

DI 226996



**Evaluatie
milieueffectrapportage
'Slufter' 1986-2001**

Werkgroep evaluatie Slufter

Z1393

-02/64 BDU
(WNU)

BIBLIOTHEEK BOUWDIENST RIJKSWATERSTAAT

NR. Z1393 BON

C.R.J. Goderie &

C.T.M. Vertegaal (red.)

November 2002

BIBLIOTHEEK

Bouwdienst Rijkswaterstaat

Postbus 20.000

3502 LA Utrecht

Evaluatie milieueffectrapportage 'Slufter' 1986-2001

Inhoud

Samenvatting: conclusies en aanbevelingen 5

1 Inleiding 15

- 1.1 Evaluatie van de m.e.r. 'Slufter' 15
- 1.2 Het onderzoeksgebied:
De Haringvlietmond en omgeving 16
- 1.3 Opzet van het eindrapport 17

2 Achtergronden: ontstaansgeschiedenis, het MER uit 1984 en aanleg van de 'Slufter' in 1987 19

- 2.1 Ontwikkeling van de Haringvlietmond vóór 1987 19
- 2.2 Het MER uit 1984 20
- 2.3 Aanleg en gebruik van de 'Slufter' 21

3 Ingrepen in en rond de 'Slufter' tussen 1986 en 2001 23

- 3.1 Ingrepen 1950-1986 24
- 3.2 Ingrepen 1986-1996 24
- 3.3 Ingrepen 1996-2001 26

4 Kwaliteit van grondwater en retourwater 27

- 4.1 Monitoringprogramma 1989-2001 28
- 4.2 Veranderingen 1997-2001 28
- 4.3 Voorspellingen grondwater en retourwater uit het MER van 1984 29
- 4.4 Conclusies en aanbevelingen 31

5 Bodemligging en bodemsamenstelling 33

- 5.1 De veranderingen in bodemligging tussen 1986 en 2001: verondieping van de Haringvlietmond 33
- 5.2 Slibgehalte en korrelgrootte: veranderingen in bodemsamenstelling tussen 1986 en 2001 41
- 5.3 Voorspelling van de morfologische veranderingen in het MER van 1984 42
- 5.4 De mogelijke rol van de 'Slufter' als verklaring voor de opgetreden veranderingen 44
- 5.5 Conclusies en aanbevelingen 45

6 Bodemdieren 47

- 6.1 Veranderingen 1983-2000 48
- 6.2 Voorspelde veranderingen in de samenstelling van de bodemdieren in 1986 51
- 6.3 De mogelijke rol van de 'Slufter' als verklaring voor de opgetreden veranderingen 53
- 6.4 Conclusies en aanbevelingen 54

7 Flora en vegetatie 57

- 7.1 Veranderingen in vegetatie tussen 1986-2000 57
- 7.2 Floristische veranderingen tussen 1986 en 2001 63
- 7.3 De voorspelde veranderingen uit het MER van 1984 63
- 7.4 De mogelijke rol van de 'Slufter' als verklaring voor de opgetreden veranderingen 64
- 7.5 Veranderingen in de duinen van Voorne 1987-1995 66
- 7.6 Conclusies en aanbevelingen 67

8 Vogels en zoogdieren 71

- 8.1 Foeragerende kustvogels 71
- 8.2 Broedvogels 75
- 8.3 Zeezoogdieren 78
- 8.4 De voorspelde veranderingen uit het MER van 1984 78
- 8.5 De mogelijke rol van de 'Slufter' als verklaring voor de opgetreden veranderingen 80
- 8.6 Conclusies en aanbevelingen 85

Literatuur 89

Colofon 91

Samenvatting: conclusies en aanbevelingen

Aanleg van de 'Grootschalige locatie voor de berging van baggerspecie uit het benedenrivierengebied' kortweg de 'Slufter' genoemd, vormde de laatste grote ingreep in het gebied van de Haringvlietmond sinds de jaren 70. Een ingreep – zo blijkt uit deze rapportage – die weliswaar zijn invloed heeft doen gelden in het gebied, maar toch geen echt grootschalige veranderingen tot gevolg heeft gehad. Het zal – als de tekenen niet bedriegen – niet de laatste grote ingreep zijn. Ingrepen als het weer gedeeltelijk openstellen van de Haringvlietsluizen en de eventuele aanleg van een tweede Maasvlakte staan voor de deur en zullen in de toekomst zeker hun sporen gaan nalaten. Maar het gebied van de Haringvlietmond is van nature dynamisch en zal ook daar weer een antwoord op vinden. Het is boeiend en leerzaam om te zien hoe het systeem zich telkens weer aanpast aan nieuwe omstandigheden. Niet alleen morfologisch, maar – in het voetspoor van de morfologische ontwikkelingen – ook in ecologisch opzicht. De complexiteit van de met elkaar in interactie zijnde factoren is echter groot. Dusdanig groot dat het niet eenvoudig is om simpele causale relaties te leggen tussen een ingreep, het voorspelde effect daarvan en het daadwerkelijk opgetreden effect. Zoveel is wel duidelijk geworden uit de evaluatie van de aanleg van de 'Slufter'. Er zijn, zeker op lokaal niveau, duidelijke morfologische effecten opgetreden, maar de eenduidige doorvertaling ervan naar effecten op de hogere ecologische niveaus bleek lastig. In deze samenvatting worden de effecten van de aanleg van de 'Slufter' nog eens op een rijtje gezet en geanalyseerd.

Veranderingen na aanleg van de 'Slufter' in 1987

Ingrepen na 1987

De aanleg van de 'Slufter' heeft in de periode 1987-2000 geleid tot enkele nieuwe – relatief kleinschalige – ingrepen in het studiegebied, die elk weer hun invloed hebben gehad op de ontwikkeling van morfologie en ecologie van het systeem van de Haringvlietmonding. Hoofdstuk 3 geeft het totaaloverzicht. De belangrijkste ingrepen zijn geweest de aanleg van:

- Het Sluftermeer na aanleg van de kortsluitdam van de Slufter naar de Zuiderdam en vervolgens de gedeeltelijke ingebruikname van het 'Distripark';
- Het Vogeleiland in 1989 en de tevergeefse herstelpogingen in 1992/1993;
- De Kleine Slufter in 1992;

- Regelmatig terugkerende suppleties van de sluftekust in de gehele studieperiode.

Veranderingen in kwaliteit van grondwater en retourwater

Hoofdstuk 4 biedt inzicht in de kwaliteit van grond- en retourwater en de veranderingen daarin sinds de aanleg van de 'Slufter'. Het retourwater is overtollig water dat tot 2001 gebruikt werd om de baggerspecie naar de Slufter te verpompen. Het overtollige water werd tot 2001 geloosd op de Mississippihaven. Met ingang van 2002 zijn de lozingen van retourwater sterk verminderd door de ingebruikname van een recirculatiebassin. Het voorkomen van eventuele verspreiding van verontreinigingen via het grondwater is een belangrijk ontwerp criterium voor de 'Slufter' geweest.

De belangrijkste conclusies uit de monitoring van grond- en retourwater zijn:

- Sinds 1987 is er onder de ringdijk een zoetwaterbel ontstaan, overeenkomstig de voorspellingen. In de dieper gelegen gedeelten (het pleistoceen) is deze bel nog niet terug te vinden. Deze bel speelt een rol in het voorkomen van eventuele uitspoeling van verontreinigingen naar de omgeving;
- Met uitzondering van enkele zware metalen blijven voor het grondwater alle gehalten beneden de voorspelde waarden of de toetswaarden. De gehalten aan cadmium, koper en zink liggen iets boven de prognosewaarden, maar nog altijd beneden de toetswaarden;
- Voor het retourwater geldt dat - met uitzondering van in dit geval kwik en nikkel - de waarden beneden de MTR-waarden liggen (maximaal toelaatbaar risico);



Figuur S.1: Aanleg de Kleine 'Slufter' in 1994

Veranderingen in bodemligging en bodemsamenstelling

In hoofdstuk 4 wordt de morfologische ontwikkeling van de Haringvlietmond in de periode 1986-2000 toegelicht. De belangrijkste conclusies uit dit hoofdstuk zijn:

- De grootschalige morfologische ontwikkeling van de Haringvlietmond nadert zijn evenwichtssituatie, er zijn geen grote veranderingen meer te verwachten;
- De aanleg van de 'Slufter' heeft de grootschalige trend in de Haringvlietmond na 1970 (na aanleg van de Haringvlietdam) niet wezenlijk beïnvloed. Wel is er sprake van een versnelling van het proces: het gebied rondom de 'Slufter' ontwikkelt zich in iets hoger tempo naar de evenwichtssituatie;
- In het gehele gebied vindt in grote lijnen een verondieping plaats. Vooral het areaal 'half diep' - tussen de 3m en 10m diepte - is sterk afgenomen (met ruim 1.500 ha). Het areaal ondiep - tussen 1m en 3m diepte is het sterkst toegenomen (met ca. 1000 ha). Voor de overige diepteklassen geldt dat de toe- of afname in de orde-grootte liggen van 100 tot 200 ha (dichtbij de fouten-marge);
- In de periode 1986-2000 zijn de geuldiameters geleidelijk afgenomen. Daarnaast hebben zich veranderingen voorgedaan in de structuur van platen en geulen, met name de Hinderplaat is sterk veranderd. Op een lager schaalniveau zijn het ontstaan van een strandhaak en (kleine) sluftertjes aan de zuidwestkust van de 'Slufter' en vergroting van de Garnalenplaat opvallend. Het Gat van de Hawk is vrijwel verdwenen. De overige veranderingen in het Brielse Gat zijn bescheiden;
- De onderhoudsbehoefte van de (zachte) Sluftekust is groot en bedroeg in de studieperiode 800.000 m³ per jaar. Ook de Groene Punt van Voorne erodeert nog steeds;
- Tijdens en in de periode na de aanleg zijn in een (ruime) omgeving van de 'Slufter' verhoogde slibgehalten gemeten, die in de periode daarna weer afnamen. Opvallend is dat na 1994 weer een forse toename van de slibgehalten optrad van gemiddeld ruim 6% tot ca. 15% in 1998-2000. Met name in het Rak van Scheelhoek sedimenteert veel slib: in 2000 zelfs tot gehalten van 80%. De gemiddelde korrel diameter in het gebied is toegenomen van ca. 125 mm tot ruim 150 mm.
- Er is geen verslibbing opgetreden van het strand van Noordwest-Voorne: de slibgehalten zijn nagenoeg gelijk gebleven.

Bodemdieren

Van nature zijn de fluctuaties in biomassa en soortsaanstelling van bodemdieren in kustgebieden vrij groot. Toch

bleken er uit het onderzoek duidelijke trends in de verschuivingen van de bodemdiergemeenschappen. Omdat echter niet voldoende abiotische parameters gemonitord zijn bleek het lastig eventuele oorzaken van veranderingen te analyseren. Desondanks kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

- ▶ Het areaal en de ligging van de meeste bodemdiergemeenschappen rondom de 'Slufter' is vrij weinig veranderd. Uiteraard is de bodemdiergemeenschap ter plekke van de 'Slufter' verdwenen;
- ▶ Aan de zeezijde, vooral tussen 5 en 10 m diepte, heeft de schelpdierrijke gemeenschap van de halfgeknotte strandschelp (*Spisula*) en de borstelworm *Spio filicornis* na 1990 geleidelijk plaats gemaakt voor de verwante, maar schelpdierarme gemeenschappen van de borstelworm *Spio martinensis* en van het kreeftje *Bathyporeia elegans*;
- ▶ Het spuien van grote hoeveelheden zoet water in 1994 en 1995 is vermoedelijk verantwoordelijk voor het verdwijnen van de halfgeknotte strandschelp en de kokkel in de Haringvlietmonding ten oosten van de Hinderplaat;
- ▶ De gemiddelde biomassa van bodemdieren is na aanleg van de Slufter afgenomen, vooral tijdens en kort na de aanleg. In de periode daarna trad weer herstel op, zij het niet tot het niveau van vòòr 1987. Vooral in het gebied tussen de Hinderplaat en Voorne is de biomassa veel lager gebleven dan voor 1987. Dit komt vooral door een zeer sterke afname van kokkels en andere schelpdieren. Die afname aan biomassa was op de Westplaat weliswaar minder dramatisch, maar bedroeg in 1998/2000 toch altijd nog zo'n 40% ten opzichte van 1983. Ook in de periode voor 1987 was het aandeel schelpdieren hier al laag.

Veranderingen in vegetatie en flora

In de onderzoeksperiode hebben zich duidelijke veranderingen in de vegetatie voorgedaan. Hoofdstuk 7 geeft het overzicht. De belangrijkste conclusies zijn:

- ▶ Het kleine areaal schor- en duinvegetaties is toegenomen van 38 ha in 1986 tot 54 ha in 2000. De toename komt deels voor rekening door een toename van het bestaande areaal op de Westplaat en het Schor van Oostvoorne (7 ha) en deels door het begroeid raken van de in 1992 aangelegde Kleine Slufter (9 ha). In verhouding tot het totale Nederlandse areaal schor- en duinvegetaties zijn zowel het huidige areaal als de toename bescheiden;
- ▶ Het aandeel van schaars begroeide en soortenarme pioniervegetaties is sterk afgenomen. De aanwezige vegetaties bestonden in 2000 voor het grootste deel uit gesloten, soortenrijkere gras- en kruidenvegetaties.

Deze ontwikkeling is het sterkst op het Schor van Oostvoorne. Het grootste deel van de pioniersvegetaties – voor zover niet in successie teruggedaan tot slik – heeft zich ontwikkeld tot schorrenvegetaties, een kleiner deel heeft zich ontwikkeld tot strand- en duinbegroeiingen.

- ▶ Het totaal aantal waardevolle soorten is in de onderzoeksperiode licht toegenomen van 29 tot 31 aandachtsoorten. Dit beeld wordt waarschijnlijk vertekend doordat de onderzoeksintensiteit de laatste periode minder groot was. Het aantal vindplaatsen van aandachtsoorten is sterker toegenomen van 36 tot (ruim) 52. Deze toename komt vooral door een toename van vindplaatsen op het Schor van Oostvoorne;
- ▶ De natuurwaarden zijn sterker toegenomen, zowel wat betreft het areaal waardevolle habitats als wat betreft het aantal vindplaatsen van waardevolle plantensoorten.

Vogels en zeezoogdieren

In hoofdstuk 8 zijn de ontwikkelingen en trends in foeragerende kustvogels, broedvogels en zeezoogdieren beschreven. Onderstaand worden de conclusies per soortengroep gepresenteerd.

Foeragerende kustvogels

- ▶ Evenals bij bodemdieren zijn de fluctuaties in aantallen foeragerende kustvogels dermate groot dat het lastig is om trends te onderscheiden en eventuele oorzaken van veranderingen te achterhalen. Dit bleek tijdens het onderzoek met name te gelden voor zwarte zee-eend, toppereend en bonte strandloper. Deze drie soorten komen in grote, maar sterk wisselende aantallen voor in de Haringvlietmond, zonder dat er in het gebied zelf een eenduidig aanwijsbare oorzaak voor te vinden is;
- ▶ Opvallend is dat de betekenis van het studiegebied voor foeragerende kustvogels na aanleg van de 'Slufter' lijkt te zijn toegenomen: het aantal 'vogeldagen' van vogels van slikken en schorren nam toe van ca. 1,5 miljoen in 1986-'87 tot ruim 2,0 miljoen in het seizoen 1999-2000 (met uitschieters naar rond de 2,5 miljoen in 1991-'92 en 1995-'96). Ook het aantal vogeldagen van soorten van stranden en platen nam sterk toe, van rond de 50.000 in 1986-'87 tot ca. 500.000 in 1999-2000. De vogels van kustwateren variëren het sterkst in aantal, maar ook deze groep lijkt te zijn toegenomen ten opzichte van 1986-'87;
- ▶ Vooral scholekster, drieteenstrandloper en verschillende meeuwensoorten zijn in de periode 1986-2000 sterk in aantal toegenomen;
- ▶ De in het studiegebied aanwezige foeragerende kustvogels vertegenwoordigen een grote natuurwaarde. Ruim

de helft van de soorten behoort tot de aandachtsoorten. Gezamenlijk nemen de aandachtsoorten ruim 60% van het totaal aantal vogeldagen voor hun rekening.

Broedvogels

- ▶ Ook de aantallen broedvogels bleken sterk te fluctueren. Dat wordt veroorzaakt doordat kustsoorten als visdief en kluut in kolonies broeden. Typisch voor deze pioniersoorten is dat de omvang van de kolonies van jaar tot jaar sterk kan fluctueren. Bevalt het ze niet dan zoeken ze een betere plek;
- ▶ Het aantal soorten broedvogels in de omgeving van de 'Slufter' is geleidelijk gestegen van 14 in 1986 tot ca. 30 in 2000. Het totaal aantal broedparen steeg van 50 in 1986 tot ruim 1000 in 1990 om vervolgens weer te dalen tot een niveau van ongeveer 100 broedparen in het midden van de jaren '90. In 1999 was er weer een forse toename tot ca. 500 broedparen;
- ▶ Verreweg de belangrijkste soortgroep is die van 'schaars

begroeid strand'. Daarnaast komen (in kleiner aantal) soorten voor van schorren, open duin, rietland en struweel en bos. Alle soortgroepen zijn na 1986 toegenomen, zij het soms met grote ups en downs. De meest gestaag toenemende groep is die van struweel en bos;

- ▶ De natuurwaarde van de aanwezige kustvogels is groot. Het aantal aandachtsoorten van deze soortgroep verdubbelde van 6 in 1986 tot ca. 12 broedparen in 1999-2000. Het totaal aantal broedparen van aandachtsoorten maakte een enorme sprong van ruim 20 in 1986 tot ruim 350 in 1999 en 2000. De aandachtsoorten met de hoogste aantallen broedparen zijn visdief, kluut, dwergstern, grote stern (met name in de periode 1989-1991) en tureluur, bontbekplevier en strandplevier (over de gehele onderzoeksperiode).

Zeezoogdieren

De aanwezigheid van zeezoogdieren is een recent fenomeen in de Haringvlietmond. Zowel voor aanleg als



Figuur S.2: Hinderplaat, april 1997

in de eerste jaren na aanleg van de 'Slufter' werden in de Haringvlietmond in het geheel geen gewone zeehonden waargenomen. In de periode 1990-1995 waren er incidentele waarnemingen, maar pas de laatste jaren (1995-2000) zijn de aantallen toegenomen. Er worden gemiddeld 6-10 exemplaren gezien met maxima van 20-25. De meeste dieren worden aangetroffen op de Hinderplaat, maar ook de Kleine Slufter is in trek, zij het de laatste jaren wat minder.

Oorzaken van veranderingen en rol van de 'Slufter'

Bodemligging en bodemsamenstelling

In de morfologie ijlen effecten van grote ingrepen lang na. Dat bleek ook uit het morfologisch onderzoek naar de effecten van de aanleg van de 'Slufter'. Niet zozeer de 'Slufter' bleek sturend voor de grootschalige trends in de Haringvlietmond, maar de afsluiting van het Haringvliet in 1970. De aanwezigheid van de 'Slufter' heeft de grootschalige ontwikkelingsrichting niet wezenlijk beïnvloed. Wel is die ontwikkeling door de aanwezigheid van de 'Slufter' versneld.

Er was een duidelijk effect waarneembaar in de omgeving van de 'Slufter'. Dat effect uitte zich in kleinschalige morfologische veranderingen in de omgeving van de 'Slufter'. Voorbeelden hiervan zijn: de verandering van het noordelijk deel van de Hinderplaat, de aanleg en vervolgens de kromming en noordwaartse verplaatsing van het Hindergat, de uitbouw van een buitendelta van het Hindergat, de verondieping achter de Hinderplaat en het ontstaan van een strandhaak.

De toename van het slibgehalte bleek een tijdelijk effect als gevolg van de aanleg van de 'Slufter': er zijn geen structurele effecten op de slibhuishouding vastgesteld.

Vegetatie en flora

De duidelijk waarneembare veranderingen in vegetatie en flora, bleken voor het overgrote deel niet in verband te kunnen worden gebracht met de aanleg of aanwezigheid van de 'Slufter'. Daarvoor waren de morfologische veranderingen langs de randen van het Brielse Gat te gering. De eindconclusie is dan ook helder: de belangrijkste oorzaak voor de waargenomen veranderingen is de autonome successie van de nog zeer prille vegetaties uit 1986 naar volgende, rijpere stadia. De aanleg van de Kleine Slufter heeft wel een impuls gegeven aan de vegetatie-ontwikkeling. Een effect dat mogelijk ten dele gerelateerd kan worden aan de aanwezigheid van de 'Slufter' is de snelle ontwikkeling van het Schor van Oostvoorne. Mogelijk heeft de afscherpende werking van de 'Slufter' voor zeedynamiek (golfwerking) hier een rol gespeeld.

Bodemdieren

Biomassa, aantallen en soortensamenstelling van bodemdieren in kustgebieden vertonen van nature grote fluctuaties. Die fluctuaties zijn een gevolg van de sterke (natuurlijke) wisseling van weersomstandigheden, wisselende rivierafvoeren en jaren met meer of minder broedval. Daardoor is het lastig verbanden met mogelijk oorzaken te leggen. Toch zijn er enkele conclusies mogelijk.

De afname van de biomassa van – met name – schelpdieren (kokkel- en spisulabanken achter de Hinderplaat) in het midden van de jaren '90 is waarschijnlijk veroorzaakt door perioden met een hoge afvoer van (zoet) rivierwater vanuit het Haringvliet, waardoor gevoelige soorten als de kokkel en de halfgeknotte strandschelp vrijwel verdwenen. De afname van biomassa en aantallen bodemdieren in de periode 1988-1990 bleek een tijdelijk effect, vermoedelijk veroorzaakt door extra troebeling en dynamiek als gevolg van de aanleg van de 'Slufter'. In de omgeving van de 'Slufter' hebben morfologische veranderingen vermoedelijk slechts tot kleine verschuivingen van bodemdiergemeenschappen geleid.

Vogels en zeezoogdieren

Foeragerende kustvogels

Uit het onderzoek zijn duidelijke veranderingen gebleken in aantallen foeragerende kustvogels. Die veranderingen blijken geen duidelijke relatie te vertonen met veranderingen in de arealen van verschillende biotooptypen, met als mogelijke uitzondering op deze regel de drieteenstrandloper (gerelateerd aan de toename van de oppervlakte strand).

Voor vogelsoorten die vooral van bodemdieren leven lijkt de hoeveelheid beschikbaar voedsel geen verklaring te geven voor de waargenomen schommelingen. Ook hier is een uitzondering: de fluctuaties van de aantallen eidereenden lijken te corresponderen met de hoeveelheid (biomassa) schelpdieren.

Voor de overige soorten foeragerende kustvogels vormen vooral ontwikkelingen elders, veelal (ver) buiten de Haringvlietmond, een mogelijke verklaring voor de grote schommelingen in aantallen. Factoren die daarbij een rol spelen zijn de fluctuaties in de totale (nationale) populatieomvang, de nabijheid en omvang van grote broedkolonies en de beschikbaarheid van voedsel elders.

De conclusie is gerechtvaardigd dat de invloed van de aanleg van de 'Slufter' op foeragerende kustvogels beperkt is geweest. Verstoring tijdens de aanlegwerkzaamheden kan tot een tijdelijke verlaging van aantallen hebben geleid. Uit de onderzoeksgegevens blijkt dat de toename van het areaal ondiep kustwater niet heeft

geleid tot een toename van het aantal duikeenden. De aanleg van de Kleine Slufter heeft een positieve invloed gehad op de ontwikkeling van de aantallen drieteenstrandloper en lepelaar.

Broedvogels

Voor broedvogels lijkt de aanleg van de 'Slufter' wel een duidelijke factor geweest te zijn. Maar dan vooral vanwege de daaraan gerelateerde ingrepen, waardoor nieuw broedbiotoop verscheen en soms weer verdween. De aanleg en het vervolgens weer verdwijnen van het Sluftermeer en het Vogeleiland bleken een grote invloed op de broedvogelaantallen te hebben. Ook de 'Slufter' zelf (dam, oeverzone en baggereilandjes) bleek zich geleidelijk aan te ontplooiën als een geschikt biotoop. Er zijn ook andere factoren in het spel. De gestegen grondwaterstand in de reserveringsstrook voor het Hartelkanaal maakte deze geschikt voor kustbroedvogels. Een negatieve factor is de toegenomen recreatie op de Kleine Slufter en Westplaat. Verstoringgevoelige broedvogels van strand en schor zijn hier inmiddels vrijwel verdwenen. De vegetatieontwikkeling op de Westplaat ten slotte bleek een positieve factor voor rietvogels en vogels van struweel en bos.

Samenvattend is de invloed van aanleg van de 'Slufter' - direct en indirect - (zeer) gunstig gebleken voor broedvogels. Er ontstond meer geschikt broedbiotoop voor verschillende soortgroepen, met name voor de soortgroep van schaars begroeide stranden.

Zeezoogdieren

Het opduiken van zeehonden rondom de 'Slufter' was niet voorspeld. De toegenomen aantallen zeehonden passen echter in de gelijktijdige groei van de landelijke populatie en die in het Deltagebied. De aanwezigheid van zeehonden is dus niet veroorzaakt door lokale veranderingen rondom de 'Slufter'. Wel biedt de aangelegde Kleine Slufter een relatief goede rustplaats. Hier bevindt zich een relatief groot deel van de Deltapopulatie (15-20%). De betekenis van de Kleine Slufter voor zeehonden neemt de laatste jaren wat af, mogelijk door toegenomen verstoring.

Vergelijking met de voorspellingen met het MER uit 1984

Het belangrijkste effect van de aanleg van de 'Slufter' is het verdwijnen van 360 ha kustzee met de daaraan gebonden levensgemeenschappen. Daarnaast is er in de projectnota/MER voor elk van de onderzochte parameters een voorspelling gedaan. Onderstaand worden die voorspellingen per parameter tegen het licht gehouden.

Grond- en retourwater

Er heeft zich - conform de verwachtingen in de MER binnen enkele decennia een zoetwaterbel onder de ringdijk gevormd. De vorming van een zoetwaterbel in de diepere lagen is nog niet aangetoond en lijkt daarmee wat langzamer te verlopen dan destijds verondersteld werd.

De gehalten aan zware metalen in grond- en retourwater blijven in de meeste gevallen binnen de prognose, zoals die in het MER uit 1984 werden gedaan. Waar toch overschrijdingen zijn geconstateerd blijven ze ruimschoots binnen de toetsingsnormen.

Morfologie

De verwachtingen omtrent de voorspelde erosie en sedimentatie zijn redelijk uitgekomen. De locatie van de erosie- en sedimentatiegebieden komt vrij goed overeen met wat destijds werd verwacht, met uitzondering van de Groene Punt waar nog steeds erosie optreedt, terwijl verwacht werd dat die zou stoppen. De hoeveelheid jaarlijks gesuppleerd zand op de Slufterdam is met 800.000 m³ bijna tweemaal zo hoog dan destijds verwacht (door toepassing van een kleinere korreldiameter). De voorziene erosie aan de noordzijde van de Slufterdam is niet in die mate opgetreden.

De morfologische ontwikkeling van het studiegebied verloopt sneller dan verwacht. De ondergrens van de in de projectnota/MER gedane voorspelling voor de ontwikkeling van het areaal intergetijdengebied over een periode van 20 jaar bleek in 2000 al grotendeels bereikt. Ook lijkt het gebied achter de Hinderplaat nu al grotendeels zijn evenwichtsbodem te hebben bereikt. Het uiteenvallen van de Hinderplaat was in het geheel niet voorspeld. In de Projectnota/MER werd geen afwijkende slibhuishouding verwacht. In werkelijkheid is er in het studiegebied een toename van de gemiddelde korreldiameter opgetreden (samenhangend met de uitgevoerde suppleties met grover zand). Maar ook elders in het studiegebied treden veranderingen in slibgehalte en korreldiameter op, zonder dat er een direct verband met de 'Slufter' te leggen is.

Voor de Voornse kust werd een toename verwacht van de hoeveelheid slib op het strand, met een voorspelde afname van de groei van de duinregel. De verwachte verslibbing van het strand van Voorne is echter niet opgetreden. Wel is de groei van de duinregels na aanleg van de 'Slufter' gestopt.

In de Projectnota/MER werd verwacht dat het Hindergat de stroomvoerende functie van het Gat van de Hawk zou overnemen. Er werd geen effect op de kust van Goeree



Figuur S.3: Brielse Gat 1999

verwacht. Ook deze voorspellingen lijken te kloppen: de kust van Goeree, het Slikgat en het zuidelijk deel van de Garnalenplaat gedragen zich als zelfstandige systemen.

Bodemdieren

Verschillende van de voor bodemdieren voorspelde veranderingen zijn uitgekomen. Dat geldt uiteraard voor het verlies van 360 ha kustgebied met de bijbehorende bodemdiergemeenschappen. De voorspelde sterke afname van de gemiddelde biomassa binnen de bodemdiergemeenschappen in de nabijheid van de 'Slufter' bleek vooral een tijdelijk effect, alhoewel de biomassawaarden van eind jaren tachtig niet meer bereikt worden. De biomassa van de (ooit) schelpdierrijke gemeenschap tussen Hinderplaat en Voorne heeft zich op vergelijkbare wijze ontwikkeld: een vrij scherpe daling aan het eind van de jaren tachtig, gevolgd door een licht herstel en daarna weer een zeer scherpe daling. De voorspelde permanente

effecten bleken in de omgeving van de 'Slufter' niet te kunnen worden vastgesteld en bleken elders in het studiegebied vooral samen te hangen met andere factoren (zoals de verhoogde rivierafvoeren in het midden van de jaren '90).

Vegetatie en flora

In de projectnota/MER werd verwacht dat het schorren-areaal op de Westplaat zich zou uitbreiden en gedifferentieerder zou worden. Tevens werd voorspeld dat de zone met natte duinvalleivegetaties intact zou blijven. Beide voorspellingen zijn niet uitgekomen. De ontwikkeling en differentiatie van de schorrenvegetaties zijn juist gestagneerd en de kenmerkende waardevolle open pioniervegetaties van schor en natte duinvallei zijn in oppervlakte afgenomen. Belangrijkste oorzaak hiervoor is het achterwege blijven van de voorspelde toename aan oppervlakte

plaatareaal en schor.

De voorspellingen voor het Schor van Oostvoorne blijken wel te zijn uitgekomen. Binnen de schorrenvegetaties domineren nu - als gevolg van successie - inderdaad de (voorspelde) vegetatietypen uit het gewoon kweldergras-verbond en het verbond van Engels gras.

Foeragerende kustvogels, broedvogels en zeezoogdieren

In de projectnota/MER werd een afname voorspeld van de oppervlakte kokkelbanken met een potentieel negatieve invloed op de functie van het gebied voor doortrekkende duikeenden. De omvang van het effect werd niet gekwantificeerd. Verder werd voorspeld dat het areaal intergetijdengebied zou toenemen, met als indirect gevolg veranderingen in soorten en aantallen vogels. Voor vogels van zandiger milieus werd een gelijkblijvend of iets hoger aantal verwacht. Er werden geen zeezoogdieren voorspeld.

Het aantal waargenomen foeragerende duikeenden is in tegenstelling tot de verwachtingen in de periode 1986-2000 niet duidelijk afgenomen. De voorspelde toename van het slikareaal is niet uitgekomen. De toename van het totale aantal steltlopers komt vooral voor rekening van een zeer sterke toename van het aantal Scholeksters op het oorspronkelijke areaal.

Broedvogels

Er werd in 1984 een beperkt positief effect op broedvogels voorspeld, met name door de voorspelde uitbreiding van schorvegetaties op de Westplaat. De positieve effecten van aanleg van het depot op de broedvogelstand zijn echter veel groter geweest dan voorspeld. Vooral de effecten van het ontstaan van nieuw broedbiotoop in de vorm van de 'Slufter' zelf en van het voormalige Sluftermeer zijn in 1984 in het geheel niet in beschouwing genomen. De positieve effecten van aanleg van het Vogeleiland en de Kleine Slufter en van de zuidrand van het huidige Distripark maakten destijds geen deel uit van de onderzochte planvarianten en konden derhalve niet voorspeld worden.

Het aantal broedgevallen van kustbroedvogels is gestaag afgenomen ondanks de verdere ontwikkeling van schorvegetaties. Mogelijke verklaringen hiervoor zijn de toenomen verstoring vanaf het autostrand en de geringe hoogte van het schor, waardoor het regelmatig overstroomd wordt. Op het schor van Oostvoorne is wel sprake van een toename van het aantal broedvogels. Omdat dit deelgebied niet volledig is meegenomen in de monitoring kan dit effect niet goed worden beoordeeld.

Conclusies omtrent de voorspellingen

De voorspellingen zijn deels correct gebleken, maar op belangrijke onderdelen is de daadwerkelijke ontwikkeling van de Haringvlietmond toch anders verlopen dan destijds werd voorspeld. De grootste afwijking vormt de wel voorspelde maar (nog?) niet in die mate opgetreden ontwikkeling van nieuwe schorren in het Brielse Gat. Een probleem bij het evaluatieonderzoek is dat de afbakening van studiegebied en effectketens destijds onvoldoende duidelijk heeft plaatsgevonden en de voorspellingen dusdanig weinig gekwantificeerd zijn dat een kwantitatieve toetsing niet goed mogelijk bleek.

Het evaluatieonderzoek zelf onder de loep

Het is zinvol ook het evaluatieonderzoek zelf en de wijze waarop het is uitgevoerd aan een kritische toets te onderwerpen.

Het eerst dat daarbij opvalt is dat ook het evaluatieonderzoek zelf een ontwikkeling heeft doorgemaakt. De tussentijdse evaluatie uit 1997 was in wezen een summier rapport zonder dat daar gedegen specialistische deelrapportages aan ten grondslag lagen. Het leggen van verbanden tussen verschillende parameters werd daardoor bemoeilijkt. Met de huidige rapportage wordt een van de aanbevelingen uit de evaluatie van 1997 opgevolgd: er liggen nu wel specialistische deelrapportages aan ten grondslag. Het is nadrukkelijk de doelstelling geweest de dwarsverbanden tussen de verschillende parameters daarmee wel c.q. beter te kunnen leggen. Het uitvoeren van de basisonderzoeken per parameter betekent een grote verbetering van de evaluatie.

Toch zijn er ook in deze afsluitende evaluatie kritiekpunten te signaleren. Punten die veelal samenhangen met het niet van aanvang af (in de Projectnota/MER al) voldoende helder afbakenen van de onderzoeksvragen en de voor beantwoording van die vragen benodigde gegevensreeksen.

De monitoring van het grondwater heeft plaatsgevonden conform de jaarlijkse rapportageplicht zoals vastgelegd in de vergunning. De cijfers over 2001 geven een representatief beeld van de betreffende periode (Berger, 2001b). De aangetroffen gehalten en totaalvrachten in 2001 duiden niet op een problematische situatie. Er is echter geen overall-rapportage over de gehele voorgaande periode aanwezig. Met de ingebruikname van het recirculatiebasin is de lozing van stoffen op het oppervlaktewater grotendeels opgeheven.

Om de morfologische invloed van de 'Slufter' voldoende te kunnen analyseren was een betere afstemming van

onderzoekparameters op elkaar wenselijk geweest. Metingen aan stroming en zandtransporten zijn niet of in onvoldoende mate verricht en met name van de periode van voor 1986 bleken te weinig gegevens beschikbaar. De hogere delen van platen en stranden zijn vaak niet integraal opgemeten.

Ook metingen aan slib zijn niet frequent genoeg verricht (er zijn geen gegevens verzameld tussen 1994 en 1998) en waren daarnaast vaak te weinig toegespitst op (veranderingen in) morfologische structuren.

Voor de monitoring van bodemdieren ontbraken – achteraf gezien – metingen van enkele ecologische factoren (zoals bijvoorbeeld metingen van het zoutgehalte) die een mogelijke verklaring kunnen vormen voor opgetreden veranderingen. De veranderingen in zoutgehalte hadden dan wellicht gekoppeld kunnen worden aan de ecologische indicatiewaarde van de betreffende bodemdiergemeenschappen voor zoutgehalte. Ook het bemonsteren van geschikte referentiegebieden is juist voor deze relatief sterk variërende groep van belang.

De monitoring van foeragerende kustvogels, broedvogels en zeezoogdieren is in grote lijnen goed tot uitstekend van opzet en uitvoering geweest. Kleine minpuntjes zijn de minder intensieve tellingen van foeragerende kustvogels in de periode voor aanleg en het ontbreken van informatie over sommige factoren die van invloed geweest kunnen zijn op de aantalsontwikkelingen (met name informatie over locaties, perioden, aard en omvang van verstoringen).

In de monitoring van vegetaties van het Brielse Gat ontbreekt de flora als parameter (daarin is nu voorzien door gebruik te maken van gegevens uit andere bronnen). Daardoor is deze factor wellicht onderschat geweest.

De monitoring en het onderzoek naar de mogelijk invloed van saltspray moet in feite als mislukt worden beschouwd. Het bleek te lastig de voorspelde effecten te detecteren. Voor een goed onderzoeksresultaat had de intensiteit van onderzoek van flora en vegetatie (structuur) beduidend groter moeten zijn. Daarnaast had aanvullend modelonderzoek moeten plaatsvinden in combinatie met betere en meer saltspraymetingen en metingen in referentiegebieden e.d.

Toekomstige ontwikkelingen

De Haringvlietmond blijft een dynamisch gebied. Nieuwe ingrepen – zoals het andere spuiregime van de Haringvliet en de mogelijke aanleg van Maasvlakte 2 – zullen leiden tot een hernieuwde aanpassing van de

structuren en de bijbehorende levensgemeenschappen. Die nieuwe ingrepen zullen voor een deel het antwoord op nog openstaande vragen vertroebelen. De antwoorden op die vragen zullen dan ook in het ruimere kader van monitoring en evaluatie van die betreffende ingrepen en op het bijpassende schaalniveau gezocht moeten worden. De voor de toekomst nog openstaande vragen zijn:

- Wat gebeurt er met de morfologie van de Haringvlietmond en – in dit kader – meer specifiek van de omgeving van de 'Slufter'? Is de evenwichtssituatie inderdaad grotendeels bereikt of gaan er rondom de 'Slufter' toch nog grotere veranderingen plaatsvinden. Bijvoorbeeld doordat het huidige Hindergat dichtslibt ten gunste van een nieuwe getijdengeul? Indien dit gebeurt, ontstaat er dan een grotere strandhaak aan de 'Slufter'?
- Gaat er (in de nabije toekomst) alsnog verdere ophoging plaatsvinden van de rest van het Brielse Gat met mogelijk alsnog een (in dat geval uitgestelde) verslibbing van de stranden van Noordwest-Voorne?
- Wat gaat er gebeuren met de suppletiebehoefte van de 'Slufter'? Mogelijk neemt deze met ca. 25% af door een gunstiger oriëntatie van de strandhaak en de buitendelta van het Hindergat (ervan uitgaande dat dit blijft functioneren);

De gevolgen van deze nog onzekere morfologische ontwikkelingen voor de natuur kunnen substantieel zijn. Maar die gevolgen zullen in principe positief worden gewaardeerd. In elk geval voor zover de morfologische ontwikkelingen leiden tot de vorming van een nieuwe strandhaak, nieuwe duinvorming en tot meer schorren en slikken. Dat impliceert extra hectaren ecotoop voor flora, vegetatie, bodemdieren, en (broed)vogels. Pure winst is dit niet: de mogelijkheden voor viseters, duikeenden en zeehond kunnen er door afnemen.

De mogelijk nog naijlende effecten van de aanleg van de 'Slufter' zullen in de toekomst waarschijnlijk ingehaald worden door de effecten van de nieuw voorziene ingrepen. Maar het noopt in elk geval tot het doorgaan met monitoring. De effecten van de aanleg van de 'Slufter' zijn (mogelijk) nog niet uitontwikkeld en zullen in toenemende mate verweven raken met de effecten van de nieuwe ingrepen.

In verband met die nieuwe ingrepen (ander beheer Haringvlietluizen, aanleg Maasvlakte 2) wordt geadviseerd de verdere monitoring van de 'Slufter' te integreren met de monitoring van die ingrepen. Om in de toekomst in staat te zijn de effecten van de verschillende ingrepen uit elkaar te kunnen rafelen is het dan wel noodzakelijk de opzet van de monitoring te verbeteren. Dat betekent onder andere het meten van extra tussenvariabelen, het verrichten van modelonderzoek en het onderzoek van goede referentiesituaties per parameter.

1.2 Het onderzoeksgebied: De Haringvlietmond en omgeving

Figuur 1.1 geeft een overzicht van het onderzoeksgebied en de naamgeving van de verschillende deelgebieden. In dit rapport is de naamgeving van de verschillende deelgebieden zo eenduidig mogelijk aangehouden, alhoewel soms verschillende namen circuleren. De 'Baggerslibberging' wordt in de volksmond aangeduid met de naam 'Slufter', vanuit de destijds heersende verwachting dat zich een slufterachtig gebied zou ontwikkelen tussen de 'Baggerslibberging' en de Voorne kust. De

'Slufter' zelf heeft uiteraard niets met een slufterachtig gebied te maken. Kortheidshalve wordt echter zoveel mogelijk de naam 'Slufter' aangehouden.

De 'Slufter' is aangelegd in de Haringvlietmond, aan de zuidwestzijde van de huidige Maasvlakte. Het onderzoek naar de effecten van de aanleg en aanwezigheid van de 'Slufter' is geconcentreerd op de Haringvlietmond en de directe omgeving ervan. Het onderzoeksgebied bestaat uit de Haringvlietmond, het Brielse Gat, de dam rondom de 'Slufter', de 'Slufter' zelf en het noordwestelijk duingebied van Voorne.

Figuur 1.2: De 'Slufter' in 2002



1.1 Evaluatie van de m.e.r. 'Slufter'

Rond 1980 ontstond er een groeiende behoefte aan een nieuwe plek voor de grootschalige opslag van verontreinigde baggerspecie, onder andere vrijkomend bij het uitbaggeren van de Rotterdamse havens en het aangrenzende rivierengebied. In 1984 is daarom een projectnota/MER 'Slufter' opgesteld, waarin voor vier verschillende locatiealternatieven de effecten van aanleg en gebruik van een grootschalig baggerdepot zijn onderzocht en voorspeld. Het MER 'Slufter' was daarmee de eerste in Nederland. Op basis van het MER is gekozen voor een baggerdepot aan de zuidwestzijde van de Maasvlakte. De concessie voor aanleg en gebruik van het depot is destijds gekoppeld aan de verplichting tot het uitvoeren van een evaluatieonderzoek naar het daadwerkelijk verloop van de effecten op de omgeving over een periode van 30 jaar. Mochten uit dit evaluatieonderzoek onverwachte effecten blijken, dan biedt dat de mogelijkheid aanvullende maatregelen te treffen. De evaluatie moet tevens inzicht geven in hoeverre de destijds voorspelde effecten daadwerkelijk optreden dan wel zijn opgetreden. De hierbij verworven inzichten kunnen worden gebruikt – en zijn inmiddels ook daadwerkelijk gebruikt – bij de effectvoorspelling en besluitvorming rondom de plannen voor landaanwinning ten behoeve van een tweede Maasvlakte.

In het MER uit 1984 zijn effecten voorspeld op morfologie en samenstelling van de bodem in de Haringvlietmond, en – voor een belangrijk deel als afgeleide daarvan – effecten op bodemfauna, flora en vegetatie, vogels en zoogdieren. In de periode 1986-2001 zijn de veranderingen in de genoemde soortgroepen en de mogelijk daarvoor verantwoordelijke abiotische factoren onderzocht. De opgetreden veranderingen in de periode 1986-1991 zijn gerapporteerd in de eerste tussentijdse evaluatie in 1992 (Werkgroep Evaluatie Slufter, 1992) en in de tweede tussentijdse evaluatie in 1997 (over de periode 1991-1996) (Werkgroep Evaluatie Slufter, 1997). Uit beide evaluaties bleek dat de ontwikkelingen weliswaar op sommige punten afwijken van de voorspellingen, maar dat er weinig als negatief te beoordelen trends optreden. Een belangrijke conclusie was dat de aanleg in 1970 van de Haringvlietstuinen een veel bepalender factor is geweest voor de morfologie van de Haringvlietmond dan de effecten van aanleg en aanwezigheid van de 'Slufter'. Deze rapportage bestrijkt de gehele periode 1986-2001.

Figuur 1.1: Het onderzoeksgebied



Direct ten noorden en noordoosten van de 'Slufter' bevindt zich de Maasvlakte. Aan de zuidoostzijde daarvan ligt het Oostvoornse Meer dat door de Brielse Gatdam gescheiden is van het Brielse Gat. Het Brielse Gat zelf is een ondiep kustgebied met slikken, platen en geulen, onderdeel uitmakend van de Haringvlietmond. Andere namen die voor het Brielse Gat worden gehanteerd zijn Westplaat en Slikken van Voorne. De Hinderplaat en het Hindergat zijn een zandplaat respectievelijk een geul direct ten zuiden van de 'Slufter'. Aan de zuidzijde van de 'Slufter' bevindt zich een uitstekende strandhaak die de westelijke begrenzing vormt van de 'Kleine Slufter'. Oostelijk hiervan is in het verleden een zandeiland ('Vogeleiland') aangelegd, dat inmiddels weer is verdwenen. Vanaf de Haringvlietdam zijn het Rak van Scheelhoek en de Noord Pampus getijgeulen. Verder naar het westen zijn dat het Bokkegat en het Slijkgat.

1.3 Opzet van het eindrapport

De opzet van dit rapport is in grote lijnen identiek aan die van de eerdere evaluatierapporten. Hoofdstuk 2 geeft inzicht in de aanleg van de 'Slufter', de opbouw van het onderzoeksgebied en geeft de belangrijkste conclusies van de MER-rapportage uit 1984 weer. Hoofdstuk 3 schetst de ingrepen die hebben plaatsgevonden sinds de aanleg van de 'Slufter' en mede van invloed geweest kunnen zijn op de onderzochte parameters in het studiegebied. In de hoofdstukken 4 t/m 8 worden de resultaten van het evaluatieonderzoek gepresenteerd. Een belangrijke wijziging ten opzichte van de evaluatie uit 1995 is dat elk van deze hoofdstukken is gebaseerd op een achterliggende basisstudie en de daaruit resulterende achtergrondrapporten. Er zijn 4 afzonderlijke deelrapporten en twee notities respectievelijk over het grondwater (Berger, 2002a) en over de kwaliteit van het retourwater (Berger, 2002b). De vier deelrapporten zijn:

- Het deelrapport morfologie (Van Holland, 2002);
- Het deelrapport bodemdieren (Heinis & Sistermans, 2002);
- Het deelrapport vegetatie en flora (Vertegaal, 2002);
- Het deelrapport vogels en zeezoogdieren (Heinis en Vertegaal, 2002).

De hoofdstukken uit deze eindrapportage zijn gebaseerd op de betreffende achtergrondrapportages.

Hoofdstuk 4 gaat in op de gevolgen van de aanleg en aanwezigheid van de 'Slufter' voor de kwaliteit van grond- en retourwater.

Hoofdstuk 5 schetst de morfologische ontwikkelingen in het onderzoeksgebied (de veranderingen in bodemligging en -samenstelling), hoofdstuk 6 gaat in op de veranderingen in de bodemfauna, hoofdstuk 7 analyseert de veran-

deringen in flora en vegetatie terwijl in hoofdstuk 8 de ontwikkelingen van vogels en zoogdieren besproken worden. De indeling van elk van deze hoofdstukken is:

- Een beschrijving van de veranderingen tussen 1986 en 2001;
- Een samenvatting van de voorspelling in het MER van 1984;
- Een interpretatie van de rol van de aanleg van de 'Slufter' en van mogelijke andere verklarende factoren voor de geconstateerde veranderingen
- Conclusies en aanbevelingen.

2 Achtergronden: ontstaansgeschiedenis, het MER uit 1984 en aanleg van de 'Slufter' in 1987

2.1 Ontwikkeling van de Haringvlietmond vóór 1987

De monding van Maas en Haringvliet hebben een zeer dynamische geschiedenis. Motoren achter deze veranderingen zijn de natuurlijke geologische processen in het Rijn-Maas-estuarium, de ontwikkeling van de Rotterdamse haven en de kustveiligheidsmaatregelen in de vorm van de Deltawerken. De aanleg van de 'Slufter' in 1987 was tot nu toe de laatste in rij, maar onlangs is besloten tot aanleg van een volgend grootschalig werk: de tweede Maasvlakte. Voor een goed inzicht in de effecten van de aanleg van de 'Slufter' is enig inzicht in de ontstaanswijze en opbouw van het onderzoeksgebied onontbeerlijk.

Voorne

Het voormalige eiland Voorne is na grote overstromingen vanaf de 14e eeuw ontstaan door bedijkingen vanuit kleinere eilandkernen. Inmiddels is het door dammen verbonden met het vasteland van Zuid-Holland. Aan de zeezijde liggen de Duinen van Voorne, internationaal vermaard vanwege de grote floristische en ornithologische rijkdom. Het noordwestelijk gedeelte van dit duingebied is relatief jong en pas in de eerste helft van de 20e eeuw totstandgekomen door kustaangroei. In de Voornse duinen hebben zich inmiddels veranderingen voltrokken, mede als gevolg van veranderingen in de aangrenzende kustzee. De dynamiek van de zee is er aantoonbaar verminderd, waardoor het geleidelijk aan is dichtgegroeid met struwelen en bossen. Het achterland bestaat voornamelijk uit kleipolders met hier en daar restanten van voormalige kreken.

Het haven- en industriegebied van Rijnmond

Het Rotterdamse havengebied is ontstaan in de vroeger veel grotere monding van Rijn en Maas. Door aanvoer van zand en slib ontstond hier nieuw land dat vervolgens werd ingedijkt, eerst voor landbouw, later voor havens en industrieterreinen. Daarbij is onder andere het destijds vermaarde natuurgebied De Beer in de jaren dertig verloren gegaan. Na de ontwikkeling van Europoort in de jaren '50 werd tussen 1964 en 1976 de huidige Maasvlakte aangelegd. Deze reikt - min of meer - tot de



Figuur 2.1: Studiegebied rond 1940
(naar topografische kaart 1:50.000, 1946)

vroegere kustlijn. De 'Slufter' is in 1987 aangelegd als een zuidwestelijke uitbreiding van de Maasvlakte. Figuur 2.1 geeft de situatie rond 1950 weer.

Oostvoornse Meer en Brielse Meer

De Brielse Maas was een van de riviertakken waarmee Rijn en Maas in zee uitkwamen, gelegen tussen Voorne en het zich uitbreidende havengebied. Als gevolg van afdamming met de Brielse Maasdam in 1950 is het zoete Brielse Meer ontstaan. Het zoute Oostvoornse Meer is in 1966 afgedamd met de Brielse Gatdam. Het meer werd vervolgens uitgediept voor zandwinning ten behoeve van de aanleg van de Maasvlakte. Aan de westkant bleef de vroegere mond van de Brielse Maas, het Brielse Gat, achter als korte zee-inham, zonder verbinding met de rivieren.

De Haringvlietmond

Tot 1950 bestond het kustgebied van Voorne en aan de

noordkant van Goeree uit de buitendelta van de Brielse Maas en het Haringvliet. Door afdamming van beide rivierarmen in 1950, respectievelijk 1970 veranderde dit gebied sterk van karakter.

Het ondiepe en luwe binnengebied tussen de 'Slufter', de Hinderplaat, Voorne en Goeree is inmiddels een getijdengebied, dat morfologisch en ecologisch vergelijkbaar is met de Waddenzee of Oosterschelde. Aan de zeezijde van de 'Slufter' en de Hinderplaat heeft het meer het karakter van de ondiepe Noordzeekustzone. De officiële buitengrens van de Voordelta ligt bij de 20 m dieptelijn aan de westzijde en de Maas/Eurogeul aan de noordzijde.

2.2 Het MER uit 1984

Om de Rotterdamse havens en de aangrenzende benedenrivieren bevaarbaar te houden moet er nog steeds fors gebaggerd worden. Uit de Nieuwe Waterweg, Lek, Merwede, Nieuwe Maas en Hollandse IJssel komen bij het op diepte houden van de vaargeulen jaarlijks forse hoeveelheden bagger vrij. Het proces van sedimentatie van slib is een natuurlijk proces in de vlakke, traag stromende benedenrivieren en de binnendelta. Veel micro-verontreinigingen die in het rivierwater aanwezig zijn hechten zich aan de slibdeeltjes. Het slib op de bodem van onze rivieren en havens is dan ook veelal vervuild. De kwaliteit is dusdanig slecht dat dit slib niet vrijelijk over het land mag worden uitgespreid of in zee mag worden gedumpt. De vervuilingsgraad van slib wordt uitgedrukt in klassen (I t/m IV). Alleen slib van klasse I levert geen noemenswaardige problemen op. De berging van de enorme hoeveelheden klasse II en III baggerspecie vormde begin jaren 80 een toenemend probleem.

Ter voorbereiding van het besluit tot de aanleg van een 'Slufter' is in 1984 een MER opgesteld. Dit milieu-effectrapport was het eerste in Nederland.

Het project is daarbij beschouwd als een landaanwinning. In 1982 besloot de toenmalige ministerraad dat een concessie moest worden aangevraagd in het kader van de 'Wet van 14 juli 1904, houdende bepalingen omtrent het ondernemen van droogmakerijen en indijkingen'. In het MER moesten de verwachte effecten van een viertal verschillende scenario's worden beschreven.

Deze vier locatiealternatieven omvatten drie verschillende vormen van uitbouw van de Maasvlakte en één variant met een eiland in de Haringvlietmond enkele kilometers westelijk van de Groene Punt van Voorne. Op basis van het MER is besloten tot uitvoering van alternatief III: de huidige 'Slufter', waaraan in een later stadium nog enkele verbeteringen zijn aangebracht. De belangrijkste gevolgen van alternatief III voor de natuur volgens het MER worden hieronder kort samengevat.

De overige aspecten die in het MER worden behandeld zijn landschap, bodemkwaliteit, waterkwaliteit, grondwater, stank en geluid en gebruiksfuncties als recreatie, visserij en scheepvaart. In dit rapport worden alleen de effecten van de 'Slufter' op het grondwater en op de natuurwaarden in de omgeving geëvalueerd.

De bergingscapaciteit is destijds berekend op de prognose dat over een periode van 15 jaar jaarlijks 10 miljoen m³ gestort zou moeten worden. Doordat de kwaliteit van het rivierwater sinds de jaren 80 aanzienlijk is verbeterd, is de hoeveelheid vervuilde bagger die vrijkomt bij baggerwerkzaamheden ook sterk verminderd. In de periode 1990-1999 is er naast baggerslib ook (vervuild) rioolzu-

veringslib gestort. Sinds 1998 wordt het vervuilde rioolzuiveringsslib niet meer in de 'Slufter' gestort, maar verwerkt in Dordrecht. Medio 1996 was er in totaal 60 miljoen m³ slib gestort. In 2001 bedroeg die hoeveelheid circa 70 miljoen m³. De jaarlijks aangevoerde hoeveelheid bagger bedroeg in 1996 6,5 miljoen m³ maar ligt inmiddels beduidend lager op 2-3 miljoen m³. Volgens de meest recente prognoses kan de 'Slufter' nog mee tot ongeveer 2015, maar dit is mede afhankelijk van eventueel nieuwe wetgeving rondom het hergebruik van slib. Na beëindiging van het gebruik als 'Slufter' zal het depot rond 2015 worden afgedekt en kan het een andere functie krijgen. In de projectnota/MER uit 1984 wordt gesteld dat er goede mogelijkheden zijn voor ontwikkeling van natuur- en recreatiefuncties.

3 Ingrepen in en rond de 'Slufter' tussen 1986 en 2001

De Haringvlietmond is een zeer dynamisch gebied. Niet alleen qua morfologie en natuurlijke ontwikkeling, maar zeker ook gezien het grote aantal, vaak zeer ingrijpende werkzaamheden dat er heeft plaatsgevonden. Die ingrepen hebben diepe sporen achtergelaten in de structuur en opbouw van het Maas-Rijnestuarium, al vanaf de 12^{de} eeuw. In de 20^{ste} eeuw hadden vooral de aanleg van de Nieuwe Waterweg, de Deltawerken en de havenuitbreidingen een grootschalige impact, onder andere door het verdwijnen van het vermaarde duingebied De Beer in de jaren dertig.

Het natuurlijk systeem van de Haringvlietmonding heeft daar steeds weer een antwoord op gevonden door aanpassing van de structuur van de monding: de platen, slikken schorren en geulen zijn steeds opnieuw van vorm en ligging veranderd. En dat proces is nog niet ten einde. De dynamische evenwichtssituatie als reactie op de meest ingrijpende maatregel – het afsluiten van het Haringvliet – is nog steeds niet bereikt (zo blijkt in hoofdstuk 5). En nieuwe grootschalige ingrepen staan al weer voor de deur: de plannen voor een tweede Maasvlakte zijn in volle gang, terwijl ook de voorgenomen wijziging in het spuibeheer van de Haringvlietsluizen om een nieuwe respons van het systeem zal vragen.

Voor een goed begrip van de invloed van de aanleg van de 'Slufter' in deze niet-aflatende reeks van ingrepen, en daarmee in staat te zijn om de invloed van de 'Slufter' los te weken van de invloeden van de overige ingrepen in de Haringvlietmonding is een chronologisch inzicht in de maatregelen vanaf de jaren '50 noodzakelijk. Het accent op dit inzicht ligt op de ingrepen vanaf 1986, maar ook de maatregelen van voor die periode passeren de revue. Tabel 3.1 geeft een chronologisch overzicht.

Tabel 3.1: Grote ingrepen in de Haringvlietmonding sinds 1970

Afsluitwerken

1950	Afdamming Brielse Maas, waardoor het Brielse Meer is ontstaan.
1957-1970	Aanleg Haringvlietsluizen.
1957	Bouw ringdijk bouwput spuisluisen Haringvliet.
1959	Bouw ringdijk bouwput schutsluis Haringvliet.
1967-1968	Verwijderen ringdijk spuisluisen, openen spuisluisen (30-9-'68), afsluiten sluitgat Noord Pampus. Stort van 3,6 miljoen m ³ specie in het Rak van Scheelhoek (afbraak van de ringdijk om de bouwput).
1968-1970	Aanbrengen bodembescherming en aanleg dam in noordelijk sluitgat Rak van Scheelhoek.
1970	Ingebruikname van de Haringvlietsluizen (2-11-'70).
1965-1966	Afdamming Brielsche Gat, waardoor Oostvoornse Meer is ontstaan
1979-1980	Versterking Brielse Gatdam.

Uitbreiding haven Rotterdam

1964	Afsluiting resterende deel van het Sluisse Gat.
1967-1976	Aanleg van de Maasvlakte.
1967-1969	Opspuiten westelijke zanddam.
1970-1971	Verlenging Zuiderdam.
1973-1976	Opspuiten zuidwestelijke zanddam, inclusief zanddepot.
1986-1987	Aanleg Grootchalige Locatie voor Baggerspecie.
1986-1987	Aanleg Slufterdam.
1987	Baggeren van het Hindergat (NAP -7, lokaal -8 m) en voltooiing van de Slufterdam (september) waardoor het Gat van de Hawk werd afgesloten.
1992-1994	Demping Sluftermeer tbv. aanleg Distripark.

Overige

1987	Aanleg Natuurontwikkelingsproject Vogeleiland.
1987, 1994	Natuurontwikkelingsproject Kleine Slufter 1987: aanleg (als 'primaire vallei') 1994: aanpassing/uitbreiding.
1992-1994	Grootchalige visserij-activiteiten op kokkelbanken.

3.1 Ingrepen 1950-1986

De afsluiting van het Brielse Gat was het eerste grote project in de Haringvlietmonding na de oorlog. De watersnoodramp van 1953 vormde de aanleiding voor een reeks nog ingrijpendere maatregelen: de Deltawerken. De bouw van de Haringvlietsluizen heeft dertien jaar geduurd. Op 2 november 1970 werden de sluizen in gebruik genomen. In de tussentijd (vanaf 1964) was er ook gestart met de aanleg van de Maasvlakte, noodzakelijk om de expansie van de Rotterdamse Haven en een periode van sterke economische groei mogelijk te maken. De eerste stap daarin vormde de afsluiting van het Sluisse Gat. In 1970 en 1971 werd gewerkt aan de verlenging van de Zuiderdam en in de periode 1973 tot 1976 zijn aan de westzijde van de Maasvlakte een dam en een zanddepot opgespoten. In de periode 1970 – 1987 hebben regelmatig vrij forse suppleties plaatsgevonden op de kust van Voorne en Rockanje (ca. 9,6 miljoen m³) en in mindere mate op de kust van Goeree (ca. 3,6 miljoen m³). In 1983 is gestart met het verdiepen van de drempel in het Slijkgat.

3.2 Ingrepen 1986-1996

In de jaren '70 bleek dat het baggerslib uit de Rotterdamse havens en de aangrenzende delen van het rivierengebied sterk verontreinigd was. In het begin van de jaren '80 werd duidelijk dat decentrale berging op land niet langer een haalbare kaart was en werd gestart met de planvorming voor de centrale 'Slufter'. In 1986 namen de werkzaamheden een aanvang met de aanleg van de 20 m hoge dam van de 'Slufter'. Deze dam kwam in 1987 gereed. Ter vervanging van het Gat van de Hawk, dat met de nieuwe dam werd afgesneden, was een nieuwe getijdegeul noodzakelijk. Daartoe werd in 1987 het Hindergat gegraven door het noordelijk deel van de Hinderplaat. In 1987 zijn ook een primaire vallei van 10 ha en een vogeleiland van 3,5 ha aangelegd, om de voorspelde negatieve effecten van de 'Slufter' te compenseren.

De belangrijkste activiteiten op het gebied van beheer en onderhoud uit die periode waren het afgraven van gesedimenteerde zand op de strandhaak en met vrachtwagens terugtransporteren naar een erosiegevoelige plek ten noorden van de zuidwestpunt van de 'Slufter' (tot 1991) en het jaarlijks uitdiepen van het Slijkgat/de Noord Pampus met gemiddeld ruim 200.000 m³ per jaar (1986-1990).

Bij de aanleg van de 'Slufter' in 1986 is een grote zandbuffer aangebracht op de overgang van het strand naar



Figuur 3.2: Recreanten op het strand van Oostvoorne in 2002



Figuur 3.3: Vogelaars op de schorren van Oostvoorne



Figuur 3.4: Autostrand Oostvoorne

intensief gebruikt, maar wel meer gespreid in de tijd (niet alleen tijdens mooi weer). Overig recreatieve activiteiten in het gebied bestonden uit het bezoek aan de vogelkijkhut op de Westplaat, en het toenemende recreatief gebruik van de ondiepe zee, slikken en schorren in Brielse Gat door recreanten met ultralichte vliegtuigen (ULV's), surfplanken, zeekano's, speedboten of catamarans en door sportvisser.

3.3 Ingrepen 1996-2001

Het onderhoud in het Slijkgat/Noord Pampus bedroeg in de jaren 1997/1998 (van latere jaren zijn geen getallen beschikbaar) gemiddeld 410.000 m³ per jaar.

In 1996 is opnieuw gesuppleerd op de zuidwestzijde van de Slufterdam. Gemiddeld is gedurende de periode 1996-2001 ca. 1,5 miljoen m³/j aangebracht.

Het depot zelf is in die periode geleidelijk verder opgevuld en er hebben (her)inrichtingen plaatsgevonden in de randen van het baggerdepot. Daarbij kwamen sommige gedeelten tijdelijk of inmiddels ook permanent boven water te liggen. Deze gedeelten bleken in trek bij broedvogels (zie hoofdstuk 8).

Doordat het Distripark geleidelijk in gebruik is genomen - met uitzondering van de reserveringsstrook voor het Hartelkanaal - zijn de mogelijkheden voor broedvogels hier afgenomen. De reserveringsstrook zelf daarentegen bleek onvermoed aantrekkelijk voor broedvogels, zonder dat hier - behalve enige recreatieve zonering - bijzondere maatregelen zijn getroffen. Het drasse karakter van de strook bleek goed voor enkele zeer succesvolle broedvogeljaren. Door hogere grondwaterstanden, omdat een afvoer ontbreekt, lijkt dit effect recent weer af te nemen. De reserveringsstrook heeft zich inmiddels ontwikkeld tot een ondiep meer met enkele eilandjes.



Figuur 3.1: De Kleine 'Slufter' in 2002

de zanddam. Die buffer bleek in een vrij hoog tempo door erosie te verdwijnen. Al snel bleken onderhoudssuppleties noodzakelijk. In 1992, 1995 en 1996 hebben ten noorden van de zuidwestpunt van de 'Slufter' strandsuppleties plaatsgevonden (met in totaal ongeveer 2 miljoen m³ zand).

In de winters van 1993/1994 en 1994/1995 traden perioden op met extreem hoge zoetwaterafvoeren waarbij de Haringvlietmonding tijdelijk sterk verzoette. Daarnaast hebben in 1994 (en 1997) experimenten plaatsgevonden met het oog op voorgenomen wijzigingen van het spui-beheer van de Haringvlietssluisen. Om de mate van zoutindringing te kunnen bestuderen zijn experimenten gedaan waarbij de sluisdeuren bij hoog water gedeeltelijk zijn geopend. Daarmee konden de getijstroom door de geulen tijdelijk in kracht toenemen.

Er hebben ook verschillende activiteiten met een beperktere reikwijdte plaatsgevonden. Direct na aanleg van het Vogeleiland in 1987 bleek het al een succes; de locatie bleek echter niet optimaal. Nadat de hoogte van het eiland al was afgenomen brachten zware stormen in 1992 en 1993 de genadeklap. Herstelwerkzaamheden in 1993 mochten niet meer baten.

In 1994 is de primaire vallei uitgebreid tot ruim 20 ha en opnieuw ingericht tot wat in de volksmond de 'Kleine Slufter' is gaan heten.

In 1993 is het 260 ha grote 'Sluftermeer' gedempt ten behoeve van de ontwikkeling van een gedeelte van de Maasvlakte tot het zogenoemde 'Distripark'. Direct ten noorden van de 'Slufter' is een reservering vrijgebleven voor de eventuele doortrekking van het Hartelkanaal in geval van aanleg van een tweede Maasvlakte.

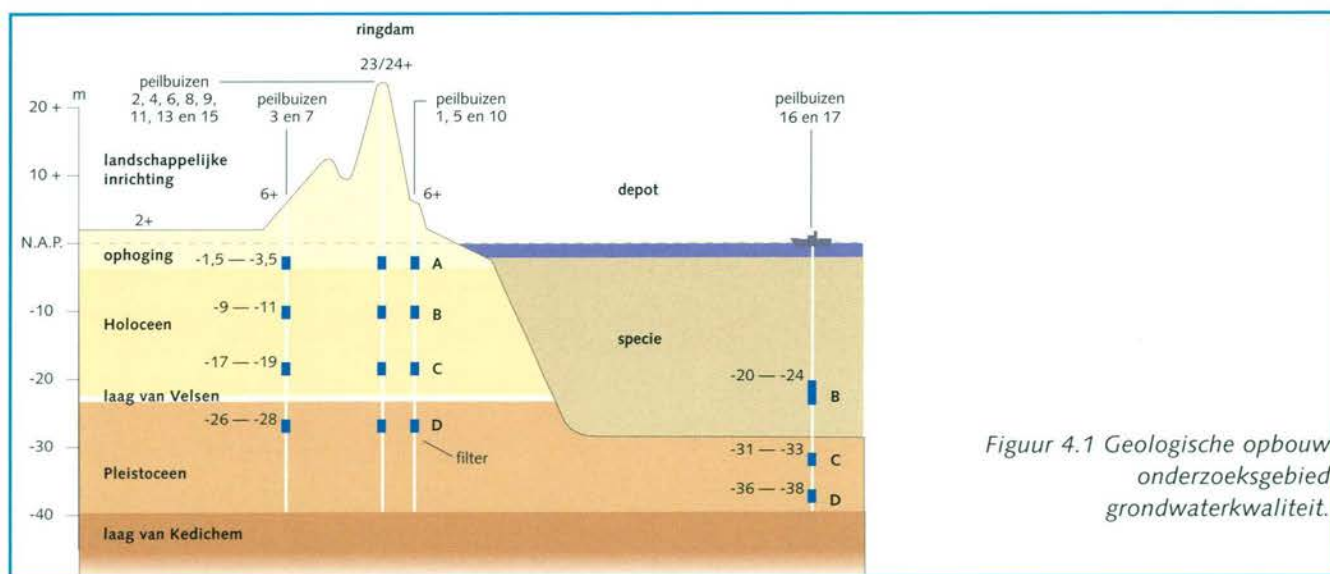
Om te sterke verondieping van het Slijkgat te voorkomen (i.v.m. de afvoer- en de zeevaartfunctie) is ook in de periode 1991-1996 gebaggerd. De gemiddelde jaarlijkse hoeveelheid is in deze periode gegroeid tot ca. 323.000 m³. Op de kust van Voorne en Rockanje hebben na 1987 geen suppleties meer plaatsgevonden.

Een nieuwe ontwikkeling in deze periode bestond uit een toenemend recreatief gebruik van het Noordzeestrand van de 'Slufter' (vooral tijdens mooi weer). De stranden van de Brielse gatdam en Oostvoorne werden minder

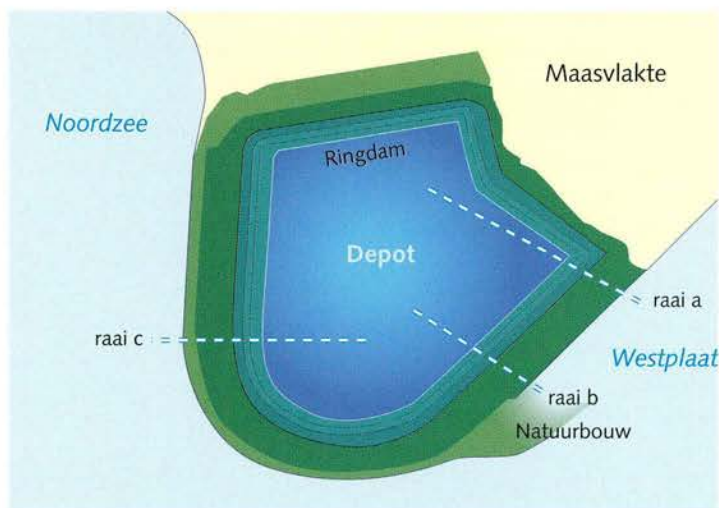
4 Kwaliteit van grondwater en retourwater

Bij het ontwerp en de aanleg van de 'Slufter' vormde het voorkómen van eventuele uitspoeling van verontreinigd grondwater naar de omgeving een van de centrale thema's. In het MER uit 1984 is hieraan dan ook veel aandacht besteed. Er zijn uitgebreide modelberekeningen gedaan en prognoses opgesteld om te voorspellen hoe het grondwater onder de 'Slufter' en de daarin aanwezige verontreinigingen zich zou gaan gedragen. Het minimaliseren van de kans op verspreiding van verontreinigde stoffen in de omgeving is een belangrijk criterium geweest bij het ontwerp van de 'Slufter'. Daarin speelt de lokale geohydrologische situatie een belangrijke rol, waarin mede van belang is dat zich in dit systeem zoetwaterbellen onder en om de Slufter kunnen vormen. De vorming van een zoetwaterbel is het gevolg van ophoping van zoet regenwater in de ondergrond. Door het lagere soortelijk gewicht van zoet water drijft een zoetwaterbel op de zoute waterlagen daaronder. Zoetwaterbellen verminderen de uitwisseling van daarin aanwezige stoffen met de zoutere waterlagen daaronder. Figuur 4.1 geeft de geologische opbouw van het gebied onder de 'Slufter' weer.

In het MER is voorspeld dat de vorming van zoetwaterbellen relatief snel zou verlopen: in de orde van grootte van enkele decennia. Ook de snelheid van veranderingsprocessen van de fysisch-chemische omstandigheden in de 'Slufter' zelf zouden in die orde van grootte liggen. Mede doordat de zoetwaterbellen zich min of meer als een geïsoleerde systeem gedragen, is in het MER voorspeld dat de eventuele verspreiding van verontreinigingen



Figuur 4.1 Geologische opbouw onderzoeksgebied grondwaterkwaliteit.



Figuur 4.2 Locatie meetpunten grondwater

naar de omgeving een veel langere periode in beslag zal nemen, namelijk in de ordegrootte van honderden tot duizenden jaren.

Een ander belangrijk punt in het MER was de kwaliteit van het retourwater en de verspreiding van daarin aanwezige verontreinigingen over het aangrenzende oppervlaktewatersysteem. Bij aanvoer in het baggerdepot wordt het slib met rivierwater de Slufter ingepompt. Het overtollige water in de Slufter wordt weer teruggepompt. Dit retourwater kan daarmee een bron van verontreinigingen zijn. In 2001 bedroeg de hoeveelheid op de Mississippihaven geloosd retourwater nog bijna 10 miljoen m³.

Om de te lozen hoeveelheid retourwater en het daarin aanwezige slib te beperken is in 2001 begonnen met de aanleg van een groot bufferbassin in het Hartelkanaal. Dit bassin heeft een inhoud van circa 40.000 m³ en wordt gevoed met water uit de Slufter. In plaats van het overtollige water uit de Slufter te lozen op het Hartelkanaal wordt het nu dus gebruikt om baggerspecie, die met bakken wordt aangevoerd, naar het depot te verpompen. Voor die tijd werd hiervoor rivierwater gebruikt. Het bassin is in week 16 van 2002 in gebruik genomen.

4.1 Monitoringprogramma 1989-2001

Op basis van de Afvalstoffenvergunning is een monitoringplan en een hydrologisch beheersplan opgesteld. De resultaten van het monitoringplan over de periode 1989-1996 zijn gerapporteerd in 'Monitoring Grondwater

Slufter' (Gemeentewerken Rotterdam, 1987). De resultaten over 2001 zijn gerapporteerd in twee notities (Berger, 2002a en 2002b). Dit hoofdstuk concentreert zich op de weergave van de gegevens uit de laatste vijf jaar, aangezien over de eerdere perioden al gerapporteerd is. De conclusies beslaan de gehele studieperiode vanaf 1986.

Monitoring grondwater

Het monitoringprogramma is er op gericht om eventuele verspreiding van stoffen via het grondwater uit het depot te traceren. Hierbij gaat het zowel om kwalitatieve als kwantitatieve aspecten.

Figuur 4.2 geeft een overzicht van de locaties van de peilbuizen die gebruikt zijn voor het grondwatermonitoringprogramma. Het betreft zeventien peilbuizen waarvan er vijftien in de ringdijk zijn geplaatst en de peilbuizen 16 en 17 in het depot zelf. Op twee locaties zijn peilbuizen in een raai loodrecht op de ringdijk geplaatst. Elke peilbuis is voorzien van 4 filters (A tot en met D), waardoor op verschillende hoogten kan worden bemonsterd. De diepteligging van de filters is weergegeven in figuur 4.1. De daadwerkelijke monsternamen hebben steeds plaatsgevonden met speciale sondes (middels een soort 'dialyse'), die voor een periode van drie maanden in de peilbuizen werden geplaatst, zodat zich een evenwicht tussen sonde en omgeving kon instellen. De kwaliteit van het poriewater in het depot zelf is gevolgd met de beide peilbuizen in het depot. De gedachte erachter is dat indien verontreinigingen uitspoelen dit als eerste is terug te vinden in een verandering van de kwaliteit van het poriewater.

Monitoring retourwater

Het monitoringsprotocol van het retourwater (het water dat uit de 'Slufter' wordt geloosd op het oppervlaktewater) voorziet in het meten van de volgende parameters:

- dagelijkse monitoring van het bezinkselvolume;
- wekelijkse monitoring van het stikstofgehalte en het gehalte onopgeloste bestanddelen;
- maandelijkse monitoring van diverse andere parameters (metalen, organische microverontreinigingen e.d.)

4.2 Veranderingen 1997-2001

Toetsingsnormen

De veranderingen in kwaliteit van het grond- en retourwater zijn getoetst aan de in de vergunning opgenomen normen en aan de MTR-normen (maximaal toelaatbaar risico). Voor de hoeveelheid onopgeloste en de bezinkbare bestanddelen zijn in de vergunning lozingsniveaus opgenomen:

- "Het gehalte aan bezinkbare bestanddelen mag gemiddeld niet meer bedragen dan 0,3 ml/l. Geen

Tabel 4.1: Gemeten en voorspelde waarden voor zware metalen in het poriewater, vergeleken met de streefwaarde over de periode 1997-2002.

Parameter	Gemeten (µg/l) 1997-2002 mediaan	Prognose MER 0-20 jaar (µg/l)	prognose MER 20-100+ jaar (µg/l)	Toetswaarde (µg/l)*	Streefwaarde (µg/l)
Arseen	16 B: 8,0 17 B: 6,7	8	100 – 160	33,6	10
Cadmium	16 B: 0,3 17 B: 0,3	0,43	0,43 - 0,44	3,03	1,5
Chroom	16 B: 4,1 17 B: 6,4	8	50 – 110	16,3	1
Koper	16 B: 2,5 17 B: 3,5	1,7	1,3 -1,5	38,2	15
Kwik	16 B: 0,07 17 B: 0,07	n.b.	n.b.	0,16	0,05
Lood	16 B: 5,3 17 B: 5,3	n.b.	n.b.	38,4	15
Nikkel	16 B: 5,3n.b. 17 B: 5,8	n.b.	38,6	15	
Zink	16 B: 12,0 17 B: 10,5	9	10 – 45	412	150

* De toetswaarde is bepaald als de helft van de som van de streefwaarde en de interventiewaarde (bron: Vierde Nota Waterhuishouding)

enkel steekmonster mag hiervan meer dan 0,5 ml per liter bevatten."

- "Het gehalte aan onopgeloste bestanddelen mag gemiddeld niet meer bedragen dan 50 mg/l. Geen enkel steekmonster mag hiervan meer dan 100 mg/l bevatten."

Veranderingen grondwater

Ontwikkeling zoetwaterbel

In de rapportage uit 1997 (Gemeentewerken Rotterdam) bleek uit de afnemende zoutconcentraties (chloride) in het grondwater dat zich in de periode 1989-1996 een zoetwaterbel heeft gevormd in onder de ringdijk (het holocene gedeelte). Deze situatie heeft zich daarna

Tabel 4.2: Monitoringsresultaten van het grondwater onder de ringdijk 1990-2001.

Parameter	Meetresultaten			Referentiewaarden			Toetswaarde
	Gehalten in grondwater, monitoring 1990-1996 mediaan	Gehalten in grondwater, monitoring 1997-2002 mediaan	Gehalten in monitoring poriewater 1997-2002 mediaan	Noordzee-water monitoring 1997-2002	Noordzee-water	Gehalten in grondwater vóór aanleg Slufter	
Arseen	4	7,0	7,7	2,5	8	0,3	33,6
Cadmium	< 0,3*	0,3	0,3	0,18	n.b.	0,12	3,03
Chroom	1,5	1,8	5,7	0,2	n.b.	2,6	16,3
Koper	3	2,9	3,5	1,4	< 6	1	38,2
Kwik	0,05	0,07	0,07	0,03	n.b.	n.b.	0,16
Lood	< 5*	3,5	5,3	0,7	< 3	n.b.	38,4
Nikkel	< 4*	3,5	5,8	0,9	4	n.b.	38,2
Zink	15	9,9	12,0	5	26	17	412

* detectielimiet

Tabel 4.3: gemiddelde gehalten aan stoffen in retourwater in 2001

	Gemiddeld gehalte	MTR	vergunning	Vracht
Kjeldahl stikstof	6,3 mg/l	-	-	62 ton/j
Ammonium	4,7 mg/l	-	-	46 ton/j
Nitriet	0,2 mg/l	-	-	2 ton/j
Nitraat	21,3 mg/l	-	-	208 ton/j
Totaal fosfaat	0,27 mg/l	-	-	2,6 ton/j
Slib	45 mg/l	-	50 mg/l	440 ton/j
Czv	54 mg/l	-	-	525 ton/j
Arseen	5,2 µg/l	32	-	50 kg/j
Cadmium	1,0 µg/l	2	-	10 kg/j
Kwik	0,20 µg/l	0,1	-	2 kg/j
Zink	38 µg/l	40	-	374 kg/j
Lood	5 µg/l	220	-	99 kg/j
Koper	5 µg/l	3,8	-	98 kg/j
Nikkel	11 µg/l	6,3	-	111 kg/j
Chroom	10 µg/l	84	-	98 kg/j
Olie	50 µg/l	-	-	488 kg/j
Pak (16 epa)	0,23 µg/l	-	-	2,2 kg/j
Pcb (7)	0,25 µg/l	-	-	2,4 kg/j
Tbt	0,02 µg/l	-	-	0,2 kg/j

gestabiliseerd. In de dieper gelegen (pleistocene) lagen bevond zich in 1997 nog geen zoetwaterbel, een situatie waarin tot en met 2001 geen verandering is opgetreden.

Veranderingen kwaliteit poriewater

In het poriewater zijn verschillende parameters onderzocht: macrochemische parameters, pH, sulfide, alkaliteit en redoxpotentiaal en zware metalen. Deze parameters vormen een indicatie voor de mate waarin verontreinigingen uit de specie kunnen vrijkomen. De gehalten aan organische microverontreinigingen in het poriewater liggen in het algemeen beneden de detectielimiet. Soms werden enkele PAK's boven de detectielimiet vastgesteld, maar een trendmatig verband is niet vast te stellen (Berger, 2001b). Derhalve zijn deze analyses niet verder uitgevoerd. Tabel 4.1 geeft de veranderingen in de kwaliteit van het poriewater over de periode 1997-2002.

Uit tabel 4.1 blijkt dat alle gehalten beneden de toetswaarde en in bijna alle gevallen waarvoor een prognose is gedaan ook beneden de prognosewaarde liggen. Cadmium en zink vormen hierop een uitzondering: de gemeten waarden liggen hier iets boven de prognoses, maar nog altijd ruimschoots beneden de toetswaarden. Alle gemeten waarden – met uitzondering van chroom en kwik – liggen ook onder de in 1990 bij de nulmeting gehanteerde streefwaarden (Gemeentewerken, 1997).

In tabel 4.2 worden de monitoringresultaten gepresenteerd van de metingen van het grondwater onder de ringdijk van de 'Slufter'. De monsterlocaties zijn weergegeven in figuur 4.2.

Uit tabel 4.2 blijkt dat enkele gehalten aan zware metalen hoger uitvallen dan voor aanleg van de Slufter. Dat geldt met name voor arseen en in mindere mate voor koper, waarbij de gehalten beneden de toetswaarde blijven. Vergelijking van de getallen uit de periode 1990-1996 met die van 1997-2002 laat met name voor arseen een toename zien, voor zink een afname. Analyse van de onderliggende getallen leidde echter niet tot een statistisch houdbaar verband (Berger, 2002b). De hogere arseenconcentraties worden verklaard vanuit de natuurlijke variatie in arseengehalten in het Nederlandse grondwater (Gemeentewerken Rotterdam, 1997).

Veranderingen retourwater

De rapportage over het retourwater handelt over het jaar 2001. In tabel 4.3 zijn de gemeten gehalten in het retourwater in 2001 weergegeven (mediaan).

Het maximale gemiddelde gehalte van 50 mg/l van 6 opeenvolgende monsters is in de zomermaanden van 2001 enkele malen overschreden (rond de 60 mg/l van week 21 tot week 35). Uit onderzoek blijkt dat dit voornamelijk te wijten is aan algengroei, die in de zomer

optreedt. Tevens blijkt uit de tabel dat de gehalten voor de meeste parameters – met uitzondering van kwik en nikkel – beneden of ongeveer op de MTR-waarde liggen. De jaarlijkse stofvrachten die via het retourwater op het oppervlaktewater worden geloosd, zijn aanzienlijk, maar in feite niet van een 'primaire' bron afkomstig. Procentueel gezien zijn de hoeveelheden gering. Daarnaast geldt dat deze verontreinigingen al in het watersysteem van de Rijn aanwezig waren en na bezinking in de havens en de daaropvolgende berging in de 'Slufter' voor een deel weer in het systeem terugkeren. Sinds de ingebruikname van het recirculatiebassin wordt er aanzienlijk minder retourwater uit de Slufter op het geloosd. Verwacht wordt dat de jaarlijks te lozen hoeveelheid in de komende jaren terug loopt van de huidige geloosde 10 miljoen m³ naar circa 2 miljoen m³. Naar de eventuele toename van concentraties verontreinigde stoffen in het telkens opnieuw gebruikte recirculatiewater wordt de komende jaren onderzoek verricht

Na de ingebruikname van het recirculatiebassin is er veel minder water uit de Slufter op het oppervlaktewater geloosd. Verwacht wordt dat de hoeveelheid retourwater die in de komende jaren op het oppervlaktewater zal worden geloosd terug loopt van de huidige geloosde 10 miljoen m³ naar circa 2 miljoen m³. De totale jaarlijkse vracht aan verontreinigingen die via het retourwater wordt geloosd, zal hierdoor waarschijnlijk afnemen. De concentraties per liter retourwater zouden echter kunnen toenemen. Hiernaar wordt de komende jaren onderzoek gedaan.

4.3 Voorspellingen grondwater en retourwater uit het MER 1984

In het MER is voorspeld dat de vorming van zoetwaterbellen relatief snel zou verlopen: in de orde van grootte van enkele decennia. Ook de snelheid van veranderingsprocessen van de fysisch-chemische omstandigheden in de 'Slufter' zelf zouden in die orde van grootte liggen. Door de speciale constructie van de 'Slufter', het lage te zijn en inmiddels gestabiliseerd te zijn. De vorming van waterpeil en het feit dat de zoetwaterbellen zich als min of meer geïsoleerde systemen gedragen, drijvend op de zoute waterlagen daaronder is in het MER voorspeld dat de eventuele verspreiding van verontreinigingen naar de omgeving een veel langere periode in beslag zou nemen, in de orde van grootte van honderden tot duizenden jaren. De voorspelling ten aanzien van de ontwikkeling van de zoetwaterbel is grotendeels uitgekomen: in een periode van 10-15 jaar lijkt deze grotendeels tot stand gekomen te zijn en inmiddels gestabiliseerd te zijn. De vorming van

een grondwaterbel in de diepere bodemlagen lijkt voornog langzamer te verlopen dan in het MER voorspeld. In 1996 kon nog geen verlaging van de zoutgehalten in het pleistocene grondwater worden vastgesteld, een situatie waarin in 2001 nog geen verandering is gekomen. Voor zover er in het MER van 1984 voorspellingen zijn gedaan over de concentraties aan opgeloste stoffen in grond- en retourwater, zijn ze opgenomen in de tabellen 4.1 t/m 4.3. Met uitzondering van enkele zware metalen zijn deze gehalten in de orde van grootte van de voorspellingen en bevinden ze zich in de meeste gevallen daaronder.

4.4 Conclusies en aanbevelingen

Grondwater

- De gehalten aan organische microverontreinigingen liggen in het algemeen beneden de detectienormen, en blijven tevens beneden de normen uit de Vierde Nota Waterhuishouding.
- De gehalten aan zware metalen komen – met enkele uitzonderingen – globaal overeen met de gehalten, zoals voorspeld in de MER/Projectnota 1984. De uitzonderingen betreffen enkele verhoogde gehalten zoals voor koper en zink en enkele lagere gehalten zoals voor chroom en cadmium. De waarden zijn echter in het algemeen laag en overschrijden de streefwaarde – met uitzondering van kwik – niet. Ook de kwikgehalten blijven echter nog ruimschoots beneden de toetswaarde. De gehalten van de parameters vertonen geen bijzondere afwijkingen ten opzichte van metingen in voorgaande jaren.
- Er is geen sprake van een trendmatige toe- of afname in de concentraties van verontreinigingen zoals die op verschillende locaties in en onder het depot zijn gemeten. Er zijn geen aanwijzingen die duiden op verspreiding van stoffen uit het depot via het grondwater naar de omgeving. Dit en de chemisch-fysische processen die zich ontwikkelen in het depot komen overeen met de voorspellingen, zoals beschreven in de MER/Projectnota Slufter 1984.

Retourwater

- De meeste concentraties van zware metalen blijven binnen de gestelde normen. Alleen de concentraties voor kwik en nikkel overschrijden de MTR-normen.
- De vracht aan stoffen in het retourwater is absoluut gezien aanzienlijk, maar procentueel gering. Het betreft in feite een niet primaire bron.
- Door het gebruik van het recirculatiebassin sinds april 2002 en doordat het depot de komende jaren van de onderwaterfase overgaat in de bovenwaterfase zal de

waterbalans sterk veranderen. Structureel zal er hierdoor aanzienlijk minder (80%) water worden geloosd dan is beschreven in het MER 1984. Aanbevolen wordt te onderzoeken wat de gevolgen zijn voor de totaal geloosde vracht en voor de concentraties aan stoffen in het retourwater.

5 Bodemligging en bodemsamenstelling

In het MER uit 1984 waren veranderingen voorspeld in de morfologie van het studiegebied: het dynamische patroon van slikken, platen, ondiepten en geulen. Die patronen zijn bepalend voor de natuurwaarden van de ondiepe kustzee. Vissen, bodemdieren, vogels en planten hebben hier allemaal hun eigen plek: een combinatie van diepteligging, dynamiek, overstromingsduur, slib- en zoutgehalte. Factoren die voor een belangrijk deel bepaald worden door de morfologische ontwikkelingen. Goed inzicht in de morfologische veranderingen is daarom essentieel voor het begrip van veranderingen in natuurwaarden. Dit hoofdstuk legt hiervoor de basis. Uit de eerdere evaluatie uit 1997 was al gebleken dat er sinds 1986 daadwerkelijk morfologische veranderingen zijn opgetreden in de Haringvlietmond. Maar ze verliepen soms toch anders dan verwacht. Ook bleek dat ze slechts gedeeltelijk in directe relatie stonden met de aanleg van de 'Slufter'. Andere factoren hadden soms veel meer invloed.

In het morfologisch onderzoek dat ten grondslag ligt aan dit hoofdstuk (Van Holland, 2002) zijn de morfologische veranderingen in de Haringvlietmond over de hele periode 1986-2001 tegen het licht gehouden. Dit hoofdstuk is gebaseerd op dit rapport. Paragraaf 5.1 schetst het beeld van de veranderingen in bodemligging en paragraaf 5.2 gaat in op de veranderingen in de bodemsamenstelling. Paragraaf 5.3 zet de voorspellingen uit het MER van 1984 nog eens op een rij, zodat in paragraaf 5.4 kan worden ingegaan op de (mogelijke) rol van de 'Slufter' daarin. Paragraaf 5.5 tenslotte geeft de belangrijkste conclusies en aanbevelingen weer.

5.1 De veranderingen in bodemligging tussen 1986 en 2001: verondieping van de Haringvlietmond

Veranderingen in de Haringvlietmond over de periode 1986-2001 zijn niet alleen veroorzaakt door aanleg van de 'Slufter', maar hangen ook samen met veranderingen over een langere periode en in een groter gebied. Die veranderingen zijn niet gering. Met name de Deltawerken hebben hun sporen nagelaten. De afsluiting van veel van de Zeeuwse en Zuid-Hollandse zeegaten heeft onder andere geleid tot een nieuw natuurgebied van formaat: de Voordelta. Het is een groot en zich nog steeds verder ontwikkelend gebied van platen en ondiepten voor de kust van Zeeland en Zuid-Holland. In de Haringvlietmond is de Hinderplaat de meest duidelijke

exponent hiervan. Deze plaat is ontstaan binnen enkele jaren na aanleg van de Haringvlietdam in 1970. De Hinderplaat ligt in het verlengde van de Hollandse kustlijn en vormt de zeewaartse begrenzing van een ondiep gebied aan de achterzijde. Ook andere ingrepen uit het verleden, zoals de aanleg van de Maasvlakte in de periode 1964-1970 en de regelmatig terugkerende kustsuppleties op de kusten van Voorne, Rockanje en Goeree hebben gevolgen gehad voor de ontwikkeling van de Haringvlietmond. In het morfologisch onderzoek is getracht de effecten van de aanleg van de 'Slufter' los te weken van de effecten van de overige ingrepen (zie hoofdstuk 3). Om dat te kunnen doen worden in deze paragraaf eerst de veranderingen in de Haringvlietmond in de periode 1986-2001 beschreven.

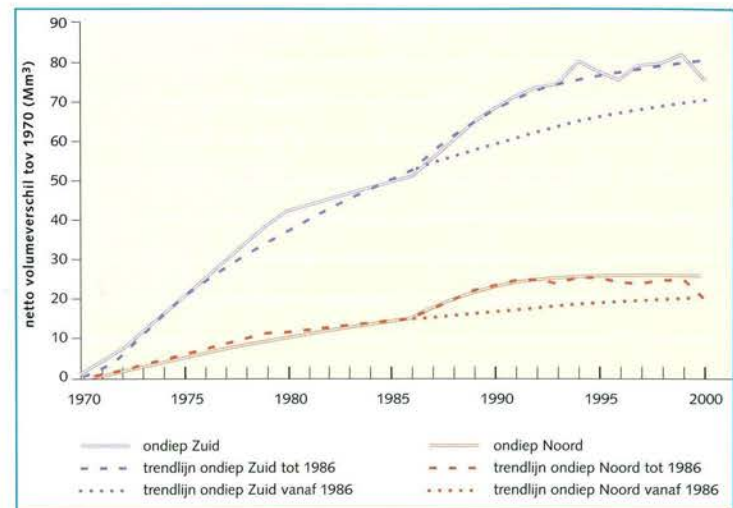
Sedimentbalans en veranderingen in arealen

Door getijstroom en golven worden forse hoeveelheden zand en slib verplaatst. Voor de ontwikkeling op grote schaal is inzicht in de ontwikkeling van die sedimentbewegingen van belang. Vindt er netto import plaats dan verondiept een gebied geleidelijk, bij netto-export wordt een gebied juist dieper. In de Haringvlietmond is al sinds langere tijd - in ieder geval na 1970 - sprake van verplaatsing van sediment van de meest zeewaarts gelegen delen, westelijk van de Hinderplaat, naar het binnengebied, ten oosten en zuiden van de Hinderplaat. In de periode vanaf 1986 heeft dit vooral geleid tot een afname van het gebied tussen 3 en 10 m diepte, waarbij het areaal ondiepten tussen 1 en 3 m diep het meest toenam: zie tabel 5.1. De diepteklassen in de tabel zijn op ecologische gronden gekozen.

Tabel 5.1: Ontwikkeling arealen diepteklassen in de Haringvlietmond sinds 1986.

Diepteklasse	areaal 1986 (ha)	areaal 2000 (ha)	toe-/ afname (ha)
< -10 m NAP (diep)	60	230	+1.705
-3 m tot - 10 m NAP (half diep)	9.510	8.030	-1.480
-3 m tot - 1 m NAP (ondiep)	2.030	3.060	+1.030
-1 m tot + 1 m NAP (intergetijde-plaat)	1.801	170	-10
-1 m tot + 1 m (intergetijde-strand)	650	850	+200
+1 m tot + 2 m NAP (strand)	340	410	+70
> + 2 m NAP (hoog)	690	700	+10

In het algemeen 'streeft' het morfologisch systeem naar een evenwicht, waarbij import en export tegen elkaar wegvallen. Figuur 5.1 laat zien dat de volumeveranderingen



Figuur 5.1: Exponentieel afnemende trend in het sedimentvolume in de balansvakken Ondiep Noord en Ondiep Zuid.

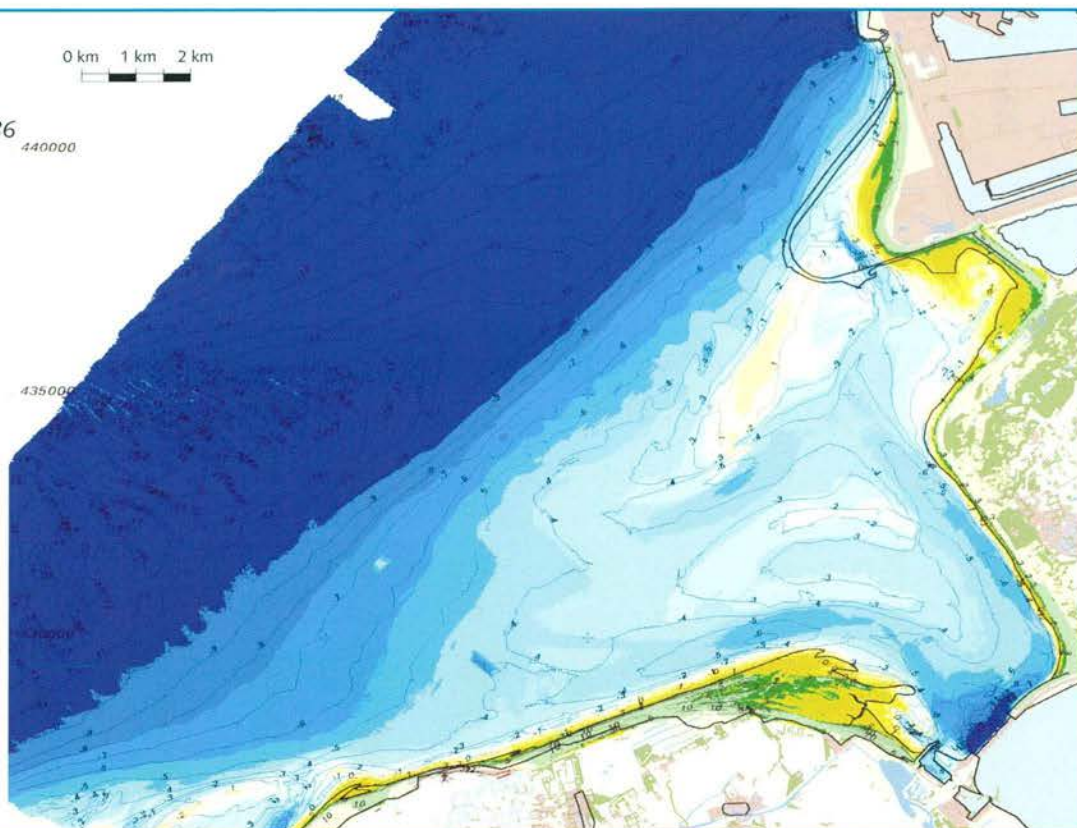
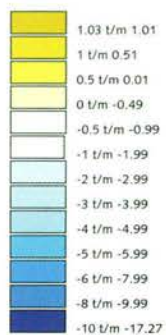
gen in het binnengebied (vakken 'ondiep noord' en 'ondiep zuid') in de periode 1970-1986 geleidelijk afnamen. Na 1986 verliepen de veranderingen weer in versneld tempo, om daarna opnieuw af te nemen. Het balansvak 'ondiep noord' (het noordelijk deel van de Hinderplaat en het Brielse Gat) lijken nu vrijwel in een evenwichtssituatie te zijn beland. Het zuidelijk deel van het binnengebied, met o.a. het Rak van de Scheelhoek, de zuidelijke Hinderplaat, de Garnalenplaat en de Kwade Hoek, verandert nog wel, maar trager dan direct na 1986. De verdieping van het buitengebied (niet afgebeeld in figuur 5.1) gaat nog gestaag door; er tekent zich hier nog geen evenwicht af. Alleen de kust van de 'Slufter' en de zeezijde van het Hindergat laten een evenwichtssituatie zien; dit is echter ten dele te danken aan suppleties.

Grootschalige veranderingen in morfologie

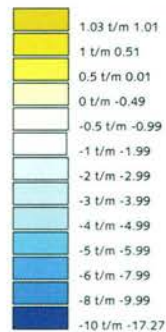
Vorm en ligging van de platen

De figuren 5.2 tot en met 5.4 laten het ruimtelijk patroon zien in de opgetreden veranderingen. Uit de eerdere evaluaties was al duidelijk geworden dat het gebied achter de Hinderplaat in de periode 1970-1995 ondieper was geworden en dat de Hinderplaat zelf was opgehoogd. Dit proces heeft zich ook na 1995 voortgezet. Tevens is de Hinderplaat in die periode veranderd van plek en omvang. De plaat is in de periode 1986-2001 aan de zuidzijde zo'n 500 m landinwaarts verplaatst. Een nieuwe geul, die rond 1994 is ontstaan, splitste de Hinderplaat in twee delen. Het noordelijk deel

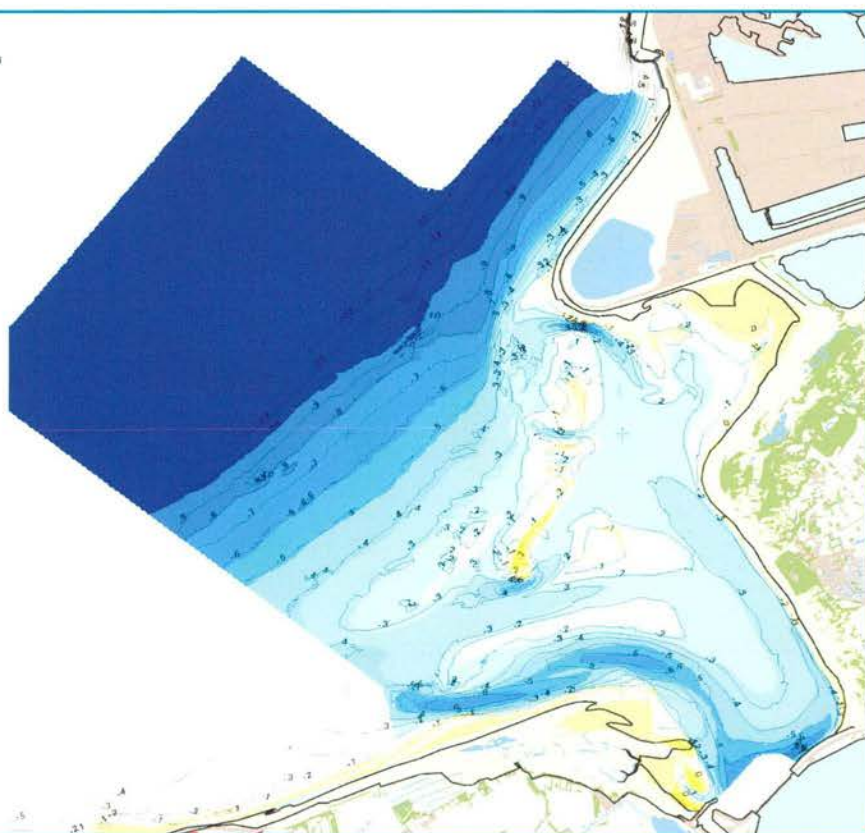
Figuur 5.2:
Morfologische
toestand
Haringvlietmond 1986

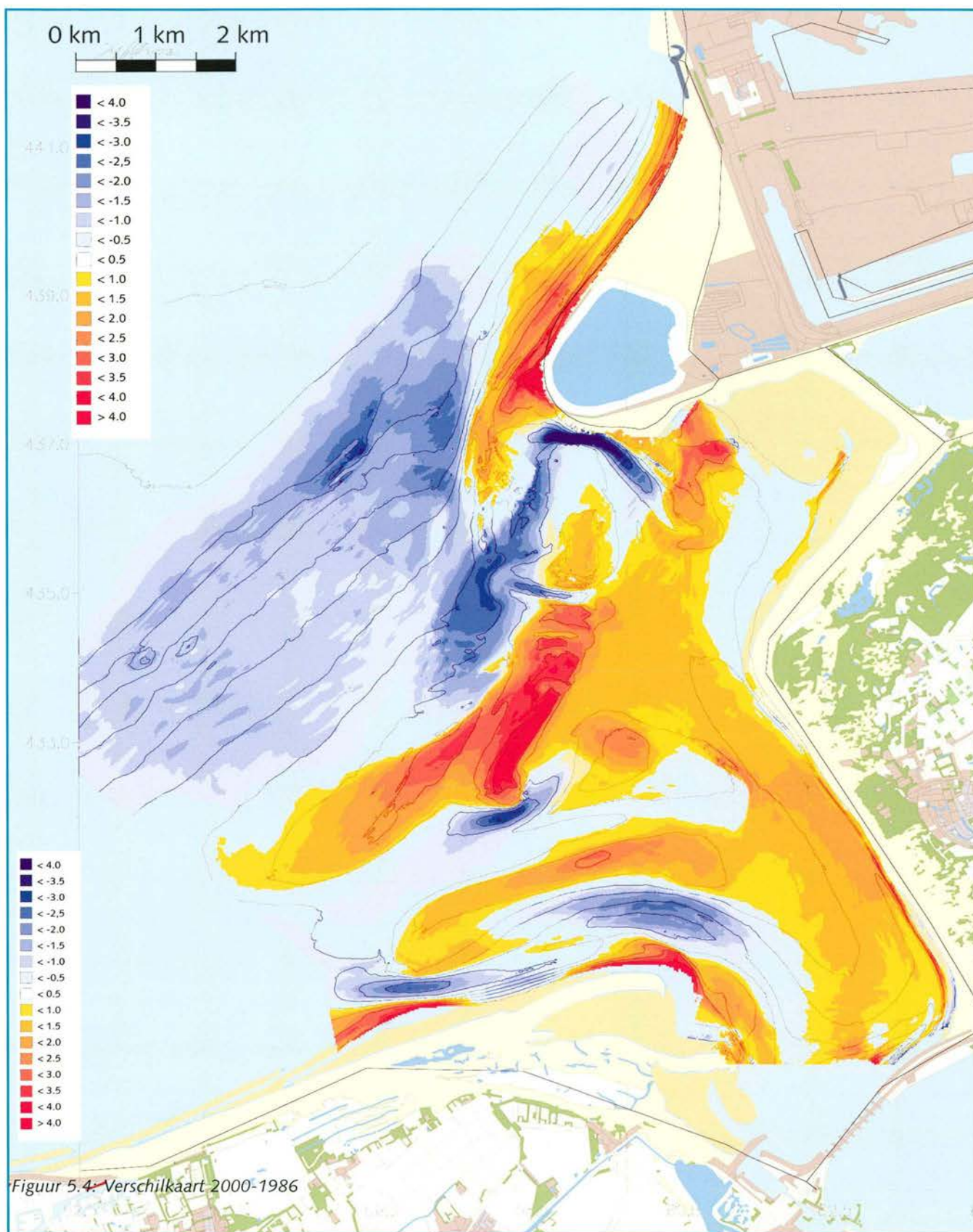


Figuur 5.3:
Morfologische
toestand
Haringvlietmond 2000



0 km 1 km 2 km





van de plaat is sindsdien stabiel gebleven, maar het zuidelijk deel is smaller geworden en ook aanzienlijk opgehoogd.

Veranderende geulenpatronen

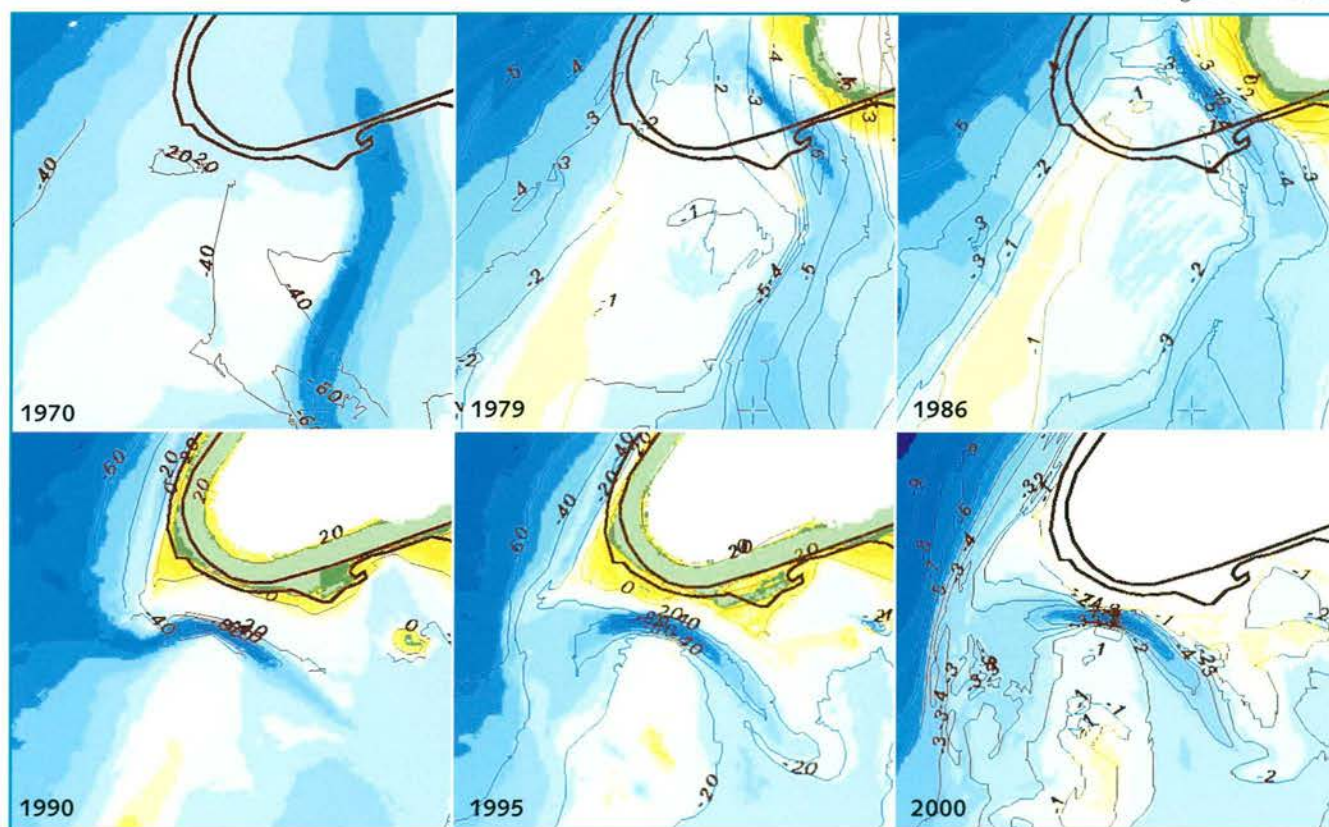
Alhoewel de globale ligging van de geulen niet is veranderd zijn er wel duidelijke veranderingen opgetreden in het belang van de geulen. Naarmate een geul breder en dieper is - in morfologentaal: naarmate de natte doorsnede groter is - transporteert deze meer water (met de getijstroom). De afsluiting van het Haringvliet heeft een cruciale rol gespeeld in de veranderingen van de geulen sindsdien. Vanaf 1970 begon een proces van snelle verzanding en verslibbing van het Rak van Scheelhoek, tot dat moment de belangrijkste geul. Niet onlogisch, want tenslotte namen de getijstroom na sluiting van de Haringvlietdam in één klap sterk af. Dat proces heeft zich ook na aanleg van de 'Slufter' voortgezet. De verschilkaart 1986-2000 (figuur 5.4) laat dat duidelijk zien. Een belangrijke nieuwe ontwikkeling is het ontstaan van de al genoemde nieuwe geul over de Hinderplaat. Van de vroegere hoofdgeulen in de Haringvlietmond, het Rak

van de Scheelhoek en het Slijkgat, functioneert nu alleen het Slijkgat/Noord-Pampus nog als echte getijdegeul. Ook hier treedt echter verzanding op en moet worden gebaggerd (voor de scheepvaart). Het belang van het Rak van Scheelhoek - voor de afsluiting van het Haringvliet de belangrijkste watervoerende geul in het studiegebied - is in de periode 1986-2000 verder afgenomen (met ongeveer 20 %).

De morfologische veranderingen nader beschouwd: vijf deelgebieden onder de loep

Het Hindergat en omgeving: De Hinderplaat valt uiteen. Het Hindergat is in 1987 uitgebaggerd, ter vervanging van het Gat van de Hawk. Het is aangelegd als een rechte geul, maar in de periode tot 1990 is er een kromming opgetreden, die na 1990 nog verder toenam. Tevens trad er een verplaatsing op over 150 m in noordelijke richting. Tot 1991 nam ook de diepte van de geul toe, maar daarna trad er tot 1996 weer een verondieping op, die zich stabiliseerde op ongeveer NAP -9,0 m (zie figuur 5.5). Na 1991 ontstond als gevolg van sedimentatie met de

Figuur 5.5: Morfologische ontwikkeling omgeving Hindergat 1970-2000



ebstromen een kleine buitendelta, samenvallend met de strandhaak, die zich vanaf 1986 aan de zuidwestpunt van de Slufterdam vormde. De oriëntatie van de strandhaak was in 2000 ongeveer gelijk met die van de Slufterdam. Zeewaarts van de strandhaak vond een versteiling plaats van het onderwaterprofiel. Vanaf de strandhaak migreren kleine zandbanken langs de zuidrand van de 'Slufter' naar het oosten. Hierdoor is een natuurlijke slufter ontstaan met geringere hoogteverschillen. Het gebied handhaaft zich, ondanks de noordwaartse verplaatsing van het Hindergat.

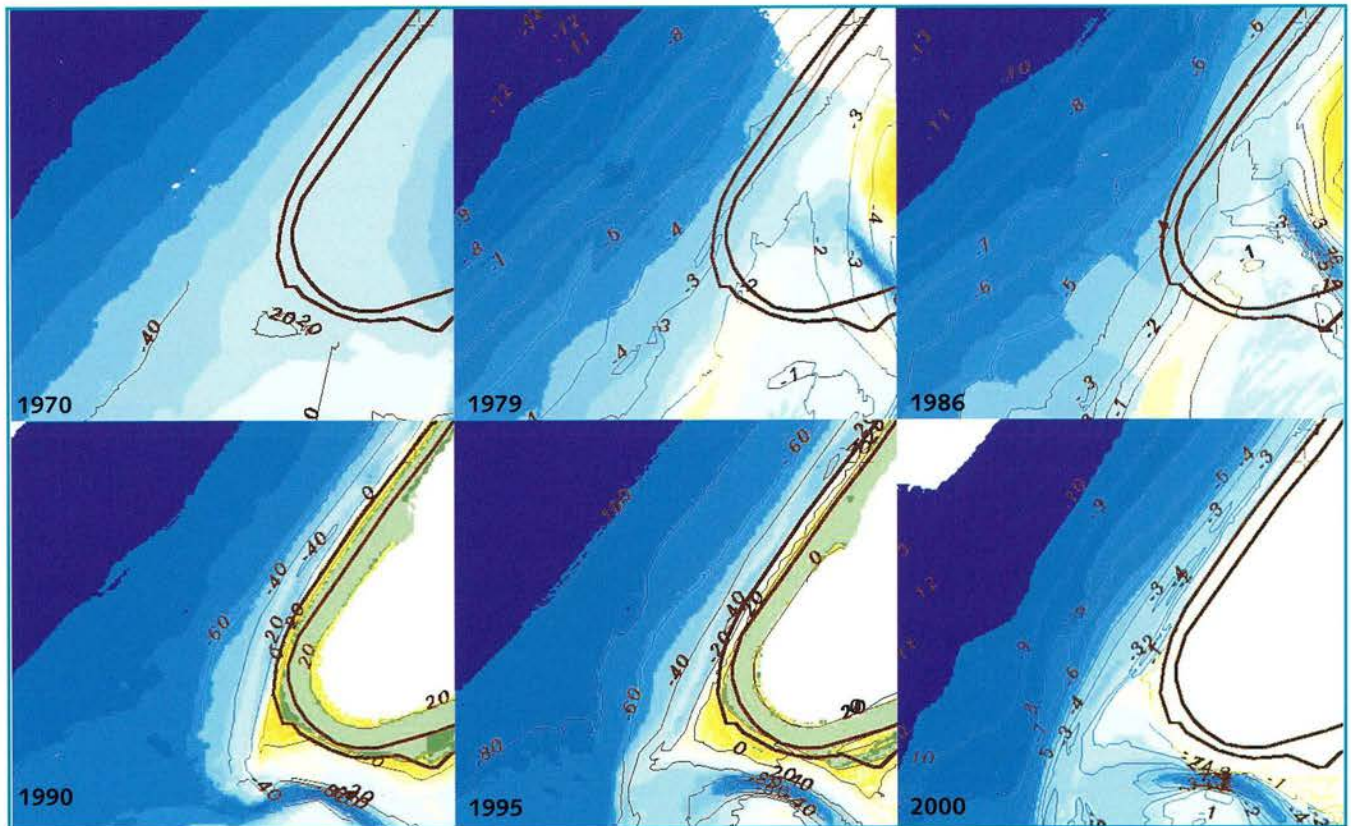
De noordzijde van de Hinderplaat veranderde de eerste jaren na aanleg van de 'Slufter' nauwelijks. Daarna brak de plaat op enkele plaatsen door en ontstond een kortsluitgeul, ongeveer één kilometer ten zuiden van het Hindergat (zie figuur 5.3). In 1997 was deze geul weliswaar weer verzand, maar het jaar daarop ontstond iets zuidelijker een nieuwe kortsluitgeul die uitdiepte tot ongeveer NAP -4 m. In 2000 markeert deze middengeul de scheiding tussen het noordelijke, iets lager gelegen en stabiele deel van de Hinderplaat en het zuidelijke, meer dynamische deel.

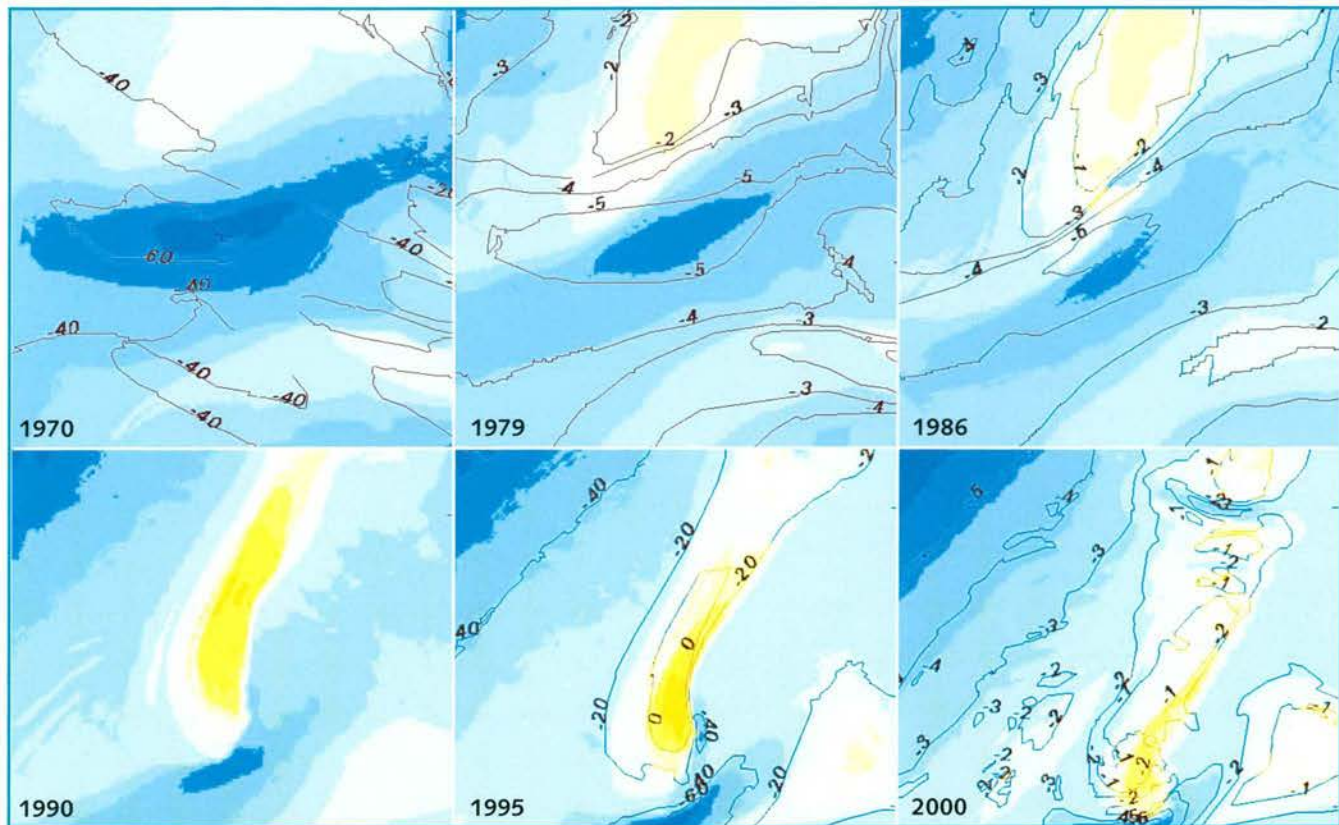
Aan de oostkant van het Hindergat is vanaf 1987 een kleine binnendelta ontstaan als gevolg van sedimentatie met de vloedstromen. Deze binnendelta heeft zich sinds 1995 gestabiliseerd.

De omgeving van de Slufterdam: kusterosie en suppleties
Bij de aanleg van de zachte zeewering van de 'Slufter' is een zeer steil talud gehanteerd. Om erosie van deze steile oever te voorkomen is bij aanleg een extra zandbuffer aangebracht van circa 1,2 miljoen m³. In de eerste jaren na aanleg van de Slufterdam is deze buffer direct sterk geërodeerd (zie figuur 5.6).

Het strand ter plekke is tussen 1988 en 1992 met gemiddeld zo'n 30 m per jaar smaller geworden. Om de zuidwestpunt te versterken heeft in 1992 vervolgens een flinke strandsuppletie plaatsgevonden. Het effect bleek zeer tijdelijk: een jaar later was al 60% van het suppletiezand verdwenen. In 1995 was de teruggang van de kust van de zuidwestpunt van de 'Slufter' het grootst. De kustlijn bevond zich op dat moment 115 m tot 130 m landwaarts ten opzichte van 1988. Reden om ook in de

Figuur 5.6: Morfologische ontwikkeling omgeving Slufterdam 1970-2000





Figuur 5.7: Morfologische ontwikkeling omgeving rondom het Bokkegat 1970-2000

jaren daarna jaarlijks te suppleren, met als effect weer een bescheiden (15-30 m) zeewaartse verplaatsing van de kustlijn. Een deel van het suppletiezand is uiteindelijk in het ondiepe gedeelte achter de Hinderplaat terechtgekomen

De omgeving van het Bokkegat: de Hinderplaat migreert zuidwaarts

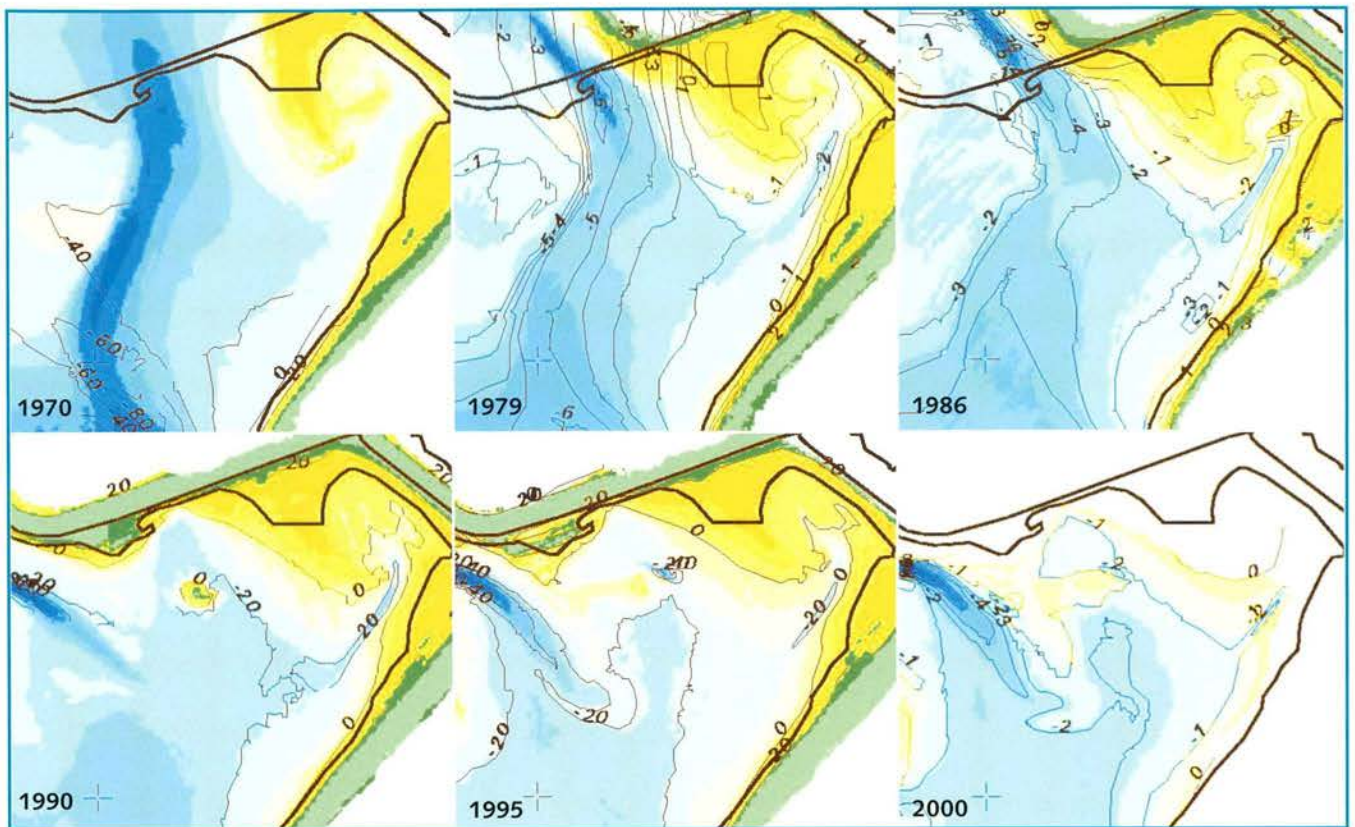
Na afsluiting van het Haringvliet vond een stelselmatige verdieping plaats van de vooroever. Anno 2000 zijn de dieptecontouren van het centrale deel van de monding van het Haringvliet ten opzichte van 1970 met circa 1200 m tot 1500 m landwaarts verschoven. In de linker bovenhoek van de plaatjes in figuur 5.7 verschijnen achtereenvolgens de -4 m, -5 m en -6 m dieptelijnen. Tegelijkertijd met de verdieping van de vooroever is het gebied achter de Hinderplaat ondieper geworden. Het Bokkegat verloor na afsluiting van het Haringvliet aan betekenis. De maximale diepte verminderde in de periode 1970-1986 met 1,5 m tot ruim 5 m, terwijl de natte doorsnede meer dan halveerde. Vanaf 1986 nam de diepte van het Bokkegat weer sterk toe, tot ongeveer 6,5 m eind jaren negentig, met een hernieuwde verondieping in

1999 en 2000. De verondieping sinds 1999 verloopt simultaan met het ontstaan van de middengeul over de Hinderplaat.

Ook hoogteligging en oppervlakte van de Hinderplaat zijn aan veranderingen onderhevig. Vanaf 1970 nam de hoogte van de plaat gestaag toe tot NAP in het begin van de jaren '80. Na 1986 nam de maximale hoogte verder toe tot NAP +1,5 m in 1996. Tegelijkertijd is de oppervlakte boven NAP sterk afgenomen van circa 70 ha in 1990 tot slechts 10 ha in 2000. De zuidpunt is in de periode 1986 – 2000 zo'n 1350 m verplaatst in zuidoostelijke richting. Hierdoor komt het Bokkegat in de verdrukking. De ondiepte in ten zuidwesten van de Hinderplaat is door de jaren heen langzaam in hoogte toegenomen tot een echte plaat van 60 ha en een diepte van NAP -2,0 m (in 2000). Een klein geultje scheidt deze ondiepte van de Hinderplaat.

De omgeving van het Brielse Gat: veranderingen vooral in de noordwesthoek

In het Brielse Gat zijn in de periode 1986-2000 alleen in directe omgeving van de 'Slufter' grote veranderingen te signaleren; voor het overige bleef dit gebied verrassend



Figuur 5.8: Morfologische ontwikkeling in de omgeving van het Brielse Gat 1970-2000

stabiel, terwijl er grote veranderingen voorzien waren. Figuur 5.8 illustreert dit.

Het meest zuidelijke deel van de voormalige Westplaat (waarop de Maasvlakte is aangelegd) is nog steeds te herkennen als de ondiepte voor de Brielse Gatdam. Sinds de aanleg van de 'Slufter' heeft de Westplaat nauwelijks veranderingen ondergaan. De plaat zelf is met 50 - 60 cm verlaagd, terwijl het gebied erachter met 20 - 80 cm verondiepte (vooral in de periode 1986-1991). De diepte van het zuidwestelijk deel van het Brielse Gat is in de hele studieperiode zeer constant: circa 2 m. Door de vlakke bodem leiden kleine veranderingen in het bodemniveau tot grote verschuivingen van de omtreklijnen van de platen en slikken. Dat verklaart het door de jaren heen wisselende beeld van de NAP -2,0 m lijn. Het smalle geultje dat het gebied achter de Westplaat ontsluit is in de loop der jaren geleidelijk in breedte en diepte afgenomen tot ruim -2 m in 2000. Het Gat van de Hawk liep tot 1986 in het verlengde van het Rak van Scheelhoek langs de vroegere kust van de Maasvlakte. Na het sluiten van de Slufterdam in 1987

verloor het zijn functie en is snel ondieper geworden: van meer dan -7 m tot ongeveer -2 m in 1990. Tot 1995 is er vervolgens nog ruim een halve meter bijgekomen om op dat niveau te stabiliseren. In de huidige dieptelijnen van het Brielse Gat zijn de restanten van het Gat van de Hawk nog net te herkennen.

In het Gat van de Hawk is kort na de 'Slufter' het Vogeleiland aangelegd. Vanaf 1990 is een groot deel van het eiland afgeslagen. In 1993 is gepoogd het eiland te herstellen. Toen in datzelfde jaar de stormen opnieuw toesloegen, zijn geen verdere herstelpogingen ondernomen. De hoogte van het vogeleiland is in de periode 1995 - 2000 verder afgenomen tot ongeveer NAP. De geul die gegraven is om zand te winnen voor de versterking van het vogeleiland weet zich te handhaven en fungeert als kleine getijdgeul.

Het natuurbouwproject de Kleine Slufter is aangelegd op de ondieptes die na 1987 ontstonden aan de zuidwestrand van de 'Slufter'. Deze ondieptes groeiden in de periode 1990 tot 1995 ongeveer 500 à 800 m in zuidoostelijke richting. Hierdoor zijn enkele (kort) droogvallende platen ontstaan die aansluiten op het vroegere Vogel-

eiland. Na 1995 waren de veranderingen hier gering.

Morfologische veranderingen rondom de noordwestkust van Voorne

Na de afsluiting van het Brielse Gat in 1966 en de afsluiting van het Haringvliet in 1970 is de noordwestkust van Voorne sterk veranderd. Het noordelijk gedeelte van het strand (tussen de kilometerpalen 6.2 en 7.0) raakte begroeid en er vond initiële duinvorming plaats. Deze veranderingen hebben zich na 1987 niet doorgezet. Het gebied is zeer stabiel en verandert weinig in hoogte. De gemiddelde laagwaterlijn ter plekke is in de periode 1987-1995 circa 100 m zeewaarts verplaatst. Beneden de laagwaterlijn is de bodem hier bijna vlak, met een diepte tussen 1,5 m en 2,5 m - NAP.

De erosie bij de Groene Punt is na 1987 wel doorgegaan. Door suppleties is het strand hier in de periode 1986 - 1987 ongeveer 150 m zeewaarts verschoven. De duinvoet is vervolgens in de periode 1987 - 2000 weer 150 m landwaarts verplaatst (een gemiddelde teruggang van

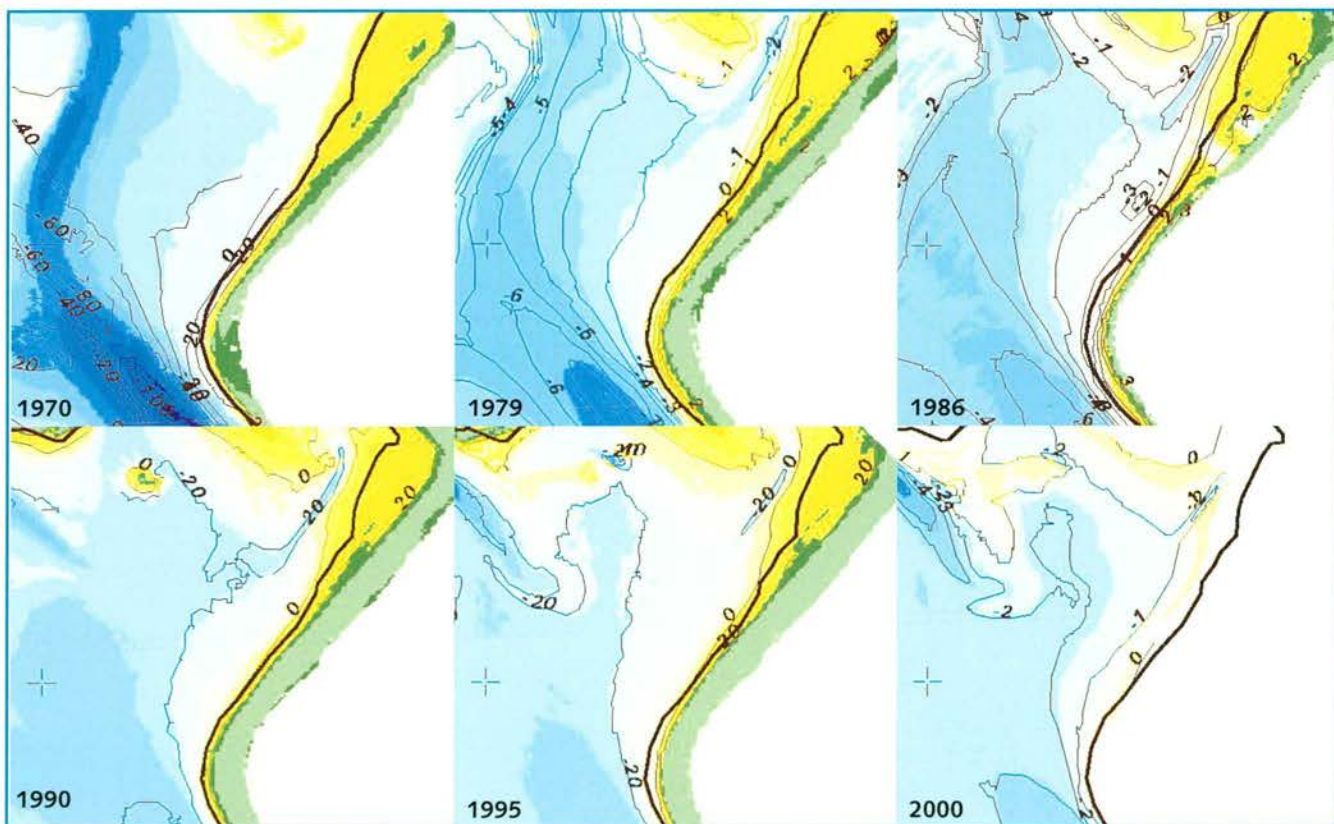
circa 10 à 15 m per jaar). De laatste jaren neemt de teruggang af.

In het Rak van Scheelhoek, de getijdegeul die voor de Groene Punt langs liep, heeft in de eerste jaren na de afsluiting van het Haringvliet een snelle sedimentatie plaatsgevonden. In de periode 1970 tot 1986 trad een verondieping op van liefst 4,5 m. In de plaatjes van figuur 5.9 zijn ter hoogte van de Groene Punt achtereenvolgens de -4 m en de -3 m dieptelijn verdwenen. Inmiddels (2000) verlopen de veranderingen traag, de geul bevindt zich in de buurt van de verwachte evenwichtswaarde (circa NAP -2,5 m).

5.2 Slibgehalte en korrelgrootte: veranderingen in bodemsamenstelling tussen 1986 en 2001

De verdeling van zand en slib over het studiegebied is van belang voor de interpretatie van ecologische ontwikkelingen. Het slibgehalte is indicierend voor de milieuomstandigheden van Het is ook belangrijk voor badstran-

Figuur 5.9: Morfologische ontwikkeling rondom de noordwestkust van Voorne 1970-2000



den: strandgasten houden niet van slijkige stranden. In het morfologisch onderzoek (Van Holland, 2002) is berekend dat van de totale toename aan sediment in de Haringvlietmond sinds 1970 (zo'n 80 miljoen m³) ongeveer 60 % (50 miljoen m³) uit slib bestaat en ongeveer 40 % (30 miljoen m³) uit zand. Het aandeel zand is na 1970 wel geleidelijk toegenomen; de aanleg van de 'Slufter' lijkt vrijwel geen invloed te hebben gehad op deze trend.

Figuur 5.10 laat de verdeling van slibgehalten zien rondom de 'Slufter' in 2000.

Om die ontwikkelingen te beschrijven kijken morfologen naar slibgehalte en gemiddelde korreldiameter (de D50). Vlak voor de aanleg van de 'Slufter' bestond er een grote ruimtelijke variatie in zowel korreldiameter als slibgehalte. Zeewaarts van de Hinderplaat werden grote korreldiamete-

ters en lage slibgehalten aangetroffen. De korreldiameter varieerde van 130 tot 160 µm (1 µm = 1/1000 mm). Dit duidt op de zandige, dynamische omstandigheden van de vooroever. Achter de Hinderplaat waren de korreldiameters in het algemeen veel lager en de slibgehalten hoger: indicatief voor een lagere dynamiek. De korreldiameters in het Brielse Gat bedroegen circa 160 µm en het slibgehalte was 5-8 %. Echt opvallend waren de geringe korreldiameters en hoge slibgehalten in het Rak van Scheelhoek en voor de kust van Voorne ter hoogte van de Groene Punt. Hier varieerden de korreldiameters van 20 tot 60 µm en was het slibgehalte zeer hoog: 30-40 % in het Rak van Scheelhoek.

De aanleg van de 'Slufter' betekende een tijdelijke verstoring van dit beeld. In de jaren direct volgend op de aanleg namen slibgehalte en korreldiameter tijdelijk toe. Ook in 1989 waren de slibgehalten nog duidelijk hoger dan in de uitgangssituatie (1985).

Bij de metingen van 1994 bleek de korreldiameter in het buitengebied verder te zijn toegenomen. Zeewaarts van de Hinderplaat bedroeg deze inmiddels 150 µm tot 180 µm, terwijl het slibgehalte zich weer ongeveer op het oude niveau bevond: rond de 1 %. De in 1985 al zeer hoge slibgehalten in het Rak van Scheelhoek waren nog verder toegenomen tot 40 - 60 % in 1994.

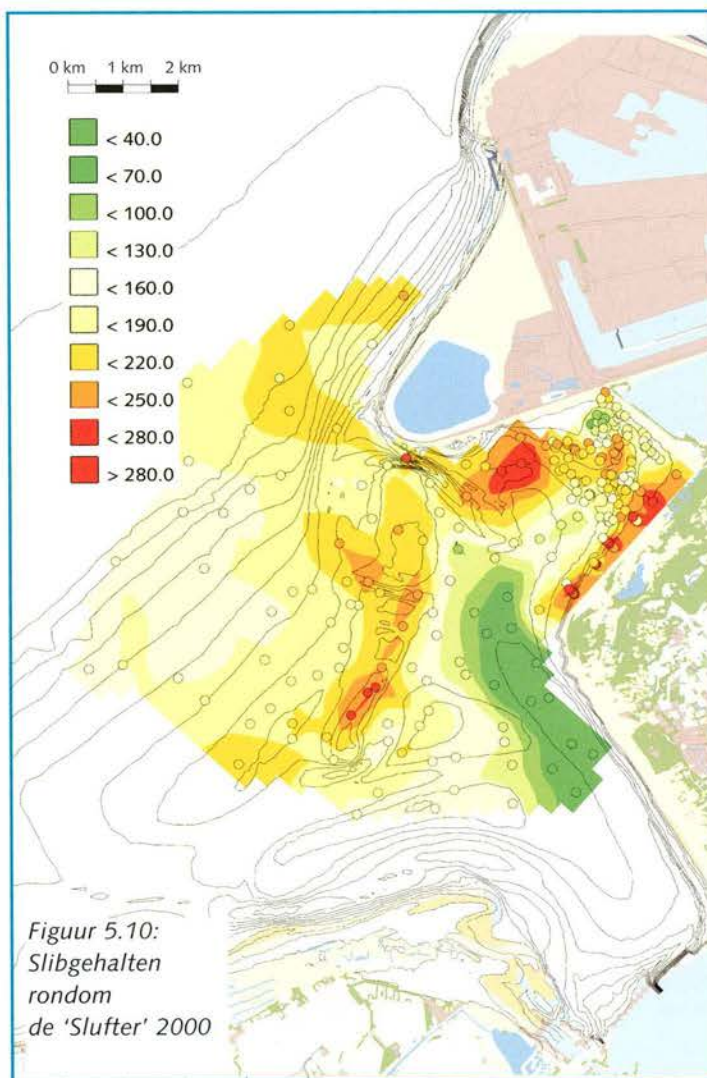
Deze ontwikkeling heeft zich voortgezet tot 2000. Zeewaarts van de Hinderplaat is het beeld in grote lijnen gelijk gebleven. Maar in het Rak van Scheelhoek bedraagt de gemiddelde korreldiameter inmiddels minder dan 30 µm terwijl het slibgehalte nog verder is toegenomen tot zelfs 80 %.

Op de kust van Voorne is er door de tijd heen sprake van een grote fluctuatie van de mediane korreldiameter, maar zowel in de waarden van de mediane korreldiameter als in de slibgehalten is geen trendmatige ontwikkeling waar te nemen (figuur 5.11). Beide waarden zijn door de jaren heen vrij constant. Op het strand van Voorne zijn geen slibafzettingen waargenomen.

5.3 Voorspelling van de morfologische veranderingen in het MER van 1984

Morfologische ontwikkeling van de Slufterkust

De erosie van de Slufterkust is in de Projectnota/MER (1984) geschat op 500.000 m³/jr à 1.000.000 m³/jr (750.000 m³/jr). De verwachting was dat wanneer de dam zou worden onderhouden met grover zand het verwachte jaarlijkse onderhoud zou afnemen tot 340.000 à 740.000 m³ of - volgens een andere studie uit die periode - zelfs nog lager gemiddeld tot slechts 270.000 m³ per jaar. De verwachting was dat het onderhoud zou afnemen zodra het dwarsprofiel en de kustlijn zich zouden



Figuur 5.10:
Slibgehalten
rondom
de 'Slufter' 2000

hebben aangepast aan de lokale omstandigheden. Er is wel steeds rekening gehouden met erosie aan de noordzijde van de Slufterdam.

Deze verwachtingen zijn redelijk uitgekomen. De locatie van de erosie- en sedimentatiegebieden komt vrij goed overeen met wat destijds werd verwacht, alhoewel de vorming van een strandhaak aan de zeezijde van het Hindergat niet was voorzien. De hoeveelheid jaarlijks gesuppleerd zand is met 800.000 m³ bijna tweemaal zo hoog dan destijds verwacht. Dit wordt veroorzaakt doordat een kleinere korreldiameter is toegepast dan waarvan in de Projectnota/MER was uitgegaan. De voorziene erosie aan de noordzijde van de Slufterdam is niet in die mate opgetreden.

Stabiliteit ligging Hindergat

In het MER werd verwacht dat het nieuw gegraven Hindergat dichtbij een dynamische evenwichtssituatie zou zijn. Daarbij werd rekening gehouden met een zuidwestelijke migratie van de monding van het Hindergat. Er werd geen verplaatsing van het centrale deel van het Hindergat verwacht. De werkelijkheid bleek genuanceerder.

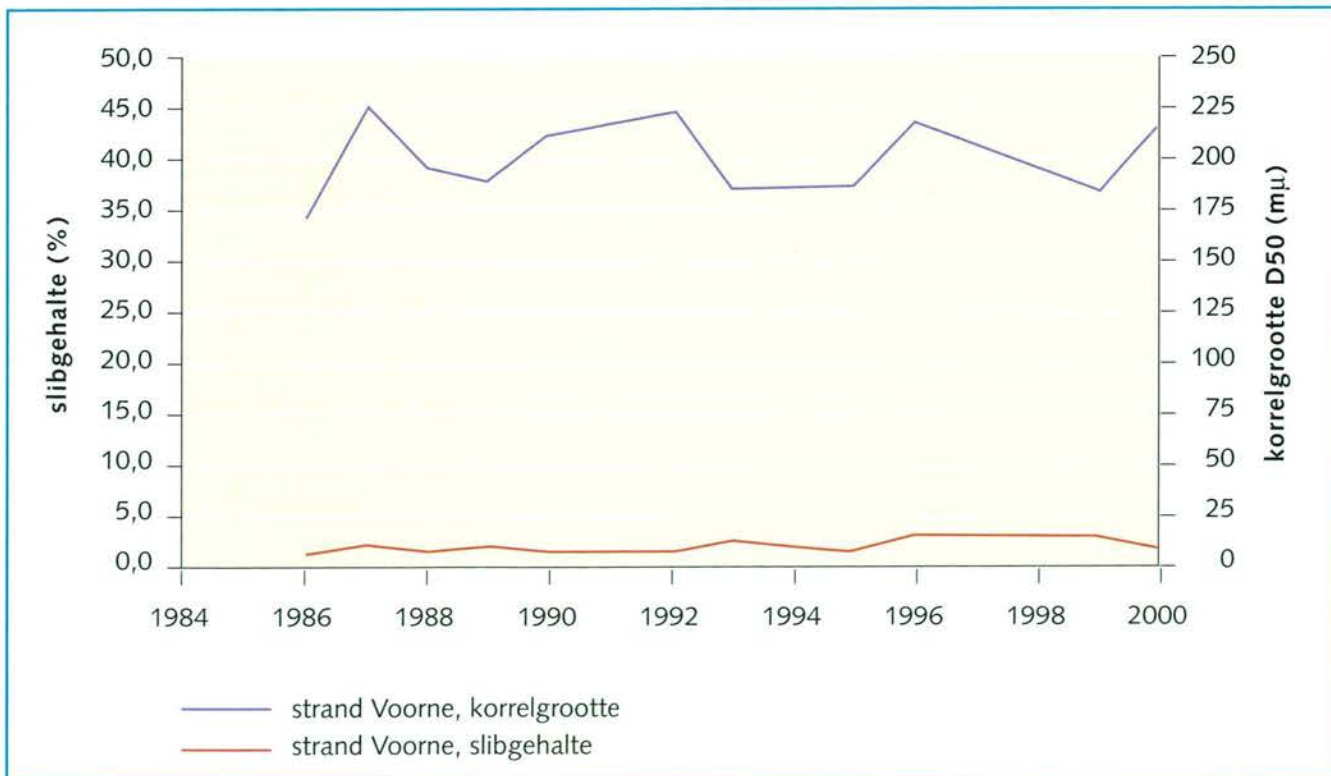
Het Hindergat bleek onvoldoende ruim gedimensioneerd en heeft zich later aangepast. Ook de noordwaartse migratie was niet voorzien.

Morfologie studiegebied na een periode van circa 20 jaar

In de Projectnota/MER werd een zandtransport door het Hindergat verwacht van enkele miljoenen m³ zand naar het gebied achter de Hinderplaat. Ongeveer 75% hiervan zou terechtkomen in het gebied voor de Brielse Gatdam waardoor naar verwachting 50-300 ha nieuw plaatareaal (boven G.L.W.) zou ontstaan. De verwachte sedimentatie in het gebied zou in het eerste jaar circa 350.000 m³ bedragen. De oppervlakte geulen zou op lange termijn 10 - 15% bedragen, de oppervlakte platen boven GHW 85 - 90%. In het gebied achter de Hinderplaat werd een sedimentatie van enkele centimeters per jaar voorspeld. De verwachting was dat de ontwikkeling tot een evenwichts-situatie hier enkele eeuwen in beslag zou nemen.

Een belangrijk verschil met de verwachtingen van destijds is dat de ontwikkelingen sneller verlopen dan verwacht.

Figuur 5.11: Gemiddelde waarde slibgehalte en mediane korreldiameter voor de kust van Voorne



De evenwichtssituatie lijkt eerder in decennia te worden bereikt dan in eeuwen. Het areaal platen en stranden komt nu, na bijna 15 jaar, ongeveer overeen met de ondergrens van de voorspelling voor de situatie na 20 jaar (50 ha). Een verdere ontwikkeling naar 85 - 90% droogvallende platen lijkt op dit moment niet waarschijnlijk, ook al is dit niet geheel uit te sluiten. Het uiteenvallen van de Hinderplaat was in het geheel niet voorzien.

Verwachting aanslibbing

Er werden in de Projectnota/MER geen afwijkende ontwikkelingen in de slibhuishouding verwacht in het hele gebied (inclusief Brielse Gat). De werkelijke ontwikkelingen zijn anders verlopen. In het buitengebied treedt een toename op van de gemiddelde korreldiameter (samenhangend met de uitgevoerde suppleties met grover zand). Ook in het gebied achter de Hinderplaat veranderen slibgehalte en korreldiameter, echter zonder dat er een direct verband met de 'Slufter' aanwezig lijkt.

Effecten op de kust van Voorne

Er werd verwacht dat de hoeveelheid slib op het strand van Voorne langzaam zou toenemen en de aangroei van primaire duintjes zou afnemen. Tevens werd een afname verwacht van de erosie van de Groene Punt door de afscherpende werking van de 'Slufter'.

In de praktijk blijkt er op de Groene punt na 15 jaar nog steeds erosie op te treden, terwijl er ten oosten geringe sedimentatie optreedt. De verwachte verslibbing van het strand van Voorne is niet opgetreden. Na aanleg van de 'Slufter' heeft er geen verdere groei meer plaatsgevonden van de primaire duintjes.

Invloed van de aanleg op het Slijkgat en kust van Goeree

In de Projectnota/MER wordt verwacht dat het Hindergat de stroomvoerende functie van het Gat van de Hawk zou overnemen en dat de 'Slufter' hierdoor geen invloed op het Slijkgat zou hebben. Er werd geen effect op de kust van Goeree verwacht. De voorspellingen lijken te kloppen: de kust van Goeree, het Slijkgat en het zuidelijk deel van de Garnalenplaat gedragen zich als zelfstandige systemen.

5.4 De mogelijke rol van de 'Slufter' als verklaring voor de opgetreden veranderingen

Uit het onderzoek van Van Holland (2002) blijkt dat voor de ontwikkelingen in de Haringvlietmond als geheel vooral de lange termijnveranderingen na de aanleg van de Haringvlietdam in 1970 bepalend zijn. De aanleg van de 'Slufter' heeft geleid tot een meer lokale verstoring van het grotere systeem. De effecten hiervan strekken

zich uit tot enkele kilometers; het zuidelijk deel van de Haringvlietmond is er niet of nauwelijks door beïnvloed. Na de afsluiting van het Haringvliet in 1970 is door de sterke afname van de omvang van de getijstromingen een verstoring in het morfologisch systeem aangebracht. De relatieve invloed van golven ten opzichte van de getijwerking is toegenomen waardoor het morfologisch evenwicht is veranderd. Ten tijde van de aanleg van de 'Slufter' in 1986 was dit systeem nog niet in evenwicht. De aanleg van de 'Slufter' en het graven van het Hindergat hebben geleid tot verstoringen van het hoofdsysteem: de Hinderplaat werd sterk ingekort. Het systeem "streeft" ernaar de Hinderplaat weer te laten uitgroeien tot zijn oorspronkelijke dimensies. Dit vormt een verklaring voor de zuidelijke uitbreiding van de Hinderplaat, een ontwikkeling die zich voor 1986 niet voordeed. Daarmee is de conclusie gerechtvaardigd dat de verplaatsing van de Hinderplaat een gevolg is van de aanleg van de 'Slufter'. De Hinderplaat is in 2000 ongeveer weer even lang als in 1986.

Ook het naar binnen schuiven van een groot deel van de Hinderplaat en het ontstaan van kortsluitgeulen zijn een direct gevolg van de aanleg van 'Slufter'.

De relatief kleinschalige veranderingen in de directe omgeving van het depot, zoals het ontstaan van een strandhaak, de ontwikkeling van een binnen- en buitendelta rond het Hindergat, het kleine areaal platen rond de Kleine Slufter en het vrijwel verdwijnen van het Gat van de Hawk, zijn eenvoudig te verklaren effecten van de aanleg van de 'Slufter' in 1986/87.

De versnelde verondieping van het gebied achter de Hinderplaat is mogelijk geworden doordat de 'Slufter' een afscherming vormde van de noordelijke golfwerking: het gebied werd luwer zodat zich meer sediment (slib) kon afzetten.

De verandering in bodemsamenstelling van het gebied achter de Hinderplaat wordt primair gestuurd door de ontwikkelingen die door de afsluiting van het Haringvliet in 1970 in gang zijn gezet. Na de afsluiting van het Haringvliet waren de geulen te ruim geworden: de getijstrooming was immers sterk afgenomen. Hierdoor trad sedimentatie op (met name aanslibbing). De verwachting is, nu de geulen hun evenwichtsdiepte naderen, dat de stroomsnelheden geleidelijk aan weer zullen toenemen tot een niveau dat blijvende (slib)afzettingen niet meer mogelijk zijn. De slibafzettingen in de geulen worden dan geleidelijk afgedekt met zand. Door de gesignaleerde afname van de hoogte van de Hinderplaat, is tevens een toename te verwachten van de golfdynamiek in het gebied achter de Hinderplaat. Dit zal het effect van verminderende slibafzetting nog versterken.

5.5 Conclusies en aanbevelingen

Conclusies

Op basis van het morfologisch onderzoek naar de ontwikkelingen in de Haringvlietmond in relatie tot de aanleg van de 'Slufter' zijn de volgende conclusies te trekken.

Bodemligging

Door de vorm van de Slufterdam vindt er veel erosie plaats. Het uitgevoerde onderhoud is met 800.000 m³ per jaar ruim twee keer zo groot als het voorspelde onderhoud. Dit wordt deels veroorzaakt doordat een kleinere korreldiameter is toegepast. De heroriëntatie van de strandhaak kan bijdragen aan een mogelijke afname van het kustonderhoud van de Slufterdam met maximaal een kwart.

Grootschalig gezien is vooral het noordelijk deel van de monding van het Haringvliet dicht bij een evenwichts-situatie. Verdere grootschalige veranderingen worden er niet meer verwacht. Op kleinere schaal zijn nog wel veranderingen te verwachten in de bodemligging en bodemsamenstelling. De huidige morfologische ontwikkelingen in een vrij groot deel van de Haringvlietmond wijken niet af van de autonome ontwikkeling. De opgetreden grootschalige veranderingen zijn terug te voeren op de afsluiting van het Haringvliet in 1970. Door de aanleg van de 'Slufter' in 1986 is dit proces versneld. De effecten traden vooral op kleinere schaal op.

Op de zuidwestpunt van de 'Slufter' is een strandhaak ontstaan. Vanaf dit punt migreren banken langs de zuidrand van de 'Slufter' naar het oosten. Hierdoor is een natuurlijke slufter ontstaan die zich weet te handhaven, ondanks de noordelijke migratie van het Hindergat. Oostelijk hiervan zijn droogvallende platen ontstaan, waarop de Kleine Slufter kon worden aangelegd. Het vroegere Gat van de Hawk is inmiddels bijna uit het profiel verdwenen.

Door de aanleg van de 'Slufter' is de ontwikkeling van zowel de Hinderplaat als de Garnalenplaat versneld. De ondiepte ten zuiden van Hinderplaat neemt de laatste jaren in omvang toe.

Door de nieuwe middengeul over de Hinderplaat vindt opnieuw een inkorting plaats van de Hinderplaat. Als deze nieuwe geul de functie overneemt van het Bokkegat en het Hindergat, zal de Hinderplaat mogelijk nog verder zuidwaarts uitbreiden. De eerste indicatie hiervoor is de in omvang toenemende ondiepte ten zuiden van de Hinderplaat.

De erosie van de Groene Punt is door de aanleg van de 'Slufter' niet veranderd.

Bodemsamenstelling

Zeewaarts van de Hinderplaat is tijdens de aanleg een toename van het slibgehalte waargenomen. In de daaropvolgende jaren nam het slibgehalte weer langzaam af naar de oorspronkelijke waarde. In de meting van 2000 is opnieuw een flinke toename van het slibgehalte (ten opzichte van 1996) waargenomen. Mogelijk hangt dit samen met de intensivering van de uitgevoerde supplementies op het Slufterstrand die vermoedelijk een hoge fractie fijn materiaal bevatten. De gemiddelde korreldiameter is hier sinds de aanleg van de 'Slufter' toegenomen. Ook dit hangt vermoedelijk samen met de uitgevoerde supplementies die over het algemeen een hoge mediane korreldiameter bevatten.

Het slibgehalte van het gebied achter de Hinderplaat neemt geleidelijk af terwijl de mediane korreldiameter toeneemt. Dit is een indicatie voor het benaderen van de evenwichtsdiepte. Dit wordt veroorzaakt door toenemende stroomsnelheden in het gebied als gevolg van de afnemende waterdiepte.

Op het strand van Voorne zijn geen noemenswaardige slibafzettingen waargenomen.

Aanbevelingen

De toekomstige morfologische ontwikkeling van het Brielse Gat is nog onzeker. Het mondingsgebied nadert weliswaar zijn evenwichtsligging, maar het is niet ondenkbaar dat er sediment beschikbaar komt waardoor het Brielse Gat plotseling toch zou kunnen verzanden of verslibben. Uit de huidige ontwikkelingen kan dit niet

Figuur 5.12: suppletie in uitvoering



worden afgeleid. Gezien het belang van het gebied wordt daarom aanbevolen te blijven monitoren. Het lijkt echter raadzaam het meetprogramma uit het MER-'Slufter'-verband te halen en te integreren met de andere monitoractiviteiten die in dit gebied lopen of gaan lopen.

Om de afwijkende meting van het slibgehalte in het gebied zeewaarts van de Hinderplaat te kunnen verklaren, wordt geadviseerd de komende jaren regelmatig een bemonstering uit te voeren van de bodemsamenstelling. Om deze metingen in verband te kunnen brengen met de (veranderingen in de) bodemligging is het wenselijk beide metingen simultaan uit te voeren.

Het is raadzaam om op het moment dat suppleties in een kuststelsel worden gestart, tevens een intensieve bemonstering uit te voeren van het slibgehalte en de korreldiameter in het gebied, zodat kan blijken wat het effect hiervan is op de trendmatige ontwikkelingen in het betreffende gebied

Om de effecten van een ingreep goed te kunnen bestuderen is het niet voldoende alleen de beginsituatie als referentie te nemen. Het is essentieel tevens een beeld te krijgen van de daaraan voorgaande jaren, zodat daaruit de autonome ontwikkeling kan worden afgeleid.

Bodemdieren spelen een zeer belangrijke rol in het ecologisch functioneren van ondiepe kustzeeën. Ze leven van plankton en ander (dood) organisch materiaal dat in grote hoeveelheden in de ondiepe kustzee voorkomt. Omdat de dichtheden zeer hoog kunnen zijn, vormen ze een belangrijke voedselbron voor andere soortgroepen als foeragerende kustvogels en vissen. Daarnaast vertegenwoordigen ze ook een economisch belang: een gedeelte van de kustvisserij is afhankelijk van de vangsten van schelpdieren en garnalen.

Anders dan voor andere soortgroepen dieren en planten spelen in zee levende bodemdieren geen directe rol in het Nederlandse of Europese natuurbeleid in de zin dat er bedreigde en of zeldzame soorten worden onderscheiden. Maar – kieskeurig zoals ook bodemdieren zijn – hebben ze wel een belangrijke indicatieve waarde. Ter illustratie: op droogvallende zandbanken komen geheel andere soorten(groepen) bodemdieren voor dan op net droogvallende slikken of in geulen en diepere gedeelten van de zee. En als bewoners van dynamische pioniersmilieus reageren ze doorgaans snel op veranderingen in hun milieu. Bodemdieren kunnen daardoor belangrijke indicatoren zijn voor veranderingen en zijn mede daarom ook geselecteerd als te onderzoeken soortgroep in het kader van de Evaluatie 'Slufter'.

Bodemdieren als geheel vormen een uiteenlopende groep. Behalve schelpdieren als kokkels, mossels en spiuslasoorten, omvat de groep een groot aantal verschillende soorten wormen (zandzager, draadwormen), garnaalachtigen en nog talloze andere, veelal alleen door specialisten te herkennen soorten.

Het onderzoek naar de veranderingen in bodemdiergemeenschappen is niet eenvoudig. Omdat er veel pioniers deel van uitmaken zijn jaarlijks grote fluctuaties in aantallen en soortsaamenstelling mogelijk. Dat maakt de interpretatie van veranderingen lastig. Plotselinge veranderingen in het milieu (bijvoorbeeld een tijdelijk lager zoutgehalte van het zeewater door hoge rivierafvoeren) kunnen grote gevolgen hebben voor de daarvoor gevoelige soorten. Ze kunnen in één klap verdwenen zijn, waarna hun rol wordt overgenomen door een snelle expansie van andere soorten. Op plaatsen met een stabiel milieu verlopen ook de veranderingen in bodemdiergemeenschappen doorgaans geleidelijker.

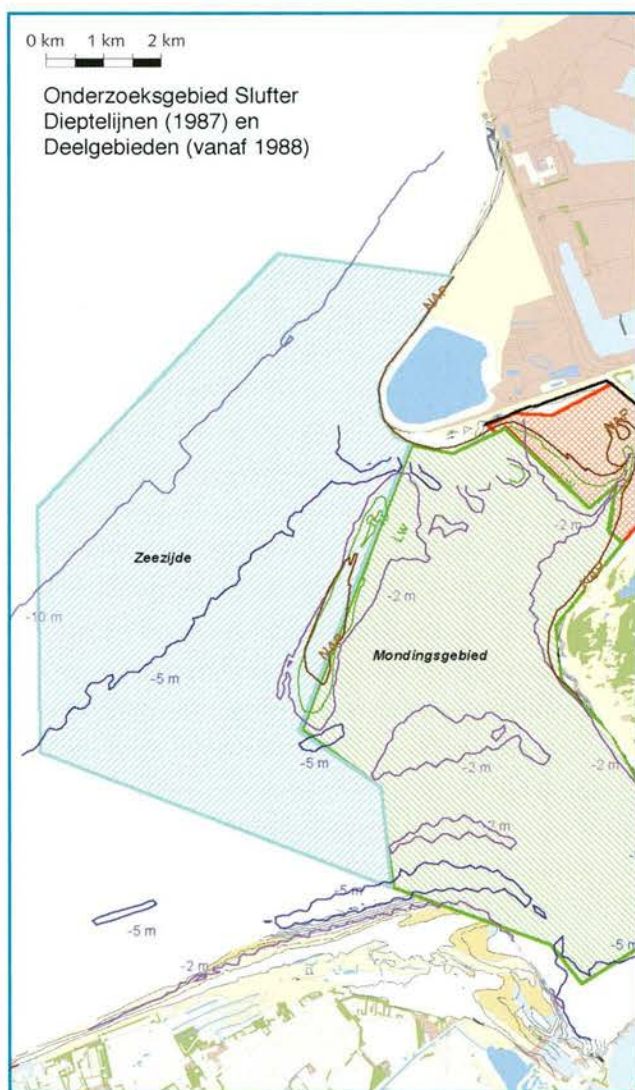
De Haringvlietmonding wordt vanaf het begin van de jaren tachtig bemonsterd op het voorkomen van bodemdieren. De resultaten van de eerste bemonsteringen uit

Tabel 6.1: Ecologische typering clusters bodemdieren

	gemiddelde biomassa (g/m ²)	diepte t.o.v. NAP			zout- indicatie *	locatie in studiegebied
		gem.	max.	min.		
Cluster 1	1,7	-0,5	1,8	-0,9	-	Hinderplaat + rand Westplaat
Cluster 2 / 3	17,7	0	3	-5,2	1,03	Intergetijdengebied Westplaat
Cluster 4	13,1	-2,5	1,4	-8,3	2,16	Oostzijde Hinderplaat
Cluster 5	3,6	-2,8	0,6	-7,8	2,9	Oostzijde Hinderplaat + stroming
Cluster 6	1,8	-5,5	-0,9	-10,6	3,01	Zeezijde Hinderplaat
Cluster 7	14,9	-9,9	-1	-13,1	-	Langs de 10-m dieptelijn
Cluster 8	15,7	-7,9	0,6	-14,3	3,53	Zeezijde tussen 5-10 m diepte
Cluster 9	0,3	-1,7	0,8	-4,8	3,16	Op en vlak naast de Hinderplaat
Cluster10	2	-3,3	-1	-8,3	-	Tussen Hinderplaat en 5 m dieptelijn

*Zoutindicatiewaarden: 1= 0-5 g CL⁻¹/l, 2= 5-10 g CL⁻¹/l, 3= 10-15 g CL⁻¹/l, 4= >15 g CL⁻¹/l,

Figuur 6.1: Onderzoeksgebied bodemdieren



1981-1983 zijn gebruikt bij het opstellen van de projectnota MER van de 'Slufter'. Na de ingebruikname van de 'Slufter' is met een frequentie van eenmaal per 1-2 jaar bemonsterd op bodemdieren, zowel van de dieren die leven op plekken die droogvallen (eulitoraal) als van dieren die voortdurend onder water leven (sublitoraal). Het net van monsterpunten omvat de directe omgeving van de 'Slufter', het noordelijk deel van de Haringvlietmond (inclusief de Garnalenplaat) en de zeezijde tot iets voorbij de NAP -10 m contourlijn. Figuur 6.1 is een weergave van het onderzoeksgebied. In totaal zijn over de periode 1983-2000 2180 bodemonsters genomen en geanalyseerd.

6.1 Veranderingen 1983-2000

Bodemdiergemeenschappen en hun ecologische karakteristieken

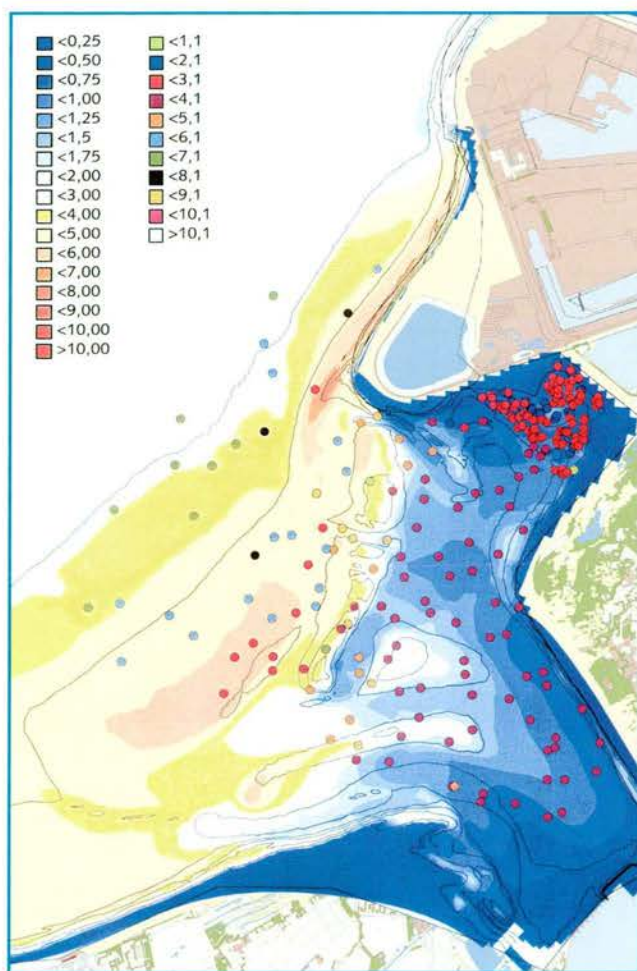
Omdat bodemdieren zo'n uiteenlopende groep vormen is het niet zinvol om veranderingen te beschrijven op soortsniveau. Het zou al snel een zeer onoverzichtelijk geheel worden. Vandaar dat in het onderzoek gekozen is voor een clustering tot ecologische soortsgroepen. Elke soortsgroep omvat soorten met een gelijksoortig gedrag. Ten behoeve van de eindevaluatie zijn 10 clusters onderscheiden met elk zijn eigen specifieke soorten-samenstelling, eigenschappen en niches en locaties waar ze voorkomen (de clusters 2 en 3 zijn samengevoegd tot 1 cluster). Dat is een verfijning ten opzichte van de eerdere evaluatie uit 1996 waarin 5 verschillende soortsgroepen werden onderscheiden. Tabel 6.1 geeft een korte typering van elk van de clusters.

Naast diepteligging van de bodem en zoutgehalte van het zeewater zijn er nog andere bepalende ecologische factoren mogelijk van belang voor de verspreiding van

bodemdieren in het studiegebied. De figuren 6.2 en 6.3 geven inzicht in de relatie tussen het voorkomen van de clusters bodemdieren met de dynamiek van het gebied (6.2) en de relatie met het slibgehalte (6.3).

Uit de figuren 6.3 en 6.4 blijkt dat er een duidelijke relatie is tussen het voorkomen van de bodemdieren en het slibgehalte van de bodem. De clusters 2/3 en 4 zijn nagenoeg geheel gebonden aan slibrijke locaties, terwijl cluster 1 daarentegen juist op een slibarme locatie voorkomt. Het verband met de 'schuifspanning' – een maat voor de dynamiek van het gebied – is minder evident, maar toch ook aanwezig: de bodemschuifspanning aan de oostzijde van de Hinderplaat is lager dan die aan de Westzijde hetgeen correleert met de verspreiding van specifieke clusters.

Figuur 6.2: Relatie bodemdieren-schuifspanning

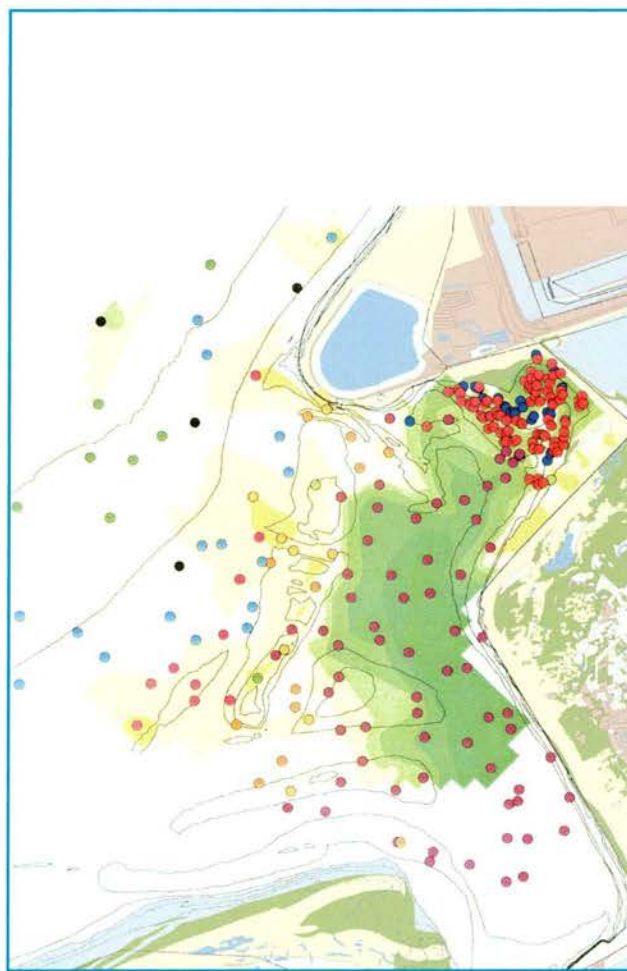


Verandering in de verspreiding van bodemdieren in de periode 1983-2000

De meest evidente verandering in de samenstelling van de bodemdieren is het directe verdwijnen van 360 ha leefgebied door de aanleg van de 'Slufter'. De figuren 6.4, 6.5 en 6.6 laten de veranderingen zien in de verspreiding van de bodemdierclusters zien vanaf 1983 tot en met 2000. Figuur 6.4 toont de situatie vlak voor de ingreep, figuur 6.5 enige jaren na de ingreep en figuur 6.6 toont de situatie in 2000.

Het meest in het oog springend bij vergelijking van de figuren 6.4 tot en met 6.6 is de grote verschuiving die heeft plaatsgevonden in de verspreiding van cluster 8. In

Figuur 6.3: Relatie bodemdieren-slibgehalte



de periode 1988-1990 was dit het dominante type ten westen van de Hinderplaat, om daarna sterk af te nemen en nagenoeg te verdwijnen. De plaats van dit cluster is in diezelfde periode ingenomen door de clusters 6 en 7. Cluster 8 wordt getypeerd door een sterke dominantie van de (halfgeknotte) strandschelp (*Spisula subtruncata*), deze soort komt in de clusters 6 en 7 veel minder dominant voor of is zelfs nagenoeg afwezig. Daarnaast is opvallend dat sommige clusters in de onderzoeksperiode zeer stabiel op hun plaats zijn blijven liggen, zoals de cluster 2/3 en 4. Dit zijn clusters met veel typische 'sliks-oorten' zoals de slijkgarnaal.

Verandering in de biomassa van bodemdieren in de periode 1983-2000

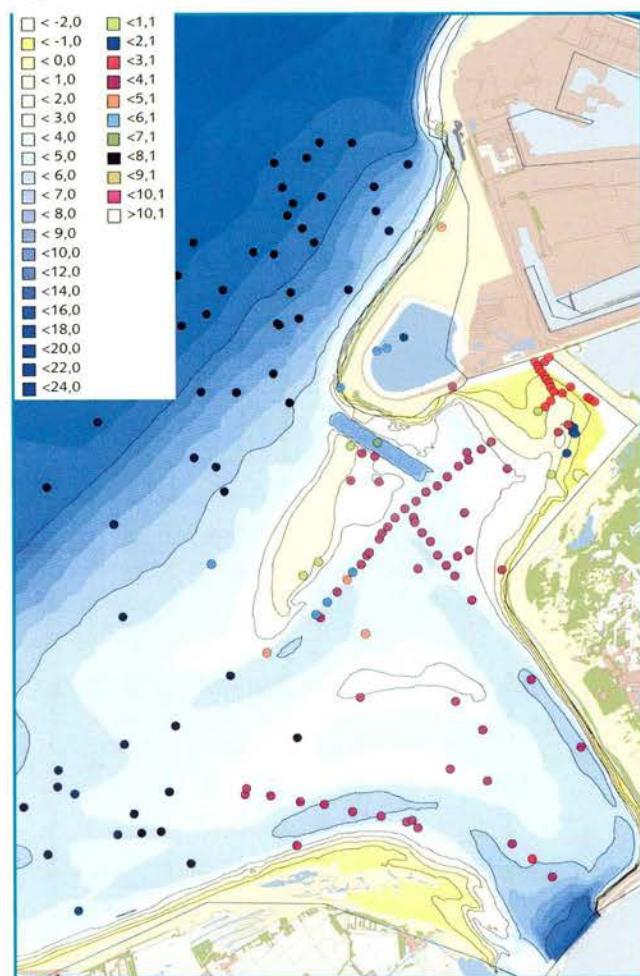
Een belangrijke ecologische karakteristiek die bepalend kan zijn voor het voorkomen van foeragerende kustvo-

gels is de biomassa aan bodemdieren. Figuur 6.8 (zie pag. 52) toont het verloop van de biomassa van de belangrijkste bodemdiergemeenschappen in het studiegebied over de periode 1983-2000.

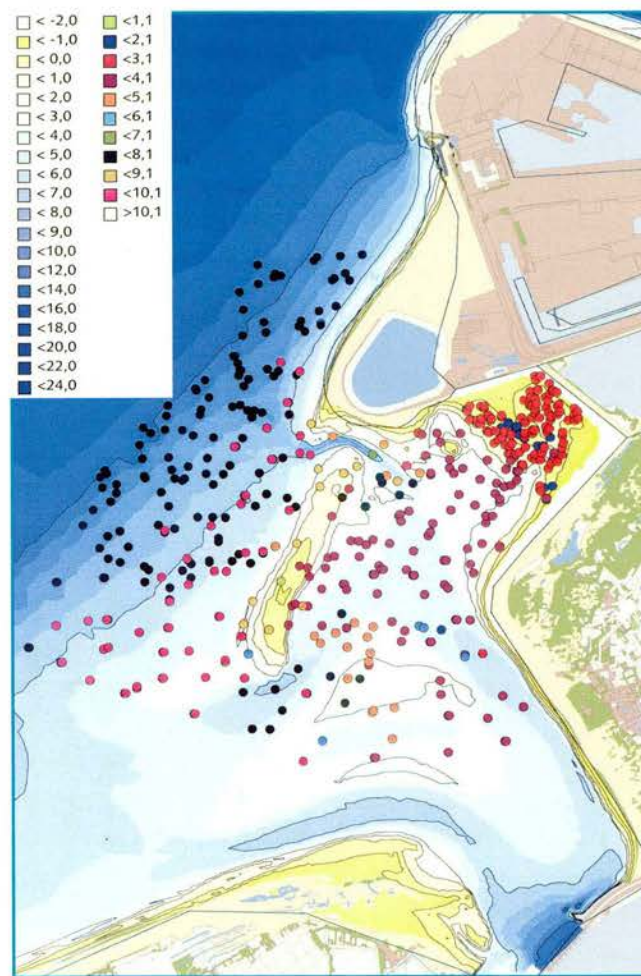
Voor foeragerende kustvogels is met name de aanwezigheid van grote populaties schelpdieren van groot belang. In de periode 1988-2000 zijn er grote veranderingen opgetreden in de totale biomassa schelpdieren. De figuren 6.9 en 6.10 (zie pag. 52) laten de ontwikkeling zien van de belangrijkste schelpdiersoorten in het gebied tussen de Hinderplaat en Voorne (6.9) en het gebied ten westen van de Hinderplaat (6.10).

De totale biomassa kokkels (*Cerastoderma edule*) was in de monding van het Haringvliet in 1988 zeer hoog, om vervolgens sterk af te nemen en in 1992 weer enigszins te herstellen. In dat jaar was ook de (halfgeknotte)

Figuur 6.4: Verspreiding bodemdieren 1983-1986



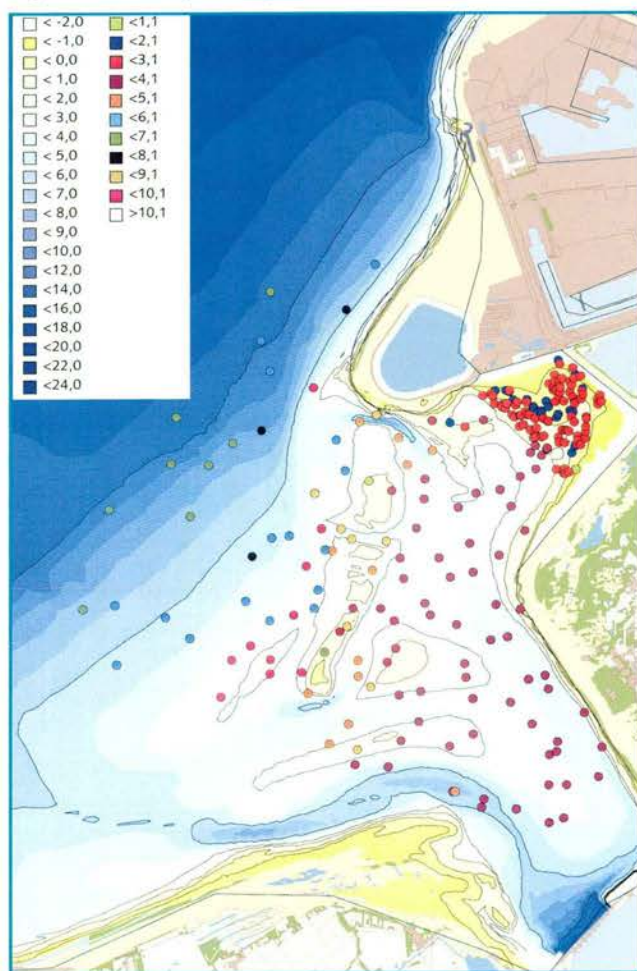
Figuur 6.5: Verspreiding bodemdieren 1988-1990



strandschelp vrij talrijk. Halverwege de jaren negentig decimeerden de schelpdierbestanden in het mondingsgebied van de Haringvliet, waardoor er in de periode 1996-1998 bijna geen schelpdieren meer voorkwamen. De strandgaper heeft zich hiervan enigszins hersteld. Van enig herstel van de grote kokkelbestanden van het eind van de jaren tachtig is nog geen sprake.

Een soortgelijke ontwikkeling heeft zich aan de zeezijde van de Hinderplaat voorgedaan, waar vooral de daling in de biomassa van de halfgeknotte strandschelp zeer groot was. De veranderingen in de schelpdierpopulaties van de Westplaat verliepen anders: De (halfgeknotte) strandschelp was hier gedurende de gehele onderzoeksperiode slecht vertegenwoordigd, terwijl de biomassa kokkels tamelijk constant bleef. Bepalend voor de biomassa aan schelpdieren zijn hier de strandgaper en de platte slijkgaper. Op de Westplaat wordt de totale biomassa sterk

Figuur 6.6: Verspreiding bodemdieren 2000



Figuur 6.7: Schelpsoorten (o.a. kokkel en spisula)

bepaald door de niet-schelpdieren (kreeftjes, krabben, grotere wormen e.d.). Figuur 6.11 (zie pag. 52) laat zien dat er grote schommelingen zijn opgetreden in de biomassa van de niet-schelpdieren, met fluctuaties in asvrj drooggewicht van 5 g/m² (1992) tot 30 g/m² (1988).

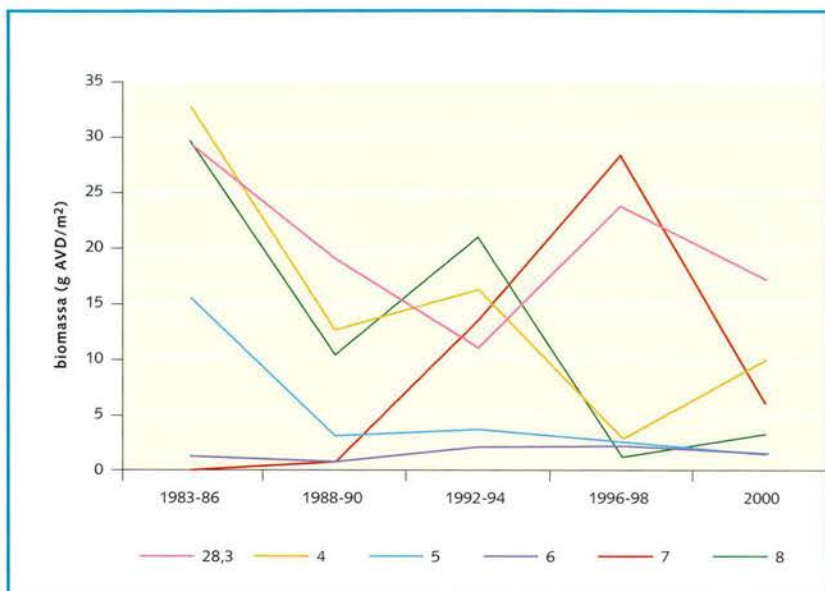
6.2 Voorspelde veranderingen in de samenstelling van de bodemdieren in 1986

In de MER/Projectnota is een tijdelijke sterke afname voorspeld van biomassa en productiviteit van het bodemleven in de nabijheid van de 'Slufter' tijdens de aanleg (1,5 à 2 jaar). Deze voorspelde afname zou een gevolg zijn van de verwachte toename in de sedimentatie en veranderingen in de waterkwaliteit, met name de toename in het gehalte aan zwevend stof. Herstel zou binnen 1 à 2 jaar optreden. Daarnaast werden permanente effecten voorspeld, als gevolg van verwachte veranderingen in waterbeweging, morfologie en bodem. Voor het uiteindelijk uitgevoerde alternatief III werd voorspeld dat de totale oppervlakte van de schelpdierrijke gemeenschap van het gebied tussen Hinderplaat en Voorne (het kokkeltype) met ongeveer 100 ha zou afnemen.

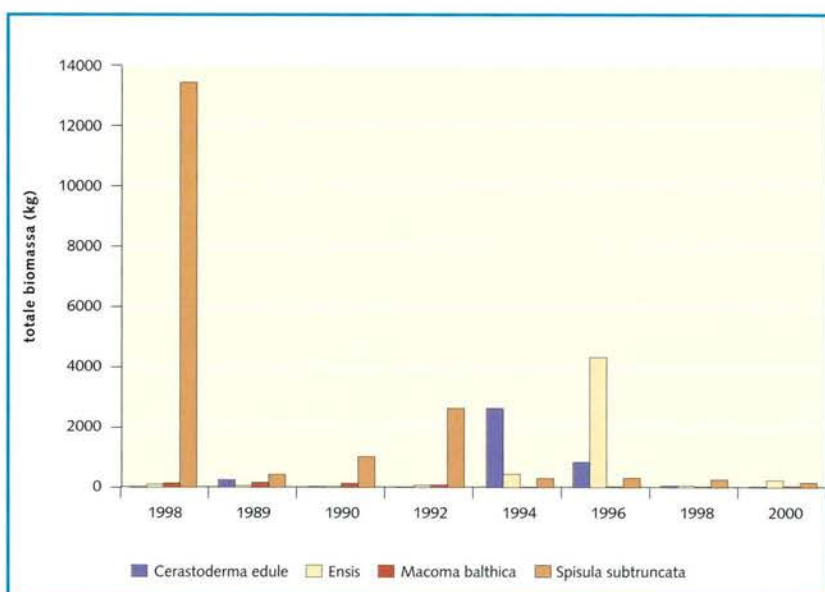
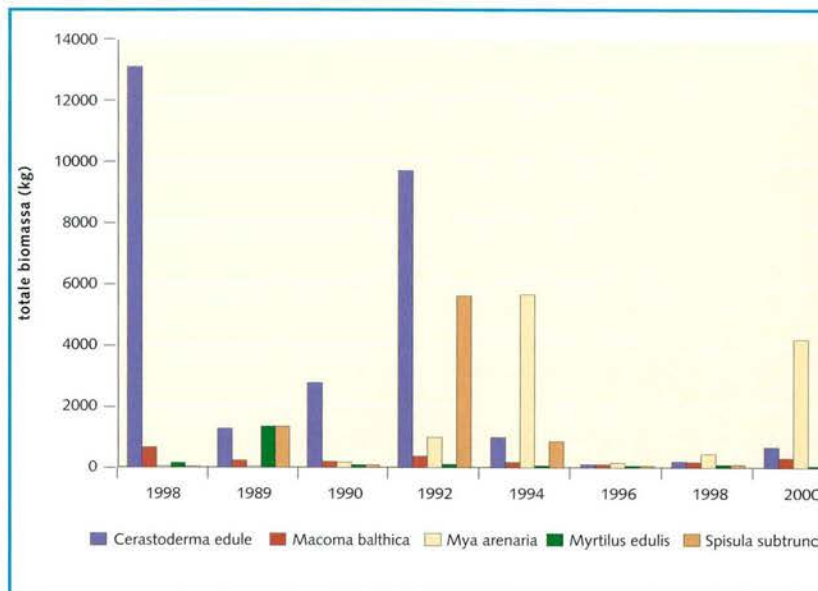
Daarentegen zou de oppervlakte van de aan slibrijk intergetijdgebied gebonden gemeenschap (het slijkgarnaaltype) met zo'n 125 tot 175 ha flink toenemen. Er werd namelijk verwacht dat het areaal intergetijdgebied zou toenemen én dat het gebied slibrijker zou worden. In de omgeving van de 'Slufter' werd tevens een verschuiving verwacht naar bodemdiergemeenschappen van slibrijkere omstandigheden (Slijkgarnaaltype).

Verschillende van de voorspellingen zijn uitgekomen. Er heeft een sterke afname plaatsgevonden van de gemiddelde biomassa in de nabijheid van de 'Slufter'.

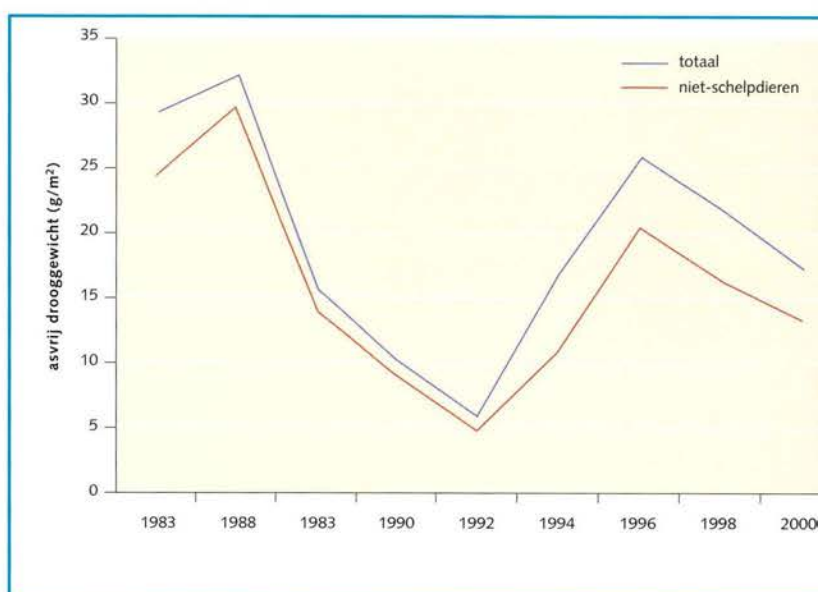
Figuur 6.8: Ontwikkeling gemiddelde biomassa van de belangrijkste bodemdiergemeenschappen



Figuur 6.9: Ontwikkeling totale biomassa van de belangrijkste schelpdieren in het gebied tussen Hinderplaat en Voorne



Figuur 6.10: Ontwikkeling totale biomassa van de belangrijkste schelpdieren in het gebied aan de zeezijde van de Hinderplaat



Figuur 6.11: Ontwikkeling totale biomassa en de biomassa niet-schelpdieren op de Westplaat

Op de Westplaat kwam pas in het begin van de jaren negentig een einde aan de gestage daling in de biomassa van bodemdieren en stegen de waarden weer om na 1996 weer te dalen. De hogere waarden van eind jaren tachtig zijn niet meer bereikt. De biomassa van de (ooit) schelpdierrijke gemeenschap tussen Hinderplaat en Voorne heeft zich op vergelijkbare wijze ontwikkeld: een vrij scherpe daling aan het eind van de jaren tachtig, gevolg door een licht herstel en daarna weer een zeer scherpe daling. De biomassa van deze gemeenschap is nog steeds zeer laag.

De voorspelde permanente effecten zijn niet opgetreden. Dit heeft te maken met het feit dat de voorspelde veranderingen in de morfologie van het gebied (nog) niet zijn opgetreden (zie ook figuur 5.4).

6.3 De mogelijke rol van de 'Slufter' als verklaring voor de opgetreden veranderingen

Morfologische ontwikkelingen als mogelijke verklaring

Ontwikkeling van platen en ondiepten

Uit hoofdstuk 4 is onder andere gebleken dat de aanleg van de 'Slufter' de morfologische ontwikkeling van de Haringvlietmonding heeft versneld. Hierdoor kan de verondieping van het gebied achter de Hinderplaat zich sneller voltrekken. Tegelijkertijd zijn de ligging, vorm en omvang van de Hinderplaat en Garnalenplaat veranderd. Het is een dynamisch patroon: het plaatareaal varieert in de periode 1986-2000 sterk (tussen 100 en 230 ha). In de periode na de aanleg van de 'Slufter' is het areaal intergetijdenstrand in het Brielse Gat met ongeveer 70 ha toegenomen. Deze toename is vooral het gevolg van de uitbreiding van de 'Kleine Slufter' (50 ha). De in de projectnota MER verwachte toename van het areaal slikken heeft niet plaatsgehad: De oppervlakte van de Westplaat is slechts in bescheiden mate toegenomen (met ongeveer 20 ha). Het gebied tussen de Hinderplaat en Voorne is aanzienlijk ondieper geworden, maar komt nog niet boven de laagwaterlijn uit.

Verandering in diepte

Er heeft geen relevante toename plaatsgevonden van het areaal slibrijk intergetijdengebied. De bedekking van de hieraan gebonden bodemdiergemeenschap(en) is dan ook niet veranderd. Ook het areaal ondiep water tussen Hinderplaat en Voorne is niet of nauwelijks veranderd en daarmee dus ook niet de bedekking van de hieraan gebonden bodemdiergemeenschap (cluster 4). Sinds de aanleg van de 'Slufter' zijn echter wel veranderingen opgetreden in de morfologie van de Hinderplaat en Garnalenplaat. Uit de verspreidingspatronen van de diverse (kleinere) clusters is af te lezen dat de betreffende

bodemdieren op deze veranderingen reageren. De veranderingen zijn relatief gering.

Veranderingen in dynamiek/slibgehalte

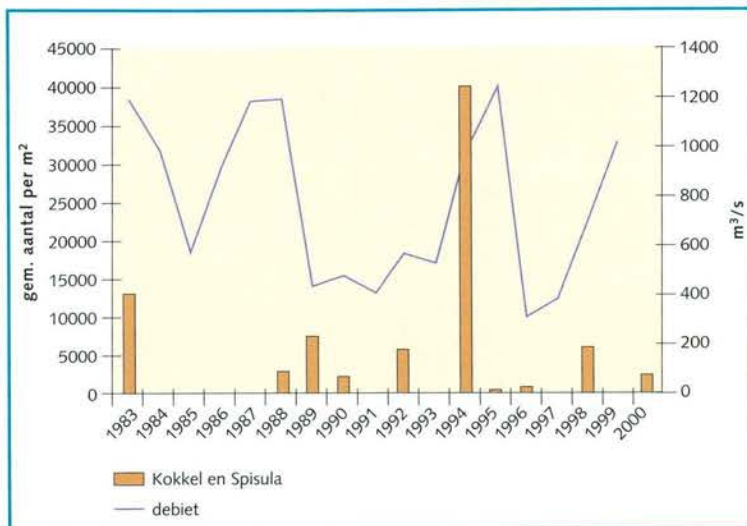
Dynamiek en het daaraan gekoppelde slibgehalte zijn in hoge mate bepalend voor de verspreiding van bodemdieren. Effecten van (veranderingen in) dynamiek in de periode 1983-2000 spelen zich vooral af rondom de Hinderplaat. De veranderingen in de dynamiek rond de Hinderplaat worden o.a. weerspiegeld in de verspreiding van cluster 5. De bodemdiergemeenschap van dit cluster duidt op dynamische (hoog turbulente) omstandigheden. De bedekking van dit cluster neemt tot 1992 toe, maar neemt vervolgens weer af, mogelijk als gevolg van het opvullen van de geulen en de daarmee gepaard gaande weer afnemende dynamiek.

Aan de zeezijde, vooral tussen 5 en 10 m diepte, heeft de schelpdierrijke gemeenschap van de (halfgeknotte) strandschelp en de borstelworm *Spio filicornis* na 1990 geleidelijk plaats gemaakt voor de verwante, maar schelpdierarme gemeenschappen van de borstelworm *Spio martinensis* en van het kreeftje *Bathyporeia elegans*. Mogelijk speelt het achterwege blijven van een goede vestiging van larven als gevolg van een verhoogde bodemerosie hierbij een rol.

Andere mogelijk relevante factoren

Naast diepte, dynamiek en slibgehalte is het zoutgehalte een belangrijke factor voor bodemdieren in estuaria. Sinds de afsluiting van het Haringvliet in 1970 is de geleidelijke overgang tussen zoet rivierwater en het zoute zeewater verdwenen. De uitwisseling tussen zoet en zout water vindt nu onregelmatig plaats, met als gevolg grote schommelingen in het zoutgehalte. Bij zeer hoge rivierafvoeren wordt zo veel zoet water gespuid dat het zoutgehalte gedurende langere tijd ver beneden de normale waarden daalt. Hoogstwaarschijnlijk zijn het de hoge rivierafvoeren in 1994 en 1995 geweest die de scherpe daling in de biomassa van kokkel en (halfgeknotte) strandschelp hebben veroorzaakt (figuur 6.12). Dit zijn beide soorten die langdurig lage zoutgehalten slecht verdragen.

Naast het zoutgehalte speelt de schelpdiervisserij waarschijnlijk een rol van betekenis zowel in de monding van het Haringvliet (kokkels) als in het gebied ten westen van de Hinderplaat ((halfgeknotte) strandschelp). Deze factor is mogelijk mede verantwoordelijk voor het vrijwel verdwijnen van de schelpdierrijke gemeenschap (cluster 8) ten westen van de Hinderplaat.



Figuur 6.12: Verloop in totale aantallen kokkels en *Spisula* en de hoeveelheid vanuit het Haringvliet gespuid zoet water

De invloed van aanleg van de 'Slufter' op bodemdieren

Er is geen eenduidig verband te leggen tussen veranderingen in het bodemleven en de aanleg van de 'Slufter'. Het blijkt dat ook andere factoren, zoals zoutgehalte en niet lokale factoren een belangrijke rol spelen.

De zeer sterke afname in biomassa schelpdieren in het gebied tussen Hinderplaat en Voorne is waarschijnlijk veroorzaakt door de hoge rivierafvoeren halverwege de jaren negentig.

Hoewel de samenstelling van de bodemdierengemeenschap van de Westplaat in de periode 1983-2000 niet of nauwelijks is veranderd, zijn er wel verschuivingen opgetreden in de dichtheden van een aantal dominante soorten. Deze waren in 1983 en 1988 vergelijkbaar, maar daarna daalden de aantallen van de slijkgarnaal (*Corophium volutator*) sterk en namen de aantallen van de zandkokerworm *Pygospio elegans* zeer sterk toe. De afname van de slijkgarnaal en de (tijdelijke) toename van *Pygospio elegans* en *Bathyporeia pilosa* duiden op een verandering in de bodemsamenstelling van de Westplaat van een relatief slibrijk naar een slibarm gebied. Deze verandering kan indirect verband houden met de aanleg van de 'Slufter' en de toegenomen suppletiebehoefte. Deze veronderstelling kan echter niet worden ondersteund met meetgegevens over de bodemsamenstelling: de gegevens suggereren dat de bodemsamenstelling op de Westplaat niet of nauwelijks is veranderd (zie hoofdstuk 5).



Figuur 6.13: Kokkels

Het aantal beschikbare gegevens is echter beperkt en voor de periode 1989-1996 zijn in het geheel geen gegevens beschikbaar.

6.4 Conclusies en aanbevelingen

Veranderingen in bodemdiergemeenschappen

In de periode 1983-2000 zijn in het gebied rond de 'Slufter' diverse veranderingen opgetreden in de samenstelling van de bodemdiergemeenschappen. Het areaal en de ligging van de meeste bodemdiergemeenschappen is vrij weinig veranderd. Uiteraard is de bodemdiergemeenschap die de zeebodem bevolkte ter plekke van de 'Slufter' verdwenen.

In de rest van het studiegebied traden wel duidelijker veranderingen op. De voornaamste hiervan waren de verlaging van aantallen en biomassa's bodemdieren in het intergetijdengebied van de Westplaat en het onder de laagwaterlijn gelegen gebied tussen de Hinderplaat en Voorne. Op de Westplaat werd de verlaging vooral veroorzaakt door een afname van de aantallen slijkgarnalen en schelpdieren. In het gebied tussen Hinderplaat en Voorne waren het vooral schelpdieren (m.n. kokkels en (halfgeknotte) strandschelpen) die achteruit gingen. Ook aan de zeezijde van de Hinderplaat nam het aantal schelpdieren sterk af. Een ander waarneembaar proces was dat de clusters bodemdieren 'meeschuiven' met de zich verplaatsende Hinderplaat. Aan de zeezijde, vooral tussen 5 en 10 m diepte, heeft de schelpdierrijke gemeenschap van de (halfgeknotte) strandschelp en de borstelworm *Spio filicornis* na 1990 geleidelijk plaats gemaakt voor de verwante, maar schelpdierarme gemeenschappen van de borstelworm *Spio martinensis* en van het kreeftje *Bathyporeia elegans*.

Veranderingen in biomassa en productiviteit

In 1984 werd voorspeld dat tijdens de aanleg de biomassa en productiviteit in de nabijheid van de werkzaamheden zou afnemen en dat binnen 1 à 2 jaar herstel zou optreden. Inderdaad zijn aantallen en biomassa's van de bodemdieren op de nabij gelegen Westplaat en in het gebied tussen Hinderplaat en Voorne vanaf het eind van de jaren tachtig sterk afgenomen. Vanaf 1992 namen aantallen en biomassa weer toe, het niveau van voor 1987 werd echter niet meer gehaald.

Verder werd voorspeld dat het areaal slibrijk intergetijdengebied als gevolg van de aanleg van de 'Slufter' zou toenemen en daarmee de bedekking van de daaraan gebonden bodemdierengemeenschap. Deze voorspelling is niet uitgekomen: de bodemdiergemeenschap heeft zich niet uitgebreid. Mogelijk kan in de toekomst een dergelijke uitbreiding wél plaatsvinden, als in de Kleine Slufter meer luw, slibrijk intergetijdengebied ontstaat.

In 1984 werd voorspeld dat op termijn de oppervlakte schelpdierrijk gebied ten oosten van de Hinderplaat zou afnemen als gevolg van een toename van het areaal intergetijdengebied. Dat laatste heeft niet plaatsgevonden. De biomassa aan schelpdieren in dit deelgebied is weliswaar afgenomen, maar andere factoren lijken hier een doorslaggevende rol te hebben gespeeld. Er lijkt nog wel sprake te zijn van dezelfde bodemdierengemeenschap als in 1984.

Verklarende factoren

De fluctuaties in biomassa en soortsaamenstelling van bodemdieren in kustgebieden zijn van nature vrij groot. Hierdoor is het lastig om trends te onderscheiden en eventuele oorzaken van veranderingen te analyseren. Een groot deel van de waargenomen veranderingen in de bodemdieren is daarom niet goed te verklaren. Het zoutgehalte als afgeleide van de zoetwaterafvoer door de Haringvlietsluizen lijkt bepalend te zijn geweest voor de biomassaveranderingen in het gebied tussen Hinderplaat en Voorne. Halverwege de jaren negentig zijn de daar voorkomende bestanden van kokkel en (halfgeknotte) strand-schelp gedecimeerd als gevolg van de hoge zoetwaterafvoer. De waargenomen veranderingen op de Westplaat zijn minder goed te verklaren. Mogelijk hebben (subtiele) veranderingen in de bodemsamenstelling hier een rol gespeeld. De waargenomen verschuiving van clusters ter plekke kan mogelijk een 'artefact' zijn van de determinatiemethode: het is niet mogelijk om jonge exemplaren van *Corophium* sp. op soortsniveau te determineren. Niet alle deelgebieden zijn in de beginperiode even goed bemonsterd. Ondanks dat wijzen de resultaten erop dat aantallen en de biomassa van bodemdieren in de nabij-

heid van de 'Slufter' tijdens en vlak na aanleg aanzienlijk lager zijn geworden. Vanaf 1992 namen zowel in het 'binnengebied' als op de Westplaat de aantallen weer toe. Een relatie tussen de waargenomen afname met de aanleg van de 'Slufter' is niet uit te sluiten. De in latere jaren opgetreden veranderingen lijken los te staan van de 'Slufter'.

Monitoring

Het monitoring programma voor bodemdieren is vrij uitgebreid geweest, waardoor het mogelijk was een goed beeld te krijgen van de ontwikkelingen in de tijd. Doordat er echter onvoldoende omgevingsfactoren zijn gemonitord, bleek het niet goed mogelijk om verklaringen te geven voor de waargenomen veranderingen. Naast een gebrek aan informatie over veranderingen in abiotische factoren speelde hierin ook het gebrek aan inzicht in de ecologie van sommige bodemdieren mee. Een eventuele relatie tussen de aanleg van de 'Slufter' en bodemdieren was dan ook lastig te leggen.

Aanbevelingen

Aangezien het studiegebied morfologisch nog in ontwikkeling is, en het voorkomen van bodemdieren grotendeels wordt gestuurd door de morfologie, verdient het aanbeveling bodemdieren te blijven monitoren. Bodemdieren vormen een belangrijke voedselbron voor foeragerende kustvogels. Als zodanig geven ze informatie over de potentiële waarde van het studiegebied voor vogels. Omdat het gebied als gevolg van andere grote projecten (openstelling Haringvlietsluizen, aanleg tweede Maasvlakte) ook zal veranderen, verdient het aanbeveling aan te sluiten bij de daarvoor geplande monitoringprogramma's.

Figuur 6.14: Intergetijdengebied Brielse Gat/Oostvoorne



7 Flora en vegetatie

Mogelijke effecten van aanleg van de 'Slufter' op flora en vegetatie als gevolg van eventuele kustmorfologische veranderingen zijn gemonitord in de schorren en duintjes van het Brielse Gat. De gegevens van het monitoringprogramma zijn geanalyseerd in een van de deelonderzoeken die de basis vormen van dit evaluatierapport (Vertegaal, 2002). In de duinen van Voorne is onderzoek gedaan naar mogelijke gevolgen van afgenomen zee-involed. Flora en vegetatie van het Brielse Gat zijn in de afgelopen veertien jaar razendsnel veranderd. Vooral het schor bij Oostvoorne ontwikkelde zich in korte tijd van een soortenarme pioniervegetatie in een goed gedifferentieerd schor. Deze veranderingen worden zo 'droog' mogelijk beschreven in par. 7.1 (vegetatie) en 7.2 (flora). De cruciale vraag is vooral in hoeverre dit een (min of meer) natuurlijke ontwikkeling is, als gevolg van eerdere ingrepen (Brielse Gatdam, Maasvlakte, Haringvlietdam), dan wel een gevolg van de aanleg van de 'Slufter'. Op deze vraag wordt ingegaan in par. 7.3 en 7.4.

Het onderzoek naar de mogelijke effecten op de flora van de duinen van Voorne is in 1995 beëindigd. In het recente evaluatieonderzoek is hier niet opnieuw naar gekeken. De conclusies hierover uit het evaluatierapport uit 1997 worden samengevat in par. 7.5.

Par 7.6. geeft de conclusies en aanbevelingen voor wat betreft deze parameter.

7.1 Veranderingen in vegetatie tussen 1986-2000

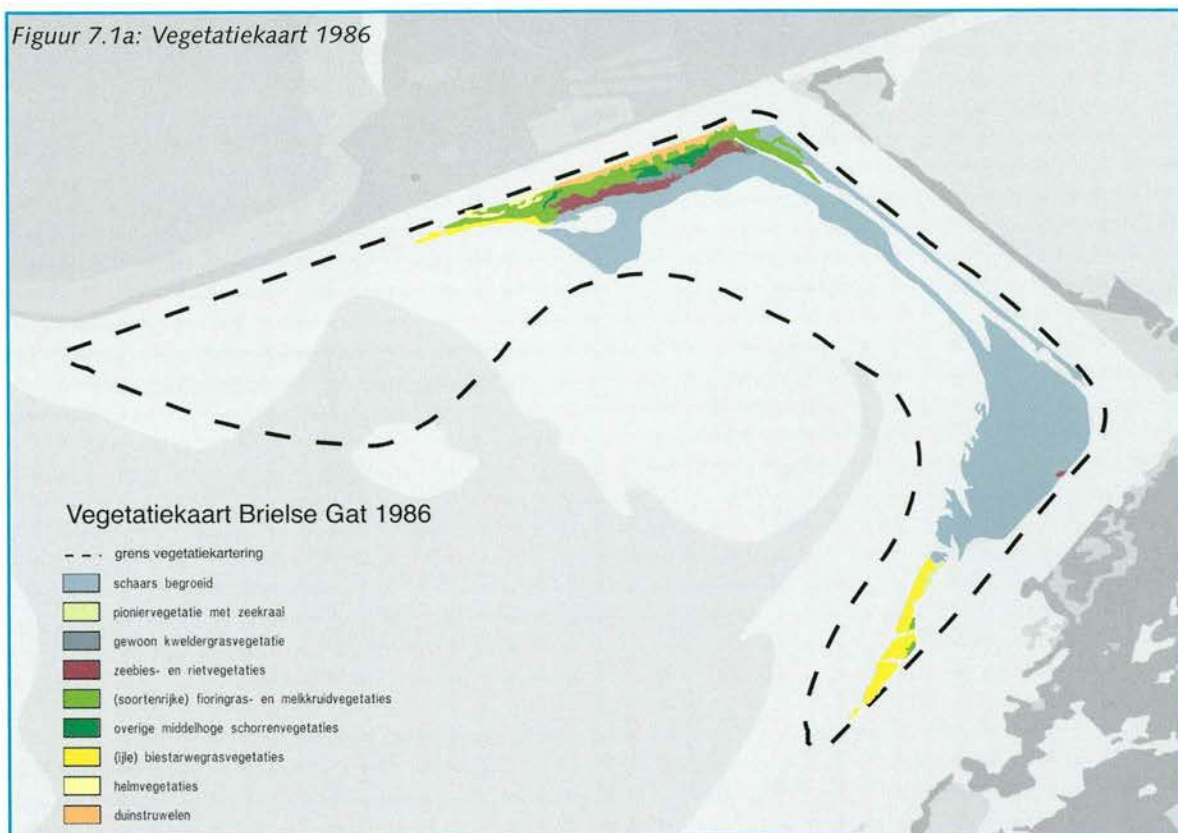
Veranderingen in oppervlakten vegetatietypen

De ontwikkelingen in en rondom het Brielse Gat zijn in de figuren 7.1 t/m 7.4 in beeld gebracht. De belangrijkste ontwikkelingen springen direct in het oog: de permanent begroeide oppervlakte is toegenomen en de vegetaties zijn diverser geworden. De pril begroeide slikken uit 1986 (figuur 7.1a) hebben zich in 2000 voor een belangrijk deel ontwikkeld tot gevarieerde begroeiingen met uiteenlopende vegetatietypen (figuur 7.1b).

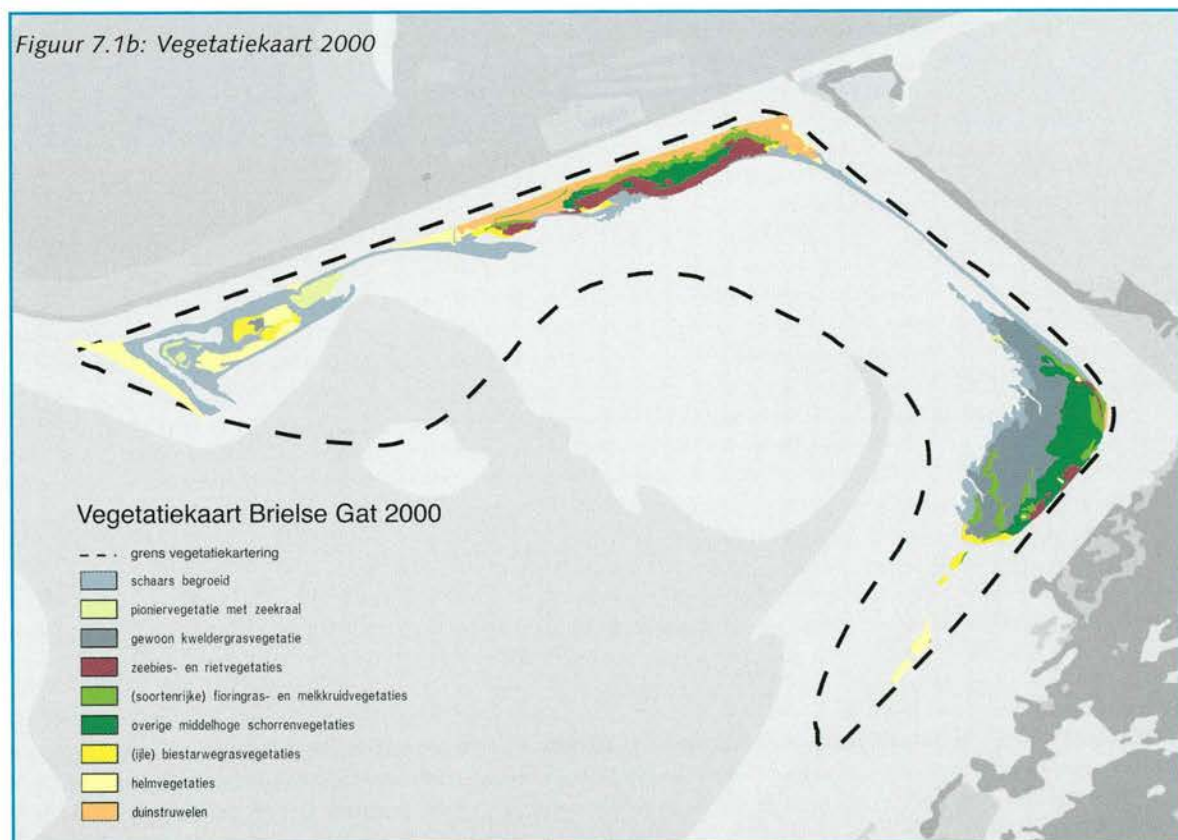
De figuren 7.3 en 7.4 tonen de oppervlakteveranderingen in vegetatietypen en landschapszones.

De veranderingen zijn opvallend. Het areaal begroeid gebied is over de periode 1986-2000 met 40 % sterk toegenomen (van 38 ha naar 54 ha) met een hoge piek in 1990. Met name het areaal van de 'stabiele' vegetatietypen – alle vegetatietypen met uitzondering van ijle pionierbegroeiingen van zeekraal en biestaruwgras – is in de onderzoeksperiode gestaag toegenomen. In 2000 was er ongeveer 50 ha gesloten vegetatie aanwezig, een

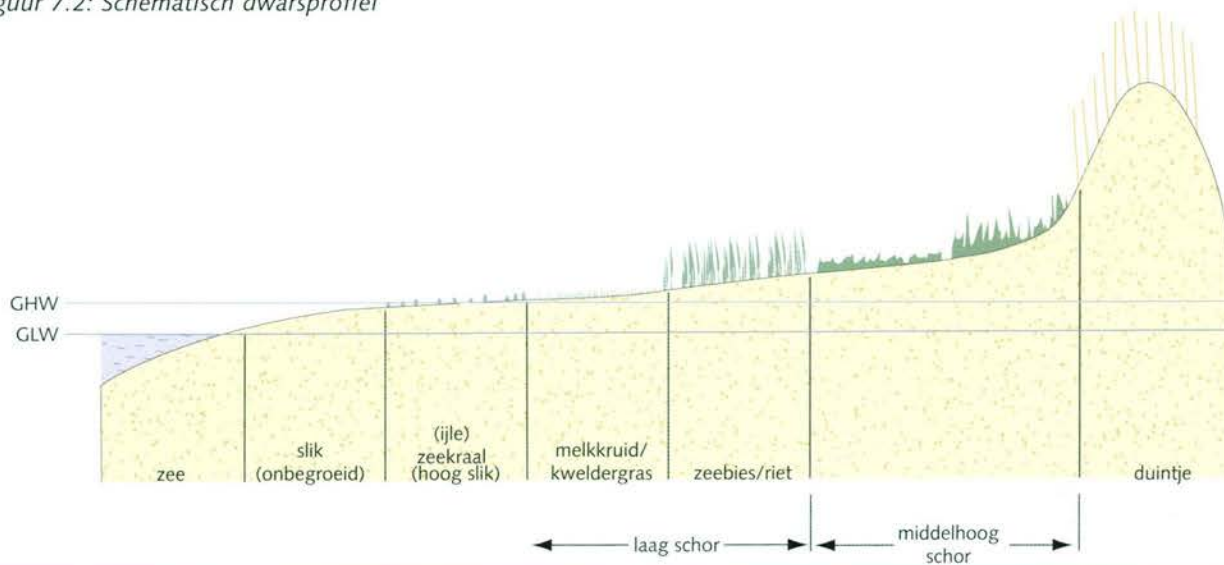
Figuur 7.1a: Vegetatiekaart 1986



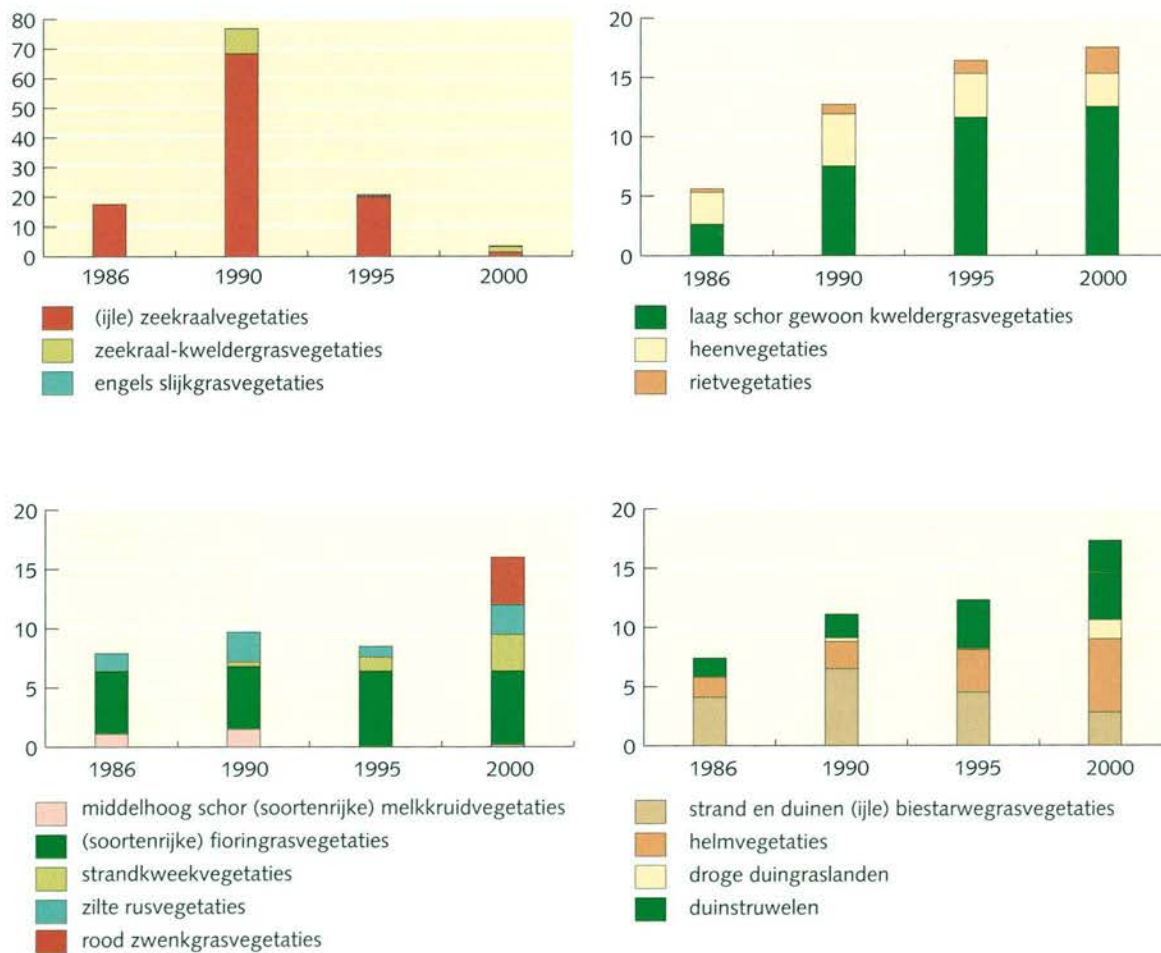
Figuur 7.1b: Vegetatiekaart 2000

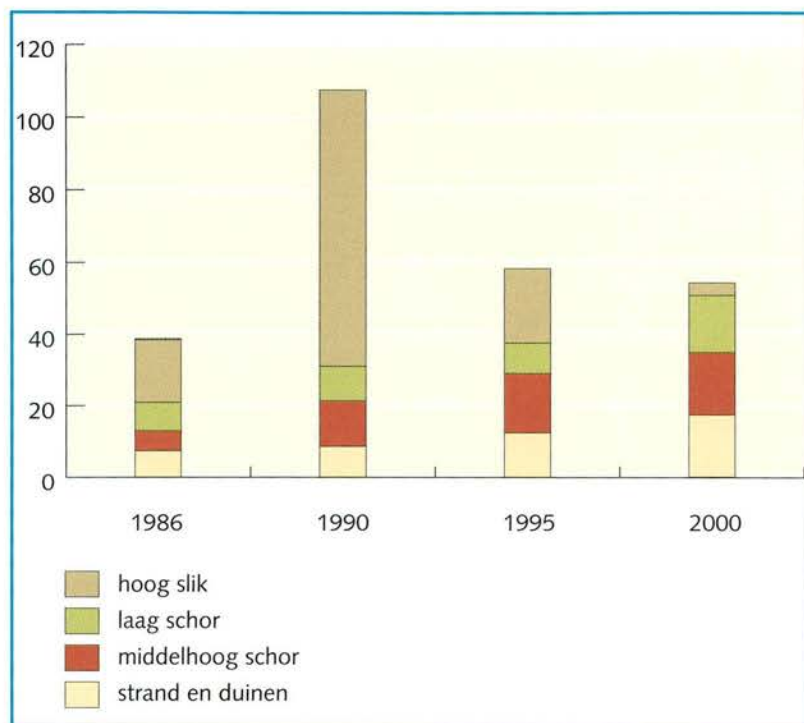


Figuur 7.2: Schematisch dwarsprofiel



Figuur 7.3: Veranderingen oppervlakte vegetatietype Brielse Gat 1986-2000





Figuur 7.4: Ontwikkeling oppervlakten per landschaps-zone Brielse Gat 1986-2000

toename ten opzichte van 1986 met 31 ha. Deze toename bestaat voor 12 ha uit lage schorvegetaties voor 8 ha uit middelhoge schorvegetaties en voor 10 ha uit strand en duin. Tegelijk is het areaal pioniervegetaties, zowel van schorren als van stranden en duinen met ongeveer 14 ha afgenomen. Dit type vegetaties laat zich moeilijk karteren en is, afhankelijk van de dynamiek in het voorgaande winterseizoen, het ene jaar veel groter dan het andere. Dat kan mede een verklaring zijn voor de piek in 1990. Inmiddels in het aandeel vegetaties van hoog slik nagenoeg uit het studiegebied verdwenen. Uit de resultaten blijkt duidelijk dat er een verschuiving heeft plaatsgevonden van de pioniervegetaties van hoog slik en strand naar de minder dynamische vegetatietypen. Het areaal gesloten schorvegetaties is toegenomen van 14 ha in 1986 tot 33 ha in 2000; het areaal vegetaties van duin en strand is in diezelfde periode toegenomen van 7 ha tot 17 ha. Op de Westplaat nam de begroeide oppervlakte tussen 1986 en 1990 toe om te stabiliseren op ongeveer 18 ha. Er heeft zich sindsdien een duidelijke verschuiving voorgedaan van schorrenvegetaties naar duinvegetaties (vooral duinstruweel). Het aandeel strand- en duinvegetaties bedroeg in 1990 nog 30 %, maar was in 2000 uitgegroeid tot bijna 50 %.



Figuur 7.5: Schor van Oostvoorne

Het schor aan de Oostvoornse zijde is ten opzichte van 1986 iets groter geworden. Maar waar het in 1986 nog voor het grootste deel bestond uit ijle pioniervegetatie van zeekraal is nu sprake van een gesloten en gedifferentieerde zilte grasland- en kruidenvegetaties. Het areaal duinvegetaties nam iets af maar ook hier namen grazige vegetaties toe ten koste van ijle begroeiingen van biestarwegras.

De Kleine Slufter is pas in 1994 aangelegd. In dit deelgebied nam de oppervlakte begroeid gebied tussen 1995 en 2000 toe van 7 tot 9 ha, bijna volledig toe te schrijven aan de ontwikkeling van vegetaties van strand en duintjes. Tevens is er een bescheiden ontwikkeling van schorvegetaties op gang gekomen (1 ha in 2000).

Veranderingen in natuurwaarden

Omdat niet elk vegetatietype – vanuit het (inter-)nationaal natuurbeleid gezien – als even waardevol wordt aangemerkt, is ook onderzocht in hoeverre de geconstateerde veranderingen in oppervlakten vegetatietypen leiden tot verschuivingen van natuurwaarde. Zowel op nationaal als op Europees niveau zijn hiervoor criteria aangelegd. Dat het onderzoeksgebied een bijzondere waarde vertegenwoordigt blijkt uit het feit dat alle vegetatietypen



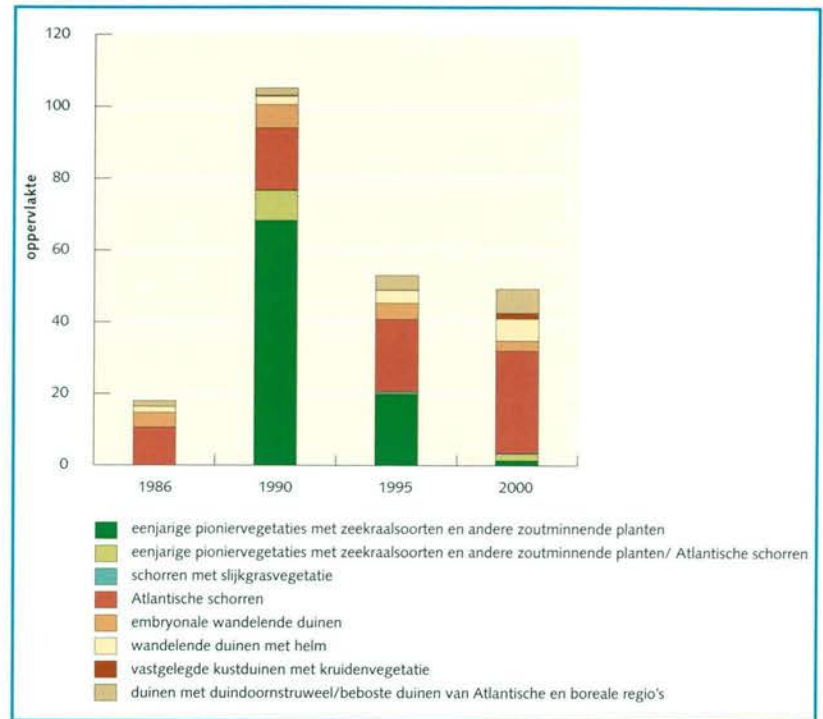
Figuur 7.6: Foto prille schorontwikkeling
Kleine Slufter 2002

die zijn aangetroffen tot nationaal gewaardeerde natuurtypen behoren en voor een groot deel ook tot internationaal belangrijke EU-habitattypen. Figuur 7.7 geeft het overzicht.

Uit figuur 7.7 blijkt dat het areaal EU-habitattypen na een piek van 105 ha in 1990 weer is afgenomen tot 49 ha in 2000. Ook hier geldt echter dat dit beeld vertekend wordt door het – zoals hiervoor al opgemerkt - moeilijk karteerbare aandeel van eenjarige pioniervegetaties (EU-habitatype 1310). Wordt dit type buiten beschouwing gelaten dan blijkt de sterke toename van waardevolle typen met 155 % (van 18 ha in 1986 tot 46 ha in 2000).

Mogelijk verklarende factoren

Om de relatie met de mogelijk verklarende factoren als hoogteligging, zoutinvloed, getijdendynamiek en bodemsamenstelling te kunnen analyseren is onderzocht in hoeverre de veranderingen in de vegetatietypen veranderingen in genoemde factoren indiceren. Figuur 7.8 geeft de trends per factor weer. Wanneer de vertekening door de slecht karteerbare en sterk variabele pioniersvegetaties buiten beschouwing wordt gelaten blijkt dat de oppervlakte van 'jonge' vegetaties - de vegetaties die duiden op vrij hoge dynamiek, zilte omstandigheden, een lage

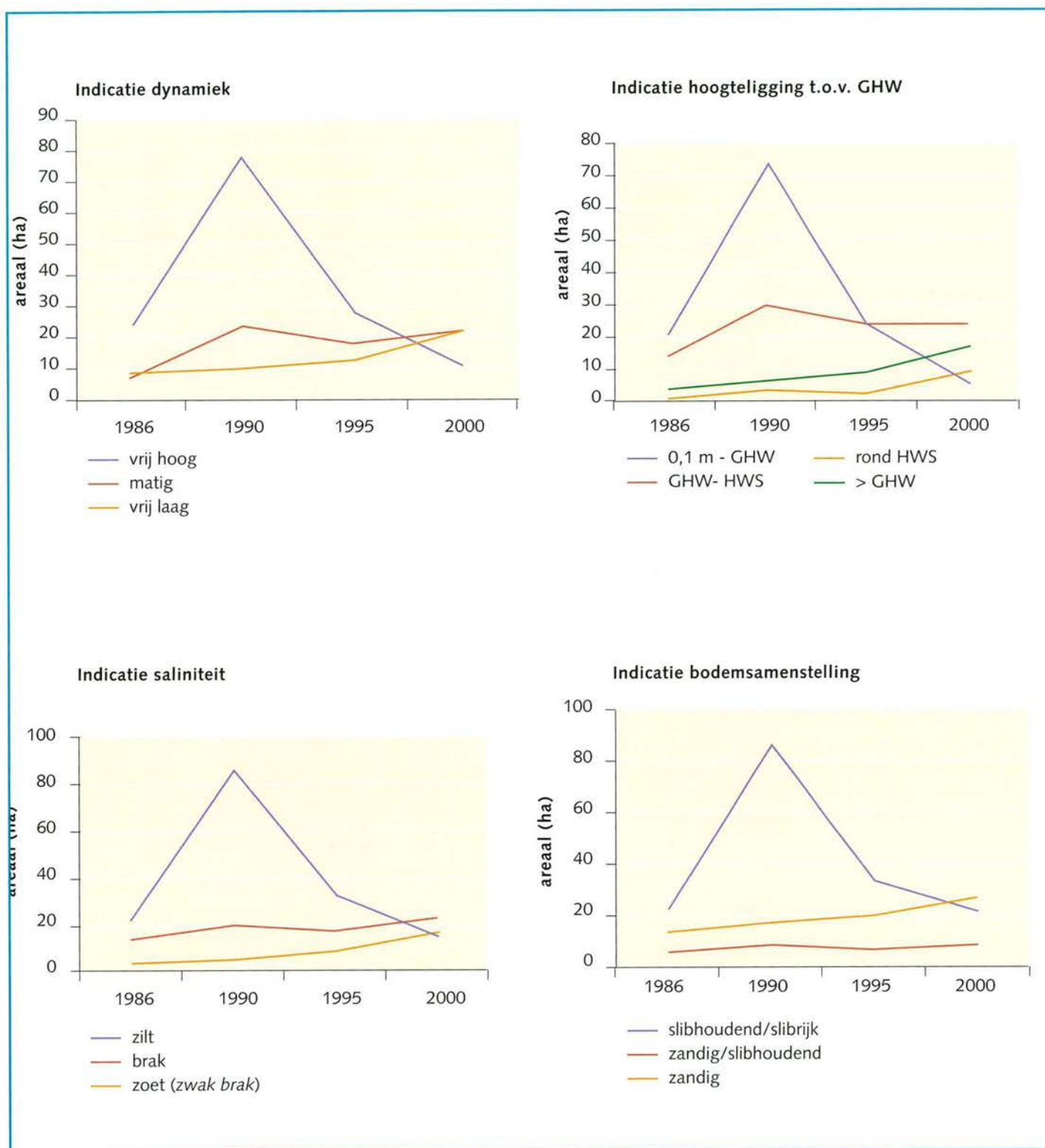


Figuur 7.7: Oppervlakteveranderingen
EU-habitattypen Brielse Gat 1986-2000

ligging ten opzichte van gemiddeld hoogwater (GHW) en een slibhoudende bodem - sterk is afgenomen. De oppervlakte vegetaties van matige tot lage dynamiek, brakke of zoete omstandigheden, een hoogteligging (ruim) boven GHW en zandige bodems is in de periode 1986-2000 daarentegen geleidelijk maar gestaag toegenomen.

Ook wanneer naar de opeenvolging van verschillende vegetatietypen in de tijd wordt gekeken ('successie') komt dit beeld duidelijk naar voren. In de periode 1986-2000 heeft er een verschuiving plaatsgevonden van de jonge successiestadia naar de oudere successiestadia. Er heeft zich een ontwikkeling voorgedaan van de eerste successiestadia van het schor met vooral zeer soortenarme vegetaties uit het zeekraalverbond naar meer ontwikkelde vegetaties van het middelhoge schor met soorten uit het verbond van Engels gras. Ook de aanzetten voor het vervolgstadium, het hoge schor met name het zilverschoonverbond, zijn al aanwezig. Ter illustratie geeft figuur 7.2 inzicht in de ontwikkelingsstadia van het schor.

Figuur 7.8: Indicatie veranderingen milieufactoren
Brielse Gat



7.2 Floristische veranderingen tussen 1986 en 2001

Veranderingen in natuurwaarde kunnen ook worden uitgedrukt in het voorkomen van 'waardevolle', zeldzame en bedreigde soorten, de zogenaamde 'aandachtssoorten'. Dit zijn soorten waarvan in het Nederlands en Europees natuurbeleid is bepaald dat ze speciale bescherming behoeven. Daarbij gaat het om typische soorten van schorren, zoals selderij en Engels gras, om soorten van natte duinvalleien zoals herfstbitterling en parnassia en om soorten van droge duinen en zeereep zoals zeewolfsmelk en blauwe zeedistel. Figuur 7.10 geeft het overzicht van de aangetroffen aandachtssoorten hogere planten per deelgebied, verdeeld over twee onderzoeksperioden: de periode voor de aanleg van de 'Slufter' (1980-1987) en de huidige situatie (1995-2001).

In de periode 1995-2001 zijn in totaal 31 verschillende aandachtssoorten aangetroffen. Vermoedelijk ligt het daadwerkelijk aantal hoger, omdat niet in alle deelgebieden complete flora-inventarisaties hebben plaats gevonden (tussen haakjes zijn enkele soorten vermeld die in het voorjaar van 2002 zijn aangetroffen). Het aantal aandachtssoorten is hoog voor een gebied van deze omvang, dat bovendien pas recent ontstaan is. De floristische waarde wordt vooral bepaald door het grote aantal aandachtssoorten van schorren, open droge duinen (inclusief de zeereep) en natte duinvalleien.

Voor de periode 1980-1987 komt het aantal aandachtssoorten uit op 29. Omdat in die periode wel alle deelgebieden aan goede flora-inventarisaties zijn onderworpen, zal dit het werkelijke aantal redelijk benaderen.

Uitgaande van de onderschatting over de periode 1995-2001 is de floristische betekenis van het Brielse Gat als geheel toegenomen met ca. 5 aandachtssoorten.

In de verschillende deelgebieden zijn de verschillen groter. Dan valt met name de spectaculaire toename op van het aantal aandachtssoorten op het Schor van Oostvoorne van 7 naar 21 aandachtssoorten (en mogelijk nog iets meer). Op de Westplaat is waarschijnlijk vooral het aantal schorrensoorten wat afgenomen. De ontwikkeling van de Kleine Slufter komt met 8-10 aandachtssoorten overeen met de verwachting voor een dergelijk jong gebied.

7.3 De voorspelde veranderingen uit het MER van 1984

In de Projectnota/MER uit 1984 zijn de effecten beschreven die het gevolg zouden zijn van de gekozen variant III. Onderstaand zijn die voorspellingen per deelgebied weergegeven.



Figuur 7.9: Zeekraal en zeeaster op slik Oostvoorne

soort		Kleine Slufter		Westplaat		schor/strand Oostvoorne	
		80-87	95-01	80-87	95-01	80-87	95-01
Selderij	<i>Apium graveolens</i>			●	●		●
Engels gras	<i>Armeria maritima</i>						●
Zilte zegge	<i>Carex distans</i>			●	●		●
Kwelderzegge	<i>Carex extensa</i>				●		●
Echt lepelblad	<i>Cochlearia officinalis</i> off.				●		●
Rode ogentroost	<i>Odontites vernus serotina</i>			●	●		●
Zilt torkruid	<i>Oenanthë lachenalii</i>			●	●		●
Dunstaart	<i>Parapholis strigosa</i>			●	●		●
Zeewegbree	<i>Plantago maritima</i>			●	●	●	●
Zeevetmuur	<i>Sagina maritima</i>			●	●		●
Engels slijkgras	<i>Spartina townsendii</i>		●	●	●	●	●
Schorrenkruid	<i>Suaeda maritima</i>		●	●	●	●	●
Echte heemst	<i>Althea officinalis</i>			●	●		●
Herfstbitterling	<i>Blackstonia perfoliata</i> ser.			●	●		●
Dwergzegge	<i>Carex oederi oederi</i>						●
Echt duizendguldenkruid	<i>Centaureum erythraea</i>			●	●		●
Strandduizendguldenkruid	<i>Centaureum littorale</i>			●	●		●
Fraai duizendguldenkruid	<i>Centaureum pulchellum</i>						●
Vleeskleurige orchis	<i>Orchis incarnata</i>			●	●		●
Stijve ogentroost	<i>Euphrasia stricta</i>			●	●		●
Geelhartje	<i>Linum catharticum</i>				●		●
Sierlijke vetmuur	<i>Sagina nodosa</i>			●	●		●
Parnassia	<i>Parnassia palustris</i>		●	●	●		●
Helm	<i>Ammophila arenaria</i>		●	●	●	●	●
Zeeraket	<i>Cakile maritima</i>		●	●	●	●	●
Zeewinde	<i>Calystegia soldanella</i>		●	●	●	●	●
Biestarwegras	<i>Elymus farctus</i>		●	●	●	●	●
Blauwe zeedistel	<i>Eryngium maritimum</i>		●	●	●	●	●
Zeewolfsmelk	<i>Euphorbia paralias</i>		●	●	●	●	●
Fijne kervel	<i>Anthriscus caucalis</i>		●	●	●		●
Scheve hoornbloem	<i>Cerastium diffusum</i>		●	●	●		●
Veldhondstong	<i>Cynoglossum officinalis</i>		●	●	●		●
Lathyruswikke	<i>Vicia lathyroides</i>		●	●	●		●
Ruw vergeet-me-nietje	<i>Myosotis ramosissima</i>		●	●	●		●
Zanddodengras	<i>Phleum arenarium</i>		●	●	●		●
Tengere vetmuur	<i>Sagina apetala</i>		●	●	●		●
totaal aantal aandachtssoorten		0	8 (10)	29	23 (26)	7	21

Figuur 7.10: Veranderingen voorkomen aandachtssoorten per deelgebied

Westplaat

Verwacht werd dat de Westplaat hoger zou worden en zich met maximaal 300 ha zou uitbreiden door sedimentatie van slib. Daarnaast werd een verruiging verwacht van de duinvalleivegetaties in de richting van vegetaties uit het zilverschoonverbond.

Door de keuze voor alternatief III werd verwacht de verslibbing te kunnen beperken, waardoor een meer geleidelijke successie mogelijk zou worden die zou leiden tot een gedifferentieerde schorrenvegetatie. De inschatting was dat de toen aanwezige natte duinvalleivegetaties niet of nauwelijks zouden verruigen.

Schor van Oostvoorne en Brielse Gatdam

Ook voor het (toenmalige) strand van Oostvoorne werden bij aanleg van alternatief III effecten verwacht onder invloed van (enige) opslibbing. Als gevolg van de verwachte slibsedimentatie werd ingeschat dat de reeds aanwezige duintjes niet meer verder zouden uitgroeien en dat ze de vegetatie van dat moment zouden behouden. Voorzien werd dat de vlakke achter deze duintjes zich zou ontwikkelen tot een 'groen strand' met zilte schorrenvegetaties en soorten als zilte rus, zeerus en melkkruid (associatie van zilte rus) en met soorten als gewoon kweldergras, zeeweegbree en schorrezoutgras (kweldergras-associatie). Voor de Brielse Gatdam werden geen veranderingen verwacht.

Duingebied van Voorne

In het MER werd de verwachting uitgesproken dat het duingebied van Voorne, ten zuiden van de Brielse Gatdam, een versnelde ontwikkeling zou doormaken richting struweel en bos. Dat zou tegelijkertijd leiden tot een afname van de diversiteit. De mate waarin die versnelde ontwikkeling zou optreden is niet gekwantificeerd en ook moeilijk los te koppelen van de al aanwezige trend naar afname van de dynamiek in het Brielse Gat als gevolg van eerdere veranderingen (aanleg Maasvlakte en afsluiting Haringvliet).

Kwade Hoek

Er werden geen effecten verwacht op de vegetatie van de Kwade Hoek.

7.4 De mogelijke rol van de 'Slufter' als verklaring voor de opgetreden veranderingen

Vergelijking met de voorspellingen uit 1984

Westplaat

De verwachtingen dat het schorrenareaal zich zou uitbreiden en meer gedifferentieerd zou worden en dat de



Figuur 7.11: Blauwe zeedistel in zeereep Oostvoorne



Figuur 7.12: Engels gras op schor Oostvoorne



Figuur 7.13: Engels lepelblad op schor Oostvoorne

zone met natte duinvalleivegetaties intact zou blijven zijn niet uitgekomen. De ontwikkeling en differentiatie van de schorrenvegetaties zijn juist gestagneerd en de kenmerkende waardevolle open pioniervegetaties van schor en natte duinvallei zijn in oppervlak achteruit gegaan.

Schor van Oostvoorne

De voorspellingen voor het Schor van Oostvoorne blijken in 2001 wel te zijn uitgekomen. Binnen de schorrenvegetaties domineren nu inderdaad de vegetatietypen uit het gewoon kweldergrasverbond en het verbond van engels gras. Alleen de (geringe) afname van het areaal primaire duintjes was niet voorzien.

Evaluatie: oorzaken van veranderingen en de rol van de 'Slufter'

De veranderingen in vegetatie en flora zouden het gevolg kunnen zijn van natuurlijke vegetatieontwikkeling (successie), natuurbeheer en natuurontwikkeling en van kustmorfologische veranderingen. Vooral de eventuele effecten van kustmorfologische trends zouden een indirect gevolg kunnen zijn van de aanleg van de 'Slufter'.

Natuurlijke successie als verklarende factor

Rond het Brielse Gat als geheel is in de periode 1986-2000 het areaal pioniervegetaties fors afgenomen - na een grote piek in 1990. Tegelijk nam het areaal gesloten graslandvegetaties van het lage en middelhoge schor toe. Binnen de strand- en duinvegetaties is het areaal pioniervegetaties licht toegenomen. De toename van de duinstruwelen is er echter beduidend groter; duingraslanden komen pas in de laatste jaren enigszins tot ontwikkeling. Het totaalbeeld wordt vooral bepaald door de ontwikkelingen op het Schor van Oostvoorne en in de Kleine Slufter. Op de Westplaat bleven de arealen 'hoog slik' en laag en middelhoog schor tamelijk stabiel. Wel duidt daar de flinke toename van het areaal duinstruweel op de invloed van successie. Op het Schor van Oostvoorne wordt het beeld gedomineerd door de snelle successie van pioniervegetaties van het hoge slik naar vegetaties van laag en middelhoog schor. De Kleine Slufter bevatte in 1995 nog uitsluitend pioniervegetaties, zowel van schorren als van stranden/duinen. In 2000 was hiervan 10% van het areaal in het graslandstadium beland.

Ook de berekende indicatiewaarden wijzen op successie als een bepalende factor. Op de Westplaat is de indicatie voor het pionierstadium in 2001 ten opzichte van de periode 1980-1987 licht afgenomen, terwijl de indicaties voor de latere successiestadia (graslanden, natte ruigten/verlandingsvegetaties en struweel) zijn toegenomen. Het beeld voor het Schor van Oostvoorne is vergelijk-

baar: de indicatiewaarde voor het pionierstadium nam hier sterk af terwijl de indicatiewaarde voor het latere successiestadium grasland juist sterk toenam. Kortom, alles wijst erop dat natuurlijke successie een belangrijke, zo niet de belangrijkste verklaring is voor de waargenomen veranderingen

Natuurbeheer en natuurontwikkeling

Kort voor aanleg van de 'Slufter' zijn populieren en wilgen aangeplant aan de voet van de Maasvlakte en zijn stuifschermen geplaatst. Een andere mogelijke factor is de aanleg van de primaire vallei als natuurontwikkelingsproject in 1987 en de verdere uitbouw ervan tot de huidige 'Kleine Slufter' in de periode 1993-95.

De struweelaanplant in het midden van de jaren '80 is op de vegetatiekaart van 1986 zichtbaar als een smalle strook duinstruweel langs de voet van de Maasvlakte. Het areaal struweel op de Westplaat is na 1986 sterk toegenomen, vooral langs de voet van Maasvlakte en Brielse Gatdam. Gezien dit ruimtelijk patroon is de struweeluitbreiding na 1986 slechts in beperkte mate veroorzaakt door verdere uitbreiding (via wortelopslag) van de aanplant. De gevolgen van het plaatsen van stuifschermen in de jaren '80 zijn op dit moment niet goed meer te beoordelen.

De 'primaire vallei' en Kleine Slufter zijn verantwoordelijk voor een substantieel deel van de toename van het totale begroeide areaal in het studiegebied tussen 1986 en 2000. De toename van strand- en duinvegetaties van 7 ha in 1986 tot 17 ha in 2000 komt voor 2/3 voor rekening van de Kleine Slufter.

Kustmorfologische veranderingen

In hoofdstuk 5 zijn de veranderingen in kustmorfologische kenmerken, m.n. bodemligging en -samenstelling beschreven. Mede op basis hiervan is onderzocht in hoeverre kustmorfologische factoren een verklaring vormen voor de waargenomen veranderingen in de vegetatieontwikkeling. Met name is gekeken in hoeverre er een relatie aanwezig is tussen de veranderingen in vegetatie en flora en de opgetreden veranderingen in bodemligging, slibgehalte en bodemschuifspanning.

Uit figuur 5.4 blijkt dat in het Brielse Gat de 1,5 m +NAP-lijn (als maat voor het startpunt van schorontwikkeling) in de loop van de tijd maar weinig is verschoven. De geringe veranderingen in bodemligging verklaren waarschijnlijk de beperkte uitbreiding van het schorrenareaal na 1987. Ook lijkt er binnen de schorren weinig of geen bodemophoging te hebben gevonden (het aantal

metingen is echter beperkt). De snelle vegetatiekundige ontwikkeling van het Schor van Oostvoorne is daarom vermoedelijk niet het gevolg van bodemverhoging.

In het Brielse Gat zijn de slibgehalten relatief laag en is er in de evaluatieperiode weinig veranderd. De snelle successie binnen de contouren van het Schor van Oostvoorne gaat niet gepaard met een substantiële verhoging van slibgehalten. Dit stemt overeen met de indicaties in figuur 7.8, die eerder op een afname van de slibrijkdom duiden. Veranderingen in slibgehalte geven dus geen goede verklaring voor de waargenomen ontwikkelingen in de vegetatie.

Bodemschuifspanning is een maat voor de (hydro-)dynamiek in het gebied. De bodemschuifspanning in het Brielse Gat lijkt na aanleg van de 'Slufter' te zijn toegenomen, waarschijnlijk als gevolg van het naar binnen schuiven en lager worden van het noordelijk deel van de Hinderplaat. Dit biedt misschien een gedeeltelijke verklaring voor de geringe toename van het schorrenareaal na 1987; een toename van de bodemschuifspanning lijkt echter niet goed te rijmen met de indicatie voor afname van de dynamiek in figuur 7.8.

Andere mogelijk relevante factoren

Het is mogelijk dat ook nog andere factoren van invloed zijn geweest.

Sommige ontwikkelingen op de Westplaat zijn mogelijk veroorzaakt door de relatief hoge ligging van de Westplaat op het moment dat de plaat in de luwte kwam te liggen na aanleg van de Maasvlakte. Ook een eventuele toename van zoete kwel uit de aangrenzende Maasvlakte of een eventuele afname van het zoutgehalte van het zeewater zouden een rol kunnen spelen. Dit laatste is echter op grond van de relatief hoge indicaties voor zilte en brakke omstandigheden in de pq's op het Schor van Oostvoorne minder waarschijnlijk (zie figuur 7.8). Geen van deze factoren biedt echter een goede verklaring voor het totaal der waargenomen veranderingen.

De invloed van aanleg van de 'Slufter' op vegetatie en flora

De invloed van de 'Slufter' op de beschreven ontwikkelingen lijkt al met al beperkt. De aan het project gerelateerde aanleg van de 'primaire vallei', en de uitbouw tot 'Kleine Slufter' hebben geleid tot het ontstaan van bijna 10 ha jonge duin- en schorvegetaties en nieuwe vindplaatsen van aandachtsoorten. De voorspelde morfologische veranderingen zijn vooralsnog vrijwel geheel uitgebleven. Mogelijk heeft de afscherming van het depot tegen golven vanuit het noordwesten een (kleine) bijdrage geleverd aan de snelle successie van de schorrenvegetaties.

Voor het overige lijken de waargenomen veranderingen vooral het gevolg van spontane ontwikkeling door successie en mogelijk ook van de aanplant van struweel op de Westplaat en toegenomen zoete kwel uit de Maasvlakte.

7.5 Veranderingen in de duinen van Voorne 1987-1995

In 1984 werd in het milieu-effectrapport voor het duingebied van Voorne een versnelde successie - verandering van jonge open vegetaties in struweel of bos - voorspeld, gepaard gaand met een afname van de diversiteit in het typische buitenduinmilieu als gevolg van de afname van zoutinwaai of 'saltspray' (zie kader). Een kwantitatieve voorspelling was niet mogelijk.

Zoutinwaai of 'saltspray'

Een belangrijke oorzaak van het versneld dichtgroeien van de open vegetaties is waarschijnlijk de afname van de hoeveel zout die bij wind van zee in het duingebied belandt ('saltspray'). Omdat de meeste bomen en struiken niet goed tegen zout kunnen, zorgt een normaal niveau aan zoutinwaai ervoor dat vegetaties tot op 1 à 1,5 km van zee langdurig in de waardevolle pionier- of graslandfase kunnen blijven.

Saltspray ontstaat doordat hoge golven in de brandingszone breken op zandbanken of het strandprofiel.

Afhankelijk van de golfenergie worden hier kleine zoute waterdeeltjes de lucht in 'geschoten'. Deze deeltjes (zoutaerosolen) worden vervolgens door aanlandige wind naar de duinen vervoerd. De hoeveel zout die vanaf de kustlijn binnenkomt hangt af van de kracht van de branding – die weer wordt bepaald door de golfhoogte en de steilte van het kustprofiel – en de afstand waarover de zoutaerosolen door de wind worden getransporteerd. Omdat de zoutdeeltjes weer langzaam terugvallen – de grootste het snelst – neemt de hoeveelheid zout in de wind geleidelijk weer af.

In de duinen van Voorne is de zoutinwaai al decennia lang afgenomen, omdat Voorne steeds verder van de hoge golven van de volle Noordzee af is komen te liggen. Aan de noordkant belemmert het Rotterdamse haven- en industriegebied de zoutinwaai, terwijl aan de westkant de ondiepten van de Voordelta (tot de Hinderplaat) er voor zorgen dat de branding inmiddels op ettelijke kilometers van de Voornse stranden is komen te liggen. De hoge golven op de Noordzee veranderen al ver van Voorne in veel lagere golven. De lage golven voor de Voornse stranden leveren minder zout aan lucht en wind en de zoute wind die in de brandingszone is ontstaan verliest onderweg naar de kust weer een deel van zijn zoutaerosolen.

Om na te gaan of de aanleg van de 'Slufter' tot een extra afname van de saltspray zou leiden, met negatieve gevolgen voor de flora van Voornes duin, zijn in de eerste jaren van het evaluatie zowel aan de zoutinwaai als aan de flora metingen verricht. In het eerste evaluatierapport werd op basis van zoutmetingen uit 1990 geconcludeerd dat er geen meetbare veranderingen waren opgetreden onder invloed van de aanleg van 'Slufter'. De zoutmetingen zijn daarom niet vervolgd. In het tweede evaluatierapport uit 1997 werd geconstateerd dat de flora in de duinen van Voorne in 1995 ten opzichte van 1987 en de periode daarvoor minder snel achteruit ging en op een aantal punten zelfs herstel vertoonde, waarschijnlijk als gevolg van intensivering van beheer. Een relatie met de aanleg van de 'Slufter' kon niet worden aangetoond. Mogelijk worden eventuele negatieve effecten gecompenseerd door het positieve effect van de toegenomen beheersinspanning. Om deze redenen werd besloten ook dit deel van het monitoringprogramma niet langer te continueren.

In deze paragraaf wordt een samenvatting gegeven van de resultaten van het onderzoek t/m 1995 aan de hand van de betreffende paragraaf uit het evaluatieonderzoek uit 1997 (Werkgroep Evaluatie Slufter, 1997).

Flora-onderzoek

In de duinen van de noordwestkust van Voorne zijn flora-inventarisaties uitgevoerd in 1987 en in 1995. Met dezelfde methode was eerder onderzoek gedaan in de periodes 1962-1968 en 1979-1981.

Het aantal belangrijke, meer of minder sterk bedreigde soorten (Rode Lijstsoorten) was in 1995 beduidend lager dan in de periode 1962-1968: zie figuur 7.14. Ten opzichte van 1987, net na aanleg van de 'Slufter', blijkt de situatie in 1995 echter zowel in totaal aantal soorten als in aantal Rode Lijstsoorten te zijn verbeterd.

Analyse van veranderingen in de flora

De veranderingen in de flora van de periode 1962-1968 tot en met 1995 zijn onderworpen aan een statistische analyse aan de hand van berekening van de 'floristische kwaliteit' (Tamis & Groen, 1997). De 'floristische kwaliteit' is een index, die per biotooptype aangeeft hoe goed de daarvoor specifieke flora ontwikkeld is.

De veranderingen in de loop van dertig jaar zijn groot, maar - op grond van deze index - over het geheel genomen vrij gunstig. Van de meest waardevolle en specifieke milieutypen is alleen de floristische kwaliteit van de zee-reep afgenomen, en bovendien fors. Van de andere voor dichtgroei en verruigen gevoelige typen wijkt de index voor voedselarme natte duinvalleien en voor voedselarme droge duingraslanden in 1995 nauwelijks af van die in

1965, met wat lagere waarden in 1980 en 1987; de verschillen zijn statistisch niet significant. De voedselarme vochtige duinvalleien geven een duidelijke verbetering te zien, ook weer met wat lagere waarden in 1980 en 1987. De indexen voor andere typen zijn toegenomen, het sterkst voor duinmeren en verschillende bos- en struweel-typen.

De floristische kwaliteit is echter een maat die bepaald wordt door soorten die aan de ene kant tamelijk specifieke eisen stellen aan hun biotoop, maar aan de andere kant niet al te zeldzaam zijn. Zeldzame, daarom vaak ook bedreigde soorten, hebben minder invloed op deze index. Wanneer de analyse wordt toegespitst op de ontwikkeling in het voorkomen van Rode Lijstsoorten, is het beeld minder positief: zie figuur 7.15.

Door Tamis & Groen is ook geprobeerd een relatie te leggen tussen de veranderingen in de duinflora (in termen van floristische kwaliteit) en de stapsgewijze uitbouw van het Rotterdamse haven- en industriegebied. De analyse was gebaseerd op de hypothese dat veranderingen in de duinen rond Oostvoorne, dus op korte afstand van vroegere uitbreidingen van het havengebied, eerder en mogelijk sneller zouden verlopen dan in de duinen richting de Groene Punt, waar de zee-invoel vermoedelijk pas later is afgenomen. Uit vergelijking van drie deelgebieden bleek dat alleen voor natte bossen de ontwikkeling bij Oostvoorne significant sneller is verlopen dan bij de Groene Punt.

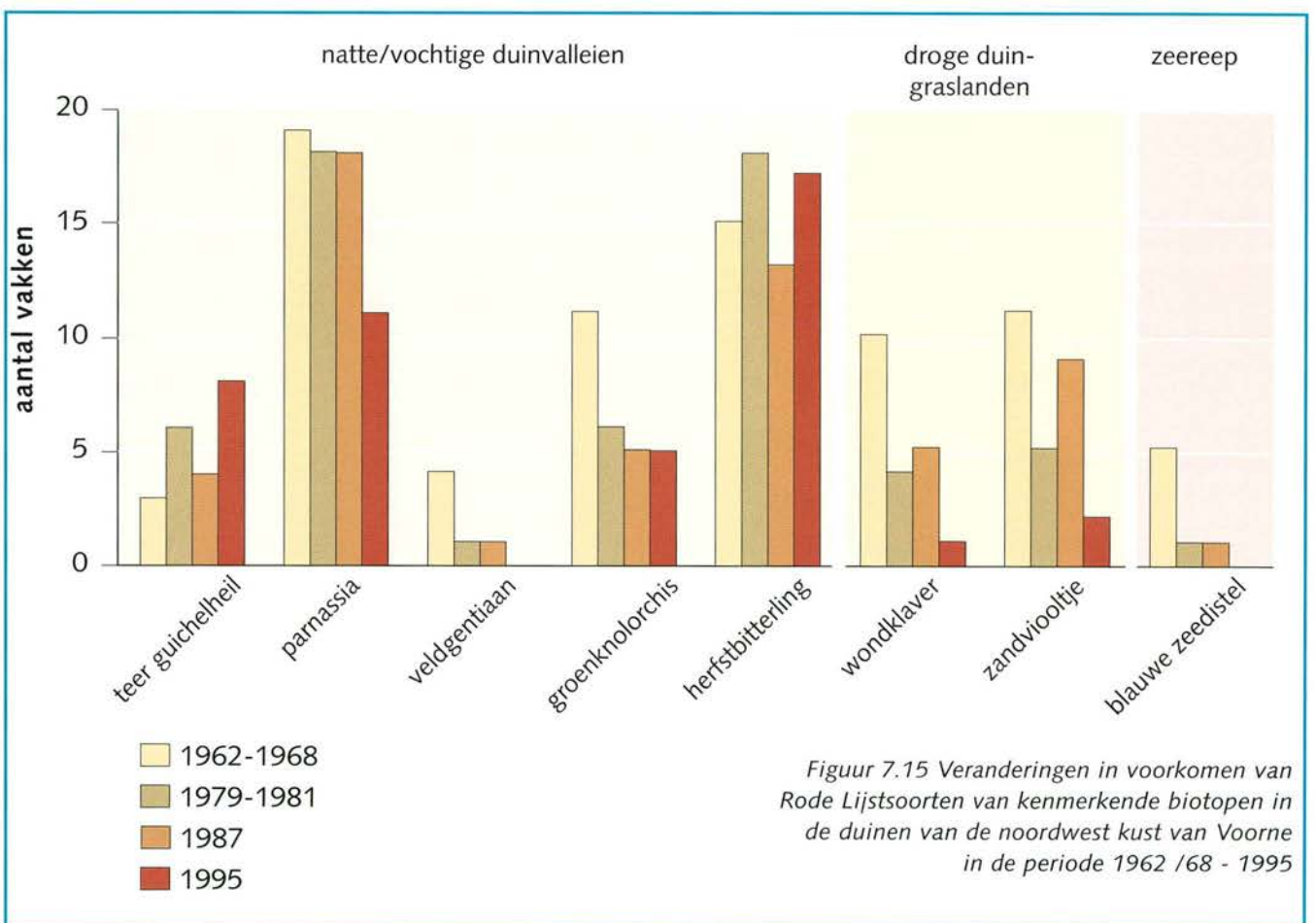
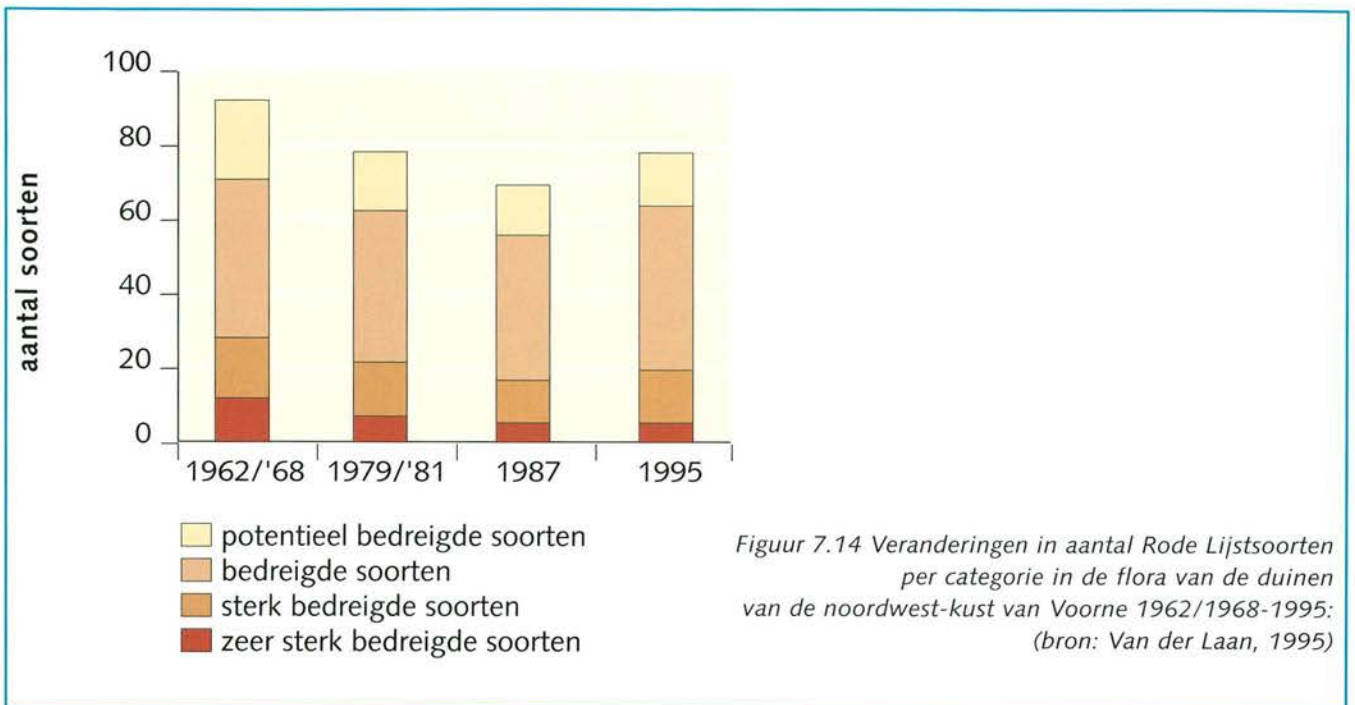
Dit wil niet zeggen dat er overigens geen verband is tussen veranderingen in saltspray en in vegetatie en flora. Deze relatie is inmiddels aangetoond in het kader van onderzoek rond de aanleg van een tweede Maasvlakte (Gremmen & van Tongeren, 1999), op basis van gegevens uit de duinen van heel Goeree en Voorne over de periode 1934-1989.

7.6 Conclusies en aanbevelingen

Op grond van het evaluatieonderzoek naar de vegetatie-ontwikkelingen rondom het Brielse Gat in de periode 1986-2001 kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

Huidige situatie

In 2000 besloeg het begroeide areaal in het onderzoeksgebied totaal 54 ha, een toename ten opzichte van 1986 van 16 ha. De 54 ha is verdeeld over drie deelgebieden: Kleine Slufter (9 ha), Westplaat (19 ha) en Schor van



Oostvoorne (26 ha). Ca. 70% van het areaal bestond in 2000 uit schorrenvegetaties, de rest werd gevormd door vegetaties van strand en duin. De natuurwaarde van deze vegetaties is zeer hoog. Alle onderscheiden natuurtypen worden gekwalificeerd als 'belangrijk' of 'zeer belangrijk' en vrijwel het hele areaal behoort tot habitattypen die zijn vermeld in bijlage 1 van de EU-Habitatrichtlijn. In de periode 1995-2001 zijn in het studiegebied 31 waardevolle plantensoorten aangetroffen. In de Kleine Slufter groeiden 8 verschillende aandachtsoorten, op de Westplaat 23 en op het Schor van Oostvoorne 21.

Ontwikkelingen in vegetatie en flora 1986-2001

Het begroeide areaal in het Brielse Gat is ten opzichte van 1986 toegenomen met ca. 40%. In 1990 was het totale begroeide areaal tijdelijk veel groter, ongeveer het dubbele van dat in 2000. Dit sterk wisselende beeld van het areaal pioniervegetaties wordt vooral bepaald door de invloed van kustmorfologische dynamiek. De zeer ijle begroeiingen zijn bovendien niet goed te karteren; Het oppervlak aan meer stabiele vegetatietypen is ten opzichte van 1986 fors toegenomen. De ecologische indicaties duiden op afnemende dynamiek, ophoging van de bodem, afname van het slibgehalte en verzoeting. Het aantal aandachtsoorten is ten opzichte van de periode voor aanleg van de 'Slufter' licht toegenomen, van 29 tot 31; door onderschatting in de laatste periode is de toename in werkelijkheid vermoedelijk iets groter.

Oorzaken van veranderingen en de rol van de 'Slufter'

De belangrijkste oorzaak van veranderingen is waarschijnlijk de autonome ontwikkeling door successie van de in 1987 aanwezige, relatief jonge vegetatietypen. Veranderingen in belangrijke kustmorfologische factoren als hoogteligging en slibgehalte zijn daarbij niet of nauwelijks opgetreden. De ontwikkeling van pioniervegetaties in de Kleine Slufter is een direct gevolg van de aanleg van dit project. Op de Westplaat spelen mogelijk ook de vroegere aanplant van struiken en bomen en toegenomen zoete kwel vanuit de Maasvlakte een rol. De snelle successie van de schorrenvegetatie op het Schor van Oostvoorne zou (deels) een gevolg kunnen zijn van afgenomen golfdynamiek vanuit het noordwesten. Ook het stagneren van de ontwikkeling van primaire duintjes op het strand van Voorne kan hiermee samenhangen. De invloed van de 'Slufter' lijkt daarmee vooralsnog beperkt te zijn.

Monitoringprogramma

De vegetatieontwikkeling is tijdens de evaluatieperiode goed gemonitord.

De floristische veranderingen zijn niet gemonitord.

Evaluatie was alleen mogelijk dankzij de beschikbaarheid van andere gegevens. De monitoring van bodemligging als hulpmiddel om effecten van aanleg van de Slufter op de vegetatie te verklaren liet te wensen over, omdat de schorren en hun directe omgeving vaak net buiten het goed ingemeten gebied vielen.

De ontwikkelingen in de vegetatie in het Brielse Gat geven een fraai beeld van de natuurlijke successie in kustecosystemen. Vooral de ontwikkeling op het Schor van Oostvoorne is bijzonder. Vanwege de hoge graad van natuurlijkheid en de hoge natuurwaarden verdient het aanbeveling zo min mogelijk in te grijpen. De geplande beëindiging van het autostrand sluit hier goed bij aan. Wellicht is op langere termijn begrazing van het Schor van Oostvoorne gewenst om verdergaande veroudering, vergrassing en verstruiking tegen te gaan.

Verdere monitoring van vegetatie en flora is gewenst, omdat de veranderingen van de morfologie en vegetatie van het Brielse Gat op afzienbare termijn waarschijnlijk nog niet zullen stoppen. De vegetatie dient op basis van een vaste typologie te worden gekarteerd; vegetatiekundige opnamen zouden bij voorkeur in pq's moeten worden gesitueerd. Tevens is het gewenst eveneens vijfjaarlijks een floristische inventarisatie uit te voeren. Bij de loding c.q. bemonstering van bodemligging en bodemsamenstelling moeten juist ook de begroeide delen tot de voet van duinen en dammen integraal worden meegenomen. Het verdient aanbeveling om bij een volgende evaluatie met behulp van modelberekeningen nader in te gaan op de mogelijke invloed van de 'Slufter' op de kustmorfologische dynamiek (bodemschuifspanning) aan de zeezijde van de schorrenvegetaties, in relatie tot het verschijnen en verdwijnen van prille zeekraalvegetaties.

8 Vogels en zoogdieren

Onder de rook van de Maasvlakte en de 'Slufter' bevindt zich een – ook in internationaal opzicht – belangrijk vogelgebied. Uit de eerdere evaluaties was al duidelijk geworden dat er 's winters in de Haringvlietmond en rondom de 'Slufter' grote aantallen foeragerende kustvogels verblijven. Aantallen die voor sommige soorten regelmatig meer dan 1% van de biogeografische populatie bedragen. Deze norm wordt internationaal gehanteerd om het belang van een vogelgebied aan te geven.

Daarnaast blijken de ondiepe slikken en platen in combinatie met de visrijke wateren een aantrekkelijk leefgebied voor een kleine populatie zeehonden.

De ontwikkelingen in zowel de stand van de trekvogels, wintergasten, broedvogels als aanwezige zeezoogdieren wordt al vanaf de aanleg van de 'Slufter' gemonitord. De foeragerende kustvogels in het gebied van de Westplaat/'Slufter' worden maandelijks vanaf de kant geteld door de Stichting Ornithologisch Station Voorne. Daarnaast hebben in de periode 1984-2000 (in principe) maandelijks tot tweemaandelijks watervogeltellingen plaatsgevonden vanuit een vliegtuigje. Deze tellingen zijn echter niet in alle jaren met dezelfde intensiteit verricht. Tijdens de tellingen vanuit de lucht zijn ook steeds de waarnemingen van zeehonden meegenomen. De broedvogels zijn sinds 1986 jaarlijks geïnventariseerd door de Stichting Ornithologisch Station Voorne.

8.1 Foeragerende kustvogels

Ontwikkeling van aantallen

De natuurwaarde van de Nederlandse kust en in het bijzonder de Wadden en de Voordelta wordt in belangrijke mate veroorzaakt doordat het – ook in internationaal opzicht – vermaarde vogelgebieden zijn, met name door de zeer grote aantallen foeragerende kustvogels die er jaarlijks verblijven. Onbetwiste leider daarbij zijn natuurlijk de Wadden, maar de waarde van de Voordelta voor foeragerende kustvogels is groeiend. Om de ontwikkelingen te volgen worden in de Voordelta – met inbegrip van de Haringvlietmond – jaarlijks uitgebreide tellingen verricht. De resultaten van deze tellingen vormen de basis voor de analyse van de betekenis van de 'Slufter' op foeragerende kustvogels.

Bij de analyse van de ontwikkelingen van de aantallen foeragerende kustvogels zijn in principe alle waarnemingen over de periode 1986-2001 betrokken. Dat leidt al snel tot vrij astronomisch hoge aantallen 'vogeldagen'. Een vogeldag is gedefinieerd als een waarneming van een bepaalde vogel op een teldag. Beleidsmatig zijn niet alle



Figuur 8.1: Eidereend

soorten echter even belangrijk. Het zijn met name de 'aandachtssoorten' die gewicht in de schaal leggen en bepalend zijn voor de natuurwaarde van een gebied. Aandachtssoorten zijn alle soorten waaraan in het rijks- en/of EU-natuurbeleid een beleidsmatige status is toegekend. Dat houdt in dat de betreffende soort moet voorkomen op bijlage 1 van de EU-vogelrichtlijn, de nationale rode lijst van vogels of op het voorstel voor uitbreiding daarvan voor niet-broedvogels. De lijst van waargenomen aandachtssoorten over de periode 1995-2000 omvat 33 soorten met scholekster (5322), tureluur (3086) en wulp (2272) als de absolute top drie van het studiegebied (tussen haakjes zijn de gemiddelde maxima over de laat-

Figuur 8.2: Bontbekplevier



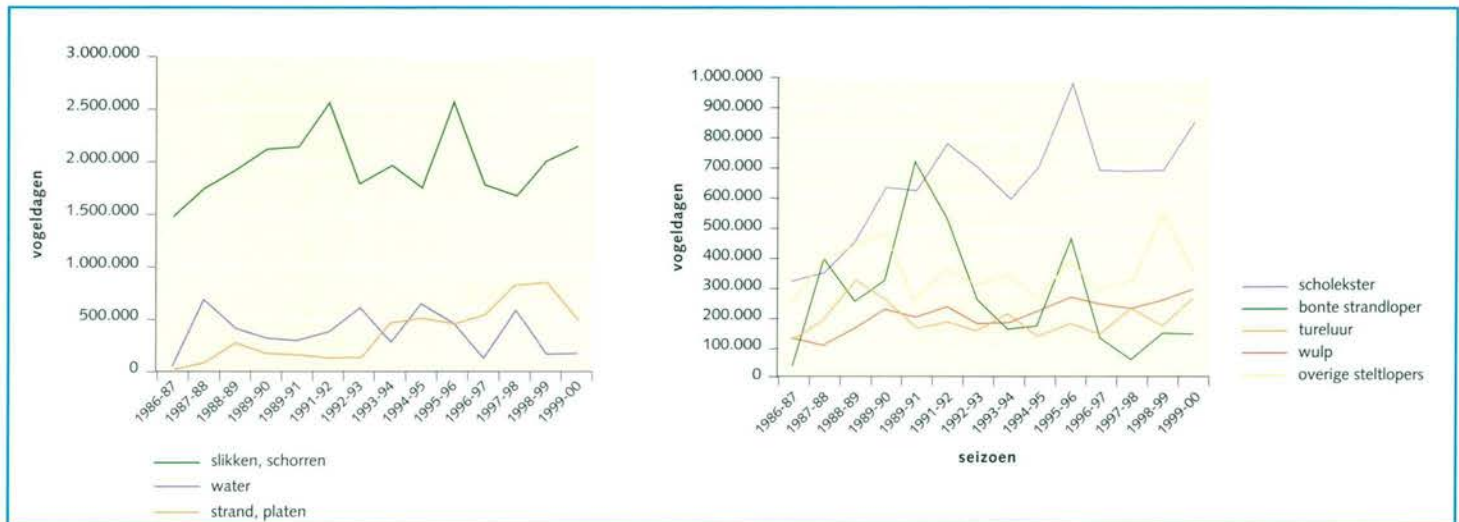
ste vijf jaar vermeld) en notoir zeldzame gasten als slechtvalk en zwarte stern met gemiddeld 1 waarneming per jaar als hekkensluiter. Daartussen bevinden zich soorten eenden als bergeend, smient, pijlstaart toppereend en zwarte zee-eend en naast de top 3 ook nog andere steltlopers als kluut, bontbekplevier, goudplevier, zilverplevier, kievit, 3 soorten strandlopers en rosse grutto die de afgelopen 5 jaar in vele honderden tot enkele duizendtallen zijn waargenomen. Het blijft – ook voor ervaren vogelaars – bijzonder om dit soort aantallen bepaald niet alledaagse vogels onder de rook van een van 's werelds grootste haven- en industriecomplexen te kunnen waarnemen.

Om grip te krijgen op de ontwikkelingen en de mogelijke invloed van de 'Slufter' daarop is de lijst van aandachtssoorten nader ingedeeld naar het biotoopgebruik van de vogels. Daarbij is een indeling in drie groepen gehanteerd:

- op slikken en schorren foeragerende vogels (steltlopers en ganzen e.d.);
- vogels van open water (eenden en futen e.d.);
- op intergetijdengebied en hoogwatervluchtplaatsen rustende vogels die hun voedsel uit het water of elders halen (meeuwen, sterns, aalscholvers e.d.).

Figuur 8.3 geeft de ontwikkelingen weer van de aantallen van de verschillende soortgroepen (waarbij de steltlopers en eenden/ganzen afzonderlijk zijn weergegeven). Figuur 8.4 laat hetzelfde zien voor de groep steltlopers.

Uit beide figuren blijkt dat de fluctuaties aanzienlijk zijn, maar ook dat de betekenis van het studiegebied voor foeragerende kustvogels na aanleg van de 'Slufter' lijkt te zijn toegenomen, met name voor vogels van slikken en schorren en de vogels van stranden en platen. Het aantal 'vogeldagen' van vogels van slikken en schorren liep op van ongeveer 1,5 miljoen in 1986-1987 tot ruim 2 miljoen in het seizoen 1999-2000, met uitschieters tot boven de 2,5 miljoen in 1991/1992 en 1995/1996. Het aantal vogeldagen van soorten van stranden en platen vertienvoudigde van ongeveer 50.000 in 1986/1987 tot ongeveer 500.000 in 1999-2000. Een directe verklaring hiervoor is niet gevonden. Van de steltlopers vertoont de scholekster een duidelijk positieve trend, evenals – in iets mindere mate – de wulp. De bonte strandloper daarentegen lijkt – ondanks grote schommelingen – toch te zijn afgenomen. Ook de aantalsontwikkeling van de meeuwen (niet als figuur opgenomen) vertonen een sterk stijgende trend: van nagenoeg afwezig in 1986 tot 700.000 vogeldagen in het seizoen 1997-1998 tot een niveau van 350.000 vogeldagen in het seizoen 1999-2000. De vogels van open water (niet als figuur opgenomen) vertonen over de gehele periode sterke schommelingen. De zwarte zee-eend kwam alleen in 1987-1988 en in 1995-1996 in grote aantallen voor.



Figuur 8.3: Ontwikkeling in aantal vogeldagen voor vogels van slikken en schorren, vogels van open water en vogels van stranden en platen

Figuur 8.4: Ontwikkeling in aantal vogeldagen voor steltlopers

Natuurwaarden

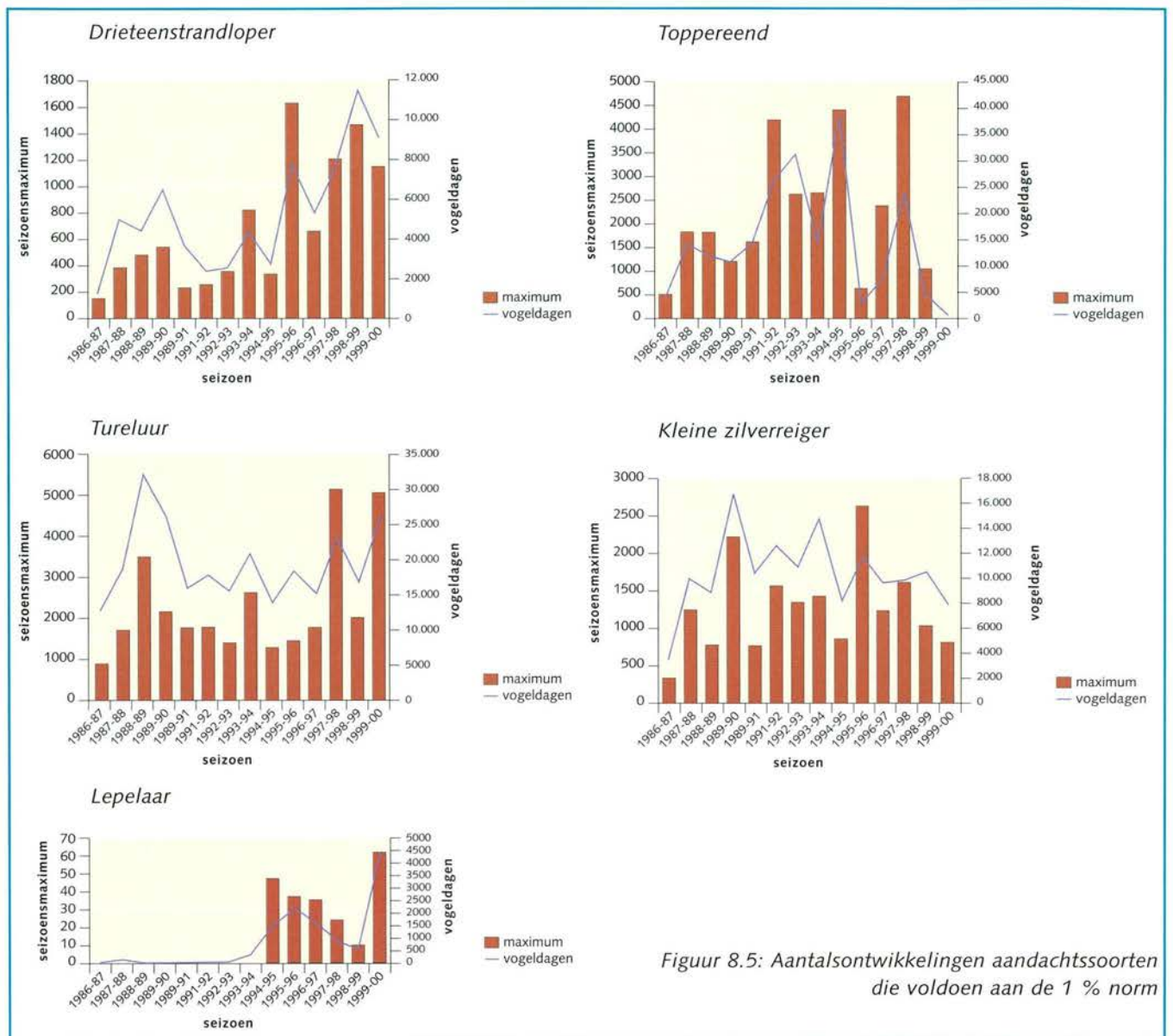
De natuurwaarde van de foeragerende kustvogels wordt vooral bepaald door de genoemde 33 aandachtsoorten die over de afgelopen vijf jaar zijn waargenomen. Het overgrote deel hiervan (23 soorten) betreft soorten van slikken en schorren. Daarnaast komen er aandachtsoorten voor van open water (4) van stranden en platen (5) en een enkele roofvogelsoort. Ook uitgedrukt in aantallen vogeldagen blijkt de natuurwaarde van het studiegebied vooral bepaald te worden door de groep vogels van slikken en schorren: bijna 90 % van het totale aantal vogeldagen van aandachtsoorten komt voor rekening van de groep van slikken en schorren. Een belangrijke norm voor het bepalen van het (internationale) belang van een bepaald gebied voor foeragerende kustvogels is in hoeverre het aantal aandachtsoorten dat er voorkomt regelmatig de internationaal belangrijke 1 %- norm overschrijdt. Het studiegebied blijkt die belangrijke 1 %-norm over de periode 1995-2000 voor vijf soorten te halen: lepelaar, toppereend, zilverplevier, drieteenstrandloper en tureluur. Wederom een illustratie van het natuurbelang van de Haringvlietmonding.

Figuur 8.5 laat de ontwikkelingen van de aantallen van deze soorten zien over de gehele studieperiode 1986-2000. Van de vijf soorten vertonen lepelaar, drieteenstrandloper en (minder duidelijk) tureluur een duidelijk stijgende trend over de gehele periode. De aantallen vogeldagen van de zilverplevier vertonen grote schommelingen, maar de aantallen liggen ook gedurende de laatste jaren beduidend boven die van het beginjaar van

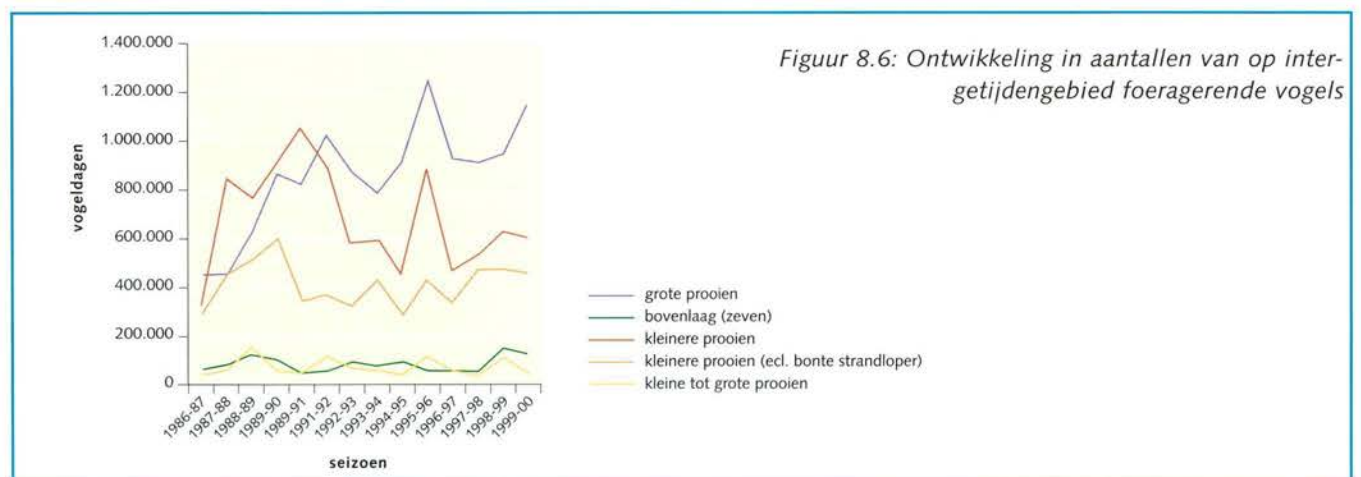
de evaluatieperiode (1986/1987). De toppereend is na een aantal hoge pieken de laatste jaren nagenoeg verdwenen als wintergast.

De verschillende soorten foeragerende kustvogels kennen ook elk hun eigen typische voedselstrategie. Ten behoeve van de analyse zijn zeven verschillende voedselstrategieën onderscheiden: planteneters, 'zevers', bodemdiereters (op de slikken), bodemdiereters (onder water), viseters, roofvogels en opportunisten. Met name de ontwikkelingen in de aantallen 'bodemdiereters' zijn interessant, omdat uit hoofdstuk 5 is gebleken dat er sterke veranderingen zijn opgetreden in de stand van kokkels en (halfgeknotte) strandschelpen. Uitgedrukt in aantallen vogeldagen blijkt het belang van het studiegebied voor bodemdiereters (die met name op grote (schelp-)dieren foerageren) te zijn toegenomen van ongeveer 420.000 vogeldagen in 1986-1987 tot meer dan 1,1 miljoen vogeldagen in 1999-2000 (figuur 8.6). Het aantal vogeldagen van bodemdiereters die op kleinere prooien foerageren vertoont sterke schommelingen, zonder dat er een duidelijke trend in te herkennen is.

Samenvattend is duidelijk dat de aantallen foeragerende kustvogels grote schommelingen vertonen, zonder dat er een echte trend in te herkennen valt. Wellicht ook niet zo verwonderlijk omdat voor deze soorten per definitie geldt dat ook omstandigheden in bijvoorbeeld de broedgebieden en of weersomstandigheden in de winter van evident belang kunnen zijn (zie ook paragraaf 8.5). Een uitzondering vormt de aantalsontwikkeling van het aantal vogeldagen van de scholekster (bijna een verdrievoudiging in



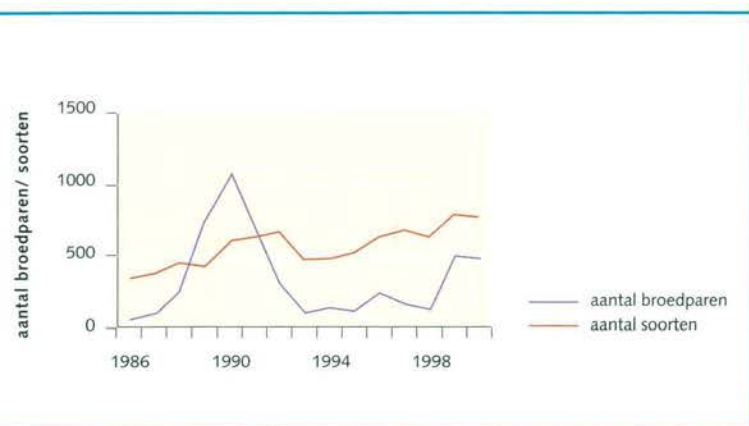
Figuur 8.5: Aantalsontwikkelingen aandachtsoorten die voldoen aan de 1 % norm



Figuur 8.6: Ontwikkeling in aantallen van op inter-getijdengebied foeragerende vogels



Figuur 8.7: Bonte strandloper



Figuur 8.8: Ontwikkelingen aantallen broedvogelparen 1986-2000

de onderzoeksperiode tot ongeveer 0,8 miljoen vogeldagen), en drieteenstrandloper (een min of meer gestage toename over de gehele onderzoeksperiode). Het aantal meeuwen en lepelaars is vanaf 1994 duidelijk toegenomen. Van ander belangrijke aandachtsoorten als bonte strandloper, zwarte zee-eend en toppereend zijn de fluctuaties dermate groot dat geen trend is vast te stellen.

8.2 Broedvogels

Ook het onderzoek naar de aantalsontwikkelingen van de broedvogels is gericht op 'aandachtsoorten', zeldzame en bedreigde soorten, waar in het natuurbeleid een hoge waarde is toegekend. In totaal komen in het studiegebied 15 aandachtsoorten voor. De analyse van de mogelijke oorzaken van de veranderingen is gericht op

alle broedvogels, die zijn ingedeeld in zes verschillende ecologische groepen (strand, schor, open water, rietland/ruigte, open droog duin en struweel/bos). Tevens zijn zes deelgebieden onderscheiden: het Distripark/voormalig Sluftermeer (ca. 220 ha), Baggerdepot (ca. 260 ha), Kleine Slufter (ca. 22 ha), Vogeleiland (3,5 ha) (alleen tussen 1987 en 1993), Westplaat (ca. 24 ha) Schor en strand van Oostvoorne (ca. 40 ha).

In het jaar 2000 zijn in het studiegebied 489 broedparen vastgesteld, verdeeld over 31 soorten. Dit is een duidelijke toename ten opzichte van 1986, toen slechts 14 soorten met in totaal 49 broedparen werden aangetroffen. De toename van het aantal soorten heeft geleidelijk plaatsgevonden. Ondanks deze toename is het aantal soorten vergeleken met andere natuurgebieden nog steeds vrij laag.

Figuur 8.8 laat de ontwikkeling zien van het aantal broedparen in de periode 1986-2000. De piek rond 1990 is te verklaren door het kortstondige bestaan van het voormalige Vogeleiland. Ook rond het Sluftermeer/Distripark heeft zich in de periode 1990-1992 een piek voorgedaan. Met het opspuiten en de latere ingebruikname van het Distripark vanaf 1992 is het belang van dit gebied voor broedvogels sterk afgenomen. In de overige deelgebieden heeft zich een meer geleidelijke ontwikkeling voltrokken. Rond de 'Slufter' is het aantal geleidelijk toegenomen tot het maximum van 150 broedparen in 2000. De aanleg van de Kleine Slufter in 1994 leverde al snel (1995) een vrij sterke toename op van de aantallen paren broedvogels tot 130 paar, met daarna een terugval tot slechts 15 broedparen in 2000. Op de Westplaat lopen de aantallen uiteen van 30 tot 100 met de laatste jaren een vrij laag niveau.

De veranderingen in natuurwaarden laten zich het best beschrijven in veranderingen van de aantallen aandachtsoorten broedvogels. In 2000 zijn er in het studiegebied 11 aandachtsoorten aangetroffen, met in totaal 362 broedparen en een totale dichtheid van ongeveer 70 per 100 ha. Die dichtheid is zeer hoog, want in ornithologisch vermaarde natuurgebieden als de duinen van Voorne en Goeree lag de gemiddelde dichtheid in 1996 op 27 broedparen per 100 ha. Tabel 8.1 laat de verdeling van de broedparen aandachtsoorten over de verschillende deelgebieden zien in 2000.

De dijk van de 'Slufter' en het Distripark blijken daarbij – min of meer verrassend – het overgrote aandeel van de totale natuurwaarde te vertegenwoordigen (348 van de in totaal 362 broedgevallen aandachtsoorten).

Tabel 8.1 Aantal aandachtsoorten, broedparen en dichtheid broedparen in 2000

	Deelgebieden					Studiegebied
	Slufter/ dijk	Distripark/ Sluftermeer	Kleine Slufter	Vogel- eiland	West- plaat	totaal
aantal aandachtsoorten	6	6	3	-	3	11
aantal broedgevallen	128	220	6	-	8	362
dichtheid per 100 ha	49	100	27	-	33	69

De 'officiële' natuurgebieden Kleine Slufter en Westplaat (deel uitmakend van het Vogelrichtlijngebied 'Voordelta') vertegenwoordigen bij elkaar slechts 4 % van de totale natuurwaarde. Deels komt dit door het geringere areaal, maar ook de dichtheden zijn beduidend lager. Figuur 8.9 geeft inzicht in de ontwikkelingen van de aantallen en broedparen aandachtsoorten in de periode 1986-2000.

De hoge aantallen aandachtsoorten broedvogels in de jaren 1988-1992 blijken vooral op het conto te komen van kolonievormende kustvogels: grote stern, dwergstern en visdief en in iets mindere mate de kluut. Alle vier zijn het zeer waardevolle, sterk aan het kustgebied gebonden broedvogels. Tabel 8.2 laat zien dat een zeer groot percentage van alle aangetroffen broedparen in het studiegebied (niet alleen de aandachtsoorten) gebonden is aan de kust: 91 % broedt bij voorkeur op schaars begroeide stranden, schorren of open duin. Ook bekeken over de totale evaluatieperiode zijn het de broedvogels van schaars begroeide stranden die het beeld bepalen. Voor acht broedvogelsoorten is de aantalsontwikkeling

vanaf 1986 weergegeven. Figuur 8.10 laat de aantalsontwikkelingen van de koloniebroeders zien, figuur 8.11 voor vier waardevolle steltlopers.

De aantallen van beide soortgroepen zijn vanaf 1986 sterk toegenomen. Daarbij moet bedacht worden dat het niet zomaar om willekeurige soorten gaat: 7 van de 8 soorten zijn waardevolle Nederlandse kustbroedvogels. Van sommige soorten broedde in de periode 1986-2000 soms meer dan 1 % van de totale Nederlandse populatie in het studiegebied, van de dwergstern zelfs 6 %. Voor de kluut was het aantal broedparen in 1996 zelfs bijna 1 % van de gehele Noordwest-Europese populatie. Voor het relatief klein gebied rondom de 'Slufter' mag dat zonder meer bijzonder worden genoemd.

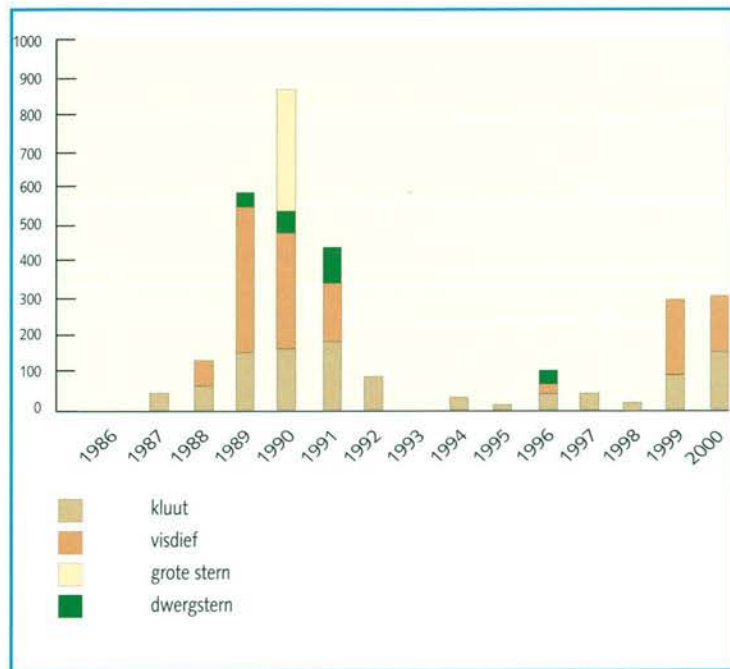
Ook wanneer de ontwikkeling van de verschillende deelgebieden onder de loep genomen wordt, blijft de groep van strandbroedvogels als geheel het meest belangrijk. Het dynamisch karakter van deze groep pioniers en van het studiegebied als broedbiotoop komt tot uiting in de pieken en dalen in de aantallen broedparen.

In het deelgebied 'Slufter/dijk' deed zich recent een piek voor: in 2000 broedden hier 115 klutenparen. In het begin van de jaren 90 broedden hier nog veel scholeksters (11 paar). Soorten van open duin als de graspieper, holenduif en iets mindere mate de tapuit (3 broedparen in 1996) weten zich op een relatief goed niveau te handhaven.

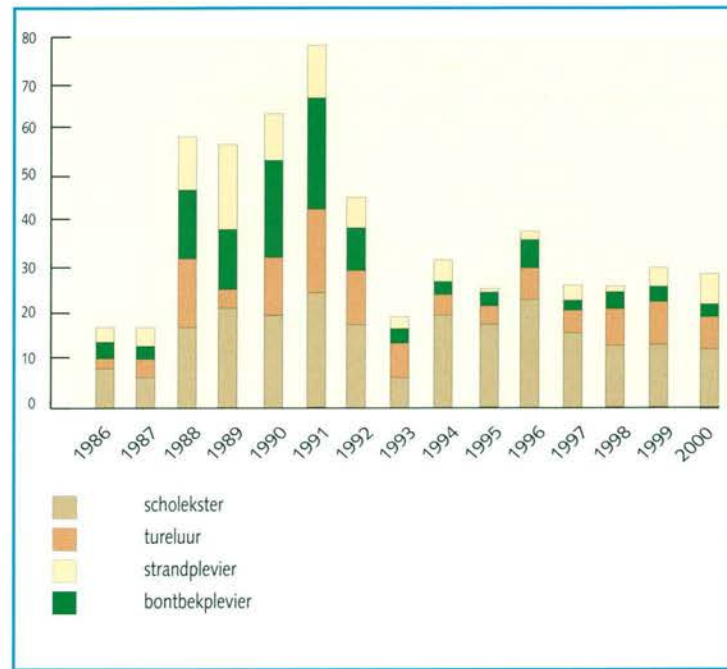
Het voormalige Sluftermeer kende in het begin van de evaluatieperiode een stormachtige ontwikkeling. Tussen 1986 en 1991 waren met name de hoge aantallen kluten (171 paar in 1991) spectaculair, maar ook soorten van open droog duin en schorren deden het goed. Nadat het Sluftermeer in 1992 werd gedempt, leek het afgelopen met de waarde voor broedvogels, totdat verrassend genoeg in 1999-2000 weer een sterke toename van het aantal broedvogels van strand plaatsvond met een visdiefkolonie (200 in 1999 en 150 in

Tabel 8.2: Aantal broedparen en percentage broedparen per ecologische groep in 2000

ecologische groep	aantal broedparen	% van totaal
schaars begroeide stranden	375	77%
(middel)hoge schorren	21	4%
open water	7	1,4%
rietland en natte ruigte	12	2,5%
open droog duin	48	10%
(duin)struweel en jong bos	24	5%
totaal	487	100 %

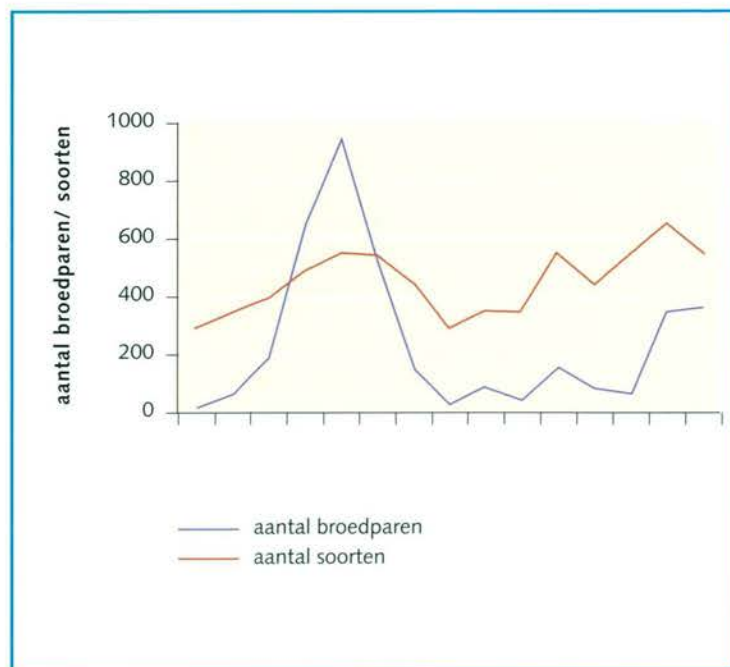


Figuur 8.10: Aantalontwikkeling broedparen 4 kolonie-broeders in studiegebied in de periode 1986-2000



Figuur 8.11: Aantalontwikkeling broedparen 4 soorten steltlopers in studiegebied in de periode 1986-2000

Figuur 8.9 : Aantallen broedgevallen van aandachtssoorten in het studiegebied 1986-2000



2000) en een kleinere kolonie kluten (40 broedpaar). Ook de drie pleviersoorten met 9 bontbekplevier in 2000 waren bijzonder te noemen.

Het topjaar in de Kleine Slufter was 1996: behalve 47 kluten kwamen er ook kleine kolonies visdieven (20) en dwergsterns (42) voor. Vanaf 1996 vestigden zich broedvogels van schorren (tureluur), gevolgd door een geleidelijke toename tot 4-5 paar in 1999-2000. De laatste jaren gaat hier weer minder goed.

Het Vogeleiland was een kortstondig succes. Het heeft tussen 1988 en 1992 een belangrijke rol vervuld voor strandbroedvogels met een absolute piek van maar liefst 900 broedparen in 1990. Hieronder bevonden zich onder ander 329 paar van de grote stern en 58 broedpaar van de dwergstern.

Op de Westplaat kwamen in de late jaren 80 nog verschillende soorten van stranden en schorren voor (in bescheiden aantallen). In de jaren 90 zijn deze soorten geleidelijk afgenomen; in 2000 was voor het eerst geen enkele soort uit deze groep meer vertegenwoordigd. Daartegenover staat een geleidelijke toename van de soorten van moeras en rietland (blauwborst, bruine kiekendief) en soorten van struweel en bos (o.a. kneu).



Figuur 8.12: Grote stern



Figuur 8.13: Kleine plevier



Figuur 8.14: Kolonie kluten in vogelvallei

8.3 Zeezoogdieren

Wat voor de grote aantallen foeragerende kustvogels geldt, geldt zeker ook voor een toppredator als de zeehond. De aanwezigheid van een vitale populatie vlakbij de drukke Rotterdamse havens mag bijzonder genoemd worden. De monding van het Haringvliet vormt inmiddels een belangrijk gebied voor de populatie zeehonden van het gehele Deltagebied. In de laatste 5 jaar verbleef daar gemiddeld 30% van de in het hele Deltagebied getelde zeehondenpopulatie. Het maximaal aantal getelde zeehonden in de Haringvlietmonding is de laatste jaren sterk toegenomen. Dat past ook in de trend voor de Voordelta en het Waddengebied. Figuur 8.16 laat de meest recente waarnemingen zien. De zeehonden zoeken de rustigste plekken op. De meeste waarnemingen betreffen de Hinderplaat en de Kleine Slufter, waarbij de laatste jaren het aantal waarnemingen op de Kleine Slufter wat is afgenomen. In het jaar 1997-98 werden er gemiddeld nog 4 maal zoveel zeehonden in de Kleine Slufter geteld als op de Hinderplaat. De zeehonden verbleven toen vooral in de zomerperiode in de Kleine Slufter. Uit figuur 8.16 blijkt tevens dat de Kleine Slufter de laatste jaren met name in de maanden april en mei favoriet is, voordat het echt strandweer wordt.

8.4 De voorspelde veranderingen uit het MER van 1984

Foeragerende kustvogels

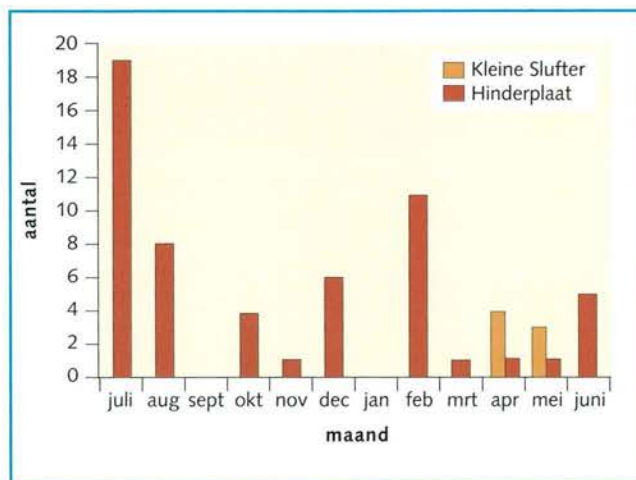
In 1984 werd een afname voorspeld in de oppervlakte kokkelbanken als gevolg van de aanleg van een 'Slufter'. Er werd een potentieel negatieve invloed voorzien op de functie van het gebied voor overwinterende duikenden, met name voor zwarte zee-eenden en toppereenden. De omvang van het effect werd niet gekwantificeerd. Specifiek voor zwarte zee-eenden werd gesteld dat het aantal overwinteraars zou afnemen bij een beslotener karakter van het gebied. Verder werd voorspeld dat de oppervlakte intergetijdengebied zou toenemen, met als indirect gevolg veranderingen in soorten en aantallen vogels. Door de toename van het areaal intergetijdengebied zou het aantal vogels van slibrijke milieus, zoals grutto, tureluur en kluut toenemen. Voor vogels van zandiger milieus, zoals drieteenstrandloper, bontbekplevier, strandplevier en kanoetstrandloper werd een gelijkblijvend of iets hoger aantal verwacht.

Vergelijking van waargenomen veranderingen en voorspellingen

Hoewel de voorspelde afname in de oppervlakte kokkelbanken inderdaad heeft plaatsgevonden, heeft de 'Slufter' bij deze afname geen rol gespeeld. Het aantal

Figuur 8.15: Rustende zeehonden op Hinderplaat





Figuur 8.16: Huidige situatie voor gewone zeehonden in het studiegebied (periode juli 1999-juni 2000).

waargenomen doortrekkende duikeenden is in de periode 1986-2000 niet duidelijk afgenomen. De jaarlijkse schommelingen zijn echter zeer groot. De voorspelde toename van het slikareaal is niet uitgekomen. Toch is het totale aantal steltlopers sterk toegenomen, vooral door een zeer sterke stijging van het aantal scholeksters. De oppervlakte intergetijden-strand is in bescheiden mate toegenomen als gevolg van het ontstaan van een strandhaak en het natuurontwikkelingsproject 'Kleine Slufter'. De toename in het aantal drieteenstrandlopers hangt hier mogelijk mee samen.

Broedvogels

Er werd in 1984 een beperkt positief effect op broedvogels voorspeld, met name door de voorspelde uitbreiding van schorvegetaties op de Westplaat. Hierbij werd gedacht aan soorten als kluut, bontbek- en strandplevier, tureluur en diverse eendensoorten.

Vergelijking van waargenomen veranderingen met voorspellingen

De positieve effecten van aanleg van het depot op de broedvogelstand zijn veel groter geweest dan voorspeld. Vooral de effecten van het ontstaan van nieuw broedbiotoop in de vorm van de 'Slufter' zelf en van het voormalige Distripark zijn in 1984 in het geheel niet in beschouwing genomen. De positieve effecten van aanleg van het Vogeleiland en de Kleine Slufter en van de herinrichting van de zuidrand van het huidige Distripark konden in 1984 niet correct worden voorspeld omdat deze natuurontwikkelingsprojecten op dat moment nog geen deel uitmaakten van de onderzochte planvarianten.

De voorspelde uitbreiding van het schor op de Westplaat is niet uitgekomen. Het aantal broedgevallen van kustbroedvogels is hier juist gestaag afgenomen. Op het schor van Oostvoorne is wel sprake van een toename van het aantal broedvogels. De toename in termen van aandachtsoorten is bescheiden; van de kustbroedvogels komt vermoedelijk alleen de tureluur hier tot broeden, meestal met één paar.

Zeezoogdieren

In de projectnota/MER is destijds niet voorzien dat het studiegebied – als onderdeel van de Voordelta – een populatie zeehonden zou gaan huisvesten.

8.5 De mogelijke rol van de 'Slufter' als verklaring voor de opgetreden veranderingen

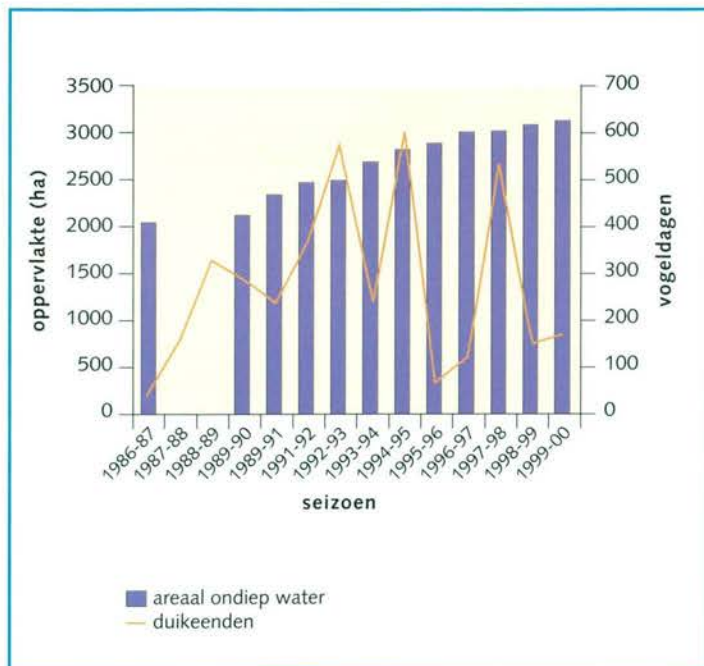
Foeragerende kustvogels

De mogelijke invloed van ingrepen

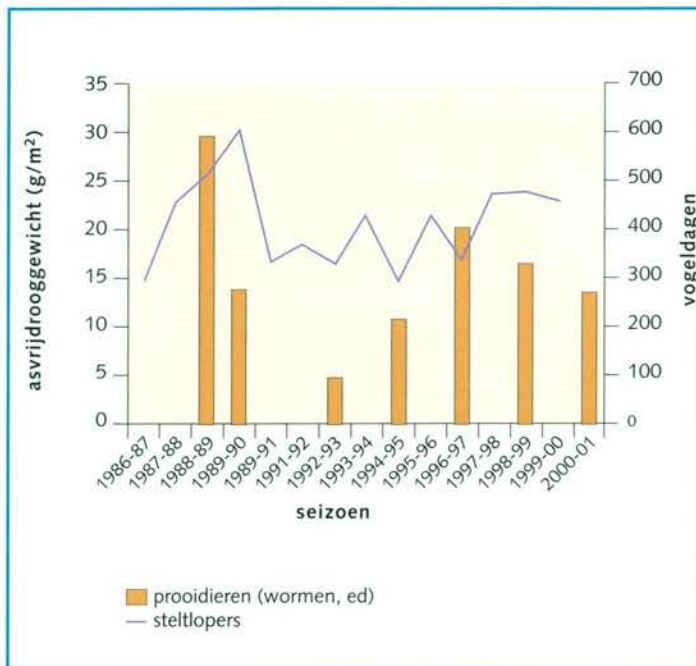
Behalve veranderingen in het studiegebied door morfologische ontwikkelingen (hetzij autonome ontwikkelingen, hetzij mede veroorzaakt door de aanleg van de 'Slufter'), hebben er na 1987 nog verschillende kleinere ingrepen in het studiegebied plaatsgevonden. Bij het zoeken naar een mogelijke verklaring voor de ontwikkeling van de aantallen vogeldagen is het onderscheid tussen deze twee categorieën veranderingen aangehouden.

De in de projectnota MER verwachte toename van het areaal slikken heeft niet plaatsgehad. De totale oppervlakte voor foeragerende vogels relevant intergetijdengebied (slikken) is slechts met ongeveer 20 ha toegenomen. Ook zijn ligging, vorm en omvang van de Hinderplaat en Garnalenplaat veranderd. Het plaatareaal varieerde in de periode 1986-2000 sterk (tussen 100 en 230 ha). Door de aanleg van de 'Slufter' is de verondieping van het gebied achter de Hinderplaat sneller verlopen, maar het gebied komt nog niet boven de laagwaterlijn uit. Het aandeel ondiep water tussen 1 en 3 m diepte is in de periode 1986-2001 sterk toegenomen met 1000 ha..

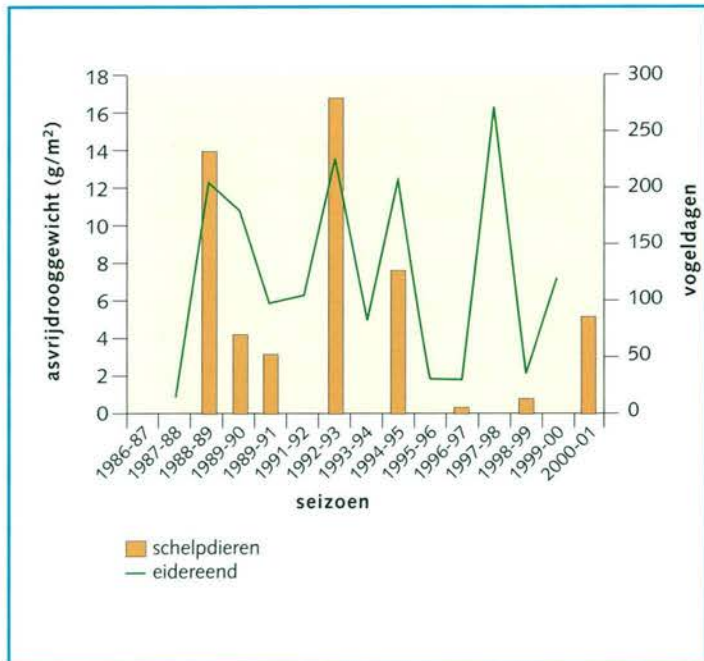
Voor geen van deze veranderingen is een duidelijke relatie gevonden met de ontwikkeling van de aantallen foeragerende kustvogels. De relatief bescheiden groei aan slikareaal vertaalt zich niet in een duidelijke toename van steltlopers. Er is geen relatie gevonden tussen het aantal foeragerende aalscholvers en het fluctuerende plaatareaal, en tenslotte is er ook geen relatie gevonden tussen de toename van het areaal ondiep water en het aantal foeragerende duikeenden (zie figuur 8.17). De aanleg van de 'Kleine Slufter' in 1994 heeft gevolgen gehad voor het areaal intergetijdenstrand in het Brielse



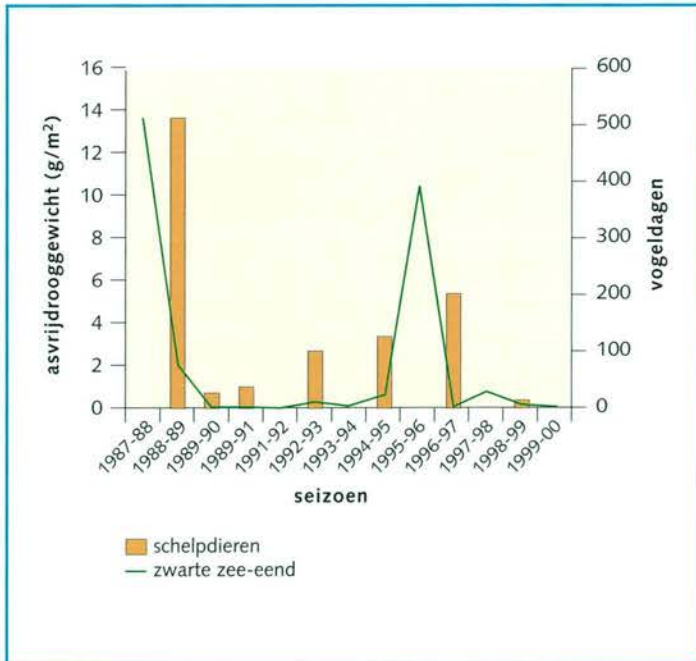
Figuur 8.17: Aantalsverloop duikeenden en areaal ondiep water 1986-2000



Figuur 8.18: Aantal vogeldagen van steltlopers die van kleinere prooien leven (excl. bonte strandloper) en biomassa bodemdieren (ex schelpdieren op de Westplaat)



Figuur 8.19: Aantal vogeldagen eidereenden en totale biomassa schelpdieren in het mondingsgebied van de Hinderplaat



Figuur 8.20: Aantal vogeldagen zwarte zee-eend en totale biomassa schelpdieren aan de zeezijde van de Hinderplaat

Gat. Dat is in de periode na de aanleg van de 'Slufter' met ongeveer 70 ha toegenomen, vooral als gevolg van de uitbreiding van de 'Kleine Slufter' (50 ha). Deze toename is een mogelijke verklaring voor de sterke stijging van het aantal drieteenstrandlopers, temeer daar dit een goede uitwijkmogelijkheid biedt voor de te drukke stranden van de Zuid-Hollandse kust. Ook is door de aanleg van de 'Kleine Slufter' nieuw foerageergebied voor lepelaars ontstaan. De sterk gegroeide kolonie lepelaars in de duinen van Voorne hebben dit gebied inmiddels ontdekt. De toename lijkt eerder veroorzaakt te worden door de nabijheid van de gegroeide kolonies.

De mogelijke invloed van de beschikbaarheid van voedsel
De beschikbaarheid van voedsel is doorgaans een sleutelfactor voor het voorkomen van kustvogels. Toch kan uit de beschikbare gegevens geen eenduidige relatie worden vastgesteld tussen voedselaanbod en de aantallen kustvogels (of vogeldagen), bijvoorbeeld voor de op kleine prooien foeragerende kustvogels (zie figuur 8.18). De afwezigheid van zo'n duidelijke relatie geldt ook voor de vogelsoorten zoals scholekster en wulp die foerageren op grotere schelpdieren. Een mogelijke verklaring is dat voedsel in overmaat aanwezig is en er andere beperkende factoren een rol spelen.

Het mondingsgebied van de Haringvliet vormt in principe een uitstekend foerageergebied voor duikeenden, waaronder eidereend en toppereend. Het is een relatief rustig gebied met hoge biomassa's voedselorganismen (met name schelpdieren). De biomassa van schelpdieren fluctueert hier sterk. Voor de eidereend is er wel een duidelijke relatie met de totale biomassa van schelpdieren aanwezig (zie figuur 8.19). Voor de zwarte zee-eend, die vooral aan de zeezijde van de Hinderplaat foerageert, is dit verband niet duidelijk. De sterke terugval van het aantal zwarte zee-eenden eind jaren tachtig viel weliswaar samen met een sterke achteruitgang van de biomassa schelpdieren, de piek in het aantal zwarte zee-eenden in het seizoen 95-96 lijkt daar weer los van te staan (zie figuur 8.20).

Regionale en landelijke trends

De meest opvallende waarneming is de sterke toename van het aantal Scholeksters in de periode 1986-2000. De oorzaak hiervoor moet elders worden gezocht. De toename in de Haringvlietmond valt namelijk samen met een afname in de Waddenzee in dezelfde periode. Mogelijk is een deel van de Waddenzeepopulatie uitgeweken naar de monding van het Haringvliet. Een andere opvallende waarneming, de sterke toename van het aantal foeragerende zilverbreeuwen en kleine

mantelmeeuwen, hangt waarschijnlijk samen met het ontstaan van enkele zeer grote broedkolonies van beide soorten op de Maasvlakte en in Europoort. De schommelingen in de aantallen bonte strandlopers komen overeen met de grote schommelingen die ook elders in het Deltagebied zijn vastgesteld.

Andere mogelijk relevante factoren

Andere factoren – zoals meteorologische factoren – zijn niet systematisch onderzocht. Maar het moge duidelijk zijn dat meteorologische omstandigheden en de omstandigheden in de broedgebieden een doorslaggevende rol kunnen spelen. Voor de toppereend ligt die verklaring er waarschijnlijk wel. Toppereenden overwinteren bij voorkeur op zoet water. Echter bij zeer strenge winters (als het IJsselmeer dichtvriest) wijkt de soort uit naar ijsvrije gebieden.

De mogelijke invloed van de 'Slufter'

De meeste fluctuaties in de aantallen foeragerende kustvogels zijn of niet eenduidig verklaarbaar of er ligt een duidelijke relatie met een externe factor (anders dan de aanwezigheid van de 'Slufter'). Daarmee is de invloed van de aanwezigheid van de 'Slufter' beperkt. De aanleg van de 'Slufter' heeft nauwelijks invloed gehad op het areaal foerageergebied voor steltlopers (slikken van de Westplaat). Wel is als gevolg van de aanleg het water tussen Hinderplaat en Voorne versneld ondieper geworden en daarmee in principe geschikt leefgebied voor schelpdieren. Effecten hiervan op de stand van foeragerende eenden zijn echter nog niet te verwachten, omdat de kokkel zich nog niet heeft hersteld van de grote sterfte halverwege de jaren negentig. De aanleg van de 'Kleine Slufter' heeft waarschijnlijk een positieve invloed gehad op de foeragerende kustvogels.

Broedvogels

De mogelijke invloed van ingrepen

De aanleg en herinrichting van verschillende deelgebieden is van grote invloed geweest op de ontwikkeling van de broedvogelstand. De broedvogelinventarisatie uit 1986 was een goede 'nulmeting'. Op dat moment ontbraken broedvogels in het gebied behalve op de Westplaat en op het strand en schor bij Oostvoorne broedvogels. Alle vanaf 1987 geconstateerde broedgevallen, behalve die op de Westplaat en bij Oostvoorne, zijn daarmee (in)direct een gevolg van de aanleg van de 'Slufter' en daaraan gerelateerde menselijke ingrepen, zoals de aanleg van het Sluftermeer en van de verschillende natuurontwikkelingsprojecten. Om inzicht te krijgen in de invloed van die ingrepen afzonderlijk passeren ze kort de revue. Al direct vanaf het moment van aanleg van de 'Slufter' vormden de zanddam en de binnenoevers een bruikbaar

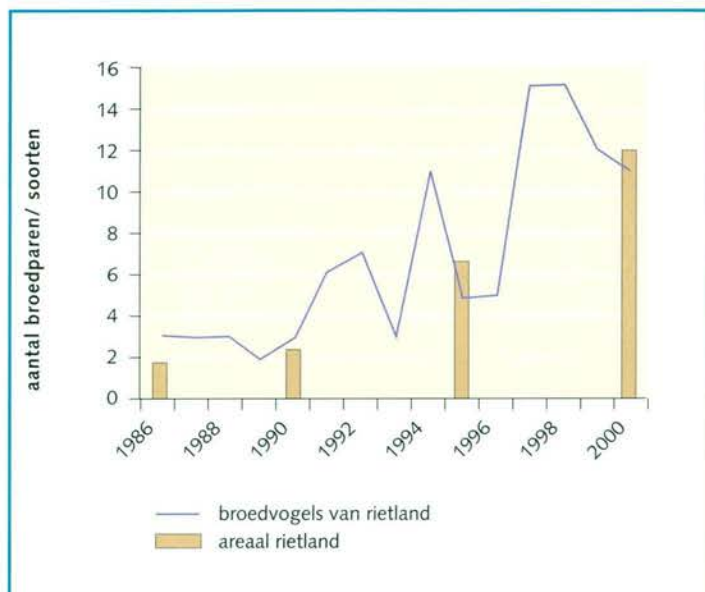
biotoop voor (kust)broedvogels. De laatste jaren wordt ook in toenemende gebroed op de droogvallende bagger in het depot.

Het vroegere Sluftermeer ontstond in 1987 omdat vanaf de noordwestzijde van de 'Slufter' een zanddam werd aangelegd naar de zuidpunt van de Zuiderdam. Het hierdoor ingesloten meer bleek een uitstekend biotoop voor waardevolle kustbroedvogels met als uitschieter 1991 (met 221 broedparen van aandachtsoorten). In 1992 en 1993 werd het meer grotendeels gedempt, maar een zone bleef braak liggen vanwege het mogelijk doortrekken van het Hartelkanaal naar de tweede Maasvlakte. Deze zone heeft het karakter van een ingesloten plasdras strandvlakte met wat reliëf en kleine meertjes. In 1999 en in 2000 vestigden zich opnieuw grote aantallen kustbroedvogels, zelfs nog hogere aantallen dan in 1991.

In 1987 werd de 'primaire vallei' aangelegd: een natuurontwikkelingsproject in de vorm van een lage zeereep met aan een laaggelegen vallei de oostzijde. Tussen 1993-1995 werd het project uitgebreid en aangepast. Al in 1994 ontdekten waardevolle kustbroedvogels de heringerichte Kleine Slufter. 1996 bleek het topjaar met in totaal 121 broedparen aandachtsoorten. Daarna namen de aantallen weer sterk af tot slechts 6 broedparen in 2000. De aanwezigheid van broedvogels in de Kleine Slufter is geheel toe te schrijven aan natuurontwikkeling. De achteruitgang in de laatste jaren staat echter op zich zelf. Een andere compensatiemaatregel voor de aanleg van de 'Slufter' was het in 1987 aanlegde Vogeleiland. Na vijf jaar verdween het weer. In de vijf jaar van haar bestaan bleek het Vogeleiland echter zeer succesvol. Het Vogeleiland was een interessant experiment waarmee werd aangetoond dat het aanbieden van geschikt broedbiotoop in de Haringvlietmond een direct succes kan op leveren voor grote aantallen waardevolle kustbroedvogels kan leiden.

De mogelijke invloed van de beschikbaarheid van vegetatie-ontwikkeling

De vegetatie van de Kleine Slufter - zeer open pioniervegetaties van strand, duin en schor - is in de periode 1995-2000 niet wezenlijk veranderd. De toename van de indicatie voor broedvogels van schorren loopt min of meer parallel met vegetatiekundige veranderingen. De Westplaat is tijdens de evaluatieperiode relatief weinig veranderd. Het areaal schor is vrijwel stabiel gebleven en levert geen verklaring voor de afname van de broedvogels van schorren. Het areaal rietvegetaties op de Westplaat is relatief sterk toegenomen tot 2,0 ha in 2000. Ook het aantal broedvogels van rietland en natte



Figuur 8.21: Indicatie broedvogels van rietland en natte ruigte en areaalontwikkeling rietvegetaties op de Westplaat

ruigten is in die periode toegenomen (figuur 8.21). De toename van het areaal (duin)struwelen blijkt vrijwel parallel te verlopen met de ontwikkeling van het aantal struweelbroedvogels.

Uit de vegetatiekartering is niet goed af te leiden of de afname van het aantal broedvogels van schaars begroeide stranden samen gaat met een afname van het areaal van dit biotoop. De combinatie van gegevens over kustmorfologie en vegetatie wijst echter niet op een afname van de oppervlakte van dit biotooptype op de Westplaat. Biotoopverandering lijkt dus niet de belangrijkste verklaring voor de afname van het aantal strandbroedvogels op de Westplaat.

Landelijke trends en andere mogelijk relevante factoren

Landelijke trends in de aantallen broedvogelsoorten zijn vaak een indicatie voor factoren die op de hele Nederlandse populatie van een soort van invloed zijn. Als de lokale fluctuaties van een soort identiek zijn aan de nationale trend, ligt de oorzaak voor veranderingen doorgaans op het hogere schaalniveau. De oorzaak achter landelijke trends is echter niet altijd duidelijk.

De mogelijk invloed van landelijke trends is bekeken voor de periode 1990-2000 (na afronding van de belangrijkste werkzaamheden); kolonievogels en schaarse soorten zijn buiten beschouwing gelaten. In tabel 8.3 zijn de aantals-

Tabel 8.3 Vergelijking van aantalsveranderingen in het studiegebied met landelijke trends in de periode 1990-2000

soort	studiegebied			landelijke index		
	aantal 1990-1991	aantal 1999-2000	toe/afname	1990-1991	1999-2000	toe/afname
scholekster	20-24	13-14	- 35-40 %	103-112	76-77	- 25-30 %
kievit	17-27	2-5	- 80-90 %	63-78	47-49	- 30-35 %
veldleeuwerik	4-8	5-7	0	93-94	59-60	- 35-40 %
graspieper	11-15	13-14	0	94-117	113-123	+10-15 %
fitis	1-4	7-9	+ >300 %	99-113	98-105	- 5-10 %
kneu	0-4	5-7	+ 300 %	73-80	68-73	- 5-10 %
rietgors	3-6	4-5	0	77-84	90-92	+10-15 %

veranderingen in het studiegebied vergeleken met de BMP-index, die de landelijke trend weergeeft. Het aantalsverloop van de meeste soorten in het studiegebied wijkt duidelijk af van de landelijke index, zodat 'landelijke trend' waarschijnlijk geen belangrijke oorzaak is van gebleken veranderingen. Een uitzondering is de scholekster. Die vertoont landelijk en lokaal een vergelijkbare afname. De veldleeuwerik bereikte in het studiegebied de hoogste waarden in de periode 1992-1996 om daarna weer duidelijk af te nemen. Mogelijk is de aanvankelijke stijging het gevolg van begroeid raken van in 1987 aangelegde gebieden en hangt de latere afname samen met de landelijke trend.

Ook de afname van de strandplevier past in de landelijke gesignaleerde achteruitgang maar is in het studiegebied veel groter.

Landelijke trends lijken bij de aantalsontwikkeling van de meeste soorten geen rol van betekenis te spelen. Van de talrijkere soorten zou alleen voor scholekster, strandplevier, veldleeuwerik en blauwborst de landelijke trends mede een 'verklaring' kunnen bieden.

Verstoring door uiteenlopende vormen van recreatie blijkt een relevante factor te zijn geweest. Meininger e.a. (2000) beschrijven de veelvuldige verstoring van het Schor van Oostvoorne, Westplaat en Kleine Slufter. Mede gezien de gevoeligheid van kustbroedvogels voor verstoringen is de afname van de aantallen waardevolle kustbroedvogels op de Westplaat en in de Kleine Slufter, vooral in de 2^e helft van de jaren '90, vermoedelijk voor een substantieel deel toe te schrijven aan deze factor.

De invloed van aanleg van de 'Slufter' op de broedvogels

De grote veranderingen in de broedvogelstand in de periode 1986- zijn in de eerste plaats een direct gevolg van de aanleg van de 'Slufter' en daarmee direct samenhangende projecten. Met het Sluftermeer, de 'Slufter' met bijbehorende zanddijken, de 'primaire vallei' en het Vogeleiland ontstond nieuw geschikt broedvogelbiotoop waar eerst ondiepe kustzee en zandbanken waren. Voor de betekenis van het gebied voor broedvogels was dit een zeer positieve ontwikkeling: vooral waardevolle kustbroedvogels als sterns, plevieren en kluit vestigden zich al snel in vrij grote aantallen.

Na 1992 werden nieuwe ontwikkelingen vooral veroorzaakt door het weer verdwijnen van het Vogeleiland als gevolg van kustmorfologische dynamiek en het dempen van het Sluftermeer voor de aanleg van het Distripark. Deze veranderingen staan in principe los van de aanleg van de 'Slufter'. Er werd een nieuwe wending gegeven aan de omstandigheden, die na aanleg van de 'Slufter' waren ontstaan. De weer afgenomen betekenis van de Kleine Slufter na 1996 is waarschijnlijk vooral veroorzaakt door menselijke verstoring.

De - relatief kleine - veranderingen op de Westplaat zijn vooral het gevolg van vegetatieontwikkelingen en door toegenomen verstoring door bezoekers

Zeezoogdieren

Sinds de aanleg van de 'Slufter' worden er na jaren van afwezigheid vanaf 1993 weer zeehonden in de monding van het Haringvliet aangetroffen. De laatste paar jaar lijkt het maximaal getelde aantal zeehonden zich op ongeveer 20 te stabiliseren. Hoewel de aanleg van de 'Kleine Slufter' de aantrekkelijkheid van het gebied voor zeehonden zeker heeft vergroot, heeft het (onverwachte) verschijnen van zeehonden in dit deel van het Deltagebied

niets te maken met de aanleg van de 'Slufter'. De ontwikkelingen in de rest van het Deltagebied vertonen vrijwel hetzelfde patroon.

Overigens worden de laatste jaren in de 'Kleine Slufter' beduidend minder zeehonden waargenomen. Mogelijk speelt hier, net als bij de broedvogels, verstoring een rol. Een ander mogelijke verklaring vormt de aanwezigheid van visnetten gedurende de laatste jaren (mondelinge mededeling Van Swelm).

8.6 Conclusies en aanbevelingen

Foeragerende kustvogels

Huidige situatie

In de periode 1999-2000 werden in het studiegebied 53 soorten foeragerende kustvogels waargenomen, waarvan 30 aandachtsoorten. Het studiegebied is van grote betekenis voor foeragerende, overwinterende en doortrekkende kustvogels. Ook speelt het gebied een rol voor vogels die duiken naar hun voedsel (zee-eend, eidereend, topereend). Het gebied ontleent zijn belang als vogelrichtlijngebied onder andere aan de aantallen lepelaar, tureluur en drieteenstrandloper. Van deze soorten is op minimaal één teldatum meer dan 1% van de Noordwest-Europese populatie in het gebied aangetroffen.

Ontwikkelingen in aantallen foeragerende kustvogels 1986-2000

In de periode 1986-2000 is het aantal vogels van slikken en schorren toegenomen. Het aantal 'vogeldagen' van vogels van slikken en schorren liep op van ongeveer 1,5 miljoen in 1986-1987 tot ruim 2 miljoen in het seizoen 1999-2000. Deze toename is vooral veroorzaakt door een zeer sterke toename van het aantal scholeksters. Het aantal vogeldagen van soorten van stranden en platen vertienvoudigde tot ongeveer 500.000 in 1999-2000. Ook drieteenstrandloper en lepelaar zijn toegenomen. De toegenomen oppervlakte (rustig) strand als gevolg van de aanleg van de 'Slufter' en verschillende daarop volgende ingrepen is mogelijk een relevante factor geweest voor de sterke groei van de aantallen soorten van stranden en platen. Ondanks de grote jaarlijkse fluctuaties in het aantal vogeldagen lijkt er sprake te zijn van een opgaande trendmatige in het aantal vogels van slikken en schorren. Voor het aantal op water verblijvende vogels (eenden, futen e.d.) is geen trend vast te stellen. De ontwikkeling van aantal meeuwen vertoont een sterke toename vanaf halverwege de jaren negentig.

Vergelijking met voorspelling

De in 1984 voorspelde toename van de oppervlakte (voedselrijk) intergetijdengebied en daarmee de voorspel-

de toename van de daaraan gebonden vogels is niet uitgekomen. De gesignaleerde toename komt bijna geheel voor rekening van het aantal scholeksters, een toename die geen direct verband lijkt te houden met de aanleg van de 'Slufter'. Wel is het aantal steltlopers van zandig intergetijdengebied (o.a. drieteenstrandloper) conform de voorspelling toegenomen maar het is de vraag of de 'Slufter' daarin een belangrijke rol heeft gespeeld.

Oorzaken van veranderingen en de rol van de 'Slufter'

Het voorkomen van foeragerende kustvogels in het studiegebied lijkt niet primair te worden bepaald door factoren als de oppervlakte (voedselrijk) intergetijdengebied en de beschikbaarheid van voedsel. Natuurlijke fluctuaties en externe factoren spelen in de meeste gevallen waarschijnlijk een belangrijkere rol. Het lijkt erop dat de populaties van de onderzochte soorten veelal op een hoger schaalniveau functioneren dan dat van het studiegebied.

Alhoewel in veel studies naar het voorkomen van foeragerende kustvogels een duidelijke relatie is te leggen met de beschikbaarheid van voldoende voedsel, kon deze relatie in deze evaluatie niet worden aangetoond. Wel lijkt er een verband te zijn tussen de hoeveelheid beschikbare schelpdieren in het luwe gebied achter de Hinderplaat en het aantal eidereenden. De aanleg van de 'Kleine Slufter' heeft geleid tot een toename in het aantal foeragerende lepelaars en mogelijk ook in het aantal drieteenstrandlopers.

Monitoring

Het monitoringprogramma voor foeragerende kustvogels heeft goed voldaan. De vliegtuigtellingen en landtellingen vullen elkaar aan. Met vliegtuigtellingen kan een beter beeld worden gekregen van de aantallen eenden, sterns en meeuwen.

Aanbevelingen

Het studiegebied is - morfologisch gezien - nog in ontwikkeling. Omdat het voorkomen van foeragerende kustvogels in hoge mate wordt gestuurd door de morfologische ontwikkelingen, verdient het aanbeveling om de monitoring voort te zetten. Waar mogelijk is het raadzaam aan te sluiten bij monitoringprogramma's van grote projecten in de regio (MER Haringvliet-sluisen en planvorming tweede Maasvlakte).

Broedvogels

Huidige situatie

In 2000 broedden in het studiegebied 31 verschillende vogelsoorten met in totaal 489 broedparen en een dichtheid van gemiddeld 93 paar per 100 ha. De broedvogels van schaars begroeide stranden vormden met 77% een

ruime meerderheid. Soorten van het open droog duin hadden een aandeel van 10%; andere ecologische groepen waren die van schorren (4%), open water (1,4%), rietland en natte ruigte (2,5%) en struweel en bos (5%). Van het totaal aantal broedgevallen in 2000 behoorden er 362 tot waardevolle soorten (aandachtssoorten), verdeeld over 11 verschillende soorten. Het meest talrijk waren kluut (168 paar) en visdief (155 paar). De overige aandachtssoorten broedden in veel kleiner aantal (1-9 broedparen per soort). De dichtheid aan aandachtssoorten bedroeg 69 broedparen/100 ha, hetgeen hoog is, ook vergeleken met erkende 'goede' vogelgebieden in de regio. De belangrijkste deelgebieden voor aandachtssoorten waren het Distripark (220 broedparen) en de 'Slufter' zelf (128 broedparen). De betekenis van het studiegebied voor waardevolle kustbroedvogels is daarmee hoog.

Ontwikkelingen in de broedvogelstand 1986-2000

De broedvogelstand werd tijdens de evaluatieperiode gekenmerkt door grote fluctuaties. In 1986, kort vóór aanleg van de 'Slufter', waren de aantallen laag (49 broedparen, verdeeld over 14 soorten). Na aanleg in 1986 steeg het aantal broedvogels spectaculair tot meer dan 1000 broedparen van 24 verschillende soorten in 1990. Daarna namen aantallen weer af tot ca. 20 soorten met in totaal rond de 100 broedparen in de periode 1993 t/m 1995. In 1999 en 2000 nam het aantal broedparen weer sterk toe tot bijna 500 broedparen en 31 soorten. Gedurende de gehele periode waren de aandachtssoorten sterk vertegenwoordigd. Kluut en visdief waren in de meeste jaren dominant, soms waren er ook grote aantallen grote stern (max. 329 paar), dwergstern (max. 58 paar), strandplevier (max. 23 paar), bontbekplevier (max. 17 paar) en tureluur (max. 18 paar).

Ook de aantallen per deelgebied wisselden in de gehele periode sterk. In de periode 1989 t/m 1991 broedden grote aantallen op het Vogeleiland en lagen ook de aantallen in het Sluftermeer - voorloper van het Distripark - hoog. Van 1994 t/m 1997 deed vooral de Kleine Slufter het goed als broedgebied. De laatste twee jaar broedden relatief grote aantallen in de zuidrand van het Distripark en in de 'Slufter' zelf. De aantallen broedvogels op de Westplaat zijn in vrijwel de gehele periode relatief laag, met een uitschieter in 1988.

Vergelijking met voorspellingen

De in 1984 voorspelde toename van soorten als kluut, bontbek- en strandplevier, tureluur en diverse eendensoorten op de zich uitbreidende schorrenvegetatie van de Westplaat is uitgebleven. De schorrenvegetatie heeft zich alleen uitgebreid op het Schor van Oostvoorne, echter niet resulterend in een substantiële toename van

genoemde soorten. Op de Westplaat is het areaal schorren min of meer gelijk gebleven, maar zijn de genoemde kustbroedvogels inmiddels (vrijwel) verdwenen.

Oorzaken van veranderingen

De belangrijkste motor achter de sterke fluctuaties in de broedvogelstand in de onderzoeksperiode is zonder twiifel de aanleg en het soms weer verdwijnen van verschillende deelgebieden. Het gaat hierbij zowel om ingrepen ten behoeve van 'Slufter' (de 'Slufter' en Sluftermeer) en havenactiviteiten (Distripark) als om gerichte natuurontwikkeling (Vogeleiland, Kleine Slufter). Landelijke populatietrends zijn waarschijnlijk slechts bij een beperkt aantal soorten van enige invloed geweest. De broedvogelstand van de Kleine Slufter, de Westplaat en het Schor van Oostvoorne is de laatste jaren afgenomen, waarschijnlijk vooral door recreatieve verstoring. Grote veranderingen onder invloed van morfologische ontwikkelingen en de voorspelde schorvoming bij de Westplaat en het Schor van Oostvoorne zijn uitgebleven.

De rol van de 'Slufter'

De aanleg van de 'Slufter' en hieraan direct gerelateerde werken was de belangrijkste factor voor de grote toename van broedvogels in de periode 1986-1991. Het Vogeleiland bleek als compensatieproject slechts van tijdelijke aard. Na 1992 is de aanleg van het Distripark een belangrijke bron van veranderingen. Dit betreft in feite 2^e orde veranderingen op de omgeving die in 1987 is ontstaan. Van indirecte effecten van de 'Slufter' op de Westplaat en het Schor van Oostvoorne lijkt vrijwel geen sprake te zijn, in positieve noch in negatieve zin.

Monitoringprogramma

De monitoring van broedvogels heeft in grote lijnen goed voldaan. Het gebied is steeds door dezelfde waarnemers onderzocht; deze hoge mate van continuïteit in een dergelijke lange tijdreeks is zeer waardevol. De veranderingen bleken relatief goed interpreteerbaar ten behoeve van evaluatie. Belangrijkste minpunten zijn het niet integraal inventariseren van het Schor van Oostvoorne en het ontbreken van bruikbare gegevens over verstoringsbronnen.

Aanbevelingen

Natuurontwikkeling gericht op kustbroedvogels blijkt in de Haringvlietmond een recept voor snel succes. Natuurontwikkeling – als een actief ingrijpen – betekent echter tegelijkertijd een verstoring van de natuurlijke ontwikkeling van de Voordelta. Die natuurlijke ontwikkeling wordt beleidsmatig hoog gewaardeerd. Het is echter zinvol mogelijke kansen te benutten. De toekomstige afwerking van het baggerdepot en de landaanwinning voor de

tweede Maasvlakte vormen twee concrete mogelijkheden. De potenties voor waardevolle broedvogels worden in verschillende deelgebieden ingeperkt door uiteenlopende recreatievormen. Het verdient aanbeveling om te komen tot een betere en duidelijkere recreatieve inrichting. Ook een effectievere handhaving zal tot substantiële verbeteringen leiden. Aanbevolen wordt om het Brielse Gat herkenbaar te presenteren als één samenhangend natuurgebied en het beheer in handen te geven bij één natuurbeherende instantie. Verdere monitoring van broedvogels (inclusief het Schor van Oostvoorne) is gewenst. Zowel het depot zelf als het Brielse Gat zijn wat betreft morfologie en vegetatie waarschijnlijk nog niet 'af'. Er zijn daarmee ook verdere veranderingen in broedvogels te verwachten. In de toekomst – bij verdere ingebruikname door havenactiviteiten – kan het deelgebied 'Distripark' buiten beschouwing worden gelaten.

Zeezoogdieren

Na een periode van totale afwezigheid werden in 1993

voor het eerst weer zeehonden in het studiegebied gesignaleerd. De aantallen namen snel toe en lijken zich nu te stabiliseren op een maximum van ongeveer 20. In het laatste jaar van de evaluatieperiode (juli 1999-juni 2000) verbleven er in het studiegebied 6 tot 20 zeehonden. Het verschijnen van zeehonden werd in 1984 (uiteraard) niet voorspeld. De 'Slufter' heeft hierin geen rol gespeeld. De aanleg van de 'Kleine Slufter' als favoriete verblijfsplek in de jaren '90 heeft mogelijk wel een positieve invloed gehad. De laatste jaren wordt de Hinderplaat weer geprefereerd. Mogelijk speelt verstoring in de 'Kleine Slufter' (door recreanten en vissersnetten) hierbij een rol. De aanwezigheid van de zeehond in het studiegebied is een teken dat de waterkwaliteit goed is. Maar het zou jammer zijn als deze 'aanwinst' voor de Haringvlietmond weer zou verdwijnen als gevolg van verstoring door recreanten. Het verdient dan ook aanbeveling maatregelen te nemen om de rust rond de ligplaatsen beter te beschermen. Het is belangrijk de huidige frequentie van monitoring te handhaven, omdat weersomstandigheden sterk bepalend zijn voor het aantal getelde zeehonden

Figuur 8.16: Hinderplaat + Brielse Gat



Literatuur

- ▀ Berger G., 2002a. Evaluatie Slufter Deelrapport Grondwater. Gemeentewerken Rotterdam.
- ▀ Berger G., 2002b. Baggerspeciedepot Slufter Evaluatie Monitoring Retourwater. Gemeentewerken Rotterdam.
- ▀ Gemeentewerken Rotterdam, 1997. Monitoring Grondwater Slufter 1989-1996. Gemeentelijk Havenbedrijf, Rotterdam.
- ▀ Gremmen, N.J.M. & O.F.R. van Tongeren, 1999. De invloed van saltspray op veranderingen in de vegetatiestructuur in het duingebied van Voorne en Goeree tussen 1934 en 1989. RWS-ZH/SM2V, Rotterdam.
- ▀ Heinis F. & C.T.M. Vertegaal, 2002. Evaluatie Milieu effect rapportage Slufter 1986-2001. Deelrapport Vogels en Zeezoogdieren. RIKZ, Den Haag.
- ▀ Heinis F. & W. Sistermans, 2002. Evaluatie Milieu effect rapportage Slufter 1986-2001. Deelrapport Bodemdieren. RIKZ, Den Haag.
- ▀ Laan, D. van der, 1995. Flora-inventarisatie van het noordelijk gedeelte van het kustgebied van Voorne. NIOO-CTO, Heteren
- ▀ Meininger, P.L., F.A. Arts & N.D. van Swelm, 2000. Kustbroedvogels in het Noordelijk Deltagebied. Ontwikkelingen - knelpunten - potenties. RIKZ/Stichting Ornithologisch Station Voorne, Middelburg/Oostvoorne. Rapport RIKZ/2000.052
- ▀ Tamis, W.L.M. & C.L.G. Groen, 1997. Statistische analyse van de flora-gegevens van de duinen van Voorne. Interne rapportage. FLORON, Leiden.
- ▀ Van Holland G., 2002. Evaluatie Milieu effect rapportage Slufter 1986-2001. Deelrapport Bodemligging en bodemsamenstelling. RIKZ, Den Haag.
- ▀ Vertegaal C.T.M., 2002. Evaluatie Milieu effect rapportage Slufter 1986-2001. Deelrapport Vegetatie en Flora. RIKZ, Den Haag.
- ▀ Werkgroep Evaluatie Slufter, 1992. Evaluatie milieu effect rapportage 'Slufter' over de periode 1986 tot en met 1990. Gemeentewerken Rotterdam/Rijkswaterstaat, Rotterdam.
- ▀ Werkgroep Evaluatie Slufter, 1997. Evaluatie milieu effect rapportage 'Slufter' over de periode 1986 tot en met 1996. Gemeentewerken Rotterdam/RIKZ, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, directie Zuid-Holland, Den Haag

Colofon

Uitgave

- Gemeentewerken Rotterdam
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-generaal Rijkswaterstaat
Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ
Directie Zuid-Holland

Tekst en redactie

- C.R.J. Goderie (Adviesbureau Goderie Stadsecologie & Natuurontwikkeling, Nijmegen)
- C.T.M. Vertegaal (Vertegaal Ecologisch Advies en Onderzoek, Leiden)

Vormgeving

- K. Nuijten (Nuijten Illustraties, Kekerdom)
- A.M. Jansen G. de Haan
(En/Of, grafische vormgeving, Nijmegen)

Verantwoording figuren

- Rijkswaterstaat, Meetkundige Dienst afdeling Multimedia: Omslagfoto, figuren S-2, S-3, 1.2 en 8.16.
- Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ: figuren 3.1, 5.12 en 6.7
- Topografische Dienst Emmen: figuur 2.1
- N. v. Swelm: figuren 3.3, 8.2, 8.7, 8.12, 8.13, 8.14, 8.15
- R. Goderie: figuren 2.1, 3.2, 3.4, 6.14, 7.5, 7.6, 7.12, 7.13.
- Alkyon Hydraulic Consultancy & Research, Lelystad: figuren 5.2 t/m 5.10 en 6.2 t/m 6.6
- Ecomare: figuren 6.7, 6.13 en 8.1
- D. v.d. Laan: 7.9 en 7.11
- Overig: K. Nuijten illustraties

Het rapport Evaluatie milieueffectrapportage 'Slufter' 1986-2001 is het resultaat van langlopende monitoring van effecten sinds de aanleg van de 'Slufter' in 1987. Het was tevens het eerste grootschalige project in Nederland waarvoor - in 1984 - een milieu-effectrapportage is uitgevoerd. In de afgelopen 15 jaar hebben velen meegewerkt aan het verzamelen, analyseren en rapporteren van onderzoeksgegevens. De Werkgroep Evaluatie Slufter wil allen, die hieraan een bijdrage hebben geleverd, bij deze bedanken.

Deelonderzoeken

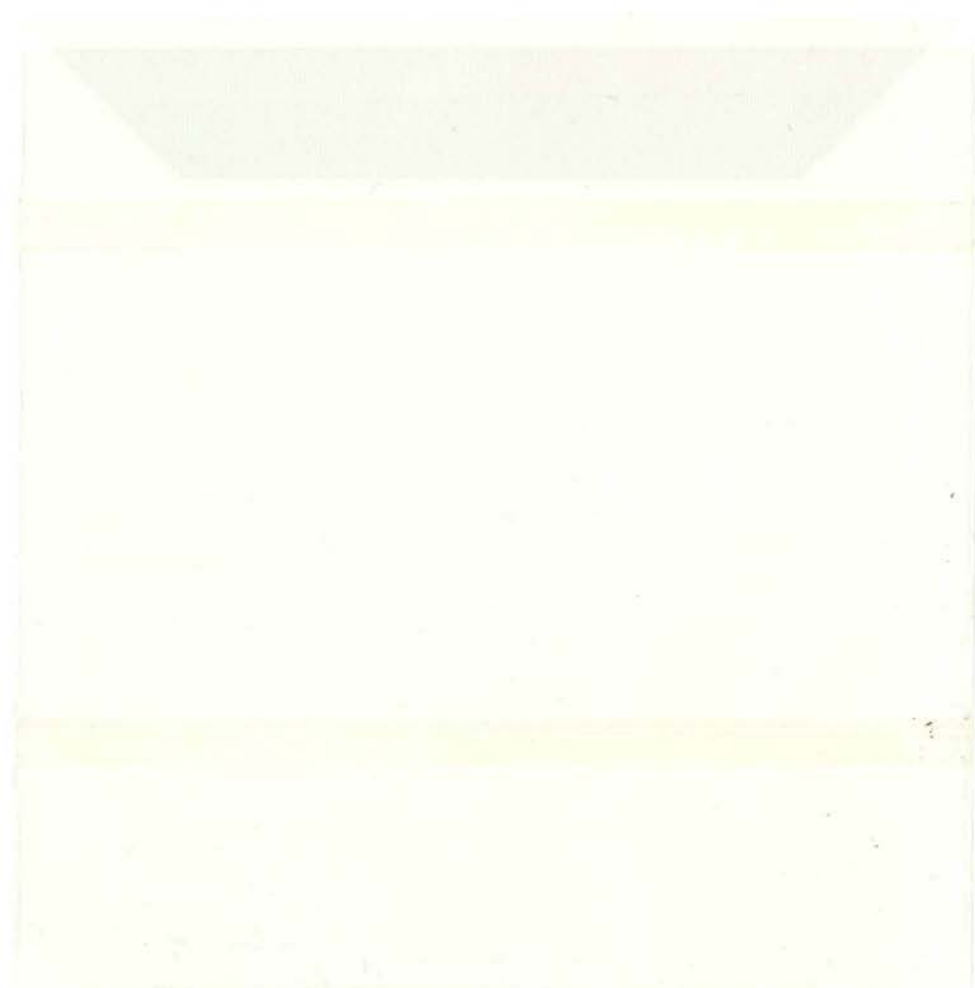
- Berger G., 2002a. Evaluatie Slufter Deelrapport Grondwater. Gemeentewerken Rotterdam.
- Berger G., 2002b. Baggerspeciedepot Slufter Evaluatie Monitoring Retourwater. Gemeentewerken Rotterdam.
- Heinis F. & C.T.M. Vertegaal, 2002. Evaluatie Milieu effect rapportage Slufter 1986-2001. Deelrapport Vogels en Zeezoogdieren. RIKZ, Den Haag.
- Heinis F. & W. Sistermans, 2002. Evaluatie Milieu effect rapportage Slufter 1986-2001. Deelrapport Bodemdieren. RIKZ, Den Haag.
- Van Holland G., 2002. Evaluatie Milieu effect rapportage Slufter 1986-2001. Deelrapport Bodemligging en bodemsamenstelling. RIKZ, Den Haag.
- Vertegaal C.T.M., 2002. Evaluatie Milieu effect rapportage Slufter 1986-2001. Deelrapport Vegetatie en Flora. RIKZ, Den Haag.

Projectleiding Rijksinstituut voor Kust en Zee

- Drs. E. Hartgers
- Dr. R.H.M. Eertman

Werkgroep Evaluatie 'Slufter'

- J. Al (Rijkswaterstaat, directie Zuid-Holland)
- G. Berger (Gemeentelijk Havenbedrijf Rotterdam)
- J. Mol (Rijkswaterstaat, directie Zuid-Holland)
- D.J. de Jong (Rijkswaterstaat, RIKZ)
- H. Hummel (NIOO-CEMO)
- A. Schipperen (Rijkswaterstaat, Meetdienst Zuid-Holland)
- F. Twisk (Rijkswaterstaat, RIKZ)
- R. Eertman (Rijkswaterstaat, RIKZ)





Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
Directie Zuid-Holland
Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ



Gemeentewerken
Gemeente Rotterdam

