

RIJKSINSTITUUT VOOR VISSERIJONDERZOEK

Haringkade 1 - Postbus 68 - IJmuiden - Tel. (02550) 31614

Afdeling :

CHEMISCH ONDERZOEK

21245

Rapport :

CA 84-05

VISAANDOENINGEN EN DE MOGELIJKHEID
VAN RELATIE MET WATERVERVUILING.

Auteurs:

P. van Banning, D. Declerck, M.
Guns, G. Stokman, K. Vandamme &
W. Vyncke.

Project :

2-7132

Projectleider :

P. van Banning

Datum van verschijnen :

December 1984

Inhoud :

ZIE INHOUDSOPGAVE.

VISAANDOENINGEN EN DE MOGELIJKHEID VAN RELATIE MET WATERVERVUILING.

EEN VERGELIJKEND ONDERZOEK VAN PALING UIT DE WESTERSCHELDE EN HET GREVELINGENMEER OP BASIS VAN CHEMISCHE, BACTERIOLOGISCHE EN HISTOLOGISCHE PARAMETERS, UITGEVOERD IN DE PERIODE 1981 ~ 1982.

P. van Banning, D. Declerck, M. Guns, G. Stokman, K. Vandamme & W. Vyncke.

Het onderzoek is in samenwerkend verband uitgevoerd door het Rijksinstituut voor Visserijonderzoek te IJmuiden, het Rijksinstituut voor Zuivering van Afvalwater te Lelystad, het Rijksstation voor Zeevisserij te Oostende (België) en het Instituut voor Scheikundig Onderzoek te Tervuren (België).

Datum van verschijnen:
December 1984.

INHOUD

I VOORWOORD.

II DOELSTELLING EN UITGANGSPUNTEN VAN HET ONDERZOEK.

III MATERIALEN EN METHODEN

Uitvoering onderzoek door:

III.1. Paling (van Banning)

III.2. Histologisch onderzoek van paling (van Banning)

III.3. Organochloorbepalingen in paling (Vandamme)

III.4. Zware metalen in paling (Vyncke, Guns)

III.5. Onderzoek van water en sediment (Stokman)

III.6. Bacteriologisch onderzoek van
paling (Declerck)

IV RESULTATEN.

IV.1. Paling.

IV.2. Conditie-onderzoek.

IV.3. Histologisch onderzoek.

IV.4. Onderzoek organochloorverbindingen in paling.

IV.5. Onderzoek zware metalen in paling.

IV.6. Onderzoek van water en sediment.

IV.7. Bacteriologisch onderzoek.

V CONCLUSIES.

VI SLOTBESCHOUWING.

VII LITERATUUR.

VIII BIJLAGEN.

I VOORWOORD.

De invloed van de mens op het milieu van de aarde vertoont een versneld effect door de sterke toename van hoeveelheden en bijzondere samenstelling van produkten, die als onontbeerlijk zijn gaan gelden voor de verdere ontwikkeling en voortbestaan van de mens in zijn huidige bestaanspatroon. Reeds 60.000 algemene chemische verbindingen zijn in gebruik door de mens en een paar honderd nieuwe chemische verbindingen worden per jaar toegevoegd (1). De permanente en mondiale aanwezigheid en invloed van deze produkten in en op de levende en niet-levende natuur is een duidelijk feit en is onomstotelijk aantoonbaar bij chemisch onderzoek.

De effecten van deze vaak natuurvreemde produkten op de levende natuur zijn echter in vele gevallen (nog) niet duidelijk en vooral de lange-termijn effecten laten zich moeilijk voorspellen. Om deze onzekerheid te verminderen heeft het hedendaagse onderzoek zich met vele richtingen geheel of gedeeltelijk ingesteld op milieu-effectstudies om tijdig de stand van zaken te kunnen registreren en bijsturende maatregelen te kunnen voorstellen.

Het vaststellen van het moment waarop een verbinding of situatie een schadelijke invloed op een organisme kan gaan uitoefenen is echter een moeilijke zaak. Pas na het verkrijgen van betere inzichten door gedegen en langdurig onderzoek zijn zinvolle richtlijnen op te stellen voor het instellen van een balans tussen een aanvaardbare milieubelasting, welke nu eenmaal onuitwisbaar in het spoor van de huidige evolutie van de mens aanwezig zal blijven, en het handhaven van voldoende bestaansmogelijkheden voor de huidige levensvormen op de aarde. Voor het zinvol opstellen van een dergelijke balans is een positieve instelling noodzakelijk, waarbij zowel de milieubeschermende als milieubelastende partijen zich dienen te realiseren, dat eenzijdige principes een functionele oplossing van het milieuprobleem sterk zullen belemmeren.

Een belangrijk deel van het milieu-onderzoek richt zich op het aquatisch milieu. Immers, het is in dit systeem waarin uiteindelijk ook de milieubelastingen van het land en uit de lucht geheel of gedeeltelijk terecht zullen komen en effecten in het aquatisch milieu worden dan ook als belangrijke graadmeters beschouwd. Als onderdeel van de biologische effecten wordt ook aandacht gegeven aan het voorkomen van ziekten en afwijkingen van aquatische organismen, onder andere vis. Dergelijke "monitoring" programma's zijn ook opgenomen in de aanbevelingen van de "International Council for the Exploration of the Sea" (ICES) en in uitvoering genomen door werkgroepen zoals "Pathology and Diseases of Marine Organisms" en "Marine Pollution Baseline and Monitoring Studies in the North Atlantic".

In het algemeen kan echter gesteld worden, dat de kennis van ziekten van (vooral mariene) vispopulaties pas sinds korte tijd in een versnelde ontwikkeling is gekomen en men vele gegevens nog met de nodige voorzichtigheid moet interpreteren.

Op basis van de nu verkregen inzichten in de mariene vispathologie is bijvoorbeeld gebleken, dat vele parameters van invloed kunnen zijn op visziekten en dat er hierdoor grote verschillen kunnen optreden per vissoort, populatie, seizoen, gebied en tijd. Een belangrijk uitgangspunt is het vaststellen van het natuurlijk visziekteniveau, bijvoorbeeld door (langdurig) onderzoek in niet of weinig vervuilde gebieden. Belangrijk zijn ook de zogenaamde effect~ studies. Dit onderzoek, waarbij de reactie van vis op een bepaalde stof in een aquarium wordt bestudeerd, is zeer informatief om de schadelijkheid en de lethale dosis te kunnen vaststellen. Een groot aantal studies zijn op dit gebied reeds uitgevoerd (2 t/m 5). Men dient bij de resultaten van dergelijke studies echter wel te bedenken dat het bereiken van een effect de uiteindelijke doelstelling is, en dat hierbij doorgaans hogere concentraties betrokken zijn, dan in het buitenwater aanwezig zijn. Verder zijn experimentele effect~studies meestal weinig duidelijk voor de lange-termijn~effecten en staat de vis onder stress door de aquariumomstandigheden. Tevens kan in algemeenheid ook gesteld worden dat in studies in aquaria slechts één stof per experiment op effect bestudeerd wordt, maar dat in de natuur meerdere stoffen tegelijk inwerken en onder invloed staan van vele gecompliceerde processen, bijvoorbeeld absorptie~effecten. Resultaten van experimentele effect~studies zonder vergelijkend onderzoek in het buitenwater dienen dan ook met voorzichtigheid gehanteerd te worden.

Op basis van de hierboven genoemde gedachten en de aanbevelingen van de ICES organisatie, is, tijdens een vergadering van hierna te noemen onderzoekers op 27 januari 1981 te Oostende, besloten, om een gemeenschappelijk Nederlands-Belgisch visziekte~milieuonderzoek uit te gaan voeren over een periode van 2 jaar (1981-1982). Daar in de periode 1978-1980 reeds signalen van paling en bot met aandoeningen in het gebied bij Terneuzen opgemerkt waren, werd gekozen voor de Westerschelde als vervuild gebied en de Grevelingen als niet of weinig vervuild referentiegebied ter vergelijking. Als vissoort voor de studie is paling (Anguilla anguilla) gekozen wegens zijn gevoeligheid voor bepaalde aandoeningen, zijn levenswijze in en op het sediment en de daardoor directe contacten met afvalstoffen. Tevens was de redelijk gemakkelijke bemonsteringen door middel van fuikvisserij een belangrijk punt.

Teneinde een zo groot mogelijk aantal parameters bij het onderzoek te kunnen betrekken, zijn de specialistische mogelijkheden van de deelnemende instituten benut. Vanuit België is medewerking verleend door het Instituut voor Scheikundig Onderzoek te Tervuren (M. Guns) en door het Rijksstation voor Zeevisserij te Oostende (D. Declerck, K. Vandamme, W. Vyncke) voor de bepalingen van de organochloorcomponenten en metalen in de levers en het vlees van de paling, alsmede het bacteriologische onderzoek van de huid en bloed. De Nederlandse medewerking werd verleend door het Rijksinstituut voor Zuivering van Afvalwater te Lelystad (G. Stokman) voor het onderzoek van water en slib op

organochloorverbindingen, metalen en andere chemische parameters, en het Rijksinstituut voor Visserijonderzoek te IJmuiden (P. van Banning) voor het histologische onderzoek alsmede de coördinatie van het onderzoek.

II DOELSTELLING EN UITGANGSPUNTEN VAN HET ONDERZOEK.

Het onderzoek is opgezet om een eventueel verband te kunnen aantonen tussen de aanwezigheid van milieuvreemde verbindingen en het voorkomen of de mate van voorkomen van aandoeningen van paling.

Een dergelijk verband kan niet voldoende met een eenmalige visbemonstering of een beperkt chemisch onderzoek aangetoond worden, omdat de gecompliceerde biologische en chemische interacties gemakkelijk aanleiding kunnen geven voor onjuiste conclusies. Voor de uitvoering van het onderzoek is dan ook een periode van twee jaar voor de bemonsteringen als minimaal noodzakelijk beschouwd alsmede het bemonsteren over verschillende seizoenen.

Voor de uitgangspunten van het onderzoek is verder gesteld, dat:

- ~ ziekte van vis geen bijzonderheid behoeft te zijn, omdat deze ook op natuurlijke wijze kan ontstaan, en dat het migratiegedrag van paling (6) de beschouwing toelaat dat elders reeds infecties of contaminaties met chemische verbindingen zijn opgedaan. Om de mogelijke fluctuaties van visziekten bij het onderzoek te betrekken, zijn de palingbemonsteringen gedurende het tweejarige onderzoek gericht op het voor- en najaar.
- ~ van de meeste chemische verbindingen nog onvoldoende bekend is hoe bij lagere concentraties en op langere termijn de schadelijke effecten zijn, per verbinding maar in het bijzonder in combinatie van meerdere verbindingen. Om evenwel toch een grotere draagkracht aan dit aspect te kunnen geven, zijn zoveel mogelijk verbindingen bij het onderzoek betrokken, welke op basis van effect-studies (2 t/m 5) van invloed kunnen zijn. De chemische bepalingen zijn op basis van deze gegevens vooral gericht op organochloorverbindingen en bepaalde metalen, waarbij leveronderzoek gedurende al de vier bemonsteringsperioden is uitgevoerd en spierweefselonderzoek vanaf de tweede periode.

Voor het onderzoek is tevens als uitgangspunt gesteld, dat er niet altijd een oorzakelijk verband behoeft te bestaan tussen visziekte en de aanwezigheid van milieuvreemde chemische verbindingen.

Op basis van de genoemde uitgangspunten is het onderzoek in zijn bewerking en presentatie in gescheiden eenheden gehouden voor bacteriologie, histologie en biochemie van de paling, naast de chemie van het milieu. De aparte conclusies per eenheid zijn pas in de eindbeschouwing als richtinggevend gehanteerd.

III MATERIALEN EN METHODEN

III.1 Paling.

~~~~~

Deze werd door middel van fuikenvisserij gevangen. De vangstperiode en verdere behandelingen (opslag en vervoer) werden zo kort mogelijk gehouden, indien mogelijk binnen 24 uur, om verstorende factoren door stress en toenemende contactinfecties zoveel mogelijk te beperken. Om dezelfde redenen is de paling tijdens het vervoer van de vangstplaats naar het verwerkende laboratorium (Oostende) in een koelbox gehouden (duur 1-3 uur).

De paling is in de Westerschelde gevist op twee locaties, te weten Terneuzen en Hansweert. Op de Grevelingen werd gevist op verschillende locaties. De bemonsteringen hebben in 1981 plaatsgevonden op 14/5 (Terneuzen), 22/5 (Hansweert), 26/5 (Grevelingen), 16/11 (Terneuzen en 20/11 (Grevelingen). In 1982 geschiedde dit op 18/5 (Terneuzen), 2/5 (Grevelingen), 28/10 (Grevelingen), 4/11 (Terneuzen) en 15/11 (Hansweert). De bemonstering bij Hansweert heeft geen doorgang gehad in het najaar 1981 en voorjaar 1982 door bevissingsmoeilijkheden.

Per bemonstering werden 50 palingen aselectief verzameld uit dezelfde vangstpartij. Van iedere paling werd de lengte, het gewicht en de aanwezigheid van aandoeningen vastgesteld op het moment van laboratoriumverwerking. Selectie op paling met ziekte werd op uitwendige kenmerken uitgevoerd.

Geselecteerd werden exemplaren met 'roodziekte' door aanwezigheid van bloedingen en verwijding van bloedvaten in de huid en vinnen. Hierdoor ontstaan kenmerkende rode vinnen en huddelen (zichtbaar op de lichtgekleurde buikdelen), vaak in combinatie met ontstekingen van de anus en de aanwezigheid van huidzweren. Als primaire oorzaak van de rood- ziekte is een bacterie-infectie verondersteld.

Voor de conditiefactor K voor de paling is de berekening gevolgd van

$$K = \frac{100 \times \text{Gew. (in g)}}{\text{Lengte (in cm)}}$$

#### III.2 Histologisch onderzoek van paling:

~~~~~

Het histologisch onderzoek is uitgevoerd om pathologische structuren te kunnen herkennen in de bemonsterde paling. Voor dit onderzoek is van iedere paling een stukje lever en darm uitgenomen. De lever is een representatief orgaan voor weergave van ziekte- conditie en milieugebeuren door de ophoping van milieu-aanwezige verbindingen wegens de detoxificatie-functie van de lever en de belangrijke rol van dit orgaan bij de stofwisselingsprocessen van vetten, eiwitten

en koolhydraten.

Bij veel onderzoeken van chemische en fysische effecten op vis wordt de lever als belangrijk orgaan voor bepalingen uitgekozen (13, 14).

Het onderzoek van pathologische structuren van de darm is uitgevoerd om een extra indicatie en hiermede ondersteuning van de resultaten van het leveronderzoek te kunnen verkrijgen. Omdat de darmstructuren sterk kunnen verschillen over de lengte (15) is de bemonstering steeds uitgevoerd op ongeveer 1 cm voor de anus.

Van de lever en de (eind)darm werd na de dissectie van de paling direct een klein stukje (3 ~ 4 mm) afgesneden en gefixeerd in 10 % gebufferde neutrale formaline. De fixatietijd varieerde van 2 tot 4 dagen. Dehydratie werd uitgevoerd met 2,2 dimethoxypropaan (16). Inbedding geschiedde met "Paraplast" medium.

Coupees werden op 7 μ m gesneden en in een drijfbad gestrekt. Van ieder weefselstukje zijn twee kleuringen uitgevoerd, een haematoxyline-phloxine kleuring en een kleuring op ijzerverbindingen volgens Perl (17).

Met een microscoop zijn de preparaten beoordeeld op verschillende karakteristieken zoals de mate van positieve Perl-kleuring, mate van aanwezigheid van intracytoplasmatische vacuolen ('vacuolisatie') en pathologische indicaties betreffende abnormale cel- of kernstructuren (necrose en pycnotische kernen, bloedingen, slijm laagbeschadigingen, etc.).

III.3 Organochloorbepalingen in paling:

Hiervoor zijn de levers en van een aantal bemonsteringen ook het visvlees verzameld. De monsters zijn bewaard door invriezen. Analyses van de levers en het visvlees zijn uitgevoerd met mengmonsters, doch gescheiden op zieke en gezonde paling voor zover herkenbaar was op uiterlijke kenmerken. Ieder mengmonster bestond volgens de quota van de vangst uit 46 + 46 individuen. De levers werden gedurende alle vier proefperiodes onderzocht, het spierweefsel vanaf de tweede periode.

Voor de extractie en clean-up werd van elk gehomogeniseerd mengmonster 12,5 g gebruikt voor vetextractie, gebaseerd op de methode van Bligh en Dyer (10). Deze methode vormt een ternair systeem door het mengen van nat visweefsel met een mengsel van chloroform en methanol. Door het toevoegen van water en chloroform scheidt het homogenaat zich in twee lagen: een chloroformlaag met erin het vet opgelost en een methanol-water laag die de niet-lipiden bevat. Na het uitdampen van de chloroformlaag is het vetgehalte bepaald. Ongeveer 100 mg van het geëxtraheerde vet werd op een Al_2O_3 kolom gebracht, bestaande uit 5 g Al_2O_3 (basisch, activiteitsklasse I, gedeactiveerd met 5% H_2O).

De organochloorverbindingen werden van het vet gescheiden door

elutie met 55 ml hexaan. Het eluaat werd ingedampt tot 1 ml. De organochloorcomponenten zijn op silicagelkolom volgens Holden en Marsden (11) gefractioneerd om een aantal piekoverlappingsen te vermijden. Twee gram silicagel (70-230 mesh), geactiveerd bij 120°C gedurende 2 h. en gedeactiveerd met 5 % water werd droog gepakt in een kolom van 6 mm. Op deze kolom is het geconcentreerde eluaat van de aluminiumoxyde kolom gebracht en geelueerd met achtereenvolgens 10 ml hexaan en 15 ml diethylether in hexaan (10/90). De eerste fractie bevat naast de PCB's ook HCB, p,p'-DDE en p,p'-DDT. De tweede fractie bevat de overige pesticiden. Beide fracties zijn, na indampen tot 1 ml, gaschromatografisch geanalyseerd op basis van de volgende gegevens:

gaschromatograaf: Carlo Erba, Fractovap 4160 met Ni⁶³ detector. mobiele fase: H₂, met een lineaire gassnelheid van 35 cm/sec. make-up gas: N₂, 20 ml/min.

kolom: FSOT, 25 m x 0,25 mm met SE 54 ~ chemisch gebonden, filmdikte 0,2 µm.

temperatuur: injector 260 °C, detector 275 °C.

oventemperatuur in de loop van een analysecyclus ~ injectie bij 150 °C, 1 µl, splitless ~ na 1 min wordt splitter geopend ~ 2 min na de injectie wordt de oventemperatuur verhoogd tot 250 °C met 5 °C/min ~ isothermaal bij 250 °C gedurende 5 min ~ koelen tot 150 °C ~ sluiten van de splitter ~ injectie van volgend monster.

De PCB-gehalten zijn berekend ten opzichte van Aroclor 1254, gebruik makend van acht pieken, 101, 136, 147, 153, 138, 128, 180 en 170, volgens Ballschmiter et al. (12).

III.4 Zware metalen in paling.

Hiervoor werd een deel van dezelfde mengmonsters gebruikt als beschreven bij het onderzoek van organochloorresidu's. Voor de bepaling van kwik werd in een erlenmeyer met opstaande koeler 1 ~ 1,5 g vis met 5 ml zwavelzuur 36 N en 3 ml waterstofperoxyde 30 % behandeld en verwarmd tot het kookpunt gedurende maximaal 5 min. De oplossing werd tot 150 ml aangelengd en 15 druppels kaliumpermanganaat 4 % werden toegevoegd. Gereduceerd werd met 2 ml natriumboorhydride 1 % en het kwikgehalte is met een Coleman MAS-50 apparaat bepaald.

Voor de bepaling van koper, lood, zink, cadmium en ijzer is 5 g vis in een platina kroes gedurende 4 uur bij 450 °C droog verast. De as werd in 2,5 ml salpeterzuur 14 N en 1 ml waterstofperoxyde 30 % opgelost door lichtjes koken. Na afkoelen werd de oplossing overgebracht in een maatkolf van 50 ml en aangelengd. De bepaling geschiedde met atoomabsorptiespectrometrie.

Voor de statistische analyse van de gegevens van de zware

metalen en de organochloorverbindingen werden variantie-analysen met twee factoren uitgevoerd, waarbij de invloed van de vangstplaats (Terneuzen - Grevelingen) en het tijdstip van monsterneming (seizoen) werd onderzocht. Hiervoor werden alleen de gezonde vissen onderzocht. Ook werd berekend of er tussen gezonde en zieke paling een significant verschil voorkwam. Gezien het beperkte aantal waarnemingen werd het waarschijnlijkheidsniveau van 80 % aangehouden als aanvaardbare grens voor de significante verschillen.

III.5 Onderzoek van water en sediment:

~~~~~

De watermonsters van de Westerschelde zijn tussen de palingbemonsteringsfuiken genomen vanuit een sloep, de monsters uit de diepere geulen vanaf een schip. In de Westerschelde is in 1981 bij de bemonstering tussen de fuiken geen rekening gehouden met het getij, in 1982 is een mengmonster samengesteld rondom laag water. De monsterlocaties in de Westerschelde zijn weergegeven in de bijlagen 1 t/m 5. De watermonsters in het Grevelingenmeer zijn genomen bij fuiken welke staan bij de in bijlage 6 aangegeven gebieden (Bocht van St. Jacob, Veermansplaat en Hompelvoet).

In de waterfase zijn algemene parameters, nutriënten, metalen en enkele organische microverontreinigingen bepaald op basis van de volgende analysemethoden en aangehouden detectiegrenzen:

## ANALYSEMETHODEN VAN DE PARAMETERS IN DE WATERFASE

| Parameter:                        | Analysemethode:                  | Detectiegrens:                       |
|-----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| Algemene parameters               |                                  |                                      |
| ~ zuurstof (in situ)              | ) membraanelectrode              |                                      |
| ~ temperatuur (in situ))          |                                  |                                      |
| ~ zuurgraad (in situ)             | )                                |                                      |
| ~ zwevende stof                   | gravimetrisch 105 °C             |                                      |
| ~ gloeirest                       | gravimetrisch 600 °C             |                                      |
| ~ chloride                        | fotometrisch met kwikthiocynaat  |                                      |
| Nutrienten                        |                                  |                                      |
| ~ NH <sub>4</sub> ~N              | )                                | 0,003 g/m <sup>3</sup>               |
| ~ NO <sub>2+3</sub> ~N            | )                                | 0,001 g/m <sup>3</sup>               |
| ~ NO <sub>2</sub> ~N              | ) auto-analyser                  | 0,009 g/m <sup>3</sup>               |
| ~ o~PO <sub>4</sub> ~P            | ) fotometrisch                   | 0,003 g/m <sup>3</sup>               |
| ~ Si                              | )                                | 0,006 g/m <sup>3</sup>               |
| ~ P~tot                           | )                                | 0,01 g/m <sup>3</sup>                |
| ~ Kj~N                            | )                                | 0,05 g/m <sup>3</sup>                |
| Metalen                           |                                  |                                      |
| ~ Cu ~ opg                        | )                                | 0,1 mg/m <sup>3</sup>                |
| ~ tot                             | ) filtratie over                 |                                      |
|                                   | ) 0,45 µm                        | 0,3 mg/m <sup>3</sup>                |
| ~ Cd ~ opg                        | ) ~ opgeloste gehalten           | 1981 0,1 mg/m <sup>3</sup>           |
| ~ tot                             | ) na extractie filtraat met AAS  | 1982 0,01 mg/m <sup>3</sup>          |
| ~ Zn ~ opg                        | ) ~ gebonden gehalten            | 0,5 mg/m <sup>3</sup>                |
| ~ tot                             | ) na destructie                  | 0,8 mg/m <sup>3</sup>                |
|                                   | ) filter met AAS                 |                                      |
| ~ Fe ~ opg                        | )                                | 0,05 g/m <sup>3</sup>                |
| ~ tot                             |                                  | 0,05 g/m <sup>3</sup>                |
| Organische microverontreinigingen |                                  |                                      |
| ~ fenolen                         | fotometrisch met aminoantipyrine | 1 mg/m <sup>3</sup>                  |
| ~ PAK's                           | HPLC~fluorescentie               | 0,01 mg/m <sup>3</sup> per component |
| ~ DDT                             | Gaschromatografisch              | 0,01 mg/m <sup>3</sup>               |
| ~ propionaldehyde                 | Gaschromatografisch              | 0,4 g/m <sup>3</sup>                 |

De sedimentmonsters zijn genomen met een Van Veen-happer. In de Westerschelde zijn per locatie 9 happen genomen, te weten 3 happen midden tussen de fuiken en 3 happen aan de beide buitenzijden van de fuiken elk. Van deze happen is aan boord 1 mengmonster gemaakt ten behoeve van de analyses. In het Grevelingenmeer zijn bij elk van de drie monsterlocaties (zie bijlage 6) drie happen genomen. Van de in totaal 9 happen is aan boord 1 mengmonster ten behoeve van de analyses samengesteld.

In de sediment mengmonsters zijn sedimentkarakteriseringsparameters, nutriënten metalen en organische microverontreinigingen bepaald op basis van de volgende analysemethoden:

# ANALYSEMETHODEN VAN DE PARAMETERS IN HET SEDIMENT

| PARAMETER                              | ANALYSEMETHODE                                                         |
|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| slibkarakterisering                    |                                                                        |
| ~ droogrest                            | ) gravimetrisch                                                        |
| ~ gloeirest                            | ) NEN 3235-4.1 (1969)                                                  |
| ~ pH-KCl                               | )                                                                      |
| ~ C-elementair                         | )                                                                      |
| ~ org. stof(gloeif-<br>verliesmethode) | ) analyses verricht door Bedrijfslaboratorium                          |
| ~ CaCO <sub>3</sub>                    | ) voor Grond- en Gewasonderzoek te Oosterbeek.                         |
| ~ korrelgrootte-<br>verdeling          | )                                                                      |
| Nutrient- en<br>zoutgehalte            |                                                                        |
| ~ NH <sub>4</sub> ~N                   | )                                                                      |
| ~ o~PO <sub>4</sub> ~P                 | ) Voorbehandeling: 1 deel natte grond +                                |
| ~ Si                                   | ) 5 delen water 1 uur schudden, filtreren.                             |
| ~ NO <sub>2+3</sub> ~N                 | ) Analyse extract op een auto-analyser                                 |
| ~ NO <sub>2</sub> ~N                   | ) (fotometrisch)                                                       |
| ~ Cl                                   | )                                                                      |
| ~ P~tot                                | ) drogen met MgSO <sub>4</sub> . 1H <sub>2</sub> O, destructie, daarna |
| ~ Kjd~N                                | ) autoanalyser                                                         |
| Metalen                                |                                                                        |
| ~ Cu                                   | )                                                                      |
| ~ Cd                                   | ) na ontsluiting volgens NEN 6447 met AAS.                             |
| ~ Zn                                   | )                                                                      |
| ~ Fe                                   | )                                                                      |
| Organische micro-<br>verontreinigingen |                                                                        |
| ~ fenolen                              | drogen (MgSO <sub>4</sub> ), destillatie, fotometrisch                 |
| ~ PAK's                                | extractie, HPLC-fluorescentie                                          |
| ~ DDT                                  | extractie, gaschromatografisch                                         |

### III.6 Bacteriologisch onderzoek van paling:

~~~~~

Van de bemonsterde palingen werd (onder koudeverdooving) het hart geopend en 0.2 ~ 0.5 ml bloed op aseptische wijze in 2 ml nutriënt broth gepipeteerd. Tevens werd een stukje van de staart met een steriele scalpel verwijderd en in nutriënt broth gebracht.

Van de nutriënt broth werd 1 ml gebruikt voor enting op een bloedagar bodem (nutriënt agar + 2,5 % zout + 10 % gedefibrineerd paardbloed) en 0,1 ml voor een uitstrijk op een TCBS agar bodem. Van de bloedagar bodem werden na een incubatie van 5 dagen bij 20 °C de kolonies geselecteerd die een heldere zone vertoonden, glad, convex en een diameter van 3 mm hadden. Van de TCBS bodem werden na 24 uur incubatie bij 37 °C zowel de groene als de geel-bruine kolonies van 3 a 4 mm geselecteerd.

Voor de identificatie werden de bacteriën aan de volgende testen onderworpen: gramtest, katalase- en oxydasetest, de motiliteit en de zweepdraadkleuring. Het fermentatief en oxydatief metabolisme werd met het Hugh en Leifson Medium nagegaan. De vereiste aanwezigheid van NaCl voor de groei van de bacteriën werd met een peptone medium, voorzien van: 0 %, 3 %, 6 % en 8 % NaCl getest.

De gevoeligheidstesten werden uitgevoerd door schijfjes gedrenkt in antibiotica en vibriostaticum 0/129 op het oppervlak van de bezaaide platen te plaatsen.

De identificatietesten werden verder op 28 °C met de conventionele proefbuismethoden uitgevoerd. Testen op de fermentatie van koolhydraten, omzetting van citraat, desaminering van ureum, decarboxylering van ornithine, arginine en lysine, productie van acetyl-methyl-carbinol, H₂S, alsmede desaminering van ureum en phenylalanine werden uitgevoerd met de procedures die door Evelyn (7) beschreven zijn, met uitzondering van het testreagens voor de phenylalanine reactie waarvoor 10 % FeCl₂ gebruikt is, zoals beschreven is door Vera en Dumoff (8).

De testen voor de vervloeiing van gelatine, hydrolyse van zetmeel, reductie van nitraat en de produktie van indol werden uitgevoerd volgens de procedures die door Murchelano en Bishop (9) zijn beschreven. De reacties werden 14 dagen gevolgd en nadien als negatief of positief bestempeld.

IV RESULTATEN.

IV.1 Paling:

~~~~~

Bij de bemonstering van de paling werden op uitwendige kenmerken de volgende percentages aan roodziekte vastgesteld: Terneuzen 54% (mei 1981), 82 % (november 1981), 25 % (mei 1982) en 44 % (november 1982); Hansweert 4 % (mei 1981) en 8 % (november 1982); Grevelingenmeer 9 % (november 1981).

Aan andere uitwendig herkenbare aandoeningen werd alleen de bloemkoolziekte (huidvirus) waargenomen in de volgende percentages: Terneuzen 4 % (mei 1981), 6 % (november 1981) en 10 % (november 1982); Hansweert 2 % (mei 1981); Grevelingenmeer 4 % (november 1982).

#### IV.2 Conditie-onderzoek:

~~~~~

De uitkomsten van de K-waarden van het conditie-onderzoek (bijlage 20) van de bemonsterde palingen zijn met voorzichtigheid gehanteerd. Paling is een vissoort die vele biologische variaties kan vertonen afhankelijk van de milieu-omstandigheden. Zo zijn lengte en gewicht van paling sterk geslachtsgebonden, maar de verhouding mannetjes en wijfjes is weer sterk verschillend in zoet en zout water (31). Ook het vetgehalte blijkt geslachtsgebonden te zijn (wijfjes aanzienlijk lager vetgehalte dan mannetjes) maar is tevens in zoutwaterpaling op iets lager niveau dan in zoetwaterpaling (31).

Op basis van deze wisselende en gecompliceerde factoren, naast het feit dat van de bemonsterde paling geen geslachtsbepaling is uitgevoerd, zijn de K-waarden voor de conditie alleen als indicatorwaarden gehanteerd en niet als richtinggevend voor duidelijke conclusies.

Om de resultaten van de conditiewaarden een zinvolle presentatie te geven dienen de hierboven genoemde geslachts- en milieugebonden variaties zoveel mogelijk genivelleerd te worden. Hiertoe zijn de conditiewaarden in bijlage 20 weergegeven per 10 cm lengtegroep van de bemonsterde paling.

De resultaten van de conditiewaarden tonen weinig duidelijkheid. In een aantal perioden blijkt de paling van Terneuzen een lagere conditiewaarde te hebben dan de Grevelingse paling, doch het omgekeerde is ook waarneembaar in andere perioden. Ook de vergelijking van de conditiewaarden van zieke en gezonde paling per locatie laat geen duidelijk resultaat zien. In een aantal gevallen zijn de conditiewaarden van de zieke exemplaren zelfs hoger!

Voor paling in het zoute water zijn de richtwaarden gehanteerd voor de lengtegroep van 30 t/m 34 cm (31). In de periode 1978 t/m 1980 zijn condities tussen 0,136 en 0,172 geconstateerd met een gemiddelde waarde van 0,150. Plaatst men hiertegenover de gemiddelde K-waarde van dit onderzoek met $0,146 \pm 0,017$ voor niet-zieke palingen en $0,149 \pm 0,019$ voor zieke palingen, dan zijn deze resultaten niet als significant verschillend op te vatten.

IV.3 Histologisch onderzoek:

~~~~~

De resultaten van het histologisch onderzoek van de palinglevers zijn weergegeven in bijlage 19 op basis van de kleuring volgens Perl (ijzerkleuringsreactie) en de aanwezigheid van overmatige vacuolisatie in de levercellen.

De positieve ijzerkleuringen zijn op twee manieren tot uiting gekomen: in sterk geconcentreerde vorm in de macrophagen en verdeeld als fijnkorrelig materiaal ("granula") door het leverweefsel en in het cytoplasma.

Daar aangenomen is dat een zeker natuurlijk ijzergehalte voor normale fysiologische processen aanwezig zal zijn, is in bijlage 19 geselecteerd op sterke reacties. Hiervoor is de grens aangehouden dat minimaal 5 Perl-positieve macrophagen aanwezig zijn in een 160 x vergrotingsbeeldveld van de gebruikte microscoop. De aanwezigheid van Perl-positieve granula werd alleen genoteerd wanneer deze overheersend en duidelijk door het gehele preparaat aanwezig waren.

De gegevens van bijlage 19 laten geen duidelijk beeld zien voor een aantoonbaar verschil tussen het veronderstelde ziektegebied Westerschelde en het referentiegebied Grevelingenmeer. De gemiddelde waarden over alle perioden per locatie onderstrepen dit beeld eveneens. Als enig patroon is te herkennen dat de gemiddelde vacuolisatiewaarde van de paling van Terneuzen laag is. Dit is echter moeilijk te interpreteren als richtinggevende factor, omdat vacuolisatie een direct verband kan hebben met het vetgehalte van de paling en de activiteiten van het leverweefsel.

Duidelijke pathologische kenmerken (necrose, pycnotische kernen, degeneratie, enz.) zijn slechts zeer beperkt aangetroffen in de preparaten. Genoemde pathologische kenmerken zijn in het Terneuzen gebied over de totale onderzoeksperiode slechts bij twee exemplaren waargenomen (voorjaar 1981, voorjaar 1982), in het Grevelingenmeer bij vier exemplaren (in voor- en najaar 1981 één exemplaar, in het najaar 1982 twee exemplaren) en voor Hansweert bij één exemplaar (voorjaar 1981).

Bij het onderzoek van de darmsecties is met uitzondering van één waarneming (bloedingen Terneuzen exemplaar, voorjaar 1981) geen duidelijk histopathologisch patroon naar voren gekomen. De darmpreparaten toonden wel de aanwezigheid van een ééncellige darmparasiet (Eimeria anguillae) bij 11 exemplaren van paling uit Terneuzen, 5 exemplaren van paling uit Hansweert en 22 exemplaren van paling uit het Grevelingenmeer. Er zijn geen indicaties aangetroffen in de preparaten die op schadelijkheid van deze parasieten duiden.



Naast de verschijnselen van roodziekte welke als selectie zijn gehanteerd voor de macroscopische scheiding van zieke en gezonde paling, zijn incidenteel nog andere aandoeningen waargenomen. De zogenaamde bloemkoolziekte (virusinfectie van de huidcellen, vooral bij de monddelen) werd waargenomen in paling van Terneuzen, als ook van Hansweert en Grevelingen, met de grootste frequentie echter bij Terneuzen (bijlage 17). Skeletafwijkingen werden opgemerkt in paling van Hansweert (1 exemplaar met wervelkolomdeformatie, voorjaar 1981) en in paling van Terneuzen (1 exemplaar met kaakdeformatie, najaar 1982). Littekenvorming door genezen huidzweren is alleen duidelijk aangetroffen in de palingbemonstering van Terneuzen in het najaar 1982 (zie bijlage 17).

#### IV.4 Onderzoek van organochloorverbindingen in paling:

~~~~~

De PCB's vormen het grootste aandeel (80-90%) van het totaal gehalte aan gemeten organochloorverbindingen, zoals blijkt uit de analyseresultaten van de bijlagen 7 en 8.

In vergelijking met de PCB-gehalten van aal uit de Nederlandse binnenwateren (18) zijn de gevonden waarden laag te noemen. Bij het onderzoek van 33 locaties en totaal 46 bemonsteringen van de Nederlandse binnenwateren in de jaren 1981 en 1982, zijn in 14 monsters waarden van PCB-gehalten bij paling op produktbasis hoger dan 10 mg/kg aangetroffen, 13 monsters met waarden begrepen tussen 5 en 10 mg/kg, en 19 monsters met waarden onder 5 mg/kg. Noch in Terneuzen, noch in het Grevelingenmeer werden gehalten gevonden van paling die hoger lagen dan de Nederlandse PCB-norm van 5 mg/kg (op produktbasis). Bijlage 9 geeft als illustratie de gehalten van de najaarsbemonstering 1982.

De concentraties van de overige bepaalde organochloorverbindingen kunnen laag genoemd worden hetgeen ook het geval is in de meeste vissen van het mariene kustmilieu (19, 20).

De gehalten aan PCB's en de meeste andere organochloorverbindingen lagen in Terneuzen significant hoger dan in de Grevelingen (bijlagen 7 en 8). Tussen de lever en het spierweefsel kwamen in dit verband lichte verschillen voor die echter het algemeen beeld niet wijzigen.

Het PCB-gehalte wordt in vissen door een evenwichtsverdeling tussen het lichaamsvet en het omgevende water bepaald (21, 22). Er mag worden aangenomen dat de overige organochloorverbindingen zich analoog gedragen.

De hogere gehalten in Terneuzen wijzen er dan ook op dat het water waarschijnlijk meer verontreinigd is met organochloorverbindingen dan in de Grevelingen. Het feit dat de organische (en anorganische) belasting van het water en het

sediment in Terneuzen algemeen gezien hoger is wijst in deze richting (zie onderzoek water en sediment).

Voor enkele organochloorverbindingen (DDE in lever, HCB en heptachloorepoxyde in het spierweefsel) werden significante verschillen tussen de tijdstippen van monsterneming genoteerd maar deze laten niet toe te besluiten dat er een verschil tussen voor- en najaar zou zijn.

In het algemeen kan gesteld worden dat binnen eenzelfde gebied het residugehalte vrij variabel blijkt, zonder dat er echter van een seizoengebonden schommeling gesproken kan worden.

Op de drie bemonsteringsplaatsen werden de hoogste PCB-gehalten gevonden tijdens de eerste periode (voorjaar 1981). De bemonsteringen nabij Terneuzen vertonden daarna een duidelijke daling van de PCB-residu's met echter weer een stijging in de laatste periode (najaar 1982).

De palingbemonstering bij Terneuzen gaf de enige mogelijkheid voor een vergelijkend onderzoek van de zieke en gezonde exemplaren over 3 perioden. Het PCB-gehalte bleek echter voor zieke en gezonde paling vergelijkbaar, alleen in het visvlees was het PCB-gehalte op produktbasis steeds hoger in zieke exemplaren. Een verklaring hiervoor kan echter gezocht worden in het vetgehalte, want op vetbasis uitgedrukt was er geen duidelijk verschil in PCB-gehalte. In de Grevelingen zijn alleen in het najaar 1981 enkele zieke palingen voor onderzoek aanwezig geweest. Zowel in de lever als in het visvlees was het PCB-gehalte echter vergelijkbaar met het gehalte van de gezonde individuen. Bij Hansweert werden te weinig zieke palingen aangetroffen nodig voor betrouwbare bepalingen.

IV.5 Onderzoek zware metalen in paling:

~~~~~

De gehalten aan zware metalen in spierweefsel (bijlage 10) zijn vrij normaal te noemen wanneer ze met de concentraties in een representatief aantal vissoorten uit de kustwateren worden vergeleken (20). De kwikgehalten kunnen als "middelmatic hoog" worden bestempeld (23).

De overeenkomst met vroegere Nederlandse en Duitse gegevens is goed (24, 25, 26). De cadmiumconcentraties waren verwaarloosbaar. Noch tussen Terneuzen en Grevelingenmeer noch tussen gezonden en zieke vissen werd een significant verschil in zware metalen gevonden. Er was evenmin een duidelijke seizoeninvloed.

Voor palinglevers werd een enigszins ander beeld verkregen (bijlage 11). De gehalten aan kwik, lood en cadmium kunnen vrij hoog worden genoemd (20). Paling is blijkbaar bij machte deze metalen sterk in de lever te concentreren. Daarbij waren

de lood- en cadmiumwaarden in Terneuzen significant hoger dan in het Grevelingenmeer. Dit is een weerspiegeling van de grotere belasting van het water van de Westerschelde (zie water- en sedimentonderzoek. Tussen gezonde en zieke palingen werd geen verschil gevonden. Dit was ook het geval voor voor- en najaar.

#### IV.6 Onderzoek van water en sediment:

##### a. Water

Voor de interpretatie van de waterkwaliteitsresultaten (bijlage 12) is gebruik gemaakt van:

- ~ RIZA-rapport 82-063. De Waterkwaliteit van de Westerschelde in de periode 1964-1981 (30).
- ~ Voorstel referentiewaarden Nederlandse zoute wateren. Conceptrapport van de Ministeries van VROM EN V&W. Dr. B. van Eck en ir. E. Turkstra (V&W), ir. H. van 't Sant (VROM).

In dit voorstel worden referentiewaarden gedefinieerd als waarden van de beschouwde waterkwaliteitsvariabelen in de betreffende zoute wateren op het tijdstip dat er niet of nauwelijks sprake was van invloed door verontreiniging ten gevolge van menselijke activiteiten. De voorgestelde referentiewaarden zijn afhankelijk van het zoutgehalte. In bijlage 13 is een overzicht gegeven van de voorgestelde referentiewaarden bij een gemiddelde saliniteit op de bemonsterde locaties.

Per parameter of groep van parameters wordt een korte interpretatie gegeven.

##### Zuurstof

Er zijn geen uitzonderlijke (lage) waarden gemeten.

##### Temperatuur

De watertemperatuur was bij de meting in april 1981 aanzienlijk lager dan bij de metingen in 1982.

##### Zuurgraad

Uit het Westerschelde-rapport blijkt dat de zuurgraad toeneemt bij een toenemend zoutgehalte. De resultaten van dit onderzoek wijken niet af van dat beeld.

##### Zwevende stof en gloeirest

De gemeten zwevende stofgehalten komen overeen met de in het Westerschelde-rapport aangegeven ranges. Voor het hoge gehalte bij Hansweert (oktober 1982 tussen de fuiken 384 g/m<sup>3</sup> zwevende stof) is geen verklaring. Mogelijk is er zand in het monster gekomen.

De enkele malen bepaalde gloeirest maakt duidelijk dat ca

70 % of meer van de zwevende stof bestaat uit anorganische bestanddelen.

#### Nutriënten

Ook voor de nutriënten wordt zowel in monsters tussen de fuiken als in de geulen geen afwijkend beeld gevonden van het Westerschelde-rapport. Onder invloed van de verdunning met nutriëntenarm zeewater worden bij Hansweert hogere gehalten gevonden dan bij achtereenvolgens Terneuzen en Vlissingen. In de Grevelingen worden meest lagere gehalten gemeten dan in de Westerschelde.

#### Fenolen

Alleen aantoonbaar in de Westerschelde.

#### Metalen

Metalen worden alle in meer of mindere mate aan zwevende stof geadsorbeerd. In bijlage 14 zijn de bindingspercentages en de gehalten in de zwevende stof gepresenteerd.

Voor de onderzochte metalen kan geconcludeerd worden:

- ~ Het Grevelingenmeer onderscheidt zich van de Westerschelde omdat in dit meer:
  - a. Cu en Cd voornamelijk in opgeloste vorm voorkomen.
  - b. de Fe-gehalten laag en soms niet detecteerbaar zijn.
- ~ In de Westerschelde is Cu in geringe mate, Cd en Zn in toenemende mate en Fe voornamelijk gebonden aan zwevende stof.
- ~ Ten gevolge van de invloed van de Noordzee is er in de Westerschelde, op enkele uitzonderingen na, een dalende gradiënt waarneembaar in de opgeloste en totaal metaalgehalten gaande van Hansweert naar Vlissingen.
- ~ In de Westerschelde worden enige verschillen geconstateerd tussen de gehalten in de geulen en tussen de fuiken. Bij het referentiepunt 15 in de geul bij Hansweert worden de hoogste gehalten gemeten aan Cu en Zn. Verhoogde Cd-gehalten zijn gemeten tussen de fuiken bij Terneuzen en Vlissingen.
- ~ Een vergelijking met de voorgestelde referentiewaarden (bijlage 13) kan op twee manieren plaatsvinden. Ten eerste de opgeloste metaalgehalten en ten tweede de aan het zwevende stof gebonden metalen, ervan uitgaande dat de korrelgrootte van de zwevende stof kleiner is dan 63  $\mu\text{m}$ .  
De opgeloste gehalten in het Grevelingenmeer en de Westerschelde zijn verhoogd ten opzichte van de voorgestelde referentiewaarden, met name de opgeloste Cd-gehalten in de Westerschelde. Wat de gehalten gebonden aan zwevende stof betreft blijken alleen de

Zn-gehalten in het Grevelingenmeer en de Cu-gehalten in de Westerschelde niet verhoogd te zijn ten opzichte van de voorgestelde referentiewaarden.

#### Organische microverontreinigingen

De analyses van PAK, DDT en propionaldehyde zijn in de waterfase alleen in 1981 uitgevoerd omdat de gehalten meest kleiner dan de detectiegrens waren. Van de PAK's is meest alleen fluorantheen aantoonbaar. De PAK-gehalten in het Grevelingenmeer liggen op hetzelfde niveau als in de Westerschelde bij Vlissingen. Bij Hansweert worden enigszins hogere gehalten in de waterfase gemeten.

#### b. Sediment

De gegevens van het sedimentonderzoek (bijlage 15) laten als resultaat de volgende interpretaties toe:

##### Sedimentkarakterisering

De monsters uit het Grevelingenmeer bevatten weinig fijn materiaal (laag percentage < 63  $\mu\text{m}$ ) evenals het monster uit de monding van de Westerschelde (monster uit Gat van Deurloo, oktober 1982) dat voornamelijk uit zeesediment bestaat. Deze monsters hebben ook lage organische stof/C-elementair gehalten.

##### Metalen

Metalen adsorberen in meer of mindere mate aan de fijne fractie van het sediment. Teneinde metaalgehalten in het sediment te kunnen vergelijken worden de gehalten uitgedrukt als zijnde aanwezig in de korrelgroottefractie < 63  $\mu\text{m}$  (bijlage 16).

Hieruit blijkt dat de metaalgehalten in het sediment uit de Westerschelde een afwijkend beeld geven ten opzichte van de waterfase, in het sediment vooral hoge gehalten van onderzochte metalen bij Terneuzen, terwijl in de waterfase meest hogere gehalten bij Hansweert werden gemeten.

In het Grevelingenmeer zijn in dit onderzoek hoge metaalgehalten aangetroffen in het sediment, ook uitgedrukt als gehalten in de fractie < 63  $\mu\text{m}$ . De metaalgehalten in het sediment uit het Grevelingenmeer kunnen in dit onderzoek zeker niet als een referentieniveau worden gezien; het monster zeesediment uit het Gat van Deurloo is hiervoor beter geschikt.

Voor Cu, Cd en Zn zijn referentiewaarden voorgesteld in de fractie < 63  $\mu\text{m}$  (bijlage 13). In het Grevelingenmeer zijn Cu en Cd verhoogd ten opzichte van deze voorgestelde referentiewaarden, in de Westerschelde zijn met name de Cd-gehalten in het sediment verhoogd, onder meer omdat Cu in de Westerschelde voornamelijk in de waterfase in opgeloste vorm wordt aangetroffen.

#### Organische microverontreinigingen

In dit onderzoek was DDT in het sediment, evenals in de waterfase, niet aantoonbaar. Verhoogde fenolgehalten in sediment zijn aangetroffen in de buitenhaven van Vlissingen en bij Terneuzen. De PAK-gehalten in het sediment lijken met name bij Terneuzen verhoogd. Organische microverontreinigingen hechten zich bij voorkeur aan het organische stof in slib. Teneinde verschillende locaties met elkaar te vergelijken kunnen de verontreinigingsgehalten beter uitgedrukt worden op koolstofbasis (bijlage 16). Ten gevolge van het lage C-elementair gehalte van het slib uit het Grevelingenmeer zijn deze resultaten niet betrouwbaar en kan geen vergelijking gemaakt worden met de Westerschelde.

In de Westerschelde wordt hetzelfde beeld gevonden als voor de metalen in sediment (in de fractie  $< 63 \mu\text{m}$ ) met verhoogde fenol en PAK-gehalten (uitgedrukt op koolstofbasis) bij Vlissingen en Terneuzen, terwijl in de waterfase de hoogste gehalten werden gevonden bij Hansweert.

#### IV.7 Bacteriologisch onderzoek.

De resultaten van het onderzoek van de uitwendige afwijkingen en de bacteriologische analyses op paling afkomstig van Terneuzen, Hansweert en het Grevelingenmeer zijn in de bijlagen 17 en 18 opgenomen.

De geconstateerde aandoening bij paling, waarbij vinnen en soms ook huddelen roodverkleuringen en ontsteken of open wonden vertonen, wordt hier aangeduid als roodziekte. Deze ziekte werd vooral ter hoogte van Terneuzen genoteerd, alhoewel in een klein percentage de ziekte ook in het Grevelingenmeer en bij Hansweert werd geregistreerd. Procentueel was het aantal palingen die roodziekte vertoonden hoger in de herfst dan in de lente. Het voorkomen van zweren werd alleen in het voorjaar van 1981 ter hoogte van Terneuzen opgetekend.

De bloemkoolziekte (huidvirus) werd zowel in het voor- als najaar waargenomen met procentueel meer gevallen in de herfst en vooral vóór Terneuzen.

Hetzelfde fenomeen werd vastgesteld bij het bij het voorkomen van Myxidium.

Bloedinfectie bij paling werden bij circa 80 % van de exemplaren ter hoogte van Terneuzen en bij slechts 4 % bij Hansweert vastgesteld.

In 1981 werden geen infecties in de Grevelingse paling genoteerd. Opvallend is dat in 1982 een vermindering van de bacteriële besmetting in de paling van Terneuzen (48 % tegenover 82 % in 1981) werd waargenomen. Hierbij komt dat 40 % van de paling littekenvorming vertoonden. De bacteriële besmetting van het bloed werd zowel bij de paling met roodziekte als de paling zonder uitwendige afwijkingen

waargenomen. Uit de gegevens komt naar voren dat de kwaliteit van de Terneuzense paling in 1982 beter was dan het jaar ervoor.

Voor de bacteriologische besmetting van de staartstukken konden geen betrouwbare gegevens worden verkregen over het totaal aantal besmette staartstukken. De bacteriën die werden bepaald kunnen zowel afkomstig zijn van het aanwezige slijm als van het visvlees van de staartstukken. De aard van de geïdentificeerde bacteriën kwam echter overeen met de bacteriële infecties die in het bloed werden gevonden.

De identificatie van de bacteriologische flora van het bloed van de voorjaarspaling van Terneuzen toonde de aanwezigheid van Pseudomonas en Alcaligenes spp. Bij verder onderzoek werd bij sommige palingen een gemengde flora gevonden. Alhoewel Aeromonas hydrophila een zoetwaterbacterie is, kon dit micro-organisme eveneens bij zoutwaterpaling worden aangetoond. Het is bekend dat deze bacterie ulcervorming bij zoetwatervis veroorzaakt, nochtans werd de infectie van vis door Aeromonas hydrophila sporadisch bij zoutwatervis gemeld (27). Aeromonas spp. kunnen zowel in verontreinigd zoetwater als in brakwater in hoge aantallen gevonden worden (28). Vibrio anguillarum werd gedurende het najaar 1981 en 1982 bij paling teruggevonden nabij Terneuzen. Deze besmetting werd ook in het najaar 1982 in het Grevelingenmeer genoteerd. Op deze plaats werden ook twee exemplaren positief bevonden voor Vibrio parahaemolyticus.

In Hansweert werden in het najaar 1982 slechts twee palingen met een Acinetobacter spp. besmetting bepaald. De mogelijke aanwezigheid van Acinetobacter spp. bij paling werd reeds eerder beschreven (29).

Samenvattend kan worden gesteld dat Pseudomonas en Alcaligenes de meest voorkomende bacteriën in de palingmonsters van het voorjaar waren, terwijl Vibrio anguillarum en Aeromonas hydrophila vooral in het najaar aanwezig waren. Sporadisch werden evenwel Vibrio parahaemolyticus en Acinetobacter bepaald. De meeste geïnfecteerde palingen werden bij Terneuzen aangetroffen.

## V CONCLUSIES

Gescheiden op de verschillende onderzoekingsresultaten zijn de volgende conclusies te trekken:

Histologisch onderzoek: de geringe aanwezigheid van duidelijk pathologische structuren in de onderzochte palingweefsels van de bemonsteringen bij Terneuzen, en het feit dat enkele pathologische waarnemingen ook in de paling van Hansweert en het Grevelingenmeer aanwezig waren, maken de paling van Terneuzen niet als significant verschillend in optredende afwijkingen.

Organochloorverbindingen en zware metalen in paling: alhoewel de paling uit het gebied van Terneuzen hogere gehalten vertoont aan een aantal van de onderzochte verbindingen dan in de andere bemonsteringsgebieden, dient niet uit het oog te worden verloren dat deze gehalten toch nog relatief laag genoemd kunnen worden ten opzichte van elders waargenomen waarden, waarbij geen vermeldingen gemaakt zijn van paling met aandoeningen (Rijn, Maas). Geconcludeerd wordt dan ook dat de aangetroffen waardennabij Terneuzen het weinig waarschijnlijk maken dat de onderzochte verbindingen een directe invloed zullen hebben op de fysiologische functies van de paling zelf.

Onderzoek water: in de Westerschelde zijn meestal hogere verontreinigingsconcentraties aangetroffen bij Hansweert dan bij Terneuzen en Vlissingen, veroorzaakt door de toenemende invloed van de Noordzee. Geen duidelijke verschillen zijn aangetroffen in de waterkwaliteit tussen de fuiken ten opzichte van de referentiepunten in de diepere geulen. In het Grevelingenmeer zijn lagere verontreinigingsgehalten aangetroffen dan in de Westerschelde en dit onderstreept de waarde als referentiegebied voor dit onderzoek.

Onderzoek sediment: in de Westerschelde is het sediment bemonsterd bij Deurloo aan te geven als zeesediment waarin de laagste verontreinigingsgehalten zijn aangetroffen. Bij Terneuzen zijn in het sediment tussen de fuiken hogere gehalten aangetroffen van de metalen dan bij Hansweert. Dit in tegenstelling tot de waterfase waarin bij Hansweert de hoogste gehalten zijn aangetroffen.

In het Grevelingenmeer zijn nogal hoge verontreinigingsconcentraties aangetroffen welke niet vergelijkbaar zijn met sediment uit de Westerschelde, omdat in het Grevelingenmeer grofkorrelig materiaal is bemonsterd met lage (onbetrouwbare) organische stofgehalten. Het sediment uit het Grevelingenmeer is dan ook niet als referentie te gebruiken.

Bacteriologisch onderzoek: de aangetroffen aandoeningen omschreven als "roodziekte" bij paling en in het bijzonder afkomstig van Terneuzen blijken allen van bacteriologische aard. De bacteriën zijn gedetermineerd op Pseudomonas sp. en Alcaligenes sp. als meest voorkomend in het voorjaar, en Vibrio anguillarum en Aeromonas hydrophila in het najaar. Sporadisch zijn ook Vibrio parahaemolyticus en Acinetobacter sp. aangetroffen doch deze zijn niet van invloed geacht op de aangetroffen aandoeningen.

Eindconclusie: het is op basis van de gehanteerde parameters en de onderzochte verbindingen, die als karakteriserend zijn opgevat voor de vervuilingsgraad van de Westerschelde en van mogelijke invloed gedacht zijn op de conditie en gezondheid van vis, niet mogelijk gebleken om een relatie aan te tonen tussen de in die periode aanwezige watervervuiling van de Westerschelde en de waargenomen hogere ziektefrequentie van paling nabij Terneuzen.



Wel is aangetoond dat de waargenomen aandoeningen van paling bij Terneuzen en de andere onderzochte locaties veroorzaakt werden door bacteriën.

## VI SLOTBESCHOUWING

Alhoewel een direct verband tussen vervuiling en de waargenomen palingziekten niet aantoonbaar is gebleken onder de heersende omstandigheden, betekent dit niet dat zorgeloosheid geconcludeerd mag worden. Milieuvervuiling is een ernstige zaak en zal met zorg gevolgd en onderzocht moeten worden om de grens van het toelaatbare te vinden. Grote vraagtekens zijn nog steeds aanwezig over de lange-termijn-effecten van vele verbindingen, als ook over het herstellen afbraakvermogen van aquatische systemen en organismen, en in dit verband in het bijzonder van vis. Hierbij kan ook de vraag gesteld worden of vis in het algemeen wel een betrouwbaar organisme is om als lokale vervuilingsindicator te dienen, onder andere door zijn zwemvermogen en hierdoor dus tijdelijke contacten met verschillende milieu's.

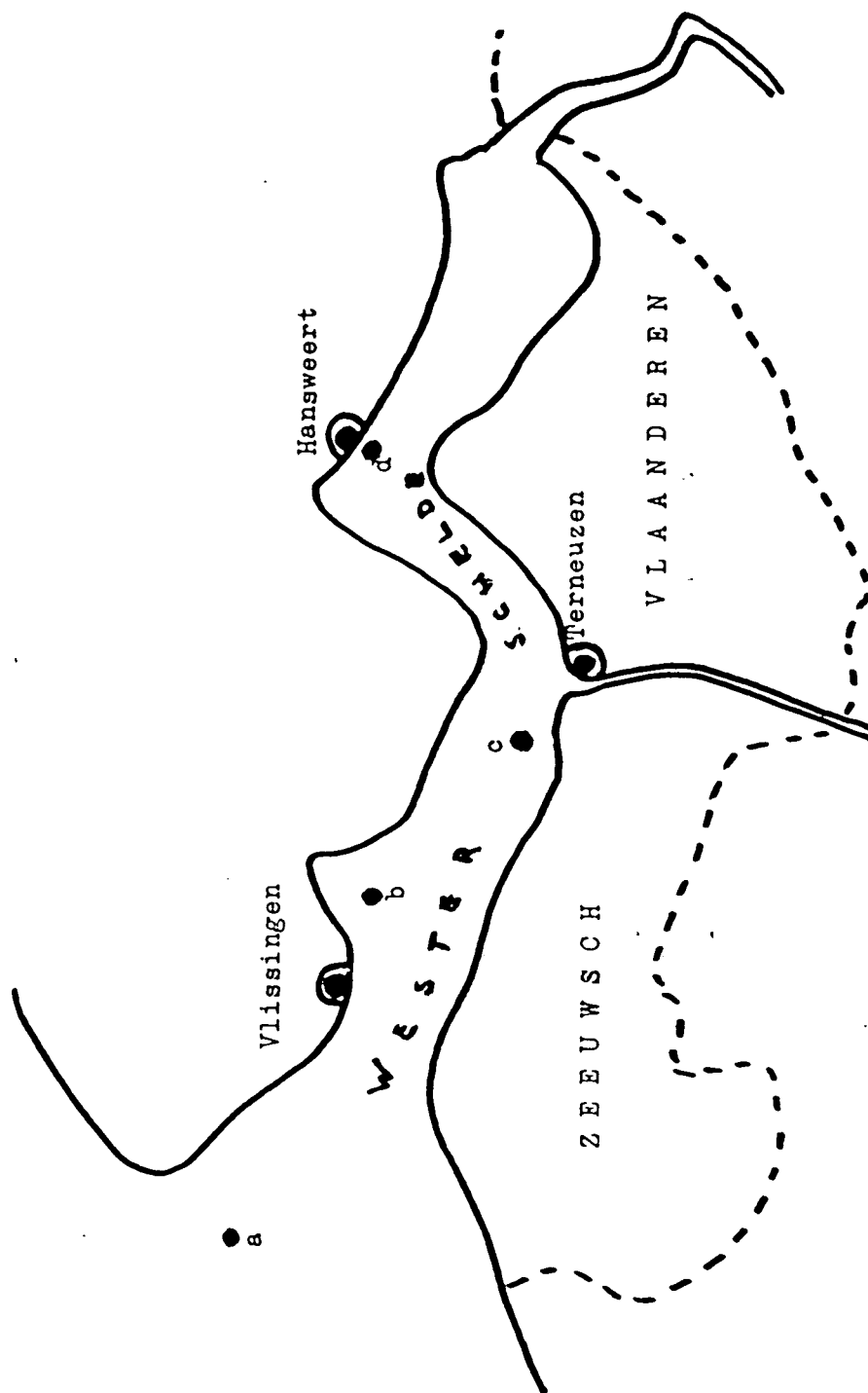
De gedachte dringt zich tevens op, of studies over relaties tussen visziekten en watervervuiling eventueel op een geheel andere wijze moeten worden uitgevoerd, bijvoorbeeld door het opnemen van een microbiologisch onderzoek van het milieu. Voor het verschijnsel van de hogere ziektefrequentie van paling bij Terneuzen is het bijvoorbeeld theoretisch mogelijk dat bepaalde organische of anorganische verbindingen sommige bacteriën tot grotere activiteiten kunnen brengen. Deze bacteriën ontwikkelen zich in een dergelijk vervuild water tot een meer dominante aanwezigheid dan normaal het geval zou zijn geweest, resulterend in een grote trefkans voor visinfecties. Ook is het denkbaar dat bepaalde verbindingen een versturende invloed hebben op de vorming of functie van het beschermende huidslim van vis, bijvoorbeeld koper (32). Een dergelijk microbiologisch milieu-onderzoek vraagt echter een geheel andere opbouw en is niet de doelstelling en opzet geweest van het hier gepresenteerde onderzoek.

## VII LITERATUUR.

- 1 Ernst, W., 1980 ~ Effects of pesticides and related organic compounds in the sea. *Helgoländer Meeresunters.*, 33, 301-312.
- 2 Eisler, R., R.M. Rossol & G.A. Gaboury, 1979 ~ Fourth annotated bibliography on biological effects of metals in aquatic environments (No. 2247-3132). Environmental Protection Agency, EPA-600/3-79-084, Rhode Island, U.S.A., 592 pp.
- 3 McIntyre, A.D. & J.B. Pearce, 1979 ~ Biological effects of marine pollution and the problems of monitoring. *ICES Rapports et Procès-Verbaux der Réunions*, vol. 179, 346 pp.
- 4 Kinne, O. & H.P. Bulnheim, 1980 ~ Protection of life in the sea. *Helgoländer Meeresunters.*, 33, 1-772.
- 5 Kraybill, H.F., C.J. Dawe, J.C. Harsbarger & R.G. Tardiff, 1977. Aquatic pollutants and biological effects with emphasis on neoplasia. *Annals of the New York Academy of Sciences*, vol. 298, 604 pp.
- 6 Deelder, C.L., 1970 ~ Synopsis of biological data on the eel Anguilla anguilla (Linnaeus) 1758. FAO Fisheries Synopsis No. 80, 80 pp.
- 7 Evelyn, T.P.T., 1971 ~ First records of vibriosis in Pacific salmon cultured in Canada, and taxonomic status of the responsible bacterium, *Vibrio anguillarum*. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 28: 517-525.
- 8 Vera, H.D. & M. Dumoff, 1974 ~ Media, reagents and stains: pp 881-950. In: E.H. Lenette, E.H. Spaulding & J.P. Truant (ed.), *Manual for Clinical Microbiology*, 2nd ed. American Society for Microbiol., Washington D.C.
- 9 Murchelano, R.A. & J.L. Bishop, 1969 ~ Bacteriology study of laboratory-reared juvenile American oysters (Crassostrea virginica). *J. Invertebr. Pathol.* 14 : 321-327.
- 10 Bligh, E. & W. Dyer, 1959 ~ A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.* 37 , 911-917.
- 11 Holden, A. & K. Marsden, 1969 ~ Single stage clean-up of animal tissue extracts for organochlorine residue analysis. *J. Chromatography*, 44, 481-492.
- 12 Ballschmiter, K. & M. Zell, 1980 ~ Analysis of Polychlorinated Biphenyls by Glass Capillary Gas Chromatography. Composition of Technical Aroclor- and Clophen-PCB mixtures. *Fres.Z. Anal. Chem.* 302, 20-31.

- 13 Couch, J.A., 1975 ~ Histopathological effects of pesticides and related chemicals on the livers of fishes. In: The pathology of fishes (Ed: W.E. Ribelin and G. Migaki), Un. of Wisconsin Press, U.S.A., pp. 559-585.
- 14 Kühler, A. & F. Hölzel, 1980 ~ Investigation on health conditions of flounder and smelt in the Elbe estuary. Helgoländer Meeresunters., 33, 401-414.
- 15 Hibiya, T., 1982 ~ An atlas of fish histology. Normal and pathological features. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York, pp. 74-93.
- 16 Ruiter, A. de, P. van Banning & J.J. Willemse, 1981 ~ Rapid histological results in aquaculture research by using the time-saving embedding procedure with 2,2-dimethoxypropane. Aquaculture, 25, pp. 293-297.
- 17 Luna, L.G. (ed.), 1968 ~ Manual of histologic staining methods of the Armed Forces Institute of Pathology. McGraw-Hill Book Company, New York, 258 pp.
- 18 Kerkhoff, M.A.T., A. de Vries, P.F. Otte & J. de Boer, 1983 ~ PCB onderzoek in rode aal uit Nederlandse wateren (1981, 1982). RIVO-rapport, CA 83-07, IJmuiden, 12 pp.
- 19 Vandamme, K. & M. Baeteman, 1982 ~ Gehalte aan PCB's en organochloorpesticiden in mariene organismen van de Belgische kustwateren. Landbouwtijdschrift 35, 1951-1952.
- 20 ~~~~~ ~ International Council for the Exploration of the Sea 1984. The ICES Coordinated monitoring programme for contaminants in fish and shellfish, 1978 and 1979, and six-year review of ICES coordinated monitoring programme, Cooperative Research Report. No. 126, ICES, Copenhagen.
- 21 Vandamme, K. & D. Maertens, 1983 ~ De gehalten aan organochloorverbindingen in mariene organismen van verschillende trofische niveaus. Landbouwtijdschrift, nr. 6. jg. 36, nov-dec.
- 22 Schneider, R., 1982 ~ Polychlorinated biphenyls in cod tissue from the Western Baltic. Significance of equilibrium partitioning in the bio-accumulation of lipophilic pollutants in gill breathing animals. Meeresforschung, 29, 69-79.
- 23 ~~~~~ ~ Paris Commission 1984. Fourth and fifth annual reports on the activities of the Paris Commission, Paris Commission, London, p. 92.
- 24 Greve, P. & S. Wit, 1971 ~ Totaalkwikgehalte van zoetwater- en zeevis. TNO-nieuws, 26, 395-399.

- 25 Schelenz, R. & J. Diehl, 1973 ~ Quecksilbergehalte von Lebensmitteln des Deutschen Marktes. Z. Lebensm. Unters. ~Forsch., 151, 369-375.
- 26 Pieters, H., J. Speur & N. Wassenaar, 1983 ~ Total mercury content in fish from Dutch waters in relation to biological parameters and pollution level. C.M. 1983/E : 19, International Council for the Exploration of the Sea, Copenhagen.
- 27 Larsen, J.I. & N.J. Jensen, 1977 ~ An Aeromonas species implicated in ulcer-disease of the cod. Nord. Vet. ~Med. 29, 199-211.
- 28 Seidler, R.J., D.A. Allen & H. Lockman, 1980 ~ Isolation, enumeration and characterisation of Aeromonas from polluted water encountered in diving operations. Appl. Environ. Microbiol., 39, 1010-1018.
- 29 Dalsgaard, I., 1981 ~ Spring ulcer disease in eels. Bulletin of the European Association of Fish Pathologists. September 1981.
- 30 ~~~~~ ~ Rijksinstituut voor Zuivering van Afvalwater, 1982. De waterkwaliteit van de Westerschelde in de periode 1964 ~ 1981. RIZA-rapport 82-063, 111 pp.
- 31 Heermans, W. & J.A. van Willigen, 1981 ~ Onderzoek naar de conditiefactor, geslachtsverhouding, vetgehalte en gewicht van rode aal in enige zoete en zoute Nederlandse wateren. RIVO-rapport ZA 81-01.
- 32 Rødsaether, M.C., J. Olafsen & J. Raa, 1977 ~ Copper as an initiating factor of vibriosis (*Vibrio anguillarum*) in eel (*Anguilla anguilla*). J. Fish Biol., 10, 17-21.

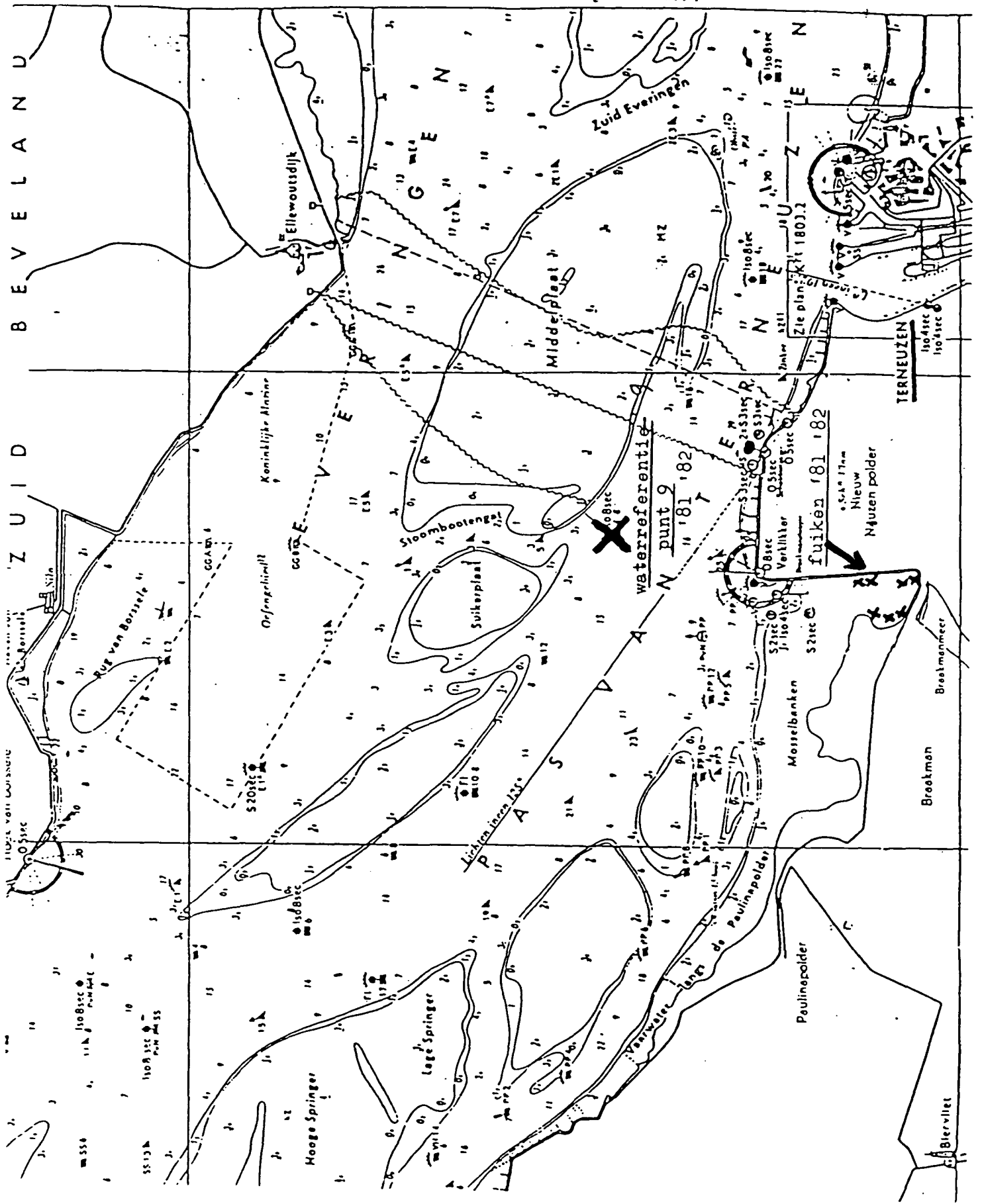


OVERZICHT VAN DE LOCATIES VAN WATER- EN SEDIMENTBEMONSTERINGEN WESTERSCHDELDE.

BIJLAGE 1. Monsterlocaties water en sediment in de Westerschelde, :

a. Deurloo b. Vlissingen c. Terneuzen d. Hansweert

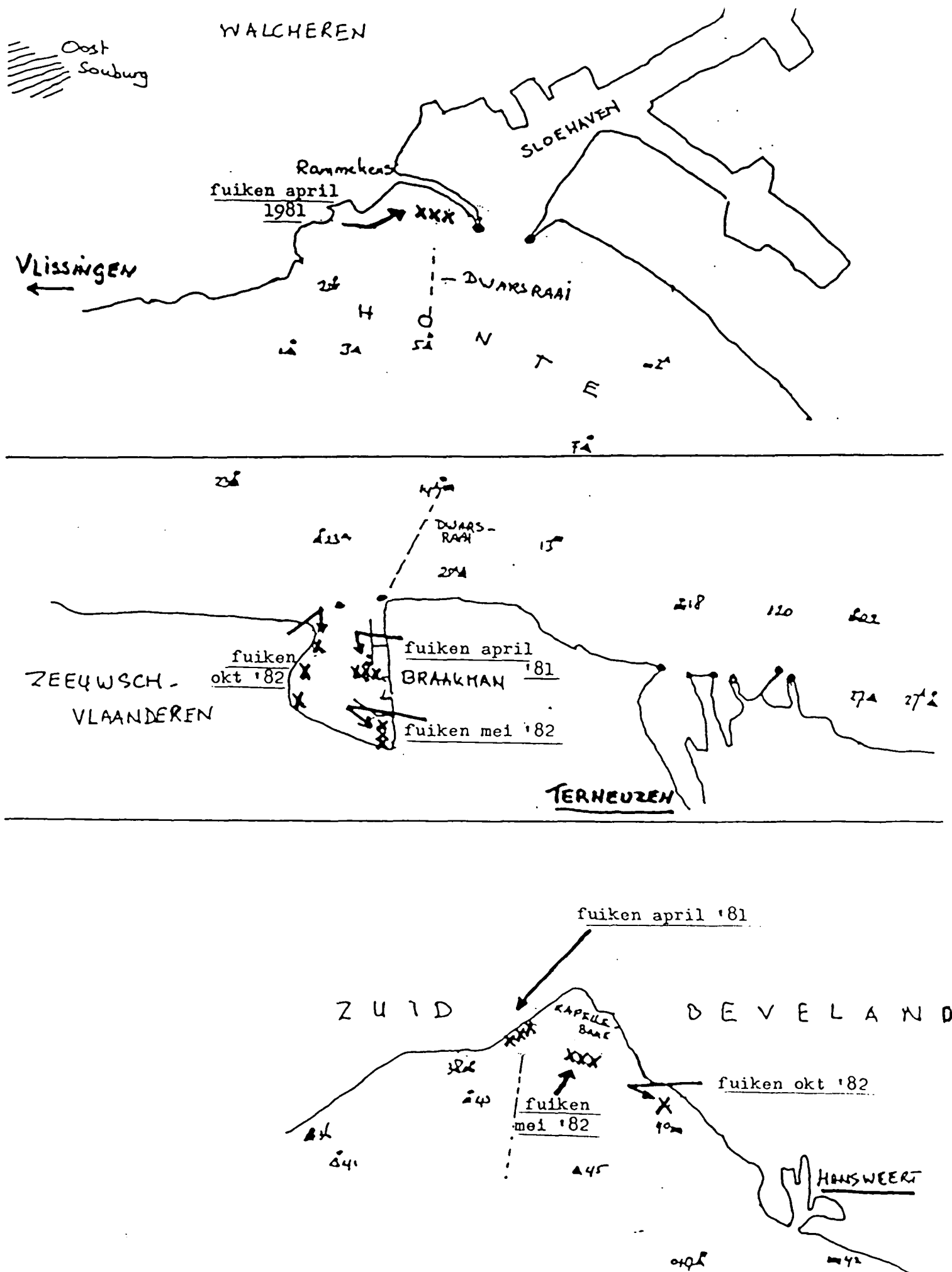




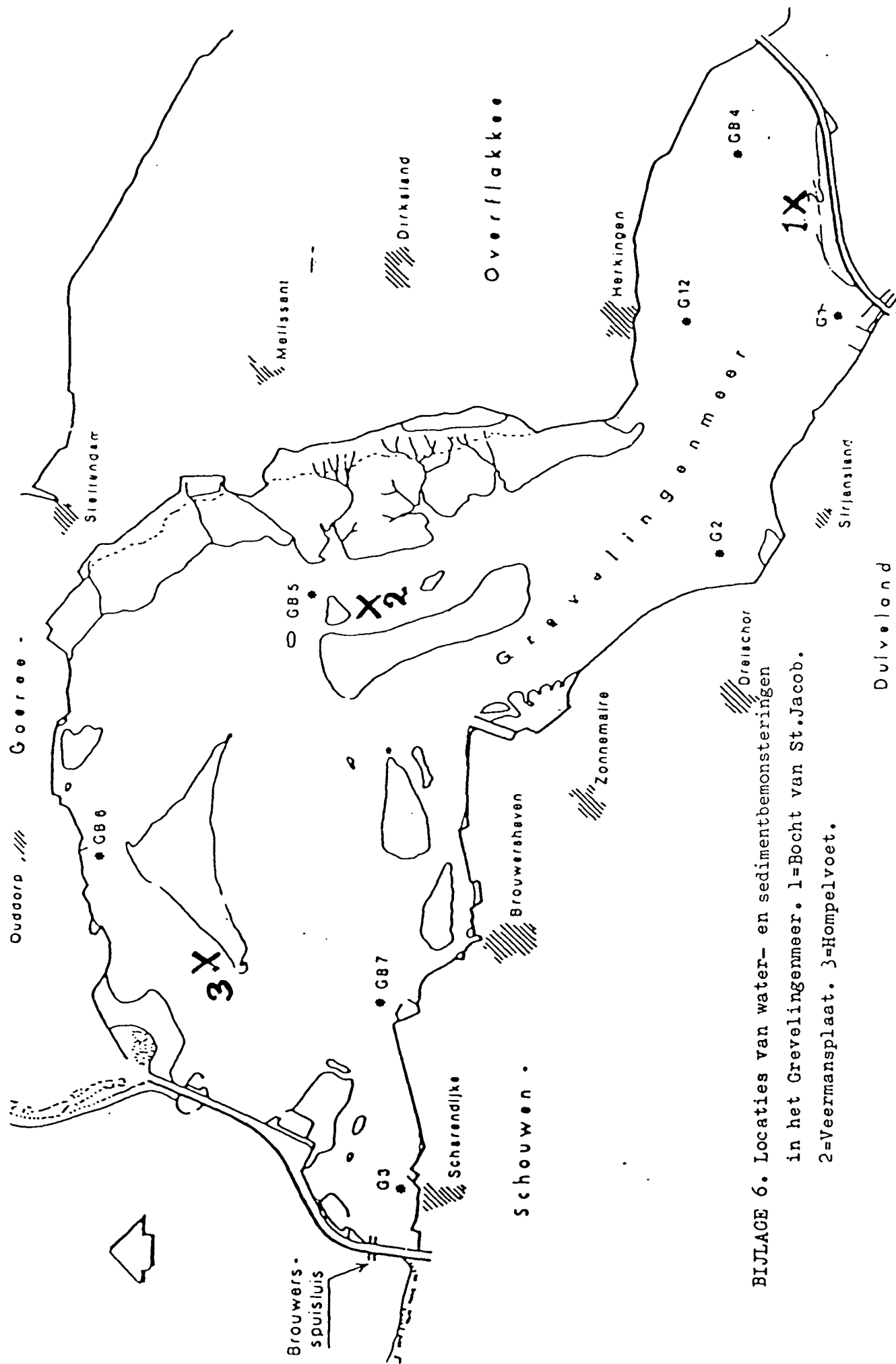
BIJLAGE 3. Specificatie van posities van water- en sedimentbemonsteringen nabij Terneuzen.







BIJLAGE 5. Detail van locaties en perioden van fuiken betrokken bij de water- en sedimentbemonsteringen van de Westerschelde



BIJLAGE 6. Locaties van water- en sedimentbemonsteringen in het Grevelingenmeer. 1=Bocht van St.Jacob. 2=Veermansplaat. 3=Hompelvoet.

BIJLAGE 7. - Gehalten ( $\mu\text{g/kg}$ ) aan organochloorverbindingen in spierweefsel van paling (op vetbasis ; G = gezond, Z = ziek).

| Periode          | Plaats      | Vet % | G/Z | PCB     | HCB  | pp'DDE | $\alpha$ -HCH | $\gamma$ -HCH | Dieltlin | pp'DDD | Hepo |
|------------------|-------------|-------|-----|---------|------|--------|---------------|---------------|----------|--------|------|
| Najaar<br>1981   | Terneuzen   | 10,3  | G   | 17.800  | 68   | 710    | 89            | 152           | 313      | 249    | 131  |
|                  |             | 20,4  | Z   | 15.100  | 129  | 610    | 108           | 248           | 342      | 362    | 145  |
|                  | Grevelingen | 14,0  | G   | 3.600   | 43   | 347    | 100           | 88            | 498      | 244    | 200  |
|                  |             | 21,6  | Z   | 3.900   | 42   | 351    | 95            | 88            | 439      | 196    | 178  |
| Voorjaar<br>1982 | Terneuzen   | 4,7   | G   | 11.700  | 91   | 505    | 76            | 230           | 262      | 403    | 72   |
|                  |             | 15,6  | Z   | 12.700  | 89   | 427    | 83            | 245           | 365      | 188    | 104  |
|                  | Grevelingen | 5,6   | G   | 7.100   | 26   | 279    | 82            | 176           | 206      | 118    | 61   |
|                  |             | -     | Z   | -       | -    | -      | -             | -             | -        | -      | -    |
| Najaar<br>1982   | Terneuzen   | 11,0  | G   | 23.030  | 145  | 610    | 530           | 1.200         | 1.150    | 360    | 210  |
|                  |             | 17,3  | Z   | 21.780  | 310  | 500    | 330           | 1.090         | 1.060    | 280    | 220  |
|                  | Grevelingen | 9,8   | G   | 4.600   | 72   | 112    | 130           | 80            | 511      | 93     | 260  |
|                  |             | -     | Z   | -       | -    | -      | -             | -             | -        | -      | -    |
| Gemiddelde       | Terneuzen   | 8,7   | G   | 17.510* | 101* | 608*   | 231           | 527*          | 575      | 337*   | 138  |
|                  |             | 17,8  | Z   | 16.527  | 176  | 512    | 174           | 528           | 589      | 277    | 156  |
|                  | Grevelingen | 9,8   | G   | 5.100   | 47   | 246    | 124           | 114           | 405      | 151    | 174  |
|                  |             | 21,6  | Z   | 3.900   | 42   | 351    | 95            | 88            | 439      | 196    | 178  |

\* Waarden die met min. 80 % waarschijnlijkheid significant hoger liggen in Terneuzen dan in Grevelingen

BIJLAGE 8. Gehalten (µg/kg) aan organochloorverbindingen in palinglevers (op vetbasis ; G = gezond, Z = ziek)

| Periode          | Plaats      | Vet % | G/Z | PCB     | HCB | pp'DDE | α-HCH | γ-HCH | Dieldrin | pp'DDD | hepo |
|------------------|-------------|-------|-----|---------|-----|--------|-------|-------|----------|--------|------|
| Voorjaar<br>1981 | Terneuzen   | 7,1   | G   | 45.130  | 249 | 564    | 119   | 476   | 740      | 1.214  | -    |
|                  |             | 8,3   | Z   | 28.400  | 277 | 568    | 165   | 448   | 756      | 1.360  | -    |
|                  | Grevelingen | 7,0   | G   | 15.945  | 136 | 172    | 269   | 236   | 222      | -      | -    |
|                  |             | -     | Z   | -       | -   | -      | -     | -     | -        | -      | -    |
| Najaar<br>1981   | Terneuzen   | 8,6   | G   | 17.500  | 74  | 554    | 87    | 137   | 234      | 129    | 165  |
|                  |             | 9,8   | Z   | 12.400  | 73  | 366    | 57    | 96    | 177      | 153    | 77   |
|                  | Grevelingen | 10,9  | G   | 5.900   | 80  | 250    | 66    | 61    | 129      | 99     | 55   |
|                  |             | 15,7  | Z   | 6.100   | 88  | 303    | 97    | 101   | 101      | 95     | 32   |
| Voorjaar<br>1982 | Terneuzen   | 6,1   | G   | 11.600  | 78  | 426    | 91    | 204   | 340      | 124    | 106  |
|                  |             | 7,0   | Z   | 13.400  | 66  | 388    | 94    | 258   | 364      | 147    | 153  |
|                  | Grevelingen | 5,1   | G   | 9.500   | 59  | 206    | 86    | 147   | 183      | -      | 59   |
|                  |             | -     | Z   | -       | -   | -      | -     | -     | -        | -      | -    |
| Najaar<br>1982   | Terneuzen   | 8,3   | G   | 14.420  | 156 | 280    | 260   | 606   | 850      | 370    | 200  |
|                  |             | 8,9   | Z   | 18.550  | 190 | 390    | 210   | 671   | 880      | 420    | 280  |
|                  | Grevelingen | 6,0   | G   | 11.700  | 72  | 188    | 40    | 40    | 180      | 80     | 40   |
|                  |             | -     | Z   | -       | -   | -      | -     | -     | -        | -      | -    |
| Gemiddelde       | Terneuzen   | 7,5   | G   | 22.163* | 139 | 456*   | 132   | 356*  | 541*     | 459*   | 157* |
|                  |             | 8,5   | Z   | 18.188  | 152 | 428    | 132   | 368   | 544      | 520    | 170  |
|                  | Grevelingen | 7,2   | G   | 10.761  | 87  | 204    | 113   | 180   | 180      | 90     | 51   |
|                  |             | 15,7  | Z   | 6.100   | 88  | 303    | 97    | 101   | 101      | 95     | 32   |

\* Waarden die met min. 80 % waarschijnlijkheid significant hoger liggen in Terneuzen dan in Grevelingen.

Bijlage 8. Gehalten (µg/kg) aan organochloorverbindingen in palinglevers (op vetbasis; G=gezond, Z= ziek).

BIJLAGE 9. Organochloorcomponenten in paling - uitgedrukt op produktbasis van de najaarsbemonstering 1982.

| Monster              | Gezond/<br>Ziek | Vetgehalte % | Organochloorresidu's (in ug/kg) |      |         |       |       |          |         |      |
|----------------------|-----------------|--------------|---------------------------------|------|---------|-------|-------|----------|---------|------|
|                      |                 |              | PCB                             | HCB  | p,p'DDE | α-HCH | γ-HCH | Dieldrin | p,p'DDD | hepo |
| Visvlees Grevelingen | G               | 9,80         | 451                             | 7,1  | 11,0    | 12,7  | 7,8   | 50,1     | 9,1     | 25,5 |
| Lever Grevelingen    | G               | 5,97         | 696                             | 4,3  | 11,2    | 2,4   | 2,4   | 10,7     | 4,8     | 2,4  |
| Visvlees Hansweert   | G               | 15,02        | 2.227                           | 18,2 | 64,6    | 15,5  | 33,5  | 40,4     | 35,4    | 11,9 |
| Lever Hansweert      | G               | 7,54         | 1.530                           | 8,5  | 26,5    | 2,8   | 12,6  | 19,8     | 21,2    | 4,2  |
| Lever Hansweert      | G               | 7,55         | 1.340                           | 5,4  | 27,4    | 7,5   | 13,0  | 12,2     | 16,1    | 3,7  |
| Visvlees Terneuzen   | G               | 11,03        | 2.540                           | 16,0 | 67,3    | 58,4  | 132,0 | 126,8    | 39,7    | 23,2 |
| Lever Terneuzen      | G               | 8,30         | 1.195                           | 12,9 | 23,2    | 21,6  | 50,3  | 70,6     | 30,7    | 16,6 |
| Visvlees Terneuzen   | Z               | 17,27        | 3.760                           | 53,5 | 86,4    | 57,0  | 188,2 | 183,1    | 48,4    | 38,0 |
| Lever Terneuzen      | Z               | 8,94         | 1.660                           | 17,0 | 34,9    | 18,8  | 60,0  | 78,7     | 37,5    | 25,0 |

BIJLAGE 10. - Gehalten (mg/kg) aan zware metalen in het spierweefsel van paling  
(nat gewicht ; G = gezond ; Z = ziek)

| Periode               | Plaats      | G/Z | Hg   | Cu  | Zn   | Pb   | Cd      | Fe  |
|-----------------------|-------------|-----|------|-----|------|------|---------|-----|
| Najaar<br>1981        | Terneuzen   | G   | 0,36 | 0,6 | 18,9 | 0,06 | < 0,005 | -   |
|                       |             | Z   | -    | -   | -    | -    | -       | -   |
|                       | Grevelingen | G   | 0,27 | 0,6 | 20,8 | 0,06 | 0,020   | -   |
|                       |             | Z   | 0,30 | 0,6 | 16,0 | 0,02 | 0,005   | -   |
| -----                 |             |     |      |     |      |      |         |     |
| Voorjaar<br>1982      | Terneuzen   | G   | 0,10 | 0,6 | 25,5 | 0,10 | 0,010   | 6,7 |
|                       |             | Z   | 0,20 | 0,6 | 23,9 | 0,11 | 0,014   | 8,0 |
|                       | Grevelingen | G   | 0,19 | 0,4 | 16,4 | 0,06 | 0,007   | 4,5 |
|                       |             | Z   | -    | -   | -    | -    | -       | -   |
| -----                 |             |     |      |     |      |      |         |     |
| Najaar<br>1982        | Terneuzen   | G   | 0,11 | 0,6 | 23,7 | 0,06 | < 0,005 | 5,1 |
|                       |             | Z   | 0,17 | 0,7 | 26,2 | 0,09 | 0,007   | 5,9 |
|                       | Grevelingen | G   | 0,21 | 1,1 | 27,8 | 0,32 | 0,036   | 5,0 |
|                       |             | Z   | -    | -   | -    | -    | -       | -   |
| -----                 |             |     |      |     |      |      |         |     |
| Gemiddelde: Terneuzen |             | G   | 0,19 | 0,6 | 22,7 | 0,07 | < 0,005 | 5,9 |
|                       |             | Z   | 0,18 | 0,6 | 25,1 | 0,10 | 0,010   | 7,0 |
| Grevelingen           |             | G   | 0,22 | 0,7 | 21,7 | 0,14 | 0,021   | 4,7 |
|                       |             | Z   | 0,30 | 0,6 | 16,0 | 0,02 | < 0,005 | -   |

BIJLAGE 11. Gehalten (mg/kg) aan zware metalen in palinglevers (nat gewicht ; G = gezond, Z = ziek).

| Periode          | Plaats      | G/Z | Hg   | Cu   | Zn   | Pb    | Cd    | Fe  |
|------------------|-------------|-----|------|------|------|-------|-------|-----|
| Voorjaar<br>1981 | Terneuzen   | G   | 0,23 | 8,1  | 25,8 | 0,59  | 0,41  | 246 |
|                  |             | Z   | 0,89 | 8,7  | 35,5 | 1,04  | 0,74  | 395 |
|                  | Grevelingen | G   | 0,36 | 9,1  | 27,0 | 0,43  | 0,19  | 363 |
|                  |             | Z   | -    | -    | -    | -     | -     | -   |
| -----            |             |     |      |      |      |       |       |     |
| Najaar<br>1981   | Terneuzen   | G   | 0,69 | 9,7  | 40,1 | 0,83  | 0,57  | -   |
|                  |             | Z   | -    | -    | -    | -     | -     | -   |
|                  | Grevelingen | G   | 0,23 | 10,1 | 41,2 | 0,35  | 0,22  | -   |
|                  |             | Z   | 0,18 | 8,9  | 37,2 | 0,80  | 0,20  | -   |
| -----            |             |     |      |      |      |       |       |     |
| Voorjaar<br>1982 | Terneuzen   | G   | 0,20 | 9,2  | 33,6 | 0,66  | 0,28  | 305 |
|                  |             | Z   | 0,37 | 6,4  | 24,1 | 1,30  | 0,28  | 200 |
|                  | Grevelingen | G   | 0,34 | 7,8  | 34,9 | 0,28  | 0,19  | 300 |
|                  |             | Z   | -    | -    | -    | -     | -     | -   |
| -----            |             |     |      |      |      |       |       |     |
| Najaar<br>1982   | Terneuzen   | G   | 0,20 | 10,8 | 34,9 | 0,42  | 0,12  | 185 |
|                  |             | Z   | 0,40 | 10,0 | 37,3 | 0,36  | 0,23  | 202 |
|                  | Grevelingen | G   | 0,18 | 8,0  | 34,0 | 0,26  | 0,09  | 155 |
|                  |             | Z   | -    | -    | -    | -     | -     | -   |
| -----            |             |     |      |      |      |       |       |     |
| Gemiddelde       | Terneuzen   | G   | 0,33 | 9,4  | 33,4 | 0,63* | 0,35* | 245 |
|                  |             | Z   | 0,55 | 8,4  | 32,3 | 0,90  | 0,42  | 266 |
|                  | Grevelingen | G   | 0,28 | 8,8  | 34,1 | 0,33  | 0,17  | 273 |
|                  |             | Z   | 0,18 | 8,9  | 37,2 | 0,80  | 0,20  | -   |

\* Waarden die met respectievelijk 97 % (Pb) en 91 % (Cd) waarschijnlijkheid hoger liggen in Terneuzen dan in Grevelingen.

|                                    | Grevlingmeer       |             |               |                  | Hansweert        |                 |                  |                 | Terneuzen        |                 |                  |                 | Vlissingen       |                 |                  |                 |
|------------------------------------|--------------------|-------------|---------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|
|                                    | Gl-Bocht St. Jacob | G2-Veerzand | G3-Hongelvoet | ref. meetpunt 15 | tussen de fulken | ref. meetpunt 9 | tussen de fulken | ref. meetpunt 9 | tussen de fulken | ref. meetpunt 9 | tussen de fulken | ref. meetpunt 9 | tussen de fulken | ref. meetpunt 9 | tussen de fulken | ref. meetpunt 9 |
|                                    | apr81              | apr81       | apr81         | apr81            | apr81            | apr81           | apr81            | apr81           | apr81            | apr81           | apr81            | apr81           | apr81            | apr81           | apr81            | apr81           |
| datum                              | 21/4               | 25/5        | 13/10         | 21/4             | 25/5             | 13/10           | 21/4             | 25/5            | 13/10            | 21/4            | 25/5             | 13/10           | 21/4             | 25/5            | 13/10            | 21/4            |
| monsterdiepte (m)                  | 0,0                | 11,0        | 0,6           | 6,0              | 11,0             | 5,1             | 9,5              | 11,1            | 11,5             | 0               | 30,8             | 30,6            | 0                | 14,5            | 14,1             | 0               |
| O <sub>2</sub> (g/m <sup>3</sup> ) | 9,4                | 7,8         | 7,6           | 9,0              | 0,0              | 7,9             | 9,5              | 6,6             | 7,7              | 7,7             | 7,4              | 7,0             | 8,2              | 7,7             | 7,3              | 7,0             |
| temp. (°C)                         | 9,3                | 15,5        | 13,1          | 8,8              | 15,2             | 12,9            | 9,3              | 13,2            | 13,4             | 9,5             | 14,6             | 14,5            | 9,6              | 14,7            | 15,8             | 15,8            |
| pH                                 | 8,4                | 8,4         | 8,1           | 8,4              | 8,3              | 8,2             | 8,4              | 8,2             | 8,1              | 7,9             | 7,0              | 7,7             | 7,8              | 7,7             | 7,9              | 7,9             |
| glucirest (g/m <sup>3</sup> )      | 10                 | 0,12        | 0,06          | 0,10             | 0,07             | 0,06            | 0,14             | 0,05            | 0,12             | 0,11            | 0,10             | 0,12            | 0,10             | 0,12            | 0,13             | 0,16            |
| NH <sub>4</sub> -N                 | 0,25               | 0,03        | 0,10          | 0,20             | 0,01             | 0,09            | 0,11             | 0,11            | 0,10             | 4,97            | 3,05             | 2,45            | 4,70             | 3,21            | 2,57             | 1,85            |
| NO <sub>2</sub> -N                 | 0,02               | 0,01        | 0,01          | 0,02             | 0,01             | 0,01            | 0,01             | 0,01            | 0,01             | 0,07            | 0,10             | 0,13            | 0,06             | 0,07            | 0,05             | 0,07            |
| NO <sub>3</sub> -N                 | 0,10               | 0,18        | 0,41          | 0,11             | 0,15             | 0,41            | 0,06             | 0,15            | 0,43             | 0,05            | 0,29             | 0,44            | 0,03             | 0,31            | 0,45             | 0,28            |
| PO <sub>4</sub> -P                 | 0,3                | 0,3         | 0,5           | 0,1              | 0,3              | 0,4             | 1,1              | 0,3             | 0,5              | 3,2             | 1,3              | 1,1             | 3,0              | 1,4             | 1,2              | 0,7             |
| Si                                 | 15900              | 16200       | 16300         | 15900            | 16100            | 16300           | -                | 16200           | 16700            | 8550            | 10500            | 12900           | 9130             | 9960            | 12500            | 15600           |
| Cl <sup>-</sup>                    | 0,15               | 0,25        | 0,45          | 0,14             | 0,21             | 0,45            | 0,18             | 0,21            | 0,47             | 0,46            | 0,49             | 0,55            | 0,42             | 0,46            | 1,00             | 0,38            |
| p-tot-P                            | 0,6                | 0,2         | 0,6           | 0,6              | 0,3              | 0,6             | 0,4              | 0,3             | 0,6              | 0,6             | 0,5              | 0,6             | 0,6              | 0,7             | 1,6              | 0,9             |
| XJO-N                              | n.d.               | n.d.        | n.d.          | n.d.             | n.d.             | n.d.            | n.d.             | n.d.            | n.d.             | n.d.            | n.d.             | n.d.            | n.d.             | n.d.            | n.d.             | n.d.            |
| fenolen (mg/m <sup>3</sup> )       | 18                 | 27          | 60            | 34               | 20               | 56              | 36               | 27              | 52               | 26              | 83               | 74              | 33               | 52              | 384              | 43              |
| iv.st.                             | 4                  | 4           | 4             | 4                | 4                | 4               | 4                | 4               | 4                | 4               | 4                | 4               | 4                | 4               | 4                | 4               |
| Cu (tot)                           | 0,2                | 0,2         | 0,1           | 0,1              | 0,1              | 0,1             | 0,1              | 0,1             | 0,1              | 0,1             | 0,1              | 0,1             | 0,1              | 0,1             | 0,1              | 0,1             |
| Cu (top)                           | 0,2                | 0,2         | 0,1           | 0,1              | 0,1              | 0,1             | 0,1              | 0,1             | 0,1              | 0,1             | 0,1              | 0,1             | 0,1              | 0,1             | 0,1              | 0,1             |
| Cd (top)                           | 32                 | 32          | 32            | 32               | 32               | 32              | 32               | 32              | 32               | 32              | 32               | 32              | 32               | 32              | 32               | 32              |
| Zn (tot)                           | 29                 | 29          | 29            | 29               | 29               | 29              | 29               | 29              | 29               | 29              | 29               | 29              | 29               | 29              | 29               | 29              |
| Fe (tot)                           | 0,05               | 0,10        | 0,11          | 0,05             | 0,12             | 0,12            | 0,01             | 0,05            | 0,19             | 1,30            | 2,20             | 1,25            | 1,20             | 1,17            | 12,4             | 0,83            |
| Flu                                | 0,05               | 0,05        | 0,02          | 0,05             | 0,05             | 0,01            | 0,01             | 0,05            | 0,03             | 0,05            | 0,05             | 0,01            | 0,05             | 0,05            | 0,01             | 0,01            |
| Flu (top)                          | 0,01               | 0,01        | 0,01          | 0,01             | 0,01             | 0,01            | 0,01             | 0,01            | 0,01             | 0,01            | 0,01             | 0,01            | 0,01             | 0,01            | 0,01             | 0,01            |
| BaF                                | 0,01               | 0,01        | 0,01          | 0,01             | 0,01             | 0,01            | 0,01             | 0,01            | 0,01             | 0,01            | 0,01             | 0,01            | 0,01             | 0,01            | 0,01             | 0,01            |
| UaF                                | 0,01               | 0,01        | 0,01          | 0,01             | 0,01             | 0,01            | 0,01             | 0,01            | 0,01             | 0,01            | 0,01             | 0,01            | 0,01             | 0,01            | 0,01             | 0,01            |
| UaP                                | 0,01               | 0,01        | 0,01          | 0,01             | 0,01             | 0,01            | 0,01             | 0,01            | 0,01             | 0,01            | 0,01             | 0,01            | 0,01             | 0,01            | 0,01             | 0,01            |
| BghIP                              | 0,01               | 0,01        | 0,01          | 0,01             | 0,01             | 0,01            | 0,01             | 0,01            | 0,01             | 0,01            | 0,01             | 0,01            | 0,01             | 0,01            | 0,01             | 0,01            |
| IP                                 | 0,01               | 0,01        | 0,01          | 0,01             | 0,01             | 0,01            | 0,01             | 0,01            | 0,01             | 0,01            | 0,01             | 0,01            | 0,01             | 0,01            | 0,01             | 0,01            |
| PAK                                | 0,035              | 0,035       | 0,035         | 0,035            | 0,035            | 0,035           | 0,035            | 0,035           | 0,035            | 0,035           | 0,035            | 0,035           | 0,035            | 0,035           | 0,035            | 0,035           |
| o,p-DDT                            | 0,01               | 0,01        | 0,01          | 0,01             | 0,01             | 0,01            | 0,01             | 0,01            | 0,01             | 0,01            | 0,01             | 0,01            | 0,01             | 0,01            | 0,01             | 0,01            |
| p,p-DDT                            | 0,01               | 0,01        | 0,01          | 0,01             | 0,01             | 0,01            | 0,01             | 0,01            | 0,01             | 0,01            | 0,01             | 0,01            | 0,01             | 0,01            | 0,01             | 0,01            |
| protonaldehyd(g/m <sup>3</sup> )   | 0,4                | 0,4         | 0,4           | 0,4              | 0,4              | 0,4             | 0,4              | 0,4             | 0,4              | 0,4             | 0,4              | 0,4             | 0,4              | 0,4             | 0,4              | 0,4             |

Flu = fluorantheen  
BaF = benzo(b)fluorantheen  
BaP = benzo(a)fluorantheen  
BghIP = benzo(g,h,i)pyreen  
IP = indeno(1,2,3-cd)pyreen  
PAK = 16 Bornaft

1) t.d.f. = tussen de fulken

Bijlage 12. Resultaten chemische analyses in water t.b.v. het visziektenonderzoek in de Westerschelde in 1981 en 1982. (- = niet gemeten; n.d. = niet detecteerbaar).



Bijlage 13      Voorgestelde referentiewaarden  
(Naar concept-rapport van Ministeries VROM en V&W)

Waterfase

| parameter                                | Grevelingen bij<br>een gemiddelde<br>saliniteit van<br>30 ‰ | Westerschelde                          |                                        |                                         |
|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------|
|                                          |                                                             | Hansweert<br>bij een gem.<br>sal. 20 ‰ | Terneuzen<br>bij een gem.<br>sal. 25 ‰ | Vlissingen<br>bij een gem.<br>sal. 30 ‰ |
| zuurstof (g/m <sup>3</sup> )             | 8,0                                                         | 8,5                                    | 8,2                                    | 8,0                                     |
| NH <sub>4</sub> -N (g/m <sup>3</sup> )   | 0,018                                                       | 0,055                                  | 0,035                                  | 0,018                                   |
| NO <sub>2+3</sub> -N (g/m <sup>3</sup> ) | 0,18                                                        | 0,35                                   | 0,27                                   | 0,18                                    |
| NO <sub>2</sub> -N (g/m <sup>3</sup> )   | ----- niet aanwezig -----                                   |                                        |                                        |                                         |
| o-PO <sub>4</sub> -P (g/m <sup>3</sup> ) | 0,022                                                       | 0,028                                  | 0,025                                  | 0,022                                   |
| Si (g/m <sup>3</sup> )                   | 0,7                                                         | 1,8                                    | 1,2                                    | 0,7                                     |
| Cu (opg) (mg/m <sup>3</sup> )            | 0,4                                                         | 1,1                                    | 0,75                                   | 0,4                                     |
| Cd (opg) (mg/m <sup>3</sup> )            | 0,04                                                        | 0,055                                  | 0,047                                  | 0,04                                    |
| Zn (opg) (mg/m <sup>3</sup> )            | 1,5                                                         | 3,3                                    | 2,4                                    | 1,5                                     |
| PAK's (mg/m <sup>3</sup> )               | afzonderlijke componenten onder de detectiegrens            |                                        |                                        |                                         |

Sediment

| parameter    | voorgestelde referentiewaarden in<br>fractie < 63 µm (in mg/kg droge stof) |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Cu           | 15    -    40                                                              |
| Cd           | 0,2   -   0,4                                                              |
| Zn           | 50    -   100                                                              |
| PAK (totaal) | 0,06 -   0,3                                                               |

Bijlage 14 Bindingspercentages aan en gehalten van metalen in de zwev. stof

| locaties               | Bindingspercentage (%) |    |    |    | Gehalte in zwevende stof (mg/kg) |    |      |                         |
|------------------------|------------------------|----|----|----|----------------------------------|----|------|-------------------------|
|                        | Cu                     | Cd | Zn | Fe | Cu                               | Cd | Zn   | Fe (x 10 <sup>3</sup> ) |
| <u>Grevelingenmeer</u> |                        |    |    |    |                                  |    |      |                         |
| G1                     | april 81               | 0  | 0  | 9  | 0                                | 0  | 166  | 0                       |
|                        | mei 82                 | -  | -  | -  | -                                | -  | -    | -                       |
|                        | okt 82                 | -  | dg | -  | 82                               | -  | -    | 1,5                     |
| G2                     | april 81               | 0  | 0  | 40 | dg                               | 0  | 0    | 59                      |
|                        | mei 82                 | -  | -  | -  | -                                | -  | -    | -                       |
|                        | okt 82                 | -  | dg | -  | 92                               | -  | -    | 2,0                     |
| G3                     | april 81               | 0  | 0  | 33 | dg                               | 0  | 0    | 56                      |
|                        | mei 82                 | -  | -  | -  | -                                | -  | -    | -                       |
|                        | okt 82                 | -  | dg | -  | 70                               | -  | -    | 1,3                     |
| <u>Hansweert</u>       |                        |    |    |    |                                  |    |      |                         |
| ref.                   | april 81               | 25 | 68 | 40 | dg                               | 77 | 108  | 462                     |
| punt                   | mei 82                 | -  | -  | -  | -                                | -  | -    | -                       |
| 15                     | okt 82                 | -  | 28 | -  | 99                               | -  | 1,5  | 16,8                    |
| tussen                 | april 81               | 20 | 77 | 38 | dg                               | 30 | 60,6 | 303                     |
| de                     | mei 82                 | -  | -  | -  | -                                | -  | -    | -                       |
| fuiken                 | okt 82                 | -  | 34 | -  | 100                              | -  | 1,0  | 32                      |
| <u>Terneuzen</u>       |                        |    |    |    |                                  |    |      |                         |
| ref.                   | april 81               | 43 | 33 | 56 | dg                               | 44 | 2,9  | 221                     |
| punt                   | mei 82                 | -  | -  | -  | -                                | -  | -    | -                       |
| 9                      | okt 82                 | -  | 38 | -  | 100                              | -  | 1,6  | 26                      |
| tussen                 | april 81               | 0  | 10 | 24 | dg                               | 0  | 12,5 | 125                     |
| de                     | mei 82                 | -  | -  | -  | -                                | -  | -    | -                       |
| fuiken                 | okt 82                 | -  | 13 | -  | -                                | -  | 2,8  | -                       |
| <u>Vlissingen</u>      |                        |    |    |    |                                  |    |      |                         |
| ref.punt               | 5 april 81             | 29 | 20 | 47 | dg                               | 36 | 1,8  | 164                     |
| tussen de              | april 81               | 0  | dg | 40 | dg                               | 0  | -    | 136                     |
| fuiken                 |                        |    |    |    |                                  |    |      |                         |

dg = gehalten kleiner dan detectiegrens

Het bindingspercentage is berekend als het verschil van een metaal in totaal en opgeloste vorm, gedeeld door het metaal in totaalvorm (in procenten)

Het metaalgehalte in de zwevende stof is berekend als het verschil van een metaal in totaal en opgeloste vorm, gedeeld door het zwevende stof gehalte (in mg metaal/kg zwevende stof).

Bijlage 15 Resultaten chemische analyses in sediment t.b.v. het visziektenonderzoek in de Westerschelde in 1981 en 1982.

|                                  | Grevelingen<br>G12) |         |          |         | IJssel<br>IJ12) |          |         |         | Ternouwen<br>T12) |         |         |         | Viszlingen                 |                             |
|----------------------------------|---------------------|---------|----------|---------|-----------------|----------|---------|---------|-------------------|---------|---------|---------|----------------------------|-----------------------------|
|                                  | 21-4-01             | 25-5-02 | 13-10-02 | 20-4-01 | 26-5-02         | 13-10-02 | 23-4-01 | 27-5-02 | 7-10-02           | 22-4-01 | 27-5-02 | 5-10-02 | Sloot-<br>haven<br>22-4-01 | Buiten-<br>haven<br>27-5-02 |
| droogrest (1)                    | 53                  | 50      | 40       | 55      | 73              | 54       | 35      | 31      | 33                | 46      | 20      | 73      |                            |                             |
| gloeirest v.d. droogrest (1)     | -                   | -       | 94       | -       | -               | 91       | -       | -       | 04                | -       | -       | 90      |                            |                             |
| Mg-M (mg/kg droge stof)          | 7,3                 | 12      | 5,2      | 10      | 3,8             | 1,7      | 43      | 100     | 91                | 29      | 199     | 0,0     |                            |                             |
| o-PO <sub>4</sub> -P             | 0,5                 | 4,3     | 0,2      | 0,5     | 4,5             | 4,3      | 2,0     | 9,2     | 0,9               | 0,4     | 49      | 0,8     |                            |                             |
| Si                               | 7,6                 | 56      | 9        | 2,9     | 17              | 21       | 19      | 95      | 34                | 10      | 160     | 6       |                            |                             |
| NO <sub>3</sub> -N               | 0,4                 | 0,2     | 0,5      | 4,0     | 0,9             | 3,0      | 0,0     | 1,0     | 3,2               | 1,4     | 1,1     | 0,4     |                            |                             |
| NO <sub>2</sub> -N               | 0,2                 | 0,2     | 0,1      | 0,6     | 0,4             | 1,0      | 0,0     | 0,3     | 0,7               | 0,6     | 0,4     | 0,2     |                            |                             |
| Cl <sup>-</sup>                  | 12000               | 16500   | 8960     | 7930    | 4570            | 7700     | 24200   | 28300   | 24700             | 16700   | 40140   | 5400    |                            |                             |
| P tot-P                          | 450                 | 360     | 360      | 820     | 460             | 1390     | 1600    | 2520    | 2730              | 1040    | 1320    | 440     |                            |                             |
| Kjeld-N                          | 1430                | 1400    | 1180     | 1360    | 320             | 930      | 2710    | 3520    | 1400              | 1780    | 4110    | 230     |                            |                             |
| fenolen                          | 0,23                | 0,44    | 0,8      | 0,29    | 0,47            | 1,5      | 0,43    | 1,80    | 1,5               | 0,33    | 2,00    | 1,5     |                            |                             |
| Cu                               | 19,3                | 17      | 17,4     | 19,7    | 11              | 9,3      | 33,2    | 30      | 30,2              | 18,5    | 20      | 2,3     |                            |                             |
| Cd                               | 0,79                | 0,6     | 0,60     | 1,87    | 0,5             | 0,60     | 2,80    | 2,2     | 1,05              | 1,09    | 1,0     | 0,07    |                            |                             |
| Zn                               | 160                 | -       | -        | 157     | -               | -        | 245     | -       | -                 | 156     | -       | -       |                            |                             |
| Pb                               | 14,6                | 15,0    | 14,7     | 21,2    | 9,7             | 12,7     | 31,5    | 33,5    | 32,4              | 23,5    | 26,6    | 7,3     |                            |                             |
| Flu                              | 0,3                 | 0,2     | 0,10     | 0,3     | < 0,1           | 0,16     | 0,6     | 0,5     | 0,28              | 0,5     | 0,4     | 0,02    |                            |                             |
| BuF                              | 0,2                 | 0,2     | 0,18     | 0,2     | < 0,1           | 0,14     | 0,3     | 0,4     | 0,24              | 0,3     | 0,2     | 0,02    |                            |                             |
| BaF                              | 0,1                 | 0,1     | 0,07     | 0,1     | < 0,1           | 0,06     | 0,1     | 0,4     | 0,09              | 0,1     | 0,2     | 0,01    |                            |                             |
| BaP                              | 0,1                 | 0,1     | 0,11     | 0,1     | < 0,1           | 0,10     | 0,2     | 0,3     | 0,16              | 0,2     | 0,2     | 0,01    |                            |                             |
| BghIP                            | 0,2                 | 0,1     | 0,00     | 0,1     | < 0,1           | 0,04     | 0,2     | 0,2     | 0,10              | 0,2     | 0,1     | 0,02    |                            |                             |
| IP                               | 0,2                 | 0,1     | 0,10     | 0,1     | < 0,1           | 0,10     | 0,2     | 0,3     | 0,19              | 0,2     | 0,1     | 0,02    |                            |                             |
| PAH's (= 16 Borneff)             | 1,1                 | 0,0     | 0,72     | 0,9     | 0,3             | 0,60     | 1,7     | 2,1     | 1,06              | 1,5     | 1,2     | 0,10    |                            |                             |
| Op-DDF                           | < 0,01              | -       | -        | < 0,01  | -               | -        | < 0,01  | -       | -                 | < 0,01  | -       | -       |                            |                             |
| PP-DUT                           | < 0,01              | -       | -        | < 0,01  | -               | -        | < 0,01  | -       | -                 | < 0,01  | -       | -       |                            |                             |
| PI-KCl                           | -                   | 0,2     | 8,1      | -       | 0,3             | 0,1      | -       | 8,2     | 0,1               | -       | 0,1     | 0,4     |                            |                             |
| C-elementair                     | -                   | 0,25    | -        | -       | 2,58            | -        | -       | 3,54    | -                 | -       | 2,62    | -       |                            |                             |
| org. stof (gloeirestmethode) (1) | -                   | 2,2     | 5,8      | -       | 14,1            | 6,4      | -       | 15,4    | 14,4              | -       | 13,8    | 1,4     |                            |                             |
| CaCO <sub>3</sub>                | -                   | 9,7     | 0,0      | -       | 24,0            | 10,4     | -       | 22,9    | 23                | -       | 23,7    | 5,9     |                            |                             |
| 1 < 2 μ (v.d. minerale delen)    | -                   | 6,7     | 13,6     | -       | 45,6            | 17,2     | -       | 47,4    | 43                | -       | 40,9    | 3,5     |                            |                             |
| 1 < 16 μ                         | -                   | 9,2     | 21,4     | -       | 67,7            | 27,2     | -       | 73,0    | 71,3              | -       | 74,9    | 5,2     |                            |                             |
| 1 < 63 μ                         | -                   | 13,9    | 27,7     | -       | 07,0            | 43,4     | -       | 94,3    | 90,1              | -       | 95,0    | 9,3     |                            |                             |
| 1 < 150 μ                        | -                   | 96,1    | 45,0     | -       | 90,6            | 96,7     | -       | 99,7    | 90,3              | -       | 99,6    | 23,0    |                            |                             |

Bijlage 15. Resultaten chemische analyses in sediment t.b.v. het visziektenonderzoek in de Westerschelde in 1981 en 1982.

Bijlage 16

Metaalgehalten in sediment (in mg/kg droge stof) in de fractie < 63 µm.

Σ PAK- en fenolgehalten in de koolstoffractie (in mg/kg koolstof)

| Locaties              | Metaalgehalten in fractie < 63 µm |     |     | Organische microverontreinigingen in C-elementair |       |
|-----------------------|-----------------------------------|-----|-----|---------------------------------------------------|-------|
|                       | Cu                                | Cd  | Fe  | fenol                                             | Σ PAK |
| Grevelingenmeer       |                                   |     |     |                                                   |       |
| 25-5-1982             | 122                               | 4,3 | 108 | 179*                                              | 320*  |
| 13-10-1982            | 70                                | 2,4 | 59  | -                                                 | -     |
| Hansweert             |                                   |     |     |                                                   |       |
| 26-5-1982             | 12,5                              | 0,6 | 11  | 18,2                                              | 11,6  |
| 12-10-1982            | 21                                | 1,4 | 29  | -                                                 | -     |
| Terneuzen             |                                   |     |     |                                                   |       |
| 27-5-1982             | 32                                | 2,3 | 36  | 50,8                                              | 59    |
| 7-10-1982             | 34                                | 2,1 | 36  | -                                                 | -     |
| Vlissingen            |                                   |     |     |                                                   |       |
| Buitenhaven 27-5-1982 | 21                                | 1,1 | 28  | 76                                                | 46    |
| Deurloo 5-10-1982     | 25                                | 0,8 | 79  | -                                                 | -     |

\* Gehalten uitgedrukt op koolstofbasis onbetrouwbaar omdat C-elementairgehalten in het Grevelingenmeer erg laag en daardoor niet betrouwbaar zijn.

BIJLAGE 17. - Frequentie van palingen met uitwendige aandoeningen en bloedinfecties (%).

| Plaats van<br>bewonstering | Roodziekte                  | Roodziekte<br>+ zweren | Bloemkool-<br>ziekte | Myxidium  | Geen uitwendige<br>afwijkingen |
|----------------------------|-----------------------------|------------------------|----------------------|-----------|--------------------------------|
| Terneuzen                  |                             |                        |                      |           |                                |
| -voorjaar 81               | 44 [367] <sup>x</sup>       | 6 [6]                  | 4 [2]                | 0         | 50 [38]                        |
| -herfst 81                 | 84 [76]                     | 0                      | 6                    | 0         | 10 [4]                         |
| Grevelingen                |                             |                        |                      |           |                                |
| -lente 81                  | 0                           | 0                      | 0                    | 0         | 100                            |
| -herfst 81                 | 8                           | 0                      | 0                    | 0         | 92                             |
| Hansweert                  |                             |                        |                      |           |                                |
| -lente 81                  | 4                           | 0                      | 2                    | 0         | 96 [4]                         |
| Terneuzen                  |                             |                        |                      |           |                                |
| -lente 82                  | 21 [11]                     | 0                      | 0                    | 4 [4]     | 75 [39]                        |
| -herfst 82                 | 42 [207] (16) <sup>xx</sup> | 0                      | 10 [107] (4)         | 8 [2] (2) | 40 [167] (18)                  |
| Grevelingen                |                             |                        |                      |           |                                |
| -lente 82                  | 0                           | 0                      | 0                    | 0         | 100 [4]                        |
| -herfst 82                 | 0                           | 0                      | 4                    | 2         | 88 [10]                        |
| Hansweert                  |                             |                        |                      |           |                                |
| - herfst 82                | 4                           | 0                      | 0                    | 0         | 96 [4]                         |

[ ]<sup>x</sup> Frequentie van palingen met bloedinfectie (%)

( )<sup>xx</sup> Frequentie van palingen met littekenvorming (genezingsfase) (%)

BIJLAGE 18. - Identiteit van de bacteriën die uit het palingbloed afkomstig zijn.

| Plaats van<br>bemonstering     | 1981                      |                                                                                                                                                                       | 1982                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                | Procentuele<br>besmetting | Aard van de besmetting                                                                                                                                                | Procentuele<br>besmetting | Aard van de besmetting                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <u>Terneuzen</u><br>Voorjaar   | 82                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pseudomonas spp. (46)</li> <li>- Alcaligenes spp. (36)</li> </ul>                                                            | 54                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alcaligenes spp. (11)</li> <li>- Alcaligenes spp. +<br/>Pseudomonas spp. +<br/>Aeromonas hydrophila (11)</li> <li>- Pseudomonas spp. (11)</li> <li>- Aeromonas hydrophila (7)</li> <li>- Aeromonas hydrophila +<br/>Pseudomonas spp. (4)</li> <li>- Andere (10)</li> </ul> |
| Najaar                         | 80                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vibrio anguillarum (12)</li> <li>- Vibrio anguillarum +<br/>Alcaligenes spp. (6)</li> <li>- Alcaligenes spp. (62)</li> </ul> | 48                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vibrio anguillarum (10)</li> <li>- Aeromonas hydrophila (2)</li> <li>- Alcaligenes spp. (28)</li> </ul>                                                                                                                                                                    |
| <u>Grevelingen</u><br>Voorjaar | 0                         |                                                                                                                                                                       | 0                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Najaar                         | 0                         |                                                                                                                                                                       | 10                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vibrio parahaemolyticus (4)</li> <li>- Vibrio anguillarum (4)</li> <li>- Aeromonas hydrophila (2)</li> </ul>                                                                                                                                                               |
| <u>Hansweert</u><br>Voorjaar   | 4                         | - Alcaligenes spp. (4)                                                                                                                                                | -                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Najaar                         | 0                         |                                                                                                                                                                       | 4                         | - Acinetobacter (4)                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

|                                           | <u>G R E V E L I N G E N</u>  |       |      |       | <u>T E R N E U Z E N</u>      |       |      |       | <u>H A N S W E E R T</u>      |       |      |       |
|-------------------------------------------|-------------------------------|-------|------|-------|-------------------------------|-------|------|-------|-------------------------------|-------|------|-------|
|                                           | 5/81                          | 11/81 | 5/82 | 11/82 | 5/81                          | 11/81 | 5/82 | 11/82 | 5/81                          | 11/81 | 5/82 | 11/82 |
| ROODZIEKTE %<br>(op uitwendige kenmerken) | 0                             | 9     | 0    | 0     | 54                            | 82    | 25   | 44    | 4                             | -     | -    | 8     |
| Pos. PERL REACTIE %<br>(macrophagen type) | 32                            | 8     | 4    | 16    | 14                            | 8     | 14   | 16    | 20                            | -     | -    | 10    |
| Pos. PERL REACTIE %<br>(granula type)     | 12                            | 58    | 10   | 18    | 34                            | 42    | 10   | 18    | 48                            | -     | -    | 66    |
| VACUOLISATIE %                            | 28                            | 54    | 46   | 34    | 20                            | 30    | 14   | 38    | 68                            | -     | -    | 12    |
|                                           | <u>C R E V E L I N G E N</u>  |       |      |       | <u>T E R N E U Z E N</u>      |       |      |       | <u>H A N S W E E R T</u>      |       |      |       |
|                                           | Gemiddelde over alle perioden |       |      |       | Gemiddelde over alle perioden |       |      |       | Gemiddelde over alle perioden |       |      |       |
| Roodziekte %                              | 2                             |       |      |       | 51                            |       |      |       | 6                             |       |      |       |
| Perl reactie %<br>macroph.type            | 15                            |       |      |       | 13                            |       |      |       | 15                            |       |      |       |
| Perl reactie %<br>gran. type              | 24                            |       |      |       | 26                            |       |      |       | 57                            |       |      |       |
| Vacuolisatie %                            | 40                            |       |      |       | 25                            |       |      |       | 40                            |       |      |       |

BIJLAGE 19. Resultaten van het histologisch onderzoek van  
leverweefsel van paling van verschillende locaties.

## BIJLAGE 20.

CONDITIE of K-FACTOR van PALING  
Geselecteerd op 30 t/m 39 cm lengtegroep

| Jaar | Periode    | Locatie     | K-gezond          | K-ziek            |
|------|------------|-------------|-------------------|-------------------|
| 1981 | mei        | Grevelingen | $0,135 \pm 0,013$ | -                 |
|      |            | Terneuzen   | $0,123 \pm 0,012$ | $0,132 \pm 0,013$ |
|      |            | Hansweert   | $0,135 \pm 0,013$ | $0,162 \pm 0,008$ |
|      | november   | Grevelingen | $0,162 \pm 0,021$ | $0,172 \pm 0,009$ |
|      |            | Terneuzen   | $0,146 \pm 0,005$ | $0,156 \pm 0,031$ |
|      |            |             |                   |                   |
| 1982 | mei/juni   | Grevelingen | $0,145 \pm 0,021$ | -                 |
|      |            | Terneuzen   | $0,127 \pm 0,009$ | $0,121 \pm 0,005$ |
|      | okt./ nov. | Grevelingen | $0,153 \pm 0,014$ | -                 |
|      |            | Terneuzen   | $0,151 \pm 0,018$ | $0,151 \pm 0,012$ |
|      |            | Hansweert   | $0,180 \pm 0,018$ | -                 |
|      |            |             |                   |                   |

Geselecteerd op 40 t/m 49 cm lengtegroep

|      |           |             |                   |                   |
|------|-----------|-------------|-------------------|-------------------|
| 1981 | mei       | Grevelingen | $0,145 \pm 0,016$ | -                 |
|      |           | Terneuzen   | -                 | $0,128 \pm 0,023$ |
|      |           | Hansweert   | -                 | -                 |
|      | november  | Grevelingen | $0,153 \pm 0,015$ | -                 |
|      |           | Terneuzen   | $0,144$           | $0,158 \pm 0,025$ |
|      |           |             |                   |                   |
| 1982 | mei/juni  | Grevelingen | $0,134 \pm 0,013$ | -                 |
|      |           | Terneuzen   | -                 | $0,177$           |
|      | okt./nov. | Grevelingen | $0,160 \pm 0,015$ | -                 |
|      |           | Terneuzen   | $0,169$           | $0,155$           |
|      |           | Hansweert   | $0,165 \pm 0,014$ | $0,171 \pm 0,019$ |
|      |           |             |                   |                   |

Ter vergelyk: conditiefactoren van paling uit het zoute water (31) in de 30 t/m 34 cm lengteklasse en over de periode 1978 t/m 1980 bedragen waarden tussen 0,136 en 0,172, met een gemiddelde van 0,150.