

Ecologische effecten van olieverontreinigingen

In dit deel van de WOCB-wijzer komen de volgende onderwerpen aan de orde:

1. Factoren die de ernst van een olieverontreiniging bepalen
2. Nederlandse ecosystemen
3. Flora en fauna
4. Effecten
5. Slotopmerkingen



Olierampen zoals de Amoco Cadiz en de Exxon Valdez tonen aan dat olie een enorme schade toe kan brengen aan het milieu. Ook van illegale lozingen is bekend dat deze enorme schade kunnen veroorzaken. Een betrekkelijk kleine hoeveelheid olie in het waddengebied veroorzaakte grote sterfte onder de daar aanwezige watervogels.

Een ecosysteem dat verstoord wordt door een olieverontreiniging kan qua structuur en functioneren drastisch aangetast worden.

De ecologische effecten van een olieverontreiniging kunnen worden opgedeeld in directe effecten op het niveau van organismen en indirecte effecten op het niveau van ecosysteem.



Figuur 18.1 Ecologische effecten zijn ook afhankelijk van de wijze van bestrijding met name door vermenging in de bodem

Directe effecten die invloed hebben op organismen, populaties en soorten zijn ingeval van een olieramp vaak relatief goed beschreven. De effecten op langere termijn daarentegen zijn over het algemeen nauwelijks bekend.

Wat bepaald nu de ernst van een ongeval; is dat de hoeveelheid olie die een schip verloren heeft, of is het, het type olie dat in het water terecht gekomen is. Door het verschil in samenstelling heeft elk type olie een verschillend fysisch gedrag, zodat niet in zijn algemeenheid over het fysisch gedrag van olie gesproken kan worden. Hetzelfde geldt voor de effecten van olie op ecologie. Dit geldt des te sterker, aangezien de samenstelling ook nog verandert in de loop van de tijd.

Er is onderscheid te maken in effecten van fysische aard (olie blijft aan de veren van vogels kleven) en toxicologische aard. De effecten van fysische aard zijn bij olie overheersend

De toxische eigenschappen van minerale olie worden in sterke mate bepaald door de aanwezige hoeveelheden aromatische koolwaterstoffen als benzeen, toluen, xyleen, ethylbenzeen en verdere alkylbenzenen, naftaleen, en methylnaftalenen. Hoe groter de concentratie aan deze stoffen, hoe groter de giftigheid van de olie is. De giftigheid zal echter snel afnemen door de snelle verdamping van de vluchtige aromaten

De ecologische effecten zullen in dit deel 18 van de WOCB-wijzer worden behandeld waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen (1) de effecten op de verschillende Nederlandse ecosystemen en (2) de effecten op de verschillende organismen. Daarnaast komen de factoren aan bod die de ernst van een ongeval bepalen.

In WOCB-wijzer deel 24 wordt op de economische effecten nader ingegaan.

1. Factoren die de ernst van een olieverontreiniging bepalen

De ernst van een olieverontreiniging wordt door vele factoren bepaald, zoals:

- Wat voor rampomstandigheden van de olieverontreiniging;
- Factoren die het gedrag van een olieverontreiniging beïnvloeden;
- Factoren die de uiteindelijke schade aan een ecosysteem bepalen.

In het volgende wordt nader op deze factoren, die mede de ernst van een olieverontreiniging in het milieu bepalen, ingegaan.

Rampomstandigheden

Rampomstandigheden van een olieverontreiniging kunnen zijn:

- De grootte van de olieverontreiniging;
- De soort olie;
- De hoedanigheid catastrofaal of een langzame lekkage;
- Locatie van de ramp.



Figuur 18.2 De locatie van een ongeval speelt een grote rol in de ernst. Natuurgebieden zijn zeer kwetsbaar

De hoeveelheid olie die vrijkomt bij een olieverontreiniging heeft een duidelijke betekenis, maar de ernst van de vervuiling wordt voor een groot deel bepaald door de bestendigheid van een ecosysteem tegen olieverontreiniging. Kleine vervuilingen door b.v. een lichte stookolie in een gevoelig en kwetsbaar milieu, hebben meer ecologische schade teweeggebracht dan veel grote rampen met ruwe olie midden op open water. Zelfs een relatief kleine vervuiling kan in een zeer gevoelig gebied enorme schade veroorzaken.

Giftigheid alleen is echter niet geheel bepalend voor de soort of ernst van de ecologische schade. Dikke stroperige oliën met een

laag giftigheidsgehalte en hoge viscositeit, heeft de potentie een aanzienlijke sterfte onder zeevogels te veroorzaken.

In het bijzonder wanneer de verontreiniging plaats vindt vlak bij een vogelkolonie in het broedseizoen. Algemeen geldt dat lichtere oliën giftiger zijn, terwijl de dikke (kleverige) oliën hun schade veroorzaken door fysieke effecten.



Figuur 18.3 Ook de soort olie speelt een grote rol bij de ernst van een olieverontreiniging

Chronische verontreinigingen vanaf 't vasteland, zoals afval- en koelwaterlozingen door industrieën en rioolwaterlozing van steden, leiden eveneens tot lange termijn schade en een langzame graad van herstel. De factor tijd is hierbij van belang. Hoe langer een (chronische) vervuiling in hetzelfde gebied duurt, hoe meer het aquatisch leven wordt verstoord. Tevens zullen veel organismen wegtrekken en naar een onbevuild gebied emigreren.

Het ene gebied is veel kwetsbaarder en gevoeliger voor olie verontreiniging dan het andere. Dit ligt aan de hele biologische structuur van het gebied. Tevens kan het voorkomen van populaties organismen die extreem gevoelig zijn voor verontreiniging door koolwaterstoffen, een gebied gevoeliger maken. Een olieverontreiniging die plaats vindt in de directe omgeving van zo'n kwetsbaar gebied veroorzaakt daarom grote schade aan het milieu.

Een gebied zoals de Waddenzee bezit grote natuurwaarde en is een uniek gebied. Dit type gebied komt over de gehele aarde bezien weinig voor. Ernstige aantasting van zo'n ecosysteem betekent een groot verlies aan natuurwaarde. Van uit dat oogpunt gezien kan het waddengebied als zeer kwetsbaar worden bezien.

Als een olieverontreiniging plaats heeft op enige afstand van een kwetsbaar gebied dan duurt het langer voordat de olie dit gebied heeft bereikt. Gedurende deze tijd zal een deel van de meer vluchtige en giftige componenten vervlogen zijn. Het volume van de olie vervuiling zal hierdoor afnemen en daarmee de impact van de ramp verkleinen. Aan de andere kant zal de olieverontreiniging meer verspreid zijn en dus een groter gebied kunnen vervuilen. Er is echter meer tijd om de olieverontreiniging te bestrijden.



Factoren die de uiteindelijke schade aan een ecosysteem bepalen zijn:

- Seizoengebonden factoren
- Duur en verspreiding van de olievervuiling
- Fysische vorm en staat van de olie
- Concentratie van koolwaterstoffen in het water en de sedimenten
- Graad van verontreiniging van organismen en bodem
- Aanwezigheid van andere verontreinigingen
- Eerdere olieverontreinigingen in hetzelfde gebied

De eventuele schade die aangericht kan worden door olie, wordt aanzienlijk vergroot door seizoengebonden factoren. Veel soorten marine organismen zijn extra gevoelig voor een olievervuiling gedurende het broedseizoen, ruiperiode of tijdens het kuitschieten. Eieren, larven en jonge zee(zoog)dieren zijn over het algemeen gevoeliger voor olie dan volwassen dieren. Zeevogels vormen op bepaalde plaatsen in het broedseizoen enorme kolonies. Deze grote concentratie van vogels in een relatief klein gebied maakt ze bijzonder kwetsbaar voor zelfs een in verhouding kleine verontreiniging. Ook vliegroutes van trekvogels bepaald hoe veel vogels er in een bepaald seizoen in een bepaald gebied aanwezig zijn. De platen in de Waddenzee zijn een belangrijke verzamel-, en fourageerplaatsen voor (winter en zomer) trekvogels, rust en werpplaatsen voor zeehonden en broedgebieden voor zeevogels. Tevens biedt de doorgaans ondiepe Waddenzee een belangrijke kraamkamer voor met name platvis en is uit economisch oogpunt erg belangrijk. De viseieren en larven zijn minder lang in een kraamgebied aanwezig en daardoor minder lang kwetsbaar.

Als er sprake is van een laag niveau vervuiling, waarbij sub letale en accumulatieve effecten belangrijk worden, dan geldt dat hoe langer de organismen of leefgemeenschappen aan de vervuiling blootstaan des te hoger het totaal sterftecijfer zal uitvallen. De continue aanwezigheid van olie zal de herkolonisatie door flora en fauna van nabij gelegen kusten beletten en zal herstel van de geleden biologische schade ernstig vertragen of zelfs helemaal te niet doen.

Als de olie verontreiniging viskeus maar vloeibaar is, zullen er voornamelijk slachtoffers vallen onder zeevogels en plankton die net onder of op de waterspiegel leven. Als een olievlek een kustlijn bereikt, zullen met name de intertidal organismen schade ondervinden op de hoogte waar die aan land komt. (waar opdat moment de vloed c.q. eblijn zich bevindt). Als de olie gefragmenteerd raakt en disperseert, dan verdwijnt de olie in de waterkolom in kleine druppeltjes, waardoor de impact zone zich in de diepte uitbreidt en kunnen worden opgenomen door waterfilterende dieren en zo in de voedselketen terecht komen.

Als er een water-in-olie emulsie (ook wel chocolate mousse genoemd) is gevormd, neemt het totaal volume van de vervuiling 2,5 maal zijn oude volume toe. Chocolate mousse is tevens viskeuzer (stroperiger) dan de olie waar het uit gevormd is. Het duurt langer voordat deze afgebroken wordt en uit het milieu verdwijnt, waardoor flora en fauna langer blootgesteld worden en

die daardoor dus een langere vernietigende uitwerking heeft op het milieu.

In ondiep water heeft olie meer kans te gaan zinken. De oorzaak ligt in het feit, dat olie zwevende vaste deeltjes (zoals zeer fijn zand, allerlei andere sedimenten) opneemt. Hierdoor neemt de dichtheid van de olie toe.

Een deel van de gevolgen zal zich hierdoor naar (de leefgemeenschappen op) de bodem verplaatsen. Als de olie zich dan vervolgens met de bodem sedimenten vermengt, zullen met name de gravende en zich in de bodem schuilhoudende organismen getroffen worden.



Figuur 18.4 De platen in de Waddenzee zijn een belangrijke verzamel- voed- en wroetplaatsen voor winter en zomer trekvogels

De in water oplosbare componenten van koolwaterstoffen, die vooral aanwezig zijn in onbewerkte aardoliën en in sommige geraffineerde producten, zijn over het algemeen giftig.

De giftige uitwerking van deze in water oplosbare koolwaterstoffen heeft met name nadelige effecten in ondiepe wateren en wateren met weinig verversing (doorstroming).

Sommige gebieden raken ernstig vervuild omdat er totaal geen waterverversing mogelijk is.

Als de oplosbare componenten van een olievervuiling midden op ruimwater oplost in het water, wordt deze in een enorme waterkolom opgenomen, waardoor de schadelijke werking meestal gering zal zijn.

De concentratie koolwaterstoffen, als een olie-in-water-emulsie of als oplosbare componenten in water of vermengd met sedimenten, bepaald de hoogte van het sterftecijfer onder de in het water levende organismen. Er is een duidelijk verband tussen de concentratie koolwaterstoffen en de overlevingstijd van in het water levende organismen.

Olie kan ook de leef- en voedselgebieden en de organismen zelf overspoelen. Olie kan het substraat waar deze dieren opleven binnendringen en zo ook de organismen die net onder het oppervlakte leven besmetten.



De basaltkeien aan de voet van een dijk kunnen overspoeld worden, waardoor de organismen die zich er op voort bewegen en zich tussen deze basaltblokken schuilhouden besmeerd raken met olie. De graad van de vervuiling wordt mede bepaald door het nog beschikbare voedsel. In sommige gevallen kan het zo zijn dat er helemaal geen voedsel is of alleen gecontamineerd voedsel. Hierdoor kunnen koolwaterstoffen in de voedselketen worden opgenomen en uiteindelijk vergiftiging veroorzaken.

Andere vervuilers zoals afvalwaterlozing door de industrie, zal de natuurlijke stress waar organisme altijd aan bloot staan doen toenemen. Als gevolg van deze vervuilers, zal een zeker aantal organismen en leefgemeenschappen in de toekomst gevoeliger worden voor de aanwezigheid van olie. Een grotere sterfte zal optreden, in het geval dat een olieramp zich zou voordoen. De oorzaak moet gezocht worden in het feit, dat de organismen die blootstaan aan een chronische vervuiling kunnen leiden aan accumulatieve vergiftiging, waardoor hun totale weerstand afneemt en ze niet bestand zijn tegen een andere (grotere) vervuiling.



Figuur 18.5 Een met olie besmeurde basaltblok

Aan de andere kant zijn er ook leefgemeenschappen die aangepast zijn aan organische verontreinigingen. Zulke gemeenschappen bestaan meestal uit grote aantallen, maar zijn echter vaak weinig soorten rijk. Deze leefgemeenschappen ondervinden meestal alleen kleine structuurveranderingen ten gevolg van een olieverontreiniging en sommige soorten organismen kunnen juist in aantal toenemen, omdat ze koolwaterstoffen gebruiken als voedsel (micro-organismen) en met een kleine olieverontreiniging met hun “neus” als het ware in een enorme berg eten vallen. Hierdoor nemen hun leefcondities toe wat de voortplanting ten goede komt.

Anders om geldt ook dat organismen die niet tegen koolwaterstoffen kunnen en vergiftigingsymptomen gaan vertonen in aantal zullen afnemen door sterfte en hun leefomstandigheden zijn verslechterd waardoor voortplanting uitblijft. (geldt voor o.a. vogels, vissen, en zoogdieren)

Meerdere op één volgende olieverontreinigingen in één en hetzelfde gebied kunnen biologische systemen verzwakken. Mogelijkheden om haar soorten en ecologische structuur te handhaven en te behouden kunnen sterk gereduceerd worden. Een volgende ramp kan grotere gevolgen hebben dan in eerste instantie verwacht zou worden. Na verschillende olievervuilingen in dezelfde streek kunnen flora en fauna ernstig zijn verzwakt.

Het tegenovergestelde kan ook gebeuren. Herhaaldelijke olieverontreinigingen in hetzelfde gebied kan een toename van olie - tolerante organismen tot gevolg hebben. Deze soorten samen met de olie - degraderende bacteriën, zullen in het algemeen in aantal toenemen als gevolg van kleinere verontreinigingen, zeker als de betrokken olie niet erg giftig is.

Naast de directe effecten van olie op organismen, kunnen er indirecte effecten optreden. Dit soort effecten doet zich vooral voor op het niveau van het totale ecosysteem van een gebied. Het dynamische evenwicht van een dergelijk systeem kan door een olieramp voor vele jaren worden verstoord. Bij de Torrey-Canyonramp zijn in de levensgemeenschappen in de getijdzone de verstoringen van zeer lange duur geweest. Pas na zo'n 10 jaar is op de meeste plaatsen de oude toestand weergekeerd. Op sommige plaatsen was dit ook na 10 jaar nog niet het geval. Duidelijk is dat hier met name het evenwicht tussen vegetatie en grazers verstoord is geweest. Door het verdwijnen van grazers als alikruiken (*Littorina* spp.) en schaalhorens (*Patella* spp.) konden de rotsen, kaal worden door verlies aan vegetatie, al snel weer begroeid raken met een laagje microscopische algen en wieren. Daarna trad een explosieve groei op van o.a. zeesla (*Ulva*), die de kust abnormaal groen kleurde, na een jaar gevolgd door een rode periode, veroorzaakt door bruinwieren (*Fucaceae*). Drie tot vijf jaar na de ramp was de populatie schaalhorens zo gegroeid door de overvloed aan voedsel, dat de bruinwieren begonnen te verdwijnen. Hierdoor ontstond er voedselgebrek voor de overgrote populatie aan schaalhorens. Pas na tien jaar was het evenwicht weer enigszins hersteld.

Soortgelijke schommelingen deden zich ook bij andere organismen voor.

Bij de Torrey Canyon ramp zijn de gevolgen verergerd door het gebruik van verouderde typen dispergeermiddelen waarbij aromaten als oplosmiddel voor de oppervlakte actieve componenten werd gebruikt.



2 Nederlandse ecosystemen

De effecten van een olieverontreiniging kunnen ook op het niveau van ecosysteem worden bekeken. In Nederland lopen de volgende ecosystemen risico om door een olieverontreiniging te worden getroffen:

- Zandstranden
- Getijde afhankelijke (dynamische) zand- en modder platen
- Getijde afhankelijke onbeschutte platen
- Estuaria
- Open kustwater
- Subtidal bodem van het kustwater
- Dijken/kades/havens
- Binnenwateren natuurgebieden
- Binnenwateren

Zandstranden

Het Nederlandse kusttype bestaat uit onbegroeide open zandstranden. Open zandstrand bevat fijn goed gesorteerd tot heel grof zand. Over het algemeen loopt het vanaf de laagste waterstand lijn, waar het fijne zand zich bevindt, redelijk schuin omhoog met tussenliggende vlakke(re) stukken strand tot waar de duinen beginnen. Op de hoger gelegen gedeeltes bevindt zich het grovere zand en de vegetatie begint meestal pas op de duinen zelf.



Figuur 18.6 Het voor de Nederlandse kust karakteristieke open zandstrand

Beschutte getijde afhankelijke (dynamische) zand en modder platen

Dit type ecosysteem komt voor in het waddengebied en in de Westerschelde. Beschutte moet hier gelezen worden als afgescheiden van de open zee. De Waddenzee is door een ketting van eilanden afgeschermd van de directe invloed van de Noordzee. De invloed van de Noordzee op de zand en slijkgronden in de Westerschelde is door de nauwe verbinding met de zee geringer (zie ook Estuaria).

Dynamische zand en slijkgronden ontstaan daar waar door circulatie van zeewater over een uitgestrekt gebied sedimenten worden afgezet, die bij hoog water weer worden overspoelt.

Door constante afzetting van sedimenten en constante erosie van de platen door de zee en getijden werking, ontstaat er een dynamisch systeem van zogenaamde wandelende platen.

De sedimenten variëren van fijn zand bij de laagwaterlijn tot grof zand en stenen op de hogere getijde niveau (hoogste vloedlijn).

De stabiliteit van de afzetting kan variëren van zeer stabiele zand/ modder mengsels (vaste platen) of uit los niet geconsolideerde modder en fijn zand welke deel hebben aan de constante cyclisch van langzame afzetting en erosie (wandelende platen). Het Waddenzee water bevat veel zwevende vaste deeltjes (zoals fijn korreltjes zand ect.). Een wad kan aan het vasteland of eiland zijn vast gegroeid. Tevens komen in het waddengebied en de Westerschelde ook de getijden afhankelijke beschutte zandplaten.

Getijden afhankelijke onbeschutte zandplaten (eb en vloed)

Dit type landschap komt in de Westerschelde voor (zie Estuaria) Estuaria en in de Waddenzee (zie ook Getijden afhankelijke (dynamische) zand en modder platen).

Getijden afhankelijke onbeschutte zandplaten zijn uitgestrekte laag getijde gebieden en vallen droog bij eb. Vaak zijn ze doorsneden door krekens of het stroombed van een rivier. Ze kunnen vast gegroeid zijn aan het strand of aan de duinen. Aan de zuidwestkant van Texel is zo'n plaat vast gegroeid aan het eiland en deze wordt elk jaar steeds groter. Tevens kunnen ze voorkomen als continu droog liggende zandbanken, zoals Noorder Haaks, een zandplaat die ten noorden van Den Helder in het Marsdiep ligt en alleen bij hoge vloed onder loopt.

Het substraat varieert van compact fijn zand, mengsels van zand en modder of als losse zand en kleideeltjes. Zee gras kan voorkomen vanaf de laagwater lijn tot aan de midtidal zone, maar over het algemeen zijn ze onbegroeid.



Figuur 18.7 Getijden afhankelijke (dynamische) zand en modder platen



Estuaria

De Westerschelde heeft alle kenmerken van een estuaria. Estuaria zijn zeearmen die een open verbinding hebben met de zee en waar zoetwater binnenstroomt vanuit een rivier of kanaal. Brak water en regelmatige verandering van het zoutgehalte zijn kenmerkend voor alle estuaria, als een resultaat van de dynamische interactie tussen enerzijds de uitstroom van zoetwater en anderzijds het opkomen en vallen van de getijden. Veel estuaria bevatten uitgestrekte gebieden met zand en modder platen, die zijn afgezet door de rivier met rivier sedimenten of met marine sedimenten door de zee.



Figuur 18.8 Noordzeekanaal

Open kustwater

De Noordzee is een open kustwater en wordt niet aan alle kanten omgeven door landmassa. Open kustwateren beginnen in principe waar het strand ophoudt dus beneden de laagste eb stand zee inwaarts. Grote (open) baaien en de Noordzee boven het Continentaal Plat vallen hier ook onder. Open kustwateren zijn niet omgeven door landmassa en moeten daarom afzonderlijk gezien worden van estuaria

Subtidal bodem van het kustwater

Met de subtidal zeebodem wordt de hele zeevloer bedoeld, die begint vanaf de extreem laag water lijn en zich uitstrekt tot aan de rand van het Continentale Plat, oplopend in diepte van één tot enkele honderden meters. Afhankelijk van geologische factoren, de aanwezige golfenergie en stromingen, kan de zeebodem bestaan uit rots, grote stenen, grind, stukjes schelp, zand, klei, slib, modder of een mengsel van deze materialen. Elke type substraat herbergt andere soorten leefgemeenschappen.

Dijken

Dijken zijn nodig daar waar natuurlijke bescherming tegen de zee door duinen ontbreekt. Ze zijn aangelegd langs de hele Waddenzee: In de kop van Noord-Holland (van Den Helder tot Den Oever en de Afsluitdijk), Noord-Friesland en Groningen en langs de zuidkusten van de Waddeneilanden m.u.v. Vlieland, langs de Noordzee (Hondsbosse Zeewering bij Petten), Zuid-Holland (bij Den Haag aan beide zijden van de Nieuwe Waterweg) en in de provincie Zeeland (aan het begin van de Oosterschelde en langs

het over grote deel van de Westerschelde, als onderdeel van de Deltawerken).



Figuur 18.9 Natuurgebied (natuurlijk begroeide oevers)



Figuur 18.10 Grote variatie aan oever typen



Figuur 18.11 Noordzeekust



3. Flora en Fauna

Voor een beschrijving van de biologische effecten zal in het hiernavolgende voornamelijk een indeling worden gevolgd naar groepen van organismen die potentiële slachtoffers zijn van olieverontreiniging van het aquatisch milieu n.l.:

- Vogels
- Vissen en schelpdieren
- Planten en algen
- Zoöplankton

Vogels

Vogels zijn bij olieverontreiniging van de zee de meest in het oog springende slachtoffers. Vrijwel alle vogels sterven doordat hun verenkleed met olie besmeurd raakt. Het verenkleed van zeevogels is, zoals bij alle watervogels, waterafstotend. Olie kan hierdoor de verenstructuur binnendringen en de veren aan elkaar doen plakken. De luchtruimten daartussen, die voor isolatie en drijfvermogen zorgen, worden hierdoor verdrongen door olie en water. Dit effect wordt nog versterkt doordat de vogels zich gaan schoonmaken. De gevolgen zijn:

- Verlies aan warmte-isolatie;
- Verlies aan en vlieg- en drijfvermogen;
- Inwendige vervuiling;
- Verminderde reproductie;



Figuur 18.12 Een kleine vervuiling kan, met name in de winter maanden, tot de dood van een watervogel leiden

Onderzoek heeft aangetoond dat 25 ml olie per m² wateroppervlak reeds funest is voor vogels. WOCB-wijzer deel 21 is speciaal gewijd aan olieslachtoffers (water- en zeevogels)

Vissen en schelpdieren

Schade aan vissen en schelpdieren kan ontstaan door acute sterfte of sterfte door chronische belasting alsmede door verminderde reproductie. Op kleine wateren (sloten, kanalen e.d.) kan ook zuurstofgebrek optreden doordat uitwisseling van zuurstof door de olielaag wordt verhinderd. Acute sterfte kan optreden door verminderde kieuwfunctie als gevolg van verkle-

ven met oliedruppeltjes, uitmondende in verstikking, of door opname van toxische componenten uit de olie. Beide effecten zijn gebonden aan hoge concentraties die weinig zullen optreden. Acute LC50-waarden voor vissen liggen veelal in de 5-50 mg/l range.

LC (letale concentratie) is die concentratie waarbij 50% van de proefdieren na een bepaalde tijdsduur is overleden. Bij acute proeven is dat 24, 48, 72 of 96 uur. De toxiciteit voor eieren en larven is veel groter dan voor volwassen vissen. Door laboratoriumexperimenten met eieren van kabeljauw, haring en schol bleken deze eieren bij concentraties van enkele tienden microgrammen tot enkele microgrammen per liter, ofwel niet uit te komen, of wel mismaakte larven op te leveren. Deze larven stierven meestal binnen 24 uur na uitkomen. Bij de ramp met de Torrey Canyon vond men dat 50-90% van de eieren van de pelser (*Sardina pilchardus*) dood waren. Evenmin werden er jonge exemplaren gevonden. Hieruit kan worden afgeleid dat olierampen potentiële schade kunnen berokkenen aan die soorten vis, waarvan de eieren drijven en/of waarvan de jongen zich ophouden in de bovenste waterlagen van de zee.

Of een dergelijke schade ook op populatieniveau doorwerkt is onduidelijk, aangezien ook in normale situaties slechts zeer weinig broed het stadium van volwassenheid bereikt. Dat chronische of in elk geval langdurige belasting aan kleine hoeveelheden en concentraties olie tot schade leidt is niet bewezen. Opname en accumulatie van bepaalde hogere koolwaterstoffen is wel gevonden, maar nooit duidelijk gekoppeld aan effecten. Mogelijk kan opname van bepaalde polycyclische aromaten als bijvoorbeeld het carcinogeen 3,4 benzo(a)pyreen tot tumorvorming aanleiding geven, maar ook dat is hypothetisch.

Bij het beoordelen van risico's van vispopulaties is het zinvol een onderscheid te maken, tussen de pelagische of vrijzwemmende soorten en de vissen die op de bodem leven, de bentische vissen.

Schelpdieren
Pelagische vis
Platvissen



Figuur 18.13 Platvissen leven op de bodem



Pelagische vis

Pelagische vis (haring makreel, poot e.d.) kan in principe locaties van olieverontreiniging vermijden door er vandaan te zwemmen. Aangezien de concentratie aan gedispergeerde en opgeloste olie het hoogst is direct in de nabijheid van de olievlekken en daar vandaan snel afneemt, is vermijden eenvoudig. Daar van een aantal stoffen bekend is dat al zeer lage concentraties vluchtreacties bij vissen kunnen veroorzaken, is zo iets eveneens denkbaar voor bepaalde in water opgeloste oliecomponenten als bijvoorbeeld fenolen.

Verminderde vangsten in de nabijheid van olierampen hoeven dan ook geenszins hun oorzaak te vinden in sterfte onder de populatie, maar kunnen zeer wel hun verklaring hebben in een dergelijke verhuizing naar "schone" gebieden.

Platvissen

Platvissen (schol, schar, bottong e.d.) zijn minder mobiel dan pelagische vissen en brengen het grootste deel van hun bestaan in of op de bodem door. Ook zij kunnen evenwel wegtrekken. Of dit ook gebeurt is niet duidelijk. Na de ramp met de Amoco Cadiz werd platvis gevangen met vinrot en misvorming van de vinnen. Men leidde hieruit af dat de vis wel degelijk aan olie was blootgesteld. Mogelijk is dat contact met olie een gevolg geweest van de leefwijze van deze vis, waardoor ze op en in de bodem in contact kwamen met olie die zich na verwerking aan slibdeeltjes had gehecht en vervolgens naar de bodem was gezonken.



Figuur 18.14 In de Waddenzee komen veel organismen voor zoals garnalen en veel jonge vis.

Schelpdieren

Schelpdieren zijn in het algemeen organismen, die zich niet kunnen verplaatsen (mossel, oester) of die een zeer beperkt territorium hebben. Alleen sommige ei- en larvestadia zijn pelagisch.

Schelpdieren zijn daardoor niet in staat de plaats van een olieramp te ontvluchten en zijn daarmee zeer kwetsbaar. Ook hun verdere leefwijze maakt ze vatbaar voor olieschade. Mosselen en oesters bijvoorbeeld filteren het water en houden zwevende deeltjes en bepaalde opgeloste stoffen vast om zich ermee te voeden.

Hierdoor kunnen ze ook olie, al dan niet aan slibdeeltjes gehecht, door filtratie binnenkrijgen. Andere schelpdieren zoals het

nonnetje (*Macoma balthica*) en de platte slijkgaper (*Scrobicularia plana*) voeden zich met detritus uit de bodem en kunnen zo met slibdeeltjes bezonken olie binnenkrijgen. Het allerkwetsbaarst echter zijn de schelpdieren die zich in de getijdzone ophouden. Deze organismen (bijv. alikruiken, *Littorina* spp.) komen bij laagwater droog te vallen, raken direct besmeurd met olie en sterven massaal, zoals bij vele olierampen is waargenomen.

De schade aan schelpdieren betekent vaak een enorme economische schadepost. De schade die de ramp met de Amoco Cadiz veroorzaakte aan de oestercultuur liep in de miljoenen francs. Niet alleen kan een dergelijke schade optreden door sterfte, de schelpdieren kunnen ook onverkoopbaar worden vanwege de oliesmaak. Dit verschijnsel kan al door een vrij geringe opname aan oliecomponenten worden veroorzaakt. Overgebracht in schoon water vindt vrij snel weer uitscheiding plaats, meestal binnen enkele weken. Er kan gesteld worden dat in de praktijk de schade door olierampen aan vis in het algemeen gering is geweest, in elk geval in economische zin. Economische schade aan schelpdieren (en ook schaaldieren zoals kreeften en krabben) is soms zeer groot geweest (Amoco Cadiz), maar in andere gevallen zeer gering (Torrey Canyon). Schade aan schelpdieren uit de getijdzone is, daar waar olie de kust bereikt, altijd zeer groot.

Planten en algen

Met betrekking tot olieverontreiniging is het zinvol een onderscheid te maken tussen de planten en algen in de getijdzone en die daarbuiten. In de getijdzone is de schade tijdens de ramp meestal zeer groot door directe besmeuring van het vegetatieve deel van de planten (zie foto 35). Korstmossen en wieren die op rotsen groeien sterven volledig af. Op plaatsen waar planten in de bodem wortelen, sterft het bovengrondse vegetatieve deel weliswaar af, maar hier kan na verloop van tijd, wanneer de olie is weggespoeld, het wortelstelsel er zorg voor dragen dat de planten weer uitlopen en de vegetatie zich herstelt. Dit is bijvoorbeeld het geval op schorren. Vegetatie beneden de laagwaterlijn ondervindt in het algemeen nauwelijks schade doordat besmeuring uitblijft. Wel is opname van oliecomponenten gesignaleerd, maar dit leidde voor eetbare wieren niet tot smaakbederf. Voorwat betreft de zwevende algen, het phytoplankton, zijn nooit duidelijke effecten gesignaleerd. Enerzijds kan dit een gevolg zijn van de korte verblijftijd van het phytoplankton op een bepaalde plaats, ten gevolge van stroom- en getijbeweging, anderzijds kan de korte generatietijd voor een snel herstel zorgen, mocht er sterfte zijn opgetreden.

Dat er sterfte optreedt is waarschijnlijk, gezien de grote gevoeligheid van phytoplankton bij laboratoriumproeven. Sterfte trad op bij concentraties van 0,1 milligram tot 10 milligram per liter bij kortdurende belasting, terwijl celdelingsremming optrad bij nog lagere concentraties (tot 0,01 microgr/l). Zware olie gaf 50% groei remming bij honderden microgrammen per liter en lichte olie bij tienden van microgrammen per liter.

Zoöplankton

Voor zoöplankton geldt in grote lijnen hetzelfde als voor het phytoplankton. Ook hier is in het veld weinig effect gevonden, maar ook hier is in laboratoriumproeven bij sommige soorten een grote gevoeligheid gevonden.



4. Effecten

Olieverontreiniging heeft direct en indirect grote effecten op flora en fauna. Het ontwricht meestal het gehele ecosysteem, waarin de interacties van de organismen met elkaar en hun omgeving ernstig worden verstoord. Zowel solitair levende dieren als hele populaties kunnen grote schade ondervinden van een olieramp.

De uiteindelijke uitwerking van een olieramp op een leefgemeenschap is complex en de resulterende schade hangt van veel factoren af.

Letale vergiftiging resulteert in de onmiddellijke of soms langzame dood van een organisme. Dit wordt veroorzaakt door de blootstelling aan en/of het binnen krijgen van giftige componenten zoals opgeloste Aromatische Koolwaterstoffen en enkele heterocyclische componenten. Dit zijn over het algemeen vluchtige componenten die zeer snel uit de olie verdampen bij vrijkomen op zee. De giftigheidsgraad zal snel reduceren naarmate de verontreiniging langer aan de atmosfeer blootgesteld wordt.

Acute vergiftiging resulteert in totale verlamming en het uitvallen van de basisfuncties (om leven mogelijk te maken) en heeft een snelle sterfte onder organismen ten gevolg.

Accumulatieve vergiftiging hoeft niet direct de dood van een organisme tot gevolg te hebben, maar uit zich in het niet juist functioneren van het organisme. Het beïnvloedt heel sterk het vermogen tot overleven. Dat wil zeggen dat het organisme veel minder bestand is tegen natuurlijke stress en/of biologische agressie. Na een olie- of chemische verontreiniging zullen veel organismen dood gaan aan ziekten of parasitisme. De uiteindelijke doodsoorzaak is verminderde resistentie tegen deze ziekte of parasiet door accumulatieve vergiftiging. De kans dat een besmette prooi aan zijn jager ontkomt wordt sterk verkleind.

Natuurlijke stress omvat alle factoren die een verminderde weerstand van een organisme tot gevolg heeft door het toe doen van een natuurlijke oorzaak. Natuurlijke stress is de stress die een organisme onder vindt als het ziek wordt of te maken krijgt met parasitisme of in tijden van voedselschaarste.

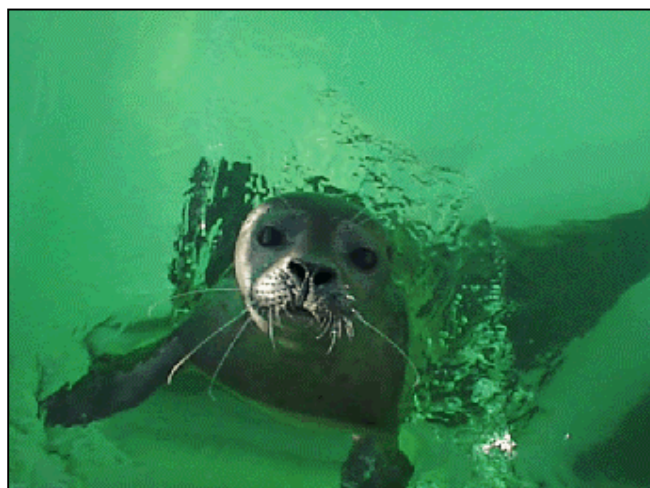
Door de interacties van organismen onderling, hebben ze op allerlei manieren te maken met biologische agressie. Te denken valt b.v. aan de jager-prooi relaties en agressie op het populatieniveau. Dit komt o.a. tot uiting in territoriumdrang, als gevechten van mannetjes onderling, verdrijven van jongere uit het ouderlijk territorium en meer van dit soort gedrag.

Subletale effecten zijn deze welke tot gevolg hebben dat een populatie veel minder in staat is zichzelf te handhaven. Dit wordt onder andere veroorzaakt door een reductie in vruchtbaarheid, zwaar verstoorde communicatie van organismen met hun omgeving en organismen onderling, achterstand in de ontwikkeling van (niet volgroeide) organismen, wijzigingen in het fysieke welzijn en/of veranderingen in het natuurlijke gedrag door vergiftiging door olie leidt tot verminderde weerstand op het populatieniveau minder mogelijkheden om voedsel te vinden of

te consumeren, uitblijven van de voortplantingsdrang zoals b.v. eieren leggen, broeden, etc.

Gedispergeerde druppeltjes olie in de waterkolom kunnen resulteren in het dicht kleven van waterfilterende organen, zoals kieuwen en het aan elkaar kleven van de vinnen. Als de voedsel filterende mechanismen zijn aangetast, is het organisme niet in staat voedsel uit het water op te nemen en de kans is groot dat het genoeg olie binnen krijgt om een giftig effect te veroorzaken. Wanneer de kieuwen vervuild zijn met olie, kan het organisme geen zuurstof opnemen uit het water, maar de opgeloste koolwaterstoffen kunnen wel de bloedbaan bereiken. Dit resulteert bij lange blootstelling in beide gevallen tot de dood van het organisme. In sommige gevallen kunnen de vinnen van vissen aan elkaar kleven waardoor hun mobiliteit wordt beperkt en de kans om in een niet vervuild gebied te kunnen komen wordt aanzienlijk verkleint.

Vogels, oever vegetatie, een aantal soorten algen en zoogdieren kunnen door directe aanraking met olie bedekt worden. Dit is zeker het geval wanneer er sprake is van een grote verontreiniging met dikke stroperige olie. De bedekking door deze olie heeft verstikking tot gevolg. Dieren die zuurstof opnemen d.m.v. huidademhaling zullen doodgaan door zuurstofgebrek, daarnaast kunnen PAK's door de huid de bloedbaan bereiken en vergiftigingsverschijnselen veroorzaken.



Figuur 18.15 Ook zoogdieren kunnen worden aangetast door olie

Als de bladeren van een plant bedekt zijn door olie, zijn deze niet langer in staat tot fotosynthese. Hierdoor kan hij zichzelf niet langer voorzien in eigen zuurstof en voedsel behoefte. Als planten niet afsterven door acute of accumulerende vergiftiging kan dit een doodsoorzaak zijn.

Lichte oliën zijn minder kleverig en hechten minder aan de huid van organismen, bladeren van planten of de veren van vogels. Ze hebben daarom een minder verstikkende werking, maar zijn daarentegen vaak wel zeer giftig.

Koolwaterstof componenten kunnen bioaccumulatief zijn en blijven achter in weefsels van organismen en kunnen zodoende doorgegeven worden in de voedselketen.



4. Slotopmerkingen

Ondanks de relatief geringe bijdrage van olievervuilingen door ongevallen, is het toch zinvol om, voor wat betreft de biologische aspecten van olie, vooral op ongevallen de aandacht te concentreren. De reden daarvan is, dat bij ongevallen veelal in een kort tijdsbestek veel olie in een relatief klein gebied vrijkomt, waardoor de gevolgen voor het leven in zo'n gebied over het algemeen zeer aanzienlijk zijn. Gesteld kan worden dat olieverontreinigingen lokaal enorme effecten kunnen hebben op het betreffende ecosysteem.

De aard en omvang van de schade van een olieverontreiniging is sterk afhankelijk van de wijze, waarop een olieramp wordt bestreden. Bij het laten drijven van de olie is schade aan vogels, vislarven en viseieren mogelijk, alsmede aan de getijzone, ingeval de olie de kust bereikt.

Onduidelijk is of dispersie in de waterkolom de hechting aan olie deeltjes (zwevend of op de bodem) versterkt of vermindert. In geval van een versterkte hechting kan de verblijfsduur van de olie in het systeem verlengd worden met onbekende gevolgen. Mechanische verwijdering verdient dan ook de voorkeur. In die gevallen waar de golfhoogte of de omvang van de verontreiniging zulks onmogelijk maakt zal de optie van (mechanisch) dispergeren moeten worden gehandhaafd. In die gevallen zullen ecologische aspecten mede in de afweging betrokken moeten worden. Hiertoe is kennis van de ecologische kwetsbaarheid van het betreffende gebied onontbeerlijk. Het is dan ook van groot

belang dat er een inventarisatie komt van de ecologisch kwetsbare gebieden in relatie tot de seizoenen en groepen organismen.

Het contact met olie met dieren en planten en het soort dieren en planten is bepalend voor de ernst van een ongeval. Het aantal dieren en planten dat in aanraking komt met olie wordt op haar beurt bepaald door de afmetingen van het verspreidingsgebied en de tijdsduur van de verspreiding. Het gebied waar een ongeval plaatsvindt en de factoren die de verspreiding beïnvloeden zijn dan ook de meest bepalende factoren die de ernst van een ongeval bepalen.

Een grote hoeveelheid zware olie in een gebied met vele kilometers oever (eilandjes) en een inadequate bestrijding zijn goed voor een catastrofaal gevolg - zeker als in dat gebied veel kwetsbare soorten planten of dieren voorkomen.

Snel optreden en het beperken van de verspreiding van een olieverontreiniging zijn de belangrijkste punten om de effecten zoveel mogelijk te beperken.

Het moet duidelijk zijn dat de lichte snel verdampbare componenten die tevens het best oplosbaar zijn meestal niet meer te verwijderen zijn omdat deze processen zeer snel verlopen..

Het is dan ook meestal de meer persistente olie die men zo snel mogelijk moet verwijderen of in ieder geval de verspreiding er van beperken c.q. stoppen.

COLOFON

WOCB-wijzer deel 16: "Ecologische effecten van olie verontreinigingen" is samengesteld door Dr. Ing. W. Koops in opdracht van de Werkgroep Olie- en Chemicaliën Bestrijding bij ongevallen op het water (WOCB).

Datum: februari 2001
Begeleidingsgroep: Dhr. O. Dijkstra (vz project groep techniek),
Dhr. J.T.G.E. Kramer (vz WOCB) en
Dhr. G. van den Burg (secr. WOCB)
Distributie: WOCB (inlichtingen G. van den Burg)
Secretariaat WOCB: Postbus 3119,
2001 DC HAARLEM,
Tel: (023) 5301301,
Fax: (023) 5301302

Rechten Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de WOCB

