

# RIJKSINSTITUUT VOOR VISSERIJONDERZOEK

Haringkade 1 - Postbus 68 - IJmuiden - Tel. (02550) 3 16 14

Afdeling: MILIEU-ONDERZOEK

Rapport: MO 86-02  
Negen jaren van organochloor-pesticiden  
onderzoek in rode aal.

Auteur: Mia Kerkhoff, Jacob de Boer, Arie de Vries  
en Piet Otte

Project: 2-7133 - PCB's en pesticidenonderzoek

Projectleider: Mw. drs. M.A.T. Kerkhoff

Datum van verschijnen: januari 1986

	<u>Pag.</u>
Inhoud: SAMENVATTING	1
1. INLEIDING	2
2. BEMONSTERING EN MONSTERVERWERKING	2
3. ANALYSE METHODEN	3
4. DATA VERWERKING	3
5. RESULTATEN	4
5.1. DDT's	4
5.2. Dieldrin en endrin	5
5.3. HCB, QCB, HCB en OCS	7
5.4. HCH's	9
6. LITERATUUR	9
Tabellen en figuren	

**DIT RAPPORT MAG NIET GECITEERD WORDEN ZONDER TOESTEMMING VAN DE  
DIRECTEUR VAN HET R.I.V.O.**

vdW

## NEGEN JAAR VAN ORGANOCHLOOR-PESTICIDEN ONDERZOEK IN RODE AAL

Mia Kerkhoff, Jacob de Boer, Arie de Vries en Piet Otte.

### SAMENVATTING

In de periode 1977-1985 zijn 140 aalmonsters, welke voornamelijk uit het stroomgebied van Rijn en Maas afkomstig waren, onderzocht op de aanwezigheid van 12 organochloor-pesticiden. Alhoewel de totaal-DDT gehalten in aal uit de Maas sterker fluctueerden dan die in aal uit de Rijn, moet geconcludeerd worden dat het DDT-niveau in de beide rivieren gelijk was. Ten opzichte van de Elbe ( $\sim 1000 \mu\text{g}/\text{kg}$ ) hebben de Maas en Rijn ( $300-400 \mu\text{g}/\text{kg}$ ) beduidend lagere totaal-DDT gehalten. In Noord-Hollandse wateren ( $240 \mu\text{g}/\text{kg}$ ) zijn de gehalten hoog in vergelijking met die van andere zoete wateren ( $100 \mu\text{g}/\text{kg}$ ). p,p'-DDT wordt haast niet meer aangetroffen (5-10%). p,p'-DDE is de belangrijkste metaboliet (50-55%) gevolgd door p,p'-DDD (35-40%). In de afgelopen periode van 9 jaar lijkt de verontreiniging in het rivierengebied met 30 tot 40% te zijn afgenomen. Alle monsters voldoen aan buitenlandse DDT normen. Naast de bekende hoge dieldrin (en endrin) verontreiniging in de Hollandse IJssel ( $750-1000 \mu\text{g}/\text{kg}$ ) is ook die uit het Callandkanaal vermeldenswaardig ( $490 \mu\text{g}/\text{kg}$ ). De Maas heeft een twee keer hogere dieldrin contaminatie dan de Rijn (90 versus  $48 \mu\text{g}/\text{kg}$ ). Overschrijdingen van de Zweedse toleranties voor deze verbindingen komen voor in de Hollandse IJssel, het Callandkanaal en de Maas. HCB, QCB, HCB en OCS gehalten zijn in de Rijn altijd hoger geweest dan in de Maas. In de periode 1977-1981 waren de HCB gehalten in de Rijn ( $1000-4000 \mu\text{g}/\text{kg}$ ) een factor 5 hoger dan die in de Maas ( $200-1000 \mu\text{g}/\text{kg}$ ). Vanaf 1981/2 heeft zich een daling van de verontreiniging van alle vier de stoffen voorgedaan in de beide wateren. Het HCB gehalte van de Rijn bedroeg in 1985 nog zo'n 10% van het vroegere niveau, maar was nog steeds twee keer zo hoog als dat van de Maas. Ondanks de daling overschrijden de meeste aalmonsters uit het rivierengebied nog steeds de buitenlandse toleranties. Elders in Nederland is de verontreiniging van deze stoffen 5 tot 10 keer lager als in het rivierengebied in 1985 en voldoen de monsters wel aan alle buitenlandse normen.  $\gamma$ -HCH komt meer voor dan  $\alpha$ -HCH en  $\beta$ -HCH wordt in het geheel niet gevonden. De  $\gamma$ -HCH verontreiniging van de Maas ( $100-200 \mu\text{g}/\text{kg}$ ) is 1,5 keer zo hoog als die van de Rijn ( $40-100 \mu\text{g}/\text{kg}$ ) en de overige zoete binnenwateren (gem.  $70 \mu\text{g}/\text{kg}$ ). Een trend in de HCH gehalten in de tijd is niet waargenomen. Alle monsters voldoen aan de buitenlandse HCH normen.

## 1. INLEIDING

Organochloor pesticiden staan al sinds de zestiger jaren in de belangstelling. Hun persistentie en het vermogen van organismen om deze stoffen te accumuleren heeft in het begin van de zeventiger jaren al geresulteerd in een verbod op het gebruik van de meeste van hen, dan wel een beperkt toegestaan toepassingsgebied. Toen naast de pesticiden de PCB's in de belangstelling kwamen; overheersten deze in belangrijkheid in verband met hun veelvoudig hogere verontreinigingsniveau's. Nu echter de normering voor PCB's een feit is (Directoraat-Generaal van de Volksgezondheid, 1984) streeft de Hoofdinspectie van de Volksgezondheid ook naar een correcte normering voor de andere organochloor-verbindingen.

Binnen de Landbouw Advies Commissie "Stuurgroep Visverontreiniging" is dit onderwerp daarom aan de orde geweest en besloten alle gegevens van organochloor-analyses samen te vatten (LAC vergadering 23 oktober 1985). In dit rapport zullen de resultaten van 9 jaren (1977-1985) van onderzoek in rode aal uit Nederlandse wateren worden gepresenteerd. Achtereenvolgens zal aandacht besteed worden aan de 1. de DDT's, 2. dieldrin en endrin, 3. HCB, QCB, HCB en OCS, en 4. de HCH's. Behandeld zullen worden het voorkomen en de verspreiding, en de veranderingen van de gehalten in de tijd. Voorts zullen de monsters aan bestaande buitenlandse normen getoetst worden.

## 2. BEMONSTERING EN MONSTERVERWERKING

Aal overwintert in de modder en begint vanaf juli te trekken. In het voorjaar is aal redelijk plaatstrouw en in die periode gevangen aal kan daarom goed gebruikt worden als bio-indicator van organochloor-verbindingen (M. Kerkhoff e.a. 1986).

De RIVO monsternamen geschiedde daarom bij voorkeur in mei, maar helaas veroorzaakten hoge waterstanden of lage temperaturen soms een zekere vertraging. Om goed vergelijkbare monsters te verkrijgen werden in de eerste drie jaren monsters van 15 exemplaren genomen, terwijl in de volgende zes jaren steeds gestreefd werd naar 25 alen in lengte variërend van 30 tot 40 cm. De meeste monsters voldeden aan deze wensen, alhoewel soms met minder vissen of een afwijkende lengte klasse genoeg genomen moest worden.

In het totaal werden 140 monsters genomen, welke voornamelijk afkomstig waren uit het stroomgebied van de Rijn en de Maas. De meeste monsters werden verzorgd door de Operationele Groep van de Directie van de Visserijen van het Ministerie van Landbouw en Visserij. Enkele monsters werden verkregen van beroepsvissers, sportvissers of andere instanties. Van alle vissen werden zowel de lengte als het gewicht bepaald. Gedetailleerde monstergegevens staan vermeld in de PCB rapporten (M. Kerkhoff e.a., 1981, 1983, 1986).

De vissen werden gefileerd en per vangplaats werd een mengmonster bereid door van ieder exemplaar een gelijke hoeveelheid visvlees te nemen en het vlees van alle vissen te zamen te

homogeniseren. De homogenaten werden in glazen potten diepgevroren (- 20° C) bewaard totdat met de analyse werd begonnen.

### 3. ANALYSE METHODEN

De analyse methoden staan uitvoerig beschreven in de PCB rapporten (M. Kerkhoff e.a., 1981, 1983, 1986). In het kort weergegeven verloopt de analyse als volgt.

Een bepaalde hoeveelheid aalhomogenaat wordt met Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gewreven tot een droog poeder. Dit wordt gedurende 5 tot 6½ uur gesoxhlet met n-pentaaan of n-pentaaan/dichloormethaan (1:1). Het extract wordt gezuiverd via aluminiumoxide kolomchromatografie, waarna fractionering volgt op een silicagel kolom. Vervolgens vindt gas chromatografische detectie plaats van de twee verkregen fracties.

In de eerste twee jaar geschiedde de gas chromatografische analyse op gepakte kolommen: een 3% NPGS kolom voor p,p'-DDE, dieldrin, HCB, QCB en HCBD en een 3,9% OV-210/3% OV-17 kolom voor de overige pesticiden. Voor de bepaling van p,p'-DDE werd bovendien een oxidatie met K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>/H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> uitgevoerd in verband met de storingsproblematiek van de PCB's (G. Westoö e.a., 1970). Toen in de volgende jaren de capillaire kolommen in gebruik genomen werden, was deze oxidatie procedure niet langer noodzakelijk. Aanvankelijk waren dit glazen WCOT SE-30 en WCOT CP-Sil 7 kolommen, die later vervangen werden door fused silica WCOT CP-Sil 8 CB kolommen. Mirex werd de laatste 4 jaar toegevoegd als interne standaard om voor variaties bij de injectie te corrigeren.

De volgende standaard oplossing werd na 1 op 10 verdunning gebruikt voor de kwantificering:

HCBD (hexachloorbutadiëen)	0,02 µg/ml
QCB (pentachloorbenzeen)	0,04
HCB (hexachloorbenzeen)	0,04
α-HCH	0,04
β-HCH	0,20
γ-HCH	0,04
OCS (octachloorstyreen)	0,10
p,p'-DDE	0,20
p,p'-DDD	0,20
p,p'-DDT	0,40
dieldrin	0,20
endrin	0,20

### 4. DATA VERWERKING

Alle analyse gegevens zijn opgeslagen in het RIVO-data bestand in de PDP 11/44 computer. Voor de evaluatie van de veelheid van getallen zijn deze gegroepeerd volgens een gebiedsindeling, waarbij onderscheid gemaakt is tussen het stroomgebied van de Rijn en de Maas - inclusief het Ketelmeer, Hollands Diep en Haringvliet - de overige zoetwatergebieden en de mariene

wateren en de Zeeuwse wateren. Voor het rivierengebied, waar verhoudingsgewijs veel onderzoek verricht is, zijn de gegevens per jaar bewerkt. Voor de andere gebieden zijn de resultaten van alle jaren samengevat. Per verbinding zijn minimum, maximum, gemiddelde waarde en standaard deviatie bepaald, nadat de extreme waarden verwijderd waren. De gehalten van een aantal stoffen maakten het voorts gewenst deze nog op andere wijze te rangschikken en/of gehalten op vetbasis te berekenen.

## 5. RESULTATEN EN DISCUSSIE

De minimale, maximale en gemiddelde gehalten en de standaard deviaties van de verschillende organochloor pesticiden worden gegeven in de tabellen 1 (rivierengebied), 2.1.(zoetwatergebieden), 2.2. (Noord-Holland) en 3.1 (mariene wateren) en 3.2. (Zeeuwse wateren). Extreme waarden, die verwijderd zijn voor het uitvoeren van de berekeningen, zullen gegeven worden in de sub-paragrafen, waarin de vervuilingssituatie per groep van verbindingen besproken wordt.

### 5.1 DDT's

In het rivierengebied van Maas en Rijn varieerden de totaal-p,p'-DDT (DDE + DDD + DDT) gehalten in de mengmonsters van 92 tot 910  $\mu\text{g}/\text{kg}$ . Deze hoogste gemeten waarde uit de Maas nabij Venlo (1982) werd voor het berekenen van de gemiddelde waarden per jaar verwijderd, waarna het hoogste gehalte 640  $\mu\text{g}/\text{kg}$  bedroeg. In 1977 werd de hoogste gemiddelde waarde gevonden ( $440 \pm 90 \mu\text{g}/\text{kg}$ ) en in 1983 de laagste ( $230 \pm 60 \mu\text{g}/\text{kg}$ ) (tabel 1). In het stroomgebied van de Rijn fluctueerden de gehalten door de jaren heen ( $340 \pm 90 \mu\text{g}/\text{kg}$  (26%)) minder dan in het stroomgebied van de Maas ( $370 \pm 210 \mu\text{g}/\text{kg}$  (57%)). Hoewel in aal uit de Maas hogere gehalten gemeten zijn, wijzen de gelijke mediaanwaarden van de gehalten op vetbasis toch op een gelijke DDT verontreiniging van de beide wateren: 1,7 mg/kg (tabel 4). In Noord-Hollandse binnenwateren werd opvallend meer DDT aangetroffen ( $240 \pm 100 \mu\text{g}/\text{kg}$ ) dan in de andere Nederlandse binnenwateren ( $97 \pm 31 \mu\text{g}/\text{kg}$ ) (tabel 2.1 en 2.2) en het mariene milieu ( $88 \pm 110 \mu\text{g}/\text{kg}$ ). Merkwaardig hoog was ook de DDT verontreiniging van het Oude Diep bij Numansdorp (570  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ). De Zeeuwse wateren hadden in verband met de lagere vetgehalten van de voornamelijk vrouwelijke aal uit die wateren en de gunstige verontreinigingssituatie de laagste gehalten ( $30 \pm 10 \mu\text{g}/\text{kg}$ ) (M. Kerkhoff, 1985).

Van de drie verbindingen, die samen het totaal-DDT gehalte uitmaken waren de metaboliëten de belangrijkste: p,p'-DDE met 50-55% en p,p'-DDD met 35-40%. Het originele bestrijdingsmiddel p,p'-DDT was nog slechts aanwezig in een onbelangrijk percentage van 5 tot 10%.

De door P. Greve (1983) gevonden mediaan waarde voor totaal-DDT (van 100  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) bij een in 1981 uitgevoerd onderzoek van aal in

Nederland komt goed overeen met het gehalte in de binnenwateren bij deze studie. P. Binneman e.a. (1983) rapporteren voor aal uit het bovenstroomse deel van de Rijn (1976-1981) hogere totaal-DDT gehalten (600-800 µg/kg) dan hier benedenstrooms gemeten zijn. Ook E. Huschenbeth (1977) meldt hogere waarden in aal uit de Moezel (741 µg/kg) en de Selenter See (629 µg/kg). Een hogere DDT verontreiniging is ook in de Elbe door R. Kruse (1983) aangetroffen. De gehalten in aal varieerden daar tussen de 210 en 2320 µg/kg met een gemiddelde van circa 1000 µg/kg. Nog hoger zijn de gehalten in Turkse aal (> 4000 µg/kg). Daarentegen bevat aal uit Ierland of het stroomgebied van de Viskan in Zweden minder dan 100 µg/kg totaal-DDT (O. Andersson e.a., 1984 b; E. Huschenbeth, 1977).

Omdat de gemiddelde waarden in het rivierengebied een dalende trend van de DDT verontreiniging suggereerden, zijn naar analogie van de PCB's voor de drie sedimentatie gebieden van de beide rivieren de gehalten op produkt- en vetbasis nader bekeken (tabel 5). Inderdaad waren de gehalten in de zeventiger jaren hoger dan in de laatste 3 jaar van onderzoek. Op het oog lijkt een daling van 30 tot 40% te zijn opgetreden, die in het Hollands Diep en Haringvliet duidelijker waarneembaar lijkt dan in het Ketelmeer (zie ook figuur 1). Feitelijk ligt deze daling in verband met de gevolgde werkwijze bij dit onderzoek op de grens van het waarnemingsvermogen. De beschikbare gehalten zijn immers verkregen uit onderzoek van mengmonsters en informatie over de spreiding in gehalten van individuele vissen ten gevolge van de verschillen in groei en gedrag is niet aanwezig. Dit betekent dat conclusies over verandering eigenlijk pas getrokken mogen worden als de verschillen groot genoeg zijn (M. Kerkhoff e.a., 1986). Het is wel jammer dat onvoldoende gegevens beschikbaar zijn om een betrouwbare uitspraak over de daling te doen, aangezien een daling in de DDT verontreiniging na het verbod op het gebruik van deze stof in 1972 geheel in de lijn der verwachting ligt. Voor de Oostzee en de Noorse fjorden is een daling van de DDT verontreiniging tot waarden, die circa 1/3 bedragen van die uit 1972 reeds gerapporteerd (O. Andersson, 1984; J. Skåre, 1985).

Met uitzondering van het aalmonster uit het Haringvliet van 1979 (3,77 mg/kg op vetbasis) voldoen alle alen aan de buitenlandse toleranties: West Duitsland 3,5 mg/kg op vetbasis en Zweden en de USA 5 mg/kg = 5000 µg/kg op produktbasis (C. Nauen, 1983). Indien Nederland zal besluiten om een tolerantie van 1 mg/kg = 1000 µg/kg op produktbasis te gaan vaststellen zal nog geen enkele overschrijding optreden. Een scherpere tolerantie van 500 µg/kg geeft overschrijding te zien voor: de Biesbosch (1977), het Haringvliet (1979), het Hollands Diep (1979), de Maas bij Eijsden (1981, 1982, 1984), de Maas bij Venlo (1982) en het Oude Diep bij Numansdorp (1982).

## 5.2. Dieldrin en endrin

Extreme dieldrin en endrin gehalten zijn in de negen jaar onderzoek aangetroffen in aal uit:

de Hollandse IJssel-1982	dieldrin: 1100	$\mu\text{g}/\text{kg}$	endrin: 180	$\mu\text{g}/\text{kg}$
- 1983	810		150	
- 1984	760		150	
het Callandkanaal - 1985	490		30	
de Maas (Venlo) - 1982	380		< det.gr.	

In de Hollandse IJssel is het op de zellingen gestorte Rotterdamse "huisvuil" met afval van de "drin"-fabricage van Shell Nederland Chemie B.V. de oorzaak van de hoge gehalten (M. Kerkhoff e.a. 1984). Ook voor het Callandkanaal zal de oorzaak van de hoge waarden wel gezocht moeten worden bij de Shell. In de le petroleumhaven nabij de "drin"-fabriek zijn deze stoffen immers ook in extreme hoeveelheden in het sediment aangetroffen (R. Wegman e.a. 1982). Voor de verontreiniging in het Maasmonster valt niet zo direct een oorzaak aan te wijzen. Omdat endrin snel gemetaboliseerd en uitgescheiden wordt, was het in de meeste aalmonsters niet aantoonbaar en de gemiddelde gehalten lagen daarom in het rivierengebieden al beneden de  $10 \mu\text{g}/\text{kg}$ . De dieldrin gehalten in aal uit de Maas en de Rijn varieerden van 15 tot  $220 \mu\text{g}/\text{kg}$ . Aal uit de Maas ( $90 \pm 79 \mu\text{g}/\text{kg}$ ) bevatte twee keer zoveel dieldrin als die uit de Rijn ( $48 \pm 32 \mu\text{g}/\text{kg}$ ). Ook uit de mediaan waarden van de gehalten op vetbasis (tabel 4) komt die verhouding naar voren: Maas  $0,34 \text{ mg}/\text{kg}$  versus Rijn  $0,17 \text{ mg}/\text{kg}$ . In de overige zoetwatergebieden bedroeg de dieldrin verontreiniging ongeveer  $2/3$  van die van de Rijn ( $32 \pm 14 \mu\text{g}/\text{kg}$ ) en in de Zeeuwse wateren was de verontreiniging half zo hoog als in de Rijn ( $26 \pm 12 \mu\text{g}/\text{kg}$ ).

De mediaan waarde van het onderzoek van P. Greve (1983) is evenals voor totaal-DDT gelijk aan de gemiddelde waarde van de dieldrin gehalten in de overige zoetwater gebieden. Alen uit Helgoland, de Moezel, Ierland, en Polen bevatten minder dieldrin dan de alen uit de Nederlandse mariene wateren. De dieldrin niveau's in aal uit Turkije, de Solenter See, de Oostzee en de St.Laurensrivier zijn vergelijkbaar met die van Maas en Rijn (E. Huschenbeth, 1977). Opmerkelijk zijn de huidige lage dieldrin gehalten in aal uit het stroomgebied van de Viskan in Zweden ( $< 20 \mu\text{g}/\text{kg}$ ). In verband met de hoge dieldrin gehalten daar werd in 1968 namelijk een verkoopverbod van vis uit deze wateren vastgesteld. Sanering van de bronnen bij de textiel industrie, waar dieldrin voor motten bestrijding werd toegepast, heeft tot de gewenste verlaging van de verontreiniging geleid (O. Andersen, 1984 b).

Om het verloop van de verontreiniging in de tijd te kunnen beoordelen zijn in tabel 5 van aal uit het Ketelmeer, Hollands Diep en Haringvliet de gehalten op produkt- en vetbasis weergegeven in de tijd. In figuur 1 is dit voor het Ketelmeer bovendien grafisch weergegeven. Het dieldrin niveau in het Ketelmeer is constant. Hollands Diep en Haringvliet, die onder invloed van de Maas afvoer een twee tot drie voudig hogere verontreiniging hebben dan het Ketelmeer, geven op het oog een hooguit 30% afname te zien. Wetenschappelijk kan deze afname helaas niet goed onderbouwd worden (M. Kerkhoff e.a., 1986). Met uitzondering van de aal uit de Hollandse IJssel, het Callandkanaal en de Maas (Venlo, 1982) voldoet de aal uit

Nederland aan de USA norm van 300  $\mu\text{g}/\text{kg}$  op produktbasis. Bij hanteren van de strengere Zweedse norm van 100  $\mu\text{g}/\text{kg}$  op produktbasis moeten aan de lijst van afkeuringen de volgende monsters worden toegevoegd: Oude Maas (Barendrecht, 1980), Nieuwe Maas (Rotterdam, 1980), Lek (Krimpen, 1980), Boven Merwede (1980), Maas (Heusden 1980, 1981, 1982) en Waal (Tiel, 1982). Op basis van de West-Duitse norm van 1  $\text{mg}/\text{kg}$  op vetbasis zullen groten-deels dezelfde aalmonsters afgekeurd worden (C. Nauen, 1983).

### 5.3. HCBD, QCB, HCB en OCS

HCBD, QCB, HCB en OCS en ook de andere laag gechlloreerde benzenen vormen een met elkaar samenhangende verontreiniging. HCB is een belangrijk tussenprodukt bij organische syntheses en een bijprodukt van diverse industriële processen en dit geldt ook voor de andere stoffen. In de Verenigde Staten komt 99% van de HCBD in het milieu terecht als afvalprodukt van de synthese van tetrachlooretheen, trichlooretheen en tetrachloorkoolstof. Dit afvalprodukt staat bekend als "HEX waste" en bevat naast HCBD aanzienlijke hoeveelheden HCB en andere gechlloreerde koolwaterstoffen (M. Kerkhoff e.a. 1976, 1983); L. Fishbein, 1979). Chloorbenzeen en chloorstyrenen komen ook vrij bij de produktie van chloorgas door electrolyse van waterige NaCl of KCl en bij de electrolytische bereiding van magnesium. Bij beide processen ontstaat het afvalprodukt "taffy" als chloorgas aan een anode van grafiet vrijkomt en daar een chlorering veroorzaakt van de pek of teer die gebruikt wordt in de grafiet electrode (Nat.Res. Council, 1975; G. Lunde e.a. 1976; R. Kaminsky e.a., 1984).

De aanwezigheid van HCB in Nederland werd voor het eerst beschreven in 1969 en die van octachloorstyreen in 1972 (J. Koeman e.a., 1969; M. ten Noever de Brauw e.a., 1972/3). De getallen in tabel 1 geven duidelijk aan, dat eind zeventiger-begin tachtiger jaren de vier hier besproken stoffen na de PCB's in aal uit het rivierengebied in de hoogste gehalten voorkwamen (maximaal gemeten waarden: HCBD: 3340  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , QCB: 1230  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , HCB: 4700  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , OCS: 1010  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ). In 1981/2 kwam in die hoge verontreinigingssituatie een verandering in gunstige zin. Om de effecten van deze verandering nader te kunnen beoordelen zijn in tabel 6 voor een bepaald aantal wateren de HCBD, HCB en OCS gehalten op produkt- en vetbasis samengebracht. Het verloop van de gehalten in de tijd is bovendien in de figuren 2 t/m 8 grafisch weergegeven. Van de pentachloorbenzeen (QCB) verontreiniging is al eens eerder een evaluatie gemaakt in samenhang met het voorkomen van de tri- en tetrachloorbenzenen (J. de Boer, 1983) en om die reden zal aan deze verbinding hier slechts summier aandacht besteed worden.

De HCBD/HCB/OCS verontreiniging was in het stroomgebied van de Rijn in de periode 1977-1981 beduidend hoger (HCB 1000-4000  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) dan in het stroomgebied van de Maas (HCB 200-1000  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ). Zelfs in 1985 was dit nog steeds merkbaar aam de tweevoudig hogere gehalten in aal uit de Rijn (HCB: 200-500  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ; OCS: 130-160  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) ten opzichte van die uit de Maas (HCB: 100-200



$\mu\text{g}/\text{kg}$ ; OCS: 20-70  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ). HCB, QCB, HCB en OCS zijn typische verontreinigingen van de Rijn en Maas, want in de andere zoete wateren gevonden gehalten (HCB:  $27 \pm 19 \mu\text{g}/\text{kg}$ ; OCS:  $12 \pm 17 \mu\text{g}/\text{kg}$ ) waren altijd nog 5 tot 10 keer lager als in 1985 in het rivierengebied gevonden zijn. In de Zeeuwse wateren was de verontreiniging nog eens vier keer lager (HCB:  $6 \pm 3 \mu\text{g}/\text{kg}$ ; OCS:  $4 \pm 5 \mu\text{g}/\text{kg}$ ). Vermeldenswaardig in dit verband zijn de aalmonsters uit het zeehavenkanaal te Delfzijl. De daar in 1984 gevonden gehalten in zowel zieke als gezonde aal (HCB: 260  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , OCS: 70  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) waren het duidelijke gevolg van de door AKZO geloosde afvalprodukten van de tetrachlooretheen fabricage. In het gehele rivierengebied is dat vanaf 1981/2 een duidelijke dalende trend ingezet. Deze daling is zo groot, dat de werkwijze van het aalonderzoek geenszins beperkend was bij het trekken van conclusies. In de Rijn (Lobith) (figuur 3) en de Waal (Tiel) (figuur 4) is de samengaannde daling van de HCB en de HCB, gehalten duidelijk te zien. Het niveau van de huidige verontreiniging bedraagt nog circa 10% van die in vroeger tijden. In het Haringvliet (figuur 8), Hollands Diep (figuur 7) en Ketelmeer (figuur 2) waar ook OCS gehalten van aal uit de zeventiger jaren bekend zijn, is de parallele afname van HCB en OCS goed waarneembaar. De grotere vluchtigheid van HCB, heeft deze verbinding in de drie sedimentatie gebieden met hun langere verblijftijd al aanmerkelijk vertraagd, waardoor het verloop van gehalten in de tijd minder spectaculair is. Evenals in de Rijn is ook in de Maas een verbetering in de verontreinigingssituatie zichtbaar, zij het op een lager niveau (figuur 5 en 6).

Een vermindering van de verontreiniging met deze stoffen ten gevolge van een sanering in de Frierfjord zijn al in 1978 beschreven door E. Baumann Ofstad e.a. (1978). Aal uit de Frierfjord bevatte indertijd 1,5 tot 2 keer zoveel HCB als die uit de Rijn (21 mg/kg op vetbasis). De in 1982 gemeten HCB gehalten in aal uit de Elbe ( $\sim 900 \mu\text{g}/\text{kg}$ ) waren vergelijkbaar met die uit de Rijn in deze periode (R. Kruse e.a., 1983). Octachloorsysteem was aanwezig in dezelfde alen op een niveau van 1 tot 5 mg/kg op vetbasis (M. Wolff, 1983). In de Ashtabula River, Ohio, Verenigde Staten en de Grote Meren op de grens met Canada is de aanwezigheid van deze verbindingen ook gerapporteerd (G. Veith e.a., 1981; R. Kaminsky e.a., 1984). De verbetering in de verontreinigingssituatie van HCB, HCB, OCS en de overige chloorbenzenen geeft feitelijk weer hoe gunstig het effect van het vaststellen van toleranties, zoals in West Duitsland is geschied voor HCB in vis, kan zijn mits deze gevolgd wordt door een aantal saneringsmaatregelen. De aal uit het stroomgebied van de Rijn en Maas voldoet weliswaar nog steeds niet aan die tolerantie van 0,5 mg/kg op vetbasis, maar bij een voortzetting van de daling moet dit toch binnen afzienbare tijd wel het geval zijn. Aal uit de Maas voldoet al aan de iets minder strenge tolerantie van Zweden en de Verenigde Staten (200  $\mu\text{g}/\text{kg}$  op produktbasis) en aal uit alle andere binnenwateren inclusief het IJsselmeer voldoet gemakkelijk aan alle buitenlandse normen (C. Bauen, 1983).

#### 5.4. HCH's

In de aalmonsters werd  $\gamma$ -HCH steeds in de hoogste gehalten aangetroffen. De  $\alpha$ -HCH gehalten waren meestal 3-voudig lager en  $\beta$ -HCH werd nimmer aangetoond. Het maximale  $\alpha$ -HCH gehalte werd in tegenstelling tot de hiervoor behandelde verontreinigende stoffen niet gevonden in het stroomgebied van Rijn of Maas, maar elders in Nederland. De verontreiniging in de overige zoetwater gebieden ( $40 \pm 18 \mu\text{g/kg}$ ) verschilde niet van die in de rivieren.

In de mariene wateren werden wel lagere  $\alpha$ -HCH gehalten gevonden ( $10 \pm 6 \mu\text{g/kg}$ ). De  $\gamma$ -HCH verontreiniging van de Maas met gehalten tussen de 26 en 220  $\mu\text{g/kg}$  (tabel 6) was ongeveer 12,5 keer zo groot als die van de Rijn (tabel 6) en de overige zoetwatergebieden van Nederland ( $69 \pm 32 \mu\text{g/kg}$ ); tabel 2.1), en 5 tot 10 keer zo groot als die van de Zeeuwse wateren ( $19 \pm 8 \mu\text{g/kg}$ ; tabel 3.2). Alen uit de Elbe (R. Kruse e.a., 1983) ( de St.Laurensrivier, de Oostzee, de Moezel en de Selenter See hebben  $\gamma$ -HCH gehalten die vergelijkbaar zijn met die van de meeste zoete wateren in Nederland, terwijl alen uit Polen, Ierland, Helgoland en Turkije lagere  $\gamma$ -HCH gehalten hebben die vergelijkbaar zijn met of onder het niveau liggen van de alen uit de Nederlandse mariene wateren (E. Huschenbeth e.a., 1977). Omdat  $\gamma$ -HCH de laatste tijd internationaal in de belangstelling staat (ICES, 1985) en nog steeds mag worden toegepast is het verloop van de gehalten in de tijd bekeken. Uit tabel 6 en de figuren 2 t/m 8 kan een stabiel niveau door de jaren heen worden opgemerkt.

De meeste aalmonsters voldeden royaal aan de West-Duitse norm voor  $\gamma$ -HCH (2 mg/kg op vetbasis). De West-Duitse tolerantie voor  $\alpha$ - en  $\beta$ -HCH samen wordt een enkele keer overschreden (50  $\mu\text{g/kg}$  op produktbasis en 0,5 mg/kg op vetbasis) en ditzelfde geldt voor de Zweede norm van 200  $\mu\text{g/kg}$  voor  $\alpha$ -,  $\beta$ - en  $\gamma$ -HCH te zamen (C. Nauen, 1983).

#### 6. LITERATUUR

Andersson, Ö, C.E. Linder en R. Vaz (1984 a). Levels of the DDT complex, PCBs and certain other organochlorine compounds in herring sampled between 1977 and 1981. Var Föda suppl. 1/84, 13-22.

Andersson, Ö., C.E. Linder en R. Vaz (1984 b). Residues of organohalogeene compounds in fish caught in the rivers Viskan and Häggan and in Klosterfjorden between 1976 en 1982. Var Föda suppl. 1/84, 29-38.

Baumann Ofstad E., G. Lunde en K. Martinsen 1978). Chlorinated aromatic hydrocarbons in fish from an area polluted by industrial effluents. Sci. Total Environ. 10, 219-230.

Binnemann, P.H., U. Sandmeyer en E. Schmuck (1983). Gehalte an Schwermetallen, Organochlorpesticiden, PCB und flüchtigen

- 10
- Organohalogenverbindungen in Fischen des Hochrheins, Oberrheins und Bodensees. Z. Lebensm. Untrs. Forsch. 176, 253-261.
- Boer, J. de (1983). Onderzoek naar chloorbenzenen en penta-chloorthioanisol in aal uit Nederlands binnenwateren (1977-1982). RIVO-rapport CA 83-03, IJmuiden.
- Directoraat-Generaal van de Volksgezondheid (1984). Regeling normen PCB's (Warenwet), Staatscourant (239), 6 december 1984.
- Greve, P.A., en G.E. Janssen (1983). Residuen van organochloor bestrijdingsmiddelen en polychloorbifenylen (PCB's) in Nederlandse paling (II) (jaar van bemonstering: 1981). RIVM-rapport nr. 637807004, Bilthoven.
- Huschenbeth, E. (1977). Überwachung der Speicherung von chlorierten Kohlenwasserstoffen im Fisch. Arch. Fish. Wiss. 28, 173-186.
- ICES (1985). Report of the Marine Chemistry Working Group, Copenhagen, 26 February-1 March 1985. ICES Report CM 1985/C:2, Copenhagen.
- Kaminsky, R. en R.A. Hites (1984). Octachlorostyrene in Lake Ontario: sources and fates. Environ. Sci. Technol. 18, 275-279.
- Kerkhoff, M., J. de Boer (1976). Hexachloorbenzeen, een industriële vervuiling in de Westerschelde? Visserij 29, 207-211.
- Kerkhoff, M., J. de Boer en A. de Vries (1981). 4 jaar PCB onderzoek in aal uit Nederlandse binnenwateren (1977-1980). RIVO-rapport CA 81-01, IJmuiden.
- Kerkhoff, M., A. de Vries, P. Otte en J. de Boer (1983). PCB onderzoek in rode aal uit Nederlandse wateren (1981, 1982). RIVO rapport CA 83-07, IJmuiden.
- Kerkhoff, M. (1983). Hexachloro-1,3-butadiene. Coop. Res. Report nr.124, Annex 5, 53-56, ICES, Copenhagen.
- Kerkhoff, M., P. Otte, A. de Vries en J. de Boer (1984). "Drins" in vis uit de Hollandse IJssel. RIVO rapport CA 84-03, IJmuiden.
- Kerkhoff, M.A.T. (1985). Kunnen schieralen dezelfde vetgehalten bereiken ongeacht hun geslacht? RIVO rapport CA 85-07, IJmuiden.

- Kerkhoff, M., J. de Boer, A. de Vries, P. Otte, D. Warnaar en P. Masereeuw. De PCB verontreiniging van rode aal: trends in chloorbifenyl gehalten (1978-1985). RIVO rapport MO 86-01, IJmuiden.
- Koeman, J.H., M.V. ten Noever de Brauw en R.H. de Vos. Chlorinated biphenyls in fish, mussels and birds from the River Rhine and the Netherlands coastal area. *Nature* 221, 1126-1128.
- Kruse, R., K. Boek, M. Wolf (1983). Der gehalt an Organochlor-Pestiziden und polychlorierten Biphenylen in Elbaalen. *Arch. Lebensmittelhyg.* 34, 81-108.
- Lunde, G. en E. Baumann Ofstad (1976). Determination of fat-soluble chlorinated compounds in fish. *Fresh.Z. Anal. Chem.* 282, 395-399.
- National Research Council (1975). Hexachlorobenzene. Assessing Potential Ocean Pollutants. A report of the study panel on assessing potential ocean pollutants to the Ocean Affairs Board Commission on Natural Resources, 188-208, National Academy of Sciences, Washington D.C.
- Nauen, C.E. (1983). Compilation of legal limits for hazardous substances in fish and fishery products. FAO Fisheries Circular No. 764 - FIRI/C 764, Rome.
- Noever de Brauw, M.C. ten en J.H. Koeman (1972/73). Identification of chlorinated styrenes in cormorant tissues by a computerized gas chromatography - mass spectrometry system. *Sci. Total Environ.* 1, 427-432.
- Skåre, J.U., J. Stenersen, N. Kveseth en A. Polder (1985). Time trends of organochlorine chemical residues in seven sedentary marine fish species from a Norwegian fjord during the period 1972-1982. *Arch. Environ. Centam. Toxicol.* 14, 33-41.
- Veith, G.D., D.W. Kuehl, E.N. Leonard, F.A. Pruglisi en A.E. Lemke (1979). Polychlorinated biphenyls and other organic chemical residues in fish from major watershed of the United States, 1976. *Pestic. Monit. J.* 13, 1-11.
- Veith, G.D., D.W. Kuehl, E.N. Leonard, K. Welch, G. Pratt (1981). Polychlorinated biphenyls and other organic chemical residues in fish from major United States watersheds near the Great Lakes, 1978. *Pestic. Monit. J.* 15, 1-8.
- Wegman, R.C.C., A.W.M. Hofstee (1982). Determination of organochlorines in river sediment by capillary gas chromatography; application to Dutch river sediment. *Water Res.* 16, 1265-1272.

Westoö, G. en Norén, K. 1970). Determination of organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls in animal foods. Acta Chem. Scand. 24, 1639-1644.

Wolf, M. 1983). Gas chromatographischen Nachweis von Octachlorstyrol Rückständen in Elbfischen Lebensmittelchem. Gerichtl. Chem. 37, 70-77.

MAK/vdW  
29-1-1986

Tabel 1. Gehalten van organochloor-pesticiden in rode aal uit het stroomgebied van Maas en Rijn ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  op produktbasis).

SOM-DDT	PP-DDE	PP-DDD	PP-DDT	HCBD	HCB	QCB	OCS	A-HCH	C-HCH	DIELDRIN	ENDRIN	
1977												
4	4	4	4	1	4	2	2	4	4	4	4	N
310	120	130	0	.	750	330	340	15	110	25	0	min
520	250	290	60	.	2500	1230	1010	50	210	110	7	max
438	200	220	15	3340	1510	780	675	37	158	82	1.7	gem
93	57	66	30	.	840	636	474	16	46	39	3.5	std
1978												
9	9	9	9	9	9	9	2	9	8	9	9	N
220	68	56	0	45	290	45	420	11	39	26	0	min
420	260	250	53	890	2100	630	670	63	100	69	0	max
311	171	134	6	407	1360	337	545	43	62	49	0	gem
69	76	61	18	343	612	181	177	16	19	16	0	std
1979												
7	7	7	7	7	7	7	2	7	7	7	7	N
260	130	62	0	120	480	58	750	11	69	26	0	min
580	330	230	96	940	2800	510	900	37	140	60	17	max
391	217	132	42	571	1540	340	825	28	100	38	4.3	gem
131	80	68	31	361	806	179	106	8	26	15	7.4	std
1980												
10	10	10	10	10	10	10	1	10	10	10	10	N
92	58	19	10	24	170	16	.	5	26	16	0	min
500	240	210	110	1600	4700	1100	.	47	190	220	55	max
352	183	124	46	679	2330	560	260	31	98	93	13	gem
113	58	50	31	588	1420	405	.	11	41	63	18	std
1981												
15	15	15	15	14	15	14	13	11	15	15	15	N
140	72	57	0	6	100	30	40	9	25	34	0	min
640	240	320	100	1700	3500	1200	560	50	270	150	28	max
350	180	134	36	533	1620	342	249	28	110	68	2.3	gem
125	53	64	32	636	1170	398	213	13	63	35	7.3	std
1982												
14	14	14	14	15	15	15	15	14	14	13	14	N
120	69	38	0	7	46	20	32	8	42	18	0	min
570	420	360	65	1500	3100	580	680	43	220	110	38	max
299	176	104	22	225	904	135	215	19	99	52	4.8	gem
131	93	80	20	362	786	146	197	8.2	56	28	9.9	std
1983												
12	12	12	11	12	12	12	12	12	12	11	10	N
137	78	39	0	0	122	14	38	6	74	15	0	min
320	190	160	47	391	1220	260	380	28	220	112	18	max
234	131	82	22	171	616	107	167	19	105	42	7.0	gem
59	37	34	15	129	393	84	108	6.1	41	25	5.3	std
1984												
8	11	11	8	9	11	11	11	11	11	10	10	N
210	110	70	0	20	32	0	0	0	78	31	0	min
522	299	593	200	250	561	355	266	50	315	85	0	max
311	176	147	45	96	257	124	112	26	153	43	0	gem
101	57	150	85	94	161	119	74	13	88	16	0	std
1985												
8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	8	N
210	110	47	0	0	74	11	20	7	56	18	0	min
300	210	99	63	97	530	190	290	24	250	80	0	max
260	160	78	25	45	265	92	141	16	121	44	0	gem
36	37	17	26	29	147	61	77	5.4	62	21	0	std

. niet bepaald

° beneden de detectiegrens

Tabel 2.1. Gehalten van organochloor-pesticiden in rode aal uit de overige zoetwatergebieden ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  op produktbasis).

Pesticide	N	MIN	MAX	GEM	STDEV
SOM-DDT	21	46	192	97	31
HCBD	27	0	20	2.5	4.5
HCB	26	5.2	90	27	19
QCB	28	2.6	52	20	15
OCS	21	0	60	12	17
$\alpha$ -HCH	33	9	89	40	18
$\gamma$ -HCH	32	13	160	69	32
DIELDRIN	32	5	80	32	14
ENDRIN	31	0	8	1.0	2.2

Tabel 2.2. Totaal-DDT gehalten in rode aal uit Noord-Holland ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  op produktbasis).

SOM-DDT	LOCATIE	N	min.	max.	gem.	stdev.
340	Spaarndam					
300	Alkmaardermeer					
280	Zaan	8				
330	Vecht		63			
243	Buitenliede			340		
163	Binnenliede				241	
143	Ringvaart					97
310	IJmeer '77					
63	IJmeer '85					

Tabel 3.1. Gehalten van organochloor-pesticiden in rode aal uit de mariene wateren ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  op produktbasis).

Pesticide	N	MIN	MAX	GEM	STDEV
SOM-DDT	8	22	350	88	113
HCBD	9	0	100	19	35
HCB	10	4	180	44	70
QCB	9	1	88	24	36
OCS	3	1	10	4.3	4.9
$\alpha$ -HCH	12	3	20	12	5.8
$\gamma$ -HCH	12	12	71	28	20
DIELDRIN	12	16	200	41	51
ENDRIN	12	0	1	0.1	0.3

Tabel 3.2. Gehalten van organochloor-pesticiden in rode aal uit Zeeuwse mariene wateren ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  op produktbasis).

Pesticide	N	MIN	MAX	GEM	STDEV
SOM-DDT	5	22	47	30	10
HCBD	6	0	2	0.7	0.8
HCB	7	4	12	6	3
QCB	6	1	3	2	0.8
OCS	3	1	10	4	5
$\alpha$ -HCH	7	3	19	10	6
$\gamma$ -HCH	7	12	35	19	8
DIELDRIN	7	16	45	26	12
ENDRIN	7	0	1	0.1	

Tabel 4.

TOTAAL-DDT EN DIELDRIN GEHALTEN IN RODE AAL  
UIT DE RIJN EN DE MAAS

SOM-DDT		DIELDRIN			
µg/kg op produktbasis		mg/kg op vetbasis			
MAAS STROOM					
420	57	3.59	0.49		
300	60	1.70	0.34		
92	16	1.74	0.30		
640	44	4.57	0.31		
570	43	4.29	0.32		
190	26	1.62	0.22		
.	55	.	0.34		
210	51	1.75	0.43		
500	130	1.94	0.50		
490	120	1.70	0.42		
360	91	1.35	0.34		
240	52	1.03	0.22		
260	80	1.19	0.37		
300	100	1.04	0.35		
910	380	3.36	1.40		
480	150	1.46	0.46		
150	110	0.53	0.39		
190	62	0.72	0.23		
.	85	.	0.35		
370	90	1.97	0.41	gem.	
210	79	1.22	0.25	stdev.	
17	19	17	19	N	
RIJN STROOM					
350	44	2.30	0.29		
380	25	2.29	0.15		
320	36	1.64	0.19		
390	39	1.73	0.17		
280	18	1.91	0.12		
300	28	1.51	0.14		
520	41	2.62	0.21		
290	18	2.12	0.13		
380	60	2.04	0.32		
340	26	2.21	0.17		
340	34	1.80	0.18		
210	32	1.05	0.16		
160	110	0.75	0.52		
380	40	1.72	0.18		
300	29	1.26	0.12		
400	46	1.69	0.19		
320	40	1.28	0.16		
260	34	1.12	0.15		
210	26	1.08	0.13		
350	68	1.56	0.30		
360	120	1.50	0.50		
420	140	1.53	0.51		
400	72	1.69	0.30		
550	45	2.09	0.17		
260	36	1.04	0.15		
340	48	1.66	0.23	gem.	
88	32	0.47	0.12	stdev.	
25	25	25	25	N	

. = niet bepaald



Tabel 5. Trends in de totaal-DDT en dieldrin gehalten van rode aal

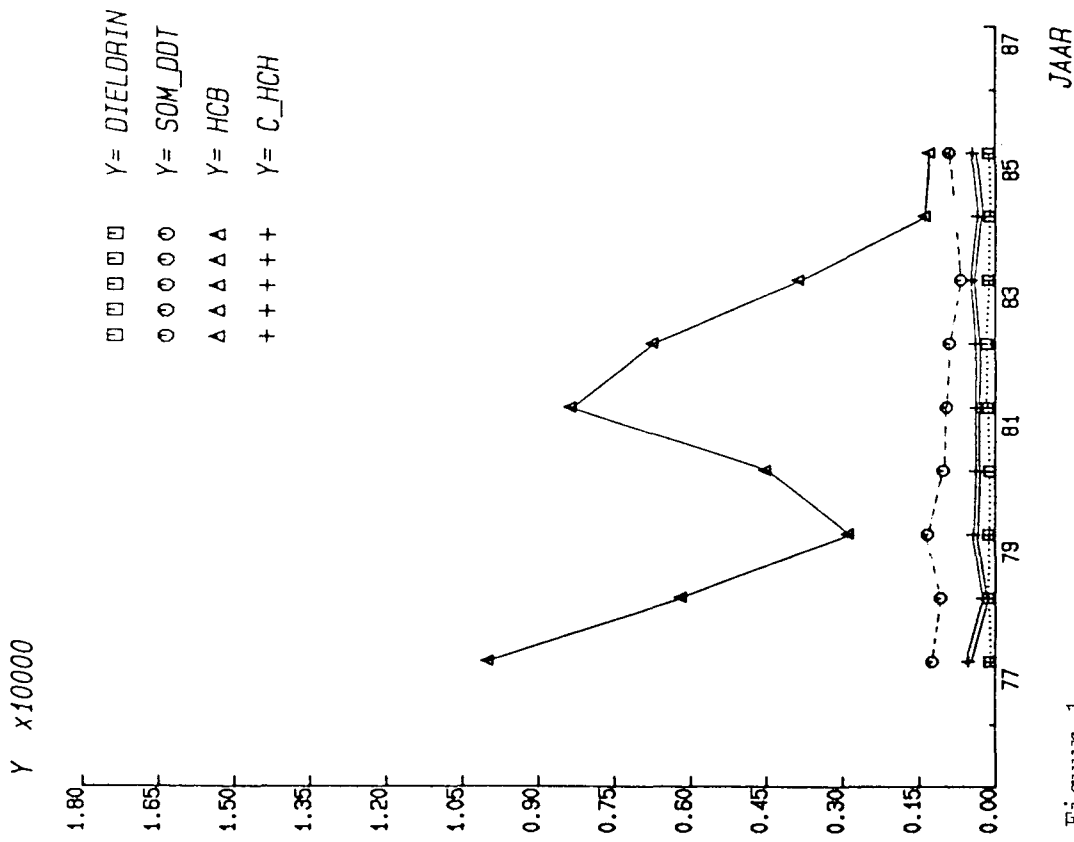
JAAR	SOM-DDT µg/kg op produktbasis	DIELDRIN	SOM-DDT mg/kg op vetbasis	DIELDRIN
<b>KETELMEER</b>				
1977	310	25	1.24	0.10
1978	260	32	1.07	0.13
1979	310	30	1.32	0.13
1980	250	25	1.03	0.10
1981	230	36	0.96	0.15
1982	280	54	0.90	0.17
1983	170	34	0.67	0.13
1984	.	31	.	0.11
1985	250	33	0.91	0.12
<b>HOLLANDS DIEP</b>				
1977	490	92	2.72	0.51
1978	320	35	2.54	0.28
1979	570	53	2.45	0.23
1980	370	61	1.84	0.30
1981	310	53	1.89	0.32
1982	240	36	1.36	0.20
1983	250	42	1.32	0.23
1984	220	32	1.47	0.21
1985	300	35	1.74	0.20
<b>HARINGVLIET</b>				
1977	430	100	2.77	0.65
1978	260	49	1.60	0.30
1979	580	45	3.77	0.29
1980	430	69	1.89	0.30
1981	340	69	1.42	0.29
1982	370	44	1.54	0.18
1983	220	46	1.00	0.21
1984	210	40	1.21	0.23
1985	260	54	1.17	0.24

. = niet bepaald

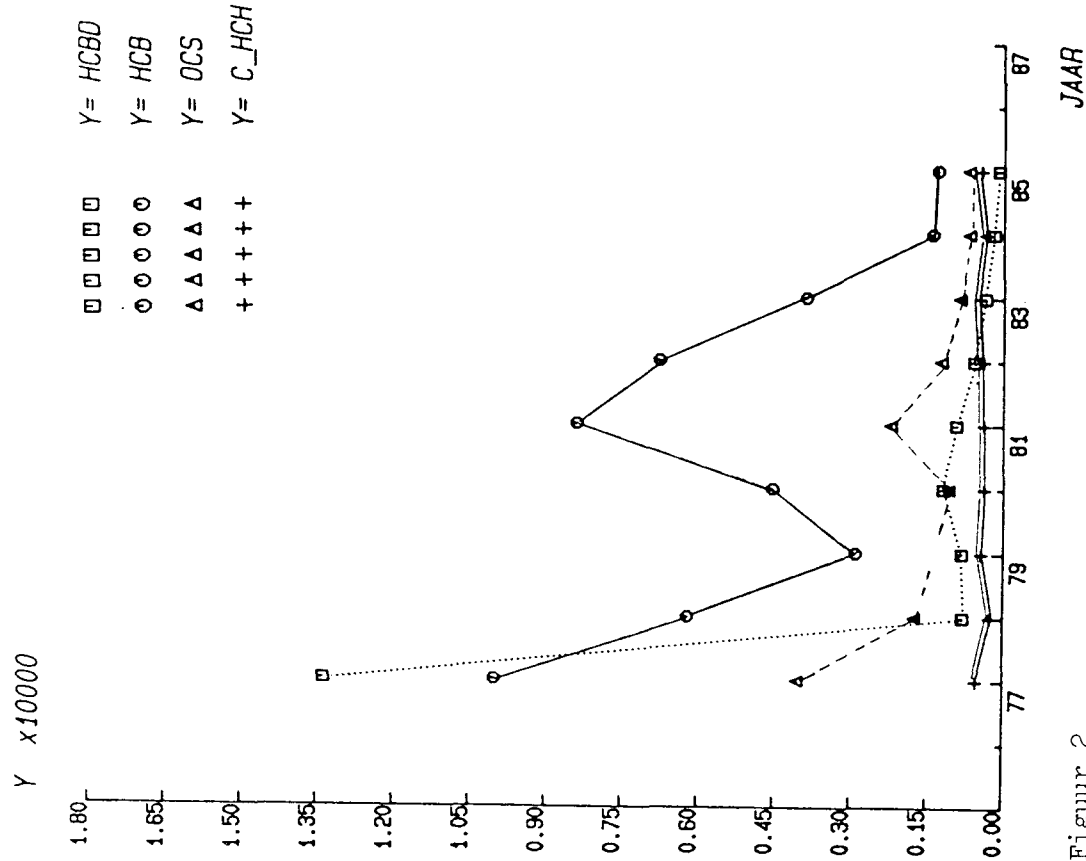
Tabel 6. Trends in HCB, HCBd, OCS en  $\gamma$ -HCH gehalten van rode aal

JAAR	µg/kg op produktbasis				mg/kg op vetbasis			
	HCB	HCBd	OCS	C-HCH	HCB	HCBd	OCS	C-HCH
<b>IJSSELMEER</b>								
1977	83	.	.	86	0.30	.	.	0.31
1978	31	1	.	47	0.12	0.00	.	0.18
1979	78	6	.	99	0.26	0.02	.	0.33
1980	69	0	.	85	0.26	0.00	.	0.31
1981	50	10	60	88	0.17	0.03	0.21	0.30
1982	75	0	15	49	0.24	0.00	0.05	0.15
1984	47	3	47	59	0.21	0.01	0.21	0.27
<b>KETELMEER</b>								
1977	2500	3340	1010	130	10.00	13.36	4.04	0.52
1978	1500	190	420	61	6.20	0.79	1.74	0.25
1979	680	190	.	100	2.91	0.81	.	0.43
1980	1100	290	260	90	4.53	1.19	1.07	0.37
1981	2000	220	530	89	8.37	0.92	2.22	0.37
1982	2100	180	380	120	6.75	0.58	1.22	0.39
1983	990	94	220	120	3.88	0.37	0.87	0.46
1984	390	52	190	98	1.41	0.19	0.67	0.36
1985	360	28	190	120	1.30	0.10	0.69	0.43
<b>RIJN (Lobith)</b>								
1978	2100	840	.	44	13.82	5.53	.	0.29
1979	2800	850	.	75	16.87	5.12	.	0.45
1980	3500	1100	.	64	17.95	5.64	.	0.33
1981	3200	1700	560	69	14.16	7.52	2.48	0.31
1982	1100	290	190	47	7.48	1.97	1.29	0.32
1983	980	390	290	84	4.99	1.98	1.47	0.43
1984	560	190	270	82	2.82	0.93	1.34	0.41
1985	220	42	130	56	1.61	0.31	0.95	0.41
<b>WAAL (Tiel)</b>								
1978	1800	890	.	39	9.68	4.78	.	0.21
1979	1500	940	.	69	9.74	6.10	.	0.45
1981	2400	1300	.	69	12.70	6.88	.	0.37
1982	1200	270	310	68	5.97	1.34	1.54	0.34
1983	650	320	180	84	3.02	1.50	0.82	0.39
1984	320	220	140	100	1.45	1.00	0.62	0.46
1985	530	97	160	90	2.23	0.41	0.67	0.38
<b>BOVEN MERWEDE</b>								
1980	4700	1500	.	110	17.09	5.45	.	0.40
1981	3500	1500	530	100	14.77	6.33	2.24	0.42
1982	3100	1500	680	66	11.79	5.70	2.59	0.25
1983	1100	230	280	80	4.44	0.93	1.12	0.32
<b>MAAS (Eijsden)</b>								
1978	290	94	.	71	2.48	0.80	.	0.61
1979	480	120	.	140	2.71	0.68	.	0.79
1980	170	24	.	26	3.21	0.45	.	0.49
1981	340	150	40	140	2.43	1.07	0.29	1.00
1982	260	100	40	81	1.95	0.75	0.30	0.61
1983	130	130	43	100	1.05	1.05	0.36	0.87
1984	130	.	52	220	0.83	.	0.32	1.39
1985	98	71	20	110	0.82	0.59	0.17	0.92
<b>MAAS (Heusden)</b>								
1980	820	44	.	190	3.18	0.17	.	0.74
1981	1100	90	120	220	3.82	0.31	0.42	0.76
1982	690	100	95	120	2.59	0.38	0.36	0.45
1983	270	56	60	130	1.15	0.24	0.25	0.56
1984	240	42	80	210	1.00	0.17	0.33	0.86
1985	170	34	66	190	0.78	0.16	0.30	0.87
<b>HOLLANDS DIEP</b>								
1977	1900	.	.	180	10.56	.	.	1.00
1978	1700	280	.	66	13.49	2.22	.	0.52
1979	2200	680	750	120	9.44	2.92	3.22	0.52
1980	1900	420	.	90	9.45	2.09	.	0.45
1981	2700	.	.	100	16.46	.	.	0.62
1982	410	50	150	42	2.32	0.28	0.85	0.24
1983	400	210	160	83	2.16	1.14	0.88	0.45
1984	190	35	120	96	1.29	0.23	0.78	0.64
1985	260	53	160	75	1.51	0.31	0.93	0.44
<b>HARINGVLIET</b>								
1977	870	.	340	110	5.61	.	2.19	0.71
1978	1300	120	670	63	8.02	0.74	4.14	0.39
1979	1600	290	900	110	10.39	1.88	5.84	0.71
1980	1700	130	.	110	7.46	0.57	.	0.48
1981	2000	500	370	110	8.33	2.08	1.54	0.46
1982	1100	140	490	87	4.56	0.58	2.03	0.36
1983	810	73	150	110	3.67	0.33	0.68	0.50
1984	200	28	110	98	1.17	0.16	0.65	0.57
1985	270	19	150	120	1.21	0.09	0.67	0.54

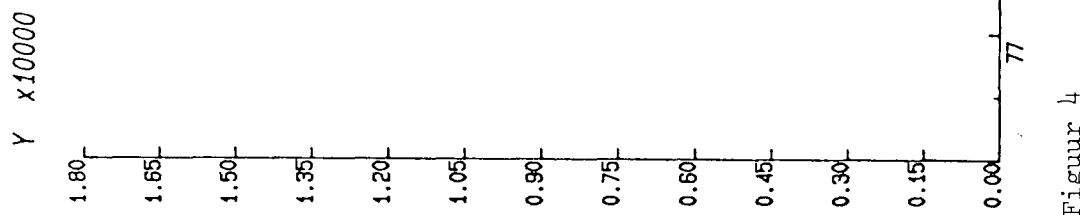
. = niet bepaald



Figuur 1  
TRENDS IN PESTICIDE-GEHALTEN IN RODE AAL (µg/kg opvetbasis)  
KETELMEER

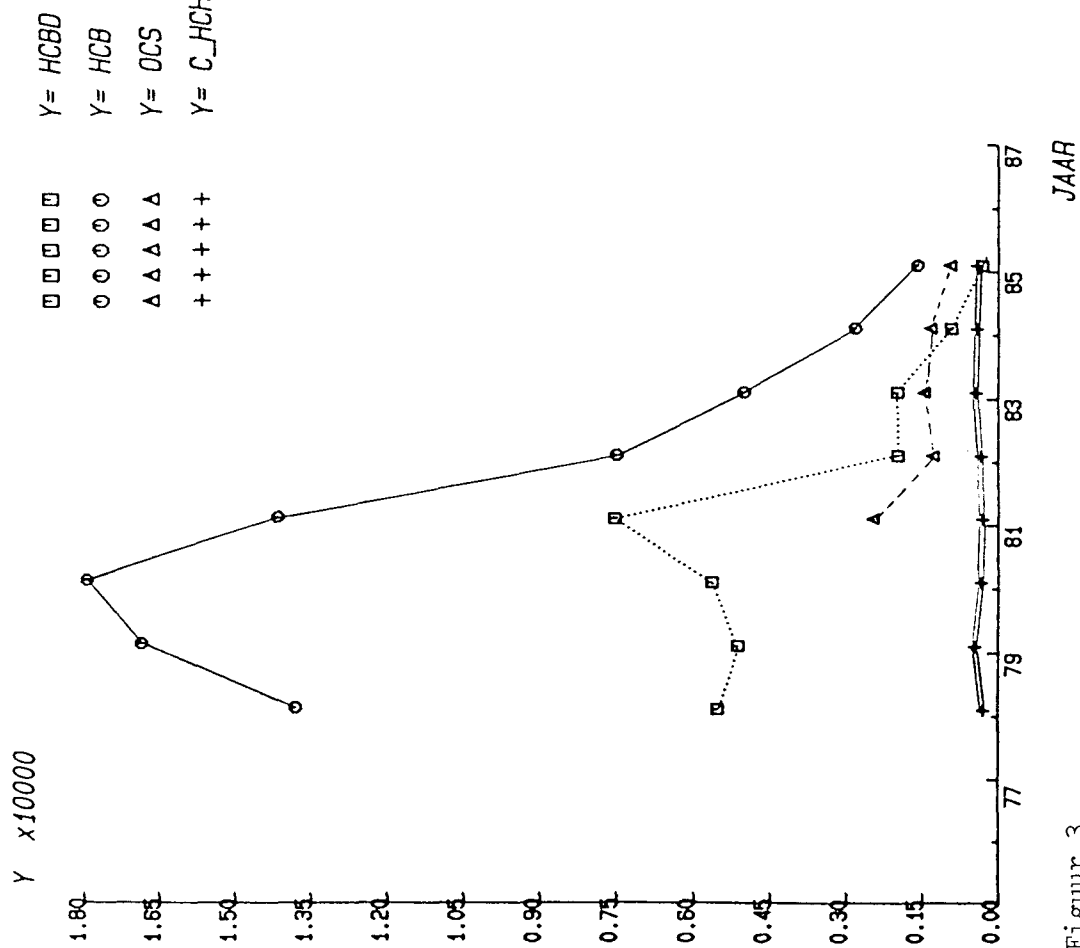


Figuur 2  
TRENDS IN PESTICIDE-GEHALTEN IN RODE AAL (µg/kg op vetbasis)  
KETELMEER



Figuur 4

TRENDS IN PESTICIDE-GEHALTEN IN RODE AAL ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  op vetbasis)  
WAAL (Tiel)

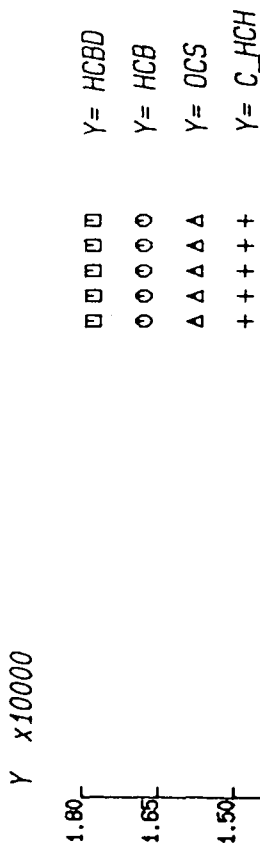


Figuur 3

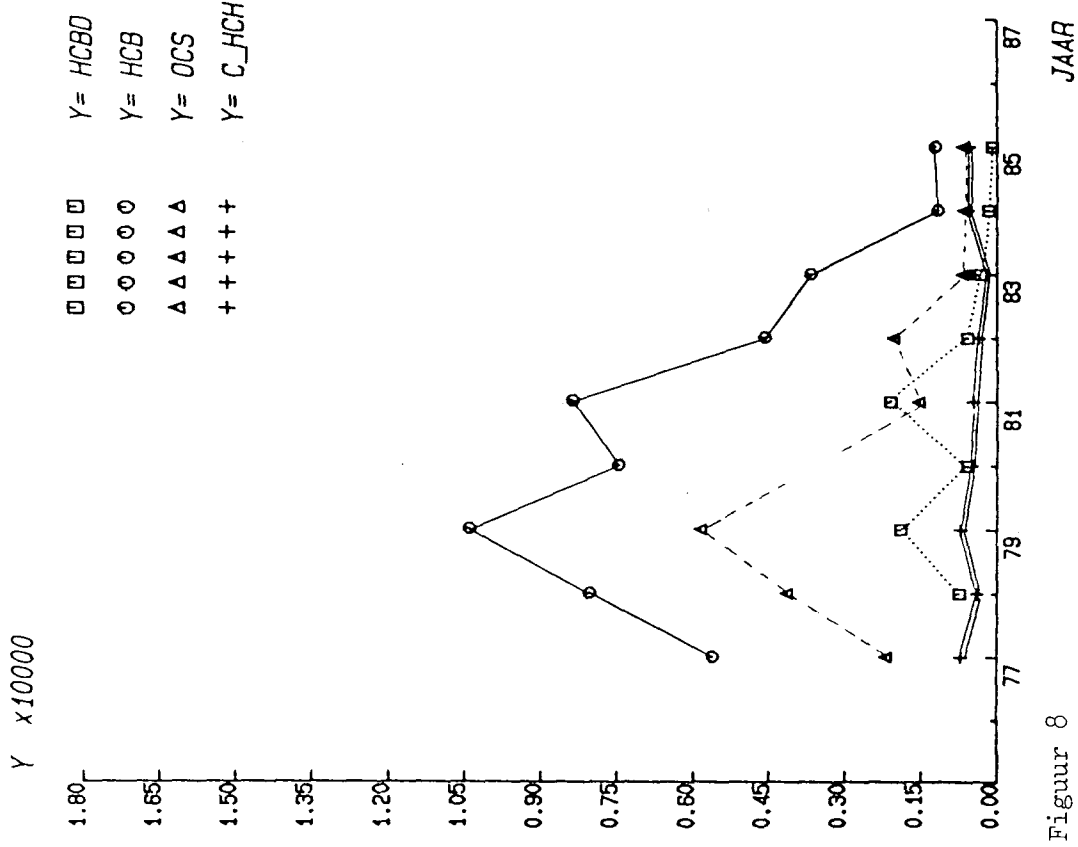
TRENDS IN PESTICIDE-GEHALTEN IN RODE AAL ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  op vetbasis)  
RIJN (Lobith)



Figuur 6  
TRENDS IN PESTICIDE-GEHALTEN IN RODE AAL ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  op vetbasis)  
MAAS (Heusden)

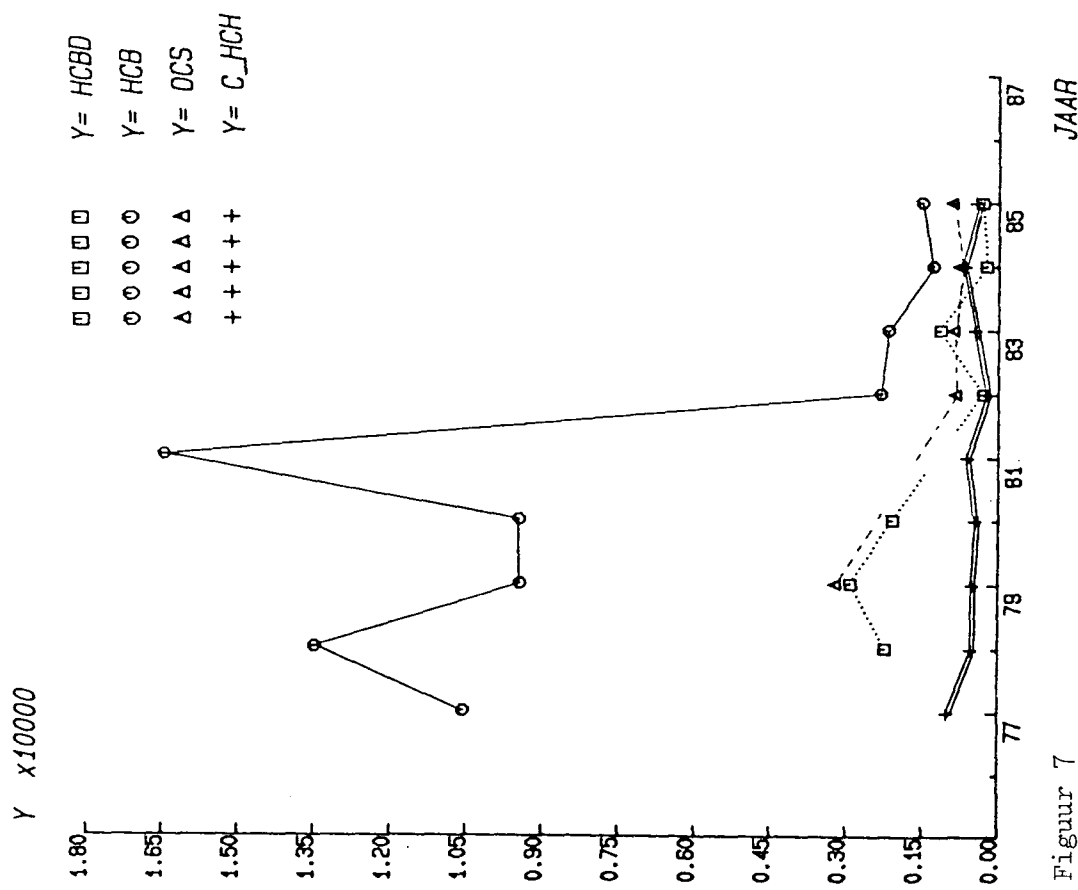


Figuur 5  
TRENDS IN PESTICIDE-GEHALTEN IN RODE AAL ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  op vetbasis)  
MAAS (Eijsden)



Figuur 8

TRENDS IN PESTICIDE-GEHALTEN IN RODE AAL (µg/kg op vetbasis)  
HARINGVLIET



Figuur 7

TRENDS IN PESTICIDE-GEHALTEN IN RODE AAL (µg/kg op vetbasis)  
HOLLANDS DIEP