

RIVO

BIBLIOTHEEK
RIJKSINSTITUUT VOOR
VISSERIJONDERZOEK

MO 87-02

MOGELIJKE EFFEKTEN VAN OLIE-
VERONTREINIGING IN HET NEDERLANDSE
KUSTWATER OP DE VISSERIJ

biblc

P. Hagel

MO 87-02

RIJKSINSTITUUT VOOR VISSERIJONDERZOEK
RIJMUIDEN

RIJKSINSTITUUT VOOR VISSERIJONDERZOEK

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

Afdeling: MILIEU ONDERZOEK

BIBLIOTHEEK
RIJKSINSTITUUT VOOR
VISSERIJONDERZOEK

Rapport:

MO 87-02

MOGELIJKE EFFEKTEN VAN OLIE-
VERONTREINIGING IN HET NEDERLANDSE
KUSTWATER OP DE VISSERIJ

bibk

Auteur:

P. Hagel

Project:

90.002

Projectleider:

P. Hagel

Datum van verschijnen:

augustus 1987

Inhoud:

1. Samenvatting
2. Inleiding
3. Toxische eigenschappen van olieverontreiniging
4. Besmeuring door olieverontreiniging
5. Negatieve effecten op kwaliteit van visserij-
produkten
 - 5.1. Toxische effecten op de konsument van
visserijprodukten
 - 5.2. Effecten op de geur en smaak van visserij-
produkten
6. Schade van olieverontreiniging in het Nederlandse
kustwater voor de visserij
 - 6.1. Schade aan de mosselvisserij
 - 6.2. Schade aan de kokkelvisserij
 - 6.3. Schade aan de oestervisserij
 - 6.4. Schade aan de garnalervisserij
 - 6.5. Schade aan de overige visserij
7. Literatuur

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

2292020

1. SAMENVATTING

Olieverontreiniging in het Nederlandse kustwater kan schadelijke effecten opleveren voor de visserij door:

- toxische eigenschappen van oliecomponenten op aquatische organismen;
- besmeuring van vangsten en netten en verstikking van aquatische organismen door drijvende olievelden;
- accumulatie van toxische oliecomponenten in visserijproducten waardoor deze minder geschikt worden voor consumptie door de mens;
- accumulatie in visserijproducten van oliecomponenten die in visserijproducten leiden tot geur- en smaakafwijkingen.

Al deze effecten kunnen in combinatie met elkaar optreden, waarbij sterfte in tegenstelling tot geur- en smaakafwijkingen ook op langere termijn schade veroorzaakt door produktieverlies in de aansluitende jaren.

Op basis van de productiecijfers over de Nederlandse visserij binnen de twaalfmijlszone kan van een olieverontreiniging met een omvang van een 10.000 m³ tenminste een totale schade aan de mosselvisserij geschat worden van een 60 miljoen gulden, voor de kokkelvisserij een 30 miljoen gulden, voor de oestervisserij een 15 miljoen gulden, voor de garnalervisserij een 15 miljoen gulden en voor de overige visserij een 25 miljoen gulden, in totaal dus een schade aan de Nederlandse visserij van een 145 miljoen gulden. Hierbij moet dan nog een bedrag van een 100 miljoen gulden worden opgeteld voor schade aan de Noordzeevisserij als gevolg van de aantasting van kinderkamergebieden in het Nederlandse kustwater leidende tot produktieverliezen op de volle Noordzee.

Overige schade aan de Noordzeevisserij als gevolg van effecten van de olieverontreiniging buiten het Nederlandse kustwater blijven daarbij buiten beschouwing.

2. INLEIDING

Ruwe olie is een zeer complex mengsel van in hoofdzaak duizenden verschillende alifatische koolwaterstoffen en aromatische koolwaterstoffen, alsmede van geringe hoeveelheden van verschillende organische zuurstof-, stikstof- en zwavelverbindingen.

De relatieve dichtheid van ruwe olie ligt gewoonlijk tussen de 0,7 en 1, waardoor de olie in principe op zeewater blijft drijven. De doordringende geur van ruwe olie is afkomstig van slechts een deel van de aanwezige stoffen. Deze stoffen plegen zich bij het raffinageproces in bepaalde oliefrakties te concentreren, bijvoorbeeld in de petroleum- en de gasoliefractie.

Direkte effecten van olieverontreiniging op de visserij zijn het gevolg van de toxische eigenschappen van bepaalde componenten in de olie op het leven in zee. Daarnaast kan grote schade optreden door het besmeuren en verstikken van het leefmilieu van voor de visserij van belang zijnde organismen en door het besmeuren van vistuigen en vangsten. Verdere schade voor de visserij vloeit voort uit de aantasting van de kwaliteit van visserijproducten door de accumulatie van voor de mens schadelijke bestanddelen uit de olieverontreiniging, dan wel door de accumulatie van voor de mens schadelijke bestanddelen uit de olieverontreiniging, die de smaak van vis zodanig beïnvloeden, dat deze ongenietbaar worden voor consumptie door de mens.

3. TOXISCHE EIGENSCHAPPEN VAN OLIEVERONTREINIGING

Oliegehalten in het water van minder dan 1 g/m^3 zijn toxisch₃ voor veel fyto- en zoöplanktonsoorten. Gehalten van $1-10 \text{ g/m}^3$ leiden tot sterfte bij schaaldieren en $1-100 \text{ g/m}^3$ tot sterfte bij vissen en schelpdieren (1).

De toxische eigenschappen van ruwe olie worden in sterke mate bepaald door de aanwezige hoeveelheden mono- en bicyclische aromatische koolwaterstoffen als benzeen, toluen, xyleen, ethylbenzeen en verdere alkylbenzenen, naftaleen, methyl-naftaleen en verdere methylnaftalenen (1,2).

Ruwe olie bevat globaal een 20% aromatische koolwaterstoffen, waarvan een 3-5% benzeen en zijn homologen en 0,5-1,5% naftaleen en zijn homologen (3).

Het gehalte waarbij bijvoorbeeld in 96 uur 50%₃ van de proefdieren aan benzeenvergiftiging sterft is 5 g/m^3 voor watervlooiën en 50 g/m^3 voor vissen. De akute toxiciteit van aromatische koolwaterstoffen neemt toe met de molecuulgrootte, waarbij de alkylhomologen meestal giftiger zijn dan de niet-gealkyleerde verbindingen.

Bij garnalen is een LC 50 (96 h) gevonden van 27 g/m^3 voor benzeen, $7,4 \text{ g/m}^3$ voor xyleen, $2,4 \text{ g/m}^3$ voor naftaleen, $1,1 \text{ g/m}^3$

voor methylnaftaleen en $0,7 \text{ g/m}^3$ voor dimethylnaftaleen (1). De wateroplosbaarheid van deze verbindingen neemt in dezelfde volgorde af, zodat hier de mate van accumulatie in de organismen bepalend lijkt voor de toxiciteit; in zeewater lost bij 20°C een 1400 g/m^3 benzeen op, 330 g/m^3 toluen, 210 g/m^3 m-xyleen, 230 g/m^3 o-xyleen, 180 g/m^3 p-xyleen en 180 g/m^3 ethylbenzeen (2).

Estuariene- en bodemsoorten zijn vaak toleranter voor olie-verontreiniging dan mariene soorten en de larven en juveniele vormen zijn vaak gevoeliger dan de volwassen exemplaren (1).

In tegenstelling tot de aromatische koolwaterstoffen zijn de alifatische koolwaterstoffen betrekkelijk weinig toxisch voor aquatische organismen. Toxische effecten zijn niet te verwachten beneden de 100 g/m^3 , voor de meeste alifatische koolwaterstoffen dus meer dan in water oplosbaar is. Zo lost in water een 400 g/m^3 pentaan op, 50 g/m^3 cyclohexaan, 10 g/m^3 hexaan, 3 g/m^3 heptaan, 1 g/m^3 oktaan, $0,01 \text{ g/m}^3$ dodecaan en slechts $0,002 \text{ g/m}^3$ van triacontaan! Van de lichtere koolwaterstoffen zijn wel enige narcotische effecten te verwachten, voor de giftigheid van ruwe olie in zeewater lijkt dit echter van zeer ondergeschikte betekenis.

Op grond van het bovenstaande kan een akute schadelijkheidsgrens voor olie-verontreiniging worden vastgesteld op een 10 g/m^3 , in hoofdzaak bepaald door de toxische werking van aromatische koolwaterstoffen. Voor de chronische schadelijkheid van olie-verontreiniging lijkt een grens van een $0,1 \text{ g/m}^3$ mogelijk. Deze schadelijkheid richt zich dan voornamelijk op het fyto- en zoöplankton en de larven en juveniele vormen van hogere organismen. Rechtstreekse toxische effecten op vissen, schaal- en schelpdieren van in water opgeloste componenten uit olie-verontreiniging treden onder de genoemde grenswaarden vrijwel niet op.

Om een indruk te krijgen van de mogelijke effecten van olie-verontreiniging in het Nederlandse kustwater op de visserij door de akute toxiciteit van ruwe olie kan uitgegaan worden van een theoretische olie-verontreiniging door 10.000 m^3 ruwe olie. Wordt deze 10.000 m^3 olie verspreid over een zeegebied van $50 \times 20 \text{ km}^2$ dan kan berekend worden, dat elke m^2 verontreinigd water een laagje olie bevat van $0,1 \text{ mm}$ dikte, per m^2 dus ongeveer 100 gram olie. Wordt deze olie vervolgens verspreid gedacht over een voor het kustwater normale diepte van 10 meter , dan ontstaat een oliegehalte van 10 g/m^3 , de grenswaarde voor akute toxische effecten. Voor de estuaria, met een gemiddelde diepte van een $2,5 \text{ meter}$, zijn de effecten natuurlijk evenredig ernstiger, terwijl voor de diepere delen van de Noordzee het omgekeerde het geval is. Voor de estuaria met een gemiddelde diepte bij laag water van $2,5 \text{ meter}$ kan bijvoorbeeld een aangetast oppervlak berekend worden van een 4.000 km^2 , ongeveer het dubbele oppervlak van het Nederlandse deel van de Waddenzee. Op grond van deze beschouwing lijkt het waarschijnlijk dat akute toxische effecten van een forse olie-verontreiniging in het

Nederlandse kustwater beperkt zullen blijven tot de ondiepere delen van het Nederlandse kustwater.

De uitstralingseffekten van olieverontreiniging in het Nederlandse kustwater op de Noordzeevervisserij als gevolg van de aantasting van kinderkamergebieden voor diverse Noordzee-populaties zullen de visserijschade door deze toxische effecten, zeker in bepaalde seizoenen, nog belangrijk kunnen vergroten.

4. BESMEURING DOOR OLIEVERONTREINIGING

Olie blijft door zijn lage relatieve dichtheid en zijn geringe oplosbaarheid in water in het algemeen op het water drijven. Het zijn daardoor vooral de organismen in dit grensvlak water/atmosfeer, die door rechtstreekse besmeuring met deze olie het meest van olieverontreiniging hebben te lijden. Te denken valt daarbij aan zeevogels en mariene zoogdieren, maar ook aan andere organismen in of nabij het grensvlak water/atmosfeer, zoals schelpdieren en andere bewoners van ondiepe wateren. Bij de effecten van olieverontreiniging op de visserij door drijvende oliemassa's is het moeilijk aan te geven in welke mate een bepaalde hoeveelheid olie schade aan kan richten. Afhankelijk van de windrichting en de veranderingen in de windrichting kunnen de effecten in het Nederlandse kustwater van langere of kortere duur zijn, dan wel van grotere of kleinere intensiteit.

Naast schade aan organismen door sterfte van bijvoorbeeld met olie verontreinigde schelpdieren zal de visserij ook schade van op het water drijvende olie kunnen ondervinden door het besmeuren van vangsten en netten bij de uitoefening van de visserij.

Om een indruk te krijgen van de mogelijke effecten van olieverontreiniging in het Nederlandse kustwater op de visserij door besmeuring met drijvende ruwe olie kan weer uitgegaan worden van een theoretische olieverontreiniging door 10.000 m³ ruwe olie. Wordt deze 10.000 m³ olie verspreid totdat een 1 cm dikke laag olie is verkregen met een breedte van 0,2 km, dan kan een kustlengte berekend worden van een 50 km lengte. Met 10.000 m³ olie kan dus gemakkelijk een zeer aanzienlijk deel van het Nederlandse kustgebied ernstig worden besmeurd, één en ander uiteraard sterk afhankelijk van de windrichting en de lokatie, bijvoorbeeld Oosterschelde en Westelijke Waddenzee (schelpdiercultuur!). Daarbij komt dan nog dat de ervaring heeft geleerd, dat de tijd nodig voor het olievrij raken van besmeurde kustgebieden in de orde van vele maanden kan lopen.

5. NEGATIEVE EFFEKTEN OP KWALITEIT VAN VISSERIJPRODUCTEN

5.1. Toxische effecten op de konsument van visserijprodukten

Naast direkte effecten op het leven in zee kan olieverontreiniging ook schade voor de visserij opleveren door het accumuleren van voor de gezondheid van de konsument schadelijke componenten uit olie in visserijprodukten.

De belangrijkste stoffen waarom het in dit verband gaat zijn weer de aromatische koolwaterstoffen: ophoping van alifatische koolwaterstoffen zal vanwege de zeer geringe schadelijkheid van deze stoffen voor de konsument van weinig of geen betekenis zijn.

Zalm blijkt meer anthraceen te accumuleren dan naftaleen, en deze stof weer beter dan het nog₃beter in water oplosbare benzeen. Een gehalte van 0,5 g/m³ naftaleen in zeewater leidt tot 50 mg/kg naftaleen in het visvlees, een gehalte dat in schoon water door rechtstreekse uitscheiding en door een actief metabolisme in de lever van deze vissen weer zeer snel daalt (1). Door dit actieve metabolisme accumuleert vis in het algemeen ook slechts zeer weinig van voor de gezondheid van de konsument in principe zeer schadelijke polycyclische aromatische koolwaterstoffen uit olieverontreiniging. Alleen in schaal- en schelpdieren, waarin dit metabolisme op een veel lager niveau staat, worden dit soort schadelijke stoffen in meetbare gehalten geaccumuleerd (4).

5.2. Effecten op de geur en smaak van visserijprodukten

Een geheel afzonderlijk aspect van olieverontreiniging voor de visserij is het mogelijk besmet raken van visserijprodukten met uit de olieverontreiniging afkomstige geur- en smaakstoffen. Zo zijn bijvoorbeeld in december 1973 door het terechtkomen van slechts 80 ton gasolie in de Oosterschelde bij Wemeldinge alle in dit gebied aanwezige schelpdierbestanden zodanig met geur- en smaakstoffen uit deze gasolie besmet geraakt, dat deze gedurende een periode van enkele maanden ongenietbaar bleven voor consumptie (5).

Besmetting van visserijprodukten met olie gaat gewoonlijk gepaard met de aanwezigheid van koolwaterstoffen uit de olie, maar deze koolwaterstoffen behoeven niet noodzakelijk verantwoordelijk te zijn voor de optredende smaakafwijkingen. Bij een onderzoek naar de besmetting van vissen en schaaldieren met ruwe olie uit de Noordzee is bijvoorbeeld vastgesteld, dat de "teersmaak" veroorzakende componenten veel te polair zijn om alifatische of aromatische koolwaterstoffen te kunnen zijn (6). Ook het feit dat bepaalde raffinage-frakties van de ruwe olie de meeste geur- en smaakstoffen bevatten, bijvoorbeeld gasolie en dieselolie, wijst op de aanwezigheid van specifieke geur- en smaakstoffen in ruwe olie. Dergelijke raffinage-frakties leiden reeds bij een 5-10 g/m³ tot geur- en smaakbezwaren bij vis (regenboogforel), tegen 10-50 g/m³ voor ruwe olie (7).

Aan de andere kant staat wel vast dat bepaalde aromatische koolwaterstoffen reeds bij betrekkelijk lage gehalten in het water geur- en smaakafwijkingen kunnen geven bij vis (regen-

boogforel): benzeen: $5,6 \text{ g/m}^3$, toluen, ethylbenzeen en isopropylbenzeen: $0,25-0,50 \text{ g/m}^3$, styreen: $0,15-0,25 \text{ g/m}^3$ en naftaleen $1-3,4 \text{ g/m}^3$ (7). Alifatische koolwaterstoffen lijken veel minder in aanmerking te komen als veroorzakers van geur- en smaakbezwaren bij visserijprodukten dan aromatische koolwaterstoffen (8).

Bij de eerdergenoemde gasolieverontreiniging in de Oosterschelde is vastgesteld, dat de meeste koolwaterstoffen uit de gasolie de schelpdieren na overbrenging in schoon water binnen enkele dagen weer geheel verlaten hadden, doch dat de oliesmaak wel 1-2 maanden aanwezig bleef (5). Ook de oliesmaak in oesters na blootstelling aan dieselolie in zeewater bleek nog een 4-6 maanden na beëindiging van de verontreiniging te blijven bestaan (9).

Aromatische koolwaterstoffen als benzeen, toluen en xyleen blijken niet alleen betrekkelijk weinig in aalvlees geaccumuleerd te worden, maximale accumulatiefactor voor xyleen ongeveer 24, doch deze stoffen verdwijnen na overbrenging in schoon zeewater weer snel met halfwaardetijden van hooguit een tweetal dagen (10). Alleen bepaalde organische zwavelverbindingen, waaronder diverse benzthiofenen en dibenzthiofenen blijken niet alleen veel sterker geaccumuleerd te worden, accumulatiefactoren in de orde van 500-1500, doch ook de halfwaardetijden voor het verdwijnen van deze stoffen na overbrenging naar schoon zeewater blijkt met een tien dagen veel langer te zijn dan die van aromatische koolwaterstoffen (11,12,13,14). In hoeverre deze organische zwavelverbindingen voor geur- en smaakafwijkingen van visserijprodukten verantwoordelijk zijn is overigens nog onduidelijk.

Aan de hand van het bovenstaande kan als grenswaarde voor het optreden van geur- en smaakbezwaren als gevolg van olieverontreiniging bij visserijprodukten uitgegaan worden van oliegehalten in de orde van een 10 g/m^3 , met als bijzonder aspekt dat deze bezwaren gedurende een periode van enkele maanden aanwezig kunnen blijven. Op grond van hun bewezen geur- en smaakeffekten komen vooral de aromatische koolwaterstoffen uit de olieverontreiniging als veroorzakers van deze effecten in aanmerking; op grond van hun langere halfwaardetijden in visserijprodukten zouden echter diverse organische zwavelverbindingen als veroorzakers waarschijnlijker zijn.

Om een indruk te krijgen van de mogelijke geur- en smaakeffekten van olieverontreiniging in het Nederlandse kustwater op de visserij kan weer uitgegaan worden van een theoretische olieverontreiniging door 10.000 m^3 ruwe olie. Wordt voor geur- en smaakbezwaren uitgegaan van een grenswaarde van 10 g/m^3 dan kan bij een voor het kustwater normale diepte van 10 meter een aangetast gebied van $50 \times 20 \text{ km}^2$ worden berekend, net als bij de berekening van akute toxische effecten. Ook hier zullen de voornaamste schadelijke effecten zich weer richten op de ondiepere delen van het Nederlandse kustgebied, met name de Waddenzee en de Zeeuwse Stroom. Zelfs maanden nadat de

olieverontreiniging is beëindigd, zullen nog geur- en smaakafwijkingen bij bijvoorbeeld de schaal- en schelpdieren uit deze omgeving zijn te verwachten.

6. SCHADE VAN OLIEVERONTREINIGING IN HET NEDERLANDSE KUSTWATER VOOR DE VISSERIJ

6.1. Schade aan de mosselvisserij

Op basis van productiecijfers van de 80-er jaren worden per jaar een 70.000 ton mosselen geproduceerd uit de Westelijke Waddenzee en een 30.000 ton uit de Oosterschelde. De waarde van de mosselvisserij in gebieden uitgedrukt in aanlandingsprijzen belopen respectievelijk een 42 miljoen gulden en een 18 miljoen gulden, totaal dus voor de Nederlandse mosselvisserij een bedrag van een 60 miljoen gulden.

Op grond van de eerder behandelde effecten, voornamelijk van die van besmeuring en geur- en smaakafwijkingen, mag verondersteld worden, dat van forse olieverontreiniging in het Nederlandse kustwater een aanzienlijk deel van de jaarproductie aan mosselen onmogelijk zal maken, terwijl tevens een belangrijk deel van de aanwezige mosselbestanden verstikt zal worden. Richt de voornaamste schade zich op de Waddenzee, dan valt het voornaamste productiegebied uit, terwijl in het geval van de Oosterschelde het verwater- en opslaggebied wordt getroffen. De schade aan de mosselvisserij kan dan zeker op een 30 miljoen gulden productieverlies worden geschat, waaraan dan nog eenzelfde bedrag toegevoegd moet worden voor de vernietiging van mosselbestanden leidende tot productieverlies in de volgende jaren, totaal dus voor de Nederlandse mosselvisserij een bedrag van tenminste 60 miljoen gulden.

6.2. Schade aan de kokkelvisserij

Op basis van de productiecijfers van de 80-er jaren worden per jaar een 30.000 ton kokkels geproduceerd uit het Nederlandse deel van de Waddenzee, een 15.000 ton uit de Zeeuwse Wateren en een 5.000 ton uit het overige Nederlandse kustwater. De waarde van de kokkelvisserij in deze gebieden uitgedrukt in aanlandingsprijzen belopen respectievelijk een 30 miljoen gulden, een 15 miljoen gulden en een 5 miljoen gulden, totaal dus voor de Nederlandse kokkelvisserij een bedrag van een 50 miljoen gulden.

Naar analogie van de situatie in de mosselsektor kan de schade van een forse olieverontreiniging in het Nederlandse kustwater op de kokkelvisserij geschat worden op een 15 miljoen gulden productieverlies en eenzelfde bedrag voor de vernietiging van kokkelbestanden leidende tot productieverlies in de volgende jaren, totaal dus voor de Nederlandse kokkelvisserij een bedrag van tenminste een 30 miljoen gulden.

6.3. Schade aan de oestervisserij

Op basis van produktiecijfers van de 80-er jaren worden per jaar 15 miljoen oesters geproduceerd uit het Grevelingenmeer en een 5 miljoen oesters uit de Oosterschelde. De waarde van de oestervisserij in deze gebieden uitgedrukt in aanlandingsprijzen belopen respectievelijk een 15 miljoen gulden en een 5 miljoen gulden.

Naar analogie van de situatie in de mosselsektor kan de schade van een forse olieverontreiniging in de omgeving van de Zeeuwse Stroom leiden tot een produktieverlies van een 5 miljoen gulden, uiteraard uitsluitend in de Oosterschelde.

De schade als gevolg van de vernietiging van de oesterbestanden zal door een meerderjarige cultuur dan bij mosselen met een bedrag van een 10 miljoen gulden naar verhouding iets hoger kunnen worden ingeschat.

De totale schade aan de Nederlandse oestervisserij zou aldus een bedrag van tenminste een 15 miljoen gulden kunnen belopen.

6.4. Schade aan de garnalervisserij

Op basis van produktiecijfers van de 80-er jaren worden per jaar een 2.000 ton garnalen geproduceerd uit het Nederlandse deel van de Waddenzee, een 1.200 ton in het Nederlandse kustwater ten Noorden van IJmuiden en een 1.800 ton uit het Nederlandse kustwater ten Zuiden van IJmuiden, inclusief de Zeeuwse Stroom. De waarde van de garnalervisserij in deze gebieden uitgedrukt in aanlandingsprijzen belopen respectievelijk 10 miljoen gulden, 6 miljoen gulden en 9 miljoen gulden, totaal dus voor de Nederlandse garnalervisserij een bedrag van 25 miljoen gulden.

Op grond van de eerder behandelde effecten, voornamelijk door akute toxiciteit en geur- en smaakafwijkingen, mag verondersteld worden, dat een forse olieverontreiniging in het Nederlandse kustwater tot een produktieverlies van tenminste een 15 miljoen gulden kan leiden. Door de éénjarige cyclus van garnalen zijn weinig of geen vervolgeffekten in het aansluitende jaar te verwachten.

Wel zal het seizoen waarin de olieverontreiniging plaatsvindt belangrijker zijn dan in het geval van schelpdieren, aangezien de voornaamste garnalenproduktie in het tweede deel van het jaar valt.

6.5. Schade aan overige visserij

Op basis van produktiecijfers van de 80-er jaren worden door de Nederlandse visserij per jaar voor een 1.500 miljoen gulden aan de overige vissoorten geproduceerd. Uitgaande van een bijdrage aan de totale visserij-inspanning van de kottervisserij binnen de twaalfmijlszone van een 5% (15) kan de waarde van de overige visserij in het Nederlandse kustwater op een 75 miljoen gulden

worden geschat.

Op grond van eerder behandelde effecten, voornamelijk door besmeuring van de vangsten en door geur- en smaakafwijkingen mag verondersteld worden, dat een forse olieverontreiniging in het Nederlandse kustwater tot een produktieverlies van tenminste een 25 miljoen gulden kan leiden.

Door schade aan de kwetsbare kinderkamergebieden voor de Noordzeevervisserij in met name de Waddenzee en de Zeeuwse Stromen kan hierbij nog een aanzienlijk bedrag worden opgeteld voor produktieverlies in de aansluitende jaren. Uitgaande van een waarde voor de totale Noordzeevervisserij per km² Nederlands kustwater van f 100.000,- (16) kan hiervoor bij een forse olieverontreiniging in een gebied van 50x20 km² alleen al een ekstra schade worden berekend van tenminste een 100 miljoen gulden voor het aansluitende jaar.

Overige schade aan de Noordzeevervisserij als gevolg van effecten van de olieverontreiniging buiten het Nederlandse kustwater blijven in dit rapport uiteraard buiten beschouwing.

7. LITERATUUR

- (1) Mirian, E., and Zander, M., Volatile Aromatics, in: The Handbook of Environmental Chemistry, Edited by O. Hutzinger, Volume 3 Part B, Antropogenic Compounds, p.p. 117-161, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1982.
- (2) P.E. Benville, S. Korn, The acute toxicity of six monocyclic aromatic crude oil components to striped bass (*Morone saxatilis*) and bay shrimp (*Crago franciscorum*), Calif. Fish and Game 63, 204-209(1977).
- (3) Korte, F., Boedefeld, E., Ecotoxicological review of global impact of petroleum industries and its products, Ecotoxicol Environm. Safety 2, 55 (1978).
- (4) Landbouwadviscommissie Milieukritische Stoffen, LAC-Stuurgroep "Visverontreiniging", Jaarverslag 1983, Ministerie van Landbouw en Visserij.
- (5) M. Kerkhoff, Oil Pollution of the Shellfish Areas in the Oosterschelde Estuary: December 1983, ICES CM 1974/E:13.
- (6) P. Howgate, P.R. Mackie, K.J. Whittle, J. Farmer, A.D. McIntyre and A. Eleftheriou, Petroleum tainting in fish. Rapp. P.-v.Réun.Cons.Int.Explor.Mer, 171, 143-146(1977).
- (7) P.E. Persson, Uptake and release of environmentally occurring odorous compounds by fish. A review, Water Res. 18, 1263-1271(1984).
- (8) T. Motohiro and Z. Iseya, Effects of water polluted by oil on aquatic animals. II. n-paraffins, aromatic hydrocarbons and crude oil concentration on taint in scallop (*Pecten yessoensis*), Bull.Fac.Fish.Hokkaido Univ. 26, 367-371(1976).
- (9) M.E. Stansby, Flavors in Fish from Petroleum Pickup, Mar.Fish.Rev. 40, 13-17(1978).
- (10) M. Ogata, Y. Miyake, Disappearance of aromatic hydrocarbons and organic sulfur compounds from fish flesh reared in crude oil suspension, Water Res. 12, 1041-1044(1978).
- (11) M. Ogata, Y. Miyake, Identification of organic sulfur compounds transferred to fish from petroleum suspensions by mass chromatography, Water Res. 13, 1179-1185(1979).
- (12) M. Ogata, Y. Miyake, K. Fujisawa, S. Kira and Y. Yoshida, Accumulation and dissipation of organosulfur compounds in short-necked clam and eel, Bull.Environm.Cont.Toxicol. 25, 130-135(1980).

- (13) S. Kira, T. Izumi, M. Ogata, Detection of dibenzothiophene in mussel, *Mytilus edulis*, as a marker of pollution by organosulfur compounds in a marine environment, *Bull. Environm. Cont. Toxicol.* 31, 518-525(1983).
- (14) Ogata, M., Fujisawa, K., Organic sulfur compounds and polycyclic hydrocarbons transferred to oyster and mussel from petroleum suspension, *Water. Res.* 19, 107-118(1985).
- (15) R. Rijnveld en J.W. de Wilde, Nederlandse kottervisserij in ontwikkeling - Grenzen aan de groei, LEI-Rapport 5.76, april 1987, p. 31.
- (16) P. Hagel, Uit: Toetsingsadvies over de Umweltuntersuchung Dollarthafenprojekt Emden, Bijlag 3: Visserijaspecten, VCmer, Rapport 126-154(1986).