

resumé kusterosie

Vanuit bovenstaande overwegingen kan het volgende worden geconcludeerd voor veiligheid:

- er vindt een huidige structurele kusterosie plaats bij de Punt van Voorne van maximaal zo'n 7,5 meter per jaar, en bij de zuidwestkust van maximaal zo'n 3 meter per jaar (worst-case);
- de verwachting is dat de structurele kusterosie bij de Punt van Voorne en de zuidwestkust in de nabije toekomst zal doorgaan, in ieder geval tot de planhorizon van circa 2025. Onzekerder is hoe de Voordelta zich na 2025 gaat ontwikkelen, gezien de veranderingen zoals de opening van de Harinrvlietssluizen;
- mogelijk zal de BKL-suppletie uit 2005 de duinfronterosie bij de zuidwestkust voorkomen of afremmen;
- de precieze ontwikkeling van de kustlijn van Voorne is onzeker, mede gezien de beperkte voorspelmogelijkheden voor de grootschalige morfologische ontwikkeling.

Er moet in de slechts denkbare situatie rekening worden gehouden met het feit dat de bestaande erosie van het duinfront ook de komende 50 jaar nog zal voortgaan. Dit uitgangspunt van maximaal doorgaande kusterosie is als aanvullende aanname (op de uitgangspunten en randvoorwaarden voor de zwakke schakels [lit. 32]) meegenomen in de veiligheidsberekeningen.

situatie ten tijde van Startnotitie

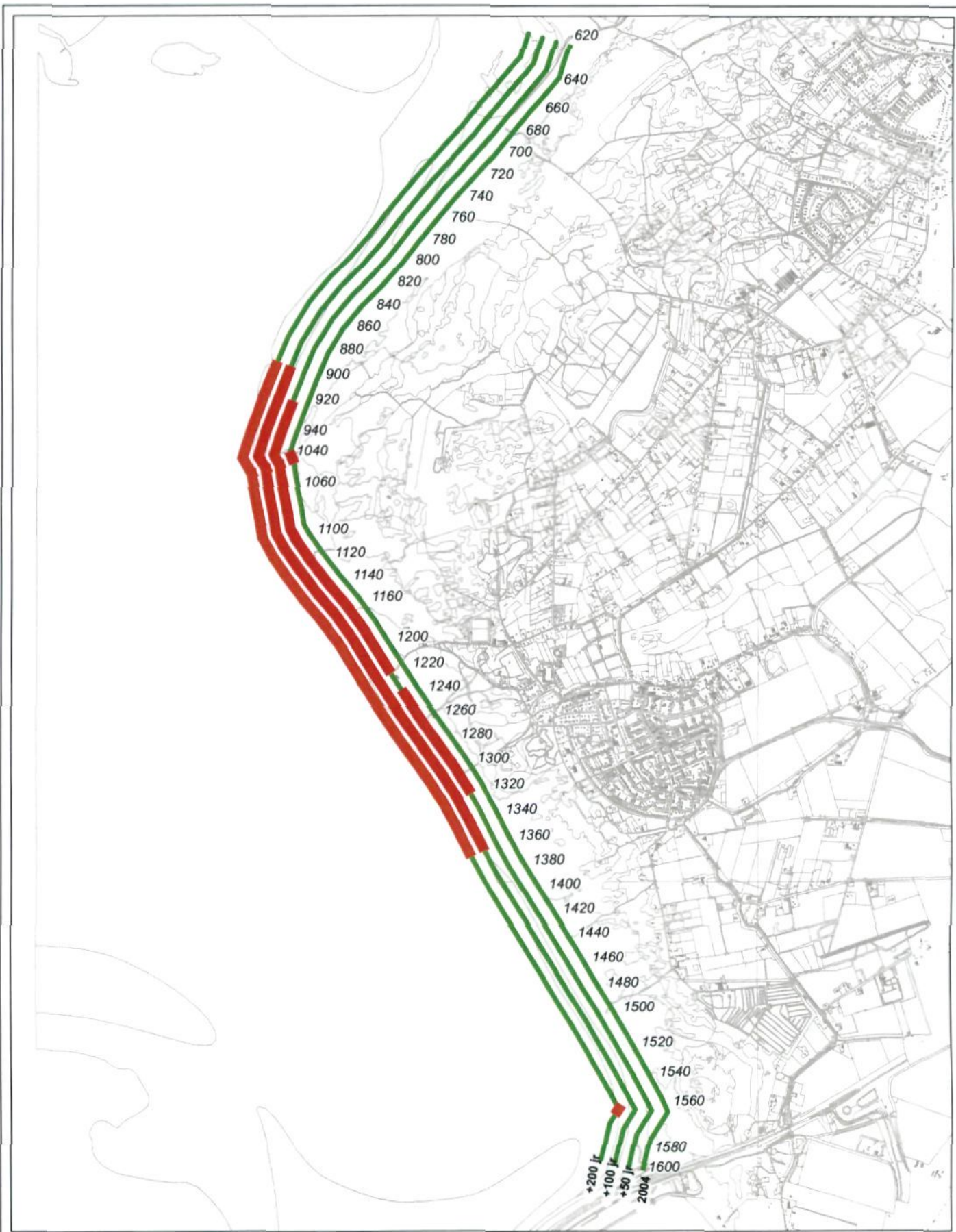
De veiligheidsberekeningen in deze PN/MER verschillen met die uit de Startnotitie. Hiervoor zijn twee redenen aanwezig:

- de provinciale uitgangspunten en randvoorwaarden voor de veiligheidsberekeningen van zwakke schakels hadden ten tijde van de Startnotitiefase nog de status van concept. Inmiddels zijn deze met wijzigingen definitief vastgesteld door Provincie Zuid-Holland en vervolgens toegepast in de PN/MER-fase;
- in de Startnotitie is voor de veiligheidsberekeningen een globale aanname gedaan over de structurele kusterosie (landinwaartse verschuiving van het kustprofiel), met een aangenomen maximum van circa 50 meter in verband met regelmatig kustonderhoud. In de PN/MER is de structurele kusterosie nader geanalyseerd, zodat een meer gedetailleerde aanname (per raai) kon worden gedaan. Tevens is in deze fase geen maximum aangehouden, vanwege genoemde onzekerheid over de invloed van kustonderhoud op de erosie van het duinfront. Aangenomen is als 'worst-case' dat de duinfronterosie onverminderd kan doorgaan gedurende 50 jaar [zie paragraaf 3.1 en achtergronddocument Technische Onderbouwing].

2.1.3. Resultaten van de veiligheidsbeschouwing

De beschouwing richt zich op de hydraulische condities over 50 jaar. De tijdhorizon +100 jaar (met bijbehorende hydraulische condities, zie bijlage III) is daarnaast beschouwd om zicht te krijgen op de benodigde verbeteringsmaatregelen bij een robuust ontwerp (geen-spijt maatregelen). De tijdhorizon +200 jaar (met bijbehorende hydraulische condities, zie bijlage III) is beschouwd om inzicht te krijgen in de omvang van en locaties voor het vaststellen van een ruimtereservering.

In afbeelding 2.3. is een overzicht van de veilige en onveilige raaien uit de geactualiseerde veiligheidsbeschouwing opgenomen. De veiligheidsbeschouwing is gebaseerd op het kustprofiel anno 2004 (dus voor de recente BKL-suppletie in 2005).



oordeel

— onvoldoende veilig

— veilig

Planstudie Duinversterking Kust van Voorne

Afbeelding 2.3

Veiligheidsoordeel geactualiseerd

schaal: 1:25000

0 0.2 0.4 km

projectcode: 08123-1
 versie: definitief 2.0
 datum: 01-09-2006
 getekend: J.H. Kampenga bc
 goedgekeurd: F. H.H. Scholten
 goedgekeurd: Drs. D.J.F. Bel



Witteveen **Bos**

Uitgaand van maximaal doorgaande structurele kusterosie en de hydraulische condities over 50 jaar ontstaat er een veiligheidsprobleem bij (zie afbeelding 2.3.):

- de Punt van Voorne: tussen raai 940 – 1080;
- de zuidwestkust: tussen raai 1100 – 1300⁵.

De noordwestkust en het zuidelijk deel van de zuidwestkust worden met de huidige kennis als voldoende veilig beoordeeld.

In de toekomst (+100 jaar) breidt het probleem zich maar iets uit tot raai 920 bij de Punt en raai 1220 en 1320-1340 aan de zuidwestkust. De voorspelling voor over 200 jaar komt overeen met die voor over 100 jaar. De voorspelling voor over 200 jaar wordt op dit moment alleen gebruikt om te voorkomen dat er in de toekomst planologische of juridische belemmeringen ontstaan die de mogelijkheden voor kustversterking beperken. De ruimtereservering wordt in een zogenoemde 'Legger' vastgelegd. Overigens leidt de strikte bescherming van het plangebied vanuit natuur voor de meeste plekken al tot dezelfde beperkingen.

gevoeligheidsanalyse

Ten aanzien van de gebruikte uitgangspunten en randvoorwaarden bestaan nog verschillende onzekerheden. In de geactualiseerde veiligheidsbeschouwing is daarom ook een gevoeligheidsonderzoek uitgevoerd om de invloed van verschillende keuzes vast te stellen. Uit dit gevoeligheidsonderzoek blijkt op hoofdlijnen het volgende [zie ook achtergronddocument Technische Onderbouwing en lit. 46].

onderwerp	aanname gevoeligheidsanalyse	invloed op resultaat veiligheidsberekeningen
structurele duinfronterosie	geen duinfronterosie	De keuze voor wel of geen doorgaande duinfronterosie heeft een dominant effect in de resultaten. Indien de aanname wordt gehanteerd dat er geen duinfronterosie meer zal optreden, wordt het aantal onveilige raaien drastisch gereduceerd. In 2004 was dan bijvoorbeeld alleen raai 1002 onveilig, over 50 jaar zou daar alleen raai 1060 bijkomen.
BKL-suppletie uit 2005	kustprofiel na BKL-suppletie uit 2005 als basis (in plaats van profiel uit 2004)	Als het profiel anno 2005 gehandhaafd zou worden dan zouden alle raaien voor de Punt en de zuidwestkust veilig zijn. Voor De Punt geldt wel dat raai 940 net aan veilig is, dat komt mede omdat daar in 2005 niet is gesuppleerd. Als de erosie van strand en duin het afgelopen jaar onverminderd door is gegaan dan is naar verwachting de raai heden (2006) al onveilig.
onzekerheid in golfhoogte	10 % hogere golfhoogte	Als gevolg van morfologische veranderingen in het kuststelsel is het mogelijk dat de maatgevende golfhoogte onder ontwerpstormvloed condities in de toekomst bij de Punt hoger zal zijn dan thans [zie achtergronddocument SWAN-analyse]. De invloed van een 10 % hogere golfhoogte op de afslag en daarmee op de veiligheid blijkt relatief gering te zijn. Bij de zuidwestkust is mogelijk sprake van afnemende golfhoogte (tot 10 %).
hydraulische randvoorwaarden	andere klimaatscenario's	De keuze voor het in rekening te brengen klimaatscenario heeft een effect. Het meest conservatief is het zogenoemde maximum klimaatscenario [lit. 44]. De aangehouden hogere gemiddelde zeespiegelstijging en de extra stormopzet resulteren in enkele extra (berekende) onveilige raaien.

⁵ Met uitsluiting van raai 1220, maar gezien de samenhang wordt deze raai meegenomen in de kustversterking.

Uit het voorgaande en uit de gevoeligheidsanalyse kan worden geconcludeerd dat structurele erosie van het duinfront het grote probleem is bij Voorne. Deze kusterosie is in de veiligheidsbeschouwing dominant boven de verwachte veranderingen in de toekomstige hydraulische condities.

robuuste veiligheidsmaatregelen

Het doel van het onderzoek naar de zwakke schakels is om te komen tot een robuust ontwerp, met het oog op de tijdshorizon van +50 jaar en rekening houdend met de gesignaleerde onzekerheden. Hoewel de verbeteringsmaatregelen in principe worden ontworpen voor een termijn van 50 jaar, is van belang te beschouwen in hoeverre maatregelen flexibel kunnen inspelen op de toekomst en onzekerheden (geen-spijt maatregelen). Vanwege de dynamiek in het mondingsgebied van het Haringvliet en de beperkte voorspelhorizon bij de kust van Voorne (tot ongeveer 2025) is het voor de versterkingsmaatregelen van belang een goede afweging te maken tussen robuustheid en flexibiliteit, waarbij gezien de gesignaleerde onzekerheden vooral wordt gekozen voor een zekere flexibiliteit boven robuustheid. Versterkingsmaatregelen zullen vooral gericht zijn op de dominante oorzaak van het veiligheidsprobleem bij Voorne: de naar verwachting doorgaande structurele kusterosie.

Op grond van bovenstaande is er onderscheid te maken in twee deelgebieden waar veiligheidsmaatregelen noodzakelijk zijn: de Punt van Voorne (raai 940 – 1080) en de zuidwestkust (raai 1100 – 1300). Aan de noordwestkust en het zuidelijk deel van de zuidwestkust worden (op dit moment) geen veiligheidsmaatregelen voorgesteld.

2.2. Beleidskader

Naast het hiervoor beschreven veiligheidsprobleem bepalen diverse Europese, nationale, regionale en lokale beleidsvoornemens, plannen en richtlijnen de kaders (en de gevraagde ruimtelijke kwaliteit) voor de oplossing van de versterking van de kust van Voorne. In bijlage IV is een overzicht van de diverse documenten gegeven, met de belangrijkste randvoorwaarden die voor deze planstudie aan de orde zijn. In onderstaand tekstkader zijn de belangrijkste kaders opgenomen, waar in de planstudie en de PN/MER rekening mee is gehouden. De kaders zijn afkomstig uit het Integraal Ontwikkelingsperspectief Zuid-Hollandse Kust [lit. 29] met het bijbehorende (vrijwillige) Milieuraapport (SMB) [lit. 30], de Europese Vogel- en Habitatrichtlijn en de nieuwe Natuurbeschermingswet 1998.

waarborgen veiligheid

Een zwakke schakel moet zó worden versterkt dat de veiligheidsnormen voor het achterland duurzaam worden gewaarborgd. Voorkomen moet worden dat er nú onontkoombare ontwikkelingen plaatsvinden, waardoor toekomstige versterkingsmaatregelen moeilijker worden. Daarom moeten er ruimtelijke reserveringen worden vastgelegd, waarmee de effecten van 200 jaar zeespiegelstijging zijn op te vangen.

handhaven zandbalans

Bij ruimtelijke maatregelen in de kust moet zand een ordenend principe zijn. In overeenstemming met de drietrapsstrategie moet:

- de zandrivier zoveel mogelijk ongehinderd kunnen bewegen;
- waar nodig zandschaarste worden opgevangen met zandbuffers;
- pas als allerlaatste optie lokaal zand worden vastgehouden met harde constructies.

Toepassing van deze strategie betekent onder meer dat bij versterking van een zwakke schakel zandige oplossingen de voorkeur verdienen. Harde zeewaartse oplossingen zijn alleen toegestaan als het écht niet anders kan.

behoud en versterking ecologie

Het sterk conserverende karakter van de Europese Vogel- en Habitatrichtlijn en de nieuwe Natuurbeschermingswet domineert het zoeken naar oplossingen binnen de gegeven technische uitgangspunten. Instandhoudingdoelstellingen zijn maatgevend. Dit leidt tot de volgende prioriteitstelling:

- de zeewering blijft zoveel mogelijk op de huidige plek;
- ruimte voor natuurlijke (dynamische) processen wordt zoveel mogelijk versterkt;
- behoud van bestaande natuur heeft prioriteit ten opzichte van nieuwe natuur (als gevolg van de Natuurbeschermingswet 1998);
- behoud van de bestaande landschappelijke zonering en recreatief medegebruik dient plaats te vinden binnen natuurgrenzen.

Versterking van de zwakke schakel moet - zoveel mogelijk - bijdragen aan de versterking van de Ecologische Hoofdstructuur, vooral aan robuuste natuurgebieden en herstel van ecologische verbindingzones. Binnen de veiligheidsrandvoorwaarden moet de ruimte voor natuurlijke processen groter worden. Waar natuur vanuit de binnenduinrand overgaat in land- en tuinbouwgebied, verdient verbetering van de kwaliteit van het (grond) watersysteem de aandacht.

optimaal ruimtegebruik

Diverse gebruiksfuncties moeten elkaar niet verdringen, maar juist versterken. Verspilling van ruimte moet worden voorkomen. Het streven is: afwisseling van natuurgebieden waar rust en stilte gewaarborgd blijven, en intensief gebruikte terreinen waar volop gelegenheid is voor recreatie en beweging. De mogelijkheden van meervoudig ruimtegebruik moeten optimaal worden benut. Kansen voor natuur, recreatie, landschap en cultuurhistorie kunnen daarbij worden gecombineerd. Naast vernieuwing moet de historie van een gebied zichtbaar blijven (afleesbaarheid van het landschap).

economische continuïteit

Versterking van zwakke schakels kan consequenties hebben voor het areaal visgronden, voor scheepvaart, toerisme, land- en tuinbouw, en voor andere economische bedrijvigheid. Een integrale afweging van de maatschappelijke kosten en baten van alle functies is nodig. De continuïteit van economische activiteiten moet zoveel mogelijk worden veiliggesteld. Waar dit niet kan, zijn compenserende maatregelen vereist.

ruimtelijke kwaliteit

In het algemeen geldt voor de Zuid-Hollandse kust dat bij ontwikkeling op of voor de kust zoveel mogelijk gebruik gemaakt dient te worden van natuurlijke kustmorfologische processen. Specifiek voor de kust van Voorne voegt het IOPK [lit. 29] daaraan toe:

- geleidelijke uitbreiding van de buitenrecreatievoorzieningen;
- bescherming van natuurfuncties (Vogel- en Habitatrichtlijn en Zeereservaat);
- herstel van oorspronkelijke dynamiek in het deltagebied (i.c. Haringvliet);
- recreatie-extensivering op de kop van Voorne die leidt tot natuur- en landschapsherstel.

2.3. Doelstelling voor de kust van Voorne

Op basis van het hiervoor beschreven veiligheidsprobleem, en op basis van de uitgangspunten en randvoorwaarden vanuit het beleidskader, luidt het doel van de planstudie voor de versterking van de zwakke schakel kust van Voorne als volgt:

Doelstelling is te komen tot een breed gedragen, structurele, integrale en flexibele oplossing voor verbetering van de veiligheid en de ruimtelijke kwaliteit. Veiligheid is nadrukkelijk de hoofddoelstelling.

Het doel van de voorgenomen activiteit is daarmee tweeledig:

- het realiseren van de veiligheid tegen overstroming van Voorne tussen raai 940 en 1300 op basis van de in de Wet op de waterkering vastgelegde veiligheidsnorm van 1/4000 per jaar. Het ontwerp van de versterking van de kust van Voorne moet zowel flexibel als robuust zijn. Hoewel de verbeteringsmaatregelen in principe worden ontworpen voor het oplossen van het veiligheidsprobleem voor een termijn van 50 jaar, is van belang te beschouwen in hoeverre maatregelen flexibel kunnen inspelen op de toekomstige onzekerheden in de verwachte kusterosie. Vanwege de dynamiek in het mondingsgebied van het Haringvliet en de beperkte voorspelhorizon bij de kust van Voorne (tot ongeveer 2025) is het voor de versterkingsmaatregelen van belang een goede afweging te maken tussen robuustheid en flexibiliteit. In het ontwerp moet een doorkijk worden gemaakt voor een robuustheid van 100 jaar. Daarnaast moet voldoende ruimte gereserveerd worden om gedurende 200 jaar de veiligheid te kunnen garanderen;
- daaraan gekoppeld het versterken van de ruimtelijke kwaliteit, met belangrijke aandacht voor:
 - het behoud van de bijzondere en beschermde natuurwaarden en het waar mogelijk vergroten van de ruimte voor natuurlijke processen;
 - het behoud van landschappelijke verscheidenheid en de afleesbaarheid van de historie;
 - het waar mogelijk bijdragen aan de ontspanningsmogelijkheden voor bewoners en recreanten.

3. HUIDIGE SITUATIE EN AUTONOME ONTWIKKELING

Om duurzame oplossingen te bereiken is het van belang inzicht te hebben in de morfologische ontwikkelingen van het mondingsgebied van het Haringvliet en de buitendelta met haar geulen- en platenstelsel en in de structurele kusterosie op Voorne. In dit hoofdstuk worden de huidige morfologische situatie en de verwachte toekomstige ontwikkeling beschreven.

Daarnaast, om de gevolgen van de oplossingsrichtingen op de omgeving te kunnen bepalen, is het belangrijk om te weten wat de bestaande gebiedswaarden zijn en welke autonome ontwikkelingen in de nabije toekomst worden verwacht. Hiertoe is een inventarisatie gemaakt van de bestaande en verwachte toekomstige ruimtelijke kwaliteiten in het gebied, voor de thema's: natuur, landschap, cultuur-historie en archeologie, recreatie en waterhuishouding.

3.1. Morfologie

3.1.1. Huidige situatie

gebiedsbeschrijving

Het mondingsgebied van het voormalige zeegat van het Haringvliet is gelegen tussen het baggerspeciedepot 'Slufter', de kust van Voorne, de Haringvlietdam, de kust van Goeree en de doorlopende NAP - 12m dieptelijn zeewaarts. Het gebied is in afbeelding 3.1. weergegeven⁶. De belangrijkste platen en geulen die zijn te onderscheiden (van noord naar zuid en west naar oost) betreffen:

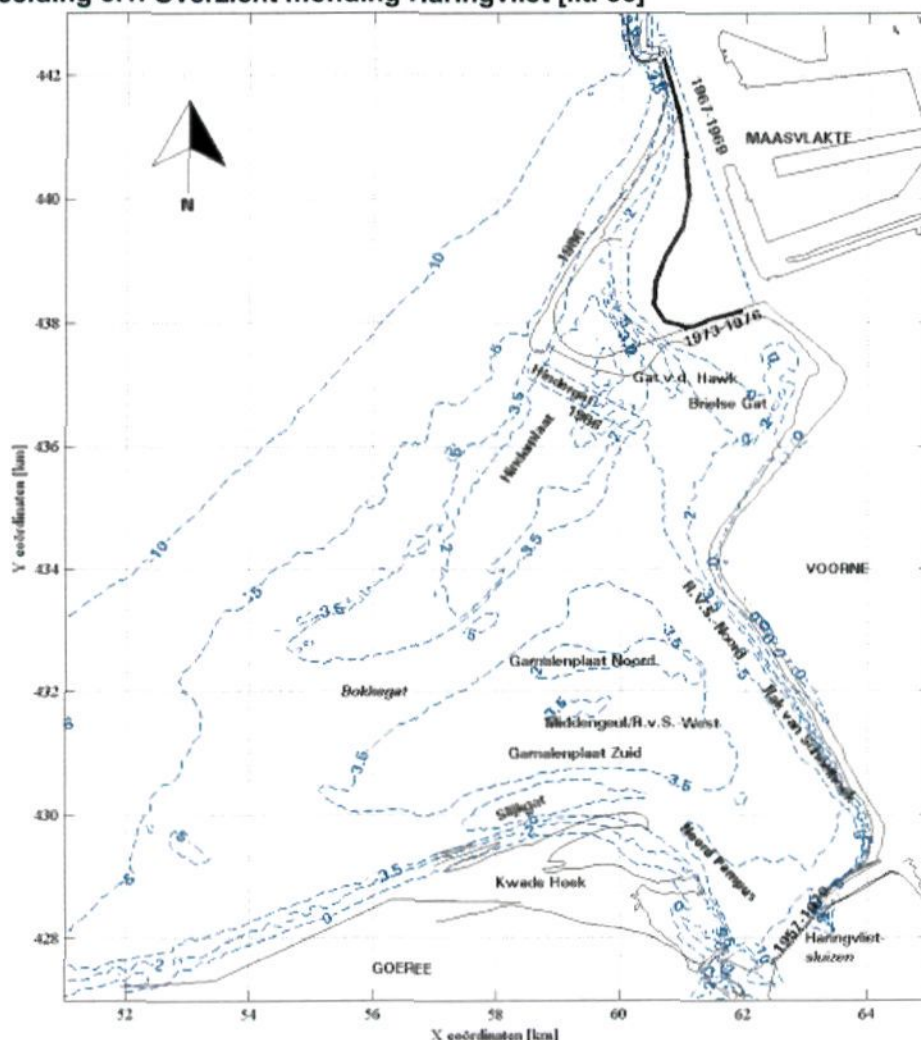
geulen	- het Hindergat, dat in 1986 is gegraven als opvolger van het Gat van de Hawk
	- het Bokkegat, dat inmiddels veel kleiner is geworden
	- de Middengeul, die nu veel groter is
	- het Rak van Scheelhoek, een voormalige hoofdgeul die voorlangs de zuidwestkust van Voorne ligt
	- de geulen Slijkgat en Noord-Pampus
platen	- de Hinderplaat
	- de Garmalenplaat met doorsnijding door de Middengeul in een noordelijke en een zuidelijke Garmalenplaat
	- Kwade Hoek

In de periode tussen 1250 en 1600 is het estuarium Haringvliet ontstaan. Door meerdere stormvloed en zijn in de periode erna laag gelegen polders verloren gegaan en ontstond er een directe verbinding tussen het Haringvliet en het rivierengebied. De buitendelta van het Haringvliet is opgebouwd met het sediment dat hierbij vrij gekomen is. In de tweede helft van de 20^e eeuw zijn delta en monding sterk beïnvloed geweest door menselijke ingrepen. De belangrijkste menselijke ingrepen in het gebied rond de monding van het Haringvliet zijn:

jaartal	ingreep
1950	afdamming van de Brielse Maas
1966	afsluiting van het Brielse Gat
1958-1970	de bouw van de Haringvlietdam in twee fases: - bouw van spui- en schutsluizen aan de zuidkant (1957-1968); - bouw van dam aan de noordkant (1968-1970).
1964-1976	aanleg van de Maasvlakte
1986-1987	aanleg van het baggerspeciedepot de 'Slufter'

⁶ Bij afbeelding 3.1. dient te worden aangetekend dat de kaart wat verouderd is, en dat de contouren van het platen- en geulenstelsel inmiddels zijn gewijzigd. Genoemde platen en geulen zijn echter nog wel aanwezig, zie ook afbeelding 3.4.

Afbeelding 3.1. Overzicht monding Haringvliet [lit. 56]



De ontwikkeling van het mondingsgebied in de periode 1970 – 2000 is af te leiden uit de beschikbare meetgegevens over dieptelijnen. Hieruit blijkt dat na 1970 de morfologie van de voormalige buitendelta sterk is gewijzigd. Het meest dominant is de afsluiting van het Haringvliet geweest, die heeft geleid tot een fundamentele wijziging van het systeem. Het getijvolume nam op de westelijke rand van het mondingsgebied (NAP -12m dieptelijn) met 70 % af, waardoor het oorspronkelijke evenwicht tussen getijvolume en geuldoorsnedes werd verstoord. De invloed van de golven op de morfologie nam in verhouding tot die van het getij toe. De inschatting is dat ongeveer 90 % van de aanpassingen nu wel heeft plaatsgevonden. De bouw van de Maasvlakte en de Slufter hebben weliswaar de morfologie van het gebied eveneens beïnvloed, maar zijn niet zo dominant geweest als de afsluiting van het Haringvliet.

morfologische ontwikkelingen in het mondingsgebied

De belangrijkste wijzigingen van verleden tot en met het heden kunnen als volgt worden omschreven:

- de golfinvloed in het mondingsgebied is in verhouding tot het getij toegenomen. Vanaf 1970 vindt in het gebied een netto sedimentatie van circa 1 miljoen m³ zand en slib per jaar plaats;
- de rand van de voormalige buitendelta erodeerde. Het vrijkomende zand is door golfwerking en het getij landinwaarts in oostelijke richting verplaatst;
- de oostelijke migratie van zand is zichtbaar bij de meest zeewaarts gelegen zandplaat, de Hinderplaat. Deze is naar het oosten en zuiden verplaatst en gedeeltelijk boven NAP uitgegroeid. Overi-

gens is na 1990 de Hinderplaat niet verder in hoogte toegenomen en zelfs lokaal geërodeerd⁷, waardoor nu alleen het zuidelijke deel boven NAP ligt. Op het noordelijk deel van de plaat is een kortsluitgeul ontstaan die de functie van het Hindergat overnam;

- door de plaatontwikkeling op de buitendelta is de golfbelasting op de kust van Voorne na de afsluiting afgenomen;
- door het functieverlies in de getijbeweging vullen geulen zich met zand en slib ('zandhonger'), waardoor de diepte ervan afneemt. In de voormalige getijgeulen het Rak van Scheelhoek en Noord-Pampus betreft het vooral slibdepositie. Buiten deze gebieden bestaat het sinds 1970 afgezette sediment uit zand met beperkte slibpercentages;
- vanwege de locatie van het sluizencomplex en de grote verondiepingen die in het Rak van Scheelhoek hebben plaatsgevonden is in het gewijzigd systeem het Slijkgat de belangrijkste getijgeul. Het grootste deel van het getij- en spuivolume wordt door deze geul naar de Noordzee getransporteerd.

structurele kusterosie

De ontwikkeling in de tijd van de Voornse kust kan het best worden geïllustreerd aan de hand van de ontwikkelingen van dieptelijnen in het kustprofiel. Als eerste kunnen de dieptelijnen worden beschouwd van de niveaus NAP +3m, +2m, +1m en +0m. Deze niveaus vertegenwoordigen respectievelijk:

- de duinvoetligging;
- een hoog strandniveau (hoger dan gemiddeld hoogwater);
- een soort gemiddelde strandbreedte (lager dan gemiddeld hoogwater);
- een strandbreedte tot de NAP-lijn.

De Punt van Voorne

In afbeelding 3.2. is het verloop van de dieptelijnen als functie van de tijd te zien voor raai 1002 (raai 1002 is hier gekozen als illustratie voor de Punt). De zwaar negatieve trend (landwaarts) voor zowel de duinvoet als het strand is duidelijk zichtbaar en bedraagt bij deze raai ongeveer 7,5 meter per jaar.

De erosietrends verschillen per raai, in tabel 3.1. is voor enkele raaien de erosiesnelheid aangegeven.

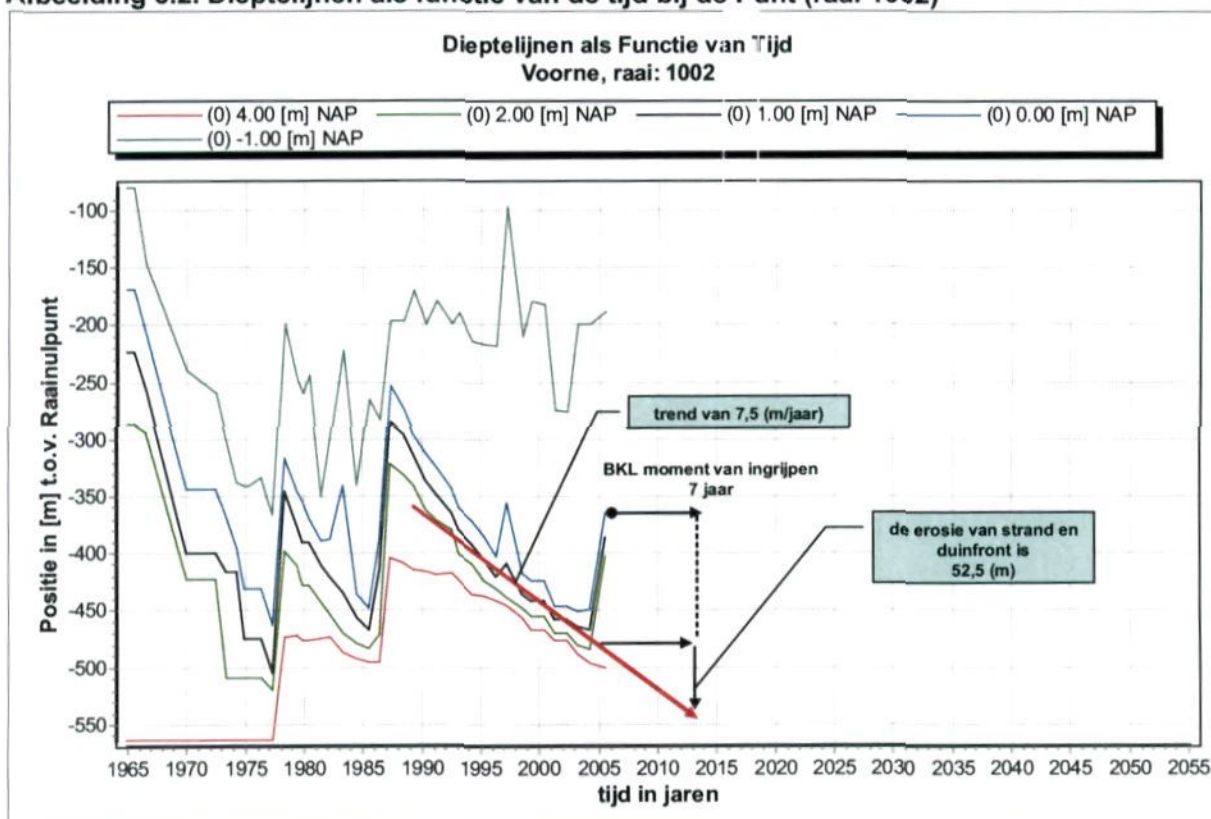
Tabel 3.1. Erosietrend de Punt

raai	erosie trend van strand en duinfront
940	6,50 (m/jaar)
1002	7,50 (m/jaar)
1060	6,25 (m/jaar)

Afbeelding 3.2. illustreert de bijzondere situatie bij de Punt. Het hoger deel van het kustprofiel (hier het duin en strand, bij andere raaien soms alleen het duin) erodeert terwijl de rest van het profiel, het zee-waartse en lagere deel, zich aanmerkelijk gunstiger ontwikkelt (stabiel of veel minder achteruitgang).

⁷ Vooral in het noordelijk deel met doorsnijdingen door geulen. De afbuiging van het Hindergat in zuidelijke richting heeft er mogelijk mede voor gezorgd dat de Hinderplaat hier erodeert.

Afbeelding 3.2. Dieptelijnen als functie van de tijd bij de Punt (raai 1002)



* Enkele plotsklapse stijgingen in de positie van de dieptelijnen worden veroorzaakt door zandsuppleties. Bijvoorbeeld de snelle stijging in 1987 is het resultaat van een grootschalige duin- en strandsuppletie en in 2005 door de suppletie in het kader van BKL onderhoud.

Een verklaring hiervoor moet worden gezocht in de unieke combinatie van een geprononceerde vorm van de kust (puntig en vooruitstekend richting Noordzee) met een ligging in het morfodynamisch gebied van een buitendelta:

- het lagere deel van het kustprofiel wordt qua ontwikkelingen beheerst door de (in ruimte en tijd) grootschalige morfologische ontwikkelingen van de buitendelta en de – voormalige - monding van het Haringvliet; hier spelen de dagelijkse zandtransporten en de voortdurende natuurlijke drang van het systeem om een evenwicht in de zandbalans te bereiken de boventoon. Een redelijk stabiele vooroever bij de Punt blijkt onderdeel te zijn van deze grootschalige morfologie;
- het hogere deel van het kustprofiel (het strand en vooral het duin) daarentegen lijkt qua ontwikkeling beheerst te worden door kustafslag en -erosie. Dit vindt vooral plaats tijdens stormen uit zuidwest tot noordwest, indien het zeewater hoog komt en golven in staat zijn om het duinmassief te bereiken en aan te tasten.

Het afgeslagen zand zal, door de vorm van de kust ter plaatse van de Punt, direct worden afgevoerd naar weerszijden van de Punt. Het zand verdwijnt in het Rak van Scheelhoek (voormalige Haringvlietgeul) of wordt afgezet langs de noordwestkust, daarmee bijdragend aan de zichtbare verondieping van het Brielse Gat⁸.

Een bijkomstigheid is dat in het Rak van Scheelhoek in de periode na de afsluiting van het Haringvliet, veel fijn en slibrijk materiaal van mariene herkomst is afgezet. Daarnaast is met de grootschalige suppletie in eind jaren tachtig ook veel slibrijk zand op de kust aangebracht. Een belangrijk effect van de aanwezigheid van slibfracties dat hierdoor is ontstaan, is dat deze het strand en de vooroever resis-

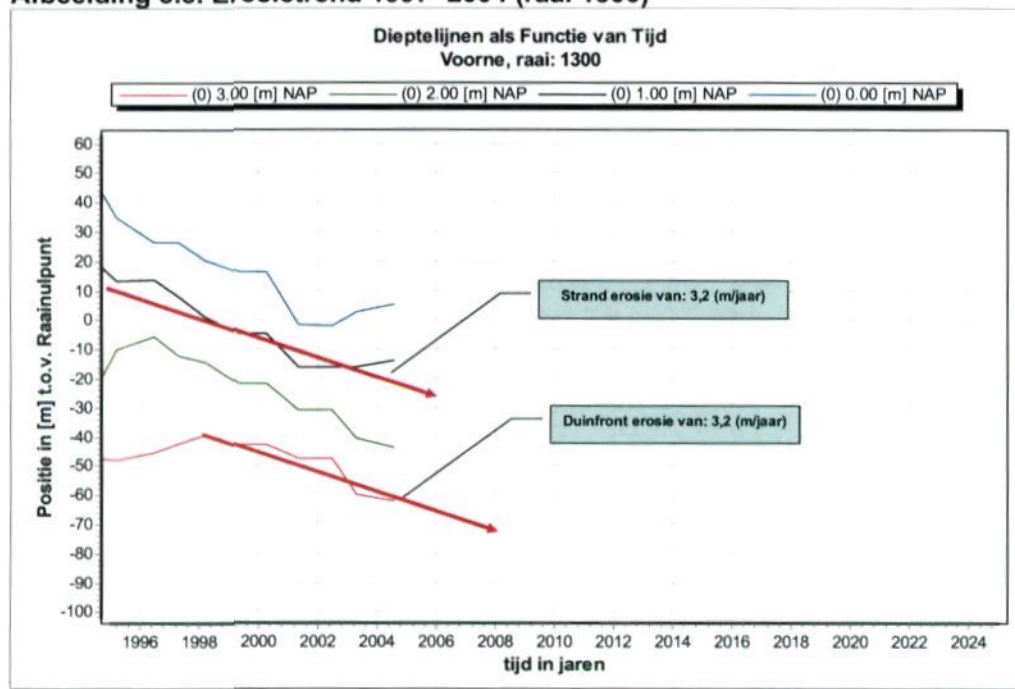
⁸ Omdat het om relatief kleinere hoeveelheden gaat die over een groot gebied worden verspreid, kan de afzetting van het afgeslagen zand niet duidelijk worden aangegeven: het wordt deel van een grootschalige en continue beweging van zand. De hoeveelheid afgeslagen zand is echter wel van een orde grootte die bepalend is voor de (negatieve) ontwikkeling van het duinmassief en daarmee van het veiligheidsvraagstuk.

tenter maken tegen erosie. Dit kan een versterkende factor zijn geweest in het stabiele gedrag van de vooroever van de Punt.

Zuidwestkust

Afbeelding 3.3. illustreert de ontwikkelingen aan de zuidwestkust, met als voorbeeld raai 1300.

Afbeelding 3.3. Erosietrend 1997- 2004 (raai 1300)



Voor de Zuidwestkust geldt dat de erosie structureel minder bedraagt dan voor de Punt. Een representatieve raai ongeveer midden in het gebied is raai 1300. Uit afbeelding 3.3. blijkt dat de afgelopen jaren hier de gemiddelde erosiesnelheid voor het strand en het duinfront ongeveer 3,2 meter per jaar is. De erosie is bij de Punt het grootst en neemt gaande richting de Haringvlietdam af. Tussen raai 1300 en 1400 neemt de erosiesnelheid sterk af: bijvoorbeeld bij raai 1340 is de erosiesnelheid voor het strand en het duinfront ongeveer 1 meter per jaar

De erosie van het strand treedt grotendeels langs de hele zuidwestkust op. Voor wat de erosie van het duinfront betreft is dat (nog) niet het geval. Er zijn raaien waar de erosie van het duinfront niet of nauwelijks optreedt en er zijn raaien waar de erosie van het duinfront wel optreedt, maar in mindere mate. Het beeld van de erosie van het duinfront zoals bij raai 1300 is waarschijnlijk een 'worst case', dat zich misschien de komende tijd voortzet langs andere delen van de zuidwestkust.

De achteruitgang van het strand en het duinfront ontstaat doordat zand tijdens stormen in de richting van het Rak van Scheelhoek wordt getransporteerd. Is het zand eenmaal in de geul afgezet, dan is het niet meer mogelijk, tijdens rustige perioden, dat het zand weer naar het strand wordt getransporteerd. Het zand is ingevangen. Dit proces leidt ertoe dat het strand langs de zuidwestkust structureel erodeert.

3.1.2. Autonome ontwikkeling

Indien de nabije toekomst (komende 20 jaar tot circa 2025) in beschouwing wordt genomen, zijn de ontwikkelingen onder invloed van drie voorziene veranderingen van belang:

- het gewijzigd spuieregime van de Haringvlietstuizen;
- de aanleg van de Tweede Maasvlakte;
- de klimaatverandering.

Deze ontwikkelingen geven mogelijk een verandering in de morfologische ontwikkelingen vanaf de afsluiting van het Haringvliet tot op heden. Welke invloeden ze hebben op het systeem wordt in het onderstaande afzonderlijk beschreven. De aanleg van de Tweede Maasvlakte is formeel nog niet bekrachtigd, maar gezien de omvang en de verwachte snelle start in 2008 wordt deze mogelijke ingreep toch behandeld bij de autonome ontwikkeling.

gewijzigd spuiregime Haringvlietsluizen

In het MER ten behoeve van het Kierbesluit [lit. 42] staat dat de Haringvlietsluizen per 1 januari 2005 op een kier worden gezet⁹. Dat betekent dat bij normale rivierafvoeren de sluisdeuren bij eb en vloed op een opening kleiner dan 10 % worden gezet. De sluisen zullen altijd zodanig worden beheerd dat bij hoge rivierafvoeren en hoge waterstanden op zee de veiligheid is gegarandeerd.

Een eventueel vervolg van Kierbesluit zal stapsgewijs worden aangepakt: de Haringvlietsluizen zullen eerst op een kier worden gezet, waardoor het achterliggende gebied zich langzaam kan aanpassen aan de (zoutere) situatie. Na verloop van tijd kunnen de Haringvlietsluizen misschien verder worden opengezet¹⁰, totdat de variant 'Getemd Getij' is gerealiseerd. Getemd Getij is de variant waarbij de sluisen verder worden opengesteld. De sluisen staan 95 % van de tijd voor ongeveer 1/3 open. Bij Getemd Getij keert het getij terug in het Haringvliet, het Hollandsch Diep en de Biesbosch.

In het kader van de m.e.r. Tweede Maasvlakte zijn morfologische berekeningen uitgevoerd¹¹. De ontwikkelingen in het mondingsgebied voor de eerste 20 jaar (inclusief het Kierbesluit) zijn gesimuleerd. De reeds in de huidige situatie optredende morfologische ontwikkelingen zijn dominant voor de nabije toekomst, de invloed van het Kierbesluit is waarschijnlijk beperkter. Uit de resultaten zijn globaal de volgende relevante ontwikkelingen te zien:

- in grote lijnen kan worden aangenomen dat de dagelijkse getijstrooming door de geulen naar verwachting zal toenemen. Stormen zullen niet veranderen en extreme spuidebieten zullen ongeveer hetzelfde blijven. De toename van het gemiddeld debiet zal de diepte van de geulen doen toenemen. Aangrenzende platen zullen kleiner van omvang worden, slib zal opwoelen en weggevoerd worden. Waarschijnlijk zijn de veranderingen het grootst bij het Slijkgat en in mindere mate bij het Rak van Scheelhoek;
- het kleine geultje dat in 2000 de Hinderplaat in tweeën splitst en in het verlengde ligt van het Rak van Scheelhoek, breekt door. Dit proces van het doorbreken van dit geultje lijkt in de huidige situatie ook al aan de gang te zijn, gezien het groter worden van de geul (metingen in 2003). Er zijn scenario's (bijvoorbeeld [lit. 57]) waarbij deze geul zich ontwikkelt tot een volwaardige getijgeul in combinatie met het Rak van Scheelhoek. Een dergelijk scenario wordt als een 'worst case' situatie gezien. De meeste scenario's namelijk laten een dergelijke ontwikkeling niet zien en duiden juist op een stabiele situatie, ook na invoering van Kierbesluit en zelfs van een eventueel Getemd Getij;
- van de Hinderplaat verheelt het noordelijke deel met een plaat die van de zuidwestkust van de Slufter wordt afgescheiden. Door de verhelings ontstaat een plaat die het Gat van Hawk dichtdrukt. De plaat beweegt zich richting de Brielse Gat en verheelt met de ondieptes hier. Dit verondiepingsproces breidt zich als een vlek uit onder meer in de richting van de Punt maar bereikt aan het einde van de 20-jarige voorspellingsperiode de Punt nog niet;
- het afgescheiden zuidelijk deel van de Hinderplaat verheelt met de Garnalenplaat Noord en later ook met de Garnalenplaat zuid. Ook vanuit de buitendelta ontstaat een plaat die langzaam verheelt met dit complex aan platen. Het geheel breidt zich enorm uit, wordt hoger en ligt centraal in de monding van het Haringvliet, van de kusten afgescheiden door het Slijkgat en het Rak van Scheelhoek;
- in de zuidoost-hoek, in de oksel van de zuidwestkust en de Haringvlietdam treedt verondieping op. De verondieping breidt zich langzaam uit in noordwestelijke richting, delen van de zuidwestkust (tot circa raai 1400) profiteren hiervan.

⁹ De invoering van het kierbesluit is vooralsnog uitgesteld tot 1 januari 2008.

¹⁰ Het Kierbesluit leidt niet automatisch tot invoering van de openstellingvariant Getemd Getij op langere termijn. Iedere variant die verder gaat dan de Kier, doorloopt een nieuwe besluitvormingsprocedure.

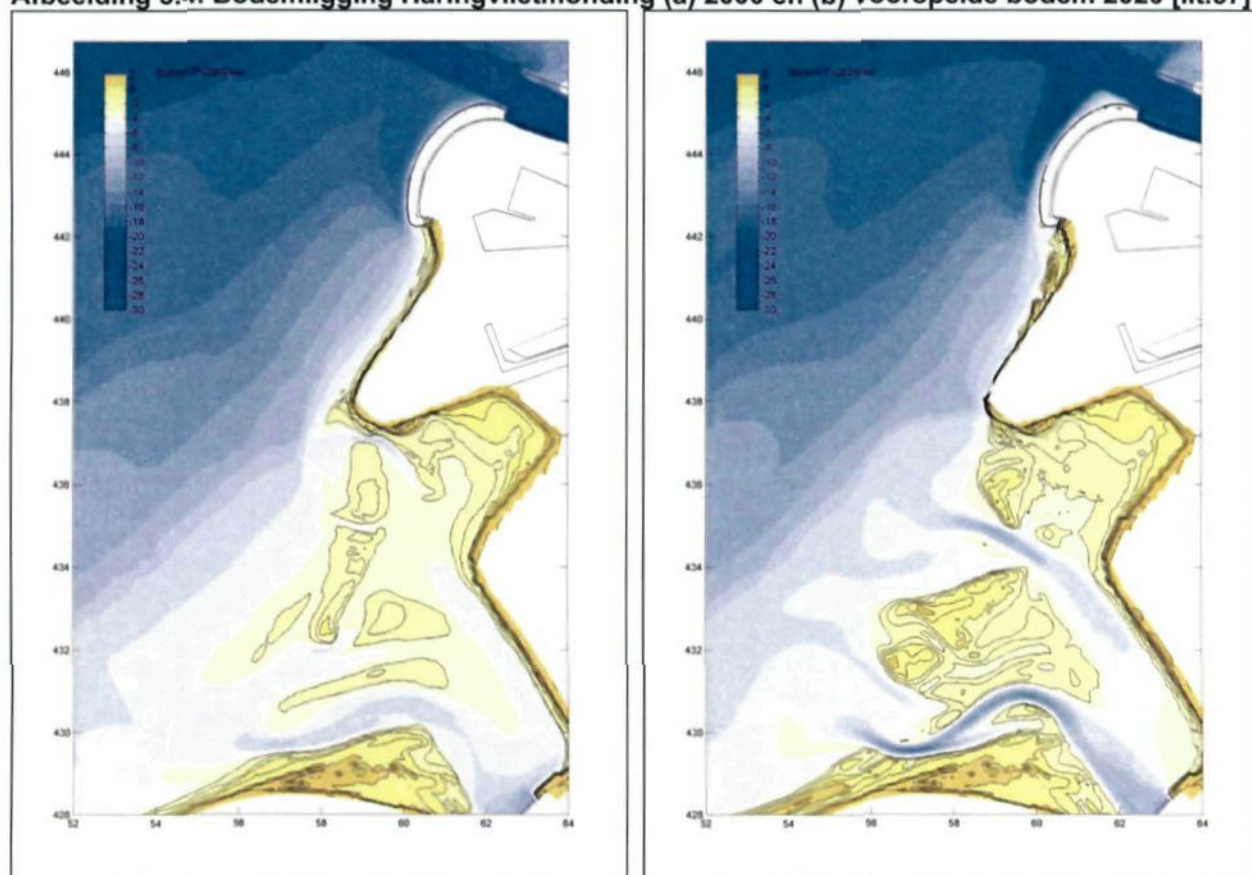
¹¹ Over de rekenresultaten kon worden beschikt, de rapportage is echter nog niet vrij voor publicatie.

Ook in een eerder onderzoek [lit. 57] zijn morfologische berekeningen uitgevoerd, dit is echter gedaan voor de autonome ontwikkeling inclusief het Getemd Getij en met een alternatief hydraulisch/morfologisch model. Hierbij zijn uitgangspunten en modelinstellingen gevarieerd. De bandbreedte in de voorspelde morfologische veranderingen stond in dit onderzoek centraal. De belangrijkste rekenresultaten luiden:

- de sliblaag in het noordelijk deel van het Rak van Scheelhoek verdwijnt na een aantal jaren. Het Rak van Scheelhoek wordt plaatselijk meer dan 10m diep, dit is ongeveer de oorspronkelijke diepte van de geul in 1970. Ook hiervan wordt gesteld dat het een mogelijke autonome ontwikkeling betreft. Berekeningen uitgevoerd voor de MER Maasvlakte II geven een ander beeld. De hier geschetste ontwikkeling wordt dan ook als een 'worst case' scenario gezien voor deze MER;
- het kleine geultje dat in 2000 de Hinderplaat in tweeën splitst, breekt door. Van de Hinderplaat blijft het noordelijke deel bestaan, het zuidelijke deel groeit aan de Garnalenplaat Noord vast;
- met een andere modelinstelling, waarin boven een slibpercentage van 30 % de bodem cohesief is verondersteld, wordt een veel gematigder beeld verkregen. Het Slijkpat vertoont nu grote erosie, terwijl het Rak van Scheelhoek nauwelijks erosie laat zien. Het cohesieve gedrag van de bodem van het Rak van Scheelhoek zorgt er voor dat het aanwezige slib moeilijk kan eroderen. Het pakket gesedimenteerd slib voor de Maasvlakte, dat afkomstig was uit het Rak van Scheelhoek, komt in de alternatieve berekening niet tot ontwikkeling. De morfologische veranderingen in het noorden van het gebied zijn in het algemeen minder sterk. De golfafscherming van de Punt door de Hinderplaat zal minder sterk afnemen.

In afbeelding 3.4. is ter illustratie een mogelijk scenario getoond voor de toekomstige bodemligging in het mondingsgebied (inclusief Getemd Getij):

Afbeelding 3.4. Bodemligging Haringvlietmonding (a) 2000 en (b) voorspelde bodem 2020 [lit.57]



aanleg van de Tweede Maasvlakte

Een uitbouw van de Maasvlakte (de tweede Maasvlakte) zal leiden tot iets meer golfafscherming voor golven uit noordwestelijke richtingen. Deze golven zijn van gering belang voor de zuidwestkust van Voorne, omdat golven uit deze richting toch al zouden zijn bijgedraaid of gebroken op de ondiepten in het mondingsgebied. Voor de Punt van Voorne is deze golfafscherming wel van enige invloed omdat de achteruitgang deels moet worden toegeschreven aan de golfaanval (onder stormcondities) uit deze richting. Hierbij wordt aangetekend dat de belangrijkste bijdrage aan de erosie van de Punt van Voorne komt van de (zuid)westelijke golven.

Omdat naar verwachting de zuidoever van de tweede Maasvlakte in zand zal worden uitgevoerd en door middel van suppleties zal moeten worden onderhouden, zal de totale zandvoorraad van het mondingsgebied van het Haringvliet iets toenemen. Dit zand komt vooral ten goede aan de noordwestkust van Voorne of wordt in de vorm van nieuwe banken voor de noordwestkust van Voorne afgezet. De invloed van de tweede Maasvlakte op het stroombeeld in het mondingsgebied is naar verwachting vooral geconcentreerd op het noordelijke deel.

Samenvattend kan gesteld worden dat de verwachting is dat de tweede Maasvlakte géén significante invloed zal hebben op het waterkerend vermogen van de Voornse kust, zeker niet op de zuidwestkust en hooguit positief bij de Punt.

klimaatverandering

Naast de effecten ten gevolge van Kierbesluit en Maasvlakte II, zijn er ook nog autonome ontwikkelingen te verwachten ten gevolge van klimaatsveranderingen. Bij klimaatsveranderingen spelen twee aspecten een rol: (i) zeespiegelstijging en (ii) zwaardere hydraulische belastingen. De tijdschaal van deze klimaatsveranderingen is in de orde van 50 tot 100 jaar. Dit aspect is verdisconteerd in de hydraulische randvoorwaarden en de veiligheidsberekeningen in deze planstudie (zie ook hoofdstuk 2).

Toekomstige ontwikkelingen tot over 200 jaar

De voorspellingen aan de hand van morfologische modellen beperken zich tot de eerste 20 jaar (zie hiervoor). Dit is een gangbare analyseperiode, voorspellingen voor langere perioden worden in de regel niet zinnig geacht vanwege de afnemende betrouwbaarheid van de modeluitkomsten. Er zijn derhalve geen analyses of berekeningen beschikbaar voor langere perioden, zoals tot 200 jaar welke de tijdhorizont is bij de probleemanalyse in het kader van deze studie.

Ook voor de tijdhorizont tussen 20 en 50 jaar zijn er in deze PN/MER geen morfologische berekeningen uitgevoerd, maar is in scenario's gedacht (zie onder). Naast de reden van sterk afnemende betrouwbaarheid van dergelijke berekeningen op de langere termijn, gelden hiervoor ook de volgende redenen:

- de relatief geringe omvang van de ingreep, in relatie tot de dimensies van en zandstromen in het mondingsgebied (zie voor een analyse ook themadocument Morfologie en Veiligheid);
- de verschillen in natuurlijke variabiliteit in het mondingsgebied, van veel groter omvang dan de verwachte morfologische gevolgen van de ingreep;
- het feit dat aan de hand van extrapolatie (zie onder) voldoende inzicht wordt geboden om een keus te maken voor een veilig alternatief bij de kust van Voorne.

Om toch voorspellingen te doen wordt – op basis van expertoordeel - geëxtrapoleerd op basis van de meest recente modelvoorspellingen (met het Kierbesluit als uitgangspunt) en kan worden gedacht in scenario's. Vanuit het veiligheidsvraagstuk zijn de volgende extremen denkbaar:

- het noordelijke deel van de Hinderplaat (na splitsing door doorbraak van geul, in eindfase van het Kierbesluit) verheelt met de verondieping in het Brielse Gat. In de periferie wordt de vooroever van de Punt steeds ondieper en verheelt deze zich met de ondiepte van het Brielse Gat. Het strand van Voorne wordt breed en hoog, de golfaanval en daarmee de eroderende invloed van de frequente golven nemen af. De achteruitgang van het duinfront bij de Punt neemt steeds verder af, stopt of slaat om in vooruitgang;
- de verdieping in de geul door de Hinderplaat ontwikkelt zich verder. Het Rak van Scheelhoek verdiept zich verder, het diepste punt van de geul komt ter hoogte van de Punt te liggen. Als gevolg hiervan zal de vooroever van de Punt zich niet kunnen ontwikkelen en zal deze niet kunnen profiteren van de verondiepingen aan de rand van het Brielse Gat. De achteruitgang van het duinfront bij de Punt blijft doorgaan;
- de verondieping die in de zuidoost-hoek, in de oksel van de zuidwestkust en de Haringvlietdam is ontstaan, beïnvloedt steeds grotere delen van de zuidwestkust. Hierdoor wordt langs een steeds groter deel van de zuidwestkust de vooroever ondiep en het strand breder en hoger;
- een verdieping van het Rak van Scheelhoek kan de verondieping in de zuidwesthoek tegenwerken, en mogelijk zelfs (deels) teniet doen. In zo een situatie zal er sprake zijn van een verstelling van de vooroever en een afname van de strandbreedte.

autonome kusterosie bij de Punt

De ontwikkeling van de Punt is bijzonder omdat de erosie van het duin niet in dezelfde mate plaatsvindt als die van het strand en vooroever. Om over de verwachte erosie in de toekomst een uitspraak te kunnen doen, zal de toekomstige ontwikkeling van het kustprofiel qua plaats en vorm ingeschat moeten worden. Een factor hierbij is:

- het BKL onderhoud: hierdoor zal op het moment dat het BKL wordt onderschreden, in het lager deel van het profiel gesuppleerd worden. Dit is autonoom beleid en vindt dus regulier plaats;
- de autonome – morfologische – ontwikkeling van de vooroever van de Punt. Eerder is een potentieel ontwikkelscenario beschreven waarin de vooroever en het strand bij de Punt worden beïnvloed door de verondieping die aan de rand van het Brielse Gat plaatsvindt en die als een vlek zich ontwikkelt in de richting van de Punt. Uit de modeluitkomsten zou kunnen worden afgeleid dat na 25 tot 30 jaar de vooroever en het strand van de Punt aangroeit en hoger wordt. Het BKL onderhoud zou in die situatie impliciet niet meer aan de orde zijn.

Er zijn drie mogelijke ontwikkelingen voor de duinvoet denkbaar [zie ook achtergronddocument Technische onderbouwing, paragraaf 3.3]:

- ontwikkeling 1: de duinvoet gaat niet verder achteruit. Door toekomstige BKL-suppleties wordt een hoog voorland gecreëerd waardoor de duinfronterosie kleiner wordt en het afgeslagen duin niet uit het kustvak wordt afgevoerd;
- ontwikkeling 2: de duinvoet gaat verder achteruit. Omdat de rest van het profiel (het zeewaarts en lager deel) niet verder erodeert, zal de achteruitgang van het duinfront afnemen naarmate de duinvoet verder landinwaarts wordt verschoven. Waar deze asymptoot ligt, is niet direct te bepalen. Er

zijn ook geen theoretische modellen voor dergelijke extreme ontwikkelingen en extreme kustprofielvormen beschikbaar;

- ontwikkeling 3: de duinvoet-achteruitgang gaat onverstoord door ('tot Amersfoort'). Dit is fysisch minder waarschijnlijk omdat bij grote verschuiving van de duinvoet ten opzicht van het strand, de golven tegen het duinfront, door golfbreken en bodemwrijving, op den duur nog van te kleine omvang zullen zijn om nog afslag van betekenis te kunnen bewerkstelligen.

Bovendien is dit scenario überhaupt hypothetisch omdat vanuit veiligheid (jaarlijks getoetst volgens VTV: Voorschrift op Toetsen op Veiligheid) al reeds tijdig zou zijn ingegrepen. Dit scenario is feitelijk geen autonome ontwikkeling.

Het meest waarschijnlijke is ontwikkeling 2. De asymptoot is echter niet vast te stellen. Er rest derhalve een grote onzekerheid over de duinfrontontwikkeling bij de Punt van Voorne. Om dit het meest tot zijn recht te laten komen, wordt in de planstudie met een bandbreedte aan potentiële ontwikkelingen rekening gehouden: ontwikkelingen 1 en 3 zijn dan de extremen van alle mogelijkheden.

De BKL suppletie van 2005 zal waarschijnlijk ook een effect hebben op de achteruitgang van de duinvoet. Mogelijk heeft het wat hoger aanbrengen dan gebruikelijk van deze BKL-suppletie (tot NAP +3 m) een afremmende werking op de duinvoeterosie bij de Punt, maar dit effect is met de huidige kennis niet te voorspellen.

duinfronterosie en stormomstandigheden

Het duinfront zal vooral eroderen in de volgende gevallen:

- onder dagelijkse of regelmatige omstandigheden wanneer de strandbreedte in de loop der tijd minder is geworden;
- onder extreme stormomstandigheden wanneer de stormvloedwaterstand zo hoog is dat de golven tegen het duinfront aan komen;
- *daarnaast zijn ook dagelijkse en extreme eolische effecten mogelijk waarbij het duinfront door wind wordt aangetast.*

De mogelijkheid bestaat dat verbreding van het strand na de suppletie van 2005 een (tijdelijk) afremmend effect op duinfronterosie heeft. Tijdens stormomstandigheden kan het duinfront echter verder blijven eroderen. Volgens hoogwater overschrijdingsfrequentielijnen geldt:

- de hoogwaterstand (inclusief een halve golfhoogte) van NAP +2,5m wordt ongeveer 10 maal per jaar overschreden;
- de hoogwaterstand (inclusief een halve golfhoogte) van NAP +3m wordt ongeveer 3 maal per jaar overschreden;
- *de hoogwaterstand (inclusief een halve golfhoogte) van NAP +3,5m wordt ongeveer eens per 1,5 jaar overschreden;*
- de hoogwaterstand (inclusief een halve golfhoogte) van NAP +4,25m wordt ongeveer eens per 20 jaar overschreden.

Met name de laatste hoogwaterstand gaat om extreme stormen die een onevenredig grote duinafslag kunnen veroorzaken.

Licht versterkte golfaanval

De Hinderplaat ontwikkeling is van essentieel belang voor de golfafscherming van de Punt en daarmee voor de duinvoeterosie. Het betreft hier de afschermende werking tijdens de meer frequente stormen. *Modelberekeningen geven te zien dat in de komende 20 jaar door een oost-west georiënteerde geul een bres in de Hinderplaat ontstaat van circa 1 km breed, pal ten westen van de Punt van Voorne.* Deze berekeningen zijn uitgevoerd uitgaande van het Kierbesluit, maar zijn daarvan niet het gevolg, zie [lit. 42]. De waargenomen trend zal twee gevolgen hebben.

- voor de meer frequente stormen uit het westen en noordwesten zal de golfaanval op de Punt van Voorne sterker worden, met als gevolg een versterking van de structurele erosie van het duinfront. Berekeningen zijn uitgevoerd, de versterking bedraagt circa 10 tot 15 %;
- voor de maatgevende extreme storm die bepalend is voor de beoordeling van de veiligheid: de maatgevende ontwerp-golfhoogte zal hoger worden waardoor de maatgevende afslag groter zal zijn. De SWAN-berekeningen, zoals gerapporteerd in het achtergronddocument SWAN-analyse, geven een toename van 10 – 20 % van de maatgevende golfhoogte aan.

Toekomstige ontwikkelingen tot over 200 jaar

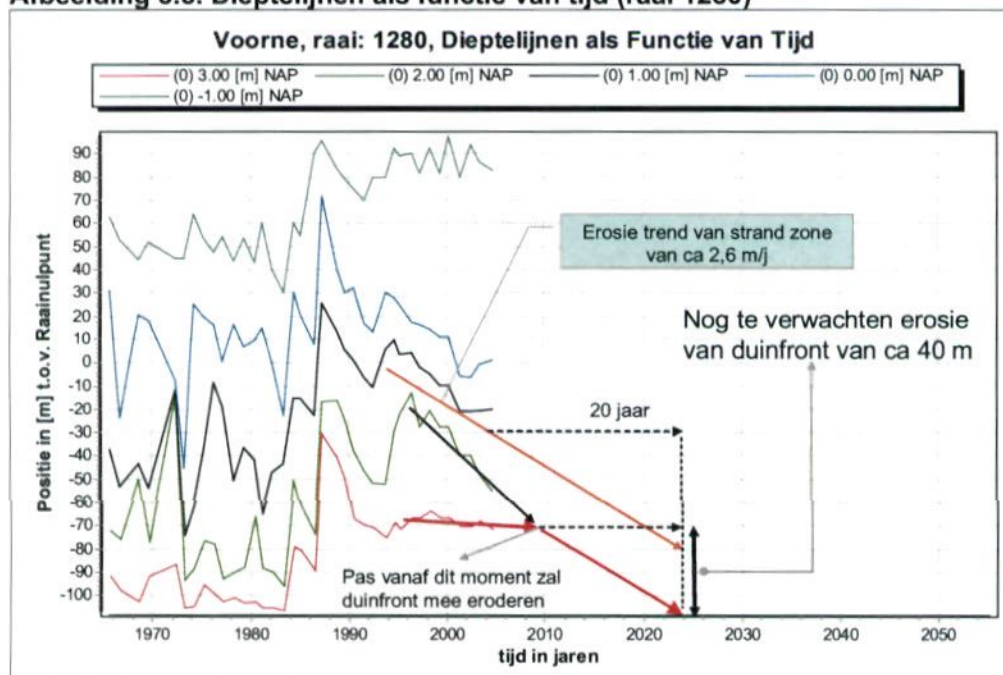
Het BKL onderhoud is aan de orde voor de eerste 20 jaar die door de morfologische modellen is voorspeld. Op basis van de groot-schalige morfologische ontwikkelingen in de buitendelta zijn nadien twee situaties mogelijk:

- door de eerder geschetste grootschalige morfologische ontwikkelingen in en rond het Brielse gat, groeit de vooroever en het strand van de Punt aan en worden deze hoger. Dit zou na 25 à 30 jaar kunnen gebeuren. Het effect is zodanig dat het BKL-onderhoud op een gegeven moment niet meer nodig is. In het extreme geval zal zich een nieuwe ontwikkeling kunnen voordoen: de achteruitgang van de duinfronterosie stopt vooralsnog;
- het andere scenario is dat de Punt niet onder invloed van grootschalige verondieping en plaatvorming geraakt: de vooroever en het strand van de Punt groeit niet aan. In dit scenario kan de geschetste achteruitgang van het duinfront denkbeeldig in de tijd worden doorgezet tot over 200 jaar.

autonome kusterosie bij de zuidwestkust

Ter hoogte van raai 1280 is het duinfront de afgelopen 10 jaar stabiel gebleken, maar – volgens de grafiek in afbeelding 3.5. – het strand zal binnen een periode van 5 jaar zover teruggetrokken zijn dat het duinfront alsnog kan worden aangetast. Vanaf dat moment zal naar verwachting ook het duinfront eroderen, met dezelfde snelheid als het strand.

Afbeelding 3.5. Dieptelijnen als functie van tijd (raai 1280)



In deze gegevens is echter de BKL suppletie van 2005 nog niet verwerkt. Deze suppletie beïnvloedt de voornoemde prognose. Over het effect en gedrag van de suppletie is nog niet alles bekend. Wel is de verwachting dat de suppletie het moment in de tijd naar achteren zal schuiven dat de erosie van het strand de stabiliteit van het duinfront aantast. Uitgaande van een levensduur van de suppletie van circa 10 jaar, zal in een 'best case' het duinfront dan nog stabiel zijn. Pas daarna zal (zonder een nieuwe BKL-suppletie) het duinfront achteruit gaan, met de erosiesnelheid van het strand zoals die momenteel wordt waargenomen. Echter, bij (extremere) stormen zal, ondanks eventueel uitgevoerde strandsuppleties, het duinfront verder kunnen eroderen ('worst case') door golfaanvallen. Als een periode van 20 jaar in beschouwing wordt genomen, dan is het waarschijnlijk dat er extremere stormen zullen optreden met als mogelijk gevolg duinafslag. De hoogwaterstand (inclusief een halve golfhoogte) van NAP + 4,25 meter wordt ongeveer eens per 20 jaar overschreden.

Voorbij raai 1340 (tussen 1340—1440) is het aannemelijk dat het strand deels wat achteruit gaat, maar dat de erosie door het BKL-onderhoud wel zal worden gestopt.

Voorbij raai 1400 tot aan de Haringvlietdam is het strand naar verwachting redelijk stabiel (zie ook achtergronddocument Technische onderbouwing paragraaf 4.2.2.). Hierdoor zal het duinfront niet door de achteruitgang van het strand worden beïnvloed.

De grootschalige morfologische voorspellingen ten behoeve van Maasvlakte en Kierbesluit (zie eerder) geven een verondiepingsproces vlak voor de kust te zien dat vanuit de Haringvlietdam in het zuidoosten ontstaat en dat na 20 jaar reikt tot halverwege de zuidwestkust (ongeveer tot raai 1400). Dit verondiepingsproces kan mogelijk de achteruitgang van het strand matigen en maakt in dit opzicht het hiervoor geschetste beeld van een stabiel duinfront nog aannemelijker. Ten aanzien van het Rak van Scheelhoek zijn verschillende scenario's mogelijk. Het meest waarschijnlijke scenario is dat het Rak van Scheelhoek niet zal verdiepen, mogelijk zelfs licht verondiepen. Er zijn echter ook scenario's waarbij het Rak van Scheelhoek gaat verdiepen: deze scenario's worden als niet erg waarschijnlijk betiteld en gelden voor deze studie dan ook als 'worst case' scenario.

Uit de morfologische voorspellingen is een grote plaatvorming (Garnalenplaat verheeld met andere platen) gebleken. Deze plaatvorming zal ertoe leiden dat een groot deel van de zuidwestkust onder invloed komt te staan van een toenemende afscherpende werking hiervan. De SWAN-berekeningen (zie achtergronddocument SWAN-analyse) wijzen op een reducerende werking van 0-10 %. Met andere woorden: de invloed van de grootschalige morfologische ontwikkelingen is dat de zuidwestkust (vooral het oostelijk deel daarvan) meer wordt afgeschermd tegen golfaanvallen. Daar staat echter tegenover dat klimaatverandering meerdere en zwaardere frequente stormen zal geven.

Toekomstige ontwikkelingen tot over 200 jaar

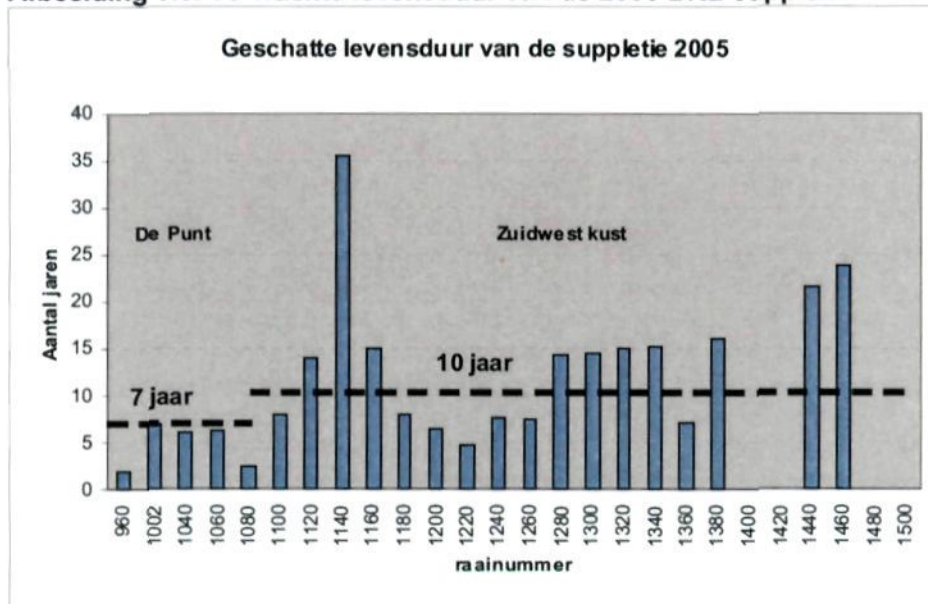
Op basis van de eerder geschetste grootschalige morfologische ontwikkelingen in de monding van het Haringvliet is op de langere termijn moeilijk te voorspellen hoe de ontwikkelingen zich voortzetten. Een mogelijkheid is dat er een evenwichtssituatie ontstaat met een grote en relatief hoge plaat in het midden van de monding, ten noorden en zuiden geflankeerd door goed ontwikkelde getijgeulen het Rak van Scheelhoek en het Slijkgat. Langs de zuidwestkust zal het aanzandingsgebied (aanslibbing eigenlijk) misschien nog iets noordelijker kunnen uitbreiden, maar de verwachting is dat dit niet veel verschilt van dat in de laatste opname uit de 20 jarige voorspelreeks.

3.1.3. Suppleties voor basiskustlijn

De *Eerste Kustnota* [lit. 22] heeft het beleid van 'dynamisch handhaven' geïntroduceerd: naast duurzaam handhaven van de veiligheid worden ook de andere functies en waarden in de duingebieden duurzaam behouden. Structureel verlies van land aan zee wordt tegengegaan door middel van zand-suppleties. Zand is systeem-eigen materiaal die een flexibele wijze van handhaven van de kustlijn toestaat, die gunstig is voor de 'natuurlijke' functies en waarden. Instrument bij de uitvoering van dit beleid is de basiskustlijn (BKL), de (berekende) positie van de gemiddelde kustlijn van 1990. Als de BKL door structurele erosie landwaarts overschreden dreigt te worden, wordt deze erosie actief te worden gecompenseerd, meestal door het suppleren van zand.

In 2005 is in opdracht van Rijkswaterstaat een onderhoudssuppletie voor de BKL uitgevoerd aan de kust van Voorne. Deze suppletie is uitgevoerd van raai 960 tot en met raai 1600, tot het relatief hoge niveau van NAP +3m (gebruikelijk is wat lager tot bijvoorbeeld NAP +2m). Voor de planstudie is onderzocht, op basis van de verwachte erosiesnelheden per raai, hoe lang het duurt voordat deze suppletie weer geërodeerd zal zijn en naar verwachting opnieuw zal moeten worden gesuppleerd [zie ook Technologisch Achtergronddocument]. De zo berekende levensduur is per raai uitgezet in afbeelding 3.6.

Afbeelding 3.6. Verwachte levensduur van de 2005 BKL-suppletie



Voor De Punt kan de levensduur worden geschematiseerd op circa 7 jaar. Voor de Zuidwestkust is de levensduur geschematiseerd tot circa 10 jaar. Als de suppletie 2005 'op' is dan zal (volgens de gestelde uitgangspunten) opnieuw worden gesuppleerd ongeveer overeenkomstig de suppletie van 2005.

3.1.4. Resumé

Ten aanzien van de grootschalige morfologie kan gesteld worden dat er gedurende de laatste 100 jaar veel veranderd is: er is sprake van een zeer dynamisch systeem. Aan de hand van de historische ontwikkelingen wordt gesteld dat de delta op dit moment nog niet in evenwicht is. Het is de verwachting dat zich een nieuwe kustlijn gaat vormen bij het Brielse Gat. Daarnaast wordt er een plaatontwikkeling voorzien, welke tot verminderde golfafscherming leidt voor de Punt en versterkte golfafscherming voor de Zuidwestkust. Ten gevolge van het Kierbesluit zal de delta misschien dynamischer worden, waardoor er in het Rak van Scheelhoek mogelijk sprake is van een verdieping ('worst case' scenario). Deze verdieping kan mogelijk het effect van de ontwikkeling van het Brielse Gat teniet doen.

Voor de Punt geldt dat de lagere delen van het profiel onder invloed staan van de grootschalige morfologische ontwikkelingen, welke een ontwikkeling van aanzanding laat zien. De hogere delen van het profiel staan juist onder invloed van het golfgedreven zandtransport, met name tijdens stormen, welke een erosieve trend heeft. Door de verschillende trends tussen de hogere en lagere delen van het kustprofiel, treedt er geen migratie maar vervorming van het kustprofiel op. Gegeven de onzekerheid in de grootschalige morfologische ontwikkelingen (zowel in tijd- als ruimteschalen) is de toekomstige ontwikkeling van de Punt lastig in te schatten. Bij de Punt wordt ten gevolge van de plaatontwikkelingen in de delta een licht verminderde golfafscherming voorzien.

Bij de zuidwestkust lijkt zich het omgekeerde van de Punt voor te doen: de lagere delen laten een erosieve trend zien, terwijl de hogere delen juist stabiel lijken te zijn. Echter, ten gevolge van de achteruitgang van de lagere delen van het kustprofiel zullen de hogere delen uiteindelijk dezelfde erosieve trend kunnen krijgen als de lagere delen van het kustprofiel. Deze erosieve trend wordt mogelijk versterkt door het actiever worden van het Rak van Scheelhoek als gevolg van het Kierbesluit en in de toekomst misschien het Getemd Getij. Zoals gezegd, is dat een 'worst case' scenario, de studies [lit. 42] en MER Maasvlakte II [lit. 57] laten een dergelijke ontwikkeling niet zien. Bij de zuidwestkust wordt ten gevolge van de plaatontwikkelingen in de delta een licht versterkte golfafscherming voorzien.

De achteruitgang van de kustprofielen hangt sterk af van de grootschalige morfologische ontwikkelingen in de delta. Deze ontwikkelingen zijn slechts in beperkte mate te voorspellen en kennen relatief grote onzekerheden. Eventuele ingrepen zullen daarom flexibel moeten zijn, zodat vrij eenvoudig op veranderingen kan worden geanticipeerd.

3.2. Natuur

Onderstaand worden de huidige situatie en autonome ontwikkeling van natuur op hoofdlijnen beschreven. Voor uitgebreidere en gedetailleerde informatie wordt verwezen naar het themadocument Natuur.

studiegebied

Het studiegebied is bepaald aan hand van de verwachte maximale reikwijdte van mogelijke effecten op natuurwaarden in het duingebied van Voorne en in de aangrenzende delen van de Voordelta¹². Kustlangs omvat het studiegebied de duinen tussen de Haringvlietdam en het Bootpad (circa paal 7). Dit is overwegend in beheer en eigendom bij Natuurmonumenten; ter hoogte van Rockanje is het duingebied in beheer en eigendom bij de gemeente Westvoorne, met in de binnenduinen particulier eigendom. Landinwaarts is of de binnenduinrand en/of de eigendomsgrens van Natuurmonumenten aangehouden, globaal is dit een breedte van circa 600 m uit de buitenteen van de huidige zeereep. In de Voordelta is kustlangs vanwege mogelijke morfologische effecten een studiegebied aangehouden van Brielse Gatdam tot Haringvlietdam en zeewaarts tot circa 2 km uit de hoogwaterlijn. Het studiegebied is in totaal ruim 3.100 ha groot, waarvan ruim 640 ha in de duinen en circa 2.470 ha in de Voordelta. In het themadocument Natuur is in afbeelding 1 een overzicht van het studiegebied weergegeven.

3.2.1. Huidige situatie

natuur- en habitattypen

Voor het beschrijven van de huidige situatie van natuur- en habitattypen bij de kust van Voorne wordt gebruik gemaakt van een typologie op basis van het Handboek Natuurdoeltypen [lit. 1] en de habitattypen van bijlage 1 van de Habitatrictlijn. Deze typologie kan worden gebruikt voor het uitvoeren van een habitattoets in het kader van de in 2005 gewijzigde Natuurbeschermingswet 1998 en bij de voorspelling van effecten op soorten. Als basis voor de kartering van natuur- en habitattypen is voor het duingebied Voornes Duin gebruik gemaakt van vegetatiestructuurkarteringen uit verschillende recente bronnen [lit. 59 en lit. 36]. De oorspronkelijke vegetatiestructuurtypen zijn met behulp van 'vertaalsleutels' omgezet in beleidsmatig relevante natuur- en habitattypen. De hierbij gebruikte sleutel is opgenomen in het themadocument Natuur. In de Voordelta worden natuur- en habitattypen gekarakteriseerd door abiotische kenmerken als diepte, getij en slibrijkdom. Deze basisgegevens zijn voor dit MER bewerkt. In afbeelding 3.7. is de verspreiding van natuur- en habitattypen in het studiegebied weergegeven. In tabel 3.2. en 3.3. is de oppervlakte van natuur- en habitattypen in het studiegebied weergegeven voor de Voordelta, respectievelijk voor Voornes Duin. Daarna volgt een korte beschrijving van beide gebieden.

Tabel 3.2. Oppervlakten natuur- en habitattypen in het studiegebied: Voordelta

ecosysteem	natuur- en habitatype	oppervlakte
Voordelta	geulen en ondiepten (1110)	2.021 ha
	slikken (1140)	246 ha
	schorren (1330)	25 ha
	strand (—)	163 ha
	primaire duinen (2110)	13 ha
totaal		2.468 ha

¹² Het studiegebied is vastgesteld aan de hand van een eerste analyse van mogelijke alternatieven (in de loop van 2005 tijdens de Startnotitie fase); de in dit MER onderzochte alternatieven betreffen een meer beperkt gebied waardoor (achteraf) met een kleiner studiegebied had kunnen worden volstaan. Vanwege de geringere reikwijdte van mogelijke effecten van de in het MER behandelde alternatieven wordt voor sommige parameters wel van een kleiner studiegebied uitgegaan.



droge duin(riet)ruigte	onbegroeid
droge duingraslanden (2130*)	overig (niet-inheems) bos
duinbos met inheemse soorten (2180)	overige duinstruwelen
duindoornstruweel (2160)	primaire duintjes (2110)
duinmeer (2190)	schorren (1330)
duinmoeras- en rietland (2190)	slikken (1140)
geulen en ondiepten (1110)	strand
nat kruipwilgstruweel (2170)	zeereep (2120)
natte duinvallei (2190)	

Planstudie Duinversterking Kust van Voorne

Afbeelding 3.7 Natuur- en habitattypen

schaal: 1:30000 0 0.2 0.4 0.6 0.8 1 km

projectcode: dM123-1
versie: concept 1.0
datum: 13-09-2006
gebruiker: VRIJ-C
gecontroleerd: SCH-15
geplaatst: BILD



Witteveen **Bos**

Tabel 3.3. Oppervlakten natuur- en habitattypen in het studiegebied: Voornes Duin

ecosysteem	natuur- en habitatype	oppervlakte
duinen Voorne	zeereep (2120)	31,1 ha
	open droog duin (2130)	43,0 ha
	droge duin(riet)ruigte (—)	22,7 ha
	duinmeer (2190)	24,8 ha
	natte duinvallei (2190)	19,1 ha
	duinmoeras en rietland (2190)	3,3 ha
	nat kruipwilgstruweel (2170)	1,5 ha
	duindoornstruweel (2160)	99,9 ha
	overige duinstruwelen (—)	150,3 ha
	duinbos met inheemse soorten (2180)	171,0 ha
	overig (niet-heems) bos (—)	67,3 ha
	onbegroeid/geen natuur- en habitatype	10,7 ha
	totaal	645 ha

Voordelta

De Voordelta is het kustgebied met geleidelijk veranderende (voormalige) buitendelta's aan de zeezijde van het Deltagebied tussen de Maas-Eurogeul en de Kop van Walcheren; het is in totaal zo'n 90.000 ha groot. Hiervan valt een zeer klein deel (2,7 %), de kustzone van Voorne, binnen het studiegebied van dit MER. Dit gebied maakt deel uit de van de Haringvlietmond, de vroegere - deels nog actieve - buitendelta van Haringvliet en Brielse Maas.

Aan de noordwestzijde van Voorne, het Brielse Gat, is door de afsluiting van de Brielse Maas een verondiepend gebied ontstaan, een getijdengebied dat verwantschap vertoont met het Waddengebied. De vroegere zeearm is inmiddels nergens meer dieper dan 2 m; voor de Brielse Gatdam zijn op kleine schaal slikken en schorren ontstaan, deels op het vroegere strand bij Oostvoorne. Meer westelijk is het strand door aangroei breder geworden; ter hoogte van paal 7 zijn - op kleine schaal - primaire duintjes aanwezig. Door kustaan groei neemt het areaal intergetijdegebied, schor, strand en duintjes geleidelijk toe. Verreweg het grootste deel van de Voordelta, ook in het studiegebied, bestaat nog steeds uit geulen en ondiepten. Langs de zuidwestkust van Voorne is zeewaarts van het strand alleen dit type aanwezig, voornamelijk in de vorm van het Rak van Scheelhoek. Alle genoemde natuurtypen in de Voordelta, op het strand na, zijn tevens habitattypen van bijlage 1 van de Habitatrichtlijn (zie ook tabel 3.2. en 3.3.).

Voornes Duin

De duinen van Voorne zijn een middelgroot, relatief jong duingebied van ruim 1.000 ha; het studiegebied omvat bijna 2/3 van het gebied als geheel. De Voornse duinen danken hun hoge natuurwaarde aan de kalkrijke bodem, de geringe beïnvloeding van de natuurlijke grondwaterstanden in het verleden en het relatief recente ontstaan van flinke delen van het duingebied, met name aan de noordwestkust. Vooral de natte duinvalleien, waaronder de grote Schapenwei (bij de Groene Punt) en de droge duingraslanden zijn zeer waardevol. In de laagste delen zijn enkele grote plassen aanwezig, het Breede Water en het Quackjeswater, goed ontwikkelde natuurlijke duinmeren met structuurrijke moerasachtige oeverzones. Het areaal struwelen en bossen beslaat in totaal circa 76 % van het studiegebied; dit is erg veel in vergelijking met andere duingebieden. Vooral in de afgelopen eeuw is dit oppervlak sterk toegenomen, grotendeels onder invloed van bosaanplant, geringe beweiding, lage en afnemende zoutinwaai vanaf zee (saltspray) en relatieve 'groeizaamheid' van de bodem. Duinstruwelen en (natuurlijke) duinbossen zijn op zichzelf niet ongewenst: het betreft overwegend habitattypen van bijlage 1 van de Habitatrichtlijn waarvoor Voornes Duin is aangemeld als Natura 2000 gebied. De sterke uitbreiding is echter ten koste gegaan van hoog – c.q. nog hoger – gewaardeerde grazige begroeiingen van natte duinvalleien en droge duingraslanden ('grijze duinen'). Het totaal oppervlak van deze laatste typen bedraagt slechts 3 % (19 ha) respectievelijk 7 % (43 ha) van het totale duinareaal in het studiegebied. Het areaal zeereepvegetaties ('witte duinen') is 31 ha (5 %); ook dit is relatief laag, maar dit type lijkt vooralsnog minder sterk achteruit gegaan dan de eerder genoemde typen.

Habitattypen waarvoor instandhoudingdoelstellingen gelden

De wettelijke bescherming van natuurwaarden in het plangebied wordt in hoge mate bepaald door de status van Voordelta en Voornes Duin als Natura 2000-gebied (Habitat- en Vogelrichtlijngebied). Wat betreft natuur- en habitattypen gaat de bescherming primair uit naar de habitattypen waarvoor beide gebieden zijn aangemeld als Habitatrichtlijngebied en waarvoor inmiddels door het Ministerie van LNV in de zogenaamde gebiedendocumenten voorlopige instandhoudingdoelstellingen zijn geformuleerd. In afbeelding 3.8. zijn de habitattypen in de Voordelta en Voornes Duin afgebeeld waarvoor het betreffende Habitatrichtlijngebied is aangemeld, c.q. waarvoor een instandhoudingdoelstelling geldt. Uit de kaart blijkt dat een groot deel van het studiegebied uit dergelijke strenge beschermde habitats bestaat. De witte delen (geen streng beschermd habitat) bestaan vooral uit strand (aan de zeezijde) en uit 'overige struwelen' en 'overig (niet-inheems) bos' in de duinen. In afbeelding 3.9. zijn de voorlopig aangegeven grenzen van de Natura 2000-gebieden in het plangebied weergegeven.

soorten

Onderstaand wordt een overzicht gegeven van het voorkomen van aandachtsoorten, kenmerkend voor een aantal relevante soortgroepen. Dit zijn soorten die beleidsmatig en/of juridisch van betekenis zijn. De belangrijkste bronnen hiervoor zijn: soorten waarvoor een instandhoudingdoelstelling geldt in het betreffende Natura-2000-gebied, beschermde soorten (tabel 2 en 3 van de Flora- en Faunawet), Rode Lijstsoorten en doelsoorten [lit. 1]. Voor een uitgebreidere beschrijving wordt verwezen naar het themadocument Natuur.

Hogere planten

De duinen van Voorne zijn zeer rijk aan bijzondere soorten hogere planten. Het gebied geniet internationale bekendheid vanwege deze botanische rijkdom. Het voorkomen van aandachtsoorten wordt beschreven aan de hand van recente inventarisaties¹³ en enkele bronnen uit de periode 1995-1997. Tabel 5 in het themadocument Natuur geeft een overzicht van recent en minder recent in het studiegebied aangetroffen aandachtsoorten hogere planten.

Het betreft alleen vindplaatsen in het duingebied van Voorne; in het gedeelte van de Voordelta dat binnen het studiegebied valt komen nagenoeg geen hogere planten voor. In totaal zijn circa 58 aandachtsoorten in het gebied aanwezig; vier hiervan zijn voor het laatst in 1995 gevonden. De belangrijkste soortgroep, met circa 30 aandachtsoorten, is die van natte duinvalleien. Vooral de Schapenwei is zeer rijk aan bijzondere duinvalleisoorten. Ook de soortgroepen van droge duingraslanden zijn in Voornes Duin met 13 aandachtsoorten goed vertegenwoordigd. Een aantal van deze soorten komt – ondanks het sterk toegenomen areaal struweel en bos – nog (vrij) wijd verbreid in het studiegebied voor. Lokaal komen enkele aandachtsoorten van duinmoerassen –en meren voor. Van alle aandachtsoorten zijn er 14 beschermd conform tabel 2 en 3 van de Flora- en faunawet. Dit betreft vooral vrij veel natte duinvalleisoorten, waaronder de streng beschermde groenknolorchis (zie ook hieronder). Daarnaast zijn er twee beschermde soorten (tabel 2/3) van droge duingraslanden, één van duinmeren (drijvende waterweegbree) en één van de zeereep (blauwe zeedistel).

Groenknolorchis

Van de aandachtsoorten hogere planten is het voorkomen van, c.q. het mogelijk optreden van effecten op groenknolorchis juridisch van groot belang. Naast de status als beschermde soort (cf. tabel 3) van de Flora- en faunawet, geldt voor deze soort van bijlage 2 van de Habitatrichtlijn een instandhoudingdoelstelling in het Natura 2000-gebied 'Voornes Duin'. Mogelijke effecten dienen in dat geval te worden onderworpen aan een zogenaamde habitattoets. De groenknolorchis is een kenmerkende soort van relatief jonge natte duinvalleien. De huidige verspreiding van de groenknolorchis in het studiegebied is weergegeven in het themadocument Natuur (waarin tevens de verspreiding van de nauwe korfslak is opgenomen, de enige andere soort waarvoor in Voornes Duin een instandhoudingdoelstelling geldt). Op de Schapenwei komt de groenknolorchis in aanmerkelijke aantallen voor.

¹³ In het veldseizoen 2006 is mede ten behoeve van diverse vergunningaanvragen een aanvullende flora-inventarisatie uitgevoerd (Vreeken, 2006 [lit. 45]).



Voordelta

- 1110 permanent overstromde zandbanken
- 1140 slik- en zandplaten
- 1330 schorren en zilte graslanden

Voornes Duin

- 2120 'witte duinen'
- 2130 'grijze duinen'
- 2160 duindoornstruwelen
- 2170 kruipwilgstruwelen
- 2180 duinbossen
- 2190 vochtige duinvalleien

Planstudie Duinversterking Kust van Voorne

Afbeelding 3.8

Kenmerkende habitattypen met instandhoudingdoelen

schaal: 1:30000

0 0.2 0.4 0.6 0.8 1 km

projectcode: d01123-1
 versie: concept 2.0
 datum: 18-09-2006
 getekend: NEH/46
 goedgekeurd: SC/415
 getypt: BSLD



Witteveen + Bos



Bron: Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Directie Natuur, 1 januari 2006

Natura 2000-gebied Voordelta

Habitat- en Vogelrichtlijngebied

Natura 2000-gebied Voornes Duin

Habitatrichtlijngebied

Habitat- en Vogelrichtlijngebied

Planstudie Duinversterking Kust van Voorne

Afbeelding 3.9.

Natura2000 gebieden (concept grenzen)

schaal 1:30000 0 0.2 0.4 0.6 0.8 1 km

projectcode: 061123-1
 versie: 02/09/06
 datum: 28-09-2006
 getuimd: mr. ing. C.V. Vredenburg
 gecontroleerd: H.H. Schelen
 goedgekeurd: drs. D.J.P. Buijs



Witteveen + Bos

Nauwe korfslak

Ook de nauwe korfslak is een soort van bijlage 2 van de Habitatrichtlijn. In Voornes Duin geldt een instandhoudingdoelstelling voor deze soort. De nauwe korfslak is vermeld op de Rode Lijst als 'bedreigd' en is doelsoort. Andere slakkensoorten worden vanwege de beperkte juridische en beleidsmatige betekenis buiten beschouwing gelaten. Het voorkomen van de nauwe korfslak in de duinen van Voorne is op grond van recente inventarisaties redelijk goed bekend. De soort is talrijk in natte bossen en bosranden in de meeste natte duinvalleien in het noordwestelijk deel van Voornes Duin en bij het Quackjeswater. In het themadocument Natuur zijn alle recente vindplaatsen in het plangebied weergegeven. Het zuidwestelijk deel van het duingebied is in de afgelopen tijd niet geïnventariseerd. Geschikt biotoop is hier alleen op kleinere schaal aanwezig. Aangenomen wordt dat de nauwe korfslak hier overal voorkomt waar geschikt habitat aanwezig is.

Dagvlinders, libellen en sprinkhanen

Het aantal aandachtsssoorten insecten in het studiegebied is bescheiden. De meeste zijn wel zeer kenmerkend. Op dit moment 8-9 komen aandachtsssoorten uit drie insectensoortgroepen in het studiegebied voor, te weten:

- dagvlinders: geelspietdikkopje, bruin blauwtje, kleine parelmoervlinder, heivlinder;
- libellen: bruine winterjuffer, tengere pantserjuffer, glassnijder;
- sprinkhanen en krekels: blauwvleugelsprinkhaan, veenmol.

Er zijn geen beschermde soorten (Ffw) bij of soorten waarvoor een instandhoudingdoelstelling geldt. Alle soorten zijn doelsoort volgens het Handboek Natuurdoeltypen, de meeste ook Rode Lijstsoort.

Vissen

Het zeewaartse deel van het studiegebied maakt deel uit van de Haringvlietmond, een gedeelte van de Voordelta met een duidelijk estuarien karakter. In de Haringvlietmond als geheel komen circa 15 aandachtsssoorten vissen voor, waarvan de meeste kenmerkend zijn voor de Noordzeekustzone en/of getijdengebieden. De meeste van deze soorten kunnen naar verwachting ook worden aangetroffen in het studiegebied. De gegevens zijn ontleend aan zogenaamde nulmetingen in kader van het Monitoring- en Evaluatieprogramma Maasvlakte 2. Tijdens boomkor-surveys in voor- en najaar 2004 zijn in het totaal 45 vissoorten gevangen, waarvan 13 aandachtsssoorten. Enkele belangrijke soorten trekvis (fint, zeepril en zalm) zijn daarbij niet gevangen. Uit andere bronnen kan worden opgemaakt dat in ieder geval fint (zeker) en zeepril (mogelijk) in het studiegebied voorkomen. Beide soorten zijn van grote betekenis omdat de Voordelta mede vanwege deze soorten is aangewezen als Habitatrichtlijngebied. Een aantalschatting is niet mogelijk.

Amfibieën en reptielen

In de duinen in het studiegebied komen in totaal circa 7 soorten amfibieën en reptielen voor. Het betreft algemene, niet bedreigde soorten, zoals bruine kikker en gewone pad, die daarom niet als aandachtsssoort worden aangemerkt. Daarnaast komen in het studiegebied rugstreeppad en zandhagedis voor, herpetofaunasoorten die beschermd zijn volgens het strengste regime van de Flora- en Faunawet; deze gelden uiteraard wel als aandachtsssoort. De rugstreeppad is een soort van ondiepe duinmeentjes, en droogvallende poelen. In de duinen van Voorne is de soort in geschikte biotopen niet zeldzaam. Het is een pioniersoort die zich makkelijk vestigt op zandig terrein waar (tijdelijk) water aanwezig is. Voortplantingsbiotopen zijn onder andere natte duinvalleien als Schapewei, Breede Water en Quackjeswater en kleinere poelen. Na de voortplantingstijd kan de rugstreeppad zich over land over behoorlijke afstanden verspreiden (honderden meters). In de winter graven ze zich in zandige bodems in een ruime omgeving van de voortplantingsbiotopen. De zandhagedis is een typische soort van droge duinen. Hij komt voor in schaars begroeide duingraslanden en zandige plekken daarbinnen. Ook omringende struiken en bosranden worden gebruikt, vooral als schuilplaats. Het is niet goed mogelijk de soort vlakdekkend te karteren; er zijn dus geen systematische inventarisaties beschikbaar. Gezien de vele losse waarnemingen en de over het algemene goede stand in de afgelopen jaren wordt aangenomen dat de soort in de duinen van Voorne overal voorkomt waar geschikt biotoop aanwezig is.

Broedvogels

De terreindelen van Vereniging Natuurmonumenten in de duinen zijn recent (2003) op broedvogels geïnventariseerd [lit. 14]. Van het gedeelte bij Rockanje (gemeentelijk en particulier duinterrein) waren alleen gegevens uit 1996 [lit. 13] bekend, hier is in het voorjaar van 2006 een nieuwe inventarisatie uitgevoerd [lit. 43]. In totaal kwamen in het studiegebied 27 aandachtsoorten tot broeden met in totaal 365-388 broedparen. Op een totaal areaal van 645 ha betekent dit een dichtheid van broedparen van aandachtsoorten van 56-60 bp/100 ha. Deze relatief hoge dichtheid wordt vooral bepaald door de grote broedkolonie van lepelaar en kleine zilverreiger bij het Quackjeswater en de hoge dichtheden van struweelbroedvogels. De aantallen moeras- en watervogels in en rond Breede Water en Quackjeswater zijn op de grote kolonievogels na tamelijk bescheiden. Ook het aantal broedparen van soorten van droge duingraslanden en mozaïeklandschap is vrij laag. De graspieper doet het (weer) vrij goed, vooral in de zeereep; er broedt ook een aantal paren in de natte duinvalleivegetatie van de Schapenwei. Een kenmerkende soort van het open droge duin als de tapuit is al jaren geleden verdwenen. De blauwborst, die in de duinen vaak ook in de zeereep broedt, doet het hier niet goed. In de duinbossen is vooral het aantal broedparen van matkop en wielewaal hoog te noemen.

Breede Water en Quackjeswater zijn aangewezen als vogelrichtlijngebied 'Voornes Duin'; dit valt geheel binnen het studiegebied. Er zijn instandhoudingdoelstellingen van kracht met betrekking tot drie broedvogels: geoorde fuut, aalscholver en lepelaar. In 2003 broedden er in grote kolonies bij het Breede Water en het Quackjeswater circa 1.184 paar aalscholver, respectievelijk 97-120 paar lepelaar. Er broedden 5 paar geoorde fuut, waarvan 4 bij het Breede Water en 1 bij het Quackjeswater. De omvang van de grote broedkolonies varieert van jaar tot jaar. De aalscholverkolonie kende een maximale omvang van circa 1.500 paren in 1998; sindsdien schommelt het aantal tussen 1.000 en 1.300. Ook de lepelaarkolonie had in 1998 met circa 230 broedparen zijn grootste omvang. Sinds 2000 ligt het aantal rond 100 paar. Het hoogste aantal geoorde futen in het Vogelrichtlijngebied was 9 paar in 1998.

Foeragerende kustvogels

De betekenis van het estuariene deel van het studiegebied voor niet-broedvogels wordt uitgedrukt in het voorkomen van foeragerende (en rustende) kustvogels. Voor deze groep zijn Nederlandse kust- en getijdengebieden als de Voordelta van internationale betekenis. Zij gebruiken het gebied tijdens een substantieel deel van hun levenscyclus, als overwinteringgebied en/of om 'op te vetten' in de trekperiode. Het gedeelte van de Haringvlietmond dat binnen het studiegebied valt omvat alleen relatief luv open kustwater en stranden. De belangrijkste aandachtsoorten zijn aalscholver, meeuwen- en sternsoorten en duikeenden. Duikers en futen komen alleen in (zeer) klein aantal voor. De stranden zijn vooral van belang voor de drieteenstrandloper. De drieteenstrandloper is in het winterhalfjaar in substantiële aantallen aanwezig, vooral op de Hinderplaat net buiten het studiegebied.

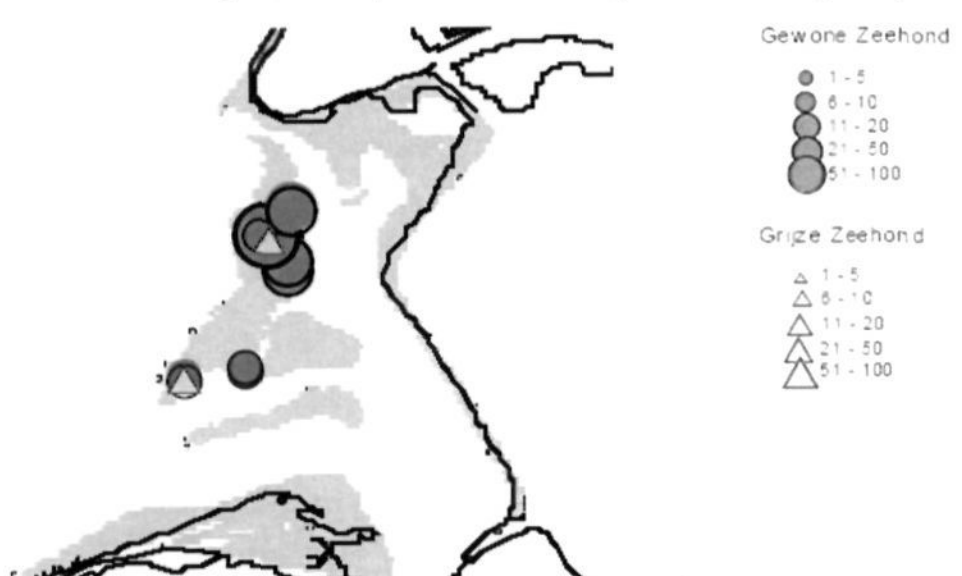
Zoogdieren

De meeste zoogdieren zijn beschermd onder de Flora- en faunawet. Alle meer algemene soorten behoren volgens de vrijstellingsregeling van 2005 tot tabel 1. Evenals bij de amfibieën en reptielen (zie hierboven) worden deze hier niet als aandachtsoort beschouwd. Twee soorten zoogdieren die (mogelijk) in het studiegebied voorkomen zijn juridisch van groot belang aangezien hiervoor instandhoudingdoelstellingen gelden in de Voordelta (gewone zeehond) en Voornes Duin (noordse woelmuis). Gegevens met betrekking tot het voorkomen van aandachtsoorten zoogdieren zijn beschikbaar uit diverse bronnen, waaronder enkele lokale tellingen/inventarisaties. Voor enkele soorten moet worden volstaan met meer globale regionale verspreidingsgegevens. In voorjaar en zomer van 2006 is ten behoeve van dit MER gericht onderzoek gedaan naar het voorkomen van waterspitsmuis en noordse woelmuis bij de Groene Punt en het Breede Water [lit. 2]. Uit dit veldonderzoek is gebleken dat noordse woelmuis en waterspitsmuis zeer waarschijnlijk niet voorkomen rond de Groene Punt en Breede Water, potentieel de meest geschikte deelgebieden.

In totaal komen in het studiegebied 9 aandachtsoorten regelmatig voor (zie het themadocument Natuur). Zes hiervan zijn vleermuizen; meer incidenteel kunnen ook andere vleermuissoorten zwervend of trekkend worden waargenomen; vanwege de geringe ecologische betekenis hiervan zijn deze niet meegenomen. De zes vleermuizen komen alle regelmatig voor in het studiegebied. Baardvleermuis, watervleermuis en grootoorvleermuis overwinteren jaarlijks in bunkers. Voor het overige gebruiken deze en de overige drie soorten, gewone en ruige dwergvleermuis en laatvlieger het gebied om te foerageren. De meeste soorten jagen bij voorkeur in min of meer gesloten bos- en parkachtige gebieden, vooral in de binnenduinen. De watervleermuis jaagt op middelgroot open water (zoals duinmeertjes), de laatvlieger bij voorkeur in meer grootschalig open terrein. Kraamkolonies zijn niet in het studiegebied aanwezig. In 1993 zijn in de duinen van Voorne eekhoorns uitgezet; de soort weet zich in bescheiden aantal te handhaven in de bosrijke binnenduinen van Voorne. Dwergmuizen zijn in nagenoeg het hele studiegebied vrij algemeen; de soort komt voor in allerlei vochtige tot droge ruige vegetaties en bosranden.

De gewone zeehond heeft een vaste rustplaats op de Hinderplaat; in de afgelopen jaren zijn in deze omgeving tussen tot maximaal 30 rustende gewone zeehonden waargenomen; in de seizoenen 2003/2004 en 2004/2005 (Berrevoets e.a., 2005; Strucker e.a., 2006) lagen de maxima op 15 respectievelijk 20 exemplaren. De grijze zeehond komt pas sinds enkele jaren voor in de Voordelta; in 2003/2004 werden er bij één maantelling 3 waargenomen op de Hinderplaat; in 2004/2005 nam de soort sterk toe tot een maximum van 25 in maart 2005. De waarnemingen uit seizoen 2003/2004 zijn weergegeven in onderstaande afbeelding 3.10. De belangrijkste ligplaats is die op de zuidpunt van het noordelijk deel van de Hinderplaat, waar eind jaren '90 een nieuwe (nog naamloze) getijdegeul is ontstaan. Soms zijn ook dieren aanwezig op de zuidpunt van het zuidelijk deel van de Hinderplaat bij andere getijdegeul (het Bokkegat).

Afbeelding 3.10. Waarnemingen gewone zeehond (rondjes) en grijze zeehond (driehoeken) op de Hinderplaat in 2003/2004 (Berrevoets e.a., 2005)



natuurlijkheid ecosystemen

In het kader van eerder onderzoek rond de effecten van aanleg van Maasvlakte 2 is een methode ontwikkeld om de natuurlijkheid van ecosystemen aan de hand van een aantal graadmeters uit te drukken op een schaal van 0-100 % (Janssen e.a., 1998). De basis van deze methode wordt gevormd door het zogenaamde hiërarchisch ecosysteemmodel, waarin ecosystemen worden beschreven aan de hand van kenmerkende processen op verschillende schaalniveaus. Processen op de hogere schaalniveaus hebben daarin - in grote lijnen - een dominante invloed boven processen op lagere niveaus. De natuurlijkheidsgraad van de verschillende schaalniveaus wordt gewogen gesommeerd, waarbij aan de hogere niveaus een hoger gewicht wordt toegekend. In tabel 3.4. is de eerder volgens bovengenoemd onderzoek berekende natuurlijkheid van de Haringvlietmond weergegeven (Spaan e.a., 2000).

Tabel 3.4. Natuurlijkheidsgraad Haringvlietmond (in %)

schaalniveau/ 'laag'	natuurlijkheid per laag	weegfactor	bijdrage aan totaal
geologie	100	0,225	22,5
reliëf/bodem	52	0,175	9,2
hydrodynamiek	61	0,175	10,6
waterkwaliteit	58	0,150	8,7
producenten	81	0,100	8,1
zoobentos	0	0,100	0
fauna	72	0,075	5,6
totaal			64,5

De natuurlijkheidsgraad van de Haringvlietmond is berekend op circa 65 %; vooral de onnatuurlijke invloed van het spuiregime van de Haringvlietsluizen en van de regelmatig terugkerende bodemberoerende visserij (schelpdieren) hebben een forse negatieve invloed op de natuurlijkheid op verschillende schaalniveaus. Ook is de waterkwaliteit nog lang niet optimaal.

3.2.2. Autonome ontwikkeling

In de duinen van Voorne is op dit moment de belangrijkste natuurlijke trend het steeds het verder dichtgroeien van helmvegetaties in de zeereep, droge duingraslanden en natte valleien met struweel en bos. De eerder verwachte versterking van dit effect als gevolg van reductie van de hoeveelheid zoutinwaai na aanleg van Maasvlakte 2 lijkt op basis van een nieuw ontwerp en nieuwe inzichten uit te zullen blijven. Verwacht kan worden dat de beheersinspanningen om deze ontwikkelingen tegen te gaan in de komende jaren substantieel zullen worden vergroot. Dit gebeurt door kap van bomen en struiken, maaibeheer en begrazing met paarden en runderen. In 2005 is het duinterrein bij 'De Pan' (bruto circa 10 ha) voor een groot deel ontdaan van struwelen, bomen en ruigten. De inzet van recente beheersplannen van Zuid-Hollands Landschap en Natuurmonumenten is om ten aanzien van 'verhouding' een trendbreuk te bewerkstelligen. De plannen zijn op dit punt ambitieus te noemen. In welke mate de terreinbeheerders zullen slagen is op dit moment niet goed te voorspellen.

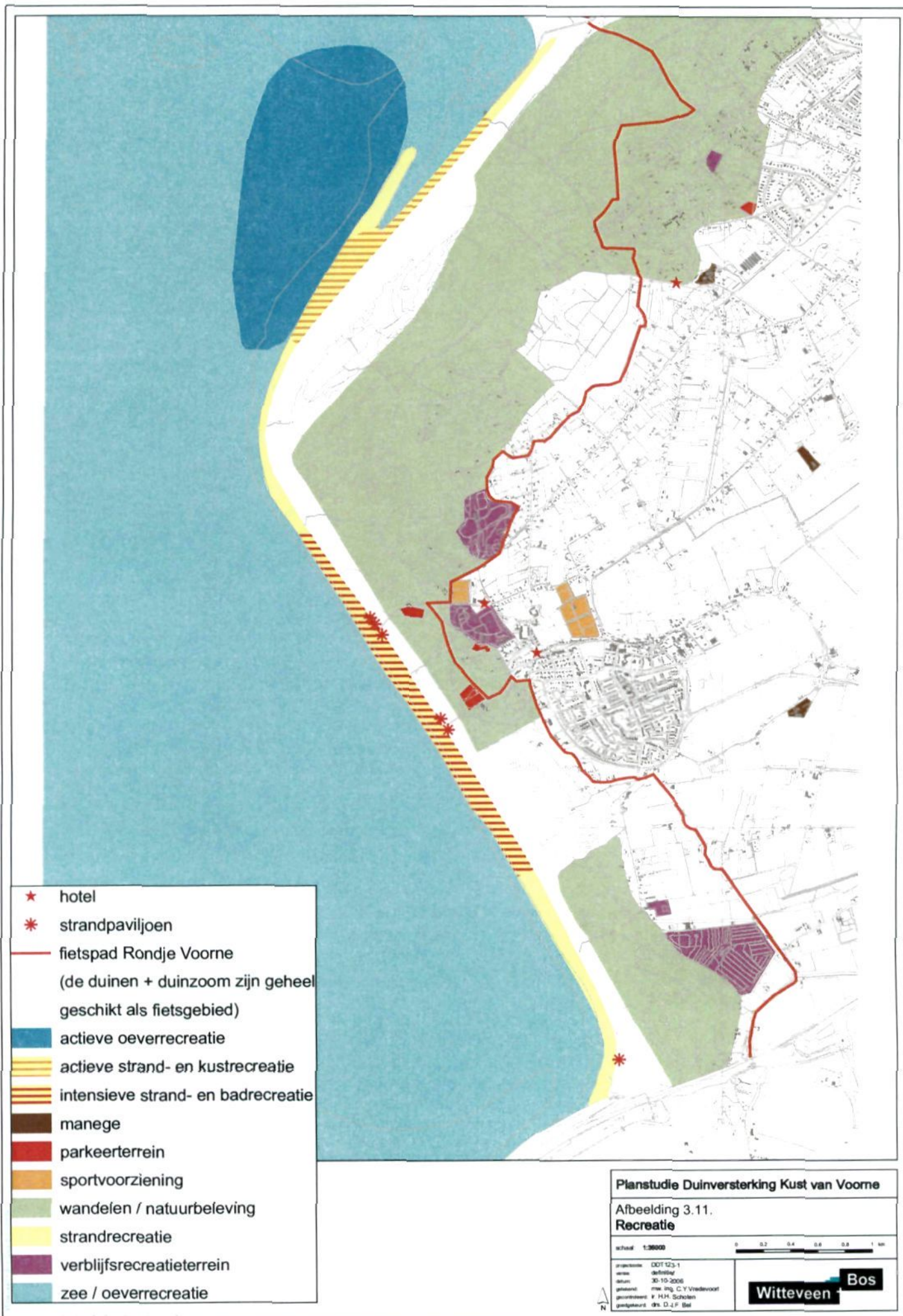
In de Voordelta zullen de trends uit de afgelopen decennia naar verwachting nog enige tijd doorgaan (zie ook paragraaf 3.1 morfologie). Verwachte veranderingen onder invloed autonome ontwikkelingen worden hier niet integraal gekwantificeerd waar relevant wordt er in de voorspelling van effecten (ten opzichte van autonome ontwikkeling) voor gecorrigeerd.

3.3. Recreatie

3.3.1. Huidige situatie

Vanwege zijn ligging heeft de kust van Voorne vooral betekenis als bestemming voor dagtochten en korte vakanties voor inwoners uit de zuidwestelijke randstad: het gebied is een intensief benut recreatiegebied (kwantitatieve gegevens van het recreatieve gebruik van strand en omgeving zijn onbekend). Oostvoorne en Rockanje zijn aan te merken als badplaatsen, maar elk met een eigen karakter. Bij Oostvoorne ligt de nadruk meer op rust en natuurbeleving, in Rockanje meer op de strandrecreatie en de actieve recreatievormen.

Binnen het gebied Voorne-Putten geldt het strandgebied van Westvoorne als de grootste trekker. Tot voor kort was een deel van het strand zelfs per auto direct bereikbaar. Langs de gehele kust zijn permanente strandpaviljoens aanwezig, waarvan enkele bij de 1^e en 2^e slag bij Rockanje. Voor strandrecreatie zijn diverse parkeerterreinen aanwezig, nabij het strand of in de duinen met een wandelpad naar het strand toe. De grootste bevinden zich bij de 1^e en 2^e slag. De duinen hebben grote betekenis als wandelgebied, en door de recente aanleg van de fietsroute Rondje Voorne eveneens als fietsgebied. In de duinen zijn ook ruiterspaden aanwezig. De duinen en de duinzoom vormen aantrekkelijk gebieden voor natuurgerichte recreatievormen als wandelen en natuurbeleving. Ook zijn er diverse ruiterroutes in de duinzoom en duinen uitgestippeld (zie afbeelding 3.11.).



uit de visie van recreatieschap Voorne-Putten-Rozenburg [lit. 35] Het duingebied en de stranden op de Kop van Voorne worden intensief gebruikt door zowel de lokale bevolking als bewoners uit de regio. Deze bezoekers geven het gebied een hoge waardering. In het duingebied gaat het hierbij om wandelen, fietsen en paardrijden al of niet in combinatie met natuurbeleving. De stranden worden hiernaast ook nog gebruikt voor typische strandactiviteiten als zonnen, zwemmen, vliegeren en (kite)surfen (kitesurfen kan alleen op het voormalige autostrand). De recreatieve opvangcapaciteit is onder druk komen te staan, door afname van areaal en gebruiksmogelijkheden, en door toename van het inwoneraantal in de regio. Het recreatieschap pleit derhalve voor het doen toenemen van recreatiemogelijkheden. Het schap onderschrijft de ecologische doelstellingen van het gebied, pleit echter wel voor een hoge mate van recreatief medegebruik.

Punt van Voorne

Bij de Punt van Voorne is de strandbreedte droog strand nihil; dit is voor het functioneren van de badrecreatie niet wezenlijk van belang omdat hier alleen natuurrecreatie plaatsvindt. Bij de Punt is door het eroderen van het duinfront geen verbinding meer mogelijk tussen de duinen en het strand (als gevolg van de afslag en het steile te grote hoogteverschil). In het duingebied achter de Punt is een samenhangend wandelpadenstelsel aanwezig.

zuidwestkust

Bij Rockanje, 1^e en 2^e slag is de strandbreedte van droog strand eveneens nihil; dit is een probleem voor de badrecreatie omdat deze onvoldoende ruimte heeft en daardoor niet aantrekkelijk is. De toegankelijkheid aan de zuidwestkust is in de huidige situatie voldoende als gevolg van de aangelegde strandpleinen.

noordwestkust

Ter hoogte van het voormalige autostrand wordt op het brede strand gevliegerd en het ondiepe kustwater is zeer geschikt voor kitesurfen. Voor dit laatste is het ondiepe kustwater een geschikte plaats om deze sport te leren en te oefenen.

3.3.2. Autonome ontwikkeling

In 2005 heeft een strandsuppletie plaatsgevonden; in de autonome ontwikkeling is het uitgangspunt dat deze suppletie elke 7 á 10 jaar wordt aangebracht.

Punt van Voorne

De strandbreedte van droog strand is direct na de suppletie circa 100 m. In de loop van 7 jaar verdwijnt het droge strand en na 7 jaar is deze naar verwachting ongeveer 20 m (gemiddelde breedte is 60 m). De suppletie bevordert de hoogteligging van het strand, maar de toegankelijkheid blijft even onvoldoende als in de huidige situatie als gevolg van de doorgaande duinfronterosie (het oude pad wordt niet hersteld). Ook voor het pad vanuit de duinen naar het strand ter hoogte van paal 11 bestaat het risico dat dit als verbinding tussen strand en duinen gaat verdwijnen als gevolg van de duinfronterosie. Voor het pad bij paal 11 wordt uitgegaan van handhaving door onderhoudsmaatregelen, omdat dit in de huidige situatie ook plaatsvindt.

zuidwestkust

De strandbreedte van droog strand is direct na de suppletie circa 65 m, in de loop van 10 jaar verdwijnt het zand tot een breedte van circa 30 m (gemiddelde breedte 47,5 m).

noordwestkust

De strandbreedte neemt zeer langzaam toe, en het kustwater verondiept zeer langzaam.

Uitgaande van een goede strandbreedte die breder is dan 80 m droog strand en een redelijke strandbreedte van 80 tot 40 m breed, betekent deze situatie dat ongeveer tweederde van de periode tussen de suppleties een redelijk en eenderde van de periode een onvoldoende tot geen strand aanwezig is. De toegankelijkheid van het strand is geen probleem door de aangelegde strandpleinen met trappen naar het strand. De strandtenten en -pleinen blijven gehandhaafd op de huidige locaties.

3.4. Landschap, cultuurhistorie en archeologie

3.4.1. Huidige situatie

landschap

Voorne maakt deel uit van het deltagebied, een landschap in toom gehouden door duinen, dijken en dammen. De omschrijving van het landschap in het gebied zal zijn in de volgorde:

- kustgebied met de zee en het strand en daarachter de zeereep;
- het duingebied vanaf de strandvlakte met duinmeertjes en duinruggen;
- de duinzoom.

In afbeelding 3.12. zijn de landschappelijke waarden en (historische) elementen opgenomen.

Kustgebied

Het kustgebied bestaat aan de westzijde uit de Voordelta en het strand aan de oostzijde met de zeereep. Het gebied grenst aan de duinen. Het gebied wordt gekenmerkt door grootschaligheid en wijdse uitzichten. Aan de noordzijde wordt het uitzicht sterk bepaald door de industriebebouwing van de Maasvlakte. Aan de zuidwestzijde is de kop van Goeree merkbaar, evenals Hellevoetsluis. De stranden langs de kust zijn onbegroeid en vlak. Er is sprake van een dynamisch landschap, aangezien er kustafslag is, waardoor het strand steeds smaller wordt¹⁴. Voor de kust van Voorne is de zeereep al eens kunstmatig opgehoogd met zeezand, waarover het gebiedseigen materiaal is aangebracht. Door erosie is het gebiedseigen zand verdwenen en is het zeezand aan de oppervlakte gekomen waardoor de zeereep een onnatuurlijke uitstraling heeft. Nabij de Brielse Gatdam ontstaan nog steeds nieuwe zandplaten die zich verder ontwikkelen. Na de afsluiting van de Brielse Maas heeft zich ten westen van Oostvoorne het Groene strand ontwikkeld, een relatief slibrijk strand dat weinig verstuift en dat zich na de aanleg van de Brielse Gatdam niet meer verder heeft ontwikkeld.

Duingebied

Het duingebied bestaat uit oudere en jongere jonge duinen, die een brede strook langs de westkust van Voorne vormen. De jongere jonge duinen liggen direct aan de kust en vormen de smalle eerste belangrijke bescherming tegen de Noordzee. De hoogte van de duinen varieert van 10 tot 16 meter boven NAP en de duinen zijn gedeeltelijk begroeid met helm. Deze duinen hebben het karakter van de zeereep zoals deze langs de gehele Noordzeekust voorkomt: een relatief strak duinlandschap met weinig hoogteverschillen langs het strand. Hier zit geen klei in de ondergrond en daardoor ontbreken meertjes en vochtige valleien. De oudere jonge duinen vormen een zeer gevarieerd landschap, zowel wat betreft reliëf als wat betreft beplantingsstructuren. De grotere ruimte wordt gevormd door de vlakke duinvalleien, overigens is het landschap besloten als gevolg van het reliëf, verspreid struweel en opgaande beplanting. De klei in de ondergrond heeft er voor gezorgd dat er kleine duinmeertjes en poelen in de valleien zijn ontstaan met waterminnende vegetatie. In het duingebied van vooral de oudere duinen is een dicht padennetwerk aanwezig, zodat het landschap beleefbaar is. In het verleden werd bescheiden landbouw in de duinen uitgeoefend, hiervan zijn de zogenaamde duinhuisjes een laatste restant.

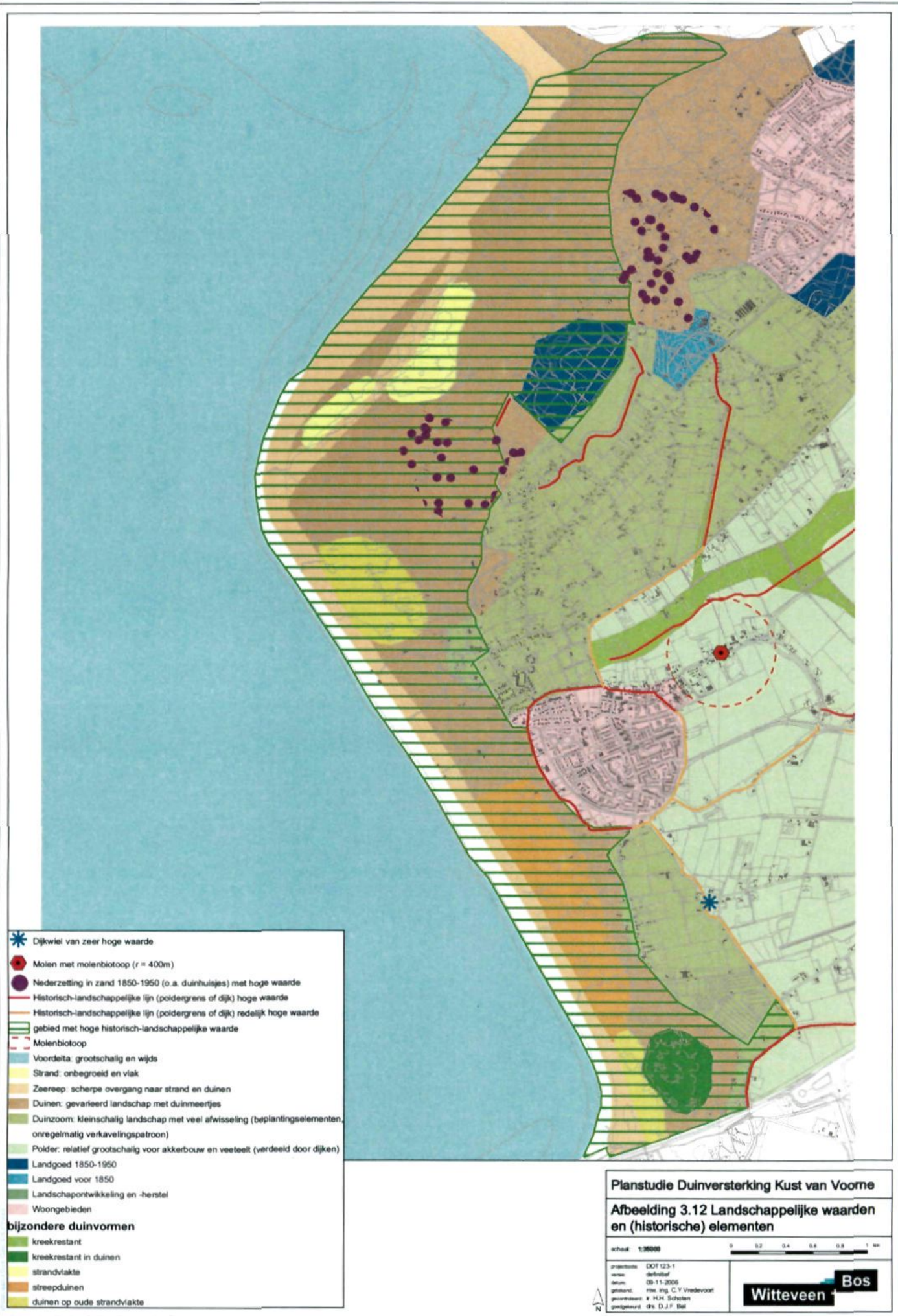
Duinzoom

De duinzoom behoort tot het zogenaamde zanderijenlandschap. Dit landschap is van oudsher door mensen in gebruik genomen en kenmerkt zich door:

- een kleinschalig en onregelmatig patroon van wegen/dijken;
- grote afwisseling van open en verdichte gebieden;
- onregelmatige verkaveling en situering van boerderijen, woningen en verblijfsrecreatieterreinen;
- relatief rijk geschakeerd patroon van beplantingselementen;
- grote afwisseling van graslanden, akkers en landgoedbossen.

De samenhang tussen bebouwing en grondgebruik levert een kleinschalig ruimtelijk beeld op.

¹⁴ De noordwestkust kent een andere ontwikkeling (verondieping), maar valt buiten het probleemgebied en komt daardoor hier niet of beperkt aan de orde.



cultuurhistorie

In het gebied zijn cultuurhistorische waarden aanwezig in de vorm van Cultuurhistorische Hoofdstructuur [lit. 27]:

- afleesbaarheid van de ontstaansgeschiedenis (historische geografie);
- gebouwde monumenten en historische bebouwing;
- archeologisch waardevolle gebieden en archeologische monumenten.

Het gebied heeft grotendeels een redelijk hoge tot hoge archeologische verwachtingswaarde (in het gebied met zeeklei in de ondergrond is bewoning vanaf de IJzertijd mogelijk), kleine delen (historische dorpskernen) hebben een zeer grote kans op archeologische sporen. Vanwege deze deels hoge verwachtingswaarde en mede als gevolg van het Verdrag van Valetta (1992) zal aandacht uitgaan naar de instandhouding en bescherming van archeologisch erfgoed.

De waarde van vormen in het landschap wordt bepaald door de mate waarin het natuurlijk systeem als vorm afleesbaar, en dus zichtbaar, is in het landschap: de zogeheten *aardkundige waarden*. In de 'operatie landijs' [lit. 15] is een inventarisatie uitgevoerd naar aardkundige waarden in Nederland. De kustduinen van Voorne zijn daar als geheel aangewezen als internationaal en nationaal waardevol gebied. Binnen het gebied zijn echter een beperkt aantal delen met echt bijzondere duinvormen (zie onder). De duinregel 1987 wordt als niet waardevol gekenschetst.

bijzondere duinvormen

De kust van Voorne bestaat uit een gezoneerd duingebied: zeereep, duinen en binnenduintrand (zie onder landschap). Binnen de duinen zijn bijzondere en waardevolle duinvormen te onderscheiden. De mate van bijzonderheid is vooral gelegen in de zeldzaamheidswaarde binnen het gebied zelf maar ook landelijk gezien. Daarnaast is de ontstaanswijze van betekenis. De zeereep zelf heeft weinig waarde als gevolg van het kunstmatige ontstaan ervan in de jaren 80 van de vorige eeuw (opgespoten). Bij die kustversterkingactiviteit is schade berokkend aan bijzondere en kenmerkende duinvormen zoals de streepduinen aan de zuidwestkust. De volgende bijzondere duinvormen worden onderscheiden (zie ook afbeelding 3.12.):

- strandvlakte;
- duinen op oude strandvlakte;
- streepduinen;
- kreekrestant.

Strandvlakten

Er komen twee herkenbare strandvlakten voor: de Schapenwei en het Breede Water. Beide worden gekenmerkt door hun vlakke ligging en openheid in het overigens meer besloten en intensief begroeide duinterrein. Het Breede water is een uitgestoven strandvlakte waardoor er water in is komen te staan.

Duinen op oude strandvlakte

Het gaat om het gebied Waterbos en het gebied ten westen van het Quackjeswater. Dit duingebied wordt gekenmerkt door de veelvormigheid van de duinen en de gevarieerde ondergrond die bestaat uit strandvlakten waardoor voorheen duinbeken watermaar zee afvoerden. Het landschap is zeer gevarieerd en opgebouwd uit een afwisseling van hoger en lagere vochtige gronden. Deze duinen zijn reeds in de jaren 80 aangetast door de verzwaring van de zeereep.

Streepduinen

Het gebied van de streepduinen ligt tussen Rockanje en het Quackjeswater. Deze duinen liggen gesitueerd in de richting van de overheersende windrichting: zuidwest, haaks op de zeereep. Het gaat om zeer langwerpige duinen. Deze duinen zijn reeds in de jaren 80 aangetast door de verzwaring van de zeereep.

Kreekrestant

Het betreft het Quackjeswater, dat een restant is van een voormalige kreek die uitwaterde op zee. Het gaat om een duinmeer omgeven door opgaand struweel.

archeologie

Uit het archeologisch voor- en veldonderzoek van RAAP [lit. 33] blijkt dat het plangebied is gelegen in gebieden die niet zijn bewoond geweest en pas in recente tijden zijn ontstaan:

- voor het gebied van De Punt gelden de volgende bevindingen: op historische kaarten tot in de 19^e eeuw staat geen bebouwing. In de 17^e eeuw is het gehele gebied in zee of op het strand gelegen. Door het gebied loopt een oude geul (monding van de Strijpe). Na de aanleg van de Nieuwe Waterweg is de aangroei van duinen begonnen, waarbij de zuidwestkust naar het westen opschoof. Het veld onderzoek bevestigt deze bevindingen en er zijn geen indicaties van archeologische resten gevonden;
- voor het gebied Zuidwestkust zijn de bevindingen als volgt: Op de historische kaarten tot in de 19^e eeuw is geen bebouwing aangegeven. In de 17^e eeuw is het gehele gebied nog strand met beginnende duinvorming in het middengebied van deze kust. In de loop van de periode daarna is het hele gebied bedekt door duinen. Het veld onderzoek bevestigt deze bevindingen en er zijn geen indicaties van archeologische resten gevonden.

3.4.2. Autonome ontwikkeling

Er zijn vanuit landschap en cultuurhistorie geen ontwikkelingen voorzien die het landschap sterk beïnvloeden. In de situatie na autonome ontwikkeling is de cultuurhistorische waarde van het duingebied minder hoog, omdat na (20 jaar) erosie een deel van het aaneengesloten duingebied – dat in zijn geheel als aardkundig waardevol is aangemerkt – is verdwenen. Wel betreft dit het minder waardevolle deel, te weten de aangelegde zeereep uit 1987.

3.5. Waterhuishouding

3.5.1. Huidige situatie

geohydrologische situatie

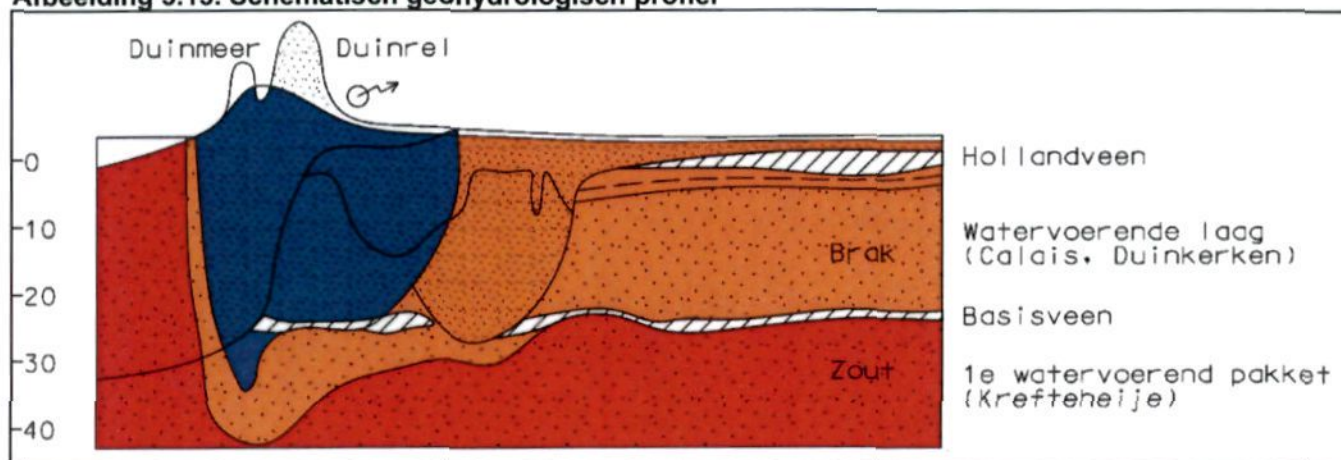
De bodemopbouw bij de kust van Voorne wordt gekarakteriseerd door een kleiige tot matig fijne zandige Holocene deklaag van circa 20 m dikte. De Holocene afzettingen bestaan uit de afzettingen van Duinkerke, het Hollandveen en de afzettingen van Calais. Langs de kust, is het jonge duinzandpakket afgezet. Onder de deklaag ligt matig grof tot grof zand van Pleistocene ouderdom. Deze afzettingen bestaan uit de formaties van Krefteheye en Kedichem.

De bodemopbouw is vertaald naar een geohydrologische schematisatie. Hierbij wordt de deklaag verdeeld in twee watervoerende pakketten: het Duinzand pakket en een watervoerende laag in de zanden van Duinkerke en Calais. Het Hollandveen en Basisveen zijn slecht doorlatende lagen. Het duinzandpakket is lokaal door de onderliggende Holocene afzettingen geërodeerd. Het regionale eerste watervoerende pakket wordt aangetroffen in de Formatie van Krefteheije.

In het Duinzandpakket wordt zoet grondwater aangetroffen. In de watervoerende laag binnen de zandige delen van de Deklaag is het grondwater overwegend brak. Het eerste watervoerend pakket bevat zout grondwater.

De bodemopbouw en geohydrologische schematisatie zijn weergegeven in afbeelding 3.13.

Afbeelding 3.13. Schematisch geohydrologisch profiel



De freatische grondwaterstand in de huidige situatie is weergegeven in afbeelding 3.14. In deze afbeelding is te zien dat de grondwaterstand verloopt van NAP + 4 m in de duinen tot rond NAP -1 m in de polder. In het berekende isohypsen patroon is verder de drainerende invloed van de duinrellen te onderscheiden.

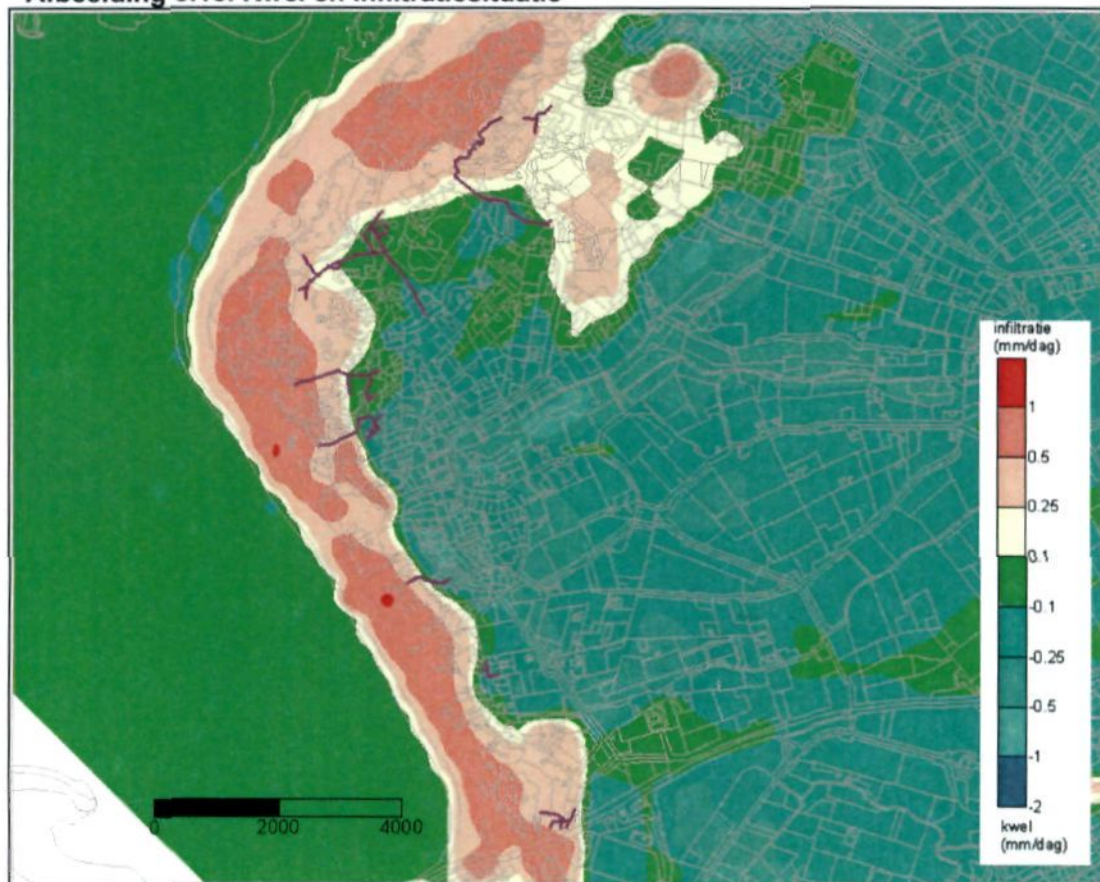
Afbeelding 3.14. Berekende isohypsen freatische grondwaterstand – huidige situatie (duinrellen in paars weergegeven)



Over de grondwaterhistorie in het dungebied vanaf 1987 (aanleg duinverzwaring) tot aan de huidige situatie zijn geen gegevens beschikbaar. In de natte duinvalleien zijn geen peilbuizen aanwezig.

Afbeelding 3.15. toont de kwel en wegzijgingsgebieden. In de duinen is sprake van een overheersende infiltratiesituatie en in de polders is sprake van een kwelsituatie. Bij de duinrellen is wel sprake van uit-tredend grondwater, maar niet van een diepe kwelcomponent. Het uittredende grondwater is overwe-gend lokaal geïnfiltreerd regenwater.

Afbeelding 3.15. Kwel en infiltratiesituatie



grote zoetwaterlens

Uit het berekende isohypsenpatroon volgt dat de zoetwaterbel de grootste omvang bereikt achter de punt van Vorne en te Oostvorne. Uit grondwaterkwaliteitsmetingen blijkt dat de zoetwaterbel aan de onderzijde wordt begrensd door het basisveen op circa NAP -20 m¹⁵. Onder het basisveen wordt zout grondwater aangetroffen met een chloridegehalte van circa 5000 mg/l. Boven het basisveen ligt het chloridegehalte in de grootteorde 50 tot 200 mg/l.

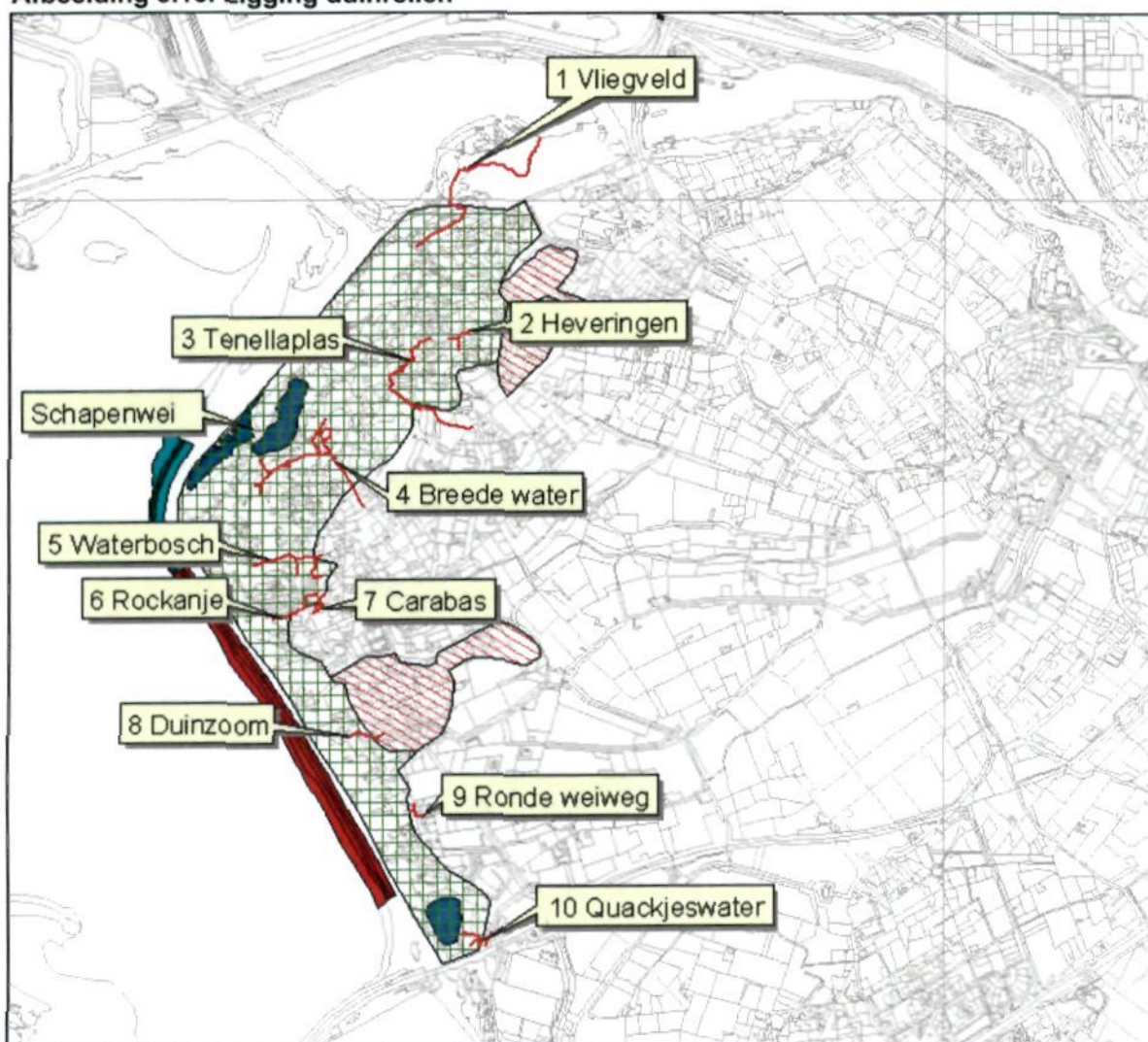
Op basis van een gemiddelde porositeit van 0,3 en een diepte van het basisveen van NAP -20 m, wordt een grootte van de zoetwatervoorraad berekend van circa 12 km³ achter de Punt en 10 km³ langs de Zuidwestkust.

watervoerendheid duinrellen en duinmeertjes

In afbeelding 3.16. is de ligging van de duinrellen en duinmeertjes weergegeven. naar de kenmerken van 10 duinrellen in het duingebied van Oost-Vorne.

¹⁵ Uit de geologische kaart van het gebied blijkt echter dat het basisveen lokaal is ingesneden door geulafzettingen of is weggeëro-deerd door de duinafzettingen. De verwachting is dat hier de zoetwaterbel dieper is ontwikkeld.

Afbeelding 3.16. Ligging duinrellen



Uit een inventarisatie naar de kenmerken van 10 duinrellen in het duingebied van Oost-Voorne [lit. 11] blijkt dat de watervoerendheid van duinrellen sterk varieert binnen het gebied. In de directe omgeving van de beoogde kustversterking, worden met name de duinrellen Breede Water en Rockanje gekenmerkt door een hoge afvoer. Uit het onderzoek is gebleken dat geen van de duinrellen als goed kan worden beoordeeld in vergelijking met het streefbeeld¹⁶. De duinrellen 1 t/m 4 en 6 worden als kansrijk beoordeeld en de overige vijf als minder kansrijk.

Uit een recent onderzoek, uitgevoerd naar het gebied aan de Middenweg en de benutting van duinwater uit het Breede Water en de duinrel die wordt gevoed door Breede Water [lit. 5], blijkt dat de waterkwaliteit van de Breede Water erg slecht is door de aanwezigheid van de aalscholverkolonie.

De waterkwaliteit van de Schapenwei is een heel stuk beter en voldoet aan de normen voor fosfor en stikstof. De Schapenwei is een duinmeertje dat wordt gevoed door regen en grondwatertoestroming. Met name de toestroming van voedselarm grondwater maakt de waterkwaliteit goed. In tegenstelling tot

¹⁶ Het streefbeeld voor de duinrellen richt zich zowel op waterkwaliteit als waterkwantiteit:

- stroomsnelheid: 10-25 cm/s (zomer's eventueel < 10 cm/s);
- watervoerendheid 0 tot 40 l/s (0 tot 3500 m3/dag), zomer's mag de duinrel eventueel droogvallen;
- kwaliteit calciumbicarbonaat type water (en Cl < 100 mg/l).

de duinrellen is de Schapenwei niet geheel vrij afwaterend, maar het waterpeil wordt wel enigszins gereguleerd.

ontwatering bebouwde omgeving

Er is een studie uitgevoerd naar het voorkomen van wateroverlast in de bebouwde gebieden van Rockanje en Oostvoorne [lit. 9]. Voor Rockanje geldt dat wateroverlast over het algemeen wordt veroorzaakt door een combinatie van slechte doorlatende bodemopbouw (klei) met een lage drooglegging en een klein percentage aan open water. Er wordt vermeld dat een oude dijk langs de duinzoom toestroming van grondwater vanuit de duinen blokkeert. In lage delen in de noordwesthoek van Rockanje komt wel grondwateroverlast voor. Hier is onvoldoende drainage aanwezig.

3.5.2. Autonome ontwikkeling

Voor de berekening van de autonome ontwikkeling (tot 2025) wordt uitgegaan van het 'Middenscenario' zoals aangegeven door de Commissie Waterbeheer 21^e eeuw (WB21). Voor de autonome ontwikkeling tot 2025 worden de volgende veranderingen aangehouden:

- stijging van het gemiddelde zeepeil van 0,1 m;
- toename grondwateraanvulling met 1,1 %;
- een landinwaartse verschuiving van de duinvoet van circa 150 meter aan de Punt en 50 meter langs de zuidwestkust.

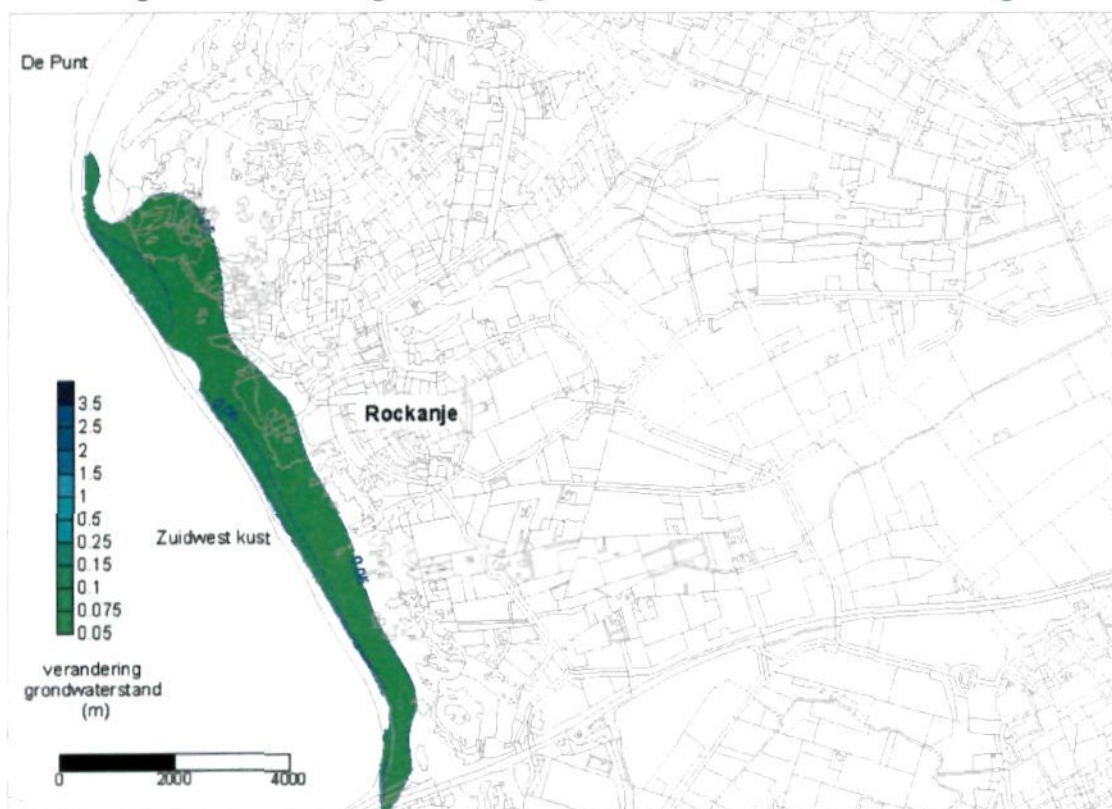
Toekomstige morfologische ontwikkelingen in de Voordelta zijn niet meegenomen in de modellering.

geohydrologische situatie

Afbeelding 3.17. geeft de berekende verandering weer van de freatische grondwaterstand. Uit de modelberekening blijkt dat de grondwaterstanden in de duinen grootteorde 0,02 tot 0,07 m zullen stijgen. In de duinrand stijgen de grondwaterstanden in de grootteorde van 0,025 m. De stijging treedt met name op achter de Punt en langs de zuidwestkust. Ten noorden van de Punt wordt geen stijging van de grondwaterstand berekend doordat hier sprake is van een erg breed strand en doordat achter de eerste duinregel diverse duinmeertjes liggen. Zowel het strand als de duinmeertjes dempen de zeespiegelstijging.

Het verwachte terugtrekken van de duinvoet is meegenomen in de berekeningen en heeft geen daling van de grondwaterstanden tot gevolg. De duinvoet erodeert tot een niveau van NAP + 3 m (vanwege het verwachte autonoom suppletie-onderhoud), wat boven de gemiddelde grondwaterstand ligt. In de duinen zal infiltratie licht toenemen als gevolg van de toenemende neerslag. De toename ligt in de grootteorde van 1 %.

Afbeelding 3.17. Verandering freatische grondwaterstand in 2025 t.o.v. huidige situatie



grootte zoetwaterlens

Het effect van de verandering van de grondwaterstand op de grootte van de zoetwaterbel is afhankelijk van hoe de zoetwaterbel aan de onderzijde wordt begrensd:

- in gebieden waar het basisveen aanwezig is, zal het zoet-zout grensvlak niet verplaatsen. Dit komt doordat de begrenzing van de zoetwaterbel geologisch bepaald is. Hier zal de zoetwaterbel dus in omvang gelijk blijven of licht toenemen. Op basis van een diepte van het basisveen van circa NAP -20 m, zal dit leiden tot een toename van de zoetwatervoorraad in de grootteorde van 0 tot 0,5 %. Dit effect zal waarschijnlijk niet waarneembaar zijn;
- in gebieden waar het basisveen afwezig is, wordt de onderzijde van de zoetwaterbel bepaald door het contrast in dichtheid tussen zoet en zout grondwater. In deze gebieden drijft de zoetwaterbel op het zoute grondwater. In deze gebieden zal door de stijging van de zeespiegel het zoet-zout grensvlak hoger komen te liggen. Dit is echter een zeer langzaam proces en treedt op over tijdsschalen van enkele honderden jaren. Op basis van de berekende grondwaterstandsverandering, zal de uiteindelijke verplaatsing van het zoet-zout grensvlak in de grootteorde van 1 à 2 meter liggen.

Het terugtrekken van de duinvoet als gevolg van de autonome morfologische ontwikkeling zal niet leiden tot een afname van de omvang van de zoetwaterbel. De duinvoet erodeert tot een niveau van NAP + 3 m wat boven de gemiddelde grondwaterstand ligt. Dit betekent dat duinvoeterosie geen daling van het grondwaterniveau tot gevolg heeft.

Op basis van de modelberekeningen, wordt een toename van de grootte van de zoetwaterbel verwacht in de grootte orde van 1 a 2 % langs de Zuidwestkust. Achter de Punt blijft de grootte van de zoetwaterlens gelijk.

watervoerendheid duinrellen

De stijging van de grondwaterstanden als gevolg van zeespiegelstijging en de toename in de neerslag in het duingebied, zal leiden tot een toename van afvoer vanuit de duinrellen. De afvoer naar de duinrellen neemt onder invloed van de zeespiegelstijging en toename van de neerslag circa 1 tot 2 % toe.

ontwatering bebouwde omgeving en landbouw

De effect van zeespiegelstijging en neerslag toename op de grondwaterstanden dringen niet door tot de bebouwde gebieden. Er worden geen veranderingen van de grondwaterstanden in de poldergebieden berekend als gevolg van de autonome ontwikkeling. Er zal dus geen vernatting of verdroging optreden.

doorkijk naar 2050/2100

De ontwikkeling van het geohydrologisch systeem over de lange termijn wordt bepaald door een aantal ontwikkelingen. Op basis van WB21 wordt verwacht dat in 2100 de zeespiegel met 0,6 m zal zijn gestegen. Deze stijging is 6 keer groter dan de stijging aangenomen voor de berekeningen in 2025 en het te verwachte geohydrologische effect zal toenemen.

Naast de verandering van de zeespiegel, spelen de morfologische veranderingen ook een zeer grote rol. Op de lange termijn zullen de veranderingen van de diepte in de voordelta belangrijk worden. Mogelijk zelfs belangrijker dan de morfologische veranderingen van de duinen zelf (de laatste worden immers door suppleties enigszins gecompenseerd en erosie vindt plaats boven het grondwaterpeil).

Het verondiepen van de Voordelta betekent dat afvoer vanuit de zoetwater lens naar zee minder snel gaat. Hierdoor kunnen de grondwaterstanden in de duinen verder stijgen. Door de grote onzekerheid in morfologische effecten, is dit niet gekwantificeerd met een modelberekening.