitblijft lijkt de voortzetting van het kuifeendenonderzoek in 1988 niet mogelijk, daar MT-TNO niet de mogelijkheden heeft het kuifeendenonderzoek verder intern te financieren. Voortzetting van het kuifeendenonderzoek is dan ook volledig afhankelijk geworden van externe financiering op korte termijn.

4.3 SCHOLEKSTERONDERZOEK

Aanvulling van het kuifeendenonderzoek met scholeksteronderzoek is dringend gewenst om het ecotoxicologische onderzoek aan watervogels uit te breiden van zoetwater naar zoet- en zoutwater. Het gaat hierbij in eerste instantie om scholeksters in gevangenschap te houden en te laten broeden, teneinde de relatie tussen opname van contaminanten via het voedsel en effecten op de voortplanting vast te stellen. Uit berekeningen van MT-TNO (Scholten et al., 1988) blijken scholeksters in het Waddengebied zo'n 12 mg PCB per vogel per jaar te consumeren, wat ongeveer overeenkomt met 60% van de jaarlijkse consumptie van de kuifeenden gevoed met Haringvlietmosselen. Het is derhalve niet ondenkbaar dat een dergelijke dosis in de veldsituatie reproductieve storingen bij de scholeksters veroorzaakt. Er zijn sterke aanwijzingen dat de massale sterfte van scholeksters in het Duitse waddengebied tijdens de winter van 1987 het gevolg is van het vrijkomen van in het vetweefsel opgeslagen contaminanten. De scholekster is de belangrijkste predator van de wadfauna van de (relatief sterk verontreinigde) wadplaten. Ca. 31% van de consumptie van wadbodem dieren door vogels komt voor rekening van de scholeksters (Smit en Wolff, 1983). De scholeksters voeden zich op het wad met kokkels, mosselen, nonnetjes, pieren en zagers. De gemiddelde dichtheid aan scholeksters is ca. 100 vogels per km².

Gezien het algemene voorkomen van de scholeksters, zijn voedselgewoonten en de kennis over zijn ecologie lijkt het zeer zinvol om ecotoxicologisch onderzoek (veldmonitoring in combinatie met kooi-experimenten) met deze vogelsoort uit te voeren, in het verlengde van een voortzetting van soortgelijk onderzoek voor het zoetwatersysteem met kuifeenden.

5. REFERENTIES

1. Barrett, R.T., J.U. Skaare, G. Norheim, W. Vader en A. Froslic (1985)
Persistent organochlorines and mercury in eggs of Norwegian seabirds in 1983
Environ. Pollut. (series A) 39: 79-93.
2. Becker, P.H., W. Ternes en H.A. Rüssel (1985)
Schadstoffe in Gelegen von Brutvögeln der Deutschen Nordseeküste
II. Quecksilber
J. Orn. 126: 253-262.
3. Boon, J.P., P.J.H. Reijnders, J. Dols, P. Wensvoort, M.Th.J. Hillebrand (1987)
The kinetics of individual polychlorinated biphenyl congeners in female harbour seals (*Phoca vitulina*), with evidence for structure related metabolism
Aquat. Toxicol. 10: 307-324.
4. Braune, B.M. (1987)
Comparison of total mercury levels in relation to diet and molt for nine species of marine birds
Arch. Environ. Contam. Toxicol. 16: 217-224.
5. Dahlgren, R.B., R.L. Linder en C.W. Carlson (1972)
Polychlorinated biphenyls: their effects on penned pheasants
Environ. Health Persp. 1: 89-101.
6. Evans, P.R. en S.J. Moon (1981)
Heavy metals in shore birds and their prey
In: P.J. Say and B.A. Whitton (eds.): Heavy metals in Northern England: environmental and biological aspects
University of Durham.

7. Goede, A.A. (1985)
Mercury, selenium, arsenic and zinc in waders from the Dutch Wadden Sea
Environ. Pollut. (series A) 37: 287-309.
8. Goede, A.A. en P. de Voogt (1985)
Lead and cadmium in waders from the Dutch Wadden Sea
Environ. Pollut. (series A) 37: 311-322.
9. Hays, H. en R.W. Risebrough (1972)
Pollutant concentrations in abnormal young terns from Long Island Sound
The Auk 89: 19-35.
10. Hoffmann, D.J., B.A. Rattner, C.M. Bunck, A. Krynitsky, H.M. Ohlendorf en R.W. Lowe (1986).
Association between PCB's and lower embryonic weight in black crowned herons in San Francisco Bay
J. Toxicol. Environ. Health 19: 383-391.
11. Hutton, M. (1981)
Accumulation of heavy metals and selenium in three seabird species from the United Kingdom
Environ. Pollut. (Series A) 26: 129-145.
12. Kock, W. Chr. de (1984)
Accumulatie van verontreinigingen door watervogels
Bijdrage aan: Project nota/milieu-effect rapport: grootschalige locatie voor berging van baggerspecie uit het benedenrivierengebied
Deelrapport 9. Ecotoxicologie.
Gemeente Rotterdam/Rijkswaterstaat/Openbaar Lichaam Rijnmond.
13. Kock, W.Chr. de en J.M. Marquenie (1981)
Commissie voor Hydrobiologisch Onderzoek TNO, Rapport no. 9.
14. Kock, W.Chr. de, J. Joziasse, P. de Jong (1986)
Ecotoxicologisch onderzoek aan watervogels
MT-TNO Rapport nr. R 85/227, Delft.

15. Koeman, J.H., Th. Bothof, R. de Vries en R.H. Vos (1972)
The impact of persistent pollutants on piscivorous and molluscivorous birds
TNO Nieuws 27: 561-569.
16. Koeman, J.H. en H. van Genderen (1966)
Tissue levels in animals and effects caused by chlorinated hydrocarbon insecticides, chlorinated biphenyls and mercury in the marine environment along the Netherlands coast
In: Marine Pollution and Sealife, Fishing News (Books) Surrey: 1-8.
17. Koeman, J.H., H.C.W. van Velzen-Bald, R. de Vries en J.G. Vos (1973)
Effects of PCB and DDE in cormorants and evaluation of PCB residues from an experimental study
J. Reprod. Fert. Suppl. 19: 353-364.
18. Marquenie, J.M. (1980)
Een oriënterend onderzoek naar metaalgehalten van watervogels
MT-TNO Rapport nr. CL 80/45, Delft.
19. Marquenie, J.M., P. Roele en G. Hoornsman (1986)
Onderzoek naar de effecten van contaminanten op duikeenden
MT-TNO Rapport nr. R 86/066, Delft.
20. Norheim, G. en B. Kjos-Hanssen (1984)
Persistent chlorinated hydrocarbons and mercury in birds off the west coast of Spitsbergen
Environ. Pollut. (series A) 33: 143-152.
21. Parslow, J.L.F. en D.J. Jefferies (1973)
Relationship between organochlorine residues in livers and whole bodies of guillemots
Environ. Pollut. 5: 87-101.
22. Reijnders, P.J.H. (1986)
Reproductive failure in common seals feeding on fish from polluted coastal waters
Nature 324: 456-457.

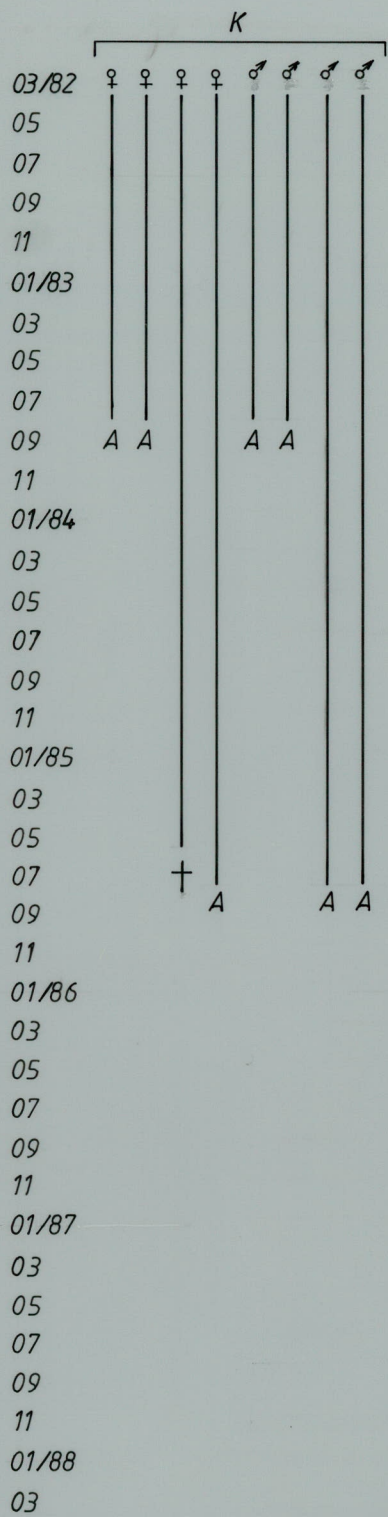
23. Scheuhammer, A.M. (1987)
The chronic toxicity of aluminium, cadmium, mercury and lead in birds:
a review
Environ. Pollut. (serie A) 46: 263-295.
24. Scholten, M.C.T., C.J.M. Kramer, W.Chr. de Kock, H. van het Groenewoud
en T. Bowmer (1988)
De effecten van berging van havenspecie op loswal Noord voor het wad-
ecosysteem
TNO rapport in prep.
25. Smit, C.J. en W.J. Wolff (1983)
Birds of the Wadden sea
In: W.J. Wolff: Ecology of the Wadden sea, Report no. 6
Bulkema, Rotterdam.
26. Steinhagen-Schneider (1986)
Cadmium and copper levels in seals, penguins and skuas from the Weddell
Sea in 1982/83
Polar. Biol. 5: 139-143.
27. Vlies, L. van der en M.W.F. Nielen (1988)
Identificatie van milieuvreemde stoffen in eieren van kuifeenden
TNO rapport nr. R 87/312, Delft.
28. White, D.H. en E. Cromartie (1985)
Bird use and heavy metal accumulation in waterbirds at dredged disposal
impoundments, Corpus Cristi, Texas
Bull. Environ. Contam. Toxicol. 34: 295-300.
29. Zomerdijk, P.J. (1979)
Kuifeend
In: R.M. Teixeira: Atlas van de Nederlandse Broedvogels, Vereniging tot
Behoud van Natuurmonumenten, 's-Gravenland.

30. Zunk, B. (1984)

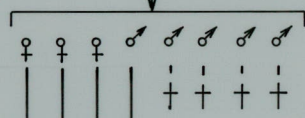
Über die Cadmium-belastung einiger Mowenarten aus dem Bereich der Deutschen Bucht

Fortschritte in der atomspectrometrischen Spurenanalytik Band 1:
597-607.

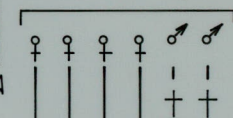




eieren markermeer



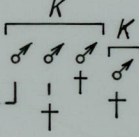
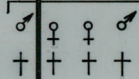
eieren haringvliet



K

K

eieren markermeer



K

K

K

markermeergroep
april '88

haringvlietgroep
april '88

MARKERMEERVOEDSEL

HARINGVLIETVOEDSEL

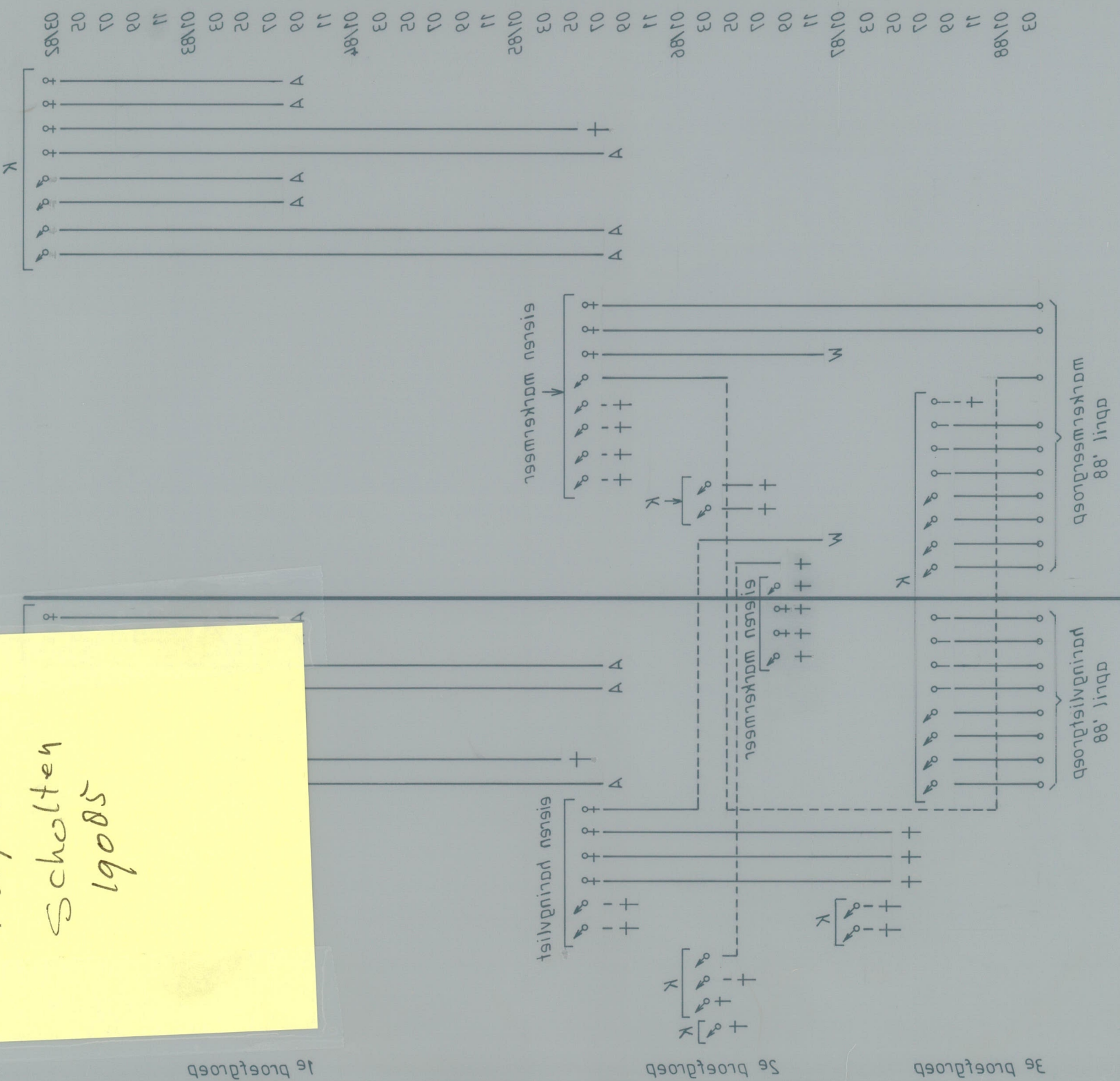
1e proefgroep

2e proefgroep

3e proefgroep

MARKERMEERNOEDSEL

HARINGVLIETNOEDSEL



R88/145
Scholten
19085