



**IMSA AMSTERDAM**  
SUSTAINABILITY & INNOVATION

**Het Cascademodel:  
risicoweging tussen ecologie en economie  
in het waddengebied**

**Overzicht van een “model in ontwikkeling”**

Janne van den Akker  
Sven Drillenbug Lelijveld  
Martijn Lodewijkx  
Kim Nackenhorst  
Tammo Oegema  
Hein Sas

Juli 2007  
NAWV398

## Inhoud

blz.

3	1. Inleiding
5	2. Het Cascademodel in de Waddenzeediscussie
12	3. Het Cascademodel: de methodiek
21	4. Dossier Calamiteiten
33	5. Dossier Groei/uitbreiding van exoten in de Waddenzee
40	6. Dossier Gaswinning
54	7. Dossier Klimaatverandering
63	8. Dossier Mechanische kokkelvisserij
75	9. Dossier Militaire oefeningen
89	10. Dossier Mosselvisserij
91	11. Dossier Recreatie
117	12. Verbetering methodiek en aanpassingen voor vervolg
119	13. Referenties

Copyright © IMSA Amsterdam

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt zonder toestemming van IMSA Amsterdam;

Not to be copied or transferred in any form without permission of IMSA Amsterdam.

## 1. Inleiding

In 2003-2004 heeft IMSA Amsterdam het Cascademodel ontwikkeld om de Waddenzee-problematiek inzichtelijk te maken. De exercities ermee waren belangrijk in het advies “Ruimte voor de Wadden” van de Adviesgroep Waddenzeebeleid (AGW of ook Commissie-Meijer). Het was echter nog niet gekomen tot een publicatie van de ideeën en exacte berekeningen achter het model. Die publicatie is er met dit rapport nu wel. Duidelijk is dat het Cascademodel “werk in uitvoering” is.

De Natuurbeschermingswet (NB-wet) is inmiddels het beschermingsinstrument voor Waddenzee en Noordzeekustzone; het is voornamelijk de Nederlandse implementatie van de Europese Vogel- en Habitatrictlijnen. Bij de NB-wet speelt de stand van de wetenschappelijke kennis een belangrijke rol in de vergunningverlening, die voor vrijwel elke (economische) activiteit in het gebied verplicht is. Diezelfde NB-wet maakt echter, vanwege haar juridische kader een integrale vergelijking en beoordeling van meerdere activiteiten *tegelijk* lastig. Het Cascademodel poogt dit wel mogelijk te maken; het model is tot nu toe vooral van betekenis gebleken voor de relatieve ranking van de schadelijkheid van verschillende activiteiten in de Waddenzee.

In dit rapport wordt uitgelegd wat het Cascademodel beoogt en hoe het werkt.

In het dichtbevolkte Nederland komt menselijke activiteit in kwetsbare natuurgebieden veel voor. Van natuurgebieden zoals we die in het buitenland aantreffen is in Nederland nooit sprake; het gaat altijd over cultuurlandschappen met een bepaalde mate van natuurlijkheid. Deze natuurgebieden zijn van oudsher ook woon-, leef- en recreatiegebieden. Het is niet eenvoudig de invloed van menselijke activiteiten op natuurwaarden te beoordelen, en al helemaal problematisch wordt het als bepaald moet worden welke activiteit de meeste invloed heeft en wellicht inperking behoeft. Want hoe maak je een afweging als activiteit A de rust verstoort en activiteit B de waterkwaliteit nadelig beïnvloedt? Dat lijkt op appels met peren vergelijken. Toch beoogt het Cascademodel juist dit te doen: vergelijking mogelijk maken door de invloed van alle activiteiten op het ecosysteem (inclusief morfologie) te herleiden tot één grootheid. Voortschrijdend inzicht over waar precies de veerkracht van het ecosysteem ligt leert dan of een activiteit al dan niet toegestaan kan worden.

Dit rapport is als volgt opgebouwd. In hoofdstuk 2 worden de ontstaansgeschiedenis, een korte beschrijving en de resultaten van het Cascademodel weergegeven.

Hoofdstuk 3 gaat in detail in op de kwantitatieve vormgeving (de “methodiek”) van het model, dat systematisch de effecten beschrijft van ingrepen in het waddenecosysteem. Een groot aantal van die ingrepen worden in de hoofdstukken erna afzonderlijk behandeld (de zogenaamde dossiers). Daarbij is per dossier telkens hetzelfde stramien gehanteerd:

1. afbakeningen
2. omschrijving doel ingreep
3. toegepaste technologie
4. randvoorwaarden
5. tijdsgedrag
6. ruimtelijke verspreiding ingreep in Waddenzee
7. omschrijving aard ingreep en schatting subscores per ring
8. kwantificering invloed, per ring en totaal
9. update 2006 <sup>1</sup>
10. bronnen.

Ten slotte schenkt hoofdstuk 12 aandacht aan mogelijke verbeteringen van de methodiek en aanpassingen voor de toekomst.

Aan de ontwikkeling van het Cascademodel bij IMSA hebben bijgedragen: Wouter van Dieren, Hein Sas, Tammo Oegema, Janne van den Akker, Kim Nackenhorst, Martijn Lodewijkx en Sven Drillenburg Lelijveld. De begeleidingscommissie bestond uit prof. W. J. Wolff (RUG, inmiddels gepensioneerd), dr. H.J. Lindeboom (Alterra, opgegaan in Imares), dr. B. J. Ens (idem; nu werkzaam bij SOVON) en dr. A.P. Oost (RIKZ). Daarnaast danken wij de velen die in gesprekken hebben bijgedragen aan de uitwerking van de eerste schetsen, alsmede diegenen die constructieve kritiek hebben geleverd op de berekeningen en vaak met uitstekende voorstellen kwamen voor verdere ontwikkeling.

---

<sup>1</sup> De oorspronkelijke dossiers en berekeningen dateren van eind 2003. Een kwantitatieve update per dossier in 2006 zou veel tijd kosten. In 2006 is per dossier een “update”-paragraaf toegevoegd, met een samenvatting van de belangrijkste ontwikkelingen sinds de oorspronkelijke berekeningen.

## 2. Het Cascademodel in de Waddenzeediscussie

In de Waddenzeediscussie was het jarenlang niet mogelijk wetenschappelijke consensus te bereiken over de effecten van een aantal veelbesproken menselijke activiteiten als schelpdiervisserij, gaswinning en recreatie. Vanwege de complexiteit van het ecosysteem zijn wetenschappers en kennisinstututen – zoals gebruikelijk – min of meer gespecialiseerd in een gedeelte daarvan, bijvoorbeeld vis, schelpdieren of morfologie. Ecologen werken daarom vaak in teamverband; zo kan het effect van één menselijke activiteit op alle compartimenten van het ecosysteem in kaart worden gebracht. Lastiger wordt het om een team samen te stellen dat de effecten van verscheidene menselijke activiteiten in kaart gaat brengen. En het hoogtepunt van complexiteit is om de effecten van verschillende activiteiten op het ecosysteem te willen inschatten.

Als echter de effecten van menselijk ingrepen niet met elkaar worden vergeleken, is er geen inzicht in welke activiteiten met prioriteit beperkt of gestimuleerd zouden moeten worden. En geen inzicht in prioriteit van wetenschappelijk onderzoek.

Daartoe is een ecologisch risicoanalysestelsel ontwikkeld: het Waddencascademodel (figuur 1). Hiermee kunnen de effecten van menselijke ingrepen op het waddenecosysteem met elkaar worden vergeleken doordat zij worden herleid tot één grootheid.

Het Cascademodel brengt wetenschappelijke disciplines bij elkaar. Voor een aantal ingrepen in de Waddenzee is in de loop van 2003 een op wetenschappelijke gegevens gebaseerd dossier samengesteld en zijn de eerste “scores” toegekend. In januari 2004 vond er een bijeenkomst plaats – het zogenaamde Fryske Akademy Beraad – van 25 waddendeskundigen die een volgorde aanbrachten in de mate waarin vijftien menselijke activiteiten het ecosysteem van de Waddenzee beïnvloeden. Op deze schaal was dat nog niet eerder gedaan.

In de winter van 2003 op 2004 is het model inhoudelijk ontwikkeld op basis van literatuuronderzoek en ongeveer 150 interviews. De genoemde begeleidingscommissie (prof. W.J. Wolff, dr. B.J. Ens, dr. H.J. Lindeboom en dr. A.P. Oost) voorzag de opzet en eerste resultaten van commentaar. Dit alles heeft geresulteerd in gekwantificeerde dossiers voor acht activiteiten (zie 2.2 voor de samenvatting en de hoofdstukken 4-11 voor de afzonderlijke dossiers).

Figuur 1: Het Waddencascademodel: ecologische "ringen" en de invloed van verschillende ingrepen (Bron: IMSA Amsterdam)



Deze resultaten zijn ter beschikking gesteld aan de deelnemers van het Fryske Akademy Beraad (januari 2004; zie 2.3 voor de gezamenlijke bevindingen).

## 2.1. De theorie achter het Waddencascademodel

Het model beoogt menselijke activiteiten te inventariseren en hun relatieve effecten op het waddenecosysteem te objectiveren. Het is een communicatiemodel dat als basis dient voor een wetenschappelijke discussie. De benaming “cascade” drukt uit dat het wad ecologisch gezien uit *een serie lagen van onderlinge afhankelijkheden* bestaat. Het bestaat bij de gratie van een aantal systemen die in vijf opeenvolgende ringen kunnen worden beschreven.

Hoofdstuk 3 gaat dieper in op de rekenmethodiek.

De essentie van het waddengebied is een systeem van periodiek droogvallende platen en kwelders, de bodemdynamiek (ring 1). Dat is de basis voor de volgende ring, die weer bepalend is voor de daaropvolgende ring, etc. De tweede ring is het aquatische leven ofwel de zogenaamde primaire productie van fytoplankton en zooplankton en de dieren die daarop foerageren, zoals vis en garnalen. In de derde ring vinden we het bodemleven. Dit betreft alles wat op en in de bewegende bodem op het plankton foerageert, zoals schelpdieren en wadpieren. In de vierde ring vinden we de spectaculaire fauna van het wad, de vogels en zeehonden, die wederom van de voorgaande ringsystemen leven. De vijfde ring omarmt deze vier ringen. Dit is de ring waarin de mens van het wad geniet door er te (kunnen) zijn: de belevingswaarde. Voor de duidelijkheid: het gaat hier alleen om de effecten op het ecosysteem. Economische factoren, nut en noodzaak van een activiteit of emotionele en/of principiële argumenten vallen buiten het model.

Buiten de vijf schillen staan de (menselijke) activiteiten genoemd die, afhankelijk van hun invloed op het ecosysteem (de ringen), een hogere of lagere getalswaarde toegekend krijgen.

De activiteiten die in de figuur zijn weergegeven, zijn beschreven zoals ze nu (anno 2003-2004) plaatsvinden of zouden kunnen plaatsvinden volgens een realistisch scenario. Interviews met waddenexperts liggen hieraan ten grondslag. Deze beschrijvingen, de dossiers, zijn deels kwantitatief en deels kwalitatief, en vormen de basis voor een wetenschappelijke discussie over de toelaatbaarheid van activiteiten in de Waddenzee.

De ingrepen in het gebied bestaan uit exogene factoren (rood aangegeven), gebiedsgebonden gebruik (grijs) en gebruik dat, naar keuze, al dan niet wordt toegelaten (lichtgroen). De spaken in de figuur geven aan dat ingrepen invloed op elke ring kunnen hebben. *Het model rekent op systematische en uniforme wijze de invloed van de ingrepen om naar scores per ring en een totaalscore.* Daartoe zijn per ring indicatoren gedefinieerd (oppervlakte aan droogvallende platen, vis, vogels, zeehonden e.d.), die in de ringen zijn aangegeven.

Van elke ingreep wordt in kaart gebracht in welke mate deze invloed heeft op de indicatoren. Daarbij wordt rekening gehouden met de doorwerking van de ingrepen op *drie verschillende dimensies*: het oppervlak waarop de ingreep invloed heeft (0-100% van het Nederlandse waddengebied), de duur van de invloed (0-1 eeuw) en de intensiteit van de invloed (0 = geen invloed, 1 = totale vernietiging).

In overleg met de begeleidingscommissie zijn aan de indicatoren en aan de ringen gewichtsfactoren toegewezen. Daardoor is het mogelijk om aan allerlei verschillende ingrepen een score toe te kennen en de scores met elkaar te vergelijken. Dit drukt uit hoe zwaar een ingreep doorwerkt op het waddenecosysteem. De gegevens waarop de berekeningen zijn gebaseerd zijn vastgelegd in dossiers die IMSA heeft opgesteld in nauwe samenwerking met de begeleidingscommissie. In de hoofdstukken 4 tot en met 11 worden de belangrijkste dossiers uitvoerig besproken. Daarbij wordt de stand van het onderzoek medio 2004 weergegeven, terwijl een afsluitende paragraaf het commentaar en eventuele ontwikkelingen sindsdien (tot 2006) weergeeft.

## 2.2. Resultaat volgens de dossiers

Als voorbeeld volgt hier de berekening van de ingreep Klimaatverandering (gedefinieerd als temperatuurstijging).

Deze zal ongeveer 21 km<sup>2</sup> plaatoppervlak (1,8% van het totale waddenoppervlak) geleidelijk (duurscore 0,5) totaal doen verdwijnen (intensiteit 1).

Score voor ring 1 (wadplaten):  $1,8\% \times 0,5 \times 1 = 0,009$ .

Deze maakt 1/5e uit van de totaalscore (vijf ringen, elk even zwaar gewogen):

subscore  $1/5 \times 0,009 = 1,8 \times 10^{-3}$ .

Omdat we geen gegevens hebben over de invloed van klimaatverandering op het aquatisch leven stellen we het effect op ring 2 op 0.

Als er wadplaten verdwijnen, verdwijnt ook een deel van het bodemleven, wat een score

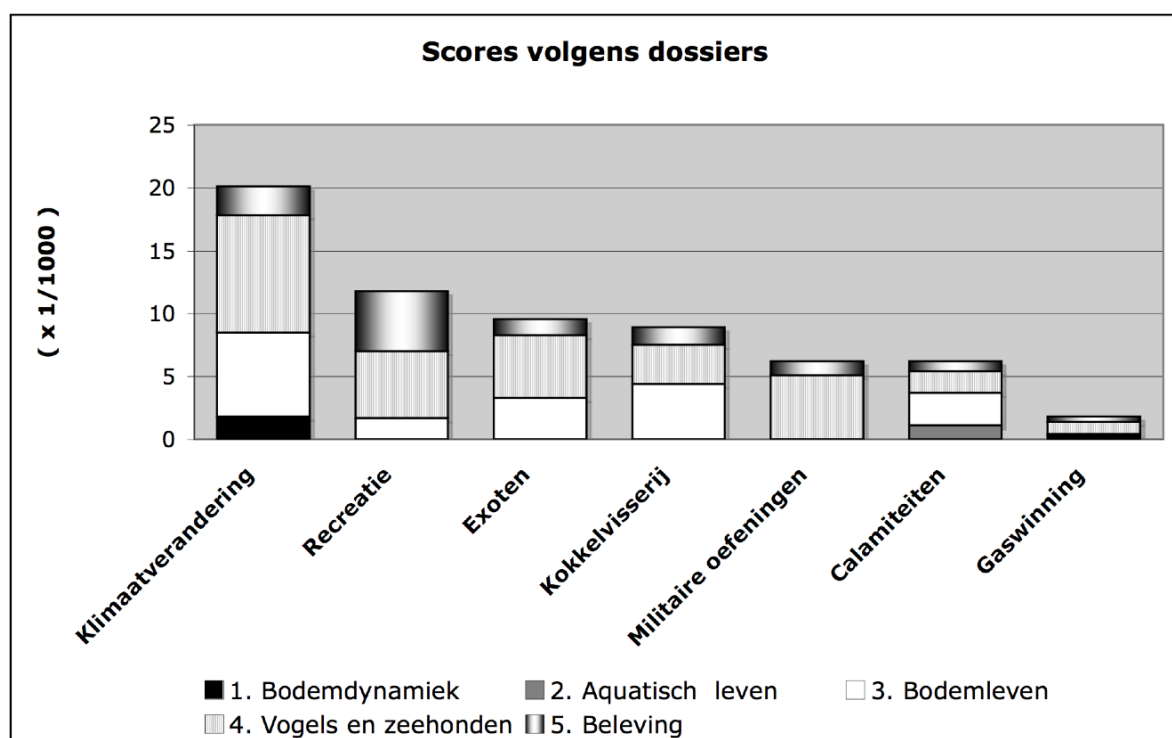
van  $6,7 \times 10^{-3}$  oplevert op ring 3.

Dat heeft weer effect op de vogelpopulaties: een score van  $9,3 \times 10^{-3}$  op ring 4.

En omdat daarmee een deel van de natuurwaarde verdwijnt, telt dat door in ring 5, de belevingswaarde: score  $2,3 \times 10^{-3}$ .

Totaal over de ringen resulteert daarmee een score van ruim  $20 \times 10^{-3}$ .

Niet van elke ingreep zijn dossiers gemaakt, deels vanwege tijdgebrek, maar vooral vanwege het niet beschikbaar zijn van voldoende gegevens. Toepassing van de methodiek op de beschikbare dossiers leverde de volgende resultaten op (stand ultimo 2003).



Figuur 2: Scores volgens dossiers

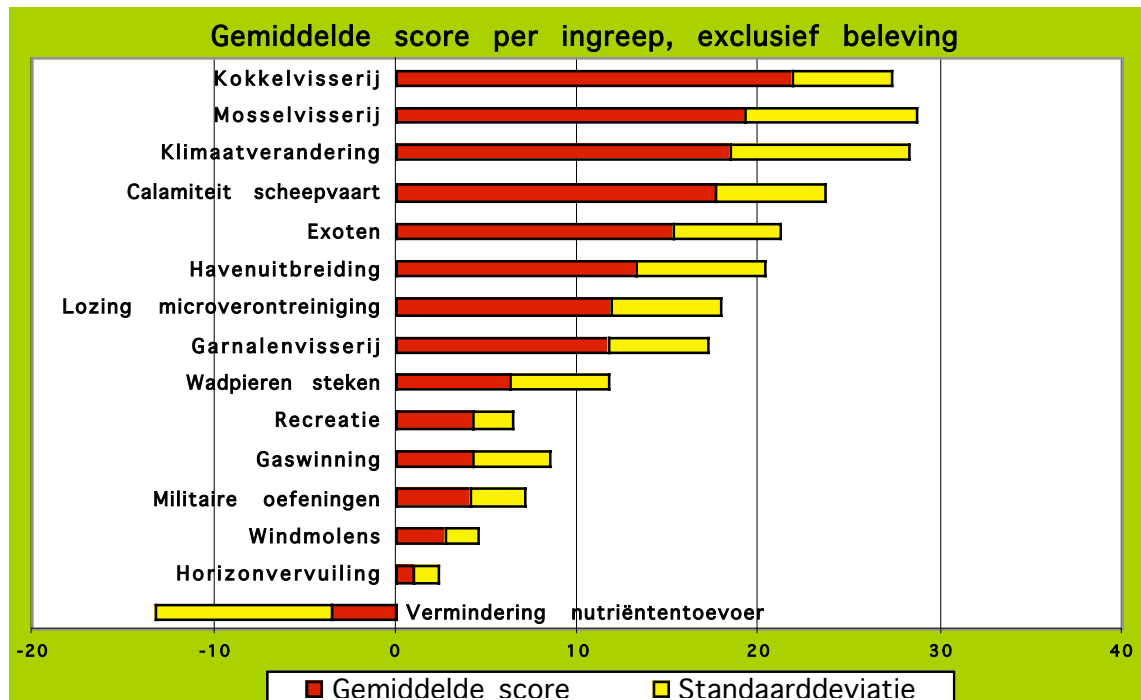
### 2.3. Fryske Akademy Beraad: toetsing van het Waddencascademodel

Op 15 januari 2004 werden dertig waddenexperts van alle relevante onderzoeksinstituten, universiteiten en ministeries uitgenodigd voor een formeel beraad. Uit de schelpdiersector waren de meeste genodigden niet aanwezig, hetgeen tot enige vertekening van de resultaten kan hebben geleid.

Het beraad vond plaats in de Fryske Akademy te Leeuwarden. Doel van dit Fryske Akademy Beraad was om de activiteiten uit de dossiers te bediscussiëren en te scoren naar hun relatieve effecten op het waddeneecosysteem. De essentie van de resultaten is dat aldus een beeld wordt verkregen van de wetenschappelijke consensus over de relatieve effecten van activiteiten op het wad.

Op de workshop kenden de aanwezige experts per ring een score toe aan de diverse ingrepen. Door van de scores gemiddelde en spreiding te bepalen, ontstond een rangorde in invloed en een indruk van de onzekerheden daarin. Rangorde, onzekerheden en discussies zijn samengevat in het workshoprapport (IMSA 2004, Verslag Fryske Akademyberaad). Voelden deelnemers zich onvoldoende expert om een bepaalde ingreep te duiden, dan werd een vraagteken gezet in plaats van een score.

In figuur 3 zijn de eindresultaten weergegeven. De rode balken zijn de totaalscores per activiteit, gemiddeld over alle deelnemers. Deze zijn overigens gebaseerd op de eerste vier ringen, tezamen het fysieke ecosysteem. Tijdens de discussie is namelijk besloten om de scores op ring vijf, de belevingswaarde, apart weer te geven. De aanwezigen waren van mening dat zij hierin onvoldoende wetenschappelijk inzicht hadden.



Figuur 3: Gemiddelde score per ingreep, met standaarddeviatie

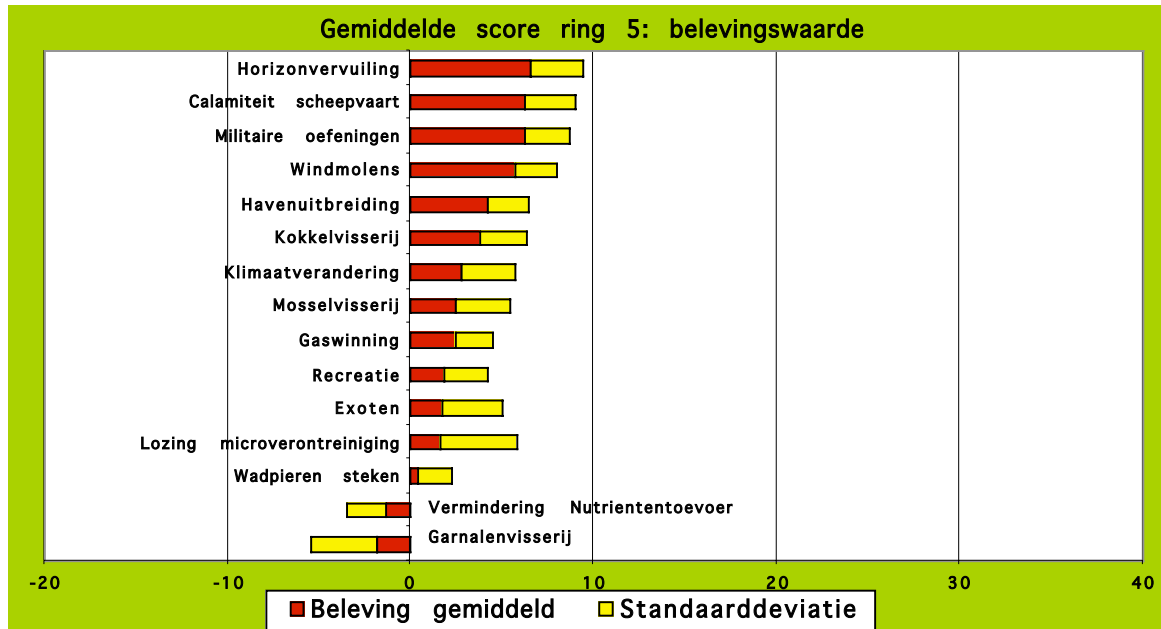
De gele balk in figuur 3 geeft de standaardafwijking. Zo is te zien dat over de effecten van de kokkelvisserij meer consensus bestaat dan over die van klimaatverandering.

De belangrijkste aanbeveling die IMSA Amsterdam naar aanleiding van dit beraad heeft gedaan aan de Adviesgroep Waddenzeebeleid is de volgende.

*Vanuit het oogpunt van efficiënt natuurbeheer (exclusief belevingswaarde) moet bij zowel onderzoek, beleidsvorming als regulering de meeste aandacht uitgaan naar activiteiten met grote invloed op het ecosysteem. Dit zijn de kokkelvisserij, de mosselvisserij, klimaatverandering, calamiteiten in de scheepvaart en toename/uitbreiding van exoten (Japanse oester).*

Bij de activiteiten met een gemiddelde invloed (havenuitbreiding, lozing van microverontreinigingen, garnalenvisserij en wadpieren steken) is het van belang dat er méér onderzoek wordt gedaan, om zodoende de onzekerheden te verkleinen en beter zicht te krijgen op de invloed ervan.

Activiteiten met een relatief lage invloed zijn horizonvervuiling, windmolens, gaswinning, militaire oefeningen, recreatie en vermindering van de nutriëntentoevoer.



Figuur 4: Gemiddelde scores voor ring 5 uit het Waddencascademodel (belevingswaarde) en bijbehorende standaarddeviatie

## 3. Het Cascademodel: de methodiek

### 3.1. Systeemgrenzen

Het model gaat over de invloed van menselijke ingrepen op het natuurgebied de Waddenzee (ofwel: het Waddenzee-ecosysteem). We willen de effecten van deze ingrepen in kaart brengen en naar hun ernst rangschikken. Het natuurgebied Waddenzee wordt omschreven in de derde PKB-Waddenzee.

Concreet betekenen deze systeemgrenzen het volgende.

- Alle ingrepen die in het voorbereidende onderzoek meer dan eens door geïnterviewden zijn genoemd of die in de PKB-Waddenzee zijn genoemd, worden in beginsel meegenomen.
- Ingrenen die buiten het PKB-gebied plaatsvinden, maar er belangrijk in doorwerken, worden meegenomen (de zogenaamde externe werking uit de PKB).
- Ingrenen worden beoordeeld op hun effect (negatief zowel als positief) op het complete ecosysteem van de Waddenzee, dus:
  - effecten op het fysieke ecosysteem, te weten alle (wezenlijke en wetenschappelijk onderbouwde) doorwerkingen van fysische, chemische en biologische aard (het is zaak hiervoor de juiste indicatoren te vinden; zie hieronder)
  - effecten op de belevingswaarde van het ecosysteem voor de mens.

Er is discussie in de literatuur over de vraag of de belevingswaarde tot de ecosysteme-effecten moet worden gerekend. Aangezien dit aspect een onderdeel is van het collectieve goed (het natuurgebied) en in de discussies over de Waddenzee zo'n duidelijke rol speelt, is het onontkoombaar het mee te nemen. De Raad voor het Landelijk Gebied onderstreept dit.

Het model gaat uitsluitend over de *ecologische* effecten van ingrepen en dus niet over het (al dan niet economisch waardeerbare) nut ervan voor de menselijke samenleving. Het richt zich daardoor dus niet op een prioriteitenstelling tussen ingrepen, want daarvoor moeten de effecten op het ecosysteem worden afgewogen tegen het nut van de ingrepen. Dit is wel een volgende stap, die apart onderzoek vereist.

### 3.2. Grondslagen van de methodiek

Uit het voorgaande volgen de voorwaarden die we aan de methodiek moeten stellen.

- Ze moet voor elke van de te beoordelen menselijke ingrepen een – liefst kwantitatieve – score geven, zodat een rangorde ontstaat.
- Zowel negatieve als positieve uitwerkingen van een ingreep moeten erin opgenomen kunnen worden.
- Ze moet recht doen aan alle belangrijke karakteristieken van het waddenecosysteem (inclusief de belevingswaarde).
- Ze moet transparant zijn, in die zin dat duidelijk is welke aannames en keuzes aan de scores per ingreep ten grondslag liggen.
- Ze moet uitnodigen tot discussie.

Het werkingsgebied voor de in kaart te brengen menselijke ingrepen en hun effecten is, zoals gesteld, het (Nederlandse) deel van de Waddenzee als natuurgebied, zoals afgebakend door de PKB (2400 km<sup>2</sup> groot, waarvan de helft bestaat uit droogvallende platen; zie QSR 1999).

Uitgangspunt is dat de invloed van ingrepen wordt bepaald door vier aspecten, die we hieronder kort toelichten. Daarna leiden we de mathematische uitdrukking af voor het bepalen van de score per ingreep. Vervolgens gaan we dieper in op de manier waarop de diverse indicatoren worden geoperationaliseerd en geven we een concreet getallenvoorbeeld.

De vier aspecten zijn: *de onderdelen van het ecosysteem, de mate van invloed, de gewichtsfactoren en de duur van de invloed.*

- De *onderdelen van het ecosysteem* waarop een ingreep inwerkt. Dat zijn de volgende ringen (zie figuur 1: Het Waddencascademodel)<sup>2</sup>:
  1. de dynamiek van de wadbodem
  2. het aquatisch leven
  3. het bodemleven

---

<sup>2</sup> Er is dus geen aparte ring voor de waterkwaliteit. We gaan ervan uit dat een slechte waterkwaliteit tot uiting zou komen in de biologische indicatoren van ring 2 tot en met 4.

4. het niet-permanent aan bodem of water gebonden wadleven, met name vogels en zeehonden
5. de belevingswaarde.

We nummeren de ringen met de index  $i$ , lopend van 1 tot en met 5. Het gewicht dat we bij de bepaling van de totaalscore toekennen aan ring  $i$  geven we aan met het symbool  $G_i$ . De ringen hebben alle een gelijk gewicht, namelijk een vijfde.

- De *mate van invloed* van de ingreep op indicatoren per ring. Het symbool voor deze indicatoren is  $a_{ij}$ . De index  $i$  geeft de ring aan, de  $j$  staat voor de (nader te benoemen) indicatoren binnen een ring. Via deskresearch en gesprekken met deskundigen bepalen we in welke mate deze indicatoren door een ingreep worden aangetast. Het criterium voor aantasting is bij de morfologische grootheden in ring 1: verdwenen. Bij de organismen in ring 2 en 3: dood. Bij de vogels en zeehonden in ring 4: verstoord of uit de Waddenzee verjaagd. Bij ring 5: de menselijke beleving is verstoord. De mate van aantasting delen we door de omvang van de totale populatie of de totale verzameling van de betreffende indicator in de – ongestoorde – Waddenzee. De  $a_{ij}$  zijn dus relatieve getallen (fracties), die lopen van 0 (geen invloed) tot 1 (maximale invloed). Aangezien we er op voorhand van uitgaan dat de meeste menselijke ingrepen een zekere aantasting veroorzaken, is het teken van  $a$  positief bij aantasting. Het teken van  $a$  wordt dus negatief wanneer een ingreep een positieve invloed op het Waddenzee-ecosysteem heeft.
- De *gewichtsfactoren* van de indicatoren. Niet alle indicatoren hoeven even zwaar te wegen. We kennen daarom aan elke indicator een eigen gewichtsfactor  $g_{ij}$  toe. Deze gewichten zijn zo bepaald dat hun som per ring altijd 1 bedraagt. Een overzicht van de gewichtsfactoren staat in de box bij de volgende paragraaf.
- De *duur van de invloed* van de ingreep (symbool  $t$ ), ook hier per ring  $i$  en per indicator  $j$  toe te kennen. We stellen de maximale duur van een ingreep op honderd jaar (het maximale eindjaar staat dus op 2103)<sup>3</sup>. We maken onderscheid tussen repeterende en eenmalige ingrepen. De repeterende komen ieder jaar terug. Daarbij moet onderzocht worden in hoeverre ze het hele jaar door werken. Zo niet, dan moet we dit verdisconten door honderd jaar te vermenigvuldigen met dat deel van de jaarsperiode dat de in-

---

<sup>3</sup> Het is nodig om in een methodiek als de onderhavige een eindige tijdshorizon te kiezen. Anders gaan repeterende ingrepen (die ieder jaar terugkomen) vanzelf domineren boven de eenmalige (die eindig in duur en uitwerking zijn), ook als de eenmalige zeer ernstig en langdurig zijn. De gekozen tijdshorizon van honderd jaar lijkt lang genoeg om aan alle belangrijke effecten recht te doen.

greep normaal gesproken plaatsvindt. Bij eenmalige ingrepen moeten we de variatie van de ingreep over zijn werkingsperiode verdisconteren<sup>4</sup>. De duur van de ingreep drukken we uit als fractie van honderd jaar. Ook hier loopt de schaal daarom van 0 tot 1.

We kiezen als uitgangspunt dat de invloed per ingreep recht evenredig is met de factoren  $a$ ,  $g$  en  $t$ . De subscore per ring (index  $i$ ) ontstaat nu door, per indicator (index  $j$ ), de factoren  $a_{ij}$ ,  $g_{ij}$  en  $t_{ij}$  met elkaar te vermenigvuldigen en ze dan over  $j$  op te tellen. In formule wordt de uitdrukking voor de subscore  $S_i$  per ring dus:

$$S_i = G_i * \sum_j a_{ij} * g_{ij} * t_{ij}$$

Waarbij:

- $G_i$  = het gewicht van ring  $i$
- $a_{ij}$  = de ingreepindicatoren  $j$  in ring  $i$
- $g_{ij}$  = het gewicht van indicator  $a_{ij}$
- $t_{ij}$  = de periode dat indicator  $a_{ij}$  door de ingreep beïnvloed wordt.

Om de totaalscore te bepalen tellen we de subscores  $S_i$  per ring bij elkaar op.

De formule voor de totaalscore  $S$  per ingreep is zodoende:

$$S = \sum_i S_i = \sum_i \sum_j G_i * a_{ij} * g_{ij} * t_{ij}$$

$S$  is een dimensieloos getal. De maximumscore is 1. In dat geval is het hele Waddenzee-ecosysteem dood, verdwenen en/of verstoord, tenminste gedurende de komende honderd jaar.

Wij zijn ons ervan bewust dat veel aspecten van de hierboven geschetste methodiek enerzijds sterke vereenvoudigingen van de werkelijkheid zijn, anderzijds het product vormen van normatieve keuzen. Met name de keuze van de gewichten is zuiver normatief. Een ieder is dus vrij zijn eigen gewichten te kiezen. Wij hebben wel geprobeerd een – uit onze

---

<sup>4</sup> Bij een ingreep die een in de tijd variërende invloed uitoefent op het Waddenzee-ecosysteem, wordt de juiste uitdrukking voor de score per indicator (de integraal loopt over de volle honderd jaar):

$$S_{ij} = g_{ij} * \int a_{ij}(t) dt$$

In de praktijk zullen we deze integraal nooit precies uit kunnen rekenen, maar via een eenvoudige en transparante manier benaderen.

gesprekken met diverse deskundigen gedistilleerd – algemeen gevoel over het relatieve belang van de indicatoren in hun gewichten tot uitdrukking te brengen, maar gaan er geenszins vanuit dat iedere betrokkene het op dezelfde manier zou doen als wij.

### 3.3. Uitwerking van de methodiek en getallenvoorbeeld

We gaan hieronder dieper in op de wijze waarop we de scores voor de aantasting per ring concreet bepalen. Dat betekent: het benoemen van de indicatoren *a* en hun gewichtsfactoren *g*. We bespreken ze per ring en geven getallenvoorbeelden aan de hand van een denkbeeldige ingreep. Een overzicht van de indicatoren en gewichtsfactoren staat in de volgende overzichtstabel.

Overzichtstabel gewichtsfactoren en indicatorsoorten

Ringen	Ring-gewicht	Indicatoren per ring + criteria	Gewichten indicatoren
1. Bodem (platen, kwelders, geulen)	1/5	Platen: oppervlak (1199 km <sup>2</sup> ) Kwelders: oppervlak (82 km <sup>2</sup> )	0,5 0,5
2. Waterleven	1/5	Fytoplankton: biomassa/dood Zooplankton: biomassa/dood Vis: biomassa/dood of weg	0,33 0,33 0,33
3. Bodemleven	1/5	Zeegras: biomassa/dood Mosselen: biomassa/dood Kokkels: biomassa/dood Wormen: biomassa/dood Kweldervegetatie: biomassa/dood	0,2 0,2 0,2 0,2 0,2
4. Vogels en zeehonden	1/5	Vogels: aantallen/dood of weg. Soorten: ▪ eidereend (karakteristiek) ▪ scholekster (karakteristiek) ▪ kanoet (karakteristiek, winter) ▪ wulp (schuw) ▪ zilverplevier (hoge wad) Zeehonden: grijs en gewoon, aantallen/dood of weg	0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,5
5. Belevingswaarde	1/5	Aantallen "verstoorde" mensen, door ervaring van: ▪ niet schoon water/lucht ▪ geen open horizon ▪ geen rust ▪ verminderde ecologische rijkdom: score ring 4	0,25 0,25 0,25 0,25

#### Ring 1: De dynamiek van de wadbodem

Met de dynamiek van de wadbodem bedoelen we: de interactie van water en sediment waardoor het stelsel van droogvallende platen en kwelders in stand blijft. Zonder platen en kwelders zou het unieke karakter van de Waddenzee verloren gaan. We gaan er dus vanuit dat het areaal aan droogvallende platen en kwelders de beste maat vormt voor deze



dynamiek. Als indicatoren voor het effect van een ingreep in ring 1 kiezen we dan ook de afname van het plaat- en kwelderareaal ten opzichte van het totaal. Dit alles voor het Nederlandse deel van de Waddenzee (PKB-gebied). Het totale Nederlandse plaatareaal stellen we op grond van Louters (1994) op 1199 km<sup>2</sup> en het totale Nederlandse kwelderareaal op 82 km<sup>2</sup> (Dijkema, 2003). We geven platen en kwelders gelijk gewicht, dus allebei de factor 0,5. De ring als geheel geven we, zoals eerder gesteld, gewicht 1/5.

### **Rekenvoorbeeld, aan de hand van een denkbeeldige ingreep**

Indien de ingreep, gedurende dertig jaar, voor een verlies van honderd km<sup>2</sup> aan platen en tien km<sup>2</sup> aan kwelders zorgt, wordt de subscore voor ring 1:

$$S_1 = 1/5 \times 30/100 \times (0,5 \times (100/1199) + 0,5 \times (10/82)) = 1/5 \times 30/100 \times 0,10 = 0,006$$

De factor 1/5 staat hierbij voor het gewicht van de ring, de factor 30/100 voor de werkingsduur van dertig jaar op de maximale periode van honderd jaar en de factoren 0,5 voor het gewicht van de platen en de kwelders binnen de ring.

### **Ring 2: Het aquatische leven**

Wat in deze ring de invloed van een ingreep bepaalt, zijn het voorkomen en de gezondheid van biota die gebonden zijn aan de waterfase. We kiezen als indicatoren hier de invloed van de ingreep op de biomassa van de populaties (drooggewicht) aan fytoplankton, zoöplankton en vis. Dit opnieuw ten opzichte van de totale Waddenzee populaties. We kennen ze alle gelijk gewicht toe (ieder dus een derde). We zullen zo veel mogelijk de relatieve invloed van ingrepen op deze populaties bepalen, zodat we de totale biomassagegevens niet nodig hebben. De ring als geheel geven we gewicht 1/5.

### **Rekenvoorbeeld**

Indien onze ingreep gedurende twintig jaar zorgt voor afname van 15% van de totale Waddenzeebiomassa aan fytoplankton, 30% van de zoöplanktonbiomassa en 3% van de visbiomassa, wordt de subscore voor ring 2 (afgerond):

$$S_2 = 1/5 \times 20/100 \times (0,33 \times 0,15 + 0,33 \times 0,30 + 0,33 \times 0,03) = 1/5 \times 20/100 \times 0,16 = 0,006$$

De factor 1/5 staat wederom voor het gewicht van de ring, de factor 20/100 voor de werkduur van twintig jaar op de maximale periode van honderd jaar en de factoren 0,33 voor het gewicht van fytoplankton-, zoöplankton- en vispopulaties binnen de ring.

### Ring 3: Het bodemleven

Hier bepalen we de invloed van een ingreep op het voorkomen en de gezondheid van bodemgebonden organismen. Als indicatoren hanteren we: zeegras, mosselen, kokkels, wormen en de kweldervegetatie (elk met gewicht 0,2). Opnieuw bepalen we de invloed van de ingreep ten opzichte van de totale biomassa van deze indicatoren, behalve bij het zee-gras, waar we uitgaan van een oppervlaktemaat. Om de invloed van ingrepen gemakkelijker te kunnen berekenen, gaan we in het algemeen uit van een gelijkmatige verspreiding van de indicatororganismen in de Waddenzee<sup>5</sup>. De ring als geheel krijgt opnieuw gewicht 1/5.

### Rekenvoorbeeld

Indien de ingreep gedurende twintig jaar zorgt voor afname van 10% van de totale wormenbiomassa, 3% van de mosselbiomassa, 2% van de kokkelbiomassa en 0,5% van het oppervlak aan zeegras in de Waddenzee, bedraagt de subscore (afgerond):

$$S_3 = 1/5 \times 20/100 \times (0,25 \times 0,10 + 0,25 \times 0,03 + 0,25 \times 0,02 + 0,25 \times 0,005) = \\ 1/5 \times 20/100 \times 0,04 = 0,0016$$

### Ring 4: Vogels en zeehonden

We stellen dat het voorkomen van zeehonden even belangrijk is als dat van (alle) vogels. Beide krijgen dus gewichtsfactor 0,5. Bij de zeehonden kiezen we het aantal individuen van de subpopulaties van de grijze en de gewone zeehond tezamen als indicator. Bij de vogels kiezen we, om praktische redenen, als indicatorsoorten: eidereend (reden: karakteristieke soort), scholekster (reden: karakteristieke soort), kanoetstrandloper (reden: karakteristieke soort; wintergast), wulp (reden: erg schuwe vogel) en zilverplevier (reden: typische vogel van het hoge wad). Ook bij de vogels gaat het om aantallen individuen<sup>6</sup>. Opnieuw gaan we om de invloed van ingrepen te berekenen uit van een gelijkmatige ver-

<sup>5</sup> Dit is een gerechtvaardigde aanname, zolang de verspreiding van de beschouwde ingrepen een flink deel (enige procenten) van de Waddenzee bedraagt. Dit is in het algemeen het geval.

<sup>6</sup> Over de keuze van indicatorsoorten is naderhand veel discussie ontstaan; zo zouden er herbivore en visetende vogels bij moeten zitten teneinde alle trofische niveaus van het systeem mee te nemen.



spreiding van deze indicatororganismen in de Waddenzee. Alle vogelsoorten kennen we gelijk gewicht toe, dus ieder 0,10. De ring als geheel krijgt eveneens gewicht 1/5.

### Rekenvoorbeeld

Indien de ingreep gedurende vijftien jaar zorgt voor afname van 4% van het totale zeehondenbestand, 10% van de eidereenden en 2% van de scholeksters in de Waddenzee, draagt de subscore (afgerond):

$$S_4 = 1/5 \times 15/100 \times (0,5 \times 0,04 + 0,1 \times 0,10 + 0,1 \times 0,02) = 1/5 \times 15/100 \times 0,03 = 0,0009$$

### Ring 5: De belevingswaarde

We hebben uit de voorbereidende gesprekken de volgende indicatoren voor de belevingswaarde van de Waddenzee gedistilleerd: de ervaring van schoon water en schone lucht, zichtbare ecologische rijkdom (aangegeven door de aanwezigheid van wadvogels en zeehonden), een open horizon (geen visuele verstoring) en rust. Bij ecologische rijkdom wordt de indicator uit ring 4 ingevuld. Bij de andere indicatoren bepalen we welk deel van het oppervlak van de Waddenzee (PKB-gebied) door de mens als verstoord kan worden gezien. Bij lucht- en waterkwaliteit zijn dat respectievelijk een onaangename geur en zichtbare verontreiniging van het water (afval, algenmatten e.d.) Bij de open horizon wordt de zichtbaarheid bij gemiddelde weerscondities van door mensen gebouwde objecten beoordeeld. Bij de rust is het de hoorbaarheid van mensen en menselijke objecten. Om de invloed van ingrepen te berekenen gaan we uit van een gelijkmatige verspreiding van de mens in de Waddenzee. Elke indicator geven we hier gelijk gewicht, dus 0,25 per component. De ring als geheel krijgt eveneens gewicht 1/5.

### Rekenvoorbeeld

Indien een ingreep de water- en luchtkwaliteit onaangetast laat, maar gedurende dertig jaar zorgt voor visuele verstoring in 10% van de Waddenzee, rustverstoring in 25% van de Waddenzee en in ring 4 (de ecologische rijkdom) de score van 0,0009 heeft, bedraagt de subscore:

$$S_5 = 1/5 \times 30/100 \times (0,25 \times 0,10 + 0,25 \times 0,25) + 0,25 \times 0,0009 = 0,0055$$



Indien alle hierboven berekende scores inderdaad bij een ingreep zouden behoren, kunnen we alle scores uit ring 1 tot en met 5 bij elkaar optellen tot de volgende totaalscore (afgerond):

$$S = 0,006 + 0,006 + 0,0016 + 0,0009 + 0,0055 = 0,02$$

Je zou dus kunnen zeggen dat deze ingreep 2% van het Waddenzee-ecosysteem gedurende de totale periode van honderd jaar aantast. Doordat het percentage betrokken is op de gehele Waddenzee en de gehele periode van honderd jaar, is hier sprake van een ingreep met zeer grote invloed, ook al lijkt 2% niet erg veel.

Aangezien de precisie van de methode natuurlijk niet bijzonder groot is (waarschijnlijk heeft de uitkomst een marge van een factor 2), is het beter te zeggen dat ongeveer 2% van de Waddenzee aangetast wordt.

We gaan hier in de regel niet uit van synergie tussen de ingrepen, anders wordt het proces onwerkbaar ingewikkeld. Maar doordat de meeste ingreepscores klein zullen zijn, zal het in de praktijk wel mogelijk zijn ze op te tellen om bij benadering combinatiescenario's te maken.

### 3.4. Bronnen

1. Dijkema, K., 2003: Persoonlijke mededeling op grond van een inventarisatie van de kwelderarealen in de vegetatiekaarten 1996-2003 van de Meetkundige Dienst, 29-9-2003
2. Louters, 1994: T. Louters en F. Gerritsen, Het mysterie van de Wadden, Rapport RIKZ-94.040, 1994
3. QSR, 1999: F. de Jong et al., Waddenzee Quality Status Report, RIKZ, 1999



## 4. Dossier Calamiteiten

### 4.1. Afbakeningen

Voor deze ingreep nemen wij een grootschalige olielozing als voorbeeld. Wij gaan uit van een worst-case-scenario om de maximale schade te kunnen berekenen en rangschikken. Het scenario is wel plausibel, zoals blijkt uit het onderstaande.

We gaan uit van een grootschalige lozing van meer dan 30.000 ton ruwe (zware) olie, precies voor een zeegat in het Nederlandse deel van de Waddenzee. Zo'n (relatief) grote lozing is het "maatgevende scenario" in de Nota Bestrijding milieubedreigende stoffen Noordzee 2000-2010 van V&W.[4] Verder gaan we uit van noordenwind en vloed. Hierdoor vloeit alle olie door het zeegat in de komberging en bedekt daar het hele oppervlak. Wij gaan ervan uit dat dit tijdens de winter plaatsvindt, waardoor de olie moeilijk biologisch afbreekbaar is.

Gemiddeld gebeuren er 24 ernstige ongevallen per jaar in het Nederlandse deel van de Noordzee. Het is een van de intensiefst bevaren zeeën ter wereld. Enkele statistieken: bij deze ongevallen betreft het tien aanvaringen tussen schepen en bijna drie aanvaringen van een schip met een boorplatform of een boei; 4,5 keer strandt een schip op de Nederlandse kust; 2,2 keer breekt er brand uit of is er sprake van een explosie; 4,1 schip zinkt. Door deze ongevallen treedt er gemiddeld 0,6 keer per jaar een aanzienlijke schade voor het milieu op.

Meestal leiden meerdere factoren tegelijk tot een ongeval. In 65% is er (mede) sprake van menselijk falen; in 50% zijn vaartechnische oorzaken relevant; in 35% spelen slechte weersomstandigheden een rol en in 20% is er sprake van gebreken aan schip en/of lading. De kans dat een schip op het Nederlandse deel van de Noordzee een ongeval krijgt is één op de 7000 reizen. De kans op een olieramp met meer dan 30.000 ton olie is eens in de veertig jaar. Deze risicoanalytische beschouwing is gebaseerd op berekeningen met behulp van het MANS-instrumentarium in het kader van het POLSSS-project (Policy for Sea Shipping Safety) uitgevoerd door het Directoraat-generaal Goederenvervoer van V&W.[4] De kans op een olieramp met meer dan 50.000 ton olie is eens in de 200 jaar.[1]

## 4.2. Omschrijving doel ingreep

Niet van toepassing

## 4.3. Toegepaste technologie

Niet van toepassing

## 4.4. Randvoorwaarden

Een aantal factoren bepaalt hoe groot de effecten van een grootschalige lozing zijn. De soort olie bepaalt hoe snel die verdampt of door natuurlijke menging in de waterkolom terechtkomt. Zware of “dikke” olie blijft langer op het wateroppervlak drijven dan lichte, en kan daarom langer schade aanrichten aan vogels en ander zeedieren.[2] Verder heeft zware olie een hoog gehalte aan toxische PAK's (polycyclische aromatische koolwaterstoffen) en een hoge persistentie in het milieu, d.w.z. dat hij langzaam verdampt en biologisch moeilijk afbreekbaar is. Lichte olie komt eerder in de voedselketen terecht en heeft daarom op de langere termijn groter nadeel. De weeromstandigheden bepalen of de olie sneller (bij storm, sterke windkracht) of langzamer (bij rustig weer) met het zeewater mengt. Dit bevordert de afbraak, maar ook de opname van olie door organismen. Bij koud weer wordt de natuurlijke afbraak geremd. Afhankelijk van de groep organismen zijn er extra gevoelige perioden aan te wijzen (bijvoorbeeld de broedtijd).[10]

Olielozingen hebben verschillende effecten op het ecosysteem (zie boven). In het algemeen is het moeilijk deze te beschrijven en te kwantificeren. Dit geldt in het bijzonder voor indirecte en vertraagde effecten. Gebrek aan onderzoeksdata, vergelijkingsmateriaal en variërende onderzoeksmethoden maken het ingewikkeld om de ecologische schade te schatten.

Een belangrijke factor voor de intensiteit van het effect zijn de eigenschappen van het betreffende gebied. Een aantal bronnen noemt de Waddenzee bijzonder kwetsbaar voor olievervuiling.[1][7][10] In [13] is op basis van de persistentie van olie een *vulnerability index* (1 = lage t/m 10 = hoge kwetsbaarheid) voor verschillende gebieden berekend. De Wad-

denzee, kwelders en mangroven (score van 9 en 10) zijn de kwetsbaarste gebieden, met een gemiddelde hersteltijd van vijf tot tien jaar (grove schatting). Bij een olieramp in de Waddenzee moet op een hersteltijd van circa tien jaar gerekend worden.[14]

Zelfs kleine olielozingen kunnen in de Waddenzee desastreuze gevolgen hebben (zoals de scheepsramp met de Pallas voor het Duitse waddeneiland Amrum in 1998.[6] Bij een lozing in het waddegebied wordt de olie door de graafactiviteiten van bodemdieren en door al bestaande gangen in de bodem gebracht. Door zuurstofgebrek breekt hij daar maar heel langzaam af en heeft lange tijd schadelijke uitwerkingen op het bodemleven. Zonder de graafactiviteiten van de bodemdieren (bioturbatie), ontstaan een stabiele gelaagdheid van de bodem en anaerobe omstandigheden. Het wad kan dan lange tijd niet worden herbevolkt.[8] De grote gevoeligheid van het wad voor olievervuiling is een functie van de hoge ecologische rijkdom van het gebied. Een groot aantal organismen gebruikt het als broed- en rustplaats, als voedselbron etc. Bovendien kan op het wad de olie niet op natuurlijke mechanische manier (door de golfbeweging) worden verwijderd.[9]

De Nota Bestrijding Milieubedreigende Stoffen Noordzee 2000–2010 [4] geeft verder aan dat de juiste middelen ontbreken om olieverontreinigingen te bestrijden in kwetsbare, ondiepe kustgebieden zoals de Waddenzee. Ook constateert men dat veel tijd verloren gaat tussen het moment waarop een olieverontreiniging wordt opgemerkt en dat waarop men met de bestrijding begint, met name in gebieden nabij de Waddenzee.

#### **4.5. Tijdsgedrag**

##### **Tijdelijk of permanent**

Tijdelijk.

##### **Bij permanent: frequentie ingreep**

Niet van toepassing

## Duur ingreep

Het POLSSS-onderzoek heeft aangetoond dat een grootschalige scheepsramp in het Nederlandse deel van de Noordzee eens in de veertig jaar voorkomt. Voor onze berekeningen gaan wij ervan uit dat een ongeluk zoals beschreven in ons scenario eens in de honderd jaar voorkomt.

### Aangenomen scenario 21e eeuw

Toenemende scheepvaartactiviteiten aan de ene kant en verbeterde veiligheidsmaatregelen aan de andere kant maken bovenstaande gegevens aannemelijk. De trend is dat het aantal scheepsongevallen op de Noordzee de laatste jaren gelijk blijft, terwijl het aantal scheepsbewegingen blijft groeien. De voornaamste oorzaak blijkt de menselijke factor te zijn.[4]

## 4.6. Ruimtelijke verspreiding ingreep in Waddenzee

We gaan ervan uit dat de grootschalige olielozing een gehele komberging vervuult en dat (vrijwel) alle effecten ook tot die komberging beperkt blijven. Alle platen in de komberging worden met olie bedekt. Een gemiddelde komberging heeft een oppervlakte van 300 km<sup>2</sup>. [11]

## 4.7. Omschrijving aard ingreep en schatting subscores per ring

### Algemeen

Olielozingen hebben verschillende effecten op het Waddenzee-ecosysteem en zijn organismen (vogels, zehonden etc.). [2] Deze zijn zowel direct als indirect: directe sterfte, fysiologische stress, minder voedselaanbod en verminderde habitatkwaliteit.

Die effecten worden door fysische en chemische processen veroorzaakt. Fysisch houdt in dat een dunne, kleverige oliefilm over flora en fauna komt te liggen; chemisch betreft de toxische eigenschappen van de oliecomponenten (PAK's, BTEX, etc.).

De duur van de effecten verschilt. Ook zijn ze niet allemaal even goed meetbaar. Door gebrek aan onderzoeksdata zijn sommige gegevens op schattingen gebaseerd.

## Ring 1: De dynamiek van de wadbodem

We nemen aan dat er geen invloed van betekenis is. Een dikke oliefilm zal het proces van sedimentatie en erosie zeker beïnvloeden, maar over het netto-effect zijn geen studies bekend.

*De score voor ring 1 is 0.*

## Ring 2: Het aquatische leven

De indicatorsoorten zijn: fytoplankton, zoöplankton en vis. Gewicht: elk 0,33.

Een grootschalige olielozing tast de indicatorsoorten voor het aquatische leven in verschillende mate aan. In [2] is te lezen dat een aantal studies een significant toxisch effect van de olie op met name de eieren en embryo's van vissen (zoöplankton) hebben aangetoond. Bepalend voor de omvang van het effect is vooral de concentratie PAK's. Deze zijn bijzonder persistent in dierweefsel en sediment. Al kleine hoeveelheden in de olie maken dat visseneieren niet uitkomen of mismaakte larven opleveren. Vissenlarven en zoöplankton zijn bovendien bijzonder kwetsbaar voor de effecten van olievervuiling, omdat ze zich aan het wateroppervlak bevinden en daar aan hoge concentraties olie zijn blootgesteld.[12] Volwassen vissen worden minder getroffen, omdat ze nauwelijks in aanraking komen met de hoge olieconcentraties aan het wateroppervlak.

Vooraf indirecte effecten spelen een belangrijke rol bij de invloed van olie op vispopulaties. Een lozing op een plaats waar zich veel vissenlarven ophouden kan een langdurige negatieve uitwerking op de hele visstand hebben.[1] Een groot aantal larven gaat direct dood en de rest krijgt genetische misvormingen. Onderzoek heeft aangetoond dat genetisch misvormde vissen veel minder gezonde larven produceren.[12] Ook is de overlevingskans van deze vissen verminderd. Ernstig is het effect op bodemvissen. Door de hoge persistentie van olie in het sediment nemen deze geregeld en over lange tijd olie in hun lichaam op. Dit beïnvloedt hun groei en voortplanting.[12] Bovendien tast de olie de bodemfauna ernstig en langdurig aan (zie ring 3). Deze dient als voedselbron. Het gebrek aan voedsel en de slechte kwaliteit ervan hebben een additioneel negatief effect op de vispopulatie. In het algemeen wordt de invloed op vissenlarven, visbestand en vissen als langdurig en ernstig beschreven.[2][8]

Wij gaan uit van een volledige herstel van de vispopulatie in tien jaar. Voor zoöplankton nemen wij een hersteltijd van drie jaar aan.

In tegenstelling tot de effecten op zoöplankton en vis beschrijft [5] de invloed op het fytoplankton als niet ernstig. Experimenten lieten geen directe negatieve invloed op de groei en de samenstelling zien. In het bijzonder onder winterse omstandigheden is de effect van olielozingen op het fytoplankton verwaarloosbaar.

De score voor ring 2 is:

$$\begin{aligned} & 1/5 \times 3/100 \times 300/2400 \times (0,33 \times 1) + 1/5 \times 10/100 \times 300/2400 \times (0,33 \times 1) = \\ & 0,3 \times 10^{-3} + 0,8 \times 10^{-3} = \\ & 1,1 \times 10^{-3}. \end{aligned}$$

### Ring 3: Het bodemleven

De indicatorsoorten zijn: zeegras, mossels, kokkels en wormen voor de platen, en totale plantbiomassa voor de kwelders. Gewicht: elk 0,2.

Het bodemleven en vooral mosselen, kokkels en wormen zijn belangrijk voor de Waddenzee. Deze dieren graven in het sediment en hebben daardoor een aantal fundamentele functies. Ze zorgen voor omzetting van het sediment, voor bevoeiing en ontwatering, voor zuurstofverzorging en voor versnelling van de nutriëntenstroom. Ze komen in het wad in hoge dichtheden voor en vormen de basis voor de leefruimte van vele andere dieren, zoals vogels, vissen en zoogdieren. Ook omdat ze als voedsel voor andere dieren dienen, heeft een effect op hen een diepgaand en belangrijk effect op de andere.[8][13]

Grootschalige vervuiling van het sediment met olie heeft ernstige effecten op de bodemfauna. De meeste dieren gaan meteen dood. Daarmee stort een groot deel van het waddenecosysteem in elkaar.[9] De meest resistente diersoorten, zoals de borstelworm (*Arenicola marina*), beginnen na enige tijd de bodem te herbevolken. Zij domineren het bodemleven een aantal jaren. Grotere, diepgravende macrobenthos-soorten, zoals bijvoorbeeld kokkels, zijn veel gevoeliger en komen maar langzaam naar het vervuilde gebied terug. Vooral de secundaire vervuiling (olie die in het sediment zit en beetje voor beetje weer vrijkomt) verhindert snelle herbevolking van de bodem.[13] Voor kokkels en wormen nemen wij een hersteltijd van vijftien jaar aan.

De hoeveelheden olie en toxische oliebestanddelen in het sediment bepalen in sterke mate het effect op mosselen. Grote hoeveelheden hebben een langdurig effect. Mosselen nemen



olie en componenten ervan op via voedsel en water. Bovendien slaan mosselbedden olie op en houden die voor een aantal jaren vast. Dit beïnvloedt de fysiologische processen (zoals groei). In sommige gevallen (Prince William Sound, Alaska) zijn hoge concentraties olie en PAK's in de mosselbedden nog na elf jaar meetbaar.[2] Aangezien mosselen een voedselbron voor andere dieren zijn, is er een langdurig effect op andere organismen.[8] Voor onze berekening gaan wij uit van een totaal herstel in tien jaar.

Een aantal bronnen beschrijft kwelders als zeer gevoelig voor olievervuiling.[1][8][13] Bronnen [2] en [13] geven aan dat planten in de kwelders door de vervuiling direct dood gaan als ze volledig met olie zijn bedekt. Als het bovengrondse deel van de plant geheel bedekt is, sterven door een gebrek aan zuurstof ook de wortels af. Bovendien dringt langs de stengel olie in de bodem, waar die nauwelijks wordt afgebroken.

Ook chronische toxiciteit is ernstig. Accumulatie in het sediment kan de wortels van planten langdurig schaden. Hoge concentraties olie in het sediment leiden tot de volledige dood van grote kweldergebieden. Compleet herstel van vervuilde gebieden kan een paar maanden tot meer dan twintig jaar duren.[13] De hersteltijd is mede afhankelijk van de tijd van het jaar en de soort olie. Vervuiling in het voorjaar brengt de meeste schade toe, omdat de planten zich via bloesem vermenigvuldigen. In de berekening gaan wij uit van gemiddeld tien jaar voor compleet herstel. Verder kan de vervuiling van de kwelders zware gevolgen voor de vogelpopulatie hebben. Vogels gebruiken ze als rui- en broedgebied.

Het effect op zeegras is minder goed onderzocht. In het algemeen gaat men uit van een sneller herstel. Ook als de groei van zeegras na olievervuiling minder dicht is, is de biomassa nog steeds hetzelfde.[2] In de berekening gaan wij uit van een hersteltijd van twee jaar.

*De score voor ring 3 is:*

$$\begin{aligned} & 1/5 \times 10/100 \times 300/2400 \times (0,2 \times 1) + 1/5 \times 15/100 \times 300/2400 \times (0,2 \times 1) + \\ & 1/5 \times 15/100 \times 300/2400 \times (0,2 \times 1) + 1/5 \times 10/100 \times 300/2400 \times (0,2 \times 1) + \\ & 1/5 \times 2/100 \times 300/2400 \times (0,2 \times 1) = \\ & 0,5 \times 10^{-3} + 0,75 \times 10^{-3} + 0,75 \times 10^{-3} + 0,5 \times 10^{-3} + 0,1 \times 10^{-3} = \\ & 2,6 \times 10^{-3}. \end{aligned}$$

#### Ring 4: Vogels en zeehonden

De indicatorsoorten voor deze ring zijn vogels (wulp, zilverplevier, eidereend, scholekster en kanoetstrandloper; samen gewicht 0,5) en zeehonden (gewicht 0,5).

Vogels worden als groep organismen het zwaarst getroffen door een olielozing. Het wad-engebied dient voor hen als foerageer-, rust-, rui-, en broedgebied. Op het water drijvende olie tast het isolerend vermogen van het verenkleed aan en maakt het foerageren bijna onmogelijk. De vogels sterven door onderkoeling, uitputting en honger. Als de olie in het lichaam wordt opgenomen, kan die het maag-darmstelsel aantasten en lever- en nierfuncties verstoren. Bovendien heeft de olie effecten op de reproductie. Experimenten tonen aan dat er minder eieren worden gelegd en er minder of misvormde vogels uitkomen. Het eten van vervuilde mosselen en kokkels betekent een jarenlange toxische belasting.[13] Om het effect van een lozing op vogels te kunnen beoordelen, is de lozingsplek belangrijk. Een kleine hoeveelheid olie in de Waddenzee kan voor de vogelbevolking grootschalige gevolgen hebben (zie lekkende tanker Borcea, 1988).[1] Zeevogelsoorten die zich geregeld op het wateroppervlak bevinden zijn in eerste instantie het kwetsbaarst. Door een grootschalige lozing kan een aanzienlijk deel van de vogelpopulatie sterven. Aantasting van de broedplaatsen heeft ook grote invloed op de reproductie. Voor compleet herstel van de populatie nemen wij een gemiddelde duur van tien jaar aan.

Voor de zeehondenpopulatie zijn de effecten minder ernstig. Omdat ze geen dikke vacht hebben blijft de olie minder op hun lichaam hangen. Hun vetlaag zorgt voor warmte-isolatie en verhindert onderkoeling. Ook de opname van olie heeft minder gevolgen. Zeehonden vangen hun voedsel niet in de Waddenzee maar in de open zee. Daarom zijn ook de indirecte uitwerkingen door minder voedselaanbod en vervuild voedsel minder belangrijk.[13][2] In de berekening nemen wij een hersteltijd van drie jaar aan, waarbij de gevolgen van de vervuiling beperkt blijven tot de komberging waar de olie terecht kwam.

*De score voor ring 4 is:*

$$1/5 \times 10/100 \times 300/2400 \times (0,5 \times 1) + 1/5 \times 3/100 \times 300/2400 \times (0,5 \times 1) =$$

$$1,3 \times 10^{-3} + 0,4 \times 10^{-3} =$$

$$1,7 \times 10^{-3}.$$



## Ring 5: De belevingswaarde

Hier zijn vier indicatoren:

- schoon water en schone lucht
- zichtbare ecologische rijkdom
- open horizon (= geen visuele verstoring)
- rust.

De belevingswaarde wordt, vergeleken met de andere ringen, minder lang aangetast.

### Schoon water en schone lucht

De wind zal de stank van een grootschalige olielozing over een groot gebied verspreiden. Door de natuurlijke afbraakprocessen en door de wind zal die echter niet lang waarneembaar zijn. In de berekening gaan wij uit van een door stank beïnvloed gebied van 1200 km<sup>2</sup> en een duur van een half jaar.

De oliefilm op het water verandert door de golfbeweging, verdamping en foto-oxidatie. Door natuurlijke afbraakprocessen en golven ontstaan klompen (*tar balls*). Deze zinken naar de bodem en spoelen aan op het strand. De natuurlijke afbraak van de klompen duurt een aantal jaren.[12] Wij nemen vijf jaar aan, waarbij de gevolgen van de vervuiling beperkt blijven tot de komberging waar de olie terecht kwam.

### Zichtbare ecologische rijkdom

Hiervoor wordt de subscore van ring 4 ingevuld.

### Open horizon (= geen visuele verstoring)

Op de open horizon heeft olielozing geen effect.

### Rust

Op de rust heeft olielozing geen effect.

*De score voor ring 5:*

$$\begin{aligned} & 1/5 \times 0,5/100 \times 1200/2400 \times (0,25 \times 1) + 1/5 \times 5/100 \times 300/2400 \times (0,25 \times 1) + \\ & 0,25 \times 0,00163 = 0,1 \times 10^{-3} + 0,3 \times 10^{-3} + 0,4 \times 10^{-3} = \\ & 0,8 \times 10^{-3}. \end{aligned}$$

#### 4.8. Kwantificering invloed, per ring en totaal

	subscore
1. Bodem	0
2. Waterleven	$1,1 \times 10^{-3}$
3. Bodemleven	$2,6 \times 10^{-3}$
4. Vogels en zeehonden	$1,7 \times 10^{-3}$
5. Beleving	$0,8 \times 10^{-3}$
<b>Totaalscore calamiteiten</b>	<b><math>6,2 \times 10^{-3}</math></b>

#### 4.9. Update juni 2006

Sinds de introductie van het Cascademodel in 2004 heeft zich een aantal nieuwe ontwikkelingen voorgedaan op het gebied van (onderzoek naar) bestrijding van rampen op zee, oftewel calamiteitenbestrijding. De belangrijkste noviteiten zijn het nieuwe Quality Status Report (2004), de toekenning van de PSSA-status (Particularly Sensitive Sea Area, 2002) en nieuwe onderzoeksgegevens betreffende de gevolgen van de ramp met de Exxon Valdez in Prince William Sound, Canada. De belangrijkste wijziging vond echter plaats in Nederland zelf, waar fikse bezuinigingen op de scheepvaartveiligheid plaatsvonden.

Zoals op het FAB<sup>7</sup> al werd gesteld: de ruimtelijke verspreiding van een olieramp zoals beschreven in paragraaf 4.6 zal zich niet noodzakelijkerwijs beperken tot één kombergingsgebied. Integendeel, per getijde kan in theorie één nieuw kombergingsgebied worden vervuild, door de grote stromen naar en uit het kombergingsgebied, gecombineerd met de stroming langs de eilandenkust, tenminste zolang de bestrijdingsmaatregelen niet leiden tot voldoende opruimwerkzaamheden en tot het stoppen van de lekkage aan de bron.

Het Quality Status Report (QSR) 2004 geeft, vergeleken met het QSR 1999, een aantal nieuwe data, vooral over de intensiteit van de scheepvaart op de Noordzee. Deze verschillen echter niet veel met de reeds gebruikte gegevens. De zogenoemde operationele lozingen (al dan niet legale lozingen vanaf schepen en olie- en gasplatforms) zijn waarschijnlijk ernstiger dan incidentele vervuiling, maar moeilijk te kwantificeren.

In 2002 werd de Waddenzee door de Internationale Maritieme Organisatie (IMO) aangegeven als Particular Sensitive Sea Area (PSSA). Het gaat om een gebied van zo'n 15.000 km<sup>2</sup> dat reeds onder nationale beschermingswetgeving valt in Denemarken, Duitsland en Nederland. Het belang van een toekenning als PSSA schuilt vooral in de uitstraling die de

<sup>7</sup> Fryske Akademy Beraad, zie hoofdstuk 2.

status heeft: de PSSA Waddenzee staat op alle zeekaarten en heeft impact op het milieubewustzijn van de maritieme sector, stelt de IMO. De PSSA-status heeft geen invloed op de score in het Cascademodel, maar ondersteunt wel de pogingen van landen om ecologisch gevoelige gebieden op een duurzame wijze te gebruiken. De Waddenzee is het vijfde gebied dat de PSSA-status krijgt toegekend. Andere PSSA's zijn onder meer het Great Barrier Reef (Australië) en de Florida Keys (Verenigde Staten). De PSSA-status heeft geen invloed op de score in het Cascademodel, maar het niet noemen ervan was een omissie.

Nieuw onderzoek naar de effecten van olievervuiling als gevolg van de ramp met de Exxon Valdez in Prince William Sound, Alaska (1989) leverde nieuwe inzichten op: de toxiciteit en de persistentie van de gelekte olie blijkt ernstiger dan verwacht. De conclusie is dat de hersteltijden voor met name vis- en vogelpopulaties langer zijn dan tot nu toe werd aangenomen. Hierbij moet worden aangetekend dat het klimaat in Prince William Sound kouder is dan dat in het waddengebied, wat automatisch tot langere hersteltijden leidt.

De kans op scheepsongelukken is vergroot door bezuinigingen op de Kustwacht en aanverwante organisaties vanaf 2003:

- sanering van de Dienst Vaarwegmarkering
- sluiting van de vuurtorens op de waddeneilanden
- weghalen van de betonning in sommige vaargeulen van de Waddenzee en op de scheepvaartroute ten noorden van de waddeneilanden (Noordzee)
- het versoepelen van de loodsplicht.

#### **4.10. Bronnen**

1. [www.waddenzee.nl/ecomare](http://www.waddenzee.nl/ecomare)
2. Ocean Studies Board and Marine Board, Divisions of Earth and Life Studies and Transportation Research Board, National Research Council, Oil in the sea III, Inputs, Fates and Effects, 2003
3. Camphuysen, K., Olieslachtoffers op de Nederlandse kust, CSR Report 2003.01
4. Ministerie van V&W, Directie Noordzee, Nota Bestrijding milieubedreigende stoffen Noordzee 2000-2010



5. Reckermann, M., K. Poremba, F. Colijn, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Untersuchungen zur Auswirkung der Pallas-Havarie auf die Bakterio- und Phytoplanktongemeinschaft des Wattenmeeres, Forschungs- und Technologiezentrum Westküste, Bericht Nr. 20, 1999
6. Wadden Sea Quality Status Report 1999 and 2000
7. Institut für Ostseeforschung Warnemünde, [www.io-warnemuende.de](http://www.io-warnemuende.de)
8. Unabhängige Expertenkommission "Havarie Pallas", Bundesminister für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, 2000
9. Baker, J., R. Clark, P. Kingston, 10 years after the Valdez Oil spill: An Environmental Update, Perspectives on the Exxon Valdez Oil Spill
10. Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Auswirkungen von Ölkatastrophen durch die Schifffahrt auf die marine Umwelt, [www.bsh.de](http://www.bsh.de)
11. Louters, T. en F. Gerritsen, Het mysterie van de Wadden, RIKZ, nr. 94-040, 1994
12. Bernem, C. van en T. Lübbe, Öl im Meer, Katastrophen und langfristige Belastungen, Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1997
13. Gundlach, E.R. en M.O. Hayes, Vulnerability of coastal environments to oil spill impacts, Mar.Technol. Soc., J. 12 p. 18-27, 1978
14. Jan Boon, NIOZ, pers. med., 17 september 2003

## 5. Dossier Groei/uitbreiding van exoten in de Waddenzee

### 5.1. Afbakeningen

We nemen aan dat de belangrijkste exoot in de Waddenzee de Japanse oester is. In een sterk vereenvoudigd scenario nemen we aan dat deze, via een lineaire groei, de mosselbanken op de droogvallende platen in de Waddenzee in 2103 geheel overwoekerd zal hebben. Gezien de huidige enorme groei van deze soort in de Waddenzee, [1] lijkt deze aanname niet onrealistisch. Anderzijds zal er na verloop van tijd ongetwijfeld een eind komen aan de explosieve groei.

### 5.2. Omschrijving doel ingreep

Niet van toepassing

### 5.3. Toegepaste technologie

Niet van toepassing

### 5.4. Randvoorwaarden

Niet van toepassing

### 5.5. Tijdsgedrag

**Tijdelijk of permanent**

Niet van toepassing

### **Bij permanent: frequentie ingreep**

Niet van toepassing

### **Duur ingreep**

Zie onder.

### **Aangenomen scenario 21e eeuw**

De belangrijkste en toenemende exoot is de Japanse oester. Het voornaamste effect is dat deze de mosselen op de platen zal gaan verdringen. Effecten op wormen en wormetende vogels zijn niet meegenomen. We nemen aan dat dit lineair als functie van de tijd gebeurt, vanaf 0% in 2003 tot 100% in 2103. Over deze periode van honderd jaar is er gemiddeld als gevolg van dit scenario sprake van 50% minder mosselen op de platen.

### **5.6. Ruimtelijke verspreiding ingreep in Waddenzee**

Zie boven.

### **5.7. Omschrijving aard ingreep op ecosysteem en schatting subscores per ring**

#### **Ring 1: De dynamiek van de wadbodem**

We nemen aan dat de groei van de Japanse oester geen effect heeft op de gemiddelde plaathoogte, mede omdat ook de mosselbanken weggeconcurrereerd worden. Waarschijnlijk groeien de oesterbanken uit boven de gemiddelde hoogte van mosselbanken, maar dit effect is nu niet kwantificeerbaar. Als dit zo mocht zijn, dan zou dit effect, mede gezien de mogelijk toenemende zeespiegelstijging, positief uitwerken op het ecosysteem.

*De score voor ring 1 is dus verondersteld 0, maar mogelijk moet de feitelijke score negatief worden ingeschat (ofwel links van de verticale as in de scorelijst = positief op het hele systeem).*

*De score voor ring 2 is 0.*

## Ring 2: Het aquatische leven

We nemen aan dat de Japanse oester geen invloed heeft op plankton of vis. Mogelijkerwijs is die er volgens [1] wel, doordat oesters allerlei levensvormen kunnen wegfilteren, maar dit effect is nu nog niet kwantitatief onderzocht. We stellen de score ook in deze ring dus op 0, met de aantekening dat dit mogelijk een onderschatting is.

*De score voor ring 2 is 0.*

## Ring 3: Het bodemleven

We nemen aan dat de Japanse oester de mosselen van de platen verdringt volgens een lineair scenario, verlopend van 0% in 2003 tot 100% verdringing in 2103. Over honderd jaar tijd zorgt dit ervoor dat er gemiddeld 50% minder mosselen op de droogvallende platen zijn. Volgens [2] is er minimaal 400.000 ton mosselen in het sublitoraal, terwijl de gemiddelde dichtheid in mosselbanken volgens [3] veertig ton per hectare is. Dit geeft een geschatte minimale omvang van de sublitorale mosselbanken van 10.000 hectare. De minimale omvang van de mosselbanken op de platen schatten we op 2000 hectare. Wanneer daarvan 50% weggeconcentreerd is (gemiddeld over honderd jaar), betekent dit dus dat er 8,3% minder mosselen in de Waddenzee zijn.

De score voor toename van de Japanse oester in ring 3 wordt daarmee:

$$1/5 \times 0,2 \times 0,083 \times 100/100 = 3,3 \times 10^{-3}.$$

## Ring 4: Vogels en zeehonden

Het voor 50% verdwijnen van de mosselen van de droogvallende platen heeft effect op het foerageren van wadvogels, met name de scholeksters. Volgens [4] zijn deze in hun voedselvoorziening voor 50% afhankelijk van mosselen op de platen. We nemen daarom aan dat 50% minder mosselen voor gemiddeld  $0,5 \times 0,5 = 0,25$  minder scholeksters zorgt.

De subscore voor toename van exoten in deze ring wordt daarmee:

$$1/5 \times 0,25 \times 0,1 \times 100/100 = 5,0 \times 10^{-3}.$$



## Ring 5: De belevingswaarde

Er zijn vier indicatoren:

- schoon water en schone lucht
- zichtbare ecologische rijkdom
- open horizon (= geen visuele verstoring)
- rust.

### Schoon water en schone lucht

Geen effect.

### Zichtbare ecologische rijkdom

Hiervoor wordt de subscore van ring 4 ingevuld, met weefactor 0,25.

De subscore wordt daarmee:  $0,25 \times 5,0 \times 10^{-3} = 1,25 \times 10^{-3}$ .

### Open horizon (= geen visuele verstoring)

Op de open horizon hebben oesterbanken geen wezenlijk effect.

### Rust

Op de rust hebben oesterbanken geen effect.

De score voor ring 5 wordt dus:  $1,25 \times 10^{-3}$ .

## 5.8. Kwantificering invloed, per ring en totaal

	subscore
1. Bodem	0
2. Waterleven	0
3. Bodemleven	$3,3 \times 10^{-3}$
4. Vogels en zeehonden	$5,0 \times 10^{-3}$
5. Beleving	$1,25 \times 10^{-3}$
<b>Totaalscore exoten</b>	<b><math>9,6 \times 10^{-3}</math></b>
	Commentaar: De score in ring 1 en 2 is op 0 gesteld. In ring 1 is de feitelijke score waarschijnlijk negatief (gezien de plaatophogende werking van oesterbanken), in ring 2 waarschijnlijk positief (door het wegfilteren van larven). Mogelijkerwijs heffen deze twee effecten elkaar in het eindresultaat op.

## 5.9. Update juni 2006

Het dossier Groei/uitbreiding van exoten in de Waddenzee van 2004 concentreert zich op de belangrijkste exoot in de Waddenzee, de Japanse oester. Naast deze oester zijn er in de gehele Waddenzee 52 exoten aanwezig. Hiervan worden zes soorten als invasief cq. bedreigend voor de inheemse biota en soorten (verandering van de habitat) geclassificeerd. Dit betreft *Spartina anglica*, *Sargassum muticum*, *Marenzelleria cf. wireni*, *Crepidula fornicata*, *Ensis americanus* en *Crassostrea gigas*. Deze soorten hebben de Waddenzee al aanzienlijk veranderd en er is geen indicatie dat ze weer uit het gebied vertrekken.

In een reactie op de uitkomsten van het Fryske Akademy Beraad meldde Katja Philippart dat zij op grond van haar gegevens komt tot een groter verdringingspercentage van mosselen door exoten: haar score met betrekking tot exoten zou op 16,3 uitkomen versus de 9,6 volgens de IMSA-dossiers.

Exoten kunnen het inheemse ecologische systeem op verschillende manieren aantasten. Ze kunnen door concurrerend gedrag of door predatie inheemse planten en dieren terugdringen en ze kunnen ziekten overbrengen. Als de exoot geen aparte soort is, maar een aparte vorm van een inheemse soort, kan hij door hybridisatie de oorspronkelijk populatie genetisch aantasten.

Tot nu toe is er echter nog geen inheemse soort door een exoot uit de Waddenzee uitgeroeid.

Mede door de grote broedval in 2003 heeft de Japanse oester zich inmiddels over de hele Waddenzee verspreid en veranderen veel oesterbanken nu in stabiele riffen. Ook in de afgelopen tijd is er nog steeds sprake van een explosieve toename. Een aantal mosselbanken is inmiddels door de Japanse oester overgenomen, maar er zijn ook banken waarvan alleen de randen met oesters zijn begroeid. Op een enkele bank heeft zich een interessante levensgemeenschap van oesters, mosselen, alikruiken en verschillende soorten algen ontwikkeld. De riffen van Japanse oesters zijn een nieuwe biocoenose structuur voor de Waddenzee. Naast de schadelijke effecten (o.a. gevaar voor recreanten en Wadbezoekers door scherpe randen) zorgt deze structuur er echter ook voor dat de plaathoogte toeneemt en mogelijk meer diverse habitats en een toename aan soortenrijkdom ontstaan. De uiteindelijke effecten van de Japanse oester op het ecosysteem kunnen nog niet goed worden ingeschat. Recent onderzoek toont aan dat de oester mogelijk de broedval van andere schelpdiersoorten negatief beïnvloedt door het uitfilteren van de larven. Ook heeft de

Japanse oester volgens onderzoek mogelijk 32 andere exotische soorten (o.a. bacteriën) in de Waddenzee geïntroduceerd. In ieder geval is de Japanse oester een van de meest verstoringende exoten in het gebied. Het is mogelijk dat klimaatverandering en hogere temperaturen zijn groei bevorderen. Lokaal wordt hij op bescheiden schaal geoogst voor menselijke consumptie. Vogels zijn niet in staat de oesters te openen en dus op ze te foerageren. Ook heeft de Japanse oester geen andere natuurlijke vijanden. Op dit moment zijn er nog geen beheers- of bestrijdingsplannen. Een advies voor monitoring ligt echter wel voor.

Het muiltje (*Crepidula fornicata*) is een exoot die met importen van oesters uit Amerika op het eind van de negentiende eeuw is meegekomen naar de Waddenzee, waar hij uitgroeide tot een ware pest voor de lokale oesterkweek. Het is een slak die vaak op oesters en andere tweekleppigen vastzit. Verder leeft hij in ondiep water op stenen, van plankton dat hij uit het zeewater filtert. Het muiltje is inmiddels een deel van de vaste fauna geworden.

In tegenstelling tot inheemse schelpen is het voorkomen van de Amerikaanse zwaardschede in de afgelopen jaren stabiel geweest of toegenomen, ondanks dat er af en toe massale sterfte optreedt. Deze schelp werd in 1978 geïntroduceerd en heeft binnen enkele jaren de hele Waddenzee gekoloniseerd. Wat betreft biomassa is de Amerikaanse zwaardschede de meest voorkomende exoot in de Waddenzee. Maximale dichtheden zijn te vinden op het ondiepe sublitoraal inclusief de *offshore* kustregio van de eilanden. De biomassadichtheid is vergelijkbaar met die van kokkels en mossels. Het dier drukt inheemse soorten zwaardschedes weg, maar komt ook voor op plekken waar die nooit zaten. Vogels hebben inmiddels geleerd om op kleine zwaardschedes te foerageren; grotere zijn echter voor hen niet geëigend als voedsel. Het is niet onwaarschijnlijk dat de Amerikaanse zwaardschede op de larven van inheemse soorten predateert. Er is op dit moment echter geen sprake van duidelijke schade aan natuur of economie.

In 2004 is een richtlijn aangenomen van de International Maritime Organization, voor de minimalisering van risico's veroorzaakt door in ballastwater meegevoerde organismen. Hiernaast wordt de preventie van verspreiding behandeld in de ICES – Code of Practice on the Introductions and Transfers of Marine Organisms.

Tot nu toe bestaat er geen managementplan voor bescherming van de Waddenzee tegen exoten (ook niet opgenomen in TMAP). Er ligt een voorstel voor een gecoördineerd trilateraal milieuplan, dat de verspreiding van de Japanse oester en de effecten ervan in de Waddenzee bijhoudt en analyseert.

Via de website van INTERWAD ([www.waddenzee.nl](http://www.waddenzee.nl)) kunnen waddenbezoekers het melden als ze Japanse oesters in de Waddenzee hebben gezien. Aan de hand van deze inventarisatie wordt een overzichtskaart gemaakt.

Gezien de verdere sterke toename van de Japanse Oester in de laatste jaren, de belangrijke invloed van andere exoten (zoals de Amerikaanse zwaardschede) op het ecosysteem van de Waddenzee maar wellicht ook mogelijke positieve ontwikkelingen zoals het scheppen van levensgemeenschappen en het verhogen van de plaathoogte, is het aannemelijk dat de score van het dossier “groei/uitbreiding van exoten in de Waddenzee” niet aanzienlijk is veranderd.

### 5.10. Bronnen

1. Dankers, N., E. Dijkman, M. De Jong, G. De Kort, A. Meijboom, De verspreiding en uitbreiding van de Japanse Oester in de Nederlandse Waddenzee, 2004
2. Jong, F. de, et al., Waddenzee Quality Status Rapport, RIKZ, 1999
3. Dankers, N., pers. mededeling, 07-08-2003
4. Lindeboom, H., persoonlijke mededeling, 14-11-2003

### Aanvullende bronnen voor de update

- Phillipart, K. commentaar op Exotendossier
- Dankers, N., et al. De ontwikkeling van de Japanse oester in Nederland (Waddenzee en Oosterschelde), Wageningen IMARES, 2006
- Essink, K., C. Dettmann, H. Farke, K. Laursen, G. Lüerßen, H. Marencic, W. Wiersinga (Eds.), Waddenzee Quality Status Report, No. 19 – 2005
- Nehring, F., F. Klingerstein, Wadden Sea Newsletter 2005 – 1, Alien species in the Wadden Sea – A challenge to act.
- Nehring, S., NOBANIS – Invasive Alien Species Fact Sheet – *Crassostrea gigas*, 2006
- Tien, N., N. Dankers, Exoten in de Nederlandse kustwateren, Situatiebeschrijving en beheers- en onderzoeksvoorstellen, 2004

## 6. Dossier Gaswinning

### 6.1. Afbakeningen

De discussie over gaswinning in de Waddenzee gaat over diverse scenario's. Ten eerste zijn er de *huidige* gaswinningen, op het land (Slochteren, Blija), op het eiland Ameland en op locatie Zuidwal, westelijk van het Inschot in de Waddenzee. De zogenaamde AWG-installatie, een productieplatform op 2,7 km uit de kust van Ameland en een kleine satelliet AME/1, horen hier ook bij. De tweede satelliet bevindt zich op land, op de oostpunt van het eiland in het natuurgebied. Het AWG-platform dient zowel voor gaswinning en -behandeling als voor compressie van de gasvelden onder en ten noorden van Ameland. In het zeegat tussen Ameland en Schiermonnikoog staat de zogenaamde N7 Monopile, die in de toekomst als satelliet aan de AWG verbonden kan worden.

We nemen de huidige winningen als uitgangspunt voor onze berekeningen, aangezien we bij de andere ingreepdossiers ook de huidige praktijk als uitgangspunt nemen.

De winningen zijn voor het overgrote deel concessies van de NAM, behalve Zuidwal, dat van Total is. De winningen zorgen voor een – geheel of gedeeltelijk – onder de Waddenzee gelegen bodemdalingsschotel. Een belangrijk deel van de bodemdaling heeft reeds plaatsgevonden. Deze wordt in deze evaluatie niet meegenomen; het gaat alleen om de daling in de periode 2003-2103.

De huidige gaswinning zorgt verder voor verstoring voor mens en dier, door de gebouwen en installaties die voor winning en gasbehandeling zijn aangebracht. Verstoring valt vooral te verwachten bij locatie Zuidwal en de bijbehorende gasbehandelingsinstallatie nabij Harlingen en van de AWG-installatie (buiten het PKB-gebied geplaatst, maar erbinnen wel zichtbaar). Voor de locatie op het eiland Ameland geldt dat deze niet vanaf de Waddenzee zichtbaar is en voor het overige zijn de ecosysteemeffecten ervan gering. Voor de AWG-installatie blijkt dat de verstoringgerelateerde effecten (emissies e.d.) buiten het PKB-gebied vallen.[9][10] De invloed op ecosysteem en belevingswaarde van de kleine installaties AME 1, 2 en N7 is verwaarloosbaar ten opzichte van de AWG-installatie. Voor de exploratie van Zuidwal dient in de nabije toekomst een extra productieboring te worden uitgevoerd; deze boring heet conform bron [14] emissievrij te zijn (boorgruis en afvalwater worden afgevoerd naar land). Verstoringseffecten zijn er in beginsel wel.

Andersoortige ecosysteemeffecten (emissies e.d.) treden niet op. Locatie Zuidwal is emissievrij geplaatst.[15] Emissies uit de gasbehandeling bij Harlingen betreffen conform [14] vooral de elektriciteitsopwekking; we gaan ervan uit dat die verwaarloosbaar zijn.

Ten tweede is er discussie over mogelijke *toekomstige* winning van reeds aangeboorde velden die nog niet in productie zijn. Daarbij staat centraal de gaswinning in de kombergingen Pinkegat en Zoutkamperlaag.

Ten derde is er sprake van een aantal mogelijke gasvelden, de zogenaamde *prospects*. De belangrijkste consequenties van gaswinning hieruit zijn ook al geëvalueerd in [1]. De belangrijkste prospects zijn Ballum (op Ameland, locatie aangelegd) en Pinkegat (ontwikkeling via N7). Daar komt bij dat de AWG geschikt is voor de productie van deze prospects en tot die tijd in stand zal blijven. Om te onderzoeken of de overige prospects gasvoerend zijn moeten er acht tot tien proefboringen worden uitgevoerd (ieder twee tot drie maanden, ofwel 75 dagen) vanaf landlocaties (veelal Noord-Friesland en Noord-Groningen).[8] Tijdens de productie van de prospects zullen maximaal vijf productieboorinstallaties dienen te worden uitgevoerd, met ongeveer dezelfde tijdsduur als de proefboringen. We zullen de belangrijkste kentallen voor de winningen bij *Paezemerlân* en de prospects via een verkorte berekening meenemen. Andere ecosysteemeffecten dan bodemdaling zullen hierbij alleen worden aangenomen voor de AWG-installatie en de proef/ exploratieboorinstallaties, aangezien de winningen zelf vanaf het land zullen plaatsvinden (de gasvelden zijn of worden schuin vanaf het land aangeboord), vanaf niet in de Waddenzee zichtbare installaties. Voor de AWG-installatie en de proef/exploratieboorinstallaties geldt dat het feitelijk te beschouwen effect beperkt kan blijven tot de visuele verstoring, aangezien de overige verstoringen gering zijn (boorgruis e.d wordt naar land afgevoerd) en bovendien in grote meerderheid zo'n klein bereik hebben dat ze het PKB-gebied niet kunnen bereiken.[9][10]

## 6.2. Omschrijving doel ingreep

Winning van gas uit diverse voorkomens onder Noord-Nederland en de Waddenzee.

### 6.3. Toegepaste technologie

Winning van locaties op het vasteland, dan wel op het eiland Ameland of in de Noordzeekustzone buiten het PKB-gebied, met uitzondering van locatie Zuidwal.

### 6.4. Randvoorwaarden

- Er is sprake van de maximale bodemdalingsprognose uit [1].
- De bodemdaling wordt continu gevolgd door middel van monitoring. Indien het volume van de bodemdalingsschotel of andere ecosysteemeffecten onverhoopt groter zijn dan de hier gehanteerde prognoses, wordt de gaswinning aangepast (zgn. monitoring “met de hand aan de kraan”).

In eerste instantie wordt er bij de berekeningen van uitgegaan dat de zeespiegelstijging het huidige tempo volgt, dat wil zeggen een netto stijgingssnelheid van achttien centimeter per eeuw, inclusief het effect van de natuurlijke bodemdaling van Noord-Nederland. In dit geval zal de bodemdaling door gaswinning, met enige tijdsvertraging, opgevuld worden door sedimentatie in de Waddenzee.[1] Vanwege de lopende beleidsdiscussie, waarin versnelde zeespiegelstijging actueel is, zal daarnaast een berekeningsvariant worden gegeven, waarin we aannemen dat de zeespiegelstijging sneller verloopt dan zestig centimeter per eeuw (hoger dan het Middenscenario van de IPCC 2001). In dat geval zullen de wadplaten op termijn verdrinken. Bodemdaling zal – net als alle andere sedimentvragende processen en activiteiten - dat proces met enige jaren versnellen, maar zal geen invloed hebben op de eindsituatie.

### 6.5. Tijdsgedrag

#### Tijdelijk of permanent

De ingreep is tijdelijk van aard, zowel waar het de aspecten bodemdaling (in zijn doorwerkingen) als verstoringseffecten betreft.

## **Bij permanent: frequentie ingreep**

Niet van toepassing

## **Duur ingreep**

Volgens [1] heeft de bodemdaling door huidige en toekomstige gaswinning rond 2025 zijn maximum bereikt. We nemen dit scenario ook voor dit dossier als uitgangspunt, ook al lijkt het voor de prospects, waarvan de winning dan al gestart had moeten zijn, inmiddels niet meer reëel. Mochten deze pas over enige decennia worden gewonnen, dan nog leidt deze aanneme niet tot wezenlijk andere resultaten, onze tijdhorizon is immers 2103. Bij een gemiddelde tijdsduur van zestig jaar van de maximale effecten (zie onder) blijven de bodemdalingseffecten zelfs nog binnen de tijdhorizon wanneer de winningen pas in 2040 aanvangen.

Bij de huidige zeespiegelstijging wordt de bodemdalingsschotel geleidelijk opgevuld door sedimentatie. In de grotere kombergingsgebieden (Vlie, Borndiep en Eems) gaat dit langzamer (maximale sedimentatiesnelheid ca. dertig cm/eeuw) dan in de kleine (Pinkegat en oostelijker, tot aan de Eems; maximale sedimentatiesnelheid ca. zestig cm/eeuw). De sedimentatiesnelheden in grote en kleine kombergingen zijn bepaald in [1] en onlangs bevestigd in [11]. Hiervan uitgaand, geven de modellen AEGHIS, ASMITA en MORRES uit [1] aan (zie figuur 5.10, 5.11 en tabel 6.6, 6.9 aldaar) dat de integraal van duur maal omvang (de maatgevende eenheid in onze methodiek) van de totale bodemdaling in de gezamenlijke kombergingen ruimschoots binnen het product van de maximale bodemdaling en de tijdsduur van zestig jaar ligt. Volgens [7] gaat de sedimentatie bij Ameland zelfs zo snel dat de bodemdaling door de gaswinning binnen enige jaren is opgevuld. Dezelfde observatie meldt [14] voor Zuidwal. Aannemend dat de duur van de ingreep zestig jaar is, bij een omvang van de ingreep ter grootte van de maximale bodemdaling uit [1], is er dus sprake van een worst-case-schatting van duur maal omvang. Dit is echter wel waar we in dit dossier voor alle zekerheid vanuit zullen gaan. Indien uitgegaan wordt van extreme zeespiegelstijging, wordt de bodemdalingsschotel ook opgevuld door sedimentatie, maar blijft de volumevergroting van de Waddenzee ter grootte van de oorspronkelijke bodemdalingsschotel bestaan. In redelijke benadering kunnen we dus stellen dat de duur van de ingreep dan in ieder geval honderd jaar wordt.

Het gaat bij de bestaande winningen allereerst om locatie Zuidwal. De installatie is nog tot 2016 in bedrijf.[14] Wij nemen daarom aan dat de installatie er nog tot die tijd staat. Ten

tweede gaat het om de AWG-productie-installatie. Deze zal nog tot 2020 voor de bestaande winningen gehandhaafd blijven.[8]

Bij de prospects op en nabij Ameland gaat het opnieuw om de AWG-installatie, want die blijft ten behoeve van deze winningen in bedrijf.[8] De tijdshorizon hiervoor is 2028. De in totaal maximaal tien proef- en vijf extra productieboringen zullen ieder gemiddeld 75 dagen in beslag nemen (zie boven). Aangenomen mag worden dat verdere productieontwikkelingen zullen plaatsvinden achter de dijken en vanuit de Waddenzee niet zichtbaar zullen zijn.

## **6.6. Ruimtelijke verspreiding ingreep in Waddenzee**

### **Ruimtelijke verspreiding bodemdaling**

Zoals gezegd zorgen zowel de bestaande als de mogelijk toekomstige gaswinningen voor bodemdaling in de Waddenzee, vooral in het oostelijke deel. Uitzondering is Zuidwal. Op grond van [1] en [4] beschouwen we het volume van de bodemdalingsschotels onder de Waddenzee als maatgevend voor de ecologische effecten van bodemdaling, inclusief het verlies aan oppervlak van droogvallende platen e.d. We nemen hierbij de maximumschattingen uit [1]. Conform [6] (tabel 1 aldaar) bedraagt de maximale bodemdaling in (en dus volumevergroting van) de Waddenzee, van alle bestaande winningen tezamen, in de periode 2000-2100:  $37 \times 10^6 \text{ m}^3$ . Volgens [5] is dit echter inclusief de winning onder de Paezemerlannen. Verdiscontering hiervan op grond van [2] geeft een maximale bodemdaling door bestaande NAM-winningen van  $34 \times 10^6 \text{ m}^3$ . Het totale bodemdalingsvolume door de huidige winningen in de periode 2000-2100 komt dus op maximaal  $34 \times 10^6 \text{ m}^3$ . Het maximale bodemdalingsvolume door de winning bij de Paezemerlannen is volgens [2]  $3,2 \times 10^6 \text{ m}^3$ .

Het maximale bodemdalingsvolume door de totale prospects is volgens [1]  $38 \times 10^6 \text{ m}^3$ .

### **Ruimtelijke verspreiding visuele verstoring**

Deze wordt geschat bij de behandeling van ring 5.

### **Ruimtelijke verspreidingen overige effecten**

Deze worden geschat bij de behandeling van ring 2, 3 en 4.

## 6.7. Omschrijving aard ingreep op ecosysteem en schatting subscores per ring

### Ring 1: De dynamiek van de wadbodem

#### Effect op platen, van bodemdaling door huidige winningen

De totale maximale toekomstige bodemdaling die uitgangspunt is van [1] bedraagt  $71,6 \times 10^6 \text{ m}^3$ . Die bodemdaling leidt tot een in [1] voorspelde toekomstige vermindering van het plaatoppervlak van  $11 \text{ km}^2$ . Wanneer we aannemen dat het verlies aan plaatoppervlak proportioneel is aan het bodemdalingsvolume (en volgens [4] is dat grofweg zo), bedraagt het maximale toekomstige verlies door de huidige winningen  $34/71,6 \times 11 \text{ km}^2 = 5,2 \text{ km}^2$ . De aangenomen duur van dit effect bedraagt, zoals hierboven uiteengezet, door de invloed van sedimentatie maximaal zestig jaar. De subscore voor plaatverlies in ring 1 is dus maximaal:  $0,5 \times 5,2/1199 \times 60/100 = 1,3 \times 10^{-3}$ .

#### Effect op kwelders, van bodemdaling door huidige winningen

Het als geheel in [1] voorspelde effect van de totale bodemdaling door huidige winningen en prospects op de kwelders is nihil. Dat komt doordat de opslibbing in het algemeen de bodemdaling bijhoudt als deze minder is dan een centimeter per jaar voor vastelandkwelders en minder dan een halve centimeter per jaar voor eilandkwelders. Metingen op Ameland tonen aan dat kwelders gedurende langere tijd ook een beduidend snellere bodemdaling tolereren.[7] De kwelderranden houden daar namelijk een daling bij van twee centimeter per jaar, terwijl de middenkwelder bij die bodemdalingssnelheid gemiddeld een halve centimeter per jaar gaat achterlopen. Er dreigt daarom geen vermindering van het kwelderareaal in Noord-Groningen en in de Paezemerlânren. Daar komt bij dat de natuurlijke veroudering van de kweldervegetatie door de continu toenemende hoogteligging door opslibbing wordt tegengegaan door bodemdaling, hetgeen een positief effect wordt gevonden. We stellen het netto kweldereffect door huidige gaswinning en de prospects dus op 0. *De totale subscore in ring 1 door de huidige winningen is dus, rekening houdend met het gewicht van 1/5 van deze ring:  $1/5 \times 1,3 \times 10^{-3} = 0,26 \times 10^{-3}$ . Omdat uitgegaan is van maximale aannames voor het bodemdalingseffect is dit een worst-case-schatting.*

## Ring 2: Het aquatische leven

### Effect op aquatisch leven, van bodemdaling door huidige winningen

In [1] wordt geen effect van bodemdaling op het aquatisch leven gemeld. Afgaande op de informatie van [14] en [15] is er evenmin een significant effect te verwachten van de winning bij Zuidwal.

## Ring 3: Het bodemleven

### Effect op de bodemfauna

Volgens [1] (tabel 7.11) leidt een toekomstige bodemdaling van 71,6 miljoen m<sup>3</sup> tot een afname van 0,3% van de bodemfauna in de Waddenzee. We nemen aan dat deze afname ook geldt voor onze gezamenlijke indicatororganismen, mossels, kokkels en wormen (tellen ieder met een gewicht van 0,2 mee in de subscore). Bron [1] vermeldt niets over een effect op zeegras; we nemen aan dat dat er niet is. Evenmin wordt uitgegaan van een netto negatief effect op de kweldervegetatie. Opnieuw uitgaand van proportionaliteit met het bodemdalingsvolume leidt het maximale volume van 34 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> door de huidige winningen tot een afname van 0,14% van de bodemfauna. Weer over een periode van zestig jaar. Afgaand op de informatie uit [14] en [15] is er evenmin een extra effect op het bodemleven van de winning bij Zuidwal te verwachten.

*De subscore in ring 3 is daarmee:  $1/5 \times 0,6 \times 0,0014 \times 60/100 = 0,1 \times 10^{-3}$ .*

## Ring 4: Vogels en zeehonden

### Effect op vogels en zeehonden, van bodemdaling door huidige winningen

De zeehonden zullen geen nadeel van de bodemdaling ondervinden, doordat ze rusten op platen met steile randen.[1] Deze worden door de voorziene bodemdaling vanwege de gaswinning niet aangetast. De subscore voor zeehonden is dus 0.

In tabel 7.13 van [1] zijn de afnames in de totale Waddenzeevogelpopulaties voorspeld voor maximale bodemdaling door gaswinning. Volgens [12] doet zich rondom de gaswinning op Oost-Ameland geen afname in de vogelpopulaties voor. Wij gaan echter (opnieuw worst-case) toch uit van de voorspellingen uit [1]. Opnieuw geschaald naar het volume van de bodemdaling door huidige winningen, zijn deze afnames als volgt, met erachter de resulterende bijdrage aan de subscore voor vogels (rekening houdend met de weegfactor

van  $1/5$  voor de ring, de weegfactor  $0,1$  per indicatorsoort en de tijdsduur van zestig jaar).

- Eidereend: geen effect, want foerageert niet op droogvallende platen (subscore 0).
- Kanoetstrandloper: bij gebrek aan specifieke gegevens over deze soort in [1] wordt de afname geschat door het gemiddelde te nemen van de soorten die wel in [1] opgenomen zijn. De aldus benaderde afname van deze soort is 2% (geeft een subscore van  $0,02 \times 0,1 \times 1/5 \times 60/100 = 0,2 \times 10^{-3}$ ). Dit is overigens een worst-case-benadering, aangezien kanoetstrandlopers vooral in de westelijke Waddenzee voorkomen, waar slechts een klein deel van de bodemdaling door gaswinning zal plaatsvinden.
- Scholekster: 0,9% (subscore:  $0,009 \times 0,1 \times 1/5 \times 60/100 = 0,1 \times 10^{-3}$ ).
- Wulp: 0 (geeft subscore 0).
- Zilverplevier: 5,2% (subscore :  $0,052 \times 0,1 \times 1/5 \times 60/100 = 0,6 \times 10^{-3}$ ).

*De subscore door bodemdaling in ring 4 is daarmee:  $0,9 \times 10^{-3}$ . Doordat dit is gebaseerd op een maximale schatting van de omvang van de bodemdaling is dit een worst-case-schatting.*

#### **Effect op vogels en zeehonden, van winning bij Zuidwal**

Zeehonden storen zich niet aan een booreiland (incl. geluids- en zichteffecten van fakkelen).[10] Dat zal dus voor de (onbemande) installatie bij Zuidwal ook gelden. De subscore voor zeehonden is hier dus 0.

Volgens [10] is een over alle vogels gemiddelde verstoringafstand van 500 meter ten opzichte van een booreiland een conservatieve schatting (inclusief effecten van fakkelen, wat zich bij Zuidwal niet voordoet). Toch nemen we dat ook aan voor locatie Zuidwal (opnieuw een worst-case-uitgangspunt). We gaan ervan uit dat daarmee feitelijk een cirkel met straal van 500 meter rondom deze installatie niet door vogels bezet wordt (oppervlakte:  $0,8 \text{ km}^2$ ) en we relateren dat aan het totale oppervlak van de Waddenzee ( $2400 \text{ km}^2$ ) en de duur van de ingreep (dertien jaar). De subscore wordt hier zodoende:  $0,8/2400 \times 0,5 \times 1/5 \times 13/100 = 0,004 \times 10^{-3}$  (afgerond wordt dit 0). Anders gezegd: deze subscore valt, zelfs bij de zeer conservatieve aannames van hierboven, in het niet bij de subscore in ring 4 door de bodemdaling.

*De subscore in ring 4 is totaal:  $0,97 \times 10^{-3}$ .*

## Ring 5: De belevingswaarde

In ring 5 hebben we te maken met de ervaring van schoon water en schone lucht, rust, zichtbare ecologische rijkdom en een open horizon. Significante effecten op lucht en water zijn er niet. Voor de verstoring van ecologische rijkdom wordt de score van ring 4 – met weegfactor 0,25 – ingevuld. De subscore hiervoor wordt dan:  $0,25 \times 0,9 \times 10^{-3} = 0,2 \times 10^{-3}$ .

Daarnaast is er sprake van visuele verstoring door gaswin- en behandelingsinstallaties. De bodemdaling is visueel niet waarneembaar en dus hier niet relevant. Rustverstoring (door geluid van de installaties) wordt niet significant geacht. De visuele verstoring is wel relevant en geldt de locaties Zuidwal, Harlingen, de extra productieboring voor Zuidwal en de AWG. Andere – modernere – installaties zijn niet zichtbaar in de Waddenzee. Al deze installaties zijn vanwege hun verlichting ook 's nachts zichtbaar (we nemen aan: even ver als overdag). Voor de AWG gaan we ervan uit dat we de formule voor visuele hinder uit [13] voor een booreiland van honderd bij vijftig meter als worst-case-indicatie voor de visuele hinder kunnen gebruiken. De formule doet recht aan het gegeven dat de hinder sneller dan evenredig afneemt met de afstand tussen waarnemer en object. Verder is uitgegaan van de speciale condities in de Waddenzee, waardoor grote objecten door een waarnemer op de grond vaak tot een afstand van tien kilometer redelijk te zien zijn. Geadapteerd naar onze methodiek, waarin het verstoorde oppervlak maatgevend is, luidt de formule:  $\text{zichthinder} = A_1 + 0,75 \times A_2 + 0,5 \times A_3 + 0,25 \times A_4$ .

Waarin:

$A_1 = \text{oppervlak cirkel met straal van 1 km rondom installatie} = 3,1 \text{ km}^2$

$A_2 = \text{oppervlak ring tussen 1 en 2,5 km vanaf installatie} = 16,5 \text{ km}^2$

$A_3 = \text{oppervlak ring tussen 2,5 en 5 km vanaf installatie} = 58,9 \text{ km}^2$

$A_4 = \text{oppervlak ring tussen 5 en 10 km vanaf installatie} = 236 \text{ km}^2$ .

Het gehinderd oppervlak van een dergelijke installatie wordt daarmee in totaal:  $104 \text{ km}^2$ . De AWG staat aan de Noordzeekant van Oost-Ameland. Dat betekent dat hij in noordelijke richting geen verstoring kan geven in de Waddenzee. Naar het zuiden en het oosten is hij vrij te zien, en wel min of meer tot aan de vaste wal bij het Lauwersmeer. Door zijn hoogte is hij over de duinen van Ameland ook in het westen zichtbaar in de Waddenzee; dichtbij Ameland wordt het zicht op de AWG weliswaar door de duinen afgeschermd, maar dat deel verwaarlozen we. Aldus resulteert een verstoringgebied van ongeveer de helft van het bovenstaande, ofwel  $52 \text{ km}^2$ . We nemen aan dat de installatie nog zeventien

jaar fungeert voor de huidige winningen. Dat geeft een subscore voor visuele verstoring door de AWG van:  $1/5 \times 17/100 \times 0,25 \times 52/2400 = 0,2 \times 10^{-3}$ .

De installatie bij Zuidwal heeft als afmetingen: 16 x 40 m [14] en is dus kleiner dan de installatie die uitgangspunt is in [13]. We schalen het visuele effect met de verhouding van de oppervlaktes (5000 m<sup>2</sup> t.o.v. 640 m<sup>2</sup>; ofwel een factor 0,13). Het aangenomen verstoringsgebied van Zuidwal is daarmee  $104 \times 0,13 = 13,3$  km<sup>2</sup>. De subscore voor visuele verstoring door Zuidwal is, rekening houdend met de resterende levensduur van dertien jaar:  $1/5 \times 13/100 \times 0,25 \times 13,3/2400 = 0,04 \times 10^{-3}$  (afgerond wordt dit 0).

Van de nog uit te voeren productieboring wordt aangenomen dat deze gebeurt vanaf een booreiland met dezelfde afmetingen als in [13]. Het gehinderd oppervlak is daarmee 104 km<sup>2</sup>. De installatie zal er zo'n 75 dagen staan. De subscore voor deze boring wordt daarmee:  $1/5 \times 75/365 \times 1/100 \times 0,25 \times 104/2400 = 0,004 \times 10^{-3}$  (afgerond wordt dit 0).

Het in de Waddenzee zichtbare deel van de gasbehandelingsinstallatie bij Harlingen is de ventstack, van zeventig meter hoogte en ongeveer een meter breed.[14] Dit levert een oppervlak van zeventig m<sup>2</sup> op. Ten opzichte van de andere visuele verstoringen valt de score hiervan in het niet.

*De subscore in ring 5 is dan  $0,2 \times 10^{-3} + 0,2 \times 10^{-3} + 0 \times 10^{-3} + 0 \times 10^{-3} = 0,4 \times 10^{-3}$ .*

## 6.8. Kwantificering invloed, per ring en totaal

	<b>subscore huidige winning</b>
1. Bodem	$0,26 \times 10^{-3}$
2. Waterleven	0
3. Bodemleven	$0,1 \times 10^{-3}$
4. Vogels en zeehonden	$0,97 \times 10^{-3}$
5. Beleving	$0,4 \times 10^{-3}$
<b>Totaalscore huidige winning</b>	<b><math>1,74 \times 10^{-3}</math></b> Commentaar: de score voor de huidige gaswinning wordt voor het overgrote deel bepaald door de aangenomen bodemdaling. De geaccumuleerde subscore door alleen de bodemdaling bedraagt $1,5 \times 10^{-3}$ . Omdat bij de bodemdaling in het algemeen uitgegaan is van worst-case-schattingen, is deze eindscore ook een worst-case-benadering.

## 6.9. Andere winningen

Op grond van de bovenstaande gegevens voor de huidige winning, uitgaand van proportionaliteit van de eindscore met het bodemdalingsvolume (dit geeft een vermenigvuldigingsfactor van 3,2/34 per ring) en na eliminatie van het effect van Zuidwal en de AWG (subscore  $0,2 \times 10^{-3}$ ; zie boven) kunnen eenvoudig de scores per ring en de totaalscore voor de winning bij Paezemerlânren worden bepaald. Deze zijn:

	<b>subscore andere winningen</b>
1. Bodem	$0,025 \times 10^{-3}$
2. Waterleven	0
3. Bodemleven	$0,01 \times 10^{-3}$
4. Vogels en zeehonden	$0,07 \times 10^{-3}$
5. Beleving	$0,02 \times 10^{-3}$
<b>Totaalscore andere winningen</b>	<b><math>0,14 \times 10^{-3}</math></b>

Hierbij is ervan uitgegaan dat de gasbehandelingsinstallatie bij Anjum zo laag is dat deze niet voor visuele verstoring in de Waddenzee zorgt. Hetzelfde geldt voor Moddergat, Ballum (laag achter de waddendijk), N7 (grijze monopile op 7 km uit de kust van de eilanden) en de gaswininstallatie Lauwersoog (laag op een bedrijventerrein landinwaarts).

Voor de prospects dient eveneens Zuidwal te worden verwijderd, maar nemen we aan dat de AWG behouden blijft (voor 8 jaar; dit geeft een subscore van  $0,09 \times 10^{-3}$ ). De visuele verstoring door de proef- en exploratieboringen moeten worden toegevoegd. Het gebied waarin zij te zien zijn zal ongeveer zo groot zijn als van de AWG, aangezien zij ook buiten de randen van de Waddenzee geplaatst zullen worden. Hun gezamenlijke tijdsduur is maximaal  $15 \times 75 = 1125$  dagen = 3,1 jaar. Het visuele effect van de proefboringen geeft daarom een subscore van  $3,1/8 \times 0,09 \times 10^{-3} = 0,03 \times 10^{-3}$ . De scores per ring en de totaalscore voor de prospects worden zodoende, rekening houdend met de verhouding 38/34 in het totale bodemdalingsvolume (zie boven) als volgt.

	<b>subscore prospects</b>
1. Bodem	$0,29 \times 10^{-3}$
2. Waterleven	0
3. Bodemleven	$0,12 \times 10^{-3}$
4. Vogels en zeehonden	$1,08 \times 10^{-3}$
5. Beleving	$0,4 \times 10^{-3}$
<b>Totaalscore prospects#</b>	<b><math>1,89 \times 10^{-3}</math></b>

De geaccumuleerde subscore door alleen de bodemdaling bedraagt hierin  $1,7 \times 10^{-3}$ .

Er dient rekening mee gehouden te worden dat zowel de score voor Paezemerlânren als voor de prospects ook weer maximumwaarden zijn.

### 6.10. Maximale zeespiegelstijging

Het netto effect van maximale zeespiegelstijging is dat de periode van maximale bodemdaling honderd jaar wordt in plaats van zestig. Verdiscontering daarvan op de bovenstaande winningssituaties geeft voor de totaalscores (eveneens alle worst-case):

- huidige winning:  $(10/6 \times 1,5 \times 10^{-3}) + 0,2 \times 10^{-3} = 2,7 \times 10^{-3}$
- Paezemerlânren:  $10/6 \times 0,14 \times 10^{-3} = 0,23 \times 10^{-3}$
- prospects:  $10/6 \times 1,7 \times 10^{-3} + 0,1 \times 10^{-3} = 2,9 \times 10^{-3}$ .

### 6.11. Update juni 2006

Ten opzichte van januari 2004 hebben de volgende ontwikkelingen plaatsgevonden, elk met mogelijke effecten op de scores.

- De in de afbakening genoemde extra productieboring bij Zuidwal heeft reeds plaatsgevonden. Er was gedurende enige maanden visuele hinder; ons zijn geen gegevens bekend over verstoring van vogels.
- In juni 2004 verscheen het RIKZ-rapport (2004.025) waarin de bodemdalinggegevens van de bestaande winning op Ameland worden geëvalueerd en gerelateerd aan de draagkracht van het waddensysteem.
- Aan de velden waar gaswinning binnenkort zal gaan plaatsvinden is Vierhuizen (Oost en West) toegevoegd, met voornamelijk invloed buiten de Waddenzee (Lauwersmeer).
- De zogenaamde veilige bodemdalingssnelheid is voor grote kombergingsgebieden vastgesteld op vijf millimeter per jaar, waarvan twee millimeter door zeespiegelstijging, en voor kleine op zes millimeter per jaar, eveneens inclusief twee millimeter per jaar voor zeespiegelstijging.
- Aan de hand van doorrekeningen heeft de NAM het voorgenomen productietempo voor enkele gasvelden getemperd teneinde, gegeven de onzekerheidsmarges, te allen tijde beneden de natuurgrenzen te blijven, zelfs bij het meest conservatieve scenario.
- Het principe van hand aan de kraan is als een extra zekering ingebouwd teneinde geen natuurschade te veroorzaken. Dat betekent dat geen sprake meer is van het worst-

case-scenario waarmee in de voorgaande paragrafen is gerekend; de nieuwe winning wordt nu zodanig ingericht dat er geen invloed op het waddensysteem zal zijn.

De conclusie was eerder dat de huidige winningen (Zuidwal en Ameland) de grootste invloed hebben. Nieuwe inzichten en winningmethoden zorgen ervoor dat nieuwe winningen vrijwel geen schade aan de ringen kunnen toebrengen.

Nieuwe scenario's voor klimaatverandering duiden op snellere zeespiegelstijging dan aangenomen bij maximum scenario (7.10). Dit is niet meegenomen in de hier berekende score.

### **6.12. Bronnen**

1. Oost, A. et al., *Integrale Bodemdalingstudie Waddenzee*, 1998
2. Eysink, W.D. et al., *Effecten van bodemdaling door gaswinning op de Paezemerlânren*, Alterra/WL, 2000
3. Louters, T. en F. Gerritsen, *Het mysterie van de wadden*, Rapport RIKZ-94.040, 1994
4. A. Oost, persoonlijke mededeling, 5-9-2003
5. Marquenie, J., persoonlijke mededeling, 20-8-2003
6. RIKZ, *Interne notitie over Bodemdaling door gaswinning*, 2003
7. Eysink, W.D. et al., *Monitoring effecten van bodemdaling op Ameland-Oost*, Alterra/WL, maart 2000
8. Marquenie, J., persoonlijke mededeling, 24-10-2003
9. NAM, *Proefboringen naar aardgas in de Noordzeekustzone en op Ameland*, 1995
10. NAM, *Actualisatie van gegevens met betrekking tot besluitvorming over de proefboringen in de Noordzeekustzone*, januari 2000



11. Wang, Z.B. en A. van der Weck, Sea level rise and morphological development in the Wadden Sea, WL, december 2002
12. Kersten, M., Aantallen en verspreiding van wadvogels op Oost-Ameland, Rapport aan Begeleidingscommissie Monitoring Bodemdaling Ameland, 2002
13. Dijkstra, H., Visuele effecten van proefboringen naar aardgas in de Waddenzee en Noordzeekustzone. DLO-Staringcentrum, Rapport 415, Wageningen, 1996
14. Camphuysen, R., Total Den Haag, gesprek d.d. 3-12-2003 en e-mail met nadere informatie over Zuidwal, 4-12-2003
15. Elf Petroland, Zuidwal, Gaswinning in de Waddenzee, technische brochure, 1988

## 7. Dossier Klimaatverandering

### 7.1. Afbakeningen

Klimaatverandering veroorzaakt drie verschillende effecten die van invloed zijn op het ecosysteem van de Waddenzee:

- zeespiegelstijging
- verhoging van de watertemperatuur
- verandering van het weerpatroon, met name een mogelijke toename van stormen.

Bij de zeespiegelstijging volgen we de scenario's zoals opgesteld door het KNMI.[1] Effecten daarvan op plaatoppervlak, biota e.d. worden doorgerekend met behulp van de modelstudies [2] en [3].

Mechanismen die zorgen voor een verhoging van de watertemperatuur zijn nog niet goed bekend, maar vast staat wel dat de laatste decennia de temperatuur in de Waddenzee aan het stijgen is (bijna twee °C in de afgelopen dertig jaar).[6] Waarschijnlijk is er een negatieve invloed op inheemse soorten (bijvoorbeeld schelpdieren zoals nonnetjes en kokkels).[6]) We veronderstellen dat door de klimaatverandering gemiddeld een afname in de kokkelpopulatie van 15% zal optreden, gemiddeld over de periode van honderd jaar. Het verloop van het stormregime is momenteel niet goed kwantificeerbaar. Indien stormen gaan toenemen zullen ze het effect van zeespiegelstijging op de droogvallende platen versterken.[5] De hier uitgevoerde berekeningen geven daarom mogelijk een onderschatting van het totale effect van klimaatverandering.

### 7.2. Omschrijving doel ingreep

Niet van toepassing. Klimaatverandering is het gevolg van de mondiale toename van broeikasgassen in de atmosfeer. Er is daarom geen lokale ingreep verantwoordelijk voor dit effect en er wordt geen lokaal doel bereikt.

### 7.3. Toegepaste technologie

Niet van toepassing

### 7.4. Randvoorwaarden

Bij de bepaling van het effect van zeespiegelstijging gaan we uit van – gedeeltelijke – compensatie door sedimentatie. Aangenomen wordt dat de door de Nederlandse overheid verzorgde zandsuppletie aan de vooroever van de waddeneilanden ieder jaar en in voldoende volumina blijft plaatsvinden om de benodigde sedimentatie in de Waddenzee te voeden.

### 7.5. Tijdsgedrag

#### **Zeespiegelstijging**

Uitgegaan wordt van zeespiegelstijging die gebaseerd is op IPCC-scenario's en geadapteerd aan de Nederlandse omstandigheden in [1]. De natuurlijke bodemdaling van Noord-Nederland is hierbij inbegrepen. Wij hebben de gegevens van de zeespiegelstijging als functie van de tijd uit [1] omgewerkt naar zeespiegelstijgingssnelheden als functie van de tijd. De snelheid van stijging is maatgevend voor de respons van de sedimentatie in de Waddenzee, en daarmee voor het netto effect van zeespiegelstijging. De scenario's zijn de volgende.

- Laag IPCC-scenario: de zeespiegelstijging verloopt van 18 cm/eeuw nu, via 23 in 2053 naar 30 in 2103.
- IPCC-middenscenario (gaat uit van startpunt 2000, in plaats van het oorspronkelijke 1990): de zeespiegelstijging verloopt van 18 cm/eeuw nu, via 30 in 2015 en 60 in 2063 naar 77 in 2103. Dit verloop van de stijgingssnelheid als functie van de tijd wordt redelijk benaderd door een lineair verband.

Van het hoge IPCC-scenario wordt hier niet uitgegaan, aangezien dit scenario uitgaat van een zeespiegelstijgingssnelheid van ruim veertig centimeter per eeuw in 2015. Dit strookt niet met de waarneming dat de actuele zeespiegelstijgingssnelheid nog steeds achttien centimeter per eeuw bedraagt.

## Afname schelpdierbestanden

Zoals eerder gesteld veronderstellen we dat door de klimaatverandering de kokkelpopulatie gemiddeld met 15% zal afnemen over de periode van honderd jaar.

### 7.6. Ruimtelijke verspreiding ingreep in Waddenzee

De maximale sedimentatiesnelheid in de Waddenzee bedraagt, conform [2] en [3], dertig centimeter voor grote kombergingen en zestig voor kleine.

We leggen de grens tussen grote en klein kombergingen op een gemiddeld oppervlak – bij hoogwater – van 300 km<sup>2</sup>. Dit geeft de volgende verdeling van kombergingen over groot en klein (oppervlakgegevens uit [4]):

<b>Komberging</b>	<b>Groot (oppervlaktes in km<sup>2</sup>)</b>	
	Totaal oppervlak	Plaatoppervlak
Marsdiep	712	121
Vlie	668	323
Borndiep	309	165
Eems-Dollard	520	214
<b>Subtotaal</b>	<b>2209</b>	<b>823</b>

<b>Komberging</b>	<b>Klein (oppervlaktes in km<sup>2</sup>)</b>	
	Totaal oppervlak	Plaatoppervlak
Eijerlandse Zeegat	153	106
Pinkegat	65	42
Friesche Zeegat	130	82
Eijerlander Balg	55	28
Lauwers	145	92
Schild	29	26
<b>Subtotaal</b>	<b>577</b>	<b>376</b>

### 7.7. Omschrijving aard ingreep op ecosysteem en schatting subscores per ring

#### Algemeen

In het lage scenario kan, conform [2], [3] en [5] de sedimentatie overal in de Waddenzee de zeespiegelstijging bijhouden, zij het met een kleine tijdsvertraging. We gaan ervan uit dat dit geen significante effecten op het Waddenzee-ecosysteem heeft. De score van dit scenario wordt dus verwaarloosbaar geacht.

In het middenscenario beginnen de grote kombergingen te verdrinken vanaf 2015 en de kleine vanaf 2053. Op basis van de hierboven gegeven zeespiegelstijgingssnelheden, geeft dit de volgende waarden voor de relatieve daling van de plaathogten ten opzichte van de gemiddelde zeespiegel.

#### Daling plaathogten in cm ten opzichte van zeespiegel conform IPCC-middenscenario

Jaar	Grote komberging	Kleine komberging
2028	1	0
2053	5	0
2078	15	0
2103	21	3,4
Gemiddeld (100-jaars periode)	10,5	0,9

Daarnaast wordt een afname in kokkelbestanden van gemiddeld 15% aangenomen.

Op basis van deze gegevens kunnen we de onderstaande subscores berekenen.

#### Ring 1: De dynamiek van de wadbodem

##### Afname plaatoppervlak door zeespiegelstijging

Zoals gezegd bepalen we de afname van het oppervlak aan droogvallende platen alleen voor het IPCC-middenscenario. Over de honderdjaarsperiode die we als tijdhorizon hebben gekozen, is de gemiddelde plaathoogtedaling ten opzichte van de zeespiegel in de grote kombergingen 10,5 cm en in de kleine 0,9 cm. Conform [3] (figuur 1 aldaar) leidt dit tot een afname van het plaatoppervlak in de grote kombergingen van 2,5% en in de kleine van 0,2%. De totale afname van het plaatareaal in de Waddenzee bedraagt daarmee, opnieuw gemiddeld over onze honderdjaarsperiode:  $0,025 \times 823 + 0,002 \times 376 = 21 \text{ km}^2$ . Ten opzichte van het totale plaatoppervlak in de Waddenzee (onze indicator) is dat 1,8%. De subscore voor plaatafname is daarmee:  $1/5 \times 0,5 \times 0,018 \times 100/100 = 1,8 \times 10^{-3}$ .

We nemen aan dat er geen effect is op de kwelders, omdat de opslibbing in het algemeen zodanig is dat deze dalingssnelheden van rond de zestig centimeter per eeuw compenseert.[2] Voor de kwelders is er dus geen extra score.

*De subscore in ring 1 is daarmee  $1,8 \times 10^{-3}$ .*

## Ring 2: Het aquatische leven

Buiten een effect van watertemperatuurverhoging, dat we niet kunnen kwantificeren, is er geen effect op het aquatisch leven. We veronderstellen hier dus een score van 0, met de aantekening dat dit een onderschatting zal zijn van het werkelijke effect (verschillende soorten zullen uit de Waddenzee verdwijnen door temperatuurstijging en het is maar de vraag welke soorten daarvoor – en op welke termijn – terugkomen).

## Ring 3: Het bodemleven

### Afname bodemleven door plaatdaling

Het effect op het bodemleven van de plaatdaling in het IPCC-middenscenario is te schatten met behulp van [2] (tabel 7.11 aldaar). Volgens deze bron leidt een afname van het plaatareaal van 11 km<sup>2</sup> tot een afname van de totale bodemfaunabiomassa van 0,3%. We veronderstellen dat deze afname zal gelden voor onze indicatoren mosselen, kokkels en wormen (ieder met gewicht 0,2) en proportioneel is aan de afname in het plaatoppervlak (21 km<sup>2</sup>). We veronderstellen geen effect op zeegras - [2] zegt daar niets over - en evenmin op de kweldervegetatie. De subscore voor bodemdaling wordt daarmee:  $1/5 \times 0,6 \times 21/11 \times 0,003 \times 100/100 = 0,7 \times 10^{-3}$ .

### Afname kokkels

Een afname van 15% in de kokkelbestanden geeft een subscore van  $1/5 \times 0,2 \times 0,15 \times 100/100 = 6,0 \times 10^{-3}$ .

*De subscore in ring 3 is zodoende:  $0,7 \times 10^{-3} + 6,0 \times 10^{-3} = 6,7 \times 10^{-3}$ .*

## Ring 4: Vogels en zeehonden

### Effect van plaatdaling op vogels

De gemiddelde stijging van 8,5 cm van de zeespiegel die we voor de gehele Waddenzee en de volle periode van honderd jaar hebben uitgerekend, kan met [2] (fig. 7.27 aldaar) worden omgerekend naar een effect op de vogelpopulaties. Dit geeft de volgende resultaten.

- Eidereend: geen effect, want foerageert niet op droogvallende platen (subscore 0).
- Kanoetstrandloper: bij gebrek aan specifieke gegevens over deze soort in [2] wordt de afname geschat door het gemiddelde te nemen van de soorten die wel in [2] opgeno-

men zijn. De aldus benaderde afname van deze soort is 6,3%. Dit geeft een subscore van  $0,063 \times 0,1 \times 1/5 \times 100/100 = 1,3 \times 10^{-3}$ .

- Scholekster: afname 4%. Dit geeft een subscore van:  $0,04 \times 0,1 \times 1/5 \times 100/100 = 0,8 \times 10^{-3}$ .
- Wulp: afname 3%. Dit geeft een subscore van:  $0,03 \times 0,1 \times 1/5 \times 100/100 = 0,6 \times 10^{-3}$ .
- Zilverplevier: afname 18%. Dit geeft een subscore van:  $0,18 \times 0,1 \times 1/5 \times 100/100 = 3,6 \times 10^{-3}$ .

De subscore voor het totale effect op vogels is daarmee:  $6,3 \times 10^{-3}$ .

### **Effect van plaatdaling op zeehonden**

Conform [2] valt er geen effect te verwachten. Deze subscore is dus 0.

De subscore voor plaatdaling in ring 4 is daarmee  $6,3 \times 10^{-3}$ .

### **Effect van verminderde kokkelbestanden op vogels**

We nemen aan dat zowel scholeksters als kanoetstrandlopers voor 50% afhankelijk zijn van kokkels. Afname van de kokkelbestanden met 15% betekent dan dat deze populaties gemiddeld 7,5% afnemen. De subscore wordt dus:

$$2 \times 1/5 \times 0,1 \times 0,075 \times 100/100 = 3,0 \times 10^{-3}.$$

*De subscore in ring 4 is zodoende:  $6,3 \times 10^{-3} + 3,0 \times 10^{-3} = 9,3 \times 10^{-3}$ .*

### **Ring 5: De belevingswaarde**

#### **Effect van plaatdaling op de belevingswaarde van de Waddenzee**

De plaatdaling is relatief zo klein dat deze op zich niet merkbaar zal zijn. Subscores voor zichtbaarheid, rustverstoring e.d. zijn er dus niet. Er is wel een effect op de natuurwaarde. In onze methodiek wordt hiervoor de subscore van ring 4 ingevuld en een indicatorgewicht van 0,25 gebruikt.

*De subscore in ring 5 wordt daarmee:  $0,25 \times 9,3 \times 10^{-3} = 2,3 \times 10^{-3}$ .*

## 7.8. Kwantificering invloed, per ring en totaal

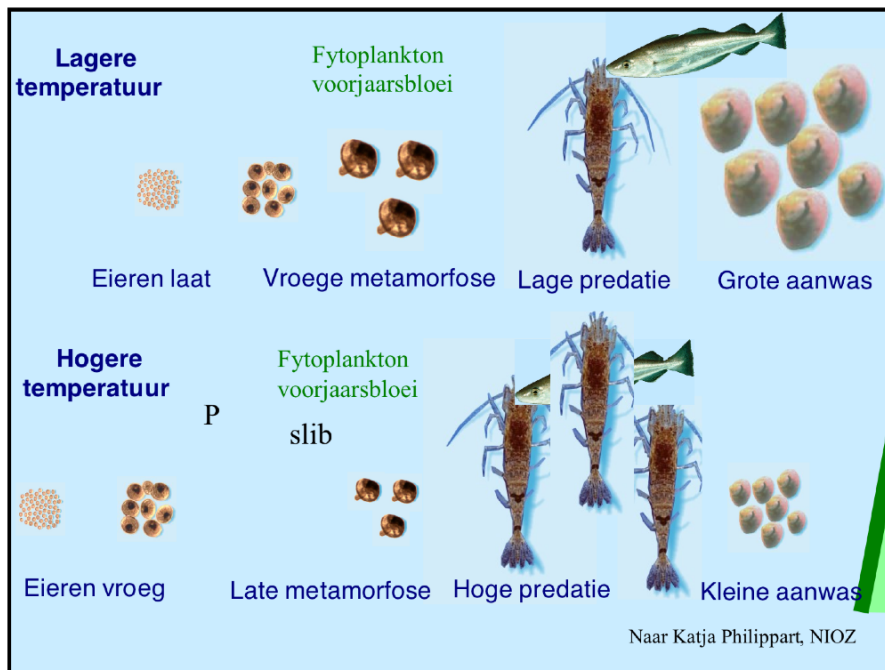
	<b>subscore</b>
1. Bodem	$1,8 \times 10^{-3}$
2. Waterleven	0
3. Bodemleven	$6,7 \times 10^{-3}$
4. Vogels en zeehonden	$9,3 \times 10^{-3}$
5. Beleving	$2,3 \times 10^{-3}$
<b>Totaalscore klimaatverandering</b>	<b><math>20,1 \times 10^{-3}</math></b> Hiervan is: Score door effect van plaatdaling: $11,1 \times 10^{-3}$ Score door stijging temperatuur zeewater (leidend tot afname kokkelpopulatie): $9,0 \times 10^{-3}$ Hierbij wordt aangetekend dat dit waarschijnlijk nog een onderschatting is van de feitelijke score, aangezien het versterkende effect van mogelijkere optredende stormen op de plaatdaling niet is meegenomen en het effect van temperatuurstijging van het zeewater slechts ten dele.

## 7.9. Update juni 2006

Vooruitlopend op het nieuwe (4e) IPCC-rapport in 2007 zijn nieuwe klimaatprognoses/scenario's bekend geworden (KNMI '06 klimaatscenario's voor Nederland), maar dat geeft geen aanleiding om de berekeningen zoals hiervoor gepresenteerd te herzien. De onzekerheidsmarges waren en zijn groot. *De grootste onzekerheid is te wijten aan verschillen in modelberekeningen ten gevolge van de beperkte kennis van het klimaatsysteem.*

Op detailniveau is duidelijker geworden dat het vroeger ontwaken van de natuur ook voor de wadden verstorend kan werken. Bewezen is dat het zogenaamde dagnummer in het jaar waarop de gemiddelde temperatuur  $5^{\circ}\text{C}$  bereikt, afneemt. Het groeiseizoen start gemiddeld eerder. Han Lindeboom (Imares, voorheen Alterra Texel) heeft, gebruikmakend van het onderzoek van Katja Philippart (NIOZ), op het Skylge II-beraad (april 2005) dit proces als volgt inzichtelijk gemaakt.

Er blijkt een contra-intuïtief resultaat voor de schelpdiergroei aanwezig te zijn: hogere temperaturen leiden niet tot een grotere aanwas, maar juist tot een kleinere, vanwege de hogere predatie en het feit dat de voorjaarsbloei van het fytoplankton niet groter wordt bij hogere temperatuur, maar voornamelijk afhangt van de lichthoeveelheid per dag, en die verschuift niet.



## 7.10. Bronnen

1. Können, G., Climate scenarios for impact studies in The Netherlands, KNMI, mei 2001
2. Oost, A. et al., Integrale Bodemdalingstudie Waddenzee, 1998
3. Oost, A., Interne notitie, RIKZ, 2003
4. Louters, T. en F. Gerritsen, Het mysterie van de Wadden, RIKZ, nr. 94-040, 1994
5. Wang, Z.B. en A. van der Weck, Sea level rise and morphological development in the Wadden Sea, WL, december 2002
6. Philippart C.J.M., H.M. van Aken, J.J. Beukema, O.G. Bos, G.C. Cadée, R. Dekker (2003) Climate-related changes in recruitment of the bivalve *Macoma balthica*. *Limnol. Oceanogr.* 48, 2171-2185.
7. Sas, H., persoonlijke waarnemingen, 2002-2003
8. Jong, F. de et al., Waddenzee Quality Status Rapport, RIKZ, 1999



9. Dankers, N., pers. mededeling, 07-08-2003
10. Lindeboom, H., persoonlijke mededeling, 14-11-2003
11. RIKZ, Bodemdalingstudie Waddenzee 2004 : vragen en onzekerheden opnieuw beschouwd
12. Startnotitie Milieu Effect Rapportage, januari 2005
13. MER Aardgaswinning Waddenzeegebied vanaf locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen; januari 2006

## 8. Dossier Mechanische kokkelvisserij

Anno 2007 is er geen kokkelvisserij meer in de Waddenzee; bij het tot stand komen van het Cascademodel nog wel. Het dossier Kokkelvisserij is hier toch opgenomen. De onderstaande tekst kan dus eigenlijk beter in de verleden tijd worden gelezen.

### 8.1. Afbakeningen

Ons uitgangspunt is de kokkelvisserij anno 2003 in het Nederlandse deel van de Waddenzee en in de (onder het vigerende beleid) opengestelde gebieden; dit betreft ongeveer 70% van het Nederlandse deel van de Waddenzee en 50% van het bestand.[10] De kokkelsector vist bij voorkeur selectief op de grootste kokkels. In het beleid wordt vaak uitgegaan van een grens van vijftig stuks per m<sup>2</sup> waarboven kokkelvisserij pas rendabel zou zijn, maar lager is ook mogelijk. Veruit het grootste deel van de kokkelbestanden bevindt zich op de platen, maar in sommige jaren kan tot 25% van de vangsten uit het sublitoraal komen.[1][2][3]

### 8.2. Omschrijving doel ingreep

De kokkelvisserij richt zich op het vangen van volwassen kokkels, groter dan vijftien millimeter (liefst 3-4 cm; jaarklasse 3-4), onbeschadigd, met weinig zand, goed van kleur, levend gevangen.[1][2]

### 8.3. Toegepaste technologie

Kokkels worden gevangen met behulp van een schip met weinig diepgang dat over de kokkelbestanden vaart. De schelpdieren bevinden zich in meerderheid op de droogvallende platen; een kleiner deel bevindt zich langs plaatranden of in het sublitoraal. Er wordt op de platen bij vloed gevestigd, en alleen als er voldoende water op de platen staat, zodat het kokkelschip er gemakkelijk overheen kan varen en schroefschade zo veel mogelijk wordt beperkt. De diepgang van de kokkelschepen is een halve meter. Buiten het schip schuift een kokkelkor op sleden over de platen. De kokkels worden met een waterstraal uit de

bodem losgemaakt en komen via een mes dat in de bodem steekt in de kor. Het mes steekt zo'n twee tot drie centimeter diep. De kor is een korf met een spijlbreedte van vijftien millimeter. Kleinere organismen vallen door de spijlen van de kor terug in zee.[1][8][10]

#### 8.4. Randvoorwaarden

Randvoorwaarden voor het kokkelvissen die de sector zelf hanteert zijn, conform [1], [2] en [10]:

- niet vissen in zeegrasgebieden en op mosselbanken
- niet vissen op broedvalplaatsen, om oogst in volgende jaren te beschermen (met name actueel in 2003, aangezien dit jaar grote broedval opgetreden is, op sterk teruggelopen bestanden)
- beheerst vissen (collectief, een schip per bank, aanpassing visserij-intensiteit aan vangstmogelijkheid).

Conform het voedselreserveringsbeleid van de Nederlandse overheid moet 70% van de voedselbehoefte van wadvogels permanent aanwezig zijn in de vorm van kokkels en mosselen; de rest wordt verkregen uit alternatieve voedselbronnen (de in het najaar aanwezige hoeveelheden aan kokkels worden berekend uit de voorjaarsbestanden, daarna wordt bepaald hoeveel in het najaar gevist mag worden). LNV beslist ieder jaar over het visplan, op basis van inventarisatie van de kokkelstand in het voorjaar.

Bovenstaande randvoorwaarden zijn uitgangspunt voor de onderstaande berekeningen.

#### 8.5. Tijdsgedrag

##### Tijdelijk of permanent

Het vissen gebeurt in beginsel ieder jaar, dus in onze terminologie "permanent", zij het dat ieder jaar opnieuw bepaald wordt of en zo ja, hoeveel er gevist mag worden. De fluctuaties in zowel bestanden als vangsten zijn erg groot. Als we de periode van 1992 tot en met 2001 als maatgevend voor de huidige vispraktijk nemen, zien we op grond van de data uit [3] dat er jaarlijks tussen de 0 en 30% van de kokkels op bestanden met meer dan 50/m<sup>2</sup> is opgevist. In het beleid werd aangenomen dat foeragerende vogels kokkelbestanden

nodig hebben van meer dan  $50/\text{m}^2$ . Hoewel deze grens enigszins arbitrair is, hanteren wij hem hier als uitgangspunt, omdat hij in ieder geval wel een indruk geeft van het aandeel aan rijkere bestanden. Voor scholeksters en kanoetstrandlopers moeten deze bestanden op droogvallende platen liggen, voor eidereenden in het sublitoraal.

Uit [3] kan worden afgeleid dat de gemiddelde relatieve vangst over 1992-2001 op de bestanden met dichtheden boven  $50/\text{m}^2$  in het Nederlandse deel van de Waddenzee  $13,8\% \pm 10,1\%$  zou bedragen. Volgens [10] zijn de inschattingen van de bestanden in deze periode echter gemiddeld 38% te hoog geweest, met name doordat de groei in de slechtere jaren overgewaardeerd was. We nemen aan dat deze 38% ook voor de rijkere kokkelbestanden geldt. Hiervoor corrigerend, is door de kokkelvisserij gemiddeld  $19,0\% \pm 13,9\%$  van de bestanden met dichtheden boven  $50/\text{m}^2$  bevestigd.

Voor de bevissing van de kokkelbestanden als geheel (incl. sublitoraal) is dat volgens [3]  $8,1\% \pm 4,0\%$ . Opnieuw corrigerend voor de 38% onderschatting van de bestanden geeft dit een feitelijk percentage van  $11,2\% \pm 5,5\%$ . In [10] wordt inderdaad ook uitgegaan van een gemiddeld bevissingspercentage ter grootte van 11%.

Al deze cijfers zijn betrokken op de kokkelbestanden in de gehele Nederlandse Waddenzee, dus op open en de gesloten gebieden tezamen.

Op grond van de vangstcijfers van de afgelopen tien jaar gaan we uit van een jaarlijks gemiddelde absolute vangst van  $4 \times 10^6$  kg (vleesgewicht, nat).[1][8][10] Dit is ca.  $25 \times 10^6$  kg totaal gewicht (incl. schelpen dus).[8]

### **Bij permanent: frequentie ingreep**

We nemen aan dat als de voedselreservering het toelaat, er ieder jaar wordt gevestigd. Het visseizoen loopt in beginsel van eind augustus tot eind november. Uit de data in [3] is af te leiden dat er in 1992-2001 een jaar niet gevestigd is (1996). Op grond hiervan gaan we er voor de toekomst van uit dat gemiddeld negen op de tien jaar gevestigd wordt.

### **Duur ingreep**

Er wordt maximaal drie maanden per jaar gevestigd, zoals gezegd betreft dit de periode van eind augustus tot eind november.

## Aangenomen scenario 21e eeuw

De hierboven vermelde gegevens over de vispraktijk nemen we ook als uitgangspunten voor de visserijactiviteiten in de 21e eeuw. Mogelijkerwijs zullen de oogstbare hoeveelheden gaan dalen, evenals het aantal schelpdieretende vogels, vanwege:

- vermindering van de nutriëntentoevoer naar de Waddenzee, leidend tot minder primaire productie (die de belangrijkste voedingsbron voor kokkels vormt)
- verhoging van de watertemperatuur, waarschijnlijk door klimaatverandering, wat via een aantal verschillende mechanismen waarschijnlijk tot minder broedval leidt.[4][10]

Het is echter minder waarschijnlijk dat deze ontwikkelingen ook invloed hebben op de vangstpercentages, die maatgevend zijn voor de scores in onze methodiek. We blijven dus vasthouden aan de gemiddelde vangstpercentages van hierboven. Hierbij is geen rekening gehouden met mogelijke veranderingen in de vismethode, zoals het verzaaien van kokkels e.d.

### 8.6. Ruimtelijke verspreiding ingreep in Waddenzee

Volgens [10] werden er in de periode 1993-2002 op gemiddeld 7% van de droogvallende platen in de Waddenzee kokkelbestanden met dichtheden van boven de 50/m<sup>2</sup> aangetroffen. Dat is ongeveer 3,5% van de Waddenzee. Volgens dezelfde bron werd in genoemde periode jaarlijks 4% van de wadplaten bevist, waarbij gemiddeld 1,3% van de platen daadwerkelijk door het vistuig werd geraakt; dit is dus circa 20% van de kokkelbestanden (wat goed overeenkomt met de hierboven becijferde 19%). Van het sublitoraal werd jaarlijks gemiddeld 0,8% door de visserij geraakt. Gemiddeld over de gehele Waddenzee is de verhouding platen:sublitoraal ongeveer 50:50, zodat het op de totale (Nederlandse) Waddenzee betrokken geraakte oppervlak circa 1% bedraagt.

In verband met mogelijk meerjarige bodemschade door de kokkelvisserij is mogelijk ook het cumulatieve cijfer over meerdere jaren van belang. Voor de periode 1992-96 werd volgens cijfers van RIVO-DLO een kleine 5% van het totale PKB-gebied bevist.

## 8.7. Omschrijving aard ingreep op ecosysteem en schatting subscores per ring

### Algemeen

Doel van de ingreep is om de beoogde kokkels weg te vangen. Zoals gezegd gaan we uit van de gemiddelde relatieve vangst over 1992-2001, ofwel  $19,0\% \pm 13,9\%$  voor de kokkelbestanden op droogvallende platen met een dichtheid van meer dan  $50/m^2$ . Voor de bevestiging van de kokkelbestanden als geheel is dat  $11,2\% \pm 5,5\%$ . In 2003, met door langdurig matige broedval sterk teruggelopen bestanden aan kokkels, liep het percentage toegestane kokkelvangst op tot ca. 40%. [5] Volgens [6] is als gevolg van de aanzienlijke broedval, ook op de bestaande kokkelbanken, dit jaar slechts 300 van de toegestane 2.800 ton opgevisst. Door de grote jaarlijkse fluctuaties in de kokkelbestanden is er ook een grote fluctuatie in de jaarlijks gevangen hoeveelheden, van nul kilogram (1991, 1996) tot ruim vijftig miljoen kilo versgewicht (het vleesgewicht is daarvan ca. 15%; 1988, 1998). Zoals eerder gesteld, gaan we hier uit van een jaarlijks gemiddelde absolute vangst van  $4 \times 10^6$  kg (vleesgewicht, nat), ofwel ca.  $25 \times 10^6$  kg totaal gewicht.

### Ring 1: De dynamiek van de wadbodem

#### **Vermindering van het sedimentvolume in de Waddenzee door de kokkelvangst zelf**

Uitgaand van een geschat soortelijk gewicht van ongeveer één, komt de gemiddelde jaarlijkse vangst neer op een onttrokken volume van  $25 \times 10^3$  m<sup>3</sup>, gedurende honderd jaar. Op grond van [7] is een correlatie bepaald tussen bodemdaling en plaatverlies. De basisgegevens zijn als volgt (zie ook het dossier over de gaswinning):  $71,6 \times 10^6$  m<sup>3</sup> bodemdaling leidt tot vermindering van het plaatoppervlak van elf km<sup>2</sup>, ofwel  $6,5 \times 10^6$  m<sup>3</sup> bodemdaling voor één km<sup>2</sup> plaatverlies; hierbij wordt niet uitgegaan van compensatie door sedimentatie. Het onttrokken volume van  $25 \times 10^3$  m<sup>3</sup> komt dus neer op een verlies aan plaatareaal van  $(25 \times 10^3) / (6,5 \cdot 10^6) = 0,004$  km<sup>2</sup>. Dit gedurende honderd jaar. We gaan niet uit van een effect op de kwelders. De subscore in ring 1 is hierdoor maximaal  $1/5 \times 0,5 \times (0,004/1199) \times 100/100 = 0,0003 \times 10^{-3}$ .

#### **Bodemopwoeling, door de invloed van de waterstraal, het mes, de sleden en door de schroef van de boot**

We schatten dat de opwoeling van de bodem door de kokkelvisserij tot drie centimeter diepte reikt. We gaan ervan uit dat het zand in de bodem direct weer terugkeert en dit deel van het sediment dus geen netto uitspoeling kent. Dit zal anders zijn bij het fijn slib. Uit

[10] komt naar voren dat kokkelvisserij inderdaad direct na bevissing een vermindering van het slibgehalte van de wadbodem veroorzaakt. We gaan ervan uit dat al het fijn slib in de vijfcentimeterzone wordt opgewoeld en dat hiervan maar 50% terugkeert (en de rest dus uitspoelt) ter plaatse van kokkelvisserij. Het aandeel van fijn slib in de sedimentbalans van de Waddenzee is 15%.[7] Het gaat zoals gezegd om een toplaag van 0,03 m. We gaan ervan uit dat dit sedimenteffect geldt (worst case) voor het cumulatief beviste oppervlak (circa 5% van de Waddenzee) en voor de volle honderd jaar. Dit geeft een volumevergroting van de Waddenzee ter grootte van  $0,5 \times 0,15 \times 0,05 \times 0,03 \times 2400 \times 10^6 = 0,27 \times 10^6 \text{ m}^3$ . Op grond van de relatie tussen volumevergroting en plaatverlies ontwikkeld in het gaswinningsdossier, kunnen we het verlies aan plaatareaal hierdoor bepalen op  $(0,27 \times 10^6) / (6,5 \cdot 10^6) = 0,04 \text{ km}^2$ . De subscore in ring 1 is daarmee  $1/5 \times 0,5 \times (0,04/1199) \times 100/100 = 0,003 \times 10^{-3}$ .

Aangezien de kwelders niet bevestigd worden, is daar geen effect. De subscore daarvan is dus 0.

*De score in ring 1 is daarmee:  $0,0003 \times 10^{-3} + 0,003 \times 10^{-3} = 0,003 \times 10^{-3}$ .*

In vergelijking met de subscores in de andere ringen (zie onder) is de totale score in ring 1 verwaarloosbaar. Op grond hiervan mag aangenomen worden dat de doorwerking van de afname in plaatareaal in de ringen 2, 3 en 4 eveneens verwaarloosbaar zal zijn.

## **Ring 2: Het aquatische leven**

### **Effect van vertroebeling van het water, door het opwerpen van slib**

Over verspreiding en tijdsduur van de slibpluim is weinig bekend, maar aangezien de visserij in het najaar plaatsvindt (dus niet in het groeiseizoen), wordt ervan uitgegaan dat er geen significant effect op de aquatische biota is.

## **Ring 3: Het bodemleven**

### **Effect van de visserij op de kokkelpopulatie zelf**

Volgens [10] zorgt kokkelvisserij voor een systematische vermindering van de kokkelbestanden in de Waddenzee. We hanteren het gemiddelde relatieve vangstcijfer over de periode 1992-2001, dat wil zeggen 11,2%, als uitgangspunt voor de vermindering van de kokkelbestanden in enig jaar door de visserij. Volgens [10] zijn er indicaties dat de kokkelvisserij in het daaropvolgende jaar nog doorwerkt met een factor 0,7, maar omdat dit cijfer nogal onzeker is en het bovendien nooit zeker is of er geen nieuwe broedval tussendoor

komt, zullen we daar geen rekening mee houden. De genoemde 11,2% blijft dus uitgangspunt voor de gemiddelde vermindering in onze honderdjaarsperiode. De subscore ten gevolge van de kokkelvangsten zelf wordt daarmee

$$1/5 \times 0,2 \times 0,11 \times 100/100 = 4,4 \times 10^{-3}.$$

### **Effect van de visserij op andere bodemdieren**

Bijvangst van kokkelvisserij bestaan uit kleine kokkels en andere kleine bodemdieren uit de bovenste drie tot vijf centimeter (nonnetjes, wormen en verspreid liggende mosselen).[2][5][9][10] Kleine kokkels, nonnetjes en wormen vallen voor het merendeel terug in zee. Hun overlevingspercentages zijn “groot”. [2] Volgens [5] en [9] overleven de bijvangsten echter lang niet allemaal. Bron [10] meldt dat de sterfte onder deze bodemdieren groot kan zijn, maar dat er niet noodzakelijk een netto effect op de populatie is. Op grond van dit alles en bron [12] schatten we het netto effect op de beviste populaties als volgt in.

- Wormen: geen systematische verandering.
- Kleine kokkels: kleine, met name nuljarige kokkels worden tegenwoordig niet meer bevestigd, maar een bepaald percentage bevestiging hiervan lijkt onvermijdelijk. We gaan uit van een mate van bevestiging van 11,2% en een vermindering van de beviste populatie jonge kokkels hierbinnen met 20%. Het effect hiervan op de score in ring 3 is al meegenomen in de score hierboven, maar dit gegeven is ook van belang om het effect op foeragerende vogels te bepalen, in ring 4.
- Nonnetjes: vermindering van de beviste populatie met 20%. Dit is opnieuw een belangrijk gegeven voor de foeragerende vogels in ring 4.
- Het effect van de bijvangst van verspreide mosselen op de totale mosselpopulatie is niet duidelijk; wij kunnen dus niet anders dan dit effect hier verwaarlozen. Een systematisch effect van kokkelvisserij op de mosselbroedval kon in [10] niet worden aangetoond, evenmin als een effect van het opgewoeld slib op het filtrerend vermogen van mosselen.

*De score in ring 3 is daarmee  $4,4 \times 10^{-3}$ .*

## Ring 4: Vogels en zeehonden

### Beperking voedsel wadvogels

Scholeksters, kanoetstrandlopers en in mindere mate eidereenden zijn afhankelijk van kokkels. Scholeksters foerageren ook veel op mosselen, kanoeten op nonnetjes. Kanoeten eten kokkels tussen vijf en twaalf millimeter, deze worden in beginsel niet bevestigd, maar een zekere bijvangst kan volgens [12] niet worden uitgesloten. We schatten dat de visserij voor een gemiddelde afname van 20% van de kleine kokkels zorgt en ook voor 20% afname van de nonnetjes (zie boven).

Indien er voldoende mosselen op de droogvallende platen liggen, leeft hierop ongeveer de helft van de scholeksters.[10] De andere helft is dan afhankelijk van kokkels. We nemen deze verdeling hier als uitgangspunt. Voor de kanoeten gaan we ervan uit dat deze gelijkelijk van nonnetjes en jonge kokkels afhankelijk zijn.[9] Voor de eidereenden nemen we op grond van [10] en [12] aan dat kokkels slechts 20% van het basisvoedsel vormen.

Het voedselreserveringsbeleid van de overheid, waarin is vastgelegd dat 70% van de totale winterse voedselbehoefte van scholeksters (en eidereenden) op het wad aanwezig moet zijn in de vorm van kokkels en mosselen, zou moeten tegengaan dat in arme jaren extra sterfte als gevolg van visserij optreedt. Er is echter niet voldoende voor de vogels, met name in jaren met weinig mosselen en kokkels.[10]

Ervan uitgaand dat de scholeksters voor 50% afhankelijk zijn van de kokkelbestanden met grotere dichtheden en dat hiervan door de kokkelvisserij jaarlijks gemiddeld 19% wordt weggevangen (zie boven), leidt de visserij tot een vermindering van het draagvermogen van de Waddenzee voor scholeksters van  $0,5 \times 19 = 9,5\%$ . Bron [10] geeft een aantal van 15.000 minder scholeksters. Betrokken op de huidige populatie van 170.000 is dat 8,8%.[10] Wij houden het op de genoemde 9,5% en vertalen dit mindere draagvermogen door in een gelijke vermindering van de gemiddelde populatie; gezien de lange tijdsperiode lijkt dit een gerechtvaardigde aanname. Dit voor de volle honderdjaarsperiode. Dat geeft een subscore in ring 4 van  $1/5 \times 0,1 \times 0,095 \times 100/100 = 1,90 \times 10^{-3}$ .

Bij de kanoetstrandlopers gaan we ervan uit dat deze voor 50% afhankelijk zijn van kleine kokkels en voor 50% van nonnetjes op de platen. De mogelijke teruggang door de kokkelvisserij van de nonnetjes (zie boven) wordt geschat op 20% van de bevestigde bestanden. Aannemend dat gelijke percentages kokkels en nonnetjes worden bevestigd, is er een netto gemiddelde afname van de nonnetjespopulatie ter grootte van 20% van 11%, ofwel 2,2%. Ook de kleine kokkels nemen, via een analoge berekening, met dit gemiddeld percentage af. Op

basis van de 50:50 afhankelijkheid van de kanoeten van nonnetjes en jonge kokkels en opnieuw de aanname dat een vermindering van het draagvermogen proportioneel doorvertaalt naar de gemiddelde populatie, kunnen we voor de kanoeten een subscore van  $1/5 \times 0,1 \times 0,022 \times 100/100 = 0,44 \times 10^{-3}$  bepalen.

Bij de eidereenden gaan we uit van 20% afhankelijkheid van kokkels. Dit betreft vooral kokkels in het sublitoraal. We nemen aan dat dit ook bestanden met hoge dichtheden zijn. Hiervan wordt gemiddeld 19% bevestigd. De subscore bij de eidereenden wordt daarmee:  $1/5 \times 0,1 \times 0,2 \times 0,19 \times 100/100 = 0,76 \times 10^{-3}$ .

### **Verstoring wadfauna (zeehonden, vogels), door visserijactiviteit**

Waarschijnlijk verwaarloosbaar, omdat er alleen gevestigd kan worden wanneer er water op de platen staat en deze dan geen rust- of foerageerplaatsen voor de vogels, noch rustplaatsen voor de zeehonden vormen.

*De subscore in ring 4 wordt daarmee =  $1,90 \times 10^{-3} + 0,44 \times 10^{-3} + 0,76 \times 10^{-3} = 3,1 \times 10^{-3}$  (afgerond).*

### **Ring 5: De belevingswaarde**

#### **Verstoring rust en visuele verstoring op het wad door de aanwezigheid van kokkelschepen**

Dit effect is beperkt tot de visperiode, d.w.z. het najaar. We gaan ervan uit dat de kokkelvissers jaarlijks zo'n 750 visserijdagen in de Waddenzee besteden. Dat kan vertaald worden in gemiddeld tien schepen die gedurende 75 dagen per jaar vissen. We gaan er verder van uit dat de schepen maximaal op circa vijf kilometer afstand te zien of te horen zijn (persoonlijke observatie). Er wordt gemiddeld negen van de tien jaar gevestigd (zie boven). Ook nemen we aan dat ze alleen overdag vissen, ofwel de helft van de etmaalperiode. Vijf kilometer als maximale verstoringradius geeft, conform de verstoringformule uit [11] (herschaald van een maximale verstoringafstand van tien kilometer naar de onderhavige vijf kilometer) een verstoord oppervlak van  $26 \text{ km}^2$  per schip. Voor tien schepen is dat dus  $260 \text{ km}^2$ . Zo komen we op de volgende schatting van de subscore voor visuele verstoring door de aanwezigheid van de schepen:

$1/5 \times 0,25 \times 260/2400 \times 0,5 \times 75/365 \times 9/10 \times 100/100 = 0,56 \cdot 10^{-3}$ .

### Visuele verstoring door sporen kokkelvisserij

De kokkelschepen laten door hun opwoelende activiteit ondiepe sporen op het beviste wad achter. We nemen aan dat deze sporen te zien zijn ter plaatse van het jaarlijks beviste plaatoppervlak (0,65% van de Waddenzee) en aldaar dus voor visuele verstoring zorgen. Er is veel meningsverschil over hoe lang de sporen te zien zijn. Wij schatten deze duur op gemiddeld twee maanden, voor alle jaren dat gevist wordt (= 9/10 van alle jaren in onze honderdjaarsperiode). De subscore voor visuele verstoring door de kokkelvisserijsporen wordt daarmee:  $1/5 \times 0,25 \times 0,0065 \times 2/12 \times 9/10 \times 100/100 = 0,05 \cdot 10^{-3}$ .

### Aantasting ecologische rijkdom

Hier wordt de indicator van ring 4 ingevuld, vermeerderd met de weegfactor 0,25 voor dit aspect. De subscore wordt dus:  $0,25 \times 3,1 \cdot 10^{-3} = 0,78 \cdot 10^{-3}$ .

*De subscore in ring 5 wordt daarmee:  $0,56 \cdot 10^{-3} + 0,05 \cdot 10^{-3} + 0,78 \cdot 10^{-3} = 1,4 \cdot 10^{-3}$  (afgerond).*

## 8.8. Kwantificering invloed, per ring en totaal

	<b>subscore</b>
1. Bodem	$0,003 \times 10^{-3}$
2. Waterleven	0
3. Bodemleven	$4,4 \times 10^{-3}$
4. Vogels en zeehonden	$3,1 \times 10^{-3}$
5. Beleving	$1,4 \cdot 10^{-3}$
<b>Totaalscore mechanische kokkelvisserij</b>	<b><math>8,9 \times 10^{-3}</math></b>

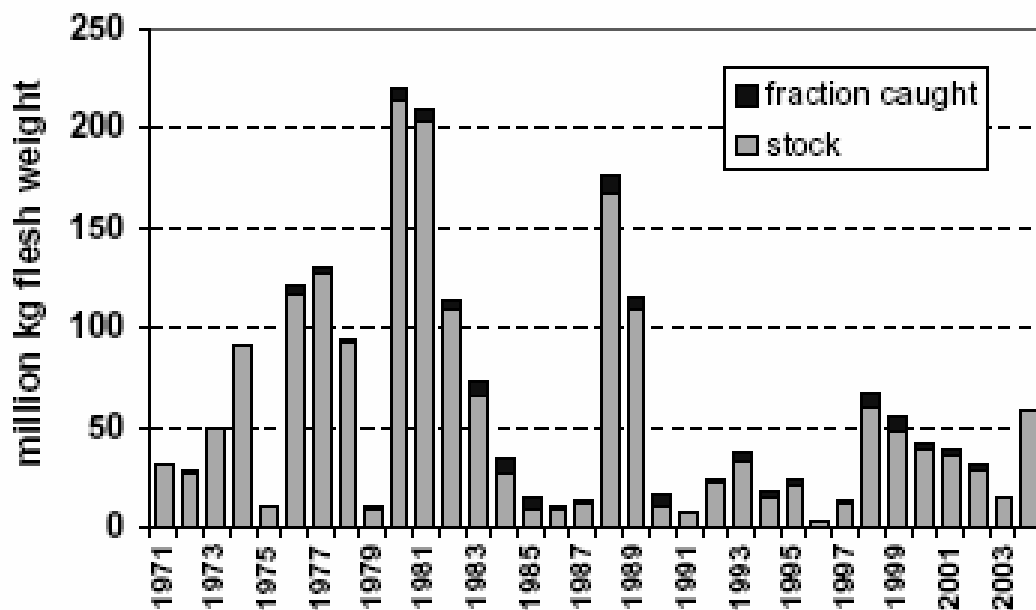
## 8.9. Update juni 2006

Katja Phillipart (NIOZ) heeft op grond van haar eigen recente onderzoeken tot veel hogere scores voor de invloed van kokkelvisserij. Zij nam grote invloed waar van de kokkelvisserij op met name kleine mossels, maar ook op nonnetjes; daarmee is er ook een grotere invloed op vogels. Volgens haar berekeningen is de invloed van mechanische kokkelvisserij 27,9 in plaats van 8,9.

Mechanische kokkelvisserij in de Waddenzee is per begin 2004 verboden. Er zijn handkokkelvergunningen uitgegeven, die inmiddels ook overdraagbaar zijn, maar ook voor handkokkelen zijn delen van de Waddenzee gesloten. De broedval van kokkels was in 2005 en 2006 behoorlijk, en de hoeveelheid kokkels beschikbaar voor vogels is dan ook duidelijk

toegenomen. Verstoring van de slibhuishouding is gestopt, de restauratietijd wordt echter verschillend ingeschat.

Onderstaande grafiek geeft de absolute hoeveelheden kokkelvles aan in miljoenen kilo's. De beviste fractie lijkt zeer gering en er lijkt genoeg over voor vogels. Echter, zoals in de tekst al vermeld, scholeksters en kanoetstrandlopers hebben voor hun voedselbehoefte dezelfde dichtheden (vijftig of meer kokkels per m<sup>2</sup>) nodig als kokkelvisser.



## 8.10. Bronnen

1. ODUS, Uit de schulp, 2001
2. Holstein. J., J. Bakker en N. Steins, persoonlijke communicatie d.d. 1.8.2003
3. Bult, T. en J. Kestelo, Het kokkelbestand in de Nederlandse kustwateren in 2002, RIVO, 2002
4. Philippart, C.J.M. et al., Climate-related changes in recruitment of the bivalve *Macoma balthica*, 2003



5. Wilde Kokkels en anderen, Bezwaarschrift Kokkelvergunning 2003, 1-8-2003
6. PO Kokkels, Start seizoen 2003 kokkelvisserij op Waddenzee, [www.kokkels.nl](http://www.kokkels.nl), 12-9-2003
7. Oost A., et al., Integrale Bodemdalingstudie Waddenzee, 1998
8. Jong F. de, et al., Waddenzee Quality Status Rapport, RIKZ, 1999
9. Piersma, T., pers. comm., 24-11-2003
10. Samenvatting resultaten wetenschappelijk onderzoek EVA-II, Versie 04-12-2003
11. Dijkstra, H., Visuele effecten van proefboringen naar aardgas in de Waddenzee en Noordzeekustzone. DLO-Staringcentrum, Rapport 415, Wageningen, 1996
12. Ens, B., schattingen op grond van EVA-II onderzoek, pers. comm., 18-12-2004
13. Phillipart, K., commentaar op berekeningen Kokkelvisserij volgens Cascadedossier

## 9. Dossier Militaire oefeningen

### 9.1. Afbakeningen

Het gaat om de volgende activiteiten van de Koninklijke Luchtmacht, de Koninklijke Landmacht en de Koninklijke Marine:

- vlieg oefeningen door gevechtsvliegtuigen bij Vlieland
- schietoefeningen met handvuurwapens, boordkanonnen en mitrailleurs op de schietbaan Marnewaard en cavalerieschietkamp Vlieland; op Vlieland wordt bovendien met tanks geschoten en geoefend met antitankkraketten
- het afwerpen van explosieven door gevechtsvliegtuigen op de locatie Vliehors
- amfibische landingen met rubberboten, landingsvaartuigen en helikopters in de Mokbaai op Texel.

Niet berekend wordt de invloed van:

- militaire helikoptervluchten (gering in aantal (namelijk 160 in 2001) en omdat uit [6] blijkt dat civiele helikoptervluchten niet van invloed zijn op vogels en zeehonden mag verwacht worden dat dit ook voor de militaire vluchten geldt)
- ontploffingen van explosieven door de duik- en demontegroep van de marine bij Den Helder (het gaat om sporadische oefeningen, waarschijnlijk niet elk jaar [4])
- de testschietterreinen Breezanddijk en Zeefront (buiten het PKB-gebied en beperkte externe werking door geluidshinder.[2])

### 9.2. Omschrijving doel ingreep

Schiet- en vlieg oefeningen van de Koninklijke Luchtmacht en Koninklijke Landmacht, en amfibische oefeningen van de Koninklijke Marine.

### 9.3. Toegepaste technologie

Diverse typen gevechtsvliegtuigen, explosieve vliegtuigbommen van 500 pond, oefenbommen (niet explosief), negenmillimeterpatronen, boordmitrailleurpatronen, 7.62-tank-

mitrailleurpatronen, 25-millimeter-YPR-granaten, 120-millimetertankgranaten en anti-tankgranaten. Er wordt hoofdzakelijk oefenmunitie gebruikt.

#### **9.4. Randvoorwaarden**

Oefeningen vinden buiten het broedseizoen en het toeristisch hoogseizoen plaats. Omdat uitgegaan wordt van een worst-case-benadering, wordt niet voor seizoensinvloeden gecorrigeerd.

Door het gebrek aan gedetailleerde onderzoeksgegevens, wordt er geen uitsplitsing gemaakt per zeehonden- en vogelsoorten, zoals de IMSA-methodiek van het Cascademodel voorschrijft.

De weersomstandigheden zijn bepalend voor de geluidshinder. De onderzoeken [10], [11] en [12] vonden plaats met rustig weer. De hindercijfers worden niet omgerekend naar een dag met gemiddeld weer (worst-case-scenario).

Enkele geraadpleegde onderzoeken zijn gedateerd. De wapens die indertijd werden gebruikt, zijn soms vervangen door modernere wapens die in het algemeen voor minder schade zorgen. Hiervoor wordt niet gecorrigeerd.

#### **9.5. Tijdsgedrag**

##### **Tijdelijk of permanent:**

Permanent

##### **Bij permanent: frequentie ingreep**

##### **Vliegoefeningen**

Achthonderd verstorende vluchten per jaar. Dat is het aantal vluchten dat in 1999 lager vloog dan vijf kilometer.[2] Aangenomen wordt dat jachtvliegtuigen boven deze hoogte geen invloed meer hebben op de Waddenzee. Jachtvliegtuigen op vijf kilometer veroorzaken aan de grond een geluidsniveau van ongeveer 53 dBA.[3] Dit is sterk windafhankelijk. Bron [8] hanteert als vuistregel voor natuurlijk achtergrondgeluid dertig tot veertig dBA in kwelders bij windstilte. Aangenomen wordt dat bij gemiddeld weer het achtergrondgeluid de 53 dBA nadert.



Verder wordt verondersteld dat de vliegtuigen niet in formatie oefenen, zodat de 800 vliegbewegingen als op zichzelf staande ingrepen worden beschouwd.

### **Schietoefeningen**

Op Marnewaard 56 dagen per jaar en op Vlieland 48 dagen.[1] Niet het hele schietseizoen wordt als verstoorde periode genomen, want er is een verschil waargenomen tussen schieten niet-schietdagen.[10]

### **Afwerpen van explosieven**

In 2001 26 bommen met explosieve lading.[1]

### **Amfibische landingen**

Vier landingen per jaar (schatting).[4]

### **Duur ingreep**

### **Vliegoefeningen**

Jachtvliegtuigen zorgen voor 0,046 deel van het jaar voor verstoring van de rust. Wij nemen aan dat de oefeningen in een rechte lijn gaan. Laagvliegende straaljagers oefenen met ongeveer 800 km/uur.[13] Het aanvlieggebied heeft een lengte van veertig kilometer. De verblijfsduur van een jachtvliegtuig in het PKB gebied is dan  $40/800 \times 60 = 3$  minuten. Geschat wordt dat de rustverstoring nog tien maal zo lang na-ijlt, zodat de ingreep dertig minuten duurt. De 800 vliegbewegingen zorgen op die manier voor  $800/365$  dagen/24 uur/60 minuten  $\times$  30 minuten = 0,046 continue verstoring per jaar.

### **Schietoefeningen**

Op Marnewaard 56 dagen per jaar en op Vlieland 48 dagen.[1] Hoewel men meestal niet van zonsopgang tot zonsondergang schiet, wordt een dag waarop geschoten wordt wel als geheel verstoord beschouwd.

### **Afwerpen van explosieven**

In 1997 oefende de Luchtmacht twee weken met explosieve lading.[11] Omdat men in principe geen bommen met explosieve lading afwerpt in en rond weekeinden, duurt de verstoring zes dagen.



### **Amfibische landingen**

Elke landing duurt een dag (schatting dhr. Sybrandi), dus de totale duur van de amfibische landingen komt op vier dagen.

### **Aangenomen scenario 21e eeuw**

Staatssecretaris Van Hoof schatte in 2002 dat de afgelopen jaren de activiteiten in het waddengebied en op de oefenterreinbehoefte ongeveer gehalveerd zijn.[7] Exacte cijfers hierover zijn er waarschijnlijk niet of zijn niet openbaar. In dezelfde toespraak gaf de staatssecretaris aan niet te verwachten dat deze vermindering van activiteiten in dezelfde mate doorzet. Daarom wordt in de berekeningen van de invloed van de oefeningen uitgegaan van het huidige aantal.

## **9.6. Ruimtelijke verspreiding ingreep in Waddenzee**

### **Vliegoefeningen**

De oefeningen vinden plaats boven 0,106 deel van de Waddenzee. Hierbij wordt uitgegaan van een geluidsbelasting van 53 dB, een natuurlijk achtergrondgeluid van 35 dBA [8] en een geschatte demping van twee dBA per kilometer. Dit levert een verstoringstraal van negen kilometer. De vliegtuigen oefenen op steeds hetzelfde, rechte traject, zodat het verstoord oppervlak  $\pi \times 92$  is. Dit is  $254/2400 = 0,106$  deel van de Waddenzee.

### **Schietoefeningen**

In [10] zijn vluchtreacties van vogels waargenomen op zeven tot acht kilometer vanaf de oefenlocatie Marnewaard. Op grotere afstand treedt gewenning op. Aangenomen wordt dat de geluidsbelasting van boordkanonnen van dezelfde orde grootte is als die van tankschoten. Ervan uitgaand dat de geluidsbronnen aan de rand van het PKB gebied staan, betekent dit een verstoord gebied voor de vogels van  $0,5\pi \times 82 = 101 \text{ km}^2$ . Dit is een gebied met hoofdzakelijk platen. De schietoefeningen ontnemen  $101/1199 = 0,084$  deel van het platenareaal.

In de halve oostelijke Waddenzee,  $600 \text{ km}^2$  groot, hoort 50% van de mensen de oefeningen bij Marnewaard (afgeleid uit (10)). Aanloog hieraan kan gesteld worden dat de tankschoten op Vlieland door 50% van de mensen in de westelijke Waddenzee (eveneens  $600 \text{ km}^2$ ) wordt gehoord. Deze twee gebieden overlappen elkaar niet.

### **Afwerpen van explosieven**

Van het platenareaal wordt jaarlijks  $0,028 \times 10^{-3}$  deel omgewoeld door explosieve inslagen van vliegtuigbommen. Want er wordt geoefend op de platen, niet in kwelders. De straal van het gebied dat door de inslagen wordt beïnvloed, bestaat uit de krater en een cirkel daaromheen met opgewoeld zand en wordt geschat op twintig meter. Het areaal van de platen dat wordt aangetast wordt dan:  $26 \times \pi \times 0,02^2 = 0,033 \text{ km}^2$ . Dat is  $0,033/1199=0,028 \times 10^{-4}$  deel van het platenareaal.

Van het platenareaal wordt 0,13 deel door de explosies tijdelijk ongeschikt als leefgebied voor de vogels en zeehonden. Volgens [10] maken de oefeningen met explosieve bommen een groter gebied "vogelloos" dan de zeven tot acht kilometer ten gevolge van de schietoefeningen van tanks. We schatten ten gevolge van de bomexplosies een verstoringsstraal van tien kilometer. De projectielen worden verondersteld vlakbij de kust te exploderen, zodat in de Waddenzee een oppervlak in de vorm van een halve cirkel wordt verstoord:  $0,5 \times \pi \times 10^2 = 157 \text{ km}^2$ . Dit gebied bestaat uit wadplaten. De explosies ontnemen dan  $157/1199 = 0,13$  deel van het platenareaal.

In de halve westelijke Waddenzee,  $600 \text{ km}^2$  groot, hoort 50% van de mensen de explosies (afgeleid uit [10]).

### **Amfibische landingen**

Het verstoorde areaal voor vogels is  $6,3 \text{ km}^2$ . Hierbij is geschat dat vogels in een straal van twee kilometer verstoord zijn door de mariniers en het verstoringsgebied de vorm heeft van een halve cirkel:  $0,5 \times \pi \times 2^2 = 6,3 \text{ km}^2$ . Dat is  $6,3/1199 = 5,2 \times 10^{-3}$  deel van het platenareaal van de Waddenzee.

Het verstoorde areaal voor mensen is  $25,1 \text{ km}^2$ . Er wordt geschoten met lichte wapens die te horen zijn in een straal van naar schatting vier kilometer. Het verstoorde oppervlak is dan  $0,5 \times \pi \times 4^2 = 25,1 \text{ km}^2$ . Dat is  $25,1 \text{ km}^2/2400=10,5 \times 10^{-3}$  deel van de gehele Waddenzee.

## 9.7. Omschrijving aard ingreep op ecosysteem en schatting subscores per ring

### Algemeen

Aangenomen wordt dat de wadvogels gelijkmatig verdeeld voorkomen op de platen van de Waddenzee.

### Schietoefeningen en afwerpen van explosieven

De meeste onderzoeken gaan over *gemeten* geluid, slechts enkele over *ervaren* geluid. Er is geen verband tussen de berekende geluidbelasting (in bijvoorbeeld dBA) en het aantal gehinderden.[10] Ofwel: of het schieten al dan niet kan worden gehoord, lijkt bepalend te zijn voor de kans op hinder, niet het geluidsniveau op zich. Bijvoorbeeld: kanonschoten kunnen nog hoorbaar zijn als het knalniveau tot onder het achtergrondniveau is gedaald.[12] Daarom wordt hier de nadruk gelegd op belevingscijfers in plaats van gemeten geluid in dBA.

Uit enquêteonderzoek naar de overlast van schietoefeningen bleek 40% van diegenen die de kanonnen van Marnewaard werkelijk opmerken, dit als hinder te ervaren.[10]

Recreanten en bewoners ervaren en horen het geluid in dezelfde mate. In de enquêteperiode [10] hoorde tweederde van de omwonenden van Marnewaard de schietoefeningen die op die dag hadden plaatsgevonden. Op Schiermonnikoog was dat in dezelfde periode een derde. Gemiddeld is dat 50%, een waarde die overeenkomt met de metingen uit [12] tussen Ameland-Engelsmanplaat-Rotummerplaat. Aangenomen wordt dat men de tankschoten op Vlieland op dezelfde manier beleeft.

### Ring 1: De dynamiek van de wadbodem

De vliegtuigbommen met explosieve lading veroorzaken een diepe kuil in het wad. Hoewel geen officieel beleid, worden deze kuilen na afloop van een oefening met een shovel opgevuld.[4] De schade die hierbij wordt aangericht wordt geacht niet langer te duren dan enkele eb- en vloedbewegingen.

Daarnaast wordt geoefend met bommen zonder of met kleine explosieve lading. De invloed van deze inslagen is zo klein, dat zij geen noemenswaardige schade aan de bodem aanrichten. Ook deze bommen worden opgeruimd, meestal met een jeep. Ook de inslagen van kogels, patronen en granaten zorgen voor opwoelingen die na enkele eb- en vloedbewegingen verdwenen zijn.

Het baggeren dat sporadisch bij de Mokbaai wordt uitgevoerd, is zeer lokaal; dit zorgt voor een vrijwel verwaarloosbare score.

*De totale subscore voor de militaire oefeningen ring 1 is 0.*

## **Ring 2: Het aquatische leven**

De jachtvliegtuigen schieten op doelen in het wad. Hoeveel munitie hierbij gebruikt wordt en achterblijft, is niet bekend. Hoogstwaarschijnlijk gaat het vooral om ijzer, in mindere mate om koper en aluminium. De directe schade wordt daarom een score van 0 gegeven. Brandstof(residuen) van jachtvliegtuigen zouden op het wad kunnen neerslaan. Maar de uitstoot door de straalmotoren is vrijwel niet te kwantificeren door gebrek aan gegevens. De uitstoot lijkt echter gering en is verspreid over een groot oppervlak, zodat verdunning optreedt.[4]

De bommen met explosieve lading ontploffen en zijn niet meer terug te vinden. Hierdoor komt er per jaar ongeveer 6500 kg metaal (geschat op basis van [1]) in het waddeneecosysteem, waarvan een onbekend gedeelte zware metalen. Omdat het metaal langzaam oplost, zijn er geen piekbelastingen van chemische verontreiniging. De concentratie metalen is laag door verdunning en afspoeling naar de Noordzee. Aangenomen wordt dat de invloed van vliegtuigbommen op het aquatische leven in de Waddenzee daarom te verwaarlozen valt.

Een gedeelte van de patronen en hulzen die achterblijven na oefeningen wordt opgevangen of verzameld, een ander gedeelte blijft achter in de Waddenzee. Er wordt oefenmunitie gebruikt. Dit bestaat hoofdzakelijk uit staal, aluminium en plastics. De explosieve lading is, vergeleken met oorlogsmunitie, klein of afwezig. Het effect op het aquatisch leven als gevolg van vervuiling beschouwen we als verwaarloosbaar.

*De totale subscore voor de militaire oefeningen in ring 2 is 0.*



### Ring 3: Het bodemleven

#### Afwerpen van explosieven

De jachtvliegtuigen oefenen op de platen, niet in kwelders. Aangenomen wordt dat de 26 explosieven alle bodemleven van de platen op de plaats van inslag vernietigen. De kwel-dervegetatie blijft dus buiten schot, vandaar de factor 0,8.

Het gezamenlijk oppervlak van de inslagen door de explosies is eerder berekend, namelijk  $0,033 \text{ km}^2$ . Zodoende gaat  $0,8 \times 0,033 / 1199 = 0,022 \times 10^{-3}$  deel van het bodemleven door vliegtuigbommen verloren.

De subscore voor het afwerpen van explosieven wordt in ring 3 dan  $1/5 \times 0,022 \times 10^{-3} = 0,0044 \times 10^{-3}$  Afgerond wordt dit 0.

*De totale subscore voor de militaire oefeningen in ring 3 is 0.*

### Ring 4: Vogels en zeehonden

#### Vliegoefeningen

Omdat civiele helikoptervluchten rondom Den Helder geen wezenlijke invloed hebben op vogels en zeehonden [6], wordt aangenomen dat de invloed van oefenende jachtvliegtuigen ook zeer klein is en dus 0 gescoord mag worden.

#### Schietoefeningen

De onderzochte vogels in [10], waarop de verstoringstraal is gebaseerd, zijn andere soorten dan de indicatorsoorten uit de IMSA-methodiek. Maar verondersteld wordt dat deze in dezelfde mate verstoord raken door de schietoefeningen.

Gegevens voor zeehonden ontbreken. Verondersteld wordt daarom dat zeehonden dezelfde verstoring ervaren als vogels. De gebied ten noorden van de Marnewaard en ten zuiden van Vlieland bestaan uit platen die in principe geschikt zijn als ligplaats voor zeehonden.[9]

De score voor de schietoefeningen bij Marnewaard is  
 $(0,5 \times 56 / 365 \times 0,084 + 0,5 \times 56 / 365 \times 0,084) = 12,6 \times 10^{-3}$ .

De score voor de schietoefeningen bij Vlieland is  
 $(0,5 \times 48 / 365 \times 0,084 + 0,5 \times 48 / 365 \times 0,084) = 11 \times 10^{-3}$ .

De subscore voor de schietoefeningen in de Waddenzee wordt voor ring 4:

$$1/5 \times (12,6 \times 10^{-3} + 11 \times 10^{-3}) = 4,7 \times 10^{-3}.$$

### **Afwerpen van explosieven**

Het oefengebied bestaat uit platen die in principe geschikt zijn als ligplaats voor zeehonden.[9] De subscore wordt  $1/5 \times (0,5 \times 6/365 \times 0,13 + 0,5 \times 6/365 \times 0,13) = 0,4 \times 10^{-3}$ .

### **Amfibische landingen**

De landingen duren samen vier dagen per jaar. De Mokbaai is geen permanente ligplaats van zeehonden.[9] Het is onwaarschijnlijk dat dit aan de landingen ligt, gezien de duur en frequentie, de aanwezigheid van andere verstoringsbronnen en de morfologie van de Mokbaai en omgeving. Zeehonden worden daarom, in tegenstelling tot vogels, niet relevant verstoord door de landingen.

De subscore wordt  $1/5 \times (0,5 \times 4/365 \times 5,2 \times 10^{-3}) = 0,034 \times 10^{-3}$ . Afgerond wordt dit 0.

*De totale subscore voor de militaire oefeningen in ring 4 is  $5,1 \times 10^{-3}$ .*

## **Ring 5: De belevingswaarde**

### **Vliegoefeningen**

De vliegtuigen stinken niet en eventuele emissie naar het water wordt over een groot gebied verspreid. De score is dan 0 voor schoon water en schone lucht. De visuele verstoring door vliegtuigen wordt klein geacht, zodat ook hier 0 gescoord wordt.

De verstoorde fractie van de recreanten/inwoners is de fractie verstoord areaal  $\times$  verstoorte tijd =  $0,106 \times 0,046 = 0,5 \times 10^{-3}$ .

De subscore wordt  $1/5 \times (0,25 \times 0 + 0,25 \times 0 + 0,25 \times 0 + 0,25 \times 0,5 \times 10^{-3}) = 0,025 \times 10^{-3}$ . Afgerond wordt dit 0.

### **Schietoefeningen**

De niet-teruggevonden hulzen en patronen veroorzaken zichtbaar afval, verspreid over enkele kilometers. Dit gebied is klein, cijfers zijn niet bekend en het afval ligt in het onveilige gebied waar vrijwel geen niet-militairen komen. De score voor schoon water en schone lucht wordt daarom op 0 gesteld.

Behalve met zwaar geschut wordt op de locatie Marnewaard met pistolen en mitrailleurs geoefend. Aangenomen wordt dat de oefeningen elkaar afwisselen en dat de kanonschoten maatgevend zijn voor de ondervonden geluidshinder. Dezelfde redenering volgend, wordt

gesteld dat de tankschoten de geluidsbelasting bepalen in de westelijke Waddenzee als gevolg van de schietoefeningen. De tank- en kanonschoten produceren eenzelfde hoeveelheid en frequentie aan geluid.

Ook de mens is bij Marnewaard 56 dagen in zijn rust verstoord, hoewel niet iedereen, want maar 50% hoort het schieten, waarvan 40% dit hinderlijk vindt. Het verstoord gebied is de helft van de oostelijke Waddenzee.

De rustverstoring bij Marnewaard scoort:  $56/365 \times 50\% \times 40\% \times 600/2400 = 7,7 \times 10^{-3}$ .

Op dezelfde wijze geldt voor Vlieland en score voor rustverstoring van  $48/365 \times 50\% \times 40\% \times 600/2400 = 6,6 \times 10^{-3}$ .

De verstoorde gebieden bij Vlieland en bij de Marnewaard overlappen elkaar niet. De score voor rustverstoring mag daarom opgeteld worden:  $7,7 \times 10^{-3} + 6,6 \times 10^{-3} = 14,3 \times 10^{-3}$ .

De subscore is  $1/5 \times (0,25 \times 0 + 0,25 \times 4,7 \times 10^{-3} + 0,25 \times 0 + 0,25 \times 14,3 \times 10^{-3}) = 1/5 \times (1,2 \times 10^{-3} + 3,6 \times 10^{-3}) = 1,0 \times 10^{-3}$ .

### **Afwerpen van explosieven**

De afgeworpen bommen veroorzaken zichtbaar afval, verspreid over enkele kilometers. Omdat dit gebied klein is, cijfers niet bekend zijn en het afval in het onveilige gebied ligt waar vrijwel geen niet-militairen komen, wordt voor schoon water en schone lucht een score van 0 gesteld.

Net als de vogels en de zeehonden is de mens zes dagen in zijn rust verstoord, zij het dat slechts 50% bommen hoort, waarvan 40% dit hinderlijk vindt.

De verstoorde rust scoort dan:  $6/365 \times 50\% \times 40\% \times 600/2400 = 0,82 \times 10^{-3}$ .

De subscore is  $1/5 \times (0,25 \times 0 + 0,25 \times 0,4 \times 10^{-3} + 0,25 \times 0 + 0,25 \times 0,82 \times 10^{-3}) = 1/5 \times (0,1 \times 10^{-3} + 0,2 \times 10^{-3}) = 0,06 \times 10^{-3}$ .

### **Amfibische landingen**

Aangenomen dat de mariniers niets achterlaten, scoren schoon water en schone lucht 0. De aantasting van de open horizon is zeer klein, zodat ook hier 0 wordt gescoord.

De mens is vier dagen in zijn rust verstoord. Analoog aan de ervaren hinder bij schietoefeningen met tanks wordt voor de hier gebruikt handvuurwapens aangenomen dat 50% van de mensen dit hoort, waarvan 40% het hinderlijk vindt.

De rustverstoring scoort:  $4/365 \times 50\% \times 40\% \times 5,2 \times 10^{-3} = 0,011 \times 10^{-3}$ .

De subscore is  $1/5 \times (0,25 \times 0 + 0,25 \times 0 + 0,25 \times 0 + 0,25 \times 0,011 \times 10^{-3}) = 0,0005 \times 10^{-3}$ .

Afgerond wordt dit 0.

De totale score voor de militaire oefeningen in ring 5 is  $1,1 \times 10^{-3}$ .

### 9.8. Kwantificering invloed, per ring en totaal

	<b>subscore</b>
1. Bodem	0
2. Waterleven	0
3. Bodemleven	0
4. Vogels en zeehonden	5,1
5. Beleving	1,1
<b>Totaalscore recreatie</b>	<b>6,2</b>

<b>Ring (<math>\times 10^{-3}</math>)</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	Totaal alle ringen
Vlieg oefeningen	0	0	0	0	0	0
Schietoefeningen	0	0	0	4,7	1,0	5,7
Afwerpen van explosieven	0	0	0	0,4	0,1	0,5
Amfibische landingen	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAAL</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5,1</b>	<b>1,1</b>	<b>6,2</b>

### 9.9. Update juni 2006

Sinds de eerste berekeningen met het Cascademodel in 2004 is een aantal belangwekkende onderzoeken gepubliceerd op het gebied van militaire oefeningen. Met name het nieuwe Quality Status Report en het TNO-onderzoek naar de veiligheidssituatie op de Vliehors bieden relevante nieuwe informatie. Een herwaardering van de effecten van militaire oefeningen is hierdoor noodzakelijk. De impact zal hierbij negatiever uitvallen dan zich in 2004 liet aanzien, al zijn de verschillen vooralsnog marginaal.

Het Quality Status Report (QSR) van 2004 geeft, vergeleken met dat van 1999, tal van nieuwe data. De belangrijkste verschillen betreffen het volgende.

- Vlieg oefeningen: richting Vliehors geen 800 maar 3.300 vluchten per jaar, een gemiddelde over de periode 1997-2002; hierbij is geen rekening gehouden met de vlieghoogte (zie "Aanvullende bronnen", Quality Status Report 2004).
- Schietoefeningen: deze en oefeningen met bommen en raketten vinden gemiddeld 180 dagen per jaar plaats (in 2002 gedurende 17 weken) (zie "Aanvullende bronnen", Quality Status Report 2004).

In verband met de geplande aanleg van een hoogspanningskabel van Texel naar Vlieland bleek aanvullend onderzoek nodig. TNO onderzocht daarom de mogelijke risico's op ontploffingsgevaar tijdens graafwerkzaamheden van de aanwezige explosieven op en rond de Vliehors. Dit TNO-rapport stelt het volgende.

- Er liggen meer explosieven dan verwacht.
- Er liggen meer explosieven die niet zijn ontploft.
- Het gebied waarin deze explosieven zijn verspreid is groter dan tot dusverre werd aangenomen.
- Het tracé van de geplande hoogspanningskabel van Texel naar Vlieland moet vanwege de aanwezige munitie worden omgeleid.
- Delen van de Vliehors zijn onveilig verklaard; toegang is verboden.
- Het TNO-rapport leidt tot aanpassingen in de gehele range van effecten door schietoefeningen.

#### **Herwaardering n.a.v. update**

De effecten op de eerste en de tweede ring zullen niet als significant ernstiger behoeven te worden beoordeeld. Wel kan worden geconcludeerd dat de hoeveelheid metalen die in de wadbodem terecht komt, groter moet zijn dan tot dusverre is aangenomen én bovendien dat deze hoeveelheid langer aanwezig is. Voor een eenduidig beeld van effecten van deze metalen op aquatisch en bodemleven is aanvullend onderzoek nodig. Munitieresten logen langzaam uit en resten van zware metalen komen in het milieu terecht; het is niet met zekerheid vast te stellen dat ze verdwijnen c.q. verdunnen door uitspoeling naar de Noordzee.

Ook voor de ringen 3 tot en met 5 geldt dat de wijzigingen minimaal zullen zijn. Alleen met betrekking tot de mogelijke gevolgen voor de belevingswaarde kan worden geconcludeerd dat deze (licht) negatief kan worden beïnvloed.

## 9.10. Bronnen

1. RIKZ, Jaarboek Waddenzee, Haren, 2001
2. Jong, F. de, et al., Waddenzee Quality Status Report, RIKZ rapport 2000.008, 1999
3. [www.interwad.nl](http://www.interwad.nl), november 2003
4. Sybrandi, persoonlijke mededelingen oktober 2003, Ministerie van Defensie, Den Haag
5. Ministerie van Defensie, Structuurschema Militaire Terreinen 2, 2001
6. Smit. C.J., H. Cappelle & F.H. Kistenkas, Voortoets naar de gevolgen van de uitbreiding van het aantal vliegbewegingen van civiele helikopters boven de Waddenzee, Wageningen, Alterra, 2003
7. Ministerie van Defensie, Website, Toespraak van de staatssecretaris van Defensie, H.A.L. van Hoof, ter gelegenheid van de ondertekening van het Convenant Noordkop Texel, op woensdag 8 mei 2002, De Cocksdorp, Texel
8. Rijke, J.W. van de, R.A. Bolt en DG P. van den Berg, Karakterisering van het natuurlijk achtergrondgeluid, metingen in het kweldergebied, Groningen, 1997
9. Watlas, zeehondenligplaatsen, december 2003,  
[http://mapserver.interwad.nl/website/wadnedtopotest/viewer.htm?mapservice=wadnedtopo\\_nieuw](http://mapserver.interwad.nl/website/wadnedtopotest/viewer.htm?mapservice=wadnedtopo_nieuw)
10. Berg, G.P. van den, Overzichtsrapport schietlawaai Marnewaard, Overzicht van onderzoeken naar knalniveaus, geluidbelasting. Beleving en effecten op vogels; stand van zaken 1991, Groningen, 1992
11. Berg, G.P. van den, Bommen op Vlieland, Uit: Geluid, december 1997
12. Berg G.P. van den, en A. van der Pol, Schietlawaai in het oostelijk waddengebied, Groningen, 1991

13. Berg, G.P. van den, T. Pulles, G. Barkema, M. Engel, Lawaai van laagvliegende straaljagers, Uit: Geluid en omgeving, juni 1999

#### **Aanvullende bronnen voor update**

- Verboom, ir. V., ir. M.P.M. Rhijnsburger, drs. N.H.A. van Ham, dr. A.F.L. Creemers, "Evaluatie veiligheidssituatie oefenschietterrein Vliehors ten gevolge van niet gesprongen explosieven", TNO (DV2 2005-A37), 29 april 2005
- Tweede Kamer der Staten Generaal, Antwoorden n.a.v. Kamervragen bij Brief Stass. dd. 15 juni 2005, 7 oktober 2005 (30.300 X Nr. 6)
- Ministerie van Defensie, Brief Stass. van Defensie aan VK Cie Defensie over TNO-rapport DV2 2005-A37, 15 juni 2005 (29.800 X Nr. 101)
- Quality Status Report 2004
- Ham, N.H.A. van e.a., 2004, Belasting van het aquatisch ecosysteem door schietactiviteiten in de Waddenzee, TNO-rapport PML2004-A48, TNO, Rijswijk
- Smit, C.J., 2004, Vervolgonderzoek naar de gevolgen van de uitbreiding van het aantal vliegbewegingen van Den Helder Airport, Alterrapport 1025, Alterra, Wageningen
- Dirksen, S., Lensink R., 2005, Beoordeling rapporten Alterra: een onderzoek en beoordeling uitbreiding aantal vliegbewegingen Den Helder Airport, een second opinion t.b.v. beoordeling vergunning Natuurbeschermingswet, Rapport-nr. 05-048, Bureau Waardenburg
- Krijgsveld, K.L. e.a., 2004, Verstoring gevoeligheid van vogels, literatuurstudie naar de reacties van vogels op recreatie, Rapport-nr. 03-187, Bureau Waardenburg
- Reneerkens, J., e.a., 2005, De Waddenzee als kruispunt van vogeltrekwegen, Literatuurstudie naar de kansen en bedreigingen van wadvogels in internationaal perspectief, NIOZ

## 10. Dossier Mosselvisserij

De mosselvisserij is anders van aard dan de kokkelvisserij. Omdat de ecosysteemeffecten van de mosselzaadvisserij lastig te kwantificeren zijn, geven we in plaats daarvan een kwalitatieve beschrijving.

De belangrijkste relevante (deels historische) aspecten van mosselvisserij zijn de volgende. Mosselen bevinden zich zowel op de droogvallende platen als in het sublitoraal (het geulensysteem).

De huidige visserij bevest alleen de mosselbestanden in de geulen, doordat het vissen op de platen de facto verboden is na de gebeurtenissen van begin jaren negentig. Men vist voornamelijk op mosselzaad. Dit zijn jonge mosseltjes, niet meer dan een paar maanden oud. Als er gebrek aan zaad is wordt ook op halfwas- en meerjarige mosselen gevist. Conform het Beleidsbesluit Schelpdiervisserij 2005-2020 wordt in het najaar op relatief instabiele locaties gevist, de veronderstelling is dat deze locaties meestal ergens in de winter door stormen vergaan. In het voorjaar wordt op de stabielere locaties gevist. Deze worden verplaatst naar rustige locaties, waar ze minder door stormen weg kunnen spoelen: de zogenaamde kweekpercelen. Daar verblijven ze enige jaren, waarna ze naar de Oosterschelde worden getransporteerd om opnieuw enige tijd weggelegd en vervolgens verkocht te worden. Het EVA II-onderzoek heeft niet op alle vragen antwoord kunnen geven, sommige relevante vragen zijn buiten de vraagstelling gehouden, zodat nog niet volledig duidelijk is welke effecten de zaadvisserij heeft op de mosselbestanden en het ecosysteem. Concreet kunnen de volgende vragen worden gesteld.

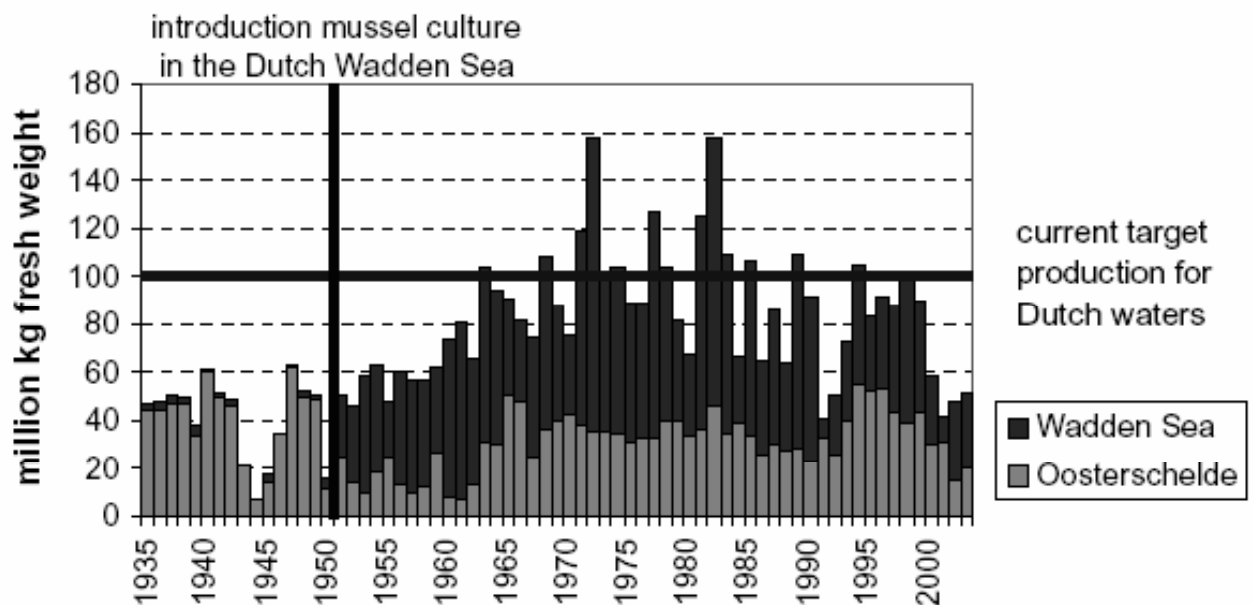
- Zorgt de combinatie van kweek en jaarlijkse onttrekking van mosselen voor een netto toe- of afname van de mosselbestanden in de Waddenzee? En zorgt dus de mosselteelt voor een verarming of een verrijking van het ecosysteem, met name voor de relevante vogels (scholeksters, eidereenden)?
- Oudere, ongestoorde (en dus ook niet beviste) mosselbestanden in het sublitoraal van de Waddenzee kunnen grote ecologische waarde hebben als habitat voor diverse levensvormen. Wat is die ecologische betekenis precies, geldt dat ook voor de kweekpercelen, en vervullen relatief recent ontstane banken met voornamelijk Japanse oesters vergelijkbare ecologische functies?

Onderzoek (het zgn. PRODUS-programma) moet hierover duidelijkheid verschaffen.

In het kader van de vergunningverlening (NB-wet) heeft de mosselsector verschillende aanpassingen in de vis- en kweekpraktijk doorgevoerd. De zaak wordt voor de mosselsector nijpender doordat de mosselvangsten de laatste jaren teruglopen. De verminderde eutrofiëring van de Waddenzee (deze doet de draagkracht voor alle levensvormen verminderen) en waarschijnlijk ook de trendmatige verhoging van de watertemperatuur (die zorgt mogelijk indirect voor slechtere aanwas van jonge mossels) spelen hierin een rol. Dit maakt het onwaarschijnlijk dat mosselvisserij op de oude voet nog grootse toekomstperspectieven heeft.

Allerlei vormen van mosselkweek in zee, in zogenaamde mosselzaadinplantaties of zelfs zaadkweek op het land (hatchery-nurseries) zullen daarom nodig worden; hieraan wordt momenteel (stand maart 2007) veel onderzoek verricht; de proof of principle is inmiddels gegeven, nu de opschaling nog.

Tot slot nog een overzichtsplaatje (bron: Alterra) met daarin de vangsten van mosselen in Waddenzee en Oosterschelde door de jaren heen.



## 11. Dossier Recreatie

### 11.1. Afbakeningen

- Het gaat om het Nederlandse deel van de Waddenzee.
- Het betreft recreatie door Nederlanders en buitenlanders, toeristen en bewoners.
- Recreatie omvat hier: waterrecreatie (met charter- en privéschepen, al dan niet gemonitoriseerd), droogvallen, wadlopen en “overig” (voor zover zichtbaar vanaf de Waddenzee of van directe invloed op Waddenzee/kust, dus recreatieluchtvaart, parachutespringen, vogels kijken, wandelen op waddendijk en kwelders, strandzeilen op zuidwesthoek van sommige eilanden en vastelandkust, huifkartochten aldaar, sportvisserij etc.)
- Recreatie omvat hier NIET: recreatie in het binnenland, op de eilanden en op het Noordzeestrand, en bebouwing langs de kust.

### 11.2. Omschrijving doel ingreep

Ontspanning en vermaak van toeristen (merendeel) en bewoners. Recreanten in het wadengebied komen vooral voor de rust, de ruimte en de natuur.

### 11.3. Toegepaste technologie

Niet van toepassing

### 11.4. Randvoorwaarden

Recreatieorganisaties (wadlooporganisaties, wadvaardersorganisaties) hanteren zelf de volgende randvoorwaarden.

- Geen recreatie in de gesloten gebieden (zgn. artikel 17-gebieden, naar het artikel uit de Natuurbeschermingswet, en gesloten gebieden volgens andere regelgeving). Ongeveer 10% van de Waddenzee valt hieronder. Deze gebieden worden jaarlijks opnieuw vastgesteld.



- Wadvaarders worden geacht zich te houden aan de nieuwe erecode voor wadliefhebbers: als groep dicht bij elkaar blijven wanneer men van boord gaat; afstand houden van vogels en zeehonden; honden aangeliend; geen harde muziek; niet vliegeren etc. Droogvallen mag buiten de gesloten gebieden overal, ook op grotere afstand van de geulen. Speedboten zijn verboden. Motorboten mogen maximaal twintig kilometer per uur, met enkele uitzonderingen in grote geulen e.d. Jachthavens zijn verplicht om voldoende sanitair te bieden.
- Wadlopen in groepen alleen volgens vaststaande routes en met gids.

### **11.5. Tijdsgedrag**

#### **Tijdelijk of permanent**

Permanent.

#### **Bij permanent: frequentie ingreep**

#### **Recreatievaart**

Van circa mei t/m september, met hoogseizoen in juli en augustus: dagelijks. Buiten deze maanden: incidenteel. Men vaart als men de keus heeft het liefst in het voorseizoen (zeilschepen) of hoogseizoen (platbodems; hebben stabiel weer nodig).[1]

#### **Droogvallen**

Zie varen.

#### **Wadlopen**

In hoogseizoen dagelijks. Het wadlopen concentreert zich in de laagwaterperioden (ongeveer de helft van een etmaal, en dan vooral de periode die bij daglicht valt), in het wadloopseizoen (april-oktober met hoogseizoen in juli en augustus), en in de weekenden.

Wadlopen in november-maart gebeurt incidenteel en is hier verwaarloosd.

#### **Overig**

Zeer variabel; sterk afhankelijk van weersomstandigheden.

## Duur ingreep

### Recreatievaart

Dagtochten komen weinig voor; het betreft vaker tochten in het weekend of een midweek en vakanties.

### Wadlopen

Dit varieert tussen de twee en zeven uur per tocht.

### Overig

Zeer variabel, afhankelijk van de activiteit. Voorbeeld: strandrecreatie bij mooi weer van 's ochtends tot 's avonds laat.

## Aangenomen scenario 21e eeuw

### Algemeen

Het aantal toeristen op de waddeneilanden is vele malen groter dan het aantal bewoners. Terschelling heeft 4800 bewoners en ontvangt tot ca. 600.000 toeristen per jaar.[3] Toerisme vindt vooral in hoogseizoen plaats, maar het aantal bezoekers in voor- en naseizoen groeit (mede door de vergrijzende samenleving). Het beleid is erop gericht het toerisme niet verder te doen groeien. De beddenscapaciteit en het aantal ligplaatsen in havens is gelimiteerd. Daarom is stabilisering of beperkte groei aannemelijk. Wel wil men proberen vooral toeristen te trekken die speciaal voor het gebied (natuur, culturele waarden etc.) komen (zie [10], recreatie langs de kust). Het uitgangspunt van de berekeningen in dit dossier is de huidige situatie (ofwel het recente verleden).

### Recreatievaart

Hoewel het aantal nieuwe boten toeneemt, groeit de recreatievaart nog steeds (cijfers bekend van IJsselmeer & Waddenzee samen: toename van 300 schepen per jaar).[1] Vooral het aantal ligplaatsen in het IJsselmeer neemt toe. Omdat een zeer groot deel van de schippers veertig jaar of ouder is, zal in de komende jaren de groep groeien die veel vrije tijd heeft (pensioen) en dus veel kan varen. Het aantal ligplaatsen vormt een beperking daarop. Recente plannen voorzien in het beperken van de betonning langs andere dan de hoofdvaarwegen. Hierdoor zou de toegankelijkheid van het gebied sterk afnemen (en naar verwachting ook het aantal vaartuigen; zo niet, dan wordt het veel drukker op de hoofdvaarwegen).

### **Wadlopen**

Stabiel, bij gebrek aan voldoende gidsen (anders groeipotentieel).

### **Overig**

Eerder groei dan afname, maar geen cijfers beschikbaar. De sportvisserij neemt af.

## **11.6. Ruimtelijke verspreiding ingreep in Waddenzee**

### **Varen**

#### **Algemeen**

De schepen volgen voornamelijk de diepere vaargeulen (Harlingen-Terschelling/Vlieland; Kornwerderzand); voor het ankeren en droogvallen worden ook gebieden buiten de vaargeul gekozen [4]. In totaal is er ca. 450 km aan vaarroute, als we de zelden gevaren routes (over wantijen etc.) weglaten.

Voor de algemene beeldvorming (niet gebruikt in berekeningen) het volgende.

- Totaal aantal lig- en passantenplaatsen in de Waddenzee is ruim 2100 [1] verspreid over dertien havens [6].
- Van de schepen die op de Waddenzee varen, vaart 38% ook op het oostelijke wad [1]. Vooral de platbodems en multihulls zijn meer op de oostelijke Waddenzee gericht. De westelijke Waddenzee is in totaal het belangrijkste vaargebied; in 2000 werd daar 69% van de vaartuigen aangetroffen [3]. Rond Engelsmanplaat wordt veel drooggevallen.
- Van de wadvvaarders komt 40% wel eens bij een volle haven aan. Een groot deel van deze schepen gaat noodgedwongen voor anker buiten de haven; een even groot deel vaart door en een kleiner deel valt droog of gaat terug.
- Vijftig procent van de wadvvaarders ankert wel eens buiten een haven.

#### **Chartervaart**

Er zijn anno 2003 ca. 400 chartervaartuigen met een opstapplaats in het IJsselmeer of waddengebied ([1], pag. 13). Hoeveel procent van de tijd zij op de Waddenzee varen is niet bekend. Daarom hanteren wij hier de aantallen bekend uit 1999: 375 charters die 44% van hun tijd op de Waddenzee varen. Bron [1] zegt verder dat een gemiddeld charterschip 143 dagen per jaar vaart (in totaal; ook IJsselmeer e.d.). Berekening: een charterschip vaart gemiddeld  $143 \times 44\% = 63$  dagen op de Waddenzee.

Het gemiddeld aantal charterschepen dat aanwezig is op de Waddenzee op een gemiddelde dag in vaarseizoen (mei t/m september; 153 dagen) komt op:

$(375 \times 63) / 153 = 154$ . In werkelijkheid zal er een bepaalde concentratie zijn in het hoogseizoen (juli en augustus), maar die wordt hier verwaarloosd.

Een charterschip heeft gemiddeld achttien mensen aan boord [3].

### **Privévaart**

In het hoogseizoen varen op een gemiddelde dag gemiddeld 2000 schepen op het wad [1]. Dit zijn privévaartuigen plus charters. Het aantal charters bedraagt zo'n 154 (zie boven); het aantal privévaartuigen dus  $2000 - 154 = 1846$ . Een gemiddeld privérecreatievaartuig vaart in totaal achttien dagen per jaar op de Waddenzee.

Een berekening van de totale private recreatievloot die wel eens op de Waddenzee vaart (aanneمة hierbij dat er in het voor- en naseizoen 50% minder schepen op het wad zijn, dus gem. 923 per dag) laat het volgende zien.

- Het totaal aantal vaardagen op de Waddenzee in het vaarseizoen, van alle privéboten samen, komt in mei, juni en september op 923 schepen per dag: 91 dagen, maakt 83.993 vaardagen. In juli en augustus zijn er 1846 schepen per dag: 62 dagen, maakt 114.452 vaardagen. Dit komt in totaal op  $83.993 + 114.452 = 198.445$  vaardagen in het vaarseizoen. Het totale vaarseizoen duurt 153 dagen. Op een doorsnee dag zijn dan in de Waddenzee (voor-, hoog- en naseizoen gemiddeld) 1297 privérecreatievaartuigen aanwezig.
- Naar analogie met de chartervaart:  $(\text{totale privérecreatievloot}) \times (\text{gemiddeld aantal vaardagen op Waddenzee per schip}) / (\text{totaal aantal dagen dat het vaarseizoen telt}) = (\text{aantal schepen dat op gemiddelde dag op Waddenzee aanwezig is})$ . Invullen van de bekende gegevens geeft een totale privérecreatievloot van  $(1297 \times 153) / 18 = 11025$  schepen.
- Een privérecreatievaartuig heeft gemiddeld drie mensen aan boord ([3], blz. 44).

### **Droogvallen (privé- en chartervaart)**

Uit onderzoek blijkt (zie [5]) dat er wat betreft verstoring van vogels nauwelijks verschil is tussen het effect van een sloepje en een grote tjalk. Wel maakt het uit of opvarenden van boord gaan of aan dek blijven. Hier wordt aangenomen dat iedereen van boord gaat, maar niet gedurende de hele droogvalperiode [1].

Droogvallen gebeurt meestal bij platen langs een geul, maar mag overal (uitgezonderd de gesloten gebieden).

De volgende cijfers zijn gebaseerd op een beperkte steekproef ([1]: 27 charters en 732 privérecreatievaartuigen). Van de chartervaarders valt 81% wel eens droog (dat is 81% van 375 [\*<sup>8</sup>] = 304), gemiddeld 21 dagen per jaar). Van de recreatievaarders is dat 18% van 11.025 [\*] = 1985 schepen en 6 dagen per jaar (zie [1]).

Een berekening van het aantal drooggevallen charterschepen in de Waddenzee op een gemiddelde dag geeft dan: 304 charters, 21 dagen per jaar, is 6384 droogvaldagen; en 1985 privéschepen, 6 dagen per jaar, is 11910 droogvaldagen; totaal 18.294 droogvaldagen. Het vaarseizoen telt 153 dagen, dus op een gemiddelde dag liggen er 120 drooggevallen schepen.

## Wadlopen

### Locatie

Er zijn groepen die wadlopen als sportieve/recreatieve activiteit (in het vervolg "sportieve tocht" genoemd) en natuurexcursiegroepen.

Sportieve tochten vertrekken vanaf Pieterburen, Uithuizen, Kloosterburen, Holwerd, Wierum, Ternaard, Ameland en overige plaatsen (ook vanaf drooggevallen schepen).

Natuurexcursies vertrekken vanaf de waddeneilanden, Den Helder en overige plaatsen (ook vanaf drooggevallen schepen). Bestemmingen zijn bijv. Ameland, Engelsmanplaat, Simonszand, Rottumeroog, Pinkegat (vaak met boot terug) en rondwandelingen. Doel van deze excursies is vooral natuurbeleving en -educatie.

Gidsen weten waar zij wel en niet excursies mogen geven. Niet alle gebieden zijn toegestaan. Met name in gebieden met hoge natuurwaarden, zoals bepaalde hoogwatervluchtplaatsen op kwelders of zandbanken, wordt niet gelopen.

Om bij het wad te komen moet een groep meestal eerst een stuk door de kwelder lopen; dit geldt niet voor wadlopen vanaf drooggevallen schepen.

### Berekening aantal groepen per jaar

Er zijn zeven wadlooporganisaties met een A-vergunning (grote groepen van vijftig tot zeventig mensen). Het totale quotum is 50.500 wadlopers per jaar. In 1997-2000 waren er 33.000 werkelijke deelnemers per jaar; dit getal is hier uitgangspunt. Met een aangenomen gemiddelde groepsgrootte van 67 mensen [3], komt dat naar schatting op 493 groepen per jaar.

Er zijn ca. 132-137 B-vergunninghouders (groep van maximaal twaalf personen; totaal ca. 5500 wadlopers per jaar). Minimaal nemen zij dus ca.  $5500/12 = 458$  groepen per jaar

---

<sup>8</sup> Een [\*] in de tekst wil zeggen dat een getal eerder in de tekst is onderbouwd of berekend.



mee op tochten als hierboven beschreven. Een deel van de gidsen is schipper van de bruine chartervloot [3].

Er is in bepaalde gebieden ontheffing voor natuureducatieve tochten (ca. 46.000 deelnemers per jaar, met als aanname groepen van twaalf personen [3]; het aantal deelnemers groeit nog). Het totaal aantal groepen komt op ongeveer  $46.000/12 = 4292$  groepen per jaar. Deze tochten zijn korter en een deel ervan wordt gelopen vanaf drooggevalen charterschepen.

Er zijn tenslotte (ruw geschat) zo'n 150.000 personen die wadlopen vanaf drooggevalen schepen [2]. Een deel hiervan zal dit met een gids doen. Deze groepen zijn opgenomen in bovenstaande tochten met B-licensiehouders en natuurgidsen. Hoeveel dit er precies zijn is niet bekend. Onze aanname is dat dit een derde van het aantal personen betreft. Dan blijven er nog 100.000 mensen over. Zij lopen in groepen van gemiddeld achttien personen (gebaseerd op [3]: de gemiddelde groeps grootte op een charterschip is achttien personen), en zij gedragen zich als een natuurexcursiegroep wat betreft lengte van de tocht. Totaal is dit  $100.000/18=5555$  groepen per jaar.

Tenslotte zijn er circa 34 mensen met een C-licensie, die niet als gids mogen optreden. Hun bijdrage wordt hier verwaarloosd.

In totaal (grote, kleine, natuur- en droogvalgroepen) gaan er dan ieder jaar  $493 + 458 + 4292 + 5555 = 10.798$  groepen het wad op.

### **Berekening gemiddelde duur en lengte van een tocht**

Een sportieve tocht is gemiddeld twaalf kilometer lang ([3], aangenomen dat tochten naar Schiermonnikoog en Terschelling slechts incidenteel gelopen worden). Een sportieve groep loopt een tocht van twaalf kilometer in gemiddeld vier uur [3]. Wij nemen aan dat hiervan 0,25 km over de kwelder gaat.

Een natuurexcursiegroep loopt (gebaseerd op de duur van tochten zoals de Waddenvereniging die organiseert) gemiddeld 2,5 uur per excursie en loopt twee maal zo langzaam als een sportieve groep. Deze legt naar schatting dus 3,75 km af en ook hier nemen we aan dat 0,25 km over de kwelder gaat. (In werkelijkheid zal bij aanwezigheid van mooie kwelders een groter deel van de tocht over de kwelder gaan en ontbreekt de kwelder in andere tochten geheel. De 0,25 km kwelder geldt niet voor de 5555 tochten vanaf drooggevalen schepen!)

Een berekening van de gemiddelde lengte en duur van alle soorten groepen samen levert dan het volgende resultaat.

Gemiddelde lengte van de totale tocht is  $((\{493 + 458\} \times 12) + (\{4292 + 5555\} \times 3,75)) / 10.798 = 4,5$  km



Gemiddelde lengte over het *wad* is  $((\{493 + 458\} \times 11,75) + (4292 \times 3,5)) + (5555 \times 3,75) / 10.798 = 4,36$  km

Gemiddelde lengte over de *kwelder* is  $(\{493 + 458 + 4292\} \times 0,25) + (5555 \times 0) / 10.798 = 0,12$  km

Gemiddelde duur totale tocht is  $((\{493 + 458\} \times 4) + (\{4292 + 5555\} \times 2,5) / 10.798 = 2,6$  uur.

## Overig

### Sportvisserij

De sportvisserij is kleinschalig en de belangstelling neemt verder af.

### Overtochten veerboot

Er zijn per jaar 13.000 afvaarten op de route Den Helder-Texel en v.v. [7]. Alle eilanden behalve Texel samen ontvingen 1.342.655 passagiers in 2001 [3]. De veerboten volgen de reguliere vaarroute.

### Strandactiviteiten (vooral Noordzeestrand)

Zonnebaden, strandzeilen, huifkartochten op het strand en vogels kijken trekken onbekende aantallen personen. In het hoogseizoen zijn veel stranden drukbezet, daarbuiten en bij slecht weer is het minder druk. De bezetting betreft slechts enkele kilometers per eiland. De rest is nagenoeg leeg.

### Recreatievluchten

Vanaf Ameland en Texel kunnen recreatievluchten in sportvliegtuigjes worden geboekt over de omringende eilanden. Vanaf Ameland betreft dit ca. 5500 vliegbewegingen per jaar [4]. Voor Texel nemen wij eenzelfde aantal aan. Parachutespringen (Ameland, Texel) gebeurt bijna alleen in het zomerseizoen, bij mooi weer; dan zijn er verscheidene vluchten en sprongen per dag.

## 11.7. Omschrijving aard ingreep op ecosysteem en schatting subscores per ring

### Algemeen (bron [3] tenzij anders aangegeven)

#### Achtergrond bij de berekeningen

Er is een verstoringscontour aangenomen om schip, wadloopgroep etc. heen, waarbinnen het voor vogels en zeehonden onaantrekkelijk is om te komen. Verder nemen wij aan dat het waddeneecosysteem precies zoveel zeehonden/vogels kan dragen als er nu zijn. Een plaats waar een dier niet kan foerageren, rusten etc. betekent dus draagvlak voor minder dieren. Ook voor de belevingswaarde gaan we van deze verstoringscontouren uit. De effecten op vogels en zeehonden (ook door wadlopen) zijn o.a. stoppen met foerageren (alleen vogels), wegvluchten (met of zonder terugkeren) en verstoring van rust, rui/verharing, voortplanting etc. De opvliegafstand resp. vluchtafstand is afhankelijk van de aard van de verstoring, het tijdstip, het seizoen, de aanwezigheid van voedsel en de grootte van de groep dieren.

#### Varen

Langsvarende boten zijn een probleem voor vogels en zeehonden (verstoring van rust, rui/verharing, zogen, foerageren). Omdat er door het Ministerie van LNV rondom bekende zeehondenligplaatsen reservaten zijn ingesteld waarbinnen geen recreatie is toegestaan, is de invloed op zeehonden echter veel kleiner dan anders het geval zou zijn. De reservaten zijn gebieden waar ieder jaar een groot aantal zeehonden te vinden is. Rond zo'n zeehondenlocatie werd altijd een denkbeeldige grens getrokken van 1500 meter. Dat was verboden gebied voor mensen. In opdracht van het ministerie onderzochten Peter Reijnders en Sophie Brasseur of die grenzen goed getrokken waren. Zij kwamen in 1995 tot de conclusie dat 1200 meter voldoende is [10].

We nemen in ring 4 aan dat in principe zeehonden niet door recreatie verstoord worden, maar dat een beperkt aantal boten (al dan niet moedwillig) de reseruaatsgrenzen toch overschrijdt, waardoor 5% van alle zeehonden verstoord raakt (dit is inclusief drooggevallen schepen).

#### Droogvallen

Voor de invloed op bodemleven is het geraakte wadoppervlak van belang. Wanneer men niet opzichtig aan dek of van boord gaat, is de verstoringscontour voor vogels klein [12]. Ook grote vogels als de lepelaar komen dan tot op vijftien meter afstand van het schip. Deze afstand kan echter oplopen tot wel 200 meter of zelfs meer bij excessief gedrag, al

komt dit niet vaak voor [4]. Voor de invloed op zeehonden geldt hetzelfde als bij varende boten; zie daar.

### **Wadlopen**

Wij nemen aan dat voor de invloed op het bodemleven het betreden oppervlak van belang is. Voor de invloed op vogels en zeehonden gaan we weer uit van een verstoringscontour. Wandelen over de kwelder heeft ook invloed, want deze vormen belangrijke broedgebieden en hoogwatervluchtplaatsen. Zie verder onder “droogvallen”. We nemen aan dat een klein deel van de wadloopgroepen toch te dicht bij zeehonden komt, waardoor weer 5% van de zeehonden verstoord wordt.

### **Overig**

Strandrecreatie komt voor op zandstrandjes waar sommige vogelsoorten graag broeden. Ook zijn delen van het strand optimale ligplaatsen voor zeehonden. Recreatie verstoort deze plaatsen, maar er zijn geen cijfers bekend. Wij hebben dit dus niet meegenomen in onze berekeningen.

### **Ring 1: De dynamiek van de wadbodem**

Geen enkele invloed van betekenis.

*De totale score voor alle recreatie in ring 1 is 0.*

### **Ring 2: Het aquatische leven**

#### **Varen**

Rond jachthavens is er sprake van enige watervervuiling en dus van invloed op het aquatisch leven. Het totale aantal mensen op een gemiddelde dag op charters ( $19 [*] \times 154 [*] = 2926$ ) en privévaartuigen ( $3 [*] \times 1297 [*] = 3891$ ) bedraagt 6817 mensen. Bij overnachting in een jachthaven is er weinig lozing van afvalstoffen op zee. Onze aanname is daarom dat de watervervuiling te verwaarlozen is.

#### **Droogvallen**

Invloed inbegrepen bij “varen”.



### **Wadlopen**

Geen invloed.

### **Overig**

Sportvisserij heeft in onze aanname een verwaarloosbare invloed op vissen. Hetzelfde geldt voor strandrecreatie en wandelen/vogels kijken.

*De totale score voor alle recreatie in ring 2 is 0.*

### **Ring 3: Het bodemleven**

De indicatorsoorten zijn: zeegras, mossels, kokkels en wormen voor de platen, en totale plantbiomassa voor de kwelders. Gewicht: elk 0,2.

### **Varen**

Geen invloed.

### **Droogvallen**

- We nemen aan dat een mossel die geraakt wordt door een droogvallend schip, dood is en pas het volgende jaar vervangen wordt door een jonge mossel. Daarom kunnen we aannemen dat het voor mosselen niet van belang is of zij een- of meermalen geraakt worden. Voor zeegras nemen we hetzelfde aan (eenmaal geraakt is dood).
- Mossels liggen geconcentreerd in banken; de mosseldichtheid (per oppervlakte-eenheid) in een bank is constant en de banken zijn gelijkmatig verspreid over de platen. Hierdoor is het mogelijk om het verstoorde oppervlak als maat te nemen voor de verstoorde biomassa en we rekenen dan ook verdere met het verstoorde oppervlak (zie Bijlage 1 van "Ecologische ranking van menselijke ingrepen in de Waddenzee"). Een droogvallend schip kan een mosselbank niet ontwijken, dus er is geen factor nodig om aan te geven hoe groot de kans is dat een droogvallend schip de mosselbank ook inderdaad raakt. De vervangingstijd van een dode mossel is een jaar. Gegeven de repeterende aard van de ingreep heeft deze mossel in het nieuwe jaar weer dezelfde kans om geraakt te worden.

De aangenomen duur van het effect van droogvallen is daarom maximaal, dus honderd jaar.

De kans dat een schip droogvalt op de plaats waar dat jaar al een ander schip was drooggevalen is nihil.

- Onze berekening van het gemiddeld oppervlak van droogvallende schepen dat de bodem raakt per jaar is als volgt.
  - Een platbodem raakt een groter oppervlak dan een kielzeilboot. Het totaal aantal droogvaldagen per jaar is 6384 voor charterschepen en 11.910 voor privéschepen.
  - Het gemiddelde charterschip is een platbodem met een raakoppervlak bij droogvallen van dertig m<sup>2</sup>; van de privéschepen die droogvallen is 65% geen platbodem maar een motorboot, kielzeilboot of soms een multihull. De schatting is gebaseerd op [1]. De afmetingen zijn niet bekend, maar wij nemen een gemiddeld raakoppervlak bij droogvallen voor platbodems aan van zestien m<sup>2</sup> en voor niet-platbodems van vier m<sup>2</sup>.
  - Het droogvaloppervlak per jaar voor charters is  $6384 \times 30 = 191.520 \text{ m}^2$ ; voor privéplatbodems  $35\% \times 11.910 \times 16 = 66.696 \text{ m}^2$  en voor overig privé  $65\% \times 11.910 \times 4 = 30.966 \text{ m}^2$ . Dat is totaal per jaar  $289.182 \text{ m}^2$  of  $0,29 \text{ km}^2$ .

De subscore van de invloed van droogvallen op *zeegras* is dan:

$$1/5 \times 0,2 \times (A_{\text{geraakt}} / A_{\text{platen, totaal}}) \times 100/100 = 1/5 \times 0,2 \times (0,29 / 1199) \times 1 = 9,6 \times 10^{-6}.$$

De subscore van de invloed van droogvallen op *mossels* is:

$$1/5 \times 0,2 \times (A_{\text{geraakt}} / A_{\text{platen, totaal}}) \times 100/100 = 1/5 \times 0,2 \times (0,29 / 1199) \times 1 = 9,6 \times 10^{-6}.$$

### Invloed op kokkels

Geen.

### Invloed op wormen

Geen.

### Invloed op kweldervegetatie

Geen.

De totale score voor droogvallen in ring 3 is gelijk aan de opgetelde subscores voor de vijf indicatoren, dus  $9,6 \times 10^{-6} + 9,6 \times 10^{-6} + 0 + 0 + 0 = 1,9 \times 10^{-5}$ .

### Wadlopen

- We nemen aan dat een mossel die betreden wordt door een groep, dood is en pas het volgende jaar vervangen wordt door een jonge mossel. Daarom kunnen we aannemen dat het voor mosselen niet van belang is of een groep dezelfde route loopt als een voor-

gaande groep. Voor zeegras nemen we aan dat een plant drie maal betreden moet worden door een groep om te sterven en pas het volgende jaar terug te keren. Voor kweldervegetatie nemen we aan dat dit tien maal is.

- Mossels liggen geconcentreerd in banken; de mosseldichtheid (per oppervlakte-eenheid) in een bank is constant en de banken zijn gelijkmatig verspreid over de platen. Hierdoor valt de biomassa van de mosselen uit de formule (zie methodiek). Als een groep een mosselbank passeert, is de kans 10% dat de groep over de bank heenloopt in plaats van eromheen. Deze factor noemen we “k”. Bij zeegras stellen we  $k = 30\%$ , omdat het minder opvalt; bij kweldervegetatie is  $k=100\%$ , omdat je er niet omheen kunt. De vervangingstijd van een dode mossel of zeegrasplant is een jaar. Gezien de repeterende aard van de ingreep heeft deze mossel of plant echter na een jaar weer dezelfde kans om vertrapt te worden. De aangenomen duur van het effect van wadlopen is daarom maximaal, dus honderd jaar.
- Een groep (zowel sportief als natuurexcursie) laat tijdens de wandeling een spoor na van gemiddeld acht meter breed (en dat gehele oppervlak wordt ook daadwerkelijk geraakt, want in werkelijkheid zal de groep soms breder of smaller zijn of zitten er “gaten” tussen twee personen die naast elkaar lopen, maar ook lopen vaak verschillende mensen achter elkaar waardoor deze gaten weer opgevuld worden). Een groep legt gemiddeld per tocht 4,36 km af over het wad en 0,12 km over de kwelder [\*]. Er gaan 10.798 groepen per jaar het wad op [\*]. We nemen aan dat een kwart van het betreden oppervlak aan wadplaten in datzelfde jaar al eens betreden was door een voorgaande groep en dus niet meetelt. Het oppervlak aan wadplaten dat in een jaar minstens eenmaal betreden wordt, is dan  $(8 \times 10^{-3}) \times 4,36 \times 10.798 \times 3/4 = 282,5 \text{ km}^2$ . Voor het oppervlak aan kwelders nemen we aan dat driekwart van het betreden oppervlak in datzelfde jaar al eens betreden is door een voorgaande groep. Het oppervlak aan kwelders dat in een jaar (een- of meermalen) betreden wordt, is dan  $(8 \times 10^{-3}) \times 0,12 \times 10.798 \times 1/4 = 2,6 \text{ km}^2$  ( $8 \times 10^{-3}$  aangezien de groep acht meter breed is).
- Het totale plaatoppervlak in de Waddenzee is  $1199 \text{ km}^2$ ; het totale kwelderoppervlak  $82 \text{ km}^2$ .

Voor de subscore van de *invloed van wadlopen op zeegras* houden we rekening met het feit dat het belopen oppervlak dat ertoe doet, alleen dát oppervlak is dat drie maal of vaker betreden wordt (het dubbelbelopen oppervlak is  $(8 \times 10^{-3}) \times 4.36 \times 10.798 \times 1/4 = 94,16 \text{ km}^2$ ; het driemaal belopen oppervlak is daar weer een vierde van:  $23,5 \text{ km}^2$ ). De subscore wordt dan:  $1/5 \times 0,2 \times (A_{\text{minstens-driemaal-belopen}} \times k / A_{\text{platen, totaal}}) \times 100/100 = 1/5 \times 0,2 \times (23,5 \times 0,3 / 1199) \times 1 = 2,4 \times 10^{-4}$ .

De subscore voor de *invloed van wadlopen op mosselbanken* is:

$$1/5 \times 0,2 \times (A_{\text{belopen}} \times k / A_{\text{platen, totaal}}) \times 100/100 = 1/5 \times 0,2 \times (282,5 \times 0,1 / 1199) \times 1 = 9,4 \times 10^{-4}.$$

### **Invloed op kokkels**

Geen.

### **Invloed op wormen**

Geen.

### **Invloed op kweldervegetatie**

Voor de subscore van de invloed van wadlopen op kweldervegetatie houden we rekening met het feit dat er nog vier andere indicatorsoorten zijn en met het feit dat het belopen oppervlak dat er toe doet, alleen dát oppervlak is dat tien maal of vaker betreden wordt.

Voor kwelders nemen we aan dat driekwart van de betreding plaatsvindt op een oppervlak dat in datzelfde jaar al eens door een andere groep betreden was (omdat de route over de kwelder vaak meer vastligt dan de route over een wadplaat). Hier is dus het minstens tien maal belopen oppervlak aan kwelder gelijk aan  $((8 \times 10^{-3}) \times 0,12 \times 10.798) \times (0,75)^9 = 0,78 \text{ km}^2$ .

De subscore voor het effect van wadlopen op kweldervegetatie is:

$$1/5 \times 0,2 \times (A_{\text{minstens-tienmaal-belopen}} \times k / A_{\text{kwelders, totaal}}) \times 100/100 = 1/5 \times 0,2 \times ((0,78 \times 1) / 82) = 3,8 \times 10^{-4}.$$

De totale score voor wadlopen in ring 3 is gelijk aan de opgetelde subscores voor de vijf indicatoren, dus  $2,4 \times 10^{-4} + 9,4 \times 10^{-4} + 0 + 0 + 3,8 \times 10^{-4} = 1,7 \times 10^{-3}$ .

### **Overig**

Strandrecreatie, vliegen, parachutespringen, sportvissen en rijden op het strand hebben geen van alle invloed op het bodemleven.

De totale score voor alle recreatie in ring 3: score (varen + droogvallen + wadlopen + overig) =  $(0 + 1,9 \times 10^{-5} + 1,7 \times 10^{-3} + 0) = 1,7 \times 10^{-3}$ .

#### Ring 4: Vogels en zeehonden

- De indicatorsoorten voor deze ring zijn vogels (wulp, zilverplevier, eidereend, scholekster en kanoetstrandloper; samen gewicht 0,5) en zeehonden (gewicht 0,5). Basisberekeningen voor deze ring staan in paragraaf “ruimtelijke verspreiding ingreep”.
- De gemiddelde afstand waarop vogels verstoord worden (gemiddelde van alle wadvogels, waarvan onze indicatorsoorten een afspiegeling zijn) is 200 meter voor verstoring door mensen (dus ook wadloopgroepen, waarbij we aannemen dat de groepsgrootte niet van belang is). Voor verstoring door bewegende vaartuigen geldt vijftig tot 500 meter. Wij hanteren hier 200 meter, aangezien er ook vaak mensen aan boord zichtbaar zijn (zie [8]). Voor drooggevallen vaartuigen nemen we dezelfde contour als voor “mensen” wanneer er van boord gegaan wordt of zichtbaar aan boord bewogen, dus 200 meter; wanneer er geen zichtbare activiteit is, vijftig meter. Voor “overig”: vliegtuigen duizend meter (zie [8]); overig als bij “mensen”, dus 200 meter.
- Zeehonden zijn vooral gevoelig in de maanden mei tot oktober (gewone zeehond) en december tot juni (grijze zeehond) omdat ze in die periode werpen, zogen en verharen [9]. De periode van mei tot oktober is precies het recreatieseizoen. We nemen aan dat zeehonden in principe niet verstoord worden door recreatie [\*], maar dat sommige schepen/groepen zich niet aan de reservaatsgrenzen houden, waardoor 5% van de populatie toch verstoord wordt.
- Wadlopen en “overig” gebeurt ook op de kwelders en langs de dijken, wat hoogwatervlucht- en broedplaatsen zijn voor vogels. Omdat verstoringsgevoelige gebieden in het broedseizoen gesloten zijn voor publiek, wordt dit effect hier verwaarloosd, al zal er beperkt wel wat verstoring optreden.

#### Varen

- Varende schepen zullen alleen een effect hebben op foeragerende of ruiende etc. vogels wanneer ze dicht langs een drooggevallen plaat varen. Dat is bij laag water, wanneer de vogels op de platen zijn en de schepen door de geulen varen. Op zeehonden kunnen schepen ook bij hoog water invloed hebben, want zeehonden zitten bij hoogwater op de (hoge) platen en zandbanken.
- Er is ca. 450 km aan vaargeul [\*].
- De verstoringscontour rond een schip is voor vogels 200 meter. Aangenomen wordt dat de gehele lengte van de vaargeul, maal 200 meter aan weerszijde ervan, de oppervlakte verstoord gebied is. Dat maakt de oppervlakte van door varen verstoord gebied is  $450 \times (0,2 + 0,2) = 180 \text{ km}^2$ .

- Het vaarseizoen duurt 153 dagen. Varen is voor vogels alleen verstorend bij laag water, maar dat is voor hen ook 100% van de tijd dat zij op de platen zitten. Er wordt alleen gevaren bij daglicht, dus slechts 50% van de tijd dat vogels op de platen zitten worden ze gestoord door scheepvaart. De netto (feitelijke) duur van de ingreep in de honderdjaarsperiode is dan  $100 \times 153/365 \times 0,5 = 20,96$ . Dit getal geldt ook voor zeehonden.
- Op een gemiddelde dag zijn er 154 charterschepen in de Waddenzee en 1297 privévaartuigen [\*], dus in totaal 1451 schepen. Wij nemen aan dat er geen verschil in verstoring is tussen grote en kleine schepen [10], maar ook niet tussen charters en overige vaartuigen. Dit maakt de uitkomst aan de lage kant, omdat charterschepen in de praktijk meer overlast geven [11].
- De veerboten naar de eilanden gebruiken dezelfde reguliere vaarroutes; die zijn dus al in de invloed inbegrepen.

### Invloed op vogels

Het oppervlak dat binnen de verstoringscontour van de vaarroute ligt is  $180 \text{ km}^2$  (zie boven). Dit is  $180 \text{ km}^2$  van het totale aandeel platen in de Waddenzee. Dat aandeel is  $1199/2400$ .  $(180 \times (119/2400)) / 1199 = 180/2400$ . Daarom delen we in de onderstaande berekening door 2400.

De subscore voor de invloed van varen op vogels is:

$$1/5 \times 0,5 \times 180/2400 \times 0,5 \times 153/365 = 1,6 \times 10^{-3}$$

### Invloed op zeehonden

Onze aanname is [\*] op een gemiddelde dag in het vaarseizoen bij daglicht 5% van alle zeehonden gestoord wordt door varende (en hierbij inbegrepen drooggevallen) schepen die zich niet aan reservaatgrenzen houden, inclusief zeehondentochten.

De subscore voor de invloed van varen op zeehonden is dan:

$$1/5 \times 0,5 \times 5/100 \times 0,5 \times 153/365 = 1,1 \times 10^{-3}$$

De totale score voor varen in ring 4 is gelijk aan de opgetelde subscores voor de twee indicatoren, dus  $1,6 \times 10^{-3} + 1,1 \times 10^{-3} = 2,7 \times 10^{-3}$ .

### Droogvallen

- We nemen aan dat bij droogvallen de meeste mensen van boord gaan of zichtbaar aan boord zijn en dat daarom de verstoringscontour voor een drooggevallen schip dezelfde

is als voor mensen. Voor de periode waarop geen activiteit is rekenen we een contour van vijftig meter. We nemen aan dat dit de helft van de droogvaltijd is.

- Wandelen vanaf een drooggevalven schip is opgenomen bij “wadlopen”.

### **Invloed op vogels**

Op een gemiddelde dag in het vaarseizoen liggen er 120 drooggevalven schepen [\*]. Gedurende de helft van de droogvaltijd [\*] hebben deze een verstoringscontour van 200 meter (het gebied binnen de contour van één schip is dan  $0,126 \text{ km}^2$  [\*]) de andere helft van de tijd vijftig meter (gebied binnen contour  $\pi \times 502 = 7854 \text{ m}^2$ , is  $0,0079 \text{ km}^2$ ).

Op een gemiddelde dag is het oppervlak dat binnen de verstoringscontour van alle drooggevalven schepen samen ligt  $((120 \times 0,126) + (120 \times 0,0079))/2 = 8,0 \text{ km}^2$ .

Het vaar- en dus ook droogvalseizoen duurt 153 dagen. Droogvalven gebeurt alleen bij laag water, maar dat is ook 100% van de tijd dat vogels op de platen zitten. Er wordt aangenomen dat een schip niet tweemaal droogvalt in één etmaal, dus droogvalven is slechts 50% van de tijd verstorend voor vogels. De netto duur van de ingreep verkrijgen we dus door te vermenigvuldigen met  $153/365$  en daarna met  $0,5$ .

De subscore voor de invloed van droogvalven op vogels is daarmee:

$$1/5 \times 0,5 \times 8/2400 \times 0,5 \times 153/365 = 7,0 \times 10^{-5}.$$

### **Invloed op zeehonden**

Voor zeehonden is droogvalven in deze ring inbegrepen bij de verstoring door het varen.

*De totale score voor droogvalven in ring 4 is gelijk aan de opgetelde subscores voor de twee indicatoren, dus  $7,0 \times 10^{-5} + 0 = 7,0 \times 10^{-5}$ .*

### **Wadlopen**

- Een grote wadloopgroep verstoort evenveel als een kleine groep en een natuurexcursiegroep verstoort evenveel als een sportieve groep.
- De verstoringsinvloed op vogels op het wad is even groot als die op vogels op de kwelder.
- Een sportieve tocht is gemiddeld twaalf kilometer lang; een sportieve groep loopt die in gemiddeld vier uur [3].
- Een natuurexcursiegroep loopt gemiddeld 2,5 uur per excursie, loopt twee maal zo langzaam als een sportieve groep en legt naar schatting dus 3,75 km af.
- Het wadloopseizoen duurt 214 dagen. De gemiddelde duur van een tocht is  $((\{493 + 458\} \times 4) + (\{4292 + 5555\} \times 2,5) / 10.798 = 2,6 \text{ uur}$ .

### Invloed op vogels

De invloedssfeer van een wadloopgroep voor vogels is 200 meter [\*]; de oppervlakte verstoord gebied per groep is dus  $\pi \times 200^2 = 125.660 \text{ m}^2 = 0,126 \text{ km}^2$ .

Op een gemiddelde dag in het wadloopseizoen zijn er  $10.798 \text{ [*]} / 214 \text{ [*]} = 50$  groepen op het wad met elk een verstoringsoppervlak van  $0,126 \text{ km}^2$ . Het oppervlak dat binnen de verstoringscontour van alle groepen samen ligt is  $50 \times 0,126 = 6,3 \text{ km}^2$ .

De netto duur van de ingreep verkrijgen we door te vermenigvuldigen met  $214/365$  en daarna met  $2,6/12$  (er wordt 2,6 uur van de twaalf uur daglicht gelopen).

De subscore voor de invloed van wadlopen op vogels is:

$$1/5 \times 0,5 \times 6,3 / 2400 \times 214 / 365 \times 2,6 / 12 = 3,3 \times 10^{-5}.$$

### Invloed op zeehonden

We nemen aan [\*] dat op een gemiddelde dag in het wadloopseizoen bij daglicht 5% van alle zeehonden gestoord wordt door wadloopgroepen die zich niet aan reservaatgrenzen houden. Het gaat hier alleen om wadlopen vanaf drooggevallen schepen; andere tochten komen niet bij zeehonden in de buurt. Wadlopen gebeurt alleen bij eb, dus hieronder komt een extra factor 0,5 voor.

De subscore voor de invloed van wadlopen op zeehonden is dan:

$$1/5 \times 0,5 \times 5/100 \times 0,5 \times 0,5 \times 214/365 = 7,3 \times 10^{-4}.$$

De totale score voor wadlopen in ring 4 is gelijk aan de opgetelde subscores voor de twee indicatoren, dus  $3,3 \times 10^{-5} + 7,3 \times 10^{-4} = 7,6 \times 10^{-4}$ .

### Overig

- Er zijn bijna geen of geen bruikbare gegevens bekend voor parachutespringen, vogels kijken, wandelen op waddendijk en kwelders, strandzeilen op de zuidwesthoek van sommige eilanden en vastelandkust, huifkartochten aldaar en sportvisserij. Deze activiteiten zullen echter vaak zeer lokaal plaatsvinden (parachutespringen alleen boven Ameland en Texel) of redelijk zeldzaam zijn en zich concentreren in het hoogseizoen. De concentratie zal tussen april en oktober vallen (214 dagen) en de volgende (niet op cijfers gebaseerde) aantallen per jaar betreffen.
  - Driehonderd huifkartochten op het strand, met een invloedssfeer van 200 meter voor vogels, dus een verstoord oppervlak van  $\pi \times 200^2 = 125.660 \text{ m}^2 = 0,126 \text{ km}^2$ ; op zeehonden geen invloed.
  - Honderd maal een strandzeilactiviteit met een invloedssfeer van 500 meter voor vogels (oppervlak  $\pi \times 500^2 = 0,79 \text{ km}^2$ ); op zeehonden geen invloed.



- Tweehonderd maal een sportvisboot met een invloedssfeer van 200 meter voor vogels (verstoord oppervlak  $0,126 \text{ km}^2$  [\*]); voor zeehonden verwaarlozen we dit, omdat het in het niet valt bij het vliegen.
  - Vijfhonderd groepjes (of individuen) die vogels kijken met een invloedssfeer van 200 meter voor vogels ( $0,126 \text{ km}^2$ ). De helft daarvan ligt aan de binnenkant van de dijk, dus buiten het PKB-gebied. Blijft over  $0,063 \text{ km}^2$ . Op zeehonden geen invloed.
  - Vierduizend wandelingen over de dijk of een stuk van de kwelder met een invloedssfeer van 200 meter voor vogels ( $0,126 \text{ km}^2$ ). De helft daarvan ligt aan de binnenkant van de dijk, dus buiten het PKB-gebied. Blijft over  $0,063 \text{ km}^2$ . Op zeehonden geen invloed.
  - Elfduizend vliegbewegingen [4] met een invloedssfeer van één kilometer voor zeehonden en vogels (oppervlak  $\pi \times 1000^2 = 3,14 \text{ km}^2$  [\*]).
- Op een gemiddelde dag in het recreatieseizoen (april-oktober) zijn er  $(300+100+200+500+4000+11000)/214 = 75$  “overige” activiteiten.
  - Een gemiddelde overige activiteit duurt 1,5 uur, kan zowel bij laag als bij hoog water gebeuren, maar alleen bij daglicht en in het recreatieseizoen (214 dagen). De netto verstoringduur in de onderstaande berekeningen verkrijgen we dan door te vermenigvuldigen met  $214/365$  en daarna met  $1,5/24$ .

### Invloed op vogels

Voor vogels berekenen wij het gemiddelde verstoorde oppervlak als volgt. Het totale verstoorde oppervlak is  $(300 \times 0,126) + (100 \times 0,79) + (200 \times 0,126) + (500 \times 0,063) + (4000 \times 0,063) + (11000 \times 3,14) = 37,8 + 79 + 25,2 + 31,5 + 252 + 34.540 = 34.966 \text{ km}^2$ , gedeeld door 16100 activiteiten =  $2,17 \text{ km}^2$  per activiteit.

Op een gemiddelde dag in het recreatieseizoen zijn er 75 overige activiteiten [\*]. Samen hebben zij een invloedssfeer van  $75 \times 2,17 = 162,8 \text{ km}^2$ .

De subscore voor de invloed van “overige activiteiten” op vogels is:

$$1/5 \times 0,5 \times 162,8/2400 \times 214/365 \times 1,5/24 = 0,3 \times 10^{-3}.$$

### Invloed op zeehonden

Dit betreft eigenlijk alleen de invloed van het vliegen. We nemen aan dat ook door het vliegen 5% van de zeehonden verstoord wordt en dat dit alleen bij daglicht gebeurt.

De subscore voor de invloed van “overige activiteiten” op zeehonden is dan:

$$1/5 \times 0,5 \times 5/100 \times 0,5 \times 214/365 = 1,5 \times 10^{-3}.$$

De totale score voor “overig” in ring 4 is gelijk aan de opgetelde subscores voor de twee indicatoren, dus  $= 0,3 \times 10^{-3} + 1,5 \times 10^{-3} = 1,8 \times 10^{-3}$ .

*De totale score voor alle recreatie in ring 4:*

$$\begin{aligned} \text{score (varen + droogvallen + wadlopen + overig)} &= \\ (2,7 \times 10^{-3} + 7,0 \times 10^{-5} + 7,6 \times 10^{-4} + 1,8 \times 10^{-3}) &= 5,3 \times 10^{-3}. \end{aligned}$$

### **Ring 5: De belevingswaarde**

Er zijn vier indicatoren:

- schoon water en schone lucht
- zichtbare ecologische rijkdom
- open horizon (= geen visuele verstoring)
- rust.

De belevingswaarde van visuele verstoring is subjectief. Sommige mensen vinden schepen juist bij de Waddenzee horen en dus mooi; anderen willen het liefst helemaal niets aan de horizon zien. Vaak worden zeilschepen (en met name de bruine vloot) wél gewaardeerd, en overige boten minder. Over de waardering voor het zien van een groep wandelaars is niets bekend, maar omdat een van de grote trekkers van het waddengebied het gevoel van onge-reptheid is [1], nemen we hier aan dat het uitzicht op andere mensen (op schepen of niet) over het algemeen negatief gewaardeerd wordt.

#### **Varen**

Dit heeft geen invloed op schoon water en schone lucht, afgezien van uitlaatgassen van scheepsmotoren, maar die nemen wij aan verwaarloosbaar te zijn. De subscore is dan 0.

Voor de invloed op de zichtbare ecologische rijkdom wordt de subscore van varen in ring 4 ingevuld, vermenigvuldigd met de weegfactor 0,25. De subscore wordt dus:

$$0,25 \times 2,7 \times 10^{-3} = 0,7 \times 10^{-3}.$$

Voor de invloed op open horizon nemen we aan dat er permanent schepen op de 450 km vaarroute zichtbaar zijn (zie vaargeulberekening [\*]). Dat is een overdrijving. We nemen ook een afstand van 200 meter aan tot waar een schip storend zichtbaar is. Dat is een onderschatting, waardoor de aannames elkaar weer enigszins in evenwicht houden.

Onze berekening van het oppervlak van door varen verstoord gebied is dan:

$$450 \times (0,2 + 0,2) = 180 \text{ km}^2.$$

Het vaarseizoen duurt 153 dagen. Varen is voor mensen storend bij zowel laag als hoog water. Er wordt alleen gevaren bij daglicht. De netto (feitelijke) duur van de ingreep in de honderdjaarsperiode verkrijgen we dan door te vermenigvuldigen met  $153/365 \times 0,5$ .

De subscore voor de invloed van varen op de open horizon in ring 5 is dan:

$$1/5 \times 0,25 \times 180/2400 \times 153/365 \times 0,5 = 7,9 \times 10^{-4}.$$

Wat de invloed op rust betreft nemen we aan (want er zijn geen data bekend) dat de straal waarop een schip nog storend geluid produceert (door motoren of mensen aan boord) 200 meter is. (Motorboten zijn kleiner in getal maar produceren relatief veel geluid). Alle overige cijfers zijn hetzelfde als bij "visuele verstoring".

De subscore voor de invloed van varen op rust in ring 5 is daarom opnieuw  $7,9 \times 10^{-4}$ .

De totale score voor varen in ring 5 is gelijk aan de opgetelde subscores voor de vier indicatoren, dus:  $0 + 1,09 \times 10^{-3} + 6,5 \times 10^{-4} + 6,5 \times 10^{-4} = 2,3 \times 10^{-3}$ .

### **Droogvallen**

Geen invloed op schoon water en schone lucht, dus een subscore van 0.

Voor de invloed op de zichtbare ecologische rijkdom wordt de subscore van "droogvallen" in ring 4 ingevuld, vermenigvuldigd met een weegfactor 0,25. De subscore wordt dus:

$$0,25 \times 7,0 \times 10^{-5} = 1,8 \times 10^{-5}.$$

We nemen aan dat de invloed op de open horizon verwaarloosbaar is. Droogvallen gebeurt vooral door de esthetisch mooiere schepen (platbodems, bruine vloot), het gaat om slechts 120 boten op een gemiddelde dag en de helft van het droogvallen gebeurt 's avonds.

Ook voor de invloed op rust nemen we een verwaarloosbaar effect aan, om dezelfde redenen als boven.

De totale score voor droogvallen in ring 5 is gelijk aan de opgetelde subscores voor de vier indicatoren, dus  $0 + 1,8 \times 10^{-5} + 0 + 0 = 1,8 \times 10^{-5}$ .

### **Wadlopen**

Geen invloed op schoon water en schone lucht, dus subscore 0.

Voor de zichtbare ecologische rijkdom wordt de subscore van wadlopen in ring 4 ingevuld, vermenigvuldigd met weefactor 0,25. De subscore wordt dus:

$$0,25 \times 7,6 \times 10^{-4} = 1,9 \times 10^{-4}.$$

We nemen een verwaarloosbare invloed op de open horizon aan, want het gaat om slechts vijftig groepen op een gemiddelde dag.

Hetzelfde geldt voor de invloed op rust, om dezelfde redenen.

De totale score voor wadlopen in ring 5 is gelijk aan de opgetelde subscores voor de vier indicatoren, dus:  $0 + 1,9 \times 10^{-4} + 0 + 0 = 1,9 \times 10^{-4}$ .

### **Overig**

Geen invloed op schoon water en schone lucht, afgezien van uitlaatgassen, maar die nemen we aan verwaarloosbaar te zijn. De subscore is dus 0.

Voor de invloed op de zichtbare ecologische rijkdom wordt de subscore van “overig” in ring 4 ingevuld, vermenigvuldigd met weefactor 0,25. De subscore wordt dus:

$$0,25 \times 1,8 \times 10^{-3} = 0,5 \times 10^{-3}.$$

Bij de invloed op de open horizon domineert het recreatievliegen zozeer dat we de andere activiteiten buiten beschouwing laten.

We nemen aan dat er boven 25% van de Waddenzee gevlogen wordt (waardoor dit gebied dus verstoord wordt) en gemiddeld gedurende 1,5 uur per dag (bij daglicht) en alleen in het recreatieseizoen (214 dagen).

De subscore voor de invloed van overig op de open horizon in ring 5 is dan:

$$1/5 \times 0,25 \times 25/100 \times 214/365 \times 1,5/12 = 9,2 \times 10^{-4}.$$

Voor de invloed op rust nemen we hetzelfde aan als bij “open horizon”.

De subscore voor de invloed van overig op rust in ring 5 is dan opnieuw  $9,2 \times 10^{-4}$ .

De totale score voor overig in ring 5 is gelijk aan de opgetelde subscores voor de vier indicatoren, dus  $0 + 0,5 \times 10^{-3} + 9,2 \times 10^{-4} + 9,2 \times 10^{-4} = 2,3 \times 10^{-3}$ .

De totale score voor alle recreatie in ring 5 is:

score (varen + droogvallen + wadlopen + overig) =

$$(2,3 \times 10^{-3} + 1,8 \times 10^{-5} + 1,9 \times 10^{-4} + 2,3 \times 10^{-3}) = 4,8 \times 10^{-3}.$$

### 11.8. Kwantificering invloed, per ring en totaal

	<b>subscore</b>
1. Bodem	0
2. Waterleven	0
3. Bodemleven	$1,7 \times 10^{-3}$
4. Vogels en zeehonden	$5,3 \times 10^{-3}$
5. Beleving	$4,8 \times 10^{-3}$
<b>Totaalscore recreatie</b>	<b><math>11,8 \times 10^{-3}</math></b>

<b>Ring</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>Totaal alle ringen</b>
Varen	0	0	0	$2,7 \times 10^{-3}$	$2,3 \times 10^{-3}$	$4,56 \times 10^{-3}$
Droogvallen	0	0	$1,9 \times 10^{-5}$	$7,0 \times 10^{-5}$	$1,8 \times 10^{-5}$	$1,03 \times 10^{-4}$
Wadlopen	0	0	$1,7 \times 10^{-3}$	$7,6 \times 10^{-4}$	$1,9 \times 10^{-4}$	$2,27 \times 10^{-3}$
Overig	0	0	0	$1,8 \times 10^{-3}$	$2,3 \times 10^{-3}$	$3,92 \times 10^{-3}$
<b>TOTAAL</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b><math>1,7 \times 10^{-3}</math></b>	<b><math>5,3 \times 10^{-3}</math></b>	<b><math>4,8 \times 10^{-3}</math></b>	<b><math>11,8 \times 10^{-3}</math></b>

### 11.9. Update juni 2006

Sinds onze introductie van het Cascademodel in 2004 zijn er nieuwe publicaties verschenen omtrent wetgeving en regelingen met betrekking tot recreatie en recreatiecijfers.

- Een belangrijk nieuw document is de aangepaste Planologische Kernbeslissing Derde Nota Waddenzee (PKB 3). Hierin staat het voorstel om onderzoek door de waddenprovincies naar huidige en toekomstige recreantenstromen en de natuurlijke draagkracht als basis te gebruiken voor beleidsbeslissingen. Totdat nieuwe gegevens door middel van dit onderzoek beschikbaar zijn, wordt vastgehouden aan het bestaande capaciteitenbeleid. Dat betekent dat er geen nieuwe jachthavens en maximaal 4600 nieuwe ligplaatsen voor de recreatievaart (exclusief de chartervaart) in de Waddenzee worden gecreëerd. Eventuele herziening hiervan is mogelijk als aangetoond wordt (door het convenant Vaarrecreatie Waddenzee; zie verderop) dat het capaciteitenbeleid niet meer adequaat of overbodig is.
- Verder is in de PKB3 de toepassing van het beginsel "externe werking" vastgelegd. Hierdoor worden mogelijke effecten van de uitbreiding of nieuwe aanleg van jachtha-

vens in het IJsselmeer in de beoordeling meegenomen. Waterskiën, jetskiën en vergelijkbare gemotoriseerde activiteiten zijn volgens PKB3 wegens grote mate van verstoring verboden.

- Een ander belangrijk document is de Erecode “Wad ik heb je lief” (Droogvalconvenant). Daarin wordt onder meer beschreven wanneer opvarenden van droogvallende schepen de natuur verstoren, welke plekken gebruikers moeten mijden en welke afstand zij moeten houden tot zeehonden en vogels. Op dit moment loopt een vierjarige proef (t/m juni 2007). Na de eindevaluatie zullen de overheden moeten besluiten over de resultaten en de verwerking in regelgeving.

In 2005 is minder vaak drooggevallen op het wad dan in 2004, en in 2004 minder dan in 2003. Het is aannemelijker dat deze ontwikkeling samenhangt met de weersomstandigheden dan dat er sprake is van een trend.

Een tussenevaluatie in 2005 heeft laten zien dat er op een aantal locaties reden is tot zorg. Het aantal verstoringen is groter en soms ernstiger dan verwacht. Verschillende locaties waar vaak wordt drooggevallen zijn tevens belangrijk voor de natuur, vooral voor de vogels. Er kunnen problemen ontstaan, ook al houdt men zich aan de Erecode.

- In de Waddenzee zijn er zeven wadlooporganisaties. Deze hebben in een convenant met de provincies afspraken gemaakt over het aantal deelnemers per organisatie dat jaarlijks mag worden rondgeleid. Deze afspraken worden periodiek met de betrokkenen geëvalueerd en zijn opgenomen in de aan de organisaties afgegeven vergunningen en worden door toezichthouders gecontroleerd. Volgens de opgaven van de organisaties bedroeg het aantal personen dat met hen meeliep in het seizoen 2004 26.182, in 2003 29.489 en in 2002 30.253. De totale aantallen nemen af en blijven daarmee ruim onder de afgesproken limiet.
- Het Convenant Vaarrecreatie Waddenzee is een initiatief van waddenprovincies en -gemeenten. Het is een convenant tussen Rijk, provincies en gemeenten gericht op het integraal beleid voor recreatie en toerisme in de Waddenzee. Belangrijk onderwerp zijn de jachthavens (capaciteit, veiligheid, milieuzorg en signaleringssysteem). Het convenant is nog in ontwikkeling.
- Het Zwartboek Vaarrecreatie is verschenen.

- Prof. Wim Wolff (RUG) heeft op het Waddenbeleidsymposium bij Ecomare (op 29 oktober 2004) een andere benadering laten zien om de effecten van wadlopen te berekenen. Hij gaat uit van één dode kokkel per tien stappen. De totale sterfte van kokkels door wadlopen per jaar is dan 4,5 miljoen kokkels: een klein, maar meetbaar effect.

Bovenstaande ontwikkelingen maken het aannemelijk dat het effect door recreatie op het ecosysteem van de Waddenzee in de afgelopen jaren niet opmerkelijk is toegenomen. Conventanten en beleidsmaatregelen streven ernaar de ecologische effecten te beperken. Ook lijkt het aantal wadlopers en het aantal toeristen(overnachtingen) licht afgenomen, maar ook de betrouwbaarheid van de tellingen lijkt afgenomen. Het totaal aantal schepen (charter-, jacht- en zeilschepen) is echter licht toegenomen.

#### 11.10. Bronnen

1. Waterrecreatie Advies, 2003, Onderzoek vaargedrag IJsselmeergebied en Waddenzee, feb. 2003.
2. RIKZ, 1999, Waddenzee Quality Status Report
3. Stichting Recreatie, 2003, Recreatie in, op en rond de Waddenzee, feb. 2003
4. Vliegveld Ameland, mondelinge mededeling
5. NAM-rapport, Vogels 2000.
6. Interwad.nl, de Watlas (kaartjes met kentallen en locaties)
7. Bedrijfsregio Magazine, jaargang 3 nummer 1, Teso, een onbaatzuchtige monopolist, artikel
8. NAM, 1998, Vogelverplaatsing door proefboringen NAM. Hierin aangehaald de volgende rapporten: Effecten van verstoring door mensen op wadvogels in de Waddenzee en Oosterschelde, IBN (Spaans B., Bruinzeel L., Smit C.J., 1996); en Monitoring Pinkegat 1997: voorkomen van (zee)vogels en zeezoogdieren in de kustzone (EZ-L1, EZ-L3), waarnemingen april 1997, CSR/IBN (Camphuijsen C.J., Leopold M.F., 1997).

9. Haskoning, 1995, MER Proefboringen naar aardgas in de Noordzeekustzone en op Ameland, in opdracht NAM.

10. De Vleet op Internet; site van Ecomare waarop onderzoek van Spaans, 1995-1996 wordt aangehaald (Alterra Wageningen; IBN-rapport 202) en onderzoek van Reijnders en Brasseur, 1995; verder info over de gedragscode voor wadvaarders en algemene cijfers over recreatie.

11. [www.wadvaarders.nl](http://www.wadvaarders.nl)

12. Wadvaardersorganisatie, mondelinge mededeling

Een [\*] in de tekst wil zeggen dat een getal eerder in de tekst is onderbouwd of berekend.

#### **Aanvullende bronnen voor update**

- Convenant Wadlopen 2003-2008
- Erecode "Wad ik heb je lief"
- Essink, K., C. Dettmann, H. Farke, K. Laursen, G. Lüerßen, H. Marencic, W. Wiersinga (Eds.), 2005, Waddenzee Quality Status Report, No. 19
- Planologische Kernbeslissing Derde Nota Waddenzee (PKB 3)
- Regionaal Coördinatiecollege Waddengebied, Maatregelenprogramma Waddenzee 2005 – 2010, juni 2005
- Waddeninzicht.nl; recreatie
- Wolff, Wim, 2004, "Schelpdiervisserij: Welke activiteiten zijn uit het oogpunt van natuurbescherming toelaatbaar?" Samenvatting van wetenschappelijke bevindingen van de laatste jaren, incl. EVA-II, Presentatie gehouden tijdens het Symposium Waddenbeleid bij Ecomare, RUG, oktober 2004

## 12. Verbetering methodiek en aanpassingen voor vervolg

Het Cascademodel is niet af, zoals geen enkel Waddenzeemodel echt af is: benaderingen zijn grof, soms te grof, studies leveren nieuwe inzichten op, etc. We willen in dit verband met name Katja Philippart bedanken voor de implicaties van haar onderzoeken voor de scores van het model (zie “update”-paragrafen bij kokkelvisserij en exoten).

Voor de Wadden speelt mee dat het gebied morfologisch en ecologisch zeer dynamisch is: het is geen Veluwe. Ecologisch verkeert het gebied permanent in de pioniersfase. Dat impliceert geringe diversiteit, grote permanente stress, enorme jaarlijkse fluctuaties in populaties. Daarnaast is de verwachting dat de omstandigheden (temperatuur, zeespiegelstijging, vóórkomen van stormen) door externe oorzaken als klimaatverandering jaarlijks ook steeds meer gaan fluctueren.

Hieronder volgt een opsomming van commentaar en suggesties over het Cascademodel die ons hebben bereikt.

- Het Cascademodel gaat uit van een cascade van effecten: een effect op de bodem werkt door in het bodemleven, en via het bodemleven in vissen, vogels, etc. Voedselwebben zijn echter veel complexer dan deze simpele voorstelling van een cascade en dit verdient een discussie. Vanwege het cascade-effect moeten misschien ook ingrepen op de binnenste ring extra hoog scoren.
- Synergie tussen ingrepen en cumulatie van effecten zijn buiten beschouwing gelaten. Evenals de mogelijkheid dat effecten niet lineair toenemen met de intensiteit van een ingreep, maar dat er bijvoorbeeld een drempelwaarde (of kritische grens) kan zijn boven welke de ingreep extra veel effect heeft.
- Er moeten meer dossiers worden opgenomen. Momenteel ontbreken Noordzeevervisserij, microverontreiniging, hormoonhuishoudingontregelende stoffen, asynchroniciteit van N/P-afname en effect op algen.
- De belevingswaarde (schil 5) blijkt een lastig te hanteren schil te zijn. Het feit dát er een dergelijke schil zou moeten zijn omdat anders het beeld niet compleet is, wordt niet betwist. Er is daarom meer inzicht nodig in de belevingswaarde, of er zou een betere uitleg moeten zijn van deze schil of een scheiding van scores met en zonder belevingswaarde. Daarnaast zouden ook economische en sociaal-culturele aspecten een plaats kunnen krijgen in het model. Er komen langzamerhand proxies voor de beleving van

weidsheid, en karakteristieke vergezichten en bezigheden (cultuurhistorische waarden, kleinschalig medegebruik) zouden ook “gewaardeerd” kunnen worden.

- Bij de scoorsessie tijdens het Fryske Akademyberaad (FAB) had duidelijker aangegeven moeten worden met welk dóel er gescoord moest worden. Er zijn verscheidene doelen mogelijk die tot verschillend scoringsgedrag kunnen leiden:
  - a. het optimaliseren van de balans tussen natuur en mens
  - b. duurzame ontwikkeling
  - c. herstel/behoud van natuurlijke processen
  - d. herstel/behoud van biodiversiteit
  - e. behoud van de Waddenzee voor toekomstige generaties (met onherstelbaarheid van de ingrepen als belangrijke factor).
- Niet iedereen is expert op elk gebied; in een scoorsessie bij het FAB werd wetenschappers echter wel gevraagd om op alle gebieden scores uit te delen. De oplossing tijdens het FAB (een aantal “jokers” voor als je je niet capabel acht om te scoren) werd door sommigen onvoldoende bevonden.
- Er is weinig of geen verband met de instandhoudingsdoelstellingen.
- De meetbaarheid van het model is nog steeds zeer beperkt; het zal erg lang duren voordat er voldoende gegevens zijn om het model tot een echt beoordelingsmodel (decision-supportsysteem) te laten worden.
- Op het FAB waren de uitgenodigde deskundigen van de visserij niet aanwezig. Omdat het totale aantal wetenschappers niet zo groot was, kan het zijn dat afwezigheid van deze mensen de score enigszins heeft beïnvloed. Waren zij wel aanwezig geweest, dan had de impact van mossel- en kokkelvisserij wellicht een lagere totaalscore gekregen. Met name de mosselvisserij zijn ervan overtuigd dat hun netto impact op de biomassa minder schadelijk tot zelfs profijtelijk kan zijn voor vogels.
- De naamgeving van de verschillende ingrepen is in sommige gevallen te pretentius: “exoten” is bijvoorbeeld te breed; alleen de impact van de Japanse oester komt aan bod.

Het onderbrengen van de vele variabelen die in de Waddenzee spelen in één model is een heroïsche opgave. De huidige versie van het Cascademodel heeft in de discussie de afgelopen jaren over de impact van activiteiten op het Waddensysteem een grote invloed gehad. Kenmerkend blijven de Cascade-methode (sequentie van afhankelijkheden) en de mogelijkheid om appels en peren vergelijkbaar te maken, zodat *gelijke monniken, gelijke kappen* in beginsel operationeel werd, twee zaken die in de discussie onontbeerlijk bleken.

### 13. Referenties

- Baker, J., R. Clark, P. Kingston, 10 years after the Valdez Oil spill: An Environmental Update, Perspectives on the Exxon Valdez Oil Spill
- Bedrijfsregio Magazine, jaargang 3 nummer 1, Teso, een onbaatzuchtige monopolist, artikel
- Berg, G.P. van den, en A. van der Pol, Schietlawaai in het oostelijk waddengebied, Groningen, 1991
- Berg, G.P. van den, Bommen op Vlieland, Uit: Geluid, december 1997
- Berg, G.P. van den, Overzichtsrapport schietlawaai Marnewaard, Overzicht van onderzoeken naar knalniveau's, geluidbelasting. Beleving en effecten op vogels; stand van zaken 1991, Groningen, 1992
- Berg, G.P. van den, T. Pulles, G. Barkema, M. Engel, Lawaai van laagvliegende straaljagers, Uit: Geluid en omgeving, juni 1999
- Bernem, C. van en T. Lübke, Öl im Meer, Katastrophen und langfristige Belastungen, Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1997
- Boon, J.P., NIOZ, pers. med. 17 september 2003
- Bult, T. en J. Kestelo, Het kokkelbestand in de Nederlandse kustwateren in 2002, RIVO, 2002
- Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Auswirkungen von Ölkatastrophen durch die Schifffahrt auf die marine Umwelt, [www.bsh.de](http://www.bsh.de)
- Camphuysen, K., Olieslachtoffers op de Nederlandse kust, CSR Report 2003.01
- Camphuysen, R., Total Den Haag, gesprek d.d. 3-12-2003 en e-mail met nadere informatie over Zuidwal, 4-12-2003
- Convenant Wadlopen 2003-2008
- Dankers, N., E. Dijkman, M. De Jong, G. De Kort, A. Meijboom, De verspreiding en uitbreiding van de Japanse Oester in de Nederlandse Waddenzee, 2004
- Dankers, N., et al. De ontwikkeling van de Japanse oester in Nederland (Waddenzee en Oosterschelde), Wageningen IMARES, 2006
- Dankers, N., pers. mededeling, 07-08-2003
- De Vleet op Internet; site van Ecomare waarop onderzoek van Spaans, 1995-1996 wordt aangehaald (Alterra Wageningen; IBN-rapport 202) en onderzoek van Reijnders en Brasseur, 1995; verder info over de gedragscode voor wadvaarders en algemene cijfers over recreatie.

- Dijkema, K., 2003: Persoonlijke mededeling op grond van een inventarisatie van de kwelderarealen in de vegetatiekaarten 1996-2003 van de Meetkundige Dienst, 29-9-2003
- Dijkstra, H., Visuele effecten van proefboringen naar aardgas in de Waddenzee en Noordzeekustzone. DLO-Staringcentrum, Rapport 415, Wageningen, 1996
- Dirksen, S., Lensink R., 2005, Beoordeling rapporten Alterra: een onderzoek en beoordeling uitbreiding aantal vliegbewegingen Den Helder Airport, een second opinion t.b.v. beoordeling vergunning Natuurbeschermingswet, Rapport-nr. 05-048, Bureau Waardenburg
- Elf Petroland, Zuidwal, Gaswinning in de Waddenzee, technische brochure, 1988
- Ens, B., schattingen op grond van EVA-II onderzoek, pers. comm., 18-12-2004
- Erecode "Wad ik heb je lief"
- Essink, K., C. Dettmann, H. Farke, K. Laursen, G. Lüerßen, H. Marencic, W. Wiersinga (Eds.), Waddenzee Quality Status Report, No. 19 – 2005
- Eysink, W.D. et al., Effecten van bodemdaling door gaswinning op de Paezemerlân-nen, Alterra/WL, 2000
- Eysink, W.D. et al., Monitoring effecten van bodemdaling op Ameland-Oost, Alterra/WL, maart 2000
- Gundlach, E.R. en M.O. Hayes, Vulnerability of coastal environments to oil spill impacts, Mar.Technol. Soc., J. 12 p. 18-27, 1978
- Ham, N.H.A. van e.a., 2004, Belasting van het aquatisch ecosysteem door schietactiviteiten in de Waddenzee, TNO-rapport PML2004-A48, TNO, Rijswijk
- Haskoning, 1995, MER Proefboringen naar aardgas in de Noordzeekustzone en op Ameland, in opdracht NAM.
- Holstein, J., J. Bakker en N. Steins, persoonlijke communicatie d.d. 1.8.2003
- Institut für Ostseeforschung Warnemünde, [www.io-warnemuende.de](http://www.io-warnemuende.de)
- Interwad.nl, de Watlas (kaartjes met kentallen en locaties)
- Jong, F. de, et al., Waddenzee Quality Status Report, RIKZ rapport 2000.008, 1999
- Kersten, M., Aantallen en verspreiding van wadvogels op Oost-Ameland, Rapport aan Begeleidingscommissie Monitoring Bodemdaling Ameland, 2002
- Krijgsveld, K.L. e.a., 2004, Verstoringsgevoeligheid van vogels, literatuurstudie naar de reacties van vogels op recreatie, Rapport-nr. 03-187, Bureau Waardenburg
- Lindeboom, H., persoonlijke mededeling, 14-11-2003
- Louters, T. en F. Gerritsen, Het mysterie van de wadden, Rapport RIKZ-94.040, 1994
- Marquenie, J., persoonlijke mededeling, 20-8-2003
- Marquenie, J., persoonlijke mededeling, 24-10-2003

- MER Aardgaswinning Waddenzeegebied vanaf locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen; januari 2006
- Ministerie van Defensie, Brief Stass. van Defensie aan VK Cie Defensie over TNO-rapport DV2 2005-A37, 15 juni 2005 (29.800 X Nr. 101)
- Ministerie van Defensie, Structuurschema Militaire Terreinen 2, 2001
- Ministerie van Defensie, Website, Toespraak van de staatssecretaris van Defensie, H.A.L. van Hoof, ter gelegenheid van de ondertekening van het Convenant Noordkop Texel, op woensdag 8 mei 2002, De Cocksdorp, Texel
- Ministerie van V&W, Directie Noordzee, Nota Bestrijding milieubedreigende stoffen Noordzee 2000-2010
- NAM, 1998, Vogelverplaatsing door proefboringen NAM. Hierin aangehaald de volgende rapporten: Effecten van verstoring door mensen op wadvogels in de Waddenzee en Oosterschelde, IBN (Spaans B., Bruinzeel L., Smit C.J., 1996); en Monitoring Pinkegat 1997: voorkomen van (zee)vogels en zeezoogdieren in de kustzone (EZ-L1, EZ-L3), waarnemingen april 1997, CSR/IBN (Camphuijsen C.J., Leopold M.F., 1997).
- NAM, Actualisatie van gegevens met betrekking tot besluitvorming over de proefboringen in de Noordzeekustzone, januari 2000
- NAM, Proefboringen naar aardgas in de Noordzeekustzone en op Ameland, 1995
- NAM-rapport, Vogels 2000.
- Nehring, F., F. Klingersteen, Wadden Sea Newsletter 2005 – 1, Alien species in the Wadden Sea – A challenge to act.
- Nehring, S., NOBANIS – Invasive Alien Species Fact Sheet – *Crassostrea gigas*, 2006
- Ocean Studies Board and Marine Board, Divisions of Earth and Life Studies and Transportation Research Board, National Research Council, Oil in the sea III, Inputs, Fates and Effects, 2003
- ODUS, Uit de schulp, 2001
- Oost A., et al., Integrale Bodemdalingstudie Waddenzee, 1998
- Oost, A., Interne notitie, RIKZ, 2003
- Oost, A. persoonlijke mededeling, 5-9-2003
- Philippart C.J.M., H.M. van Aken, J.J. Beukema, O.G. Bos, G.C. Cadée, R. Dekker (2003) Climate-related changes in recruitment of the bivalve *Macoma balthica*. *Limnol. Oceanogr.* 48, 2171-2185.
- Philippart, C.J.M., commentaar op Exotendossier
- Philippart, C.J.M., commentaar op berekeningen Kokkelvisserij volgens Cascade-dossier
- Piersma, T., pers. comm., 24-11-2003



- Planologische Kernbeslissing Derde Nota Waddenzee (PKB 3)
- PO Kokkels, Start seizoen 2003 kokkelvisserij op Waddenzee, [www.kokkels.nl](http://www.kokkels.nl), 12-9-2003
- Reckermann, M., K. Poremba, F. Colijn, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Untersuchungen zur Auswirkung der Pallas-Havarie auf die Bakterio- und Phytoplanktongemeinschaft des Wattenmeeres, Forschungs- und Technologiezentrum Westküste, Bericht Nr. 20, 1999
- Regionaal Coördinatiecollege Waddengebied, Maatregelenprogramma Waddenzee 2005 – 2010, juni 2005
- Reneerkens, J., e.a., 2005, De Waddenzee als kruispunt van vogeltrekwegen, Literatuurstudie naar de kansen en bedreigingen van wadvogels in internationaal perspectief, NIOZ
- Rijke, J.W. van de, R.A. Bolt en DG.P. van den Berg, Karakterisering van het natuurlijk achtergrondgeluid, metingen in het kweldergebied, Groningen, 1997
- RIKZ, Bodemdalingstudie Waddenzee 2004 : vragen en onzekerheden opnieuw beschouwd
- RIKZ, Interne notitie over Bodemdaling door gaswinning, 2003
- RIKZ, Jaarboek Waddenzee, Haren, 2001
- Samenvatting resultaten wetenschappelijk onderzoek EVA-II, Versie 04-12-2003
- Sas, H., persoonlijke waarnemingen, 2002-2003
- Smit, C.J., 2004, Vervolgonderzoek naar de gevolgen van de uitbreiding van het aantal vliegbewegingen van Den Helder Airport, Alterraraapport 1025, Alterra, Wageningen
- Smit, C.J., H. Cappelle & F.H. Kistenkas, Voortoets naar de gevolgen van de uitbreiding van het aantal vliegbewegingen van civiele helikopters boven de Waddenzee, Wageningen, Alterra, 2003
- Startnotitie Milieu Effect Rapportage, januari 2005
- Stichting Recreatie, 2003, Recreatie in, op en rond de Waddenzee, feb. 2003
- Sybrandi, persoonlijke mededelingen oktober 2003, Ministerie van Defensie, Den Haag
- Tien, N., N. Dankers, Exoten in de Nederlandse kustwateren, Situatiebeschrijving en beheers- en onderzoeksvoorstellen, 2004
- Tweede Kamer der Staten Generaal, Antwoorden n.a.v. Kamervragen bij Brief Stass. dd. 15 juni 2005, 7 oktober 2005 (30.300 X Nr. 6)
- Unabhängige Expertenkommission "Havarie Pallas", Bundesminister für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, 2000



- Verboom, ir. V., ir. M.P.M. Rhijnsburger, drs. N.H.A. van Ham, dr. A.F.L. Creemers, "Evaluatie veiligheidssituatie oefenschietterrein Vliehors ten gevolge van niet gesprongen explosieven", TNO (DV2 2005-A37), 29 april 2005
- Vliegveld Ameland, mondelinge mededeling
- Wadden Sea Quality Status Report 1999, 2000 and 2004
- Waddeninzicht.nl; recreatie
- Wadvaardersorganisatie, mondelinge mededeling
- Wang, Z.B. en A. van der Weck, Sea level rise and morphological development in the Wadden Sea, WL, december 2002
- Waterrecreatie Advies, 2003, Onderzoek vaargedrag IJsselmeergebied en Waddenzee, feb. 2003.
- Watlas, zeehondenligplaatsen, december 2003, [http://mapserver.interwad.nl/website/wadnedtopotest/viewer.htm?mapservice=wadnedtopo\\_nieuw](http://mapserver.interwad.nl/website/wadnedtopotest/viewer.htm?mapservice=wadnedtopo_nieuw)
- Wilde Kokkels en anderen, Bezwaarschrift Kokkelvergunning 2003, 1-8-2003
- Wolff, Wim, 2004, "Schelpdiervisserij: Welke activiteiten zijn uit het oogpunt van natuurbescherming toelaatbaar?" Samenvatting van wetenschappelijke bevindingen van de laatste jaren, incl. EVA-II, Presentatie gehouden tijdens het Symposium Waddenbeleid bij Ecomare, RUG, oktober 2004
- [www.interwad.nl](http://www.interwad.nl), november 2003
- [www.waddenzee.nl/ecomare](http://www.waddenzee.nl/ecomare)
- [www.wadvaarders.nl](http://www.wadvaarders.nl)

Een [\*] in de tekst wil zeggen dat een getal eerder in de tekst is onderbouwd of berekend.