BIBLIOTHEEK
RIJKSINSTITUUT VOOR
VISSERIJONDERZOEK

RIVO MO 90 - 202
RWS ANW 90.12

ANALYSE VAN MICROVERONTREINIGINGEN IN MONSTERS ZOETWATERVIS UIT HET NOORDZEEKANAAL EN HET AMSTERDAMSE HAVENGEBIED.

H. Pieters en F van der Valk

RIJKSINSTITUUT VOOR VISSERIJONDERZOEK
IJMUIDEN

RIJKSINSTITUUT VOOR VISSERIJONDERZOEK

Haringkade 1 - Postbus 68 - 1970 AB IJmuiden - Tel.: +31 2550 64646

Afdeling: Milieuonderzoek

Rapport: RIVO MO 90 - 202
RWS ANW 90.12

ANALYSE VAN MICROVERONTREINIGINGEN IN MONSTERS ZOETWATERVIS UIT HET NOORDZEEKANAAL EN HET AMSTERDAMSE HAVENGEBIED.

Auteur(s): H. Pieters en F van der Valk

Project: 162

Dit project werd uitgevoerd in opdracht van Direktie Noord-Holland van Rijkswaterstaat

Projectleider: H. Pieters, J. de Boer

Datum van verschijnen: oktober 1990

De direktie van het RIVO is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade die voortvloeit uit de toepassing van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van het RIVO; opdrachtgever vrijwaart het RIVO van aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

933791

Inhoud:

Samenvatting 4

1 Inleiding 6

2 Materialen en Methoden 6

2.1 Bemonstering 6

2.2 Analysemethoden 6

2.2.1 Zware metalen 6

2.2.2 Organische microverontreinigingen 7

2.2.3 Omrekening dioxine- en toxische PCB gehalten naar TCDD equivalenten 7

3 Resultaten en discussie 8

3.1 Kwik 8

3.2 Polonium 9

3.3 Polychloorbifenylen 10

3.4 Organochloorpesticiden 11

3.5 Dioxinen en furanen 12

3.6 Chloorfenolen 13

4 Conclusies 14

5 Aanbevelingen 15

6 Referenties 16

Correspondentie-adres van de opdrachtgever:

Rijkswaterstaat directie Noord-Holland
Afdeling Watersystemen (ANWW)
Postbus 3119
2001 DC Haarlem (023 - 188445)

Samenvatting

In monsters rode aal, snoekbaars en snoekbaarslever afkomstig uit diverse locaties in het Noordzeekanaal en het Amsterdamse havengebied zijn analyses van organische (PCB's, pesticiden en dioxinen) en anorganische microverontreinigingen (kwik en polonium-210) uitgevoerd. Het doel van dit onderzoek was inzicht te verkrijgen in de verspreiding en de accumulatie van milieuverontreinigende stoffen in vis in dit industrierijke gebied.
Het kwikgehalte van bemonsterde snoekbaars met een leeftijd van 3 tot 4 jaar had zowel in de voorzomer als in het najaar van 1989 een waarde rond 0.20 mg/kg op produktbasis. Dit gehalte ligt een faktor 5 beneden de richtwaarde voor kwik in vis van 1 mg/kg, hetgeen wijst op een slechts matige kwikverontreiniging in het Noordzeekanaalgebied.
Het Po-210 gehalte in snoekbaarslever afkomstig uit de Westhaven en het Noordzeekanaal bij Velsen bedroeg respektievelijk circa 5 en 8,6 Bq/kg op basis van drooggewicht. Het gehalte aan Po-210 in de snoekbaarslevermonsters uit het Noordzeekanaalgebied blijkt in vergelijking met gehalten in visserijprodukten afkomstig van de Hollandse en Zeeuwse kust (20 - 50 Bq/kg) relatief laag te zijn.

Gehalten aan PCB's in rode aal uit het Noordzeekanaal waren tenminste een faktor 5 lager dan in aal uit de Rijn bij Lobith en liggen daarmee duidelijk onder de consumptienorm voor afzonderlijke CB congeneren. De PCB gehalten in aal uit de Van Riebeeckhaven lagen op een iets hoger niveau dan in aal uit de drie overige locaties. Opvallend is het relatief hoge gehalte aan lager gechloreerde CB's. (nr 28 en 52) in snoekbaarslever en rode aal. Een dergelijk ongewoon PCB patroon met relatief hoge gehalten aan tri- en tetrachloorbifenylen is ook waargenomen in aal gevangen in 1984 in het IJmeer bij de voormalige brandplaats aan de Diemerzeedijk
Van de niet of mono ortho-gesubstitueerde congeneren, welke een dioxine-type toxiciteit bezitten, zijn de CB nr 105, 118 en 156 in lever geanalyseerd. Deze drie congeneren bepalen voor ongeveer 60 % het toxisch effect van PCB's in Nederlandse visserijprodukten. Indien het totaal gehalte aan toxische PCB's (100 %) uitgedrukt in TCDD equivalenten wordt berekend voor snoekbaarslever uit het Noordzeekanaal (38 - 46 ng/kg) blijkt dit op eenzelfde niveau te liggen als het totale dioxine gehalte in deze monsters (36 - 60 ng/kg TCDD eq.). Hieruit blijkt de bijdrage van de toxische PCB's aan de totale dioxine-type toxiciteit van deze levermonsters dus zeer aanzienlijk te zijn. De dioxine-gehalten, uitgedrukt op vetbasis, zijn hoger dan de gehalten die zijn bepaald voor de Hollandsche IJssel en het Haringvliet en wijzen op een sterk verhoogd verontreinigingsniveau.
Zowel de gehalten van toxische PCB's als van dioxinen liggen een factor 2 tot 3 boven de Canadese consumptienorm van 20 ng/kg (13) in visserijprodukten.

Op basis van het vetgehalte zijn de gehalten van sommige CB congeneren (nr 52, 101 en 153) in snoekbaarslever een faktor 10 hoger dan de ecotoxicologische waarde voor deze congeneren. Dit is een zodanig hoog niveau, dat effekten op het ecosysteem (visetende zoogdieren) niet uitgesloten kunnen worden geacht.
In aal uit de Van Riebeeckhaven zijn hoge tot zeer hoge gehalten aan organochloorpesticiden gevonden. Met name QCB, de HCH's en de ΣDDT lagen een faktor 10 tot 20 hoger dan in aal uit de Rijn en zelfs een faktor 100 hoger dan in aal uit het Binnen IJ! Getoetst aan de op dit moment in ontwikkeling zijnde normen voor organochloorpesticiden laat het aalmonster uit de Van Riebeeckhaven overschrijdingen zien voor HCB, α-HCH, β-HCH en ΣDDT.

Gebruikte afkortingen:

PCB	Polychloorbifenylen
QCB	Pentachloorbenzeen
HCB	Hexachloorbenzeen
OCS	Octachloorstyreen
HCH	Hexachloorcyclohexaan
2,6 diCl	2,6 dichloorfenol
PCP	Pentachloorfenol
TCDD	tetrachloordibenzo-p-dioxine
Po-210	Polonium-210
NZK	Noordzeekanaal

1 Inleiding

In opdracht van Rijkswaterstaat Directie Noord-Holland, hoofdgroep Waterhuishouding, zijn door het RIVO in 1989 monsters zoetwatervissen genomen op diverse locaties (zie figuur 1) in het Noordzeekanaal en het Amsterdamse havengebied. Deze vismonsters zijn geanalyseerd op de aanwezigheid van verschillende organische en anorganische microverontreinigingen. Een overzicht van de diverse analyses in de vismonsters is gegeven in tabel 1.
De doelstelling van dit onderzoek is een beeld te schetsen van de verspreiding en de accumulatie van milieuverontreinigende stoffen in vissen in dit industrierijke gebied ter beoordeling van de ernst en de aard van de aanwezige verontreinigingen. Naast het reeds door bureau Waardenburg bv uitgevoerde visecologisch onderzoek in het Noordzeekanaal (1) zullen de resultaten en conclusies uit onderhavig rapport eveneens gebruikt kunnen worden bij de voorbereiding van een Integraal Waterbeheersplan voor het betreffende watersysteem.

2 Materialen en Methoden

2.1 Bemonstering

Snoekbaars is gevangen met staande netten, rode aal met de fuik. Vissen werden diepgevroren bewaard tot de verwerkingsdatum. Van de vissen werden de lengte, de leeftijd (niet voor aal) en het gewicht bepaald. Van de visfilets en de levers werden gelijke hoeveelheden per vis genomen en tot mengmonsters verwerkt. De monstergegevens staan vermeld in tabel 2.

2.2 Analysemethoden

2.2.1 Zware metalen

Totaalkwik (Hg) is bepaald door middel van vlamloze atoomabsorptie spectrometrie met behulp van een LDC/Milton Roy Mercury Monitor. Voorafgaande destructie van de monsters werd uitgevoerd in "Uniseal" destruktie vaatjes in aanwezigheid van salpeterzuur. De detektiegrens, berekend als drie maal de ruis, bedroeg 0.005 mg/kg op produktbasis.
Polonium-210 werd door het ECN te Petten gemeten door middel van alphaspectrometrische analyse na depositie van Po-210 en een toegevoegde opbrengsttracer Po-209 uit een met perchloorzuur gedestrueerd monster op een gepolijst zilveren plaatje.

2.2.2 Organische microverontreinigingen

Polychloorbifenylen en organochloorpesticiden werden geanalyseerd met behulp van gaschromatografie met ECD detectie. De opwerking van de monsters vond plaats door middel van een soxhletextractie met dichloormethaan / n-pentaan (1 : 1) gedurende 6 uur. De organochloorverbindingen werden uit de lipidfractie geisoleerd door een tweevoudige kolomchromatografische scheiding, eerst over een Al_2O_3 kolom en vervolgens verdere fractionering op een SiO_2.1,5 % H_2O kolom. Als interne standaard werd octachloornaftaleen toegevoegd.
De dioxine analyses zijn uitgevoerd door de Vakgroep Milieu- en Toxicologische Chemie van de Universiteit van Amsterdam (Dr. K. Olie). Onder dioxines worden in dit verband verstaan in principe alle polychloordibenzo-p-dioxines (PCDD's) en polychloordibenzofuranen (PCDF's). De analyse vond plaats door middel van capillaire gaschromatografie en massaspectrometrische detectie (HP - 5970 MSD). Als referentie standaarden werden ^{13}C - gelabelde dioxinen en dibenzofuranen gebruikt. De gehalten aan 2,3,7,8-TCDD zijn in aparte analyses bepaald met behulp van een Kratos Concept 1S massaspectrometer met een resolutie van 10^4. Opwerking van de monsters verliep na een soxhletextraktie met tolueen via diverse stappen van kolomchromatografische scheidingen met behulp van een actieve koolstof kolom, silica kolom, $AgNO_3$ en basische Al_2O_3 kolommen. De detectiegrens voor het totaalgehalte aan dioxinen en furanen op basis van TCDD equivalenten bedroeg 1 ng/kg.
Chloorfenolen werden, na microstoomdestillatie en derivatisering met azijnzuuranhydride, bepaald met GC/MS via Selected Ion Monitoring (SIM) analyse. De resultaten zijn gecorrigeerd voor de recovery. De detektiegrens voor de chloorfenolen bedroeg circa 1 µg/kg.

2.2.3 Omrekening dioxine- en toxische PCB gehalten naar TCDD equivalenten

De extreem hoge toxiciteit van 2,3,7,8 - tetrachloordibenzo-p-dioxine (TCDD) heeft ertoe geleid, dat ter bescherming van de volksgezondheid extreem lage aanvaardbare dagelijkse opnamen (ADI) moesten worden vastgesteld. Teneinde ook de overige PCDD's, PCDF's en toxische PCB's bij deze waarden te kunnen betrekken, worden voor deze stoffen omrekeningsfactoren (2) gebruikt, waarmee hun toxiciteit kan worden uitgedrukt in TCDD equivalenten (tabel 3).

3 Resultaten en discussie

3.1 Kwik

De gehalten aan kwik in mengmonsters snoekbaars van diverse locaties uit het Noordzeekanaal zijn weergegeven in figuur 2. Onderscheid is gemaakt in snoekbaars, bemonsterd in juli en november 1989. In de Westhaven en de van Riebeeckhaven is het gemeten kwikgehalte in de mengmonsters snoekbaars (resp 0.42 en 0.55 mg/kg) hoger dan in de andere locaties (circa 0.20 mg/kg). Deze twee mengmonsters bevatten echter enkele grote snoekbaarsen, waardoor het gemiddelde gehalte hoger uitkomt in vergelijking met de andere monsters. Het kwikgehalte in snoekbaars neemt namelijk lineair toe met de leeftijd (3,4).
Om de betekenis van deze hogere gehalten beter te kunnen inschatten ten opzichte van de overige gehalten is de relatie tussen het kwikgehalte en de gemiddelde leeftijd van de vismonsters nader bekeken. In figuur 3 blijkt hiertussen een lineair verband te bestaan voor de gemeten vismonsters met een R^2 waarde van 0.96. De twee hogere gehalten kunnen redelijk verklaard worden door de hogere gemiddelde leeftijd van de desbetreffende monsters (tabel 4). Het is dus niet waarschijnlijk dat een hogere contaminatie van het milieu de oorzaak is van de hogere gehalten in deze mengmonsters.
Om bovengenoemde redenen kan worden aangenomen dat de kwikverontreiniging van snoekbaars uit de Westhaven en de van Riebeekhaven niet sterk afwijkt van die van de overige locaties in het Amsterdamse havengebied. Dit betekent dat het kwikgehalte van bemonsterde snoekbaars met een leeftijd van 3 tot 4 jaar zowel in de voorzomer als in het najaar van 1989 een waarde rond 0.20 mg/kg op produktbasis heeft. Dit gehalte ligt ruim beneden de richtwaarde voor kwik in vis van 1 mg/kg (5) en een faktor 2 lager dan het kwikgehalte in snoekbaars uit het IJsselmeer (6).
In 1987 zijn in snoekbaars uit het Binnen-IJ ten opzichte van het overige Noordzeekanaal tamelijk verhoogde kwikgehalten gevonden (7). In dit monster snoekbaars waren oudere exemplaren voldoende aanwezig om verschillen in accumulatie met de overige locaties in het Noordzeekanaalgebied aan te kunnen tonen. Het monster uit het Binnen-IJ voor 1989 bevatte echter geen grote snoekbaars, waardoor verschillen in het gemiddelde kwikgehalte ten opzichte van de andere snoekbaarsmonsters minimaal waren en een eventuele hogere accumulatie in het Binnen-IJ niet waar te nemen viel (zie tabel 4).

3.2 Polonium

In twee monsters snoekbaarslever, afkomstig uit de Westhaven en uit het Noordzeekanaal nabij Velsen is het Po-210 gehalte gemeten. Het resultaat voor de Westhaven is op twee manieren opgegeven:

a) 5,4 ± 1.1 Bq/kg op basis van drooggewicht, gecorrigeerd voor verval tot de datum van bemonstering, 15 juni 1989.

b) 2,4 ± 0.5 Bq/kg drooggewicht, gecorrigeerd voor verval tot de datum van afscheiding van het Po-210, 28 nov 1989.

De werkelijke concentratie van Po-210 op de monsterdatum ligt ergens tussen bovenvermelde waarden in. De onzekerheid in de uitkomst wordt veroorzaakt door het onbekend zijn van de concentratie van Pb-210, waaruit door radio-aktief verval Po-210 ontstaat. Voor een betrouwbaarder analyse dient het monster in principe binnen enkele weken na monstername geanalyseerd te worden. Gegeven het feit dat Pb-210 in visserijprodukten meestal in aanzienlijk lagere gehalten voorkomt dan Po-210 mag aangenomen worden, dat de werkelijke concentratie van Po-210 in de buurt van de 5 Bq/kg zal liggen.

Het Po-210 gehalte in snoekbaarslever afkomstig uit het Noordzeekanaal bij Velsen bedroeg 8,6 Bq/kg op basis van drooggewicht. Dit hogere gehalte ten opzichte van het Westhaven-monster zal wel in verband staan met de verwerking van ijzererts in dit gebied.

Eerdere analyses in snoekbaarslever zijn niet bekend. In levers van schol afkomstig van de Zeeuwse kust zijn Po-210 gehalten gevonden van 14 tot 50 Bq/kg (6). Gehalten aan Po-210 in het vlees van mariene visserijprodukten varieren in vissen van 4 tot 8 Bq/kg en in schelp- en schaaldieren tot 100 a 400 Bq/kg op basis van drooggewicht. In het vlees van aal uit IJsselmeer en Hollands Diep zijn in 1984 voor Po-210 waarden van 2 tot 3 Bq/kg vastgesteld. In het vlees van snoekbaars uit deze wateren zijn toen gehalten aan Po-210 gemeten van ongeveer 0,4 Bq/kg op basis van drooggewicht (7). In een monster kabeljauw afkomstig uit het kustgebied van IJmuiden werd in 1984 in het vlees 3,5 Bq/kg en in de lever 27 Bq/kg Po-210 aangetroffen.

Op grond van deze gegevens kan worden gesteld dat het gehalte aan Po-210 in de snoekbaarslevermonsters uit het Noordzeekanaalgebied relatief laag is in vergelijking met gehalten in visserijprodukten van mariene oorsprong en niet wezenlijk verschilt van wat in snoekbaarslever verwacht mag worden, uitgaande van een faktor 5 à 10 tussen snoekbaarsvlees en snoekbaarslever. Nader onderzoek in snoekbaarslever uit andere Nederlandse binnenwateren zou dit verder kunnen onderbouwen.

Verhoogde gehalten aan Po-210 komen in het milieu voor in gebieden alwaar fosfaat- en ijzerertsverwerkende industriëen zijn gelegen. In tabel 5 staan Polonium-210 gehalten vermeld in monsters gesuspendeerd materiaal uit het

Noordzeekanaalgebied. Deze gegevens zijn afkomstig van een studie uitgevoerd door het NIOZ (8). In het westelijke gedeelte van het Noordzeekanaal komen verhoogde gehalten voor met enkele uitschieters tot boven 600 Bq/kg drooggewicht ter hoogte van Buitenhuizen en voor de kust ten Noorden van de Noordpier. De natuurlijke hoeveelheid polonium in sediment en gesuspendeerd materiaal wordt gesteld op ongeveer 40 Bq/kg op basis van drooggewicht. In het westelijk Amsterdams havengebied liggen de gehalten op of iets boven dit natuurlijk gehalte. In het IJsselmeer werden gehalten rond 100 Bq/kg drooggewicht gemeten.
Ten aanzien van de stralingsbelasting van de mens als gevolg van natuurlijke radio-aktieve stoffen in natuurlijke gehalten bestaat geen normstelling. Bij de beoordeling van eventuele risiko's als gevolg van verhoogde gehalten aan natuurlijke radio-aktieve stoffen kan gebruik gemaakt worden van de risikobenadering als weergegeven in een in 1989 verschenen rapport over de radiologische consequenties van lozingen door niet-nucleaire industriele processen (9)

3.3 Polychloorbifenylen

Gehalten aan PCB's en organochloorpesticiden in rode aal en snoekbaarslever zijn vermeld in tabel 6a in µg/kg op produktbasis. In rode aal uit het Noordzeekanaal zijn de PCB gehalten tenminste een faktor 5 lager dan in aal uit de Rijn bij Lobith (10) en liggen daarmee duidelijk onder de consumptienorm voor afzonderlijke CB congeneren (in tabel 6a aangegeven). Doordat het vetgehalte in aal uit het Noordzeekanaalgebied de helft lager is, is het verschil met aal uit de Rijn op basis van vetgehalte kleiner. De PCB gehalten in aal uit de Van Riebeeckhaven lagen op een iets hoger niveau dan in aal uit de drie overige locaties.
Ook in snoekbaarslever uit het Amsterdamse havengebied worden de voor vislevers geldende consumptienormen bij lange na niet overschreden. Opvallend is het relatief hoge gehalte aan lager gechloreerde CB's. (nr 28 en 52) in snoekbaarslever en rode aal. CB 28 is in rode aal "slechts" 50 % lager dan in aal uit de Rijn en in snoekbaarslever zelfs een faktor 5 tot 10 hoger. Een dergelijk ongewoon PCB patroon met relatief hoge gehalten aan tri- en tetrachloorbifenylen is ook waargenomen in aal gevangen in 1984 in het IJmeer bij de voormalige brandplaats aan de Diemerzeedijk (11).
Lager gechloreerde PCB congeneren verdwijnen sneller uit het milieu dan de hogere gechloreerde PCB's door afbraakprocessen en/of verdamping. De relatief hogere concentraties van lagere CB's in de monsters zouden dus kunnen wijzen op recentelijke verontreiniging van het Noordzeekanaal met deze PCB's.

De PCB gehalten op basis van het vetgehalte (Tabel 6b) laten een aanzienlijke overschrijding zien van de ecotoxicologische waarde voor de diverse CB congeneren, zoals door van der Valk (10) voor visserijprodukten berekend. Deze ecotoxicologische waarden komen overeen met no-effect niveau's voor de meest gevoelige soorten (visetende zoogdieren), bepaald in het laboratorium (12).
De CB nr 52, 101 en 153 liggen voor snoekbaarslever circa een faktor 10 boven deze ecotoxicologische waarde, en dus op een zodanig niveau, dat effekten op het ecosysteem niet uitgesloten kunnen worden.
Van de niet of mono ortho-gesubstitueerde congeneren, welke een dioxine-type toxiciteit bezitten, zijn de CB nr 105, 118 en 156 in lever geanalyseerd. Deze drie congeneren bepalen voor ongeveer 60 % het toxisch effect van PCB's in Nederlandse visserijprodukten (in hoofdzaak bepaald door PCB 105, zie ook tabel 3). Het totale toxische effect van PCB's kan dus bij benadering worden weergegeven met de formule $\Sigma_{TEQ}PCB's = 1,67 * TEQ_{105}$ (TEQ=toxische of TCDD equivalenten). Vooral CB 105 is in concentraties aanwezig, die omgerekend op TCDD equivalenten (28 ng/kg), boven de Canadese consumptienorm voor visserijprodukten van 20 ng/kg (13) uitkomt. Voor het gehele PCB pakket zou dit voor de snoekbaarslevers uit het Noordzeekanaal neerkomen op 38 tot 46 ng/kg. Bij deze omrekening moet de nodige reserve betracht worden, daar het onbekend is of CB 105 altijd representatief is voor de groep toxische PCB's. Alhoewel snoekbaarslever niet voor consumptie wordt gebruikt, geven deze cijfers wel de toxicologische betekenis van deze gehalten aan.

3.4 Organochloorpesticiden

In twee monsters aal zijn de organochloorpesticiden gemeten, in de Van Riebeeckhaven en in het Binnen-IJ nabij de vestiging van AKZO. In aal uit de Van Riebeeckhaven zijn hoge tot zeer hoge gehalten aan organochloorpesticiden gevonden. Met name QCB, de HCH's en de ΣDDT lagen een faktor 10 tot 20 hoger dan in aal uit de Rijn (10). Ten opzichte van de gehalten in aal uit het Binnen-IJ zijn de gehalten aan organochloorpesticiden in aal van de Van Riebeeckhaven (NZK km 18) zonder uitzondering sterk verhoogd (zie tabel 6a). Duidelijk dus sprake van een sterke locale verontreiniging!
Gehalten in aal uit het Binnen-IJ waren ook veel lager dan in aal uit de Rijn en vergelijkbaar met de gehalten voor het IJsselmeer. De gehalten voor QCB en HCB waren een faktor 10 lager dan de gehalten in de Rijn (10) en de HCH's een faktor 3 lager. Het gehalte voor dieldrin en ΣDDT lagen op zelfde niveau als aal uit de Rijn bij Lobith en een faktor 3 hoger dan aal uit het IJsselmeer.
Voor visserijprodukten zijn op dit moment normen in ontwikkeling op basis van de in tabel 7 gegeven waarden. Getoetst aan deze waarden laat het aalmonster uit de Van Riebeeckhaven overschrijdingen zien voor HCB, α-HCH, β-HCH en ΣDDT

(zie tabel 6a), voor de laatstgenoemde groep aangegeven door onderstrepen van zowel DDT, DDD als DDE. Het gehalte aan α-HCH ligt zelfs een factor 10 hoger dan de gegeven richtwaarde! De voorgestelde norm voor aldrin + dieldrin wordt alleen door dieldrin bijna geheel opgevuld. Voor QCB en OCS is geen normvoorstel bekend.

3.5 Dioxinen en furanen

Totaalgehalten aan polychloordibenzo-p-dioxinen (PCDD's) en polychloordibenzofuranen (PCDF's) in voedingsmiddelen worden uitgedrukt in equivalenten TCDD (2,3,7,8-tetrachloordibenzo-p-dioxine), de meest toxische dioxine congeneer.
In de onderzochte levermonsters van snoekbaars uit het Noordzeekanaal (tabel 8) varieerde het dioxinegehalte van 36,5 tot 60 ng/kg op produktbasis. De gehalten liggen een factor 2 tot 3 boven de Canadese consumptienorm van 20 ng/kg (13) in visserijprodukten.
Indien het totaal aan TCDD equivalenten, inclusief het gehalte aan toxische PCB's, voor de snoekbaarslevers wordt uitgerekend, ontstaat een nog ongunstiger beeld (zie tabel 8). Het totaal aan TCDD equivalenten varieert dan van 65 tot 94,5 ng/kg, zodat de Canadese consumptienorm met een factor 3 tot 5 wordt overschreden.
Omgerekend op vetbasis levert dit gehalten op van 400 tot 600 ng/kg voor alleen dioxines en inclusief de toxische PCB's gehalten van 803 (Westzaner Gat, NZK t.h.v. zijkanaal E), 945 (Amerikahaven) en 1093 ng/kg TCDD equivalenten (Van Riebeeckhaven, NZK km 18). In het Haringvliet en Hollands Diep zijn in snoekbaarslever gehalten tot 400 ng/kg op vetbasis gevonden, exclusief de toxische PCB's (15). De gehalten aan dioxines in snoekbaarslever uitgedrukt op vetbasis voor het Noordzeekanaal liggen dus ruim boven die voor het Haringvliet.
Uitgaande van een vetgehalte in snoekbaarsvlees van ca 10 g/kg (tabel 4), kunnen bij benadering gehalten in vlees van 8 tot 11 ng/kg TCDD equivalenten berekend worden, inclusief de toxische PCB's. Voor dioxines alleen kunnen de levergehalten herleid worden tot gehalten in het vlees van snoekbaars varierende van 4 tot 6 ng/kg TCDD equivalenten.
Hogere gehalten worden dus gevonden in gebieden waar geen direkte relatie tot lozingspunten bestaat. Geografisch grensoverschrijdende belasting en diffuse bronnen zijn dan ook sterk bepalend voor de mate van dioxine contaminatie. Voor het Noordzeekanaal kan de invloed van lozingspunten echter niet worden verwaarloosd. Turkstra (16) noemt voor sedimenten van het Noordzeekanaal ter hoogte van de Van Riebeeckhaven als hoogste waarden dioxinegehalten van 0,3 tot 0,4 µg/kg gevonden op basis van droge stof in standaard sediment. Achtergrondniveau's varieren van 0,01 tot 0,1 µg/kg, zodat in de Van

Riebeeckhaven van een verhoogde dioxinecontaminatie in het sediment sprake is.
Het congeneerpatroon in de snoekbaarslevers wijkt nauwelijks van elkaar af (fig. 4), ondanks het verschil in herkomst van de vismonsters. Zo laat het monster afkomstig uit het Westzaner gat NZK t.h.v. zijkanaal E eenzelfde patroon zien als het monster afkomstig uit de Van Riebeekhaven, ter hoogte van de voormalige vestiging van Philips Duphar.
Naast het zeer hoge gehalte aan **2,3,7,8-TCDD** valt in alle drie levermonsters de relatief hoge concentratie van een tweede congeneer op, nl **2,3,4,7,8-P_5CDF**. Het profiel wijkt af van het congenerenprofiel verkregen voor de Hollandse IJssel en het Haringvliet (fig. 5). In deze levermonsters blijkt de laatstgenoemde congeneer in veel lagere concentraties voor te komen.
Behalve het hogere totaalgehalte aan dioxines in snoekbaarslevers uit het Noordzeekanaalgebied ten opzichte van Haringvliet en Hollands Diep, is er ook een duidelijk verschil in opbouw van het congeneerpatroon. De betekenis hiervan valt nog niet goed in te schatten, daar het gedrag van afzonderlijke congeneren t.a.v. accumulatie en omzetting kan verschillen en een relatie tot mogelijke bronnen dus moeilijk valt aan te geven.
Het in 1984 bepaalde dioxinegehalte in aallever (17) afkomstig uit zijkanaal G (6 ng/kg) ligt veel lager dan de hier vermelde gehalten in snoekbaarslever. In brasemlever, ook afkomstig uit zijkanaal G (1984) werd echter en gehalte van 134,8 ng/kg gevonden. Evenals in de snoekbaarslevers van 1989 scoorde de **2,3,4,7,8-P_5CDF** in dit brasemlevermonster zeer hoog (ca 75 ng/kg TCDD eq), terwijl deze congeneer in het aallevermonster nauwelijks opviel. Vergelijking van absolute gehalten tussen de gegevens van 1984 en 1989 (dezelfde omrekeningsfactoren zijn gehanteerd) levert dus een onduidelijk beeld op, waarbij soortspecifieke verschillen mogelijk een rol spelen. Een duidelijke overeenkomst in congeneerpatroon tussen de monsters van 1984 (17) en 1989 is wel aanwezig.

3.6 Chloorfenolen

De aalmonsters afkomstig van het Noordzeekanaal bij Velsen en het Binnen-IJ nabij de AKZO vestiging zijn geanalyseerd op de aanwezigheid van chloorfenolen. Gehalten bleken rond of iets boven de detektiegrens (0,5 µg/kg) te liggen (tabel 9). Het belangrijkste biocide pentachloorfenol kon zelfs nauwelijks aangetoond worden (detektiegrens 1 µg/kg). Contaminatie van zoetwatervis met chloorfenolen blijkt dus in het Noordzeekanaal zeer laag te zijn.

4 Conclusies

In vergelijking met het IJsselmeer zijn gemeten gehalten aan totaalkwik een faktor 2 lager, hetgeen wijst op een slechts matige kwikverontreiniging in het Noordzeekanaalgebied.
Het Po-210 gehalte in snoekbaarslever afkomstig van de Westhaven verschilt niet wezenlijk van wat verwacht mag worden op basis van bepalingen in snoekbaarsvlees in IJsselmeer en Haringvliet. Waarschijnlijk onder invloed van de ertsverwerkende industrie in het westelijke Noordzeekanaalgebied worden aldaar hogere gehalten aan Po-210 in snoekbaarslever aangetroffen.
De PCB gehalten in rode aal en snoekbaarslever uit het Amsterdamse havengebied liggen een faktor 5 lager dan de gehalten in aal uit de Rijn bij Lobith. Opvallend is het relatief hoge gehalte aan lager gechloreerde PCB's. Op basis van het vetgehalte zijn de gehalten van sommige CB congeneren (nr 52, 101 en 153) in snoekbaarslever een faktor 10 hoger dan de ecotoxicologische waarde voor deze congeneren. Dit is een zodanig hoog niveau, dat effekten op het ecosysteem (visetende zoogdieren) niet uitgesloten kunnen worden geacht.
In aal uit de van Riebeekhaven zijn hoge tot zeer hoge gehalten aan organochloorpesticiden, vooral QCB, de HCH's en Σ DDT, gevonden.
Het dioxinegehalte in snoekbaarslever varieerde van 36 tot 60 ng/kg TCDD equivalenten en ligt daarmee een factor 2 tot 3 maal hoger dan de internationaal wel gebruikte Canadese consumptienorm van 20 ng/kg (13). De dioxine-gehalten, uitgedrukt op vetbasis (zie figuur 8), zijn hoger dan de gehalten die zijn bepaald voor de Hollandsche IJssel en het Haringvliet en wijzen op een sterk verhoogd verontreinigingsniveau boven een meer algemene diffuse achtergrond (15).

5 Aanbevelingen

Teneinde een beter inzicht te verkrijgen in de mogelijke effekten van lozingen van polonium-210 of polonium-210 producerende stoffen (lood-210) zou nader onderzoek gedaan kunnen worden naar de gehalten in snoekbaarslever in het westelijk deel van het Noordzeekanaal in vergelijking tot enkele referentie-wateren als het IJsselmeer en de Friese meren.
Teneinde meer inzicht te krijgen in het mogelijk optreden van verschillen in congeneerpatronen voor PCDD's en PCDF's in snoekbaarslever en eventuele relaties met bronnen te kunnen achterhalen, zou een op gebieden met een chemische verontreinigingsachtergrond, met vuilverbrandingsaktiviteiten en met andere industriele aktiviteiten gericht aanvullend onderzoek wenselijk zijn.
Ten aanzien van het beheer van het Noordzeekanaal zou gedacht moeten worden aan de opsporing van de bronnen van recente lozingen van PCB's en van de hoge tot zeer hoge gehalten aan organochloorpesticiden aangetroffen in het Amsterdamse havengebied.

6 Referenties

1. G.C.W. van Beek en A.J.M. Meijer, Visecologisch onderzoek in het Noordzeekanaal en een aantal zijkanalen en havens, najaar 1988. Bureau Waardenburg bv, januari 1989, rapport RWS, Directie Noord-Holland
2. Voorstel tot een methode voor de beoordeling van de toxiciteit van mengsels van gehalogeneerde dibenzo-p-dioxinen en polychloor dibenzofuranen. Advies Werkgroep Toxiciteitsequivalentiefaktoren, Ministerie van VROM, 1988
3. H. Pieters, Time trends of mercury in pike-perch (Stizostedion lucioperca), perch (Perca fluviatilis) and eel (Anguilla anguilla) from Lake IJssel. Proceedings of the Int. Conf. "Heavy Metals in the Environment", Geneva sep 1989, blz362 - 366.
4. H. Pieters, Total mercury content in fish from Dutch waters in relation to biological parameters and pollution level. ICES report C.M. 1983 / E: 19.
5. Regeling normen zware metalen (Warenwet), nr. 80490, Ministerie van VROM, 1985.
6. H. Pieters, J. Speur en C. Taai, Bioaccumulatie van kwik in zoetwatervis. I: Trends in snoekbaars en baars uit het IJsselmeer. RIVO rapport MO 88 - 04, IJmuiden 1988.
7. H. Pieters en J. Speur, Ontwikkelingen in het kwikgehalte van vis uit enkele Nederlandse binnenwateren, in het bijzonder het Noordzeekanaal, het Eemskanaal en het Haringvliet. RIVO rapport MO 88-03, IJmuiden 1988.
6. A.W. Weers en R.E.J. Groothuis (1989), Polonium-210 en lood-210 in aquatische organismen, Contractrapport ECN - 89 -54.
7. Landbouwadviescommissie Milieukritische stoffen, LAC - Jaarverslag 1984, Ministerie van Landbouw en Visserij.
8. G.W. Berger en D. Eisma (1988), Verslag van door het NIOZ uitgevoerde Po-210 en Pb-210 metingen in de Nederlandse kustwateren, de Nieuwe Waterweg, het Noordzeekanaal en de Westerschelde, NIOZ rapport 1988 - 13.
9. A. Peute, R.J. de Meijer, L.W. Put, Schatting van de radiologische consequenties van lozingen, veroorzaakt door niet-nucleaire industriele processen in Nederland, VROM - Rapport 40, 1989.
10. F. van der Valk, H. Pieters, R.C.C. Wegman, Bioaccumulation in yellow eel (Anguilla anguilla) and perch (Perca fluviatilis) from the Dutch branches of the Rhine - mercury, organochlorine compounds and polycyclic aromatic hydrocarbons. Publications and reports of the project 'Ecological Rehabilitation of the River Rhine', no. 7 - 1989.

11. M.A.T. Kerkhoff, J. de Boer, A de Vries, P. Otte, De invloed van de voormalige brandplaats aan de Diemerzeedijk op de gehalten van organochloorverbindingen in biota uit het nabij gelegen IJmeer. Kontractrapport CA 85 - 203, IJmuiden 1985.
12. P.B.M. Stortelder, M.A. van der Gaag, L.A. van der Kooij, Kansen voor Waterorganismen. DBW/RIZA nota 89.016, Lelystad 1989.
13. A.J. Niimi and B.G. Oliver, Assessment of relative toxicity of chlorinated dibenzo-p-dioxins, dibenzofurans and biphenyls in Lake Ontario salmonids to mammalian systems using toxic equivalent factors (TEF). Chemosphere 18 (1989) 1413 - 1423
14. Landbouwadviescommissie Milieukritische stoffen, LAC - Jaarverslag 1988, Ministerie van Landbouw en Visserij
15. P. Hagel, Het dioxinegehalte in Nederlandse visserijprodukten, RIVO rapport MO 90 - 03, IJmuiden 1990.
16. E. Turkstra and H.B. Pols, PCDD's and PCDF's in Dutch Inland Waters. Chemosphere 18 (1989) 539 - 551.
17. Dioxines en furanen in het Noordzeekanaalgebied, Rapport WDIJ 85.02, RWS, Directie Noord-Holland, juni 1985

Tabel 1: Overzicht bemonstering en analyses Noordzeekanaal

locatie nr.	omschrijving:	kwik	Po-210	Clfenolen	PCB's		PCB's+pest	dioxinen/furanen
		SB	SB lever	aal	aal	SB lever	aal	SB lever
I I	NZK, 2 km (Velsen)	X	X		X			
XI	Amerikahaven	X			X	X		X
XV	Westhaven	X	X					
XVII	NZK, 18 km (Van Riebeeckhaven)	X		X		X	X	X
XXIII	Coenhaven		O					
XXVI	IJhaven	O						
XXVII	Binnen IJ bij AKZO	X		X			X	
XXV	Noordzeekanaal (Westzaner gat/Zijkanaal E)					X		X

X analyse uitgevoerd O niet verkregen monster SB: snoekbaars

Tabel 2: MONSTERGEGEVENS

Vismonsters	Code	Locatie	Code	Datum	Aantal organismen	Lengte (cm) gemiddelde	min	max	Gewicht (kg*) gemiddelde	min	max	Totaalvet in g/kg
Baars	2315	Noordzeekanaal, 2 km (Velsen)	II	Juni 90	30	33.4	31	38	0.59	0.44	0.85	
Snoekbaars	2314	Noordzeekanaal, 2 km (Velsen)	II	Juni 90	2	52	49	55	1.23	0.98	1.48	
Snoekbaars	2048	Amerikahaven	XI	Juni 89	15	50.4	37	69	1.22	0.40	3.10	13,2
Snoekbaars	2048	Amerikahaven	XI	Nov-89	5	49.8	47	52	1.04	0.90	1.20	-
Snoekbaars	2049	Binnen-IJ (nabij AKZO)		Juni 89	7	43.3	39	54	0.68	0.45	1.28	-
Snoekbaars	2050	Noordzeekanaal, 18 km (Van Riebeeckhaven)	XVII	Juni 89	9	57.6	42	75	1.70	0.62	3.70	7,8
Snoekbaars	2050	Noordzeekanaal, 18 km (Van Riebeeckhaven)	XVII	Nov-89	11	41.3	39	46	0.50	0.38	0.66	-
Snoekbaars	2051	Westhaven	XV	Juni 89	10	52.3	39	78	1.52	0.50	4.50	8,6
Snoekbaars	2051	Westhaven	XV	Nov-89	10	46.8	40	53	0.80	0.50	1.30	-
SB lever	2313	Noordzeekanaal, 2 km (Velsen)	II	Juni 90	2	52	49	55	-	-	-	
SB lever	2055	Westhaven	XV	Juni 89	10	50	39	78	12	3	40	-
SB lever	2052	Amerikahaven	XI	Juni 89	15	49	37	69	10	-	-	100
SB lever	2186	Noordzeekanaal (Westzaner Gat, zijkanaal E)	XXV	Sep-89	20	50	48	56	8	6	22	81
SB lever	2187	Noordzeekanaal, 18 km (Van Riebeeckhaven)	XVII	Sep-89	20	53	37	62	7	4	13	73
Rode aal	2282	Noordzeekanaal, 2 km (Velsen)	II	Mei-90	20	33.1	30	40	0.06	0.04	0.10	
Rode aal	2189	Noordzeekanaal, 18 km (Van Riebeeckhaven)	XVII	Sep-89	24	34.9	32	41	0.08	0.05	0.10	223
Rode aal	2093	Amerikahaven	XI	Juni 89	25	34.5	30	41	0.08	0.05	0.11	113
Rode aal	2094	Binnen-IJ (nabij AKZO)	XXVII	Juni 89	21	35.2	30	41	0.08	0.05	0.12	95

* gewicht levers in gram

Tabel 3: Toxiciteitsequivalentiefactoren voor dioxines en PCB's voor omrekening naar TCDD equivalenten (2)

Verbinding	Omrekeningsfaktor
2,3,7,8-T4CDD	1
2,3,7,8-T4CDF	0,1
1,2,3,7,8-P5CDD	0,5
1,2,3,7,8-P5CDF	0,05
(+1,2,3,4,8-P5CDF)*	(0)
2,3,4,7,8-P5CDF	0,5
1,2,3,4,7,8-H6CDD	0,1
1,2,3,6,7,8-H6CDD	0,1
1,2,3,7,8,9-H6CDD	0,1
1,2,3,4,7,8-H6CDF	0,1
(+1,2,3,4,7,9-H6CDF)	(0)
1,2,3,6,7,8-H6CDF	0,1
1,2,3,7,8,9-H6CDF	0,1
2,3,4,6,7,8-H6CDF	0,1
1,2,3,4,6,7,8-H7CDD	0,01
1,2,3,4,6,7,8-H7CDF	0,01
1,2,3,4,7,8,9-H7CDF	0,01
OCDD	0,001
OCDF	0,001
PCB 105	0,0011
PCB 156	0,000046
PCB 118	0,0000083

Tabel 4: Totaalkwikgehalten in baars- en snoekbaarsfilet uit het Noordzeekanaal					
Locatie	**Code**	**Tijdstip** monstername	**Totaalkwik in mg/kg**	**Leeftijd in jaren** gemiddeld	**Vetgehalte in g/kg**
NZK, 2 km (Velsen)	II(baars)	15-6-90	0,24	n.b.	n.b.
NZK, 2 km (Velsen)	II	15-6-90	0,19	n.b.	n.b.
Amerikahaven	XI	15-6-89	0,22	4,0	13,2
Amerikahaven	XI	15-11-89	0,16	3,8	n.b.
Westhaven	XV	15-6-89	0,42	5,1	8,6
Westhaven	XV	15-11-89	0,18	3,6	n.b.
Van Riebeeckhaven	XVII	15-6-89	0,55	6,1	7,8
Van Riebeeckhaven	XVII	15-11-89	0,21	3,2	n.b.
Binnen IJ (nabij AKZO)	XXVII	15-6-89	0,21	3,4	9

n.b. = niet bepaald

Tabel 5: Gehalte aan Po-210 in gesuspendeerd materiaal (8).

Monsterlocatie:	Po-210 in Bq/kg droge stof
NW van Noorderpier NZK	778,6
NZK Buitenhaven	109,4
Buitenhaven NZK	162,7
Hoogovenkanaal	186,5
NZK thv Binnenhaven	117
Noordzeekanaal thv Buitenhuizen	674,7
NZK Houthaven	76
NZK, ADM haven tussen km 15 - 16	87
NZK Kruithaven	37

Tabel 6a: PCB en pesticiden gehalten in aal en snoekbaarslever in µg/kg op produktbasis

Locatie	nummer	lipidgehalte in %	PCB congeneren C28	C52	C105	C101	C118	C138	C153	C156	C180
Rode aal											
Noordzeekanaal, 2 km (Velsen)	II	8.4	7.6	24.4		24.1	37.7	73.2	102		26.4
Amerikahaven	XI	11,3	8.8	32	-	26	47	86	110	-	28
Noordzeekanaal, 18 km (Van Riebeeckhaven)	XVII	22,3	21	56	-	44	65	120	200	-	47
Binnen IJ (nabij AKZO)	XXVII	9,5	5.5	36	-	52	54	120	150	-	42
Rijn bij Lobith(1988)		17,6	16	190	54	270	200	420	570	-	210
Consumptienorm			500	200		400	400	500	500		600
Snoekbaarslever											
Amerikahaven	XI	10	92	127	25	138	79	107	160	13	39
Noordzeekanaal (Westzaner Gat, Zijkanaal E)	XXV	8,1	103	127	21	131	70	98	147	10	35
Noordzeekanaal, 18 km (Van Riebeeckhaven)	XVII	7,3	148	170	26	177	89	126	188	13	45

Pesticide gehalten in µg/kg op produktbasis

Locatie	nummer	QCB	HCB	OCS	a-HCH	b-HCH	y-HCH	Dieldrin	pp-DDE	pp-DDD	pp-DDT
Rode aal											
Noordzeekanaal, 18 km (Van Riebeeckhaven)	XVII	680	150	24	470	180	73	93	220	1100	79
Binnen IJ (naast AKZO)	XXVII	7.8	19	7.7	4.3	< 4	21	13	92	91	6,8
Rijn bij Lobith (1988)		78	210	-	10	16	46	16	130	49	9

- betekent: niet bepaald Normoverschrijdingen zijn onderstreept.

Tabel 6b: PCB gehalten in aal en snoekbaarslever in µg/kg op lipidbasis

Locatie	nummer	lipidgehalte in %	PCB congeneren C28	C52	C105	C101	C118	C138	C153	C156	C180
Rode aal											
Noordzeekanaal, 2 km (Velsen)	II	8.4	94	290		290	450	870	1210		310
Amerikahaven	XI	11,3	80	280	-	230	420	760	970	-	250
Noordzeekanaal, 18 km (Van Riebeeckhaven)	XVII	22,3	94	250	-	200	290	540	900	-	210
Binnen IJ (nabij AKZO)	XXVII	9,5	60	380	-	550	570	1260	1580	-	440
Rijn bij Lobith(1988)		17,6	91	1080	-	1530	1140	2390	3240	-	1190
Ecotox waarde			200	80		160	160	200	200		240
Snoekbaarslever											
Amerikahaven	XI	10	920	1270	-	1380	790	1070	1600	-	390
Noordzeekanaal (Westzaner Gat, zijkanaal E)	XXV	8,1	1270	1560	-	1610	860	1200	1810	-	430
Noordzeekanaal, 18 km (Van Riebeeckhaven)	XVII	7,3	2030	2330	-	2420	1220	1730	2580	-	620

Tabel 7: Voorstel voor normen in visserijprodukten in mg/kg op produktbasis (14)

Organochloorpesticide	Vislever	Aal	Overige visserijprodukten
∑DDT	2	1	0,5
Aldrin + dieldrin	0,2	0,1	0,05
Heptachloorepoxide	0,1	0,05	0,02
α - HCH	0,1	0,05	0,02
β - HCH	0,1	0,05	0,02
γ - HCH	0,5	0,2	0,1
HCB	0,2	0,1	0,05
Chloordaan	0,1	0,05	0,02
Endrin	0,1	0,05	0,02
Mirex	0,05	0,02	0,01

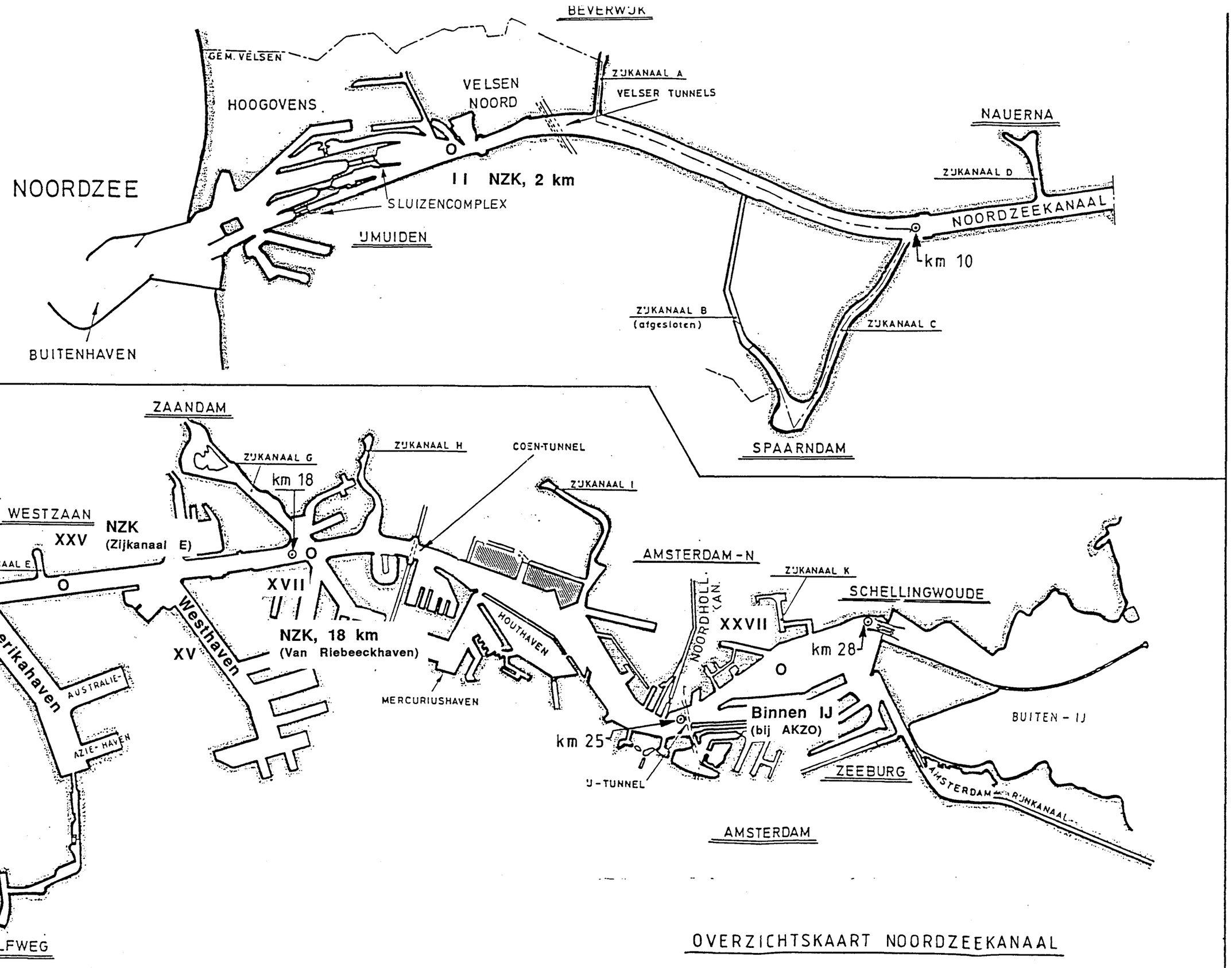
Tabel 8: Dioxinegehalten in snoekbaarslever uit het Amsterdamse havengebied

Dioxine isomeer	Amerikahaven	NZK, 18 km Van Riebeeckhaven	NZK, zijkanaal E Westzaner gat
	Dioxine in ng/kg TCDD equivalenten op basis van natgewicht		
2,3,7,8-T4CDD	38	28	24
2,3,7,8-T4CDF	1.9	2.2	1.5
1,2,3,7,8-P5CDD	1.3	0.9	0.8
1,2,3,7,8-P5CDF	0.4	0.2	0.2
2,3,4,7,8-P5CDF	16.5	12.5	9
1,2,3,4,7,8-H6CDD	-	-	-
1,2,3,6,7,8-H6CDD	0.3	0.2	0.2
1,2,3,7,8,9-H6CDD	0.1	-	-
1,2,3,4,7,8-H6CDF	0.7	0.4	0.3
1,2,3,6,7,8-H6CDF	-	-	-
1,2,3,7,8,9-H6CDF	-	-	-
2,3,4,6,7,8-H6CDF	0.8	0.3	0.5
1,2,3,4,6,7,8-H7CDD	0.1	0.1	-
1,2,3,4,6,7,8-H7CDF	-	-	-
1,2,3,4,7,8,9-H7CDF	-	-	-
OCDD	-	-	-
OCDF	-	-	-
Totaalgehalte dioxines	60,1	44,8	36,5
Vetgehalte (g/kg)	100	73	81
PCB 105 (TCDD equivalenten)	27.5	28	23
PCBTotaal(TCDDeq)*	46	46,7	38,4
Totaal dioxines + PCB's	106,1	91,5	74,9
Totaal gehalten op vetbasis	1061	1253	925

'-' zeer lage conversiefactor of niet gedetecteerd * PCBTot(TCDDeq) = PCB105(TCDDeq) * 1.67

Tabel 9: Chloorfenolen in aal in µg/kg op produktbasis							
locatie	nummer	2 Cl	2,4 diCl	2,6 diCl	2,4,5 triCl	2,4,6 triCl	PCP
NZK (Velsen)	II	< 0.5	2.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 1
't IJ (naast AKZO)	XXVII	< 0.5	1.5	< 0.5	2	1.5	< 1

Figuur 1



OVERZICHTSKAART NOORDZEEKANAAL

Fig. 2: Kwikgehalten in mengmonsters van snoekbaars uit het Amsterdamse havengebied, bemonsterd in 1989

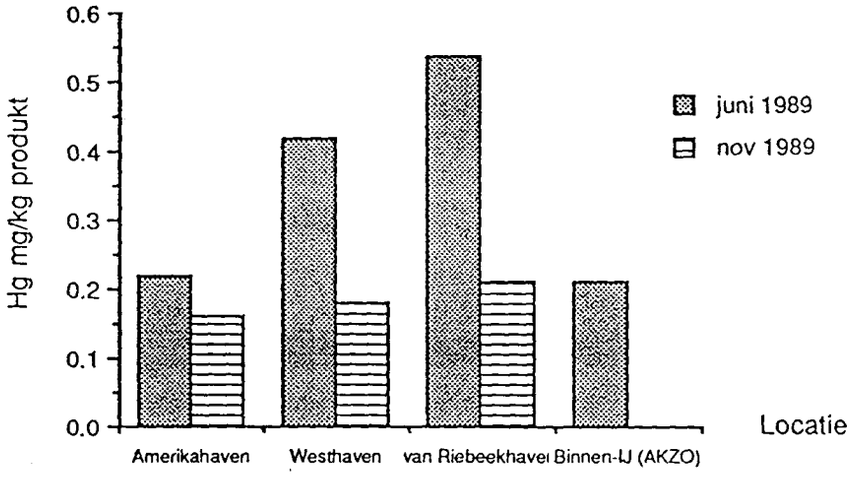


Fig. 3: De relatie van kwikgehalte (gemiddeld) en de leeftijd voor snoekbaars-monsters uit het Amsterdamse havengebied

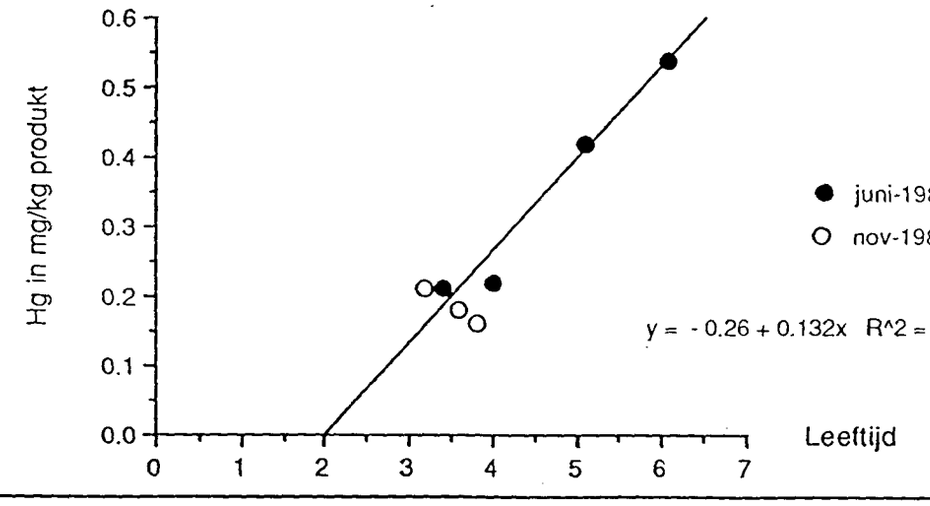


Fig. 4: Gehalten van afzonderlijke dioxine-congeneren in snoekbaars-lever uit het Amsterdamse havengebied

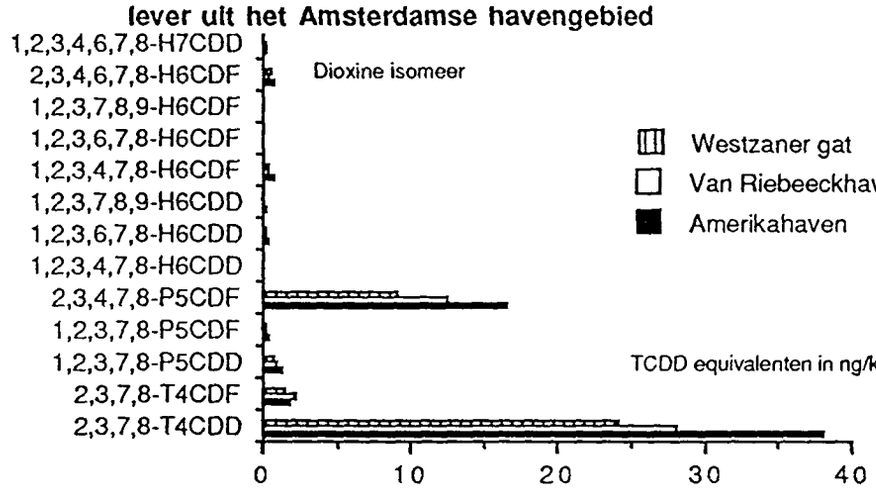


Fig. 5: Gehalten van afzonderlijke dioxine-congeneren in snoekbaars-lever uit de Hollandse IJssel en het Haringvliet

