Deltares

Enabling Delta Life

Toekomstbestendige Verharde Zeeweringen

Verkenning naar adaptieve oplossingen in een zandige kust
Eindrapport ten behoeve van het Deltaprogramma Kust



Deltares

Toekomstbestendige Verharde Zeeweringen

Verkenning naar adaptieve oplossingen in een zandige kust
Eindrapport ten behoeve van het Deltaprogramma Kust

Joost Stronkhorst
Oswald Lagendijk

Onder begeleiding van Carola van Gelder-Maas, Rijkswaterstaat Waterdienst

1206188-000

© Deltares, 2012

Deltares

Titel
Toekomstbestendige Verharde Zeeweringen

Project	Kenmerk	Pagina's
1206188-000	1206188-000-VEB-0009	81

Samenvatting
Ongeveer een kwart van de Nederlandse Noordzeekust bestaat uit verharde zeeweringen. Dit zijn zeedijken, boulevards, dammen, kunstwerken zoals sluizen en gemalen of hybride keringen (een combinatie van duin en harde zeewering). Het betreft zowel harde zeeweringen met een waterkerende functie als ook duinwaterkeringen welke harde elementen bevatten die geen wezenlijk waterkerende functie vervult (de zogenaamde niet-waterkerende objecten).

Ten behoeve van het opstellen van een Nationale Visie Kust door het Deltaprogramma heeft Deltares onderzocht hoe verharde zeeweringen langs de Nederlandse Kust toekomstbestendig kunnen worden gemaakt. De achterliggende vraag hierbij was of en hoe veiligheidsoplossingen gecombineerd kunnen worden met ruimtelijke ontwikkelingen zoals stedelijke vernieuwing, recreatie en natuur en landschap.
De eerste fase van het onderzoek heeft de veiligheidshorizon van 42 locaties met verharde weringen in beeld gebracht. Met de uitvoering van de versterkingsprojecten bij de 'zwakke schakels', inzet van zandsuppleties en goed onderhoud aan de keringen is de veiligheid voor vrijwel de gehele kust de komende decennia goed op orde.
Bij een scenario met snelle zeespiegelstijging (35 cm tot 2050) ontstaat midden 21^{e} eeuw mogelijk op 16 locaties een veiligheidsopgave, dat wil zeggen langs ruim 30 km verharde zeeweringen. Voor een 10-tal locaties ligt de veiligheidshorizon, bij een snelle zeespiegelstijging, in de tweede helft 21^{e} eeuw. Voor de resterende locaties ontstaat er pas na de 21^{e} eeuw een veiligheidsopgave. Bij matige zeespiegelstijging ligt de veiligheidshorizon verder weg.
Voor alle locaties zijn, vanuit kustveiligheid bezien, mogelijke aanpassingsmaatregelen geformuleerd waarmee aan nieuwe maatgevende omstandigheden kan worden voldaan. Deze zijn geformuleerd in termen van 'zandig', 'hard' of een combinatie van deze twee.

In de tweede fase is een aantal mogelijke strategieën onderzocht die de veiligheidsopgave van verharde weringen verbinden met ruimtelijke opgaven. Aan de hand van inrichtingsconcepten en ontwikkelpaden zijn drie strategieën ontwikkeld: 1. Het behouden van de huidige configuratie, 2. Sturen op adaptatie en 3. Creëren van een nieuw programma. Deze zijn getest voor twee cases, Scheveningen buitenhaven en Vlissingen Het eiland. Een belangrijke bevinding hieruit is dat de onderzochte strategieën geen zicht bieden op realistische verdienmodellen. Eén van de voornaamste redenen hiervoor lijkt dat de agenda's voor waterveiligheid en ruimtelijke ontwikkeling niet synchroon in de tijd lopen. Vanuit dit perspectief ligt er daarom een uitdaging om beide opgaven op een andere wijze aan elkaar te verbinden. Met andere woorden: hoe kunnen kustplaatsen met een ruimtelijk programma, -opgave of – ambitie in de nabije toekomst toch zo goed mogelijk rekening houden met veiligheidsmaatregelen voor de middellange- of lange termijn .

Dit is verkend in de laatste fase van deze studie. Hierbij is de toepasbaarheid onderzocht van zowel kustlijnzorg (beheer en onderhoud) als vijf meegroeiconcepten (aanleg), te weten 'dijk-in-duin', 'zandbuffer-met-strekdam', 'kunstrif', 'duin-voor-dijk' en 'zand-op-duin'. Deze concepten kunnen zowel meegroeien met zeespiegelstijging, als meekoppelen met ruimtelijke ontwikkelingen .
Nagegaan is of deze concepten een verbinding kunnen leggen tussen de langere termijn veiligheidsopgaven en de korte termijn ruimtelijke ontwikkelingen. De vijf genoemde meegroeiconcepten zijn beoordeeld op de onderdelen veiligheid, kosten/baten en ruimtelijke kwaliteit. Dit is gedaan via een enquête onder een groep van 22 experts van waterschappen, Rijkswaterstaat, kennisinstellingen en adviesbureaus.
De vijf meegroeiconcepten bieden voor de badplaatsen met een boulevard mogelijkheden en scoren beter dan het referentie concept van traditionele kustversterking ('hard-blijft-hard'). Voor de overige kusttypen met verharde zeeweringen, te weten dijk, geul en havens (zie nationaal kader kust) heeft het referentieconcept de hoogste score.

Een ander, bekend, meegroeiconcept is 'kustlijnzorg' middels reguliere zandsuppleties om zwakke schakels te voorkomen. Met kustlijnzorg is ruim 20 jaar ervaring; het concept wordt gebruikt voor het dynamisch handhaven van de kustlijn en het aanvullen van het zandvolume in het kustfundament.

Deltares

Titel
Toekomstbestendige Verharde Zeeweringen

Project	Kenmerk	Pagina's
1206188-000	1206188-000-VEB-0009	81

Dit gebeurt met zandsuppleties voor de duinwaterkeringen, voor hybride waterkeringen en een aantal boulevards. Rijkswaterstaat suppleert hiervoor jaarlijks 12 miljoen kubieke meter zand.

Het palet van mogelijke meegroeiconcepten varieert van plaats tot plaats. Er is een verkenning uitgevoerd voor 15 kustplaatsen, op basis van de bij gemeenten aanwezige documentatie rond ruimtelijke opgaven, de uitkomsten van de voorgenoemde enquête en de resultaten van de verschillende ontwerpsessies die zijn gehouden door het Atelier Kustkwaliteit. De toepasbaarheid van een meegroeiconcept is daarbij ingeschat op grond van zowel de fysieke als de ruimtelijke opbouw van de kustplaats.

Met kustlijnzorg kan naar verwachting in vele gevallen (dertien van de vijftien onderzochte locaties) tijdig worden geanticipeerd op veranderingen in hydraulische randvoorwaarden en op de ruimtelijke wensen van verschillende partijen.
De concepten ‘dijk-in-duin’, ‘zandbuffer-met-strekdam’ en ‘duin-voor-dijk’ scoren goed, met name op locaties met boulevards, zoals Noordwijk, Katwijk en Scheveningen. In andere gevallen zijn de opties om veiligheid en ruimtelijke ontwikkeling te combineren beperkt. Dan is, zoals in Den Helder en Vlissingen, alleen de referentie ‘hard-blijft-hard’ van toepassing en zijn andere oplossingsrichtingen nodig, zoals het Vlissings model.

De meegroeiconcepten zijn ontwikkeld op het schaalniveau van een locatie met verharde weringen. Vanwege deze lokale context bieden ze met name de gemeenten denkrichtingen om een handelingsperspectief op te bouwen waarmee zowel de eigen ruimtelijke ontwikkeling van de kustplaats een impuls krijgt, als de veiligheid gegarandeerd is. Ervaringen met de zwakke schakels leren dat iedere locatie zijn eigen specifieke toepassing van maatregelen kent en dat hier jarenlange planvorming aan vooraf gaat.

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
	okt. 2012	Joost Stronkhorst		Henriëtte Otter		Rinus Vis	

Status
definitief

Inhoud

1 Aanleiding **1**
1.1 Aanleiding 1
1.2 Achtergrond 1
1.3 Doel 2
1.4 Opzet van het onderzoek 2
1.5 Gehanteerde begrippen 4
1.6 Dit rapport 6

2 De opgaven bij verharde zeeweringen **7**
2.1 Veiligheid 7
2.2 Ruimtelijke ontwikkeling 14

3 Integreren van doelen voor kustveiligheid en kustontwikkeling **17**
3.1 Algemeen 17
3.2 Strategieën en ontwikkelpaden 17
3.2.1 Bekostiging en verdienmodel 17
3.2.2 Bovenregionale samenwerking 18
3.2.3 Regelgeving 18
3.2.4 Timing 19
3.3 Mogelijke strategieën voor veiligheid en ruimtelijke ontwikkeling 21
3.3.1 Casestudies 21
3.3.2 Drie strategieën 21
3.3.3 De strategieën toegepast voor de cases. 22

4 Meegroeiconcepten voor verharde zeeweringen **27**
4.1 Aanpak 27
4.2 Dijk-in-duin (of boulevard) 30
4.2.1 Omschrijving 30
4.2.2 SWOT-analyse 32
4.2.3 Kenmerken 33
4.3 Zandbuffer, variant met strekdam 33
4.3.1 Omschrijving 33
4.3.2 SWOT-analyse 35
4.3.3 Kenmerken 36
4.4 Kunstrif 36
4.4.1 Omschrijving 36
4.4.2 SWOT-analyse 38
4.4.3 Kenmerken 40
4.5 Duin-voor-dijk 41
4.5.1 Omschrijving 41
4.5.2 SWOT-analyse 43
4.5.3 Kenmerken 44
4.6 Zand op duin 44
4.6.1 Omschrijving 44
4.6.2 SWOT-analyse 47
4.6.3 Kenmerken 48
4.7 Referentieconcept hard-blijft-hard 48

4.7.1 Omschrijving 48
4.7.2 SWOT-analyse 51
4.7.3 Kenmerken 52
4.8 Beoordeling van de concepten 52
4.8.1 Algemeen 52
4.8.2 Scores 53

5 Kustlijnonderhoud als meegroeiconcept 57
5.1 Introductie 57
5.2 Kosteneffectiviteit van zandsuppleties versus aanleg van kustversterkingen 58
5.2.1 Een aantal varianten 58
5.2.2 Ontbrekende kentallen 59
5.2.3 Theoretisch voorbeeld 59
5.3 Opties voor een Basiskustlijn voor verharde zeeweringen 61

6 Adaptatieve oplossingen voor verharde zeeweringen 63
6.1 Algemeen 63
6.2 Een verkenning langs 15 kustplaatsen 64
6.2.1 Het Zwin 64
6.2.2 Cadzand 64
6.2.3 Waterdunen 65
6.2.4 Breskens 65
6.2.5 Vlissingen 66
6.2.6 Brouwersdam 67
6.2.7 Scheveningen 67
6.2.8 Katwijk 68
6.2.9 Noordwijk 69
6.2.10 Zandvoort 69
6.2.11 IJmondgebied 70
6.2.12 Egmond aan Zee en Bergen aan Zee 70
6.2.13 Zijpe/Petten 71
6.2.14 Den Helder 72
6.3 Mogelijkheden op een rij 73

7 Conclusies en aanbevelingen 77
Veiligheidhorizon 77
Strategieën 77
Kustlijnzorg 77
Meegroeiconcepten 78
Handelingsperspectief 78

8 Bronnen 79

Bijlage(n)

A Kusttypen met verharde weringen A-1

B Vragenlijst enquête meegroeiconcepten B-1

C Deelnemers enquête meegroeiconcepten C-1

1 Aanleiding

1.1 Aanleiding

Ten behoeve van het opstellen van een Nationale Visie Kust heeft Deltares onderzocht hoe verharde zeeweringen langs de Nederlandse Kust toekomstbestendig kunnen worden gemaakt. De achterliggende vraag hierbij was of en hoe veiligheidsoplossingen gecombineerd kunnen worden met ruimtelijke ontwikkelingen zoals stedelijke vernieuwing, recreatie en natuur en landschap.

Dit eindrapport is de compilatie van de onderzoeken die zijn uitgevoerd in het kader van het project Toekomstbestendige Verharde Zeeweringen (TVZ), namelijk:

- De veiligheidsopgave en mogelijke maatregelen (Arcadis, 2011; Deltares, 2011a),
- Mogelijke inrichtingsconcepten, ontwikkelpaden en strategieën (Deltares, 2012),
- Verdienmodellen (Ecorys, 2012) en
- Meegroeiconcepten voor verharde zeeweringen (dit rapport).

1.2 Achtergrond

Ongeveer driekwart van de waterkeringen langs de Nederlandse Noordzeekust bestaat uit duinen. Het overige deel wordt gevormd door verharde zeeweringen: zeedijken, boulevards, dammen, kunstwerken zoals sluizen en gemalen of hybride keringen. Deze verharde zeeweringen vormen het onderwerp van de studie Toekomstbestendige Verharde Zeeweringen (TVZ).

Om de veiligheid te garanderen, worden de primaire waterkeringen elke 6 jaar getoetst aan de normen voor waterveiligheid. Daarbij wordt gebruik gemaakt van de op dat moment geldende hydraulische randvoorwaarden. Het nationale kustbeleid richt zich ook op het handhaven van de kustlijn en het laten meegroeien van het gehele kustfundament met de zeespiegelstijging door jaarlijkse zandsuppleties.
Het handhaven van de normen voor de primaire waterkeringen en van de kustlijn is in de Waterwet vastgelegd en is een taak voor de waterschappen en Rijkswaterstaat. Waar de waterkeringen niet voldoen aan de norm, worden ze versterkt in het kader van het Hoogwaterbeschermingsprogramma. Vanuit dit kader worden ook de Zwakke Schakel projecten gerealiseerd (2009-2015); in veel gevallen gaat het daarbij om verharde weringen.
Als de Zwakke Schakels in 2015 allemaal zijn versterkt, voldoen de zeeweringen langs de Nederlandse kust de komende 50 jaar aan de bestaande normen. Het lijkt dan ook niet nodig te zijn om de verharde zeeweringen op korte termijn aan te passen. Door zeespiegelstijging, veranderingen in stormvloedpeilen, golfcondities en stormduur en door veranderingen in de kustmorfologie, kan de belasting op de waterkeringen veranderen en kan er op termijn toch een nieuwe veiligheidsopgave ontstaan. De termijn waarop naar verwachting een veiligheidsopgave ontstaat, wordt aangeduid met ´veiligheidshorizon´. Het in beeld brengen van deze toekomstige opgave voor de waterveiligheid vormt één van de belangrijke kennisvragen van het Deltaprogramma. De Deltascenario's gelden hiervoor als uitgangspunt.

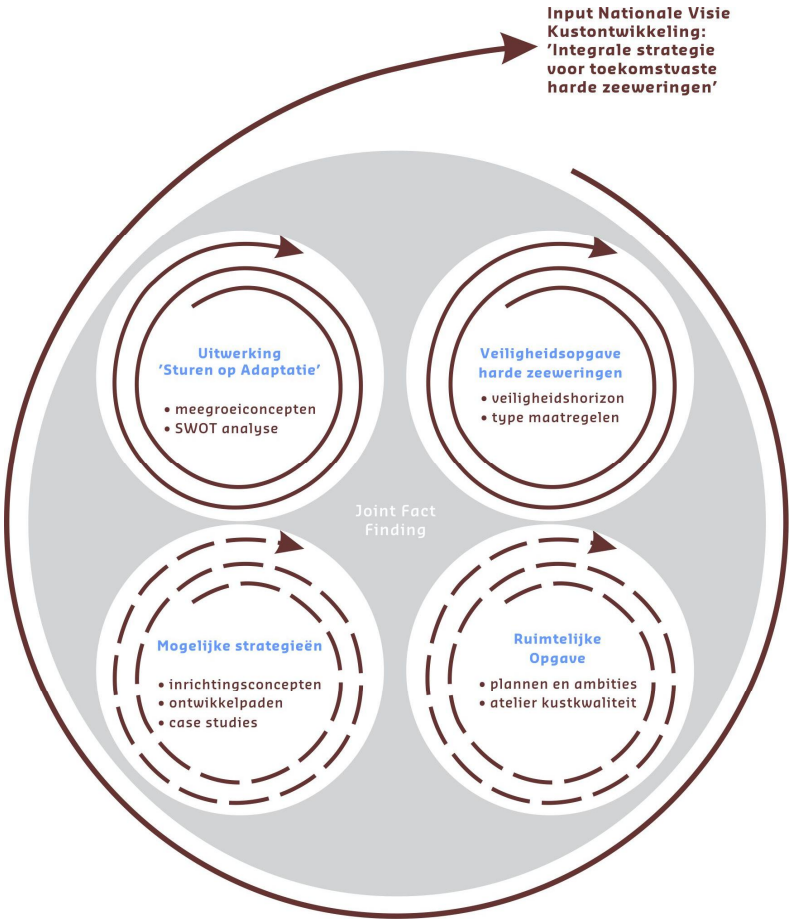
Als er op termijn opnieuw een veiligheidsopgave voor de verharde zeeweringen ontstaat, zullen er maatregelen nodig zijn om weerstand te bieden tegen kusterosie en zeespiegelstijging. Het is de vraag of er dan concepten kunnen worden toegepast waardoor de keringen kunnen meegroeien met de stijgende zeespiegel. Welke maatregelen zijn voldoende flexibel, kostenefficiënt en zonder terugkerende overlast voor de omgeving? Tegelijkertijd zijn er in diverse kustplaatsen veel ambities en plannen om de kwaliteit van de leefomgeving en de economische vitaliteit te verbeteren. Daarvoor zijn ruimtelijk-economische ontwikkelingen nodig, ook nabij verharde zeeweringen.
Dit leidt tot de vraag hoe de lange termijn veiligheidsopgaven en de korte termijn ruimtelijke opgaven op een duurzame wijze kunnen worden gecombineerd.

1.3 Doel

De TVZ studie heeft tot doel om toekomstbeelden voor verharde zeeweringen langs de Nederlandse kust te schetsen, waarbij concepten voor de lange termijn veiligheid worden gecombineerd met de inrichting en het gebruik op korte termijn.
Deze dubbeldoelstelling, veiligheid en ruimtelijke ontwikkeling, speelde ook een rol bij de versterkingsprojecten van de zogenaamde ‘prioritaire zwakke schakels’. In veel gevallen zijn dit locaties met verharde zeeweringen, zoals de Hondsbossche- en Pettemer zeewering en de Scheveningen boulevard. De verschillende aanpakken bij de Zwakke Schakel projecten dienen in deze studie als een inspiratiebron.
De resultaten van de TVZ-studie vormen input voor de Nationale Visie Kust, waaraan het Deltaprogramma Kust werkt. De toegepaste werkwijze sluit aan op de aanpak die binnen het Deltaprogramma wordt gehanteerd: van breed naar smal. Eerst wordt een scala aan mogelijke strategieën in beeld gebracht, dat via selectie van kansrijke strategieën uiteindelijk in het Deltaprogramma Kust moet leiden tot een voorkeurstrategie of voorkeurstrategieën.

1.4 Opzet van het onderzoek

Het plan van aanpak voor de studie naar Toekomstbestendige Verharde Zeeweringen dateert uit 2011 en is opgesteld in samenspraak met stakeholders. Het onderzoek is in verschillende fasen uitgevoerd (zie Figuur 1.1).



Figuur 1.1 Het project Toekomstbestendige Verharde Zeeweringen is op iteratieve wijze doorlopen op basis van joint fact finding. Allereerst is de lange termijn opgave van kustveiligheid bij de verharde zeeweringen uitgewerkt. De uitwerking van de ruimtelijke opgave vond hoofdzakelijk buiten dit project plaats. De resultaten hiervan vormden input voor de fase van het project, waarin meegroeiconcepten en mogelijke strategieën werden verkend (Bron, Plan van aanpak TVZ. Deltares, januari 2011).

Het project doorliep de volgende stappen:

- Fase 1 bestond uit het in beeld brengen van de veiligheidshorizon en de waterveiligheidsmaatregelen om verharde keringen toekomstbestendig te maken. Dit is gedaan voor 42 locaties langs de Nederlandse kust. Deze fase is gerapporteerd door Arcadis (2011) en Deltares (2011).
- Fase 2 richtte zich vooral op het ontwikkelen van strategieën op lokaal en bovenlokaal niveau, om veiligheidsdoelen (voor middellange tot lange termijn) te combineren met ruimtelijke ambities (voor korte tot middellange termijn). Hiervoor zijn een aantal aspecten verkend, die een rol spelen bij de realisatie van projecten zoals ontwikkelpaden (timing, bekostiging), bovenregionale samenwerking en regelgeving. Vervolgens zijn er twee cases geselecteerd, om ervaring op te doen met het ontwikkelen van strategieën, namelijk het buitendijkse gebied rond de haven van Scheveningen en het gebied rond de zeedijk van de wijk Eiland in Vlissingen.

- In fase 3 zijn vijf ‘meegroeiconcepten’ opgesteld voor de versterking van harde zeeweringen: ‘dijk-in-duin’, ‘zandbuffer-met-strekdam’, ‘kunstrif’, ‘duin-voor-dijk’ en ‘zand-op-dijk’. Daarnaast is een referentieconcept beschreven: ‘hard-blijft-hard’. Deze concepten zijn beoordeeld door experts op de bijdrage aan kustveiligheid en ruimtelijke kwaliteit en op kosten en baten. Ook het huidige kustlijnonderhoud, zoals plaatsvindt langs de zandige kust, is beschreven als meegroeiconcept. Tenslotte is voor 15 locaties de toepasbaarbaarheid van de meegroeiconcepten beschreven.

Aan deze studie werd meegewerkt door Maaike van Aalst en Lija van Vliet (Deltares, paragraaf 4.8), Henk Steetzel (Arcadis, paragraaf 2.1, 4.2-4.7), Jenny Verheijen, Manfred Wienhoven, Michel Briene (Ecorys, paragraaf 3.3.3., 5.2), Anne Loes Nillesen (Defacto, paragraaf 3.3.3.) en Moniek Löffler (Bureau Landwijzer, redactie).

1.5 Gehanteerde begrippen

Hier volgt een omschrijving van relevante kernbegrippen zoals die in dit rapport worden gebruikt.

Adaptatiestrategie
Een aanpak waarmee (lange termijn) doelstellingen kunnen worden gerealiseerd, afgestemd op veranderende klimaatomstandigheden i.c. zeespiegelstijging. Om doelstellingen te bereiken worden keuzes gemaakt uit verschillende maatregelen die op een logische wijze en in de tijd aan elkaar gekoppeld zijn. Een strategie is dus op te vatten als een combinatie van doelen, maatregelen en ontwikkelpaden.

Adaptief deltamanagement
Werkwijze om onzekerheid over toekomstige ontwikkelingen op transparante wijze mee te nemen in besluitvorming. Daarbij richten we ons op 2050 met een doorkijk naar 2100. De werkwijze combineert bestaande inzichten over het werken met meerdere mogelijke strategieën (‘adaptatiepaden’) en het waarderen van flexibiliteit van maatregelen.(definitie uit Deltaprogramma 2012)

Basiskustlijn
De kustlijn die in het kader van het kusthandhavingsbeleid als referentie dient. Dit komt globaal overeen met de positie van de ‘gemiddelde’ laagwaterlijn in 1990.

Binnendijks gebied
Gebied landwaarts van de waterkering waarvoor een wettelijke veiligheidsnorm is gedefinieerd. De landwaartse grens van de waterkering is de grens van een dijkringgebied (zie figuur 4.1)

Buitendijks gebied
Gebied zeewaarts van de waterkering waarvoor geen wettelijke veiligheidsnorm is gedefinieerd (zie figuur 4.1)

Inrichtingsconcept
Ruimtelijke voorstelling van een bepaald doel en bijbehorende maatregelen in een afgebakende eenheid (huis, straat, plein, wijk, dorp, stad, regio, land) aangevend hoe de fysieke omgeving en bebouwing (nieuw of herbouw) zich tot elkaar verhouden.

Kustlijnzorg
In het voorliggende rapport gebruiken we het begrip kustlijnzorg om een werkwijze aan te duiden van reguliere onderhoud van de kustlijn met zandsuppleties. Dit is niet gelijk aan het uitvoeringsprogramma Kustlijnzorg (KLZ) van Rijkswaterstaat, waarin gewerkt wordt volgens officiële afspraken over de omvang van het suppletievolume en de verdeling van het zand.

Meegroeiconcept
Een ontwikkelingsconcept dat:
- voldoet aan meestijgen van de waterkering met de zeespiegelstijging, zodat voldaan kan worden aan geldende normen voor overstromingskansen van het achterland onder stormomstandigheden in de 21e en 22e eeuw,
- negatieve effecten op de omgeving minimaliseert en waar mogelijk maximaal meekoppelt met ruimtelijke ontwikkelingen en
- optimale kosten-baten verhouding voor zowel kering als functies nastreeft (zie ook ‘meegroeiprincipe’ uit Nationaal Kader Kust).

Ontwikkelpad
De route van implementatie qua bekostiging en timing.

Ontwikkeltijd
De tijdsperiode, uitgedrukt in jaren, die nodig is voor zowel planvorming, besluitvorming als uitvoering van een ingreep.

Reserveringszone
De reserveringszone legt de toekomstige zone van de waterkering vast. Het is de ruimte die nodig is om in de toekomst de dijk of duin te verbreden en te verhogen.

Verharde zeewering
Een zeedijk, boulevard, dam, kunstwerk, zoals een sluis en gemaal, of een hybride kering (een combinatie van duin en harde zeewering). Een verharde zeewering kan een waterkerende functie hebben maar ook slechts harde elementen bevatten die geen wezenlijk waterkerende functie vervullen, d.w.z. een normale (onverharde) duinwaterkering met zogenaamde niet-waterkerende objecten (NWO).

Veiligheidshorizon
De termijn waarop (wordt verwacht dat er) een veiligheidsopgave ontstaat.

Verdienmodel
Financieringsmodel waarbij kosten zoveel mogelijk geminimaliseerd worden en/of de financieringsmogelijkheden te maximaliseren door het combineren van de waterveiligheidsopgave, de ruimtelijke opgave en mogelijk andere opgaven. Vaak zal hierbij sprake zijn van gezamenlijke investering door de overheid en private partijen.

1.6 Dit rapport

Hoofdstuk 2 gaat in op de veiligheidsopgaven (veiligheidshorizon) én de ruimtelijke opgaven voor verharde zeeweringen in de toekomst. Het is een samenvatting van het tussenrapport “Toekomstbestendige Verharde Zeeweringen, mogelijke inrichtingsconcepten, ontwikkelpaden en strategieën”. Hoofdstuk 3 beschrijft hoe de opgaven kunnen worden geïntegreerd in strategieën voor verharde zeeweringen.

In Hoofdstuk 4 en 5 wordt een invulling gegeven aan ‘adapatief deltamanagement’ voor harde zeeweringen. In hoofdstuk 4 en 5 worden vijf meegroeiconcepten besproken, en één referentiestrategie. Het hoofdstuk sluit af met een vergelijking van deze strategieën. Hoofdstuk 5 gaat in op het huidige onderhoud van de zandige kustlijn (kustlijnzorg) als meegroeiconcept. Tevens komt aan bod wat hiervan de kosteneffectiviteit is ten opzichte van de aanleg van versterkingen.

Hoofdstuk 6 geeft de resultaten weer van een verkenning naar de toepassingsmogelijkheden van de concepten voor een aantal specifieke locaties. Het gaat hierbij om de plekken waar vanuit de gemeente een ruimtelijk programma, - opgave of ambitie ligt.

Hoofdstuk 7 tenslotte omvat conclusies en discussiepunten.

2 De opgaven bij verharde zeeweringen

2.1 Veiligheid

In de eerste fase van het TVZ onderzoek hebben Arcadis en Deltares op basis van actuele kennisbestanden over de sterkte en belastingen van waterkeringen een indicatie gegeven van de veiligheidsopgave voor 42 verharde zeeweringen langs de kust (zie voor de locaties figuur 2.1 t/m 2.3). Dit op grond van de zogenaamde Deltascenario's voor zeespiegelstijging. Aanleiding hiervoor is dat deze scenario's en veranderingen in de kustmorfologie kunnen leiden tot andere hydraulische randvoorwaarden, die de sterkte en belasting van de waterkeringen beïnvloeden. De termijn waarop een veiligheidsopgave ontstaat, is hier aangeduid met ´veiligheidshorizon´.
In de studie is aangenomen dat de Zwakke Schakel projecten in het Hoogwater-beschermingsprogramma (HWBP) zijn gerealiseerd. Aangenomen wordt dat deze locaties met het programma Kustlijnzorg zodanig onderhouden worden dat de komende 50 jaar voldaan kan worden aan de normen.

Tabel 2.1 presenteert de veiligheidshorizon voor de verharde zeeweringen langs de Nederlandse kust volgens de Deltascenario's voor een matige en snelle zeespiegelstijging (Deltascenario's, Deltares, 2011), dat wil zeggen, een snelle zeespiegelstijging van 35 cm tot 2050 en 85 cm tot 2100 en een situatie met een matige zeespiegelstijging van 15 cm tot 2050 en 35 cm tot 2100. De tabel geeft een beeld voor de situatie na de realisatie van de zwakke schakels. De veiligheidhorizon is hierbij ingedeeld in een aantal perioden: rond 2050, tweede helft 21^{e} eeuw en voorbij de eeuwwisseling. Bij het afleiden van de perioden waren grote onzekerheidsmarges in de toekomstige maatgevende belasting of acceptabel golfoverslag. Daardoor hebben de gepresenteerde veiligheid horizons een indicatief karakter.

Tabel 2.1 Een inschatting van de veiligheidshorizon voor 42 locaties met verharde zeeweringen langs de Nederlandse kust volgens het TVZ onderzoek. De veiligheidshorizon is bepaald voor een situatie met een snelle zeespiegelstijging van 35 cm tot 2050 en 85 cm tot 2100 (zie ruimtelijke weergave in figuur 2.1-2.3) en een situatie met een matige zeespiegelstijging van 15 cm tot 2050 en 35 cm tot 2100. Bron: Arcadis, 2011.

		Veiligheidshorizon bij **snelle** zeespiegelstijging	Veiligheidshorizon bij **matige** zeespiegelstijging	Mogelijke maatregel
Dammen en Kunstwerken				
1	Haringvlietsluizen - sluis	>2100 *	>2100 *	hard
2	Havengebied IJmuiden - sluis	2050 *	>2100 *	hard
3	Oosterscheldekering-open dam	2050 -2100 *	>2100	hard
4	Katwijk aan zee - sluis	2050-2100 *	>2100 *	hard
5	Veerse Dam	>2100	>2100	hard en/of zand
6	Brouwersdam	>2100	>2100	geen
7	Haringvlietsluizen- open dam	2050- 2100 *	>2100	hard
8	Havengebied IJmuiden-gemaal	2100 *	>2100	geen
9	Oosterscheldekering-dam	>2100	>2100	geen
10	Scheveningen-sluis	>2100	>2100	geen
Zeedijken				
11	Helderse Kering	rond 2050 *	>2100 *	hard
12	Scheldeveste	rond 2050	>2100	hard
13	Westkapelle kreek	(rond 2050)	(rond 2100)	hard en/of zand
14	Westkapelse Zeedijk	(rond 2050)	(rond 2100)	hard en/of zand
15	Zoutelande	(rond 2050)	(rond 2100)	hard en/of zand
16	Bolwerk	>2100	>2100	geen
17	Oosterscheldekering Beveland (Banjaard)	>2100	>2100	geen
18	Oosterscheldekering Schouwen	>2100	>2100	geen
19	Het Zwin	>2100 *	>2100 *	zand(berm, duin)
20	Cadzand bad	(rond 2050)	(>2100)	zand(berm, duin)
21	Flaauwe Werk	rond 2050	>2100	zand(berm, duin)
22	Herdijkte Zwarte Polder	(rond 2050)	(rond 2100)	zand(berm, duin)
23	Hondsbossche- en Pettemer Zeewering	rond 2050	>2100	zand(berm, duin)
24	Nieuwvliet Groede	(rond 2050)	(> 2100)	zand(berm, duin)
25	Waterdunen	(rond 2050)	(rond 2100)	zand(berm, duin)
Havens en Kades				
26	Havengebied IJmuiden (dam overig)	2050-2100	>2100	Hard
27	Havengebied IJmuiden	>2100	>2100	geen
28	Haringvliet buitenhaven	2100 *	2100 *	geen
29	Scheveningen haven	2100	> 2100	hard
30	Veerplein Breskens	> 2100	> 2100	geen
Boulevards en Hybride keringen				
31	Vlissingen-boulevard de Ruijter	(rond 2050)	(rond 2100)	hard
32	Vlissingen-Nollestrand	2050 *	>2100 *	hard en/of zand
33	Westkapelle zuid	>2100	>2100	reguliere zandsuppleties
34	Stellendam	>2100 *	>2100 *	geen
35	Zandvoort	>2100	>2100	reguliere zandsuppleties
36	Haringvlietsluizen dam/landhoofden	rond 2050 *	> 2100	geen
37	Bergen aan Zee	>2100	>2100	reguliere zandsuppleties
38	Egmond aan Zee	>2100	>2100	reguliere zandsuppleties
39	Katwijk aan Zee	> 2050	>2100	hard en/of zand
40	Noordwijk aan Zee	> 2050	>2100	zand(berm, duin)
41	Scheveningen-boulevard	> 2050	>2100	zand(berm, duin)
42	Westkapelle Noordduin	rond 2050 *	>2100 *	zand(berm, duin)

** = Uitkomst op basis van deskundigenoordeel uit eerdere berekeningen*

Jaartal tussen haakjes: na versterking (Zwakke Schakels) geen functioneel hard element meer aanwezig

Veiligheidshorizon in tijdsdimensies
Uit de tabel zijn drie tijdsperioden op te maken. De eerste periode ligt rond 2050. Bij een matige zeespiegelstijging is op geen enkele locatie een nieuwe veiligheidsopgave te verwachten. Bij snelle zeespiegelstijging ontstaat mogelijk bij 16 locaties een veiligheidsopgave.; dat is 36% van de totale lengte aan verharde zeeweringen. Het gaat om de volgende locaties:

- Helderse Kering,
- Scheldeveste,
- Westkapelle Noordduin,
- Westkapelse Zeedijk,
- Westkapelle (kreek),
- Zoutelande,
- Cadzand bad,
- Flaauwe Werk,
- Herdijkte Zwarte Polder,
- Hondsbossche- en Pettemer Zeewering,
- Nieuwvliet Groede,
- Waterdunen,
- Vlissingen-boulevard de Ruijter,
- Vlissingen-Nollestrand,
- Haringvlietsluizen dam en
- Havengebied IJmuiden (sluis).

De tweede periode valt in de tweede helft van de 21^{e} eeuw. Dit zijn de categorieën '>2050' '2050-2100' en ''rond 2100'. Bij matige zeespiegelstijging is voor 7 locaties mogelijk een opgave te verwachten. Bij snelle zeespiegstijging zijn dit 10 locaties:

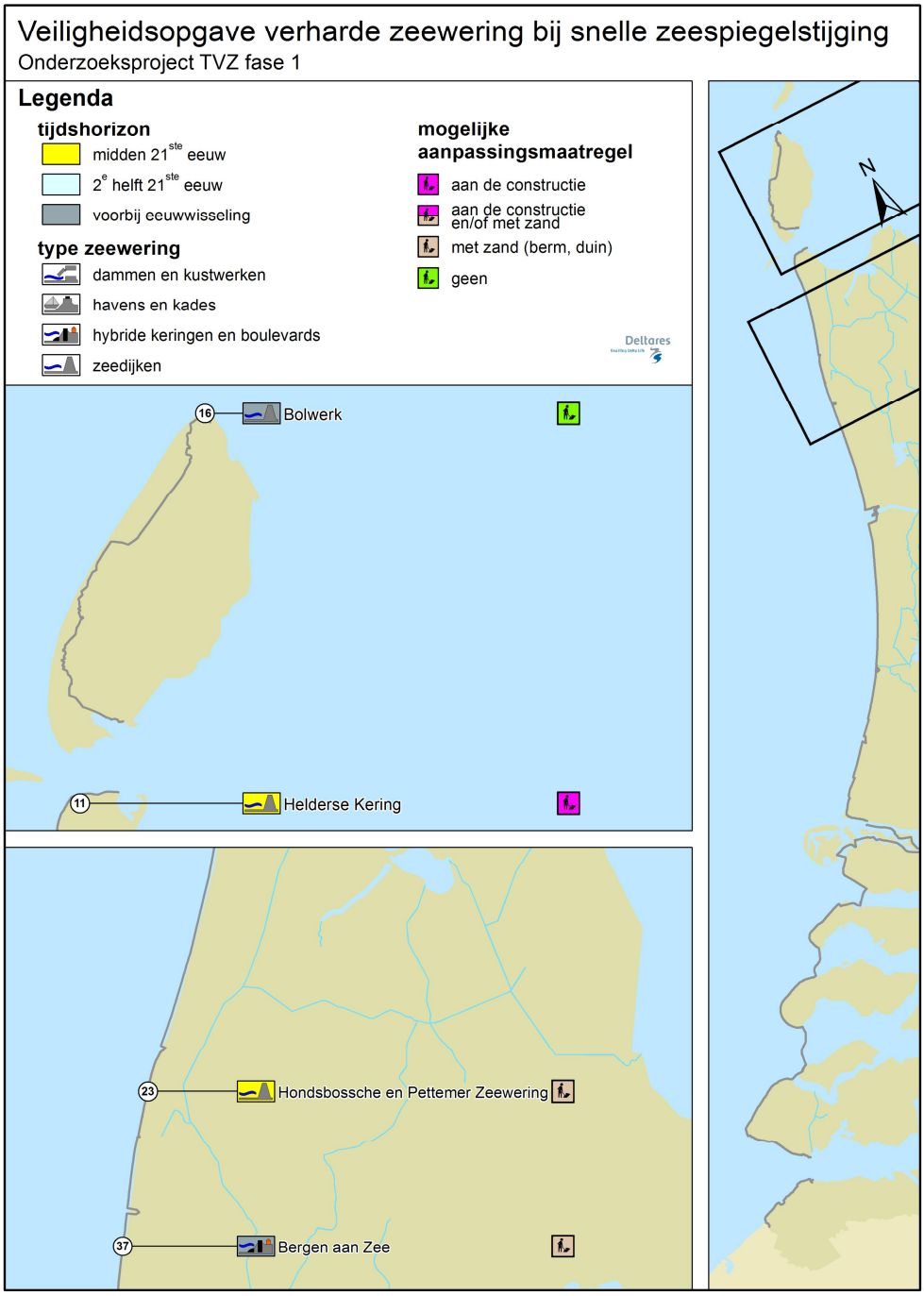
- Oosterscheldekering-open dam,
- Haringvlietsluizen-open dam,
- Havengebied IJmuiden (dam),
- Havengebied IJmuiden (gemaal),
- Haringvliet buitenhaven,
- Scheveningen (boulevard),
- Scheveningen haven,
- Katwijk aan Zee,
- Katwijk aan Zee (sluis) en
- Noordwijk aan Zee.

De derde periode is die van na 2100. Bij een snelle zeespiegelstijging hebben16 locaties geen veiligheidopgave in de 21^{e} eeuw. Het gaat hierbij om 20% van de totale lengte aan verharde zeeweringen. Daaronder vallen locaties zoals Bergen aan Zee, Egmond aan Zee, Zandvoort en Westkapelle-Zuid. Hierbij geldt wel de voorwaarde dat het reguliere onderhoud van de kustlijn met zandsuppleties gecontinueerd blijft.

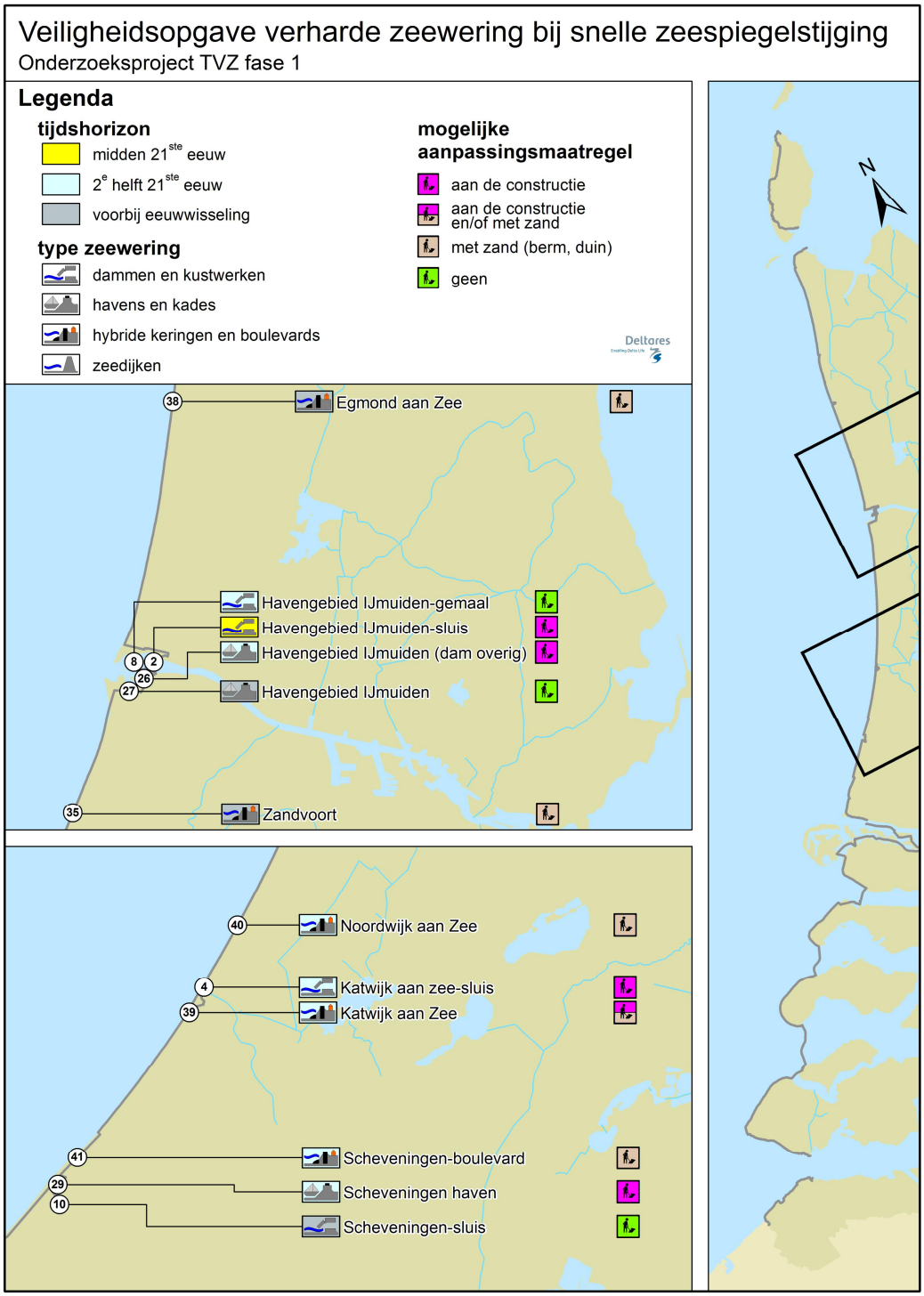
Type maatregelen

In de rechterkolom van tabel 2.1 zijn mogelijke veiligheidsmaatregelen weergegeven, waarmee aan nieuwe maatgevende omstandigheden kan worden voldaan (Arcadis, 2011). Daarbij is uitgegaan van een drietal bepalende factoren: type zeewering (dam/kunstwerk, dijk, haven/kade, boulevards en hybride keringen), het kusttype (badplaats, haven, dijk en geul) en de morfologische omstandigheden. De resultaten zijn ook weergegeven in figuren 2.1, 2.2. en 2.3. Hieruit blijkt dat van de 42 onderzochte locaties:

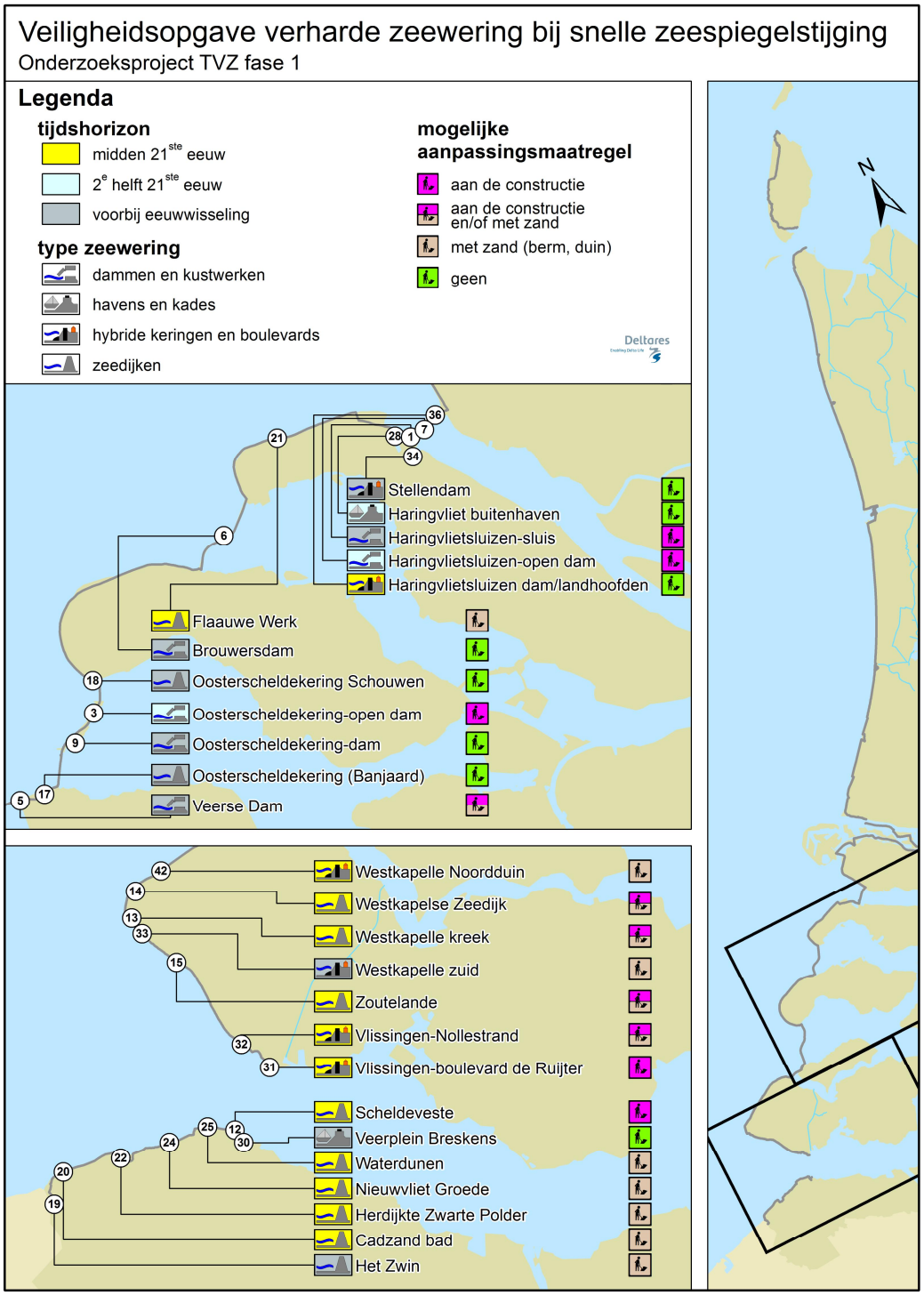
- In 14 gevallen zandige maatregelen toepasbaar zijn, hetzij door een aanvullende zeewaartse uitbouw van het zandpakket, hetzij door reguliere zandsuppleties;
- In 10 gevallen constructieve maatregelen nodig zijn, zoals bij de Helderse kering, Scheldeveste, de boulevard Vlissingen en diverse sluizen, open dammen en kades,
- In 6 gevallen combinaties van constructieve en zandige maatregelen voor de hand liggen,
- In 12 gevallen (met een veiligheidshorizon voorbij het jaar 2100) geen maatregelen zijn voorzien.



Figuur 2.1 De ligging van kustlocaties met verharde zeeweringen met hun geschatte veiligheidshorizon bij een snelle zeespiegelstijging (35 cm in 2050 en 85 cm in 2100) en mogelijke maatregelen voor de toekomst. Kaartdeel Noord, van Texel tot Bergen aan Zee.



Figuur 2.2 De ligging van kustlocaties met verharde zeeweringen met hun geschatte veiligheidshorizon bij een snelle zeespiegelstijging (35 cm in 2050 en 85 cm in 2100) en mogelijke maatregelen voor de toekomst. Kaartdeel Midden, van Egmond aan Zee tot Scheveningen.



Figuur 2.3 De ligging van kustlocaties met verharde zeeweringen met hun geschatte veiligheidshorizon bij een snelle zeespiegelstijging (35 cm in 2050 en 85 cm in 2100) en mogelijke maatregelen voor de toekomst. Kaartdeel Zuid, van de Haringvliet tot het Zwin.

Conclusies
Op basis van de analyse en de gekozen uitgangspunten, zijn er geen locaties langs de Nederlandse kust aan te wijzen waar de verharde zeewering een veiligheidshorizon heeft die korter is dan 2050.

De opsomming van veiligheidsmaatregelen laat zien dat bij een substantieel aantal van de onderzochte verharde weringen volstaan kan worden met zandige oplossingen. Dat sluit goed aan bij het basisprincipe 'zacht waar het kan, hard waar het moet'. Dit geldt met name voor het kusttype badplaats met boulevards en/of hybride keringen.
Bij het resterende deel van de verharde weringen, vooral de categorieën dammen/kunstwerken en havens/kade en enkele zeedijken zijn aanpassingen aan de constructie nodig, zoals kruinverhoging. Voor een aantal locaties, zoals de Vlissingen boulevard en de Scheldeveste bij Breskens moet gedacht worden aan complexere ingrepen, waarbij ruimtelijke ontwikkelingen en kwaliteitsaspecten een belangrijke rol kunnen spelen.

2.2 Ruimtelijke ontwikkeling

Om de lange termijn veiligheidsopgave te kunnen koppelen aan korte termijn plannen voor ruimtelijke ontwikkeling, is geïnventariseerd welke van de 42 locaties met verharde weringen, ook een ruimtelijke opgave hebben. Voor al deze locaties zijn de meest recente ruimtelijke beleidsdocumenten verzameld, zoals ontwikkelingsplannen, toekomstvisies en inrichtingsplannen voor de korte termijn (zoals voor zwakke schakels). Dit is gedaan op basis van:

- het document "Collage van de Kust" (Herman Bode, VNG gemeenteambassadeur);
- aangeleverde informatie via persoonlijke contacten met betreffende gemeenten;
- resultaten van het Atelier Kustkwaliteit voor drie TVZ locaties (Vlissingen, Scheveningen, Petten);
- de (concept) provinciale visies of strategische agenda's voor de kust van de provincies Noord-Holland, Zuid-Holland en Zeeland, voor zover deze medio januari 2012 beschikbaar waren en
- speurwerk op internet.

De resultaten hiervan zijn weergegeven in Tabel 2.2. Voor de termijn van de opgaven, zijn dezelfde drie tijdsvakken gehanteerd als bij het bepalen van de veiligheidshorizon. De tabel laat zien dat er vooral in de grotere kustplaatsen (Den Haag, Den Helder, Vlissingen, Zandvoort, Katwijk) veel ambities en plannen zijn om de kwaliteit van de leefomgeving en de economische vitaliteit te verbeteren. Dit ondersteunt de bestaande beleidskoers van vooral de provincie Noord-Holland om de kwaliteit en identiteit van de badplaatsen te versterken. Ook uit het document 'Collage van de Kust' blijkt een duidelijke wens van veel gemeenten om hun positie als kustplaats te versterken.

Om strategieën voor harde zeeweringen te kunnen formuleren, die zowel lange termijn veiligheid als korte termijn ruimtelijke ontwikkelingen ten goede komen, is per locatie nagegaan[1] welke ruimtelijke informatie er beschikbaar was.

1. *In overleg met medewerkers van het Deltaprogramma Kust, Atelier Kustkwaliteit, Deltares op 5 oktober 2011*

Het ging daarbij vooral om de volgende aspecten:

- Wat zijn de ruimtelijke ontwikkelingen in termen van bouwvolumes, oppervlaktes van gebruiksfuncties en openbare ruimte?
- Welke maatregelen komen naar voren om de toekomstige veiligheid te handhaven?
- Zijn er meerdere varianten voor een locatie in beeld gebracht?
- Is er een uitvoeringsprogramma (inclusief financieringsmodel)?

Hieruit volgde dat deze aspecten in geen enkel plan of visie volledig aan bod kwamen. Ook de informatie uit de provinciale visies of strategische agenda's bood weinig inhoudelijk materiaal, met name door het verschil in schaalniveau. Het meeste houvast gaven de resultaten van de Atelier Kustkwaliteit voor Scheveningen, Petten en Vlissingen.

Tabel 2.2 Overzicht locaties met verharde weringen met veiligheids- en/of ruimtelijke opgaven langs de kust. De onderstreepte locaties zijn opgenomen in de provinciale kustvisies of agenda's (medio januari 2012)

Locatie	Stedelijke vernieuwing op/achter de wering	Woongebied buitendijks	Havengebied buitendijks	Recreatiegebied buitendijks	Jachthaven	Natuur en landschap
Ruimtelijke opgave korte termijn in relatie tot mogelijke veiligheidsopgave rond 2050						
Den Helder [1)]	v		v			
Zijpe/Petten [2)]		v	v	v		
Velsen				v		
Noordwijk[4)]	v				v	
Katwijk [5)]	v	v		v	v	
Den Haag/ Scheveningen [6)]	v	v	v	v	v	V
Vlissingen [8)]	v	v	v	v	v	
Ruimtelijke opgave voor korte termijn in relatie tot mogelijke veiligheidsopgave 2e helft 21e eeuw						
Cadzand [9)]					v	
IJmuiden [10)]			v	v	v	v
Haringvlietsluizen – open dam en landhoofden						
Oosterscheldekering – open dam						
Flaauwe werk						
Westkapelle [12)]						
Zoutelande [11)]						
Scheldeveste						
Herdijkte Zwarte Polder [13)]						
Waterdunen [15)]				v		
Nieuwvliet Groede [14g)]						
Ruimtelijke opgave voor korte termijn in relatie tot mogelijke veiligheidsopgave na 2100						

Bolwerk Texel						
Bergen aan Zee						
Egmond aan Zee						
Zandvoort [3])	v	v		v	v	
Haringvlietsluizen – sluis						v
Haringvliet buitenhaven						
Stellendam						
Brouwersdam [7])				v	v	
Oosterschelde kering dam						
Oosterscheldekering Schouwen en Beveland					v	
Veerse dam						
Veerplein Breskens [17])					v	
Het Zwin [16])						v

[1]) Den Helder: Uitwerkingsplan Stadshart, 2008, Uitvoeringsprogramma Noordzeekust Binnenduinrand, kop van Noord-Holland. Planontwikkeling uitbreiding haven Den Helder [2])Zijpe: Business case Petten aan Zee 2009, AKK resultaten 2011 [3])Zandvoort: Koersnotitie Structuurvisie 2010. [4]) Noordwijk: Nota strategie Noordwijk Zeewaardig 2011. [5])Katwijk: De kracht van de Katwijkse Kust 2008, Haalbaarheidstudie zeejachthaven 2011. [6])Den Haag/Scheveningen: AKK resultaten 3 ic's 2011, Structuurvisie Den Haag 2010 2005. [7])Brouwersdam: Concept economische visie 2007, Zicht op de Grevelingen" – ontwikkelingsschets 2008, Tussenbalans Ontwikkelingsschets 2010. [8]) Vlissingen Structuurvisie Vlissingen, 2010, "Wijken voor de Dijken" 2011, Resultaten AKK 2011, Pilot Waterfront 2008, Kustplan Zuid West Walcheren – uitwering van het Omgevingsplan 2006, proeftuin Deltaprogramma Nieuwbouw en Herstructurering. [9]) Cadzand: Ontwikkelingsplan Cadzand Bad 2006, Kustversterkingsplan West Zeeuws Vlaanderen 2007. [10])IJmuiden:Herziene Kustvisie 2006. [11])Zoutelande: "Plannen voor Zoutelande" 2006, Kustplan Zuid West Walcheren – uitwering van het Omgevingsplan 2006 [12])Westkapelle:Kustplan Zuid West Walcheren – uitwering van het Omgevingsplan 2006. [13]) [15]) [14]) [16]) West-Zeeuws Vlaanderen Kustversterkingsplan West Zeeuws Vlaanderen 2007, Natuurlijk Vitaal – Gebiedsplan West Zeeuws Vlaanderen + Bijstellingsnota 2004/9

3 Integreren van doelen voor kustveiligheid en kustontwikkeling

3.1 Algemeen

De centrale vraag van het TVZ onderzoek is hoe de lange termijn veiligheidsopgave voor harde weringen kan worden gecombineerd met ruimtelijke opgaven die zich al op korte termijn manifesteren. Om beter zicht te krijgen op inhoud en context van dergelijke combinatiemogelijkheden zijn als eerste stap aspecten verkend, die een rol spelen bij de realisatie van projecten zoals ontwikkelpaden (timing, bekostiging), bovenregionale samenwerking en regelgeving. Vervolgens zijn er twee cases geselecteerd, om ervaring op te doen met het ontwikkelen van strategieën, namelijk het buitendijkse gebied rond de haven van Scheveningen en het gebied rond de zeedijk van de wijk Eiland in Vlissingen. Het werken met cases om bouwstenen voor strategieën te ontwikkelen, was succesvol. De methode was bijzonder inspirerend en gaf goed inzicht in agenda´s en ambities van verschillende partijen.

3.2 Strategieën en ontwikkelpaden

Een strategie is een aanpak waarmee (lange termijn) doelstellingen kunnen worden gerealiseerd, afgestemd op veranderende klimaatomstandigheden i.c. zeespiegelstijging. Om doelstellingen te bereiken worden keuzes gemaakt uit verschillende maatregelen die op een logische wijze en in de tijd aan elkaar gekoppeld zijn. Een strategie is dus op te vatten als een combinatie van doelen, maatregelen en ontwikkelpaden.

Een ontwikkelpad is de route om een strategie uit te voeren, zowel qua bekostiging als qua timing. Voor iedere situatie zal het juiste mechanisme moeten worden gevonden en kan een aantal kennisvragen worden geformuleerd. Het komt er bij de uitwerking op aan om de juiste antwoorden te vinden op deze vragen, dan wel de juiste hypotheses te toetsen.

3.2.1 Bekostiging en verdienmodel

Onder verdienmodel wordt hier de mogelijkheid verstaan om de kosten te minimaliseren en/of de financieringsmogelijkheden te maximaliseren door het combineren van de veiligheidsopgave met andere opgaven. Vaak zal hierbij sprake zijn van gezamenlijke investering door de overheid en private partijen. Het betreft hier vrijwel in alle gevallen een specifiek afgebakend lokaal ruimtelijk gebied. Zo'n verdienmodel maakt de uitvoering van de maatregelen mogelijk.

Mogelijke vragen voor de inzet van een verdienmodel zijn:

- In welke mate is er synergie in tijd tussen de ruimtelijke opgave en de veiligheidsopgave?
- Welke mogelijkheden biedt voorinvesteren in waterveiligheid voor potentiële andere ontwikkelingen? Draagt dit bij aan meer integrale oplossingen en welke randvoorwaarden zijn hierbij essentieel?
- Kan de verdiencapaciteit worden vergroot door het verplaatsen van functies?
- Welke nieuwe en of andere functies kunnen worden toegevoegd voor het vergroten van de verdiencapaciteit?
- Welke bestuurlijke belemmeringen zijn er voor de ontwikkeling van nieuwe integrale oplossingen?

3.2.2 Bovenregionale samenwerking

Uitgangspunt is dat de uitvoering van een ruimtelijk project alleen mogelijk is, als er een aanvullend bovenregionaal belang is. Dat impliceert dat verschillende regio's en het Rijk hierover afspraken moeten maken. Doorgaans zal bij bovenregionaal belang ook de nationale overheid (of EU) geld investeren.

Mogelijke onderzoeksvragen zijn:

- Wat is het regionale streefbeeld voor deze locatie (structuurvisie, provinciale visies Kust)?
- Wat zijn de nationale streefbeelden (NWP, Kustvisie, Topsector Water)?
- Is er een provinciaal- en rijksbelang om de ontwikkeling van kustplaatsen tot aandachtsgebied te maken en op de ruimtelijke agenda te zetten?
- Wat is het belang van de locatie als economische en toeristische trekker dan wel identiteitsdrager van de Nederlandse kust?

3.2.3 Regelgeving

Bij het realiseren van projecten moet rekening worden gehouden met wet- en regelgeving en met bestaande afspraken tussen overheden en initiatiefnemers over activiteiten op en rond de waterkering. Het gaat hierbij om wet- en regelgeving op Europees niveau, rijksniveau, provinciaal niveau en gemeentelijk bestuurlijk niveau. Bovendien moet rekening worden gehouden met eisen die uit onderzoek voortvloeien, zoals financieringsvoorwaarden of bouwkundige eisen aan bouwwerken.
De overheid heeft hierbij dus vooral een voorwaardenstellende rol; initiatiefnemers kunnen binnen de regelgeving in principe hun gang gaan en dragen de eventuele meerkosten. Voorbeeld hiervan zijn de specifieke eisen die waterschappen stellen aan bouwactiviteiten op, voor of achter de zeewering. Hoewel dit belemmerend kan werken voor de verdere ontwikkelingen in bijvoorbeeld kustplaatsen, is er ook veel mogelijk. Dat is onder andere te zien aan verschillende uitvoeringsprojecten van de afgelopen jaren, zoals 'dijk-in-duin' in Noordwijk en een buitendijkse woon/horeca in Vlissingen.
Een ander voorbeeld is het tegengaan van kusterosie en de invloed van zeespiegelstijging langs de kust door het uitvoeringsprogramma Kustlijnzorg van Rijkswaterstaat. Dit programma zorgt voor zandsuppleties waardoor de kustlijn aan de zeezijde gehandhaafd blijft. Op bepaalde locaties is daarmee landwaartse versterking in principe af te wenden.

Mogelijke onderzoeksvragen zijn:

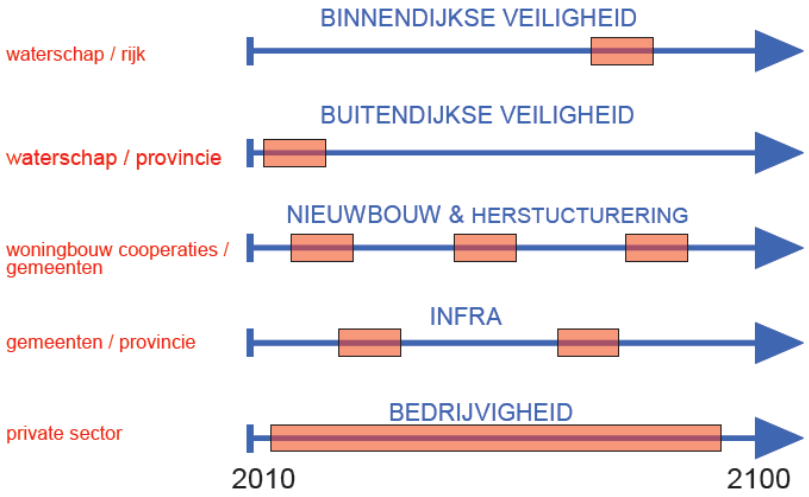
- In hoeverre kan een bestaande planontwikkeling worden uitgevoerd binnen bestaande regelgeving en afspraken of bij het versoepelen ervan?
- In hoeverre kan het concept 'tijdelijk anders bestemmen' (TAB, het tijdelijk toestaan van alternatieve functies zodat op langere termijn beschikbaarheid voor toekomstige -vaak nog onzekere- functies behouden blijft) bijdragen aan een oplossing?
- Aan welke aanvullende (bouwkundige) eisen zouden bouwwerken moeten voldoen, om bouwen binnen de reserveringszones mogelijk te kunnen maken? (zonder toekomstige belangen voor waterveiligheid in de weg te staan)
- Is het nodig om reserveringszones achter de zeekering in stand te houden op plaatsen waar de kust zeewaarts versterkt kan worden (en een landwaartse versterking waarschijnlijk niet nodig is)?

3.2.4 Timing

Het is de uitdaging om de investeringsfasen van de veiligheidsopgave die meestal op een lange termijn spelen, te synchroniseren met de investeringen in gebiedsontwikkelingen op de meer korte termijn. Zo wordt een koppeling aangebracht tussen de ondergrond-, netwerk-, en occupatielaag uit de lagenbenadering (Nota Ruimte, 2006). In deze studie is uitgegaan van drie mogelijkheden: volgens de afzonderlijke agenda's, volgens een gezamenlijke stap-voor-stap benadering of het toewerken naar één moment van grote beslissing. Hier volgt een toelichting.

Afzonderlijke agenda's

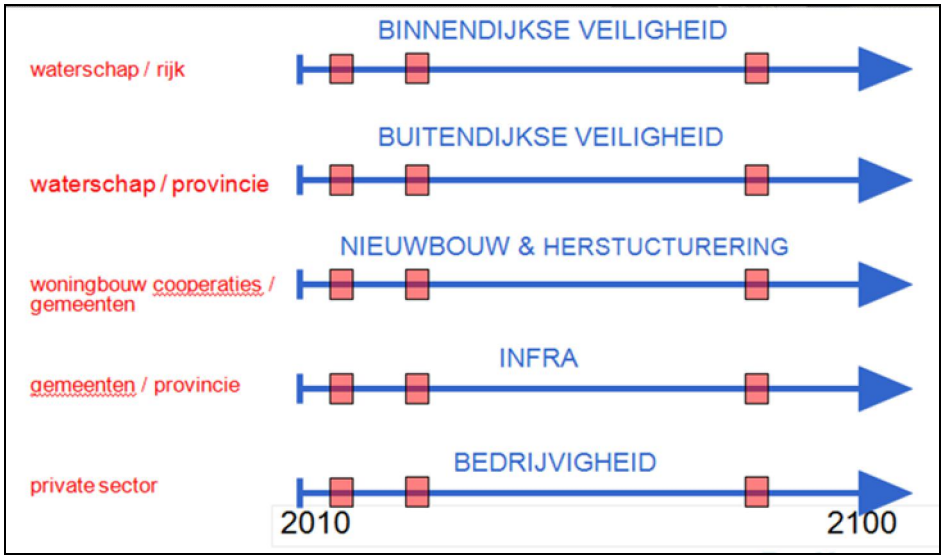
Vaak gaat het hierbij om relatief kleine, periodieke ingrepen, zoals renovatie of sloop en herbouw van gebouwen, aanpassingen aan infrastructuur, beheer en (groot)onderhoud. De verschillende sectoren hebben elk hun eigen tijdspad (zie figuur 3.1).



Figuur 3.1 Het principe van 'afzonderlijke agenda's per sector'

Stap voor stap gezamenlijk

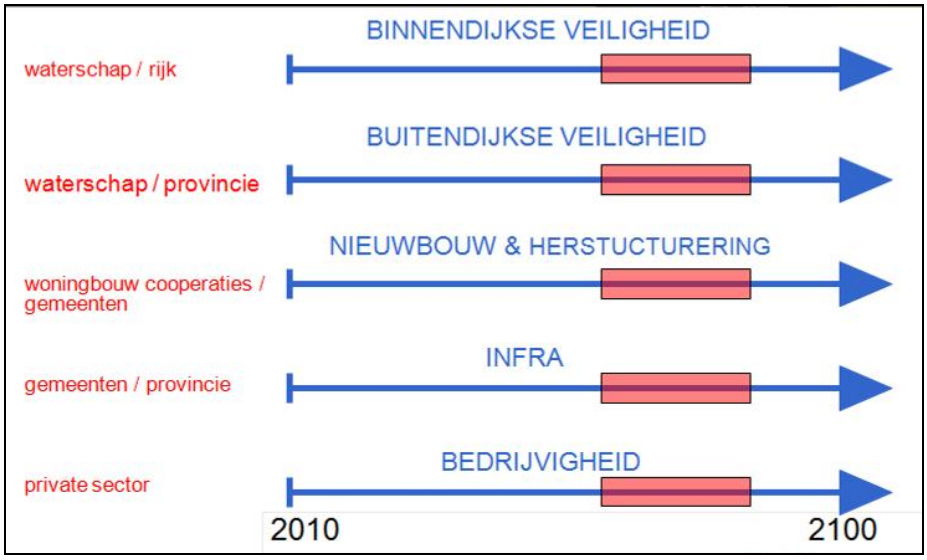
Hierbij voeren verschillende sectoren de ingrepen gezamenlijk en stap voor stap uit. De agenda´s worden inhoudelijk en qua fasering op elkaar afgestemd (zie figuur 3.2).



Figuur 3.2 Gezamenlijk en stap voor stap

Een moment van grote beslissing

Voor het uitvoeren van een eenmalige grote ingreep, moeten de verschillende sectoren op één moment een grote beslissing nemen. De agenda's worden inhoudelijk op elkaar afgestemd en in de tijd geconcentreerd (zie figuur 3.3).



Figuur 3.3 Een grote beslissing op één moment.

3.3 Mogelijke strategieën voor veiligheid en ruimtelijke ontwikkeling

3.3.1 Casestudies

Er zijn twee cases gekozen om strategieën te ontwikkelen:

- Het buitendijkse gebied rond de haven van Scheveningen. Het is hier de uitdaging om strategieën te verkennen die de langetermijn veiligheid van de harde wering vergroten en bijdragen aan korte termijn opgaven die er spelen. Het gaat daarbij vooral om het creëren van meer parkeergelegenheid, de versterking/vergroting van de recreatieve functies, de verplaatsing (binnen het havengebied) van de visserijsector en het bouwen van appartement complexen.
- Het gebied rond de waterkering van de wijk Eiland in Vlissingen. In deze case gaat het om het verkennen van strategieën voor het versterken van de zeedijk, in combinatie met bebouwing en aanpassing van de infrastructuur. Deze locatie aan de Westerschelde is overigens niet één van de 42 TVZ locaties langs de Noordzeekust. De veiligheidshorizon ligt naar verwachting rond 2030.

Tijdens werksessies met betrokken overheden en experts zijn inrichtingconcepten opgesteld, die vervolgens globaal zijn doorgerekend op kosten en baten.

3.3.2 Drie strategieën

Op grond van de bouwstenen en de casestudies zijn er drie mogelijke adaptatiestrategieën naar voren gekomen voor de toekomst te weten:

1. het behouden van de huidige configuratie,
2. het sturen op adaptatie en
3. het creëren nieuw programma.

Behouden van de huidige configuratie

Dit inrichtingsconcept heeft tot doel om door te gaan op de huidige voet (business as usual). Bestaande plannen worden in de huidige ruimtelijke opbouw gerealiseerd en er zijn geen nieuwe ambities voor grote transformaties. De bestaande ligging van de zeewering blijft behouden en op de langere termijn aan de norm voldoen. Bebouwing op de kering wordt aangepast op toekomstige versterkingen mogelijk te houden (Vlissings model) of in het geval van het buitendijkse gebied aangepast aan de (incidentele) aanwezigheid van water (waterbestendig bouwen). Er wordt uitgegaan van herstructurering op dezelfde plek en de reserveringszone achter de dijk blijft onaangetast zodat hier ruimte vrij blijft voor toekomstige –reguliere- dijkversterking.

Sturen op adaptatie

Dit betreft een stapsgewijze aanpassing. Dit inrichtingsconcept richt zich op combinatiemogelijkheden tussen bijvoorbeeld nieuwbouw woningen, herstructurering infrastructuur en aanpassing van de waterkering en/of aanpassing van een sluizencomplex.

Creëren van een nieuw programma
In dit geval wordt op termijn een gebied anders ingericht qua waterkering. Over enkele decennia ontstaat er ruimte voor stedelijke ontwikkeling en een groot nieuwbouwprogramma. Dit biedt een ander facet in de mogelijkheden tot nieuwe infrastructuur zoals wegen of havens.

3.3.3 De strategieën toegepast voor de cases.

De drie strategieën voor de ruimtelijke ontwikkelingen in omgeving van de verharde zeeweringen bij de buitenhaven van Scheveningen zijn samengevat in Tabel 3.1. en uitgebeeld in de figuren 3.4, 3.5 en 3.6.

Tabel 3.1 Drie strategieën voor de case 'buitendijks gebied Haven Scheveningen', opgebouwd uit de bouwstenen doelen, maatregelen, bekostiging en timing.

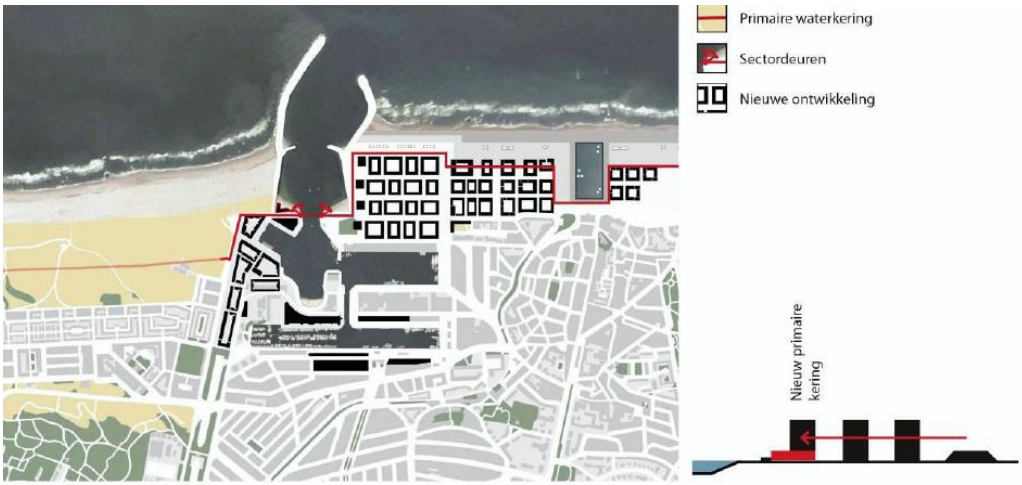
Strategie	**Behouden huidige configuratie** **(business as usual)**	**Sturen op adaptatie** **(stapsgewijs verbeteren)**	**Creëren nieuw programma** **(toewerken naar grote beslissing)**
omschrijving	-Scheveningen-Haven blijft buitendijks	-Scheveningen-Haven komt (op termijn) binnendijks	-Scheveningen-Haven wordt uitgebreid en komt binnendijks te liggen
doel	-houden zoals het is -geen nieuwe ambities voor grote transformaties	-herstructurering -gelijkblijvende buitendijkse veiligheid, later een hoger veiligheidsniveau (van buitendijks naar binnendijks)	-nieuwe ruimte creëren -herstructurering en nieuwbouw op nieuwe ruimte -hoger veiligheidsniveau (van buitendijks naar binnendijks)
maatregel	-waterbestendig bouwen -beperkingen aan gebruik -waterkering aanpassen (>2100)	-verschuiven van zeewering en t.z.t. afsluitbare kering -verder: zie onder business as usual	-verplaatsen van zeewering en afsluitbare kering -nieuwbouwprogramma - verder: zie onder business as usual
bekostiging	-regelgeving	-regelgeving en verdienmodel	-regelgeving en verdienmodel -bovenregionale samenwerking
timing	-geen grote ingrepen in de tijd (<2100)	-gefaseerd: eerste maatregelen in 2020 - op termijn mogelijke volledige afsluiting met afsluitbare kering (indien nodig)	- gefaseerd: voorinvesteren in 2020 (brede kering) - 2050: realiseren nieuwbouw



Figuur 3.4 Inrichtingsconcept bij strategie "Behoud huidige configuratie"



Figuur 3.5 Inrichtingsconcept bij strategie "Sturen op adaptatie"



Figuur 3.6 Inrichtingsconcept bij strategie "Creëren nieuw programma"

De drie adaptatiestrategieën voor de ruimtelijke ontwikkelingen bij de verharde zeeweringen Eiland van Vlissingen zijn samengevat in tabel 3.2. en uitgebeeld in de figuren 3.7, 3.8 en 3.9.

Tabel 3.2 Drie strategieën voor de case 'bouwen bij de waterkering – Eiland van Vlissingen', opgebouwd uit de bouwstenen doelen, maatregelen, bekostiging en timing.

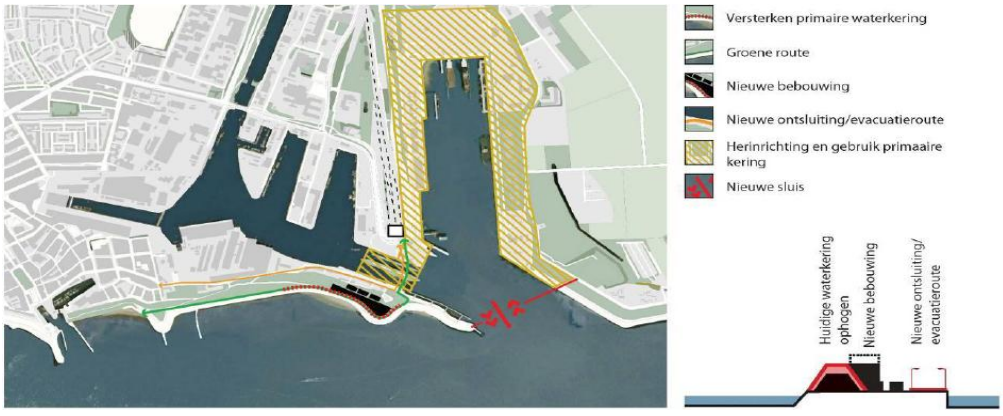
Strategie	**Behouden huidige configuratie (business as usual)**	**Sturen op adaptatie (stapsgewijs verbeteren)**	**Creëren nieuw programma (toewerken naar grote beslissing)**
omschrijving	-herstructurering volgens een business as usual aanpak	-Vlissings Model: appartementen in dijkontwerp	-opschalen binnenhaven
doel	-herstructurering -behoud huidige beschermingzone en functies -geen nieuwe ambities voor grote transformaties	-herstructurering -nieuwbouw -meer bedrijvigheid kade -betere ontsluiting binnenstad -evacuatieroute	-nieuwe ruimte binnenhaven -nieuwe mogelijkheden voor scheepvaart -leisure -zie verder onder 'sturen op adaptatie'
maatregelen	-zeewering aanpassen op zelfde plek -binnendijks bouwen -ruimte reservering	-bouwen volgens Vlissings model -dijkverhoging -infrastructuur over sluis	-kustlijnverkorting -aanleg nieuwe sluis -zie verder onder 'sturen op adaptatie'
bekostiging	-regelgeving	-regelgeving en verdienmodel	-regelgeving, businesscase en bovenregionaal
timing	-varieert per sector (sectorale aanpak): -herstructurering ca. 2020 -zeedijk ca. 2030	-gefaseerde aanpak bijvoorbeeld: 1. nieuwbouw woningen 2. herstructurering infrastructuur 3. aanpassing waterkering 4. aanpassing sluizencomplex	-zie onder 'sturen op adaptatie' -extra: op termijn van enkele decennia investering in een geheel nieuw sluizencomplex.



Figuur 3.7 Inrichtingsconcept bij strategie "Behoud huidige configuratie"



Figuur 3.8 Inrichtingsconcept bij strategie "Sturen op adaptatie"



Figuur 3.9 Inrichtingsconcept bij strategie "Behoud huidige configuratie"

Een belangrijke bevinding uit twee onderzochte cases is dat de onderzochte strategieën geen zicht bieden op realistische verdienmodellen (Deltares 2012, Ecorys 2012). Een van de voornaamste reden hiervoor lijkt dat agenda's voor waterveiligheid en ruimtelijke ontwikkeling niet synchroon in de tijd lopen. Vanuit dit perspectief ligt er daarom een uitdaging om beide opgaven op een andere wijze aan elkaar te verbinden.

4 Meegroeiconcepten voor verharde zeeweringen

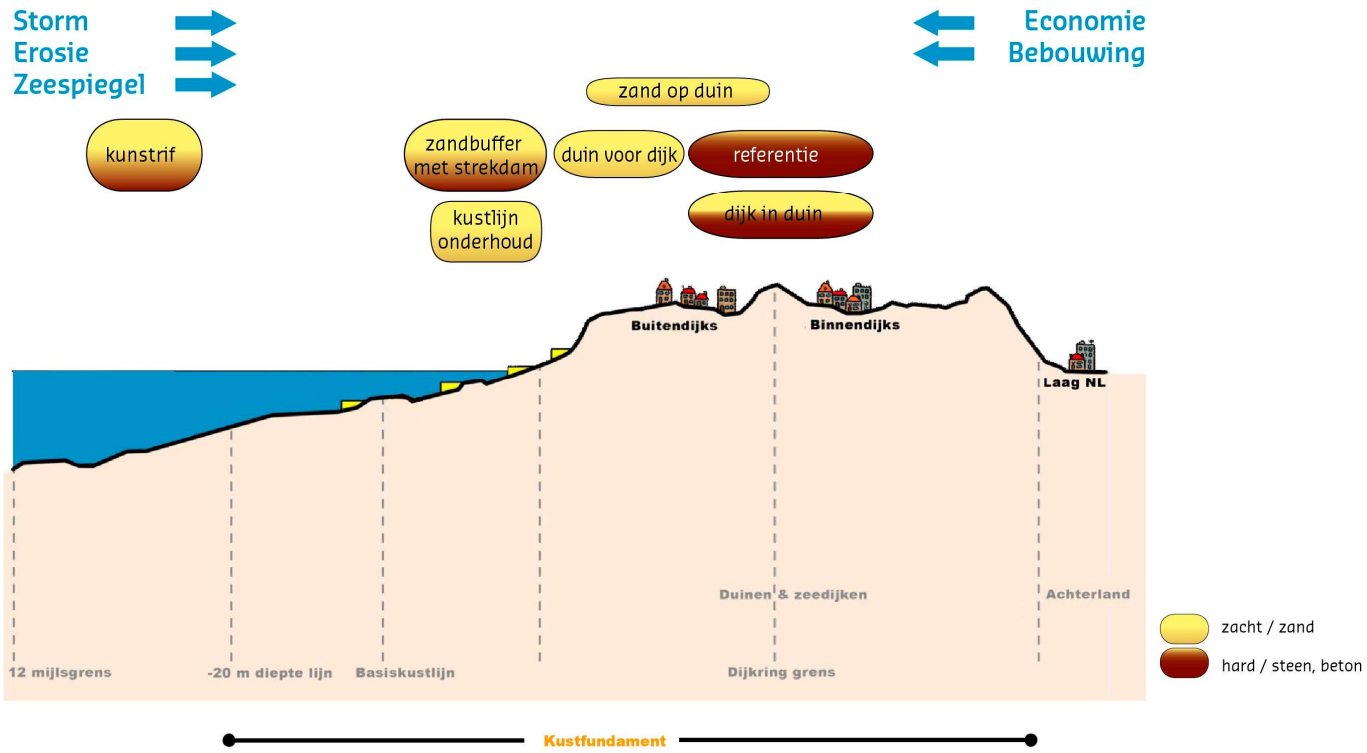
4.1 Aanpak

Het Deltaprogramma zoekt naar invulling van ‘adaptief deltamanagement’. Daarbij sluit de in het vorige hoofdstuk beschreven strategie van ‘sturen op adaptatie’ het beste aan. Daarom is in de derde fase van het TVZ onderzoek hierop verder voortgeborduurd. In deze derde fase zijn vijf ‘meegroeiconcepten’ in kaart gebracht voor de versterking van verharde zeeweringen en één referentiestrategie. De meegroeiconcepten zijn samengesteld uit bestaande toepassingen in Zwakke Schakels en innovatieve concepten die nog niet bij verharde weringen in Nederland zijn toegepast. Dit zijn:

- Dijk in duin
- Zandbuffer met strekdam
- Kunstrif
- Duin voor dijk
- Zand op duin/dijk
- Referentie: hard blijft hard

Al deze concepten zijn beschreven in de volgende paragrafen en gekarakteriseerd naar sterke en zwakke punten, kansen en bedreigingen (SWOT, Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats), onzekerheden en risico’s, kosten en levensduur.

De meegroeiconcepten verschillen in de ligging in het kustprofiel en in het gebruik van zand en harde elementen; zie Figuur 4.1. Zandsuppletie voor kustlijnonderhoud is een ander meegroeiconcept dat apart wordt besproken in Hoofdstuk 5.



Figuur 4.1 Een geschematiseerd dwarsprofiel van de zandige Nederlandse kust met daarin aangeven waar de meegroeiconcepten van toepassing zijn. De meegroeiconcepten verschillen in het gebruik van zand en harde elementen.

De meegroeiconcepten uit dit hoofdstuk zijn voorgelegd aan 22 experts op het gebied van kustveiligheid, kosten en baten en ruimtelijke kwaliteit. Voor deze drie thema's zijn verschillende criteria geformuleerd[2], op grond waarvan de experts de meegroeiconcepten konden beoordelen. Zij konden daarbij op een enquêteformulier per criterium een score aangeven van laag (1) tot hoog (5).

2. *De criteria zijn toegespitst op het karakteriseren van meegroei-mogelijkheden van verharde zeeweringen en mede gebaseerd op de vergelijkingsystematiek die voor het Deltaprogramma in ontwikkeling is (voorjaar 2012).*

Tabel 4.1 Overzicht van de criteria voor de thema's veiligheid, kosten en baten en ruimtelijke kwaliteit en weging per criteria (%) gebruikt in de multicriteria analyse.

Veiligheid	48%	Doelbereik veiligheid	20%
		flexibiliteit	10%
		robuustheid	10%
		beproefdheid	5%
		multifunctionaliteit	2%
		realiseerbaarheid	2%
Kosten en Baten	28%	Investeringskosten	5.5%
		Beheer- en onderhoudskosten	5.5%
		Uitvoerbaarheid waterkeringbeheerder	2.1%
		Baten uit woonfunctie	3.4%
		Baten uit recreatie	3.4%
		Baten uit werkgelegenheid	2.8%
		Baten uit natuur	2.1%
		'verkoopbaarheid' over de grenzen	2.8%
Ruimtelijke Kwaliteit	25%	Gebruikswaarde wonen	7.5%
		Gebruikswaarde recreatie	7.5%
		Gebruikswaarde werken	2.5%
		Natuurlijke dynamiek	1.9%
		Toepasbaarheid in kustprofielen	5.6%
Total	100%		100%

De uitkomsten daarvan zijn in een multicriteria analyse gewogen[3]. De antwoorden van de experts toonden soms veel variatie; ter indicatie is daarom aangegeven wanneer er sprake was van een hoge standaarddeviatie (>1,25, >1,50) in de scores. Vervolgens zijn de meegroeiconcepten met elkaar vergeleken en met de referentie.

De concepten van deltadijk en klimaatdijk zijn in deze verkenning niet meegenomen. Bij de meegroeiconcepten staat juist een stapsgewijze zandige aanpak of een combinatie zandig/hard centraal, om verharde weringen toekomstbestendig te maken. Daarentegen is het concept deltadijk en klimaatdijk gebaseerd op het idee dat met één grote, innovatieve, ingreep de veiligheid gegarandeerd kan worden voor een veel langere periode dan de gangbare ontwerpperiode van vijftig jaar. In recente studies zijn de deltadijk en klimaatdijk onderzocht op onder multifunctionele toepassingen (Deltares, 2011c). Echter, voor kustlocaties zijn daarbij nog geen combinaties van een klimaatdijk en een deltadijk met zandige oplossingen uitgewerkt. Mogelijk dat in een vervolgonderzoek dit kan worden meegenomen.

[3] *De ruwe enquêteresultaten zijn bij Deltares beschikbaar, Van Aalst, M., L. van Vliet, O. Lagendijk, J. Stronkhorst, 2012. 1206188.00x De verdeling van de wegingspercentages is tot stand gekomen op basis van expert judgement van beide auteurs.*

Het Vlissings model, dat in verschillende bijeenkomsten van het Atelier Kustkwaliteit aan de orde is gekomen, biedt een oplossing voor bouwen zonder een toekomstige dijkversterking te bemoeilijken.

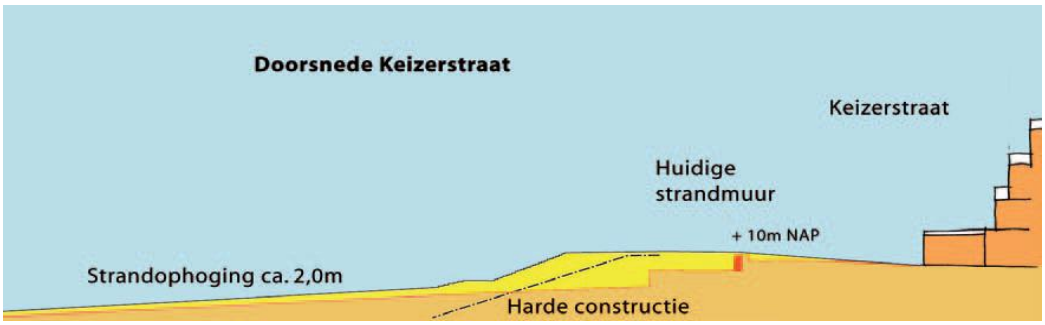
4.2 Dijk-in-duin (of boulevard)

4.2.1 Omschrijving

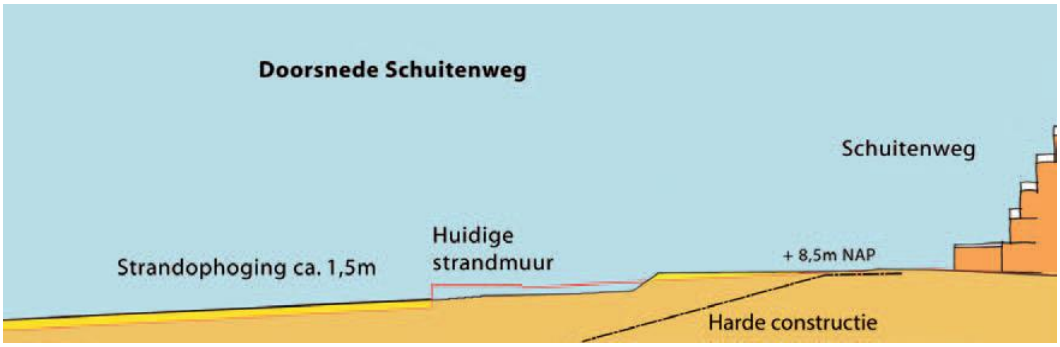
Binnen deze strategie wordt een zandige waterkering met zand versterkt, terwijl in het zandlichaam een hard constructief element wordt aangebracht. Het verschil met de standaard zandbuffer is dat er aan de achterzijde een nieuw waterkeringstechnisch hard element wordt toegevoegd, als een 'slot op de deur'.
De aanleiding om te komen tot een dergelijke hybride versterking is de wens om enerzijds de waterkering zandig in zeewaartse richting te versterken, maar anderzijds ook niet te veel zand aan te brengen omdat daarmee ook de afstand tot het water te groot wordt. Door een deel van de waterkerende functie door de dijkconstructie te laten vervullen is minder ruimte nodig. Daarmee wordt bovendien bereikt dat de achterliggende bebouwing echt binnendijks komt te liggen en daarmee daar ook meer ontwikkelingsmogelijkheden beschikbaar komen.
De uitdaging zit in het adequaat combineren van de verschillende functies.

Voorbeeld: dijk in boulevard constructie in Scheveningen
Een voorbeeld hiervan is de 'dijk in de boulevardconstructie' in Scheveningen (figuur 4.2 t/m 4.4). De oorspronkelijke boulevard had geen waterkerende functie en het kustprofiel moest daarom in de veiligheidsberekeningen als volledig zandige constructie worden beschouwd. Omdat deze zandige waterkering op termijn niet meer aan de veiligheidseisen zou voldoen is er voor gekozen om deze te versterken door middel van een zogenaamde hybride constructie. Deze bestaat uit een dijkconstructie die onder de boulevard wordt aangebracht.
De maatgevende belasting op deze dijkconstructie wordt tot een acceptabel niveau beperkt door het voor deze dijk aanleggen van een strandaanvulling (zandbuffer) met voldoende volume. De waterkering dankt haar sterkte dus aan de combinatie van een harde constructie (als slot op de deur) en een zachte constructie (zand buffer of zandberm). De omvang van de zandberm kan daarbij in de tijd worden aangepast aan de klimaatontwikkelingen.
In dit geval is er dus sprake van een transitie tussen en volledig zandige kering naar een deels harde kering. De nieuwe harde constructie speelt hierin een cruciale rol.
De hoogte van de harde constructie hangt af van de ligging ten opzichte van de zee en varieert (figuur 4.3) De dijk-in-boulevard constructie wordt momenteel (over een lengte van ongeveer 800 m) aangelegd tussen de Scheveningse slag en de tramlus ten zuiden van de Keizerstraat. Aan de zuid- en noordkant (richting Kurhaus en Pier) wordt deze aangesloten op de bestaande zeewering van zand.

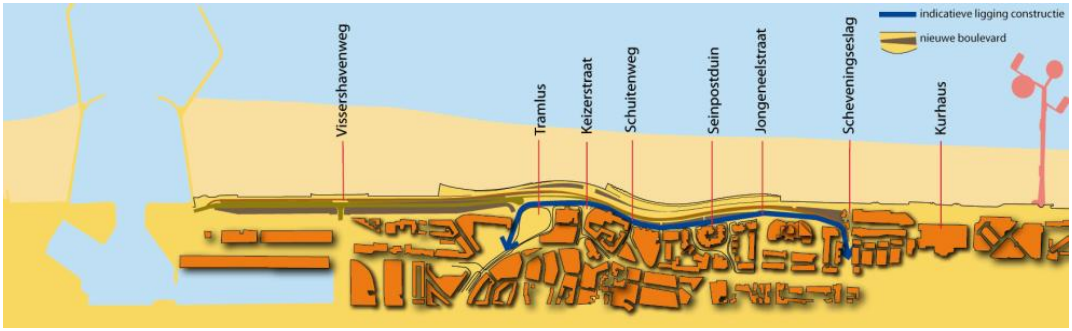
Om de aansluiting van de harde constructie op de duinwaterkering veilig te maken is ter plaatse van de Scheveningseslag de dijk-in-boulevard constructie over voldoende lengte in landwaartse richting doorgezet. Voor deze overgangsconstructie is een zogenaamde diepwand constructie (een ondergrondse wand van gewapend beton) gebruikt.
Aan de zeezijde van de nieuwe boulevard worden het strand en de vooroever opgehoogd. Hierdoor wordt het strand enkele tientallen meters breder. Door de ophoging van het strand wordt de dijkconstructie enigszins beschermd en de optredende golfhoogte voor de dijk beperkt. Dit laatste beperkt ook de maatgevend veronderstelde golfoverslag over de dijk (bij het ontwerp is uitgegaan van een kritieke waarde van maximaal 1 l/m^1/s).



Figuur 4.2 dijk-in-boulevard constructie in Scheveningen. Hierbij wordt een harde constructie (dijk) in de boulevard aangelegd, in combinatie met het ophogen van het strand en de vooroever. De dijk wordt aangelegd op het strand en bestaat uit een steenbekleding op de glooiing (helling 1: 3) aan de zeewaartse kant en een verharde kruin aan de bovenzijde.



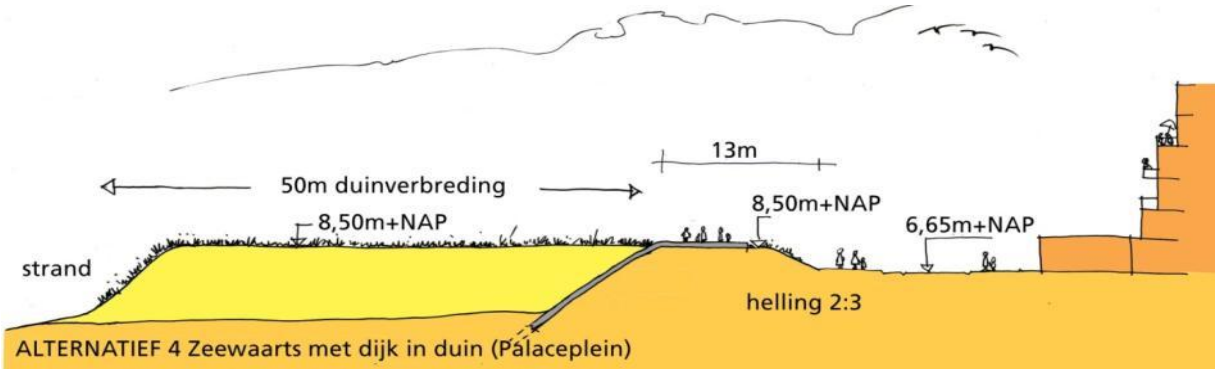
Figuur 4.3 De harde constructie in de kering varieert in langsrichting. Daar waar er bij de Keizerstraat sprake is van een relatief zeewaartse ligging ligt deze bij de Schuitenweg juist verder landwaarts(en kan daarom ook iets lager worden uitgevoerd).



Figuur 4.4 Om de aansluiting van de harde constructie op de duinwaterkering veilig te maken wordt de 'dijk-in-boulevard' constructie over voldoende lengte in landwaartse richting doorgezet.

Voorbeeld 2: Dijk-in-duin versterking in Noordwijk

Ook de 'dijk-in-duin' versterking in Noordwijk is een voorbeeld van dit meegroeiconcept (zie figuur 4.5).



Figuur 4.5 Ook hier is sprake van de aanleg van een dijk (met een lengte van ongeveer 1,5 km) met een voorgelegen zandbuffer. De zandbuffer is lijkt nu meer op een duin, vandaar dat dit meer de naam dekt.

4.2.2 SWOT-analyse

Sterke punten
Het sterke punt van een dergelijke hybride versterking is dat de waterkering een dynamisch en zandig karakter houdt, terwijl er met een minimale uitbouw toch een maximale veiligheidswinst wordt geboekt. Het achter in de waterkering toevoegen van een hard element als 'slot op de deur' maakt ook dat de achterliggende bebouwing binnendijks komt te liggen en dat er daarmee nieuwe ontwikkelingsmogelijkheden binnen bereik komen.

Zwakke punten
Door het toevoegen van een hard element in de kering wordt de waterkering in principe minder flexibel in termen van mee kunnen groeien met zeespiegelstijging. Een meegroeiende versterking volgens dit concept lijkt dan alleen nog maar zandig zeewaarts te kunnen worden uitgevoerd. Een ander zwak punt is dat de constructie die het 'uiteindelijk zal moeten doen' onder het zand zit en dat inspectie lastig is. Verder zijn er voor de toetsing van dit hybride concept nog geen formeel vastgestelde procedures beschikbaar.

Kansen
Vooral de combinatie van ruimtelijke kwaliteit en veiligheid biedt kansen, waardoor er win-win situaties kunnen ontstaan. Ook biedt dit concept extra mogelijkheden voor de nu binnendijks gelegen bouwwerken. De regels die hieraan vanuit de waterkering worden gesteld zijn nu immers veel minder stringent.

Bedreigingen
Dit concept maakt het relatief lastig om op de lange termijn te anticiperen op toenemende belastingen door klimaatveranderingen. Dit kan een bedreiging vormen. Bij stijgende zeespiegel wordt de dijk steeds minder effectief en zal er de voorliggende zandbuffer dus steeds groter moeten worden. Een mogelijke oplossing kan overigens gevonden worden in het op termijn alsnog enigszins verhogen van de kruin van de harde constructie.

Onzekerheden en risico's
Een mogelijke onzekerheid vormt het gedrag van de ingegraven kering. Dit kan natuurlijk worden ondervangen door een goed en robuust ontwerp. Verder kan een verhoging van de maatgevende belasting een risico vormen.

Door het vast inbouwen van een dijkconstructie is deze niet meer flexibel aan te passen. De flexibiliteit zal dus primair moeten worden gezocht in de omvang van de voor de dijk aanwezige zandbuffer.

4.2.3 Kenmerken

Ontwikkeltijd
De overgang van een reguliere, zachte waterkering naar een situatie met een harde constructie vergt de nodige aandacht, onder meer door de inpassing van het harde deel. Om de toepassing van dit concept van de grond te krijgen, moet rekening worden gehouden met een ontwikkeltijd van 5 jaar tot hooguit 10 jaar.

Levensduur
Een zandige versterking wordt normaal gesproken ontworpen voor een termijn van 50 jaar. Deze levensduur kan echter eenvoudig worden verlengd, door het verder uitbouwen van de kustlijn.
Een harde constructie wordt meestal ontworpen voor een levensduur van 100 jaar. Ook hierbij kunnen echter voorzieningen worden ingebouwd om de levensduur te verlengen. Lukt dit niet, dan wordt de harde constructie minder functioneel en zal de waterkerende functie in toenemende mate door de zandbuffer moeten worden overgenomen.

Kostenindicatie
De genoemde versterkingen in Scheveningen en Noordwijk geven enige indicatie van de kosten. Voor Noordwijk bedragen deze kosten ongeveer 20 miljoen euro, waarvan ongeveer de helft voor de zandaanvulling. Voor Scheveningen bedragen de kosten 50 tot 70 miljoen euro. Dat dit veel meer is dan voor Noordwijk komt grotendeels door de veel ingewikkelder inpassing van de harde constructie.
Rekening houdend met het lengteverschil bedragen de totale kosten (dijkconstructie plus zandaanvulling) dus grofweg tussen de 15 (eenvoudig) en 75 miljoen (complexe omgeving) euro per kilometer (15.000 – 75.000 €/m[1]).

4.3 Zandbuffer, variant met strekdam

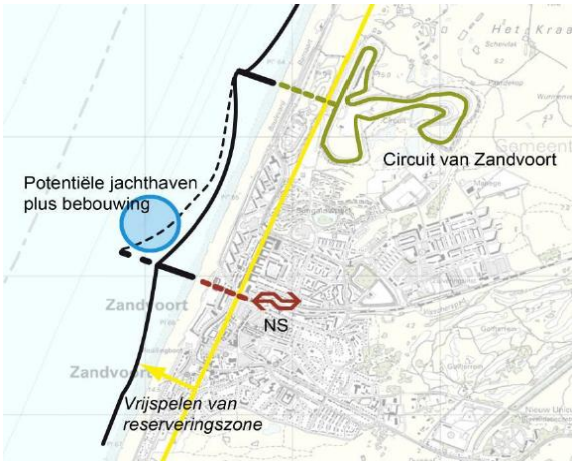
4.3.1 Omschrijving

Dit versterkingsconcept is een strategie waarbij de bestaande zachte kering met zand wordt versterkt. Het gaat daarbij om ‘normale’ duinwaterkeringen en om zandige waterkeringen met niet-waterkerende objecten/elementen. De feitelijke versterking kan in principe worden vormgegeven door het handhaven van de zogenaamde basiskustlijn (BKL). Hiermee kan de veiligheid op orde worden gehouden, maar kan deze ook worden aangepast aan zwaardere klimatologische omstandigheden.
Voor het TVZ-project zijn met name de waterkeringen met niet-waterkerende objecten/elementen van belang. Voorbeelden hiervan zijn het noordelijke deel van de boulevard te Scheveningen en de boulevard van Zandvoort.
In deze strategie wordt er bewust voor gekozen om geen waterkerende elementen aan de kering toe te voegen; de waterkering blijft, strikt waterkeringstechnisch gesproken, zacht van karakter.

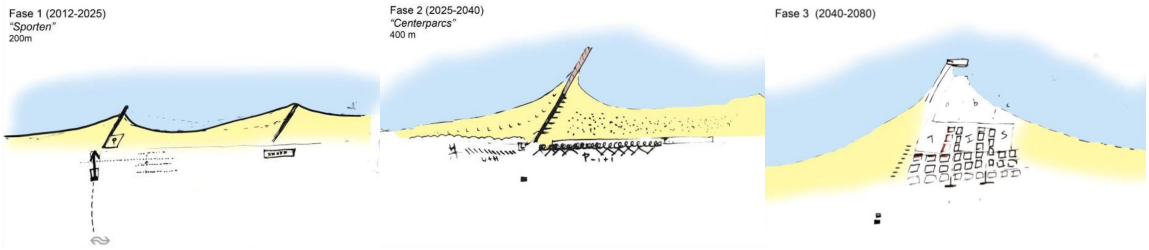
Een variant van dit concept is om meer zand aan te brengen dan noodzakelijk voor de waterkerende functie, om meer doelen te dienen. In een dergelijk geval kan er voor worden gekozen om de zandaanvulling/zandbuffer door middel van constructies in te sluiten.
Gedacht kan worden aan het aanleggen van een strekdam loodrecht op de kust, waarbij de gewenste zandige versterking samenvalt met de bij een dergelijke constructie samenhangende aanzandingsboog. Deze constructies hebben geen directe waterkeringstechnische rol, maar ondersteunen slechts de zandige versterking.

De aanleiding voor de ontwikkeling van dit versterkingsconcept (zandbuffer met strekdam) is primair gelegen in mogelijke wensen om in aanvulling op een reguliere kustversterking met zand, extra ruimtelijke kwaliteit en economisch interessante toevoegingen te realiseren. De dam is daarbij slechts ondersteunend aan de zandige versterking. Het primaire doel ervan is qua uitwerking echter gericht op de samenhang met andere functies en het ondersteunen van de ontwikkelingsmogelijkheden. Te noemen zijn bijvoorbeeld het faciliteren van een naast de dam aan te leggen jachthaven en/of op of naast de dam aan te brengen bebouwing.
De rol die de dam speelt in het ondersteunen van de zandige versterking wordt daarbij haast secundair. De uitdaging zit natuurlijk in het adequaat combineren van alle denkbare functies, zonder daarbij het oorspronkelijke waterkeringstechnische doel uit het oog te verliezen.

Voorbeeld
Een mogelijke zandige versterking van de kust in combinatie met strekdammen is recent aan de orde geweest in een ‘studieontwerp Zandvoort’. Hierbij is gekeken naar de mogelijkheden voor een grootschalige gefaseerde ontwikkeling van Zandvoort in zee. Twee haakse dammen (‘zandspoilers’) bieden daarbij de structuur waartussen een baai en op termijn een jachthaven tot ontwikkeling kunnen komen. Tussen de beide dammen bevindt zich de reguliere zandige kering die op deze wijze in zeewaartse richting wordt versterkt. Door deze zeewaartse uitbouw is er ook landwaarts ‘minder waterkering nodig’ en ontstaan dus ook hier nieuwe ontwikkelmogelijkheden (zie figuur 4.6 t/m 4.7).



Figuur 4.6 Studieontwerp Zandvoort. Twee haakse dammen (‘zandspoilers’) bieden daarbij de structuur waartussen een baai en op termijn een jachthaven tot ontwikkeling kunnen komen.



Figuur 4.7 De dammen kunnen daarbij in de tijd zeewaarts worden verlengd waardoor er steeds meer ontwikkelmogelijkheden ontstaan (zoals aangegeven in de bovenstaande faseringsschetsen).

4.3.2 SWOT-analyse

Sterke punten

Een zeer sterk punt is de combinatie en medegebruik van functies, waardoor er in de nieuwe situatie sprake is van een behoorlijke kwaliteitsimpuls.

Zwakke punten

Ten opzichte van een normale zandige versterking is er sprake van een significante wijziging van het aanzicht van de waterkering. In dit soort gevallen zullen er altijd grote voorstanders én grote tegenstanders van de plannen zijn. Dit betekent dat de realisatie van een dergelijk 'meegroeiconcept' vaak een lange weg zal inhouden en veel tijd zal kosten.

Waterkeringtechnisch gesproken wordt het beheer van de waterkering een stuk ingewikkelder omdat er duidelijk sprake is van medegebruik. Dit laatste kan vanuit het beheer ook gezien worden als een bedreiging.

Een ander zwak punt betreft het toevoegen van een vooruitgeschoven harde constructie in de vorm van de dam. Met name de kop van deze constructie zal zwaar moeten worden uitgevoerd en het nodige onderhoud vragen. Specifiek aandachtspunt zijn de rondom de kop te verwachten ontgrondingen.

Een ander nadeel is het feit dat de dam effect heeft op de morfologische ontwikkeling, op minimaal regionaal niveau. Het is aannemelijk dat er in de aanliggende kustsecties sprake zal zijn van extra erosie.

Kansen

De kansen liggen primair op het vlak van de ontwikkelingsmogelijkheden. Dit is immers ook de primaire reden dat er aan de zandbuffer een strekdam is toegevoegd.

Bedreigingen

Bedreigingen zijn dat het adequate beheer van de waterkering lastiger wordt en dat er minder mogelijkheden zijn om de kering aan te passen aan verzwaarde klimatologische omstandigheden. Door het in toenemende mate toelaten van medegebruik en de daarmee samenhangende constructieve ingrepen zal het van oorsprong zandige karakter van de waterkering steeds meer overgaan in een verharde constructie. Dit maakt ook het verder versterken lastig. Bovendien zal er steeds meer druk komen om de waterkering als constructief hard element te beschouwen. Op termijn bestaat er dus het gevaar dat de zandige waterkering alsnog is getransformeerd in een ook waterkeringstechnisch verharde kering die bovendien nog als bolwerk in de kust ligt. Dit is niet in lijn met het huidige beleid.

Om deze bedreigingen te ondervangen, zouden zeer goede afspraken gemaakt moeten worden.

Verder kan het ‘tegenvallen’ van het onderhoud van de kop van de strekdam als bedreiging worden gezien. Dit geldt mogelijk ook voor de morfologische effecten op meer regionale schaal.

Onzekerheden en risico’s
De onzekerheden en risico’s hebben met name betrekking op de economisch onzekere ontwikkelingscomponent. Zowel de vooraf ingeschatte haalbaarheid als de achteraf aanwezige exploitatie zijn erg conjunctuurgevoelig.
Als risico kunnen de onderhoudskosten van de dam en de grootschalige effecten van de ‘verstoring van de zandrivier’ worden genoemd.
Tot slot betreft het in uitvoering een veelal constructieve oplossing die in relatieve zin minder geschikt is om onverwachte, extremere klimatologische omstandigheden te weerstaan.

4.3.3 Kenmerken

Ontwikkeltijd
De overgang van een reguliere, zachte waterkering naar een situatie met een ondersteunende strekdam zal door het wezenlijke andere karakter veel overleg en afstemming vergen. Om een dergelijke ontwikkeling van de grond te krijgen moet rekening worden gehouden met een periode van 5 tot 15 jaar tot het aanleggen van een eerste fase.

Levensduur
Indien wordt uitgegaan van een volledig zandige versterking van de oorspronkelijke kust zal er sprake zijn van een levensduur van tenminste 100 jaar. Anders wordt het op het moment dat er toch sprake is van harde elementen met een waterkerende functie. In dat geval hangt de levensduur samen met de wijze waarop de nieuwe situatie toekomstbestendig wordt ingericht.

Kostenindicatie
Voor de kosten van een dergelijke versterking moet onderscheid worden gemaakt tussen de kosten voor de zandaanvulling, de damconstructie en de eventuele aanvullende ruimtelijke componenten. Voor de zandaanvulling moet (natuurlijk afhankelijk van de omvang) worden gedacht aan 5 tot 15 miljoen euro. De damconstructie zal (ook hier weer sterk afhankelijk van de lengte) tenminste een vergelijkbaar bedrag vragen. Zonder de ruimtelijke componenten komt dit totaal dus neer op 10 tot 30 miljoen euro.

4.4 Kunstrif

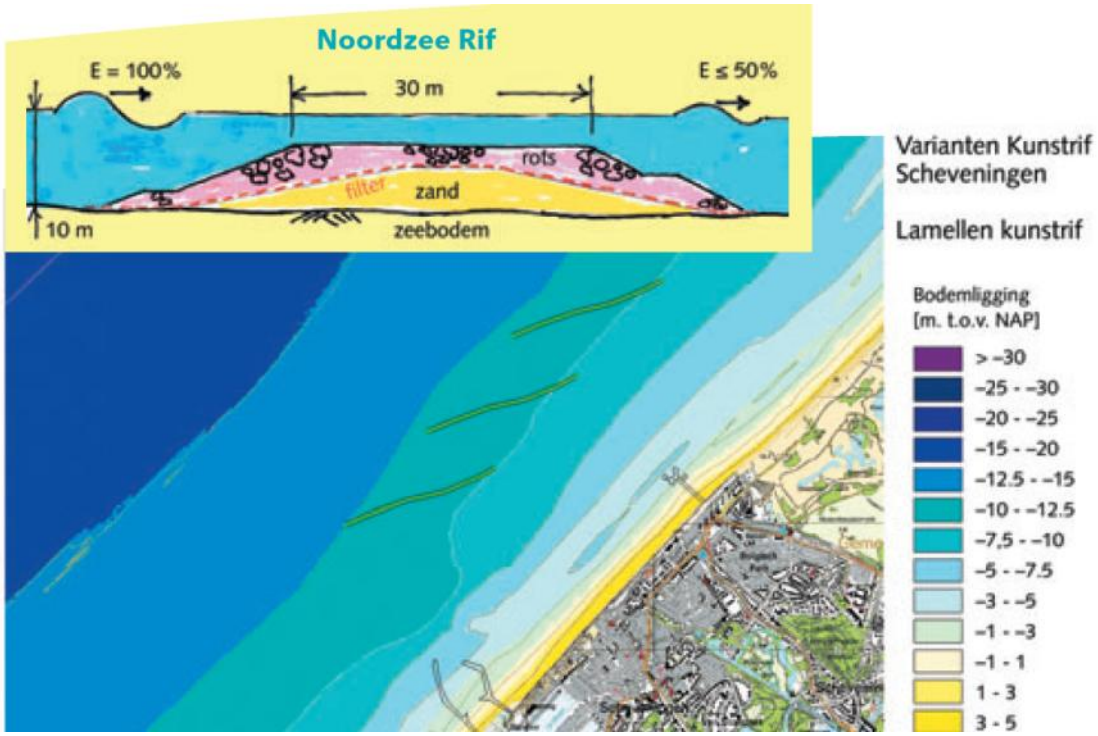
4.4.1 Omschrijving
De Nederlandse kust wordt niet wekelijks geteisterd door een zware storm. Maar áls het stormt, kan de schade aanzienlijk zijn. Wanneer er een zware storm woedt, zijn het vooral de lange golven die vanuit zee een aanslag op de kust plegen. Van deze golven, die tot op grote diepte zijn waar te nemen, is bekend dat zij terugkaatsen als zij tegen steilere bodemhellingen aan botsen. Een kunstmatig rif, in feite een dijk onder water en bestaande uit harde materialen zoals rotsblokken in combinatie met zand, kan dit gewenste effect versterken.

Een rif dat diep in het zeewater ligt zwakt dan de lange golven af en laat slechts de kortere golven door. Door de stroomrichting van de lange golven ver uit de kust om te buigen moet de golfslag op de kust duidelijk in kracht en hoeveelheid afnemen.
Uit een verkenning naar kunstriffen (zie voorbeeld hieronder) blijkt dat deze plaatselijk de strand- en duinafslag helpen voorkomen, door de hoge en lange golven te ontkrachten. Deze schadelijke golven komen een stuk minder hard aan als ze eenmaal het rif voorbij zijn. Het kunstrif helpt dus de belasting op de kust aanmerkelijk terug te dringen .
Aanvullend daarop blijven zandsuppleties noodzakelijk, want door het hogere waterpeil eist de zee steeds meer ruimte op ten koste van het land.
Voor verdere onderbouwing van het concept ‘kunstriffen’ is een proefproject met een kunstrif langs de Hollandse kust nodig.

Voorbeeld
Het concept ‘Kunstrif’ is in een studie verkend. Aanleiding was een werkbezoek van voormalig minister Karla Peijs van VenW aan Dubai, in 2005. Daar bezocht zij de kunstmatige eilanden *Palm Island* en *The World*. Deze eilanden ondervinden geen schade van zware golfslag dankzij een 25 kilometer lang door Royal Haskoning ontworpen kunstrif dat daar in zee is aangelegd. Naar aanleiding daarvan stelde de minister de vraag: ‘Kan dit ook in Nederland?’ De toepassing van kunstriffen langs de Nederlandse kust is in de periode 2006-2009 onderzocht in het Waterinnovatie programma WINN, in samenwerking tussen Rijkswaterstaat en Haskoning.
Voor de verkenning is gekozen voor een denkbeeldig rif voor de kust van Scheveningen, op een diepte van 10 meter en 1,5 kilometer uit de kust. Op die afstand is het kunstrif nog effectief en heeft het geen grote impact op de morfologie. Bovendien ondervinden scheepvaart en visserij er dan geen onoverkomelijke hinder van.
Tijdens het onderzoek bleek dat het rif niet een aaneensluitend geheel hoeft te zijn. Op zoek naar het optimale rif voor de kust van Scheveningen kwamen twee varianten naar voren, die elk werden uitgespit:

- een langgerekt rif van circa 3,5 kilometer lengte dat evenwijdig aan de kust loopt op een afstand van ongeveer 1,5 kilometer (parallelrif);
- een rif van drie ‘lamellen’, eveneens over een afstand van 3,5 kilometer, die iets verspringend parallel lopen aan elkaar en met een hoek van 30 graden op de kust staan (lamellenrif; zie figuur).

Beide rifontwerpen werken, zo is uit golfexperimenten en onderzoek met rekenmodellen gebleken. Het uitgangspunt voor de ontwerpen was veiligheid en aan die eis voldoen beide varianten. Ook neemt bij allebei de duinafslag aanzienlijk af, namelijk 15 tot 20 meter voor Scheveningen. Uit berekeningen met een ontwerpstorm bleek dat de kustafslag beperkt was en het kunstrif de zandige kust uitstekend beschermde. Voor een gevaarlijke noordwesterstorm, waarbij het water hoog wordt opgestuwd en er een gevaarlijke som van hoge golven en hoogwater ontstaat, bleek het lamellenrif het beste te werken. Dat komt door de richting van de lamellen (van zuidwest naar noordoost) en de ruimte ertussen. Vanuit het oogpunt van kustveiligheid heeft het lamellenrif dan ook een streepje voor;. Een ander pluspunt van het lamellenrif is dat het bij een zuidwesterstorm wel de golven doorlaat. Daardoor vormt het bij de meeste windrichtingen geen beletsel voor de zandaanvoer naar de kust.



Figuur 4.8 voorbeeld van een lamellen kunstrif voor de kust van Scheveningen

4.4.2 SWOT-analyse

Sterke punten

Dat een kunstrif in zee kan werken, blijkt uit diverse onderzoeken. Het rif kan bijdragen aan de kustveiligheid, terwijl het de lokale kustsituatie ontziet. Dit, samen met de mogelijkheden voor natuur en recreatie, lijkt voldoende baten op te leveren om de kosten te rechtvaardigen die de aanleg van een kunstrif met zich meebrengt. Door het rif uit te rusten met uiteenlopende materialen en vormen kunnen er leefomstandigheden ontstaan die allerlei planten- en dierensoorten aantrekken. Zo kan het rif een ecologische verrijking opleveren.

Een kunstrif is ook in het belang van kustplaatsen. Deze zijn op veel plekken in Nederland tot de laatste meters voor zee vol gebouwd. Bij toekomstige ingrepen aan de bestaande waterkering zouden gebouwen daarvoor plaats moeten maken. Bovendien zou de aanleg van een gangbare vorm van kustversterking de badplaats aan charme doen inboeten, wat indruist tegen de lokale economische belangen. Met een kunstrif voor de kust neemt dit risico af; bovendien voorkomt een kunstrif ook de overlast die ontstaat door werkzaamheden aan de waterkering. Ondernemers hoeven daardoor geen teruggang in de omzet te vrezen.

Met een kunstrif wordt de afslagzone kleiner, waardoor de bouwzone juist groter wordt. Daarnaast voorkomt een kunstrif de aanleg van een extra duinenrij, waardoor de kustplaats het hele jaar door aantrekkelijk voor toeristen is.

Een kunstrif kan bovendien meegroeien met zeespiegelstijging doordat vorm en hoogte in de tijd kunnen worden aangepast.

Zwakke punten

Hoewel het kustonderhoud er over de hele linie niet meer of minder op wordt, verschuiven wel de plekken langs de Nederlandse kust waar onderhoud nodig is. Daardoor is het toch mogelijk dat er de eerste jaren na aanleg van het rif hier en daar langs de kust meer zand opgespoten of gestort moet worden.

Om schepen op de Noordzee voor een aanvaring met het kunstrif te behoeden komt er een veiligheidszone omheen, zodat zij er veilig langs kunnen varen. Het grondoppervlak dat het kunstrif onder water inneemt, is dus niet beschikbaar als vaarroute of visgrond. Dat betekent dus een lichte beperking van het vaargebied en een klein risico op aanvaringen. De scheepvaart zou hierop de vaarroute iets moeten aanpassen, terwijl de visserij er een minimaal stukje visgrond mee verliest.

Kansen

Het kunstrif biedt een unieke kans om het veiligheidsaspect te verbinden met andere functies, zoals recreatie en duurzame ontwikkeling. Maar ook voor diepzeeduikers en sportvissers zou het kunstrif interessante mogelijkheden kunnen bieden. Voor surfers is het mogelijk van belang dat, doordat het kunstrif de golfslag afremt, er ook onder normale omstandigheden lichtere golven tegen de kust zullen slaan dan zonder rif het geval zou zijn. Door de functies van kustbeveiliging, recreatie en een milieuvriendelijke bouw van het kunstrif te bundelen zou Nederland zijn naam en faam op het gebied van innovatieve waterwerken kunnen bevestigen.

De luwte achter het rif biedt nieuwe kansen voor aqua-cultuur: de kleinschalige kweek van vis, schaaldieren (garnalen, krabben) en schelpdieren (mosselen, kokkels). Het is net als met de kustafslag: wat aan de ene kant verdwijnt, komt er aan de andere kant bij. Duurzame visserij is in de periode 2007-2013 een speerpunt van de Europese Unie, waardoor initiatieven op dat gebied een goede kans maken op subsidie. Bij het ontwerpen van het kunstrif kan er rekening gehouden worden met de mogelijkheid van – duurzame – aquacultuur door de vormen en materialen van het rif aan deze functie aan te passen.

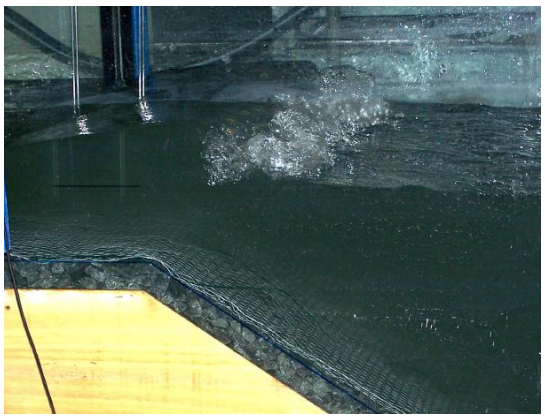
Bedreigingen

Een belangrijke bedreiging is of op nationaal niveau voldoende draagvlak is voor een dergelijk concept. De aanleg van een rif betekent waarschijnlijk aanpassing van gangbare procedures, wetgeving en beleid. Een grootschalig rif langs de gehele Nederlandse kust is daarom ondenkbaar. In het licht van lokale problemen bezien zou een kunstrif echter wel een rol kunnen spelen, mits de kosten, baten en effecten zich gunstig verhouden tot andere maatregelen voor kustbescherming.

Onzekerheden en risico's

Dat het rifconcept ook in Nederlandse omstandigheden kan werken, is proefondervindelijk al op kleine schaal aangetoond. Zelfs bij hogere waterstanden houdt het kunstrif een aanzienlijk deel van de lange golven tegen. Dat hebben de schaalproeven uitgewezen die WL/Deltares deed in de Scheldegoot (Rijkswaterstaat & Royal Haskoning, 2006). Ondanks deze bemoedigende resultaten is het nog te vroeg om conclusies te trekken. Zo is nog niet bekend welke gevolgen het kunstrif heeft voor de stabiliteit van de zeedijken en voor de kustafslag. Draagt het eraan bij dat er meer of juist minder zand langs de kust wegspoelt door golfslag of zijn de verschillen minimaal?

Ook zijn er nog veel vragen over de gevolgen die een harde constructie in de diepte heeft op de huidige patronen van erosie en zandafzetting langs de kust. Daarbij spelen ook het formaat en de ligging van het rif een rol.



Figuur 4.9 Schaalproef naar de breking van golven op een kunstrif

4.4.3 Kenmerken

Ontwikkeltijd

Hoewel is gebleken dat een kunstrif technisch haalbaar is en dat er maatschappelijke meerwaarde kan zijn, kan er nog niet op korte termijn worden begonnen met de ontwikkeling ervan.

Eerst is een proefproject nodig, waarin in de praktijk blijkt hoe het rif precies werkt en hoeveel het bijdraagt aan de vermindering van de duinafslag en wat de bijdrage is aan de veiligheid.

In een workshop in 2009 met een groot aantal experts van verschillende instituten zijn een aantal ideeën opgesteld, hoe zo'n praktijkproef eruit zou kunnen zien. De drie beste ideeën zijn verder uitgewerkt. Dit zijn:

1. Een praktijkproef gedurende een of meerdere winterseizoenen aan de Nederlandse kust met een opruimbaar minirif op 5 meter diepte en een voor het duin aangebracht zandbanket dat als proefduin tijdens de winterstormen zal afslaan. Het is een proef op schaal, maar de verschaling is gering.
2. Een proefopstelling op schaal in een droogdok. Dit dok wordt naar buiten gevaren en gedeeltelijk afgezonken, zodat de proef met behulp van de inkomende golven kan plaatsvinden.
3. Een proefopstelling op schaal in een golfbak of golfgoot. De verschaling is hierbij groter, maar de condities zijn beter onder controle.

Tot een praktijkproef is het tot nu toe niet gekomen, vanwege de kosten die ermee gemoeid zullen zijn.

Levensduur

De levensduur van een kunstrif bedraagt vele decennia.

Kostenindicatie
De rifalternatieven voor de situatie Scheveningen kosten volgens ramingen €73 miljoen voor het parallelle rif en € 85 miljoen voor de lamellen rifuitvoering. De kosten van de referentiealternatieven bedragen € 69 miljoen voor het ophogen van de waterkering en € 60 miljoen voor de aanleg van een duin. Deze bedragen zijn exclusief btw en onderhoudskosten. In eerste instantie lijkt een onderwaterrif misschien kostentechnisch inefficiënt. Maar een kunstrif wordt economisch wel aantrekkelijk voor:

- kleinschalige toepassingen,
- locaties waar de huidige kustzone een belangrijke economische en/of cultuurhistorische waarde heeft,
- locaties waar de ruimte beperkt is en zeewaartse uitbreiding niet wenselijk is, en
- van een kustversterking vermeden moet worden.

4.5 Duin-voor-dijk

4.5.1 Omschrijving
Binnen deze strategie wordt de waterkerende functie van de aanwezige harde constructie overgenomen door een zachte constructie.

Daarbij kan onderscheid worden gemaakt tussen:

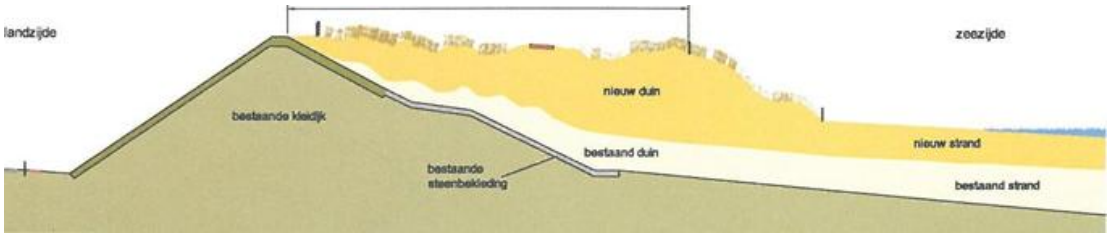
- Situaties waarin de zachte constructie de waterkerende functie volledig overneemt. Hierbij gaat de harde constructie gaat de waterkering over in een duinwaterkering. De waterkerende functie van de dijk komt daarbij volledig te vervallen.
  In dat geval is er sprake van een echte ‘duin-voor-dijk’ constructie.
- Situaties waarin er een resterende functie van de harde kering overblijft. In dat geval wordt de voorliggende zandberm bijvoorbeeld gebruikt om de hydraulische belasting op de oude dijk beneden een maximaal aanvaardbaar niveau te houden. In dat geval lijkt deze op de ‘dijk-in-duin’ constructie (zie paragraaf 4.2). Het verschil daarbij is natuurlijk wel dat er in dat laatste geval juist een hard element in de waterkering wordt toegevoegd, terwijl er in dit scenario juist sprake is van het meer buitenspel zetten van de constructie.

De aanleiding om over te gaan tot een dergelijke wijze van kustversterking is dat de achterliggende dijk moet worden versterkt in combinatie met de mogelijke om aan de voorzijde meer ruimtelijke kwaliteit toe te voegen.

Voorbeeld Hondsbossche en Pettemer Zeewering in Noord-Holland
De geplande versterking van deze zeeweringen is een goed voorbeeld van een dergelijke ‘hard-wordt-zachter’ strategie. Afhankelijk van de uiteindelijk gekozen uitvoeringsvariant is er sprake van een overgang naar een grotendeels zachte constructie (waarbij de thans aanwezige dijk slechts een beperkte rol speelt), dan wel een volledig zandige constructie (waarbij er een waterkerend duin voor de dijk wordt aangelegd en de achterliggende oude dijk constructief geen rol meer speelt).
Deze ‘duin-voor-dijk’ aanpak wijkt dus principieel af van de ‘dijk-in-duin’ methode.

Voorbeeld Zeeuws-Vlaanderen (Nieuwvliet-Groede)

Een dergelijk type versterking is al uitgevoerd op het trajectdeel Nieuwvliet- Groede in West Zeeuwsch-Vlaanderen (zie figuur 4.10).
Dit traject wordt aan de westzijde begrensd door het Kruishoofd (de oostelijke zijde van de Verdronken Zwarte Polder) en aan de oostzijde door de Zwartegatse Kreek.
De kust op dit traject werd tot voor kort beschermd door een dijk met daarachter recreatie-bedrijven en landbouw- en natuurgebieden. De dijk voldeed niet aan de in 2003 gehanteerde normen, waarbij er zowel problemen waren ten aanzien van de dijkhoogte als de aanwezige bekleding. Dit is ook de reden dat dit kustdeel (samen met de aanliggende delen van de kust van West Zeeuwsch-Vlaanderen) als zwakke schakel is aangemerkt en er in 2010 een versterking is uitgevoerd. Voor dit traject is gekozen voor een zeewaartse versterking van de waterkering.
Binnen de nieuwe waterkering vervult de thans aanwezige dijk onder de maatgevende ontwerpomstandigheden de rol als grensprofiel. In de versterkte ontwerpprofielen valt de achterzijde van de afslagzone dus precies samen met de voorzijde van de thans aanwezige dijk. De feitelijke waterkering gaat daarbij dus over van een harde constructie naar een zachte constructie.
Het harde element speelt hierin dus geen constructieve rol meer, daar het enkel en alleen gaat nog om de het hierbinnen aanwezige dijkvolume.



Figuur 4.10 Voorbeeld van het 'duin-voor-dijk' concept, zoals toegepast in West Zeeuwsch-Vlaanderen tussen Nieuwvliet en Groede.

Voorbeeld Herdijkte Zwarte Polder
Een vergelijkbare oplossing is gekozen voor de Herdijkte Zwarte Polder (zie figuur 4.11). Het zand is zeewaarts van de dijk aangebracht in de vorm van een kustboog die aan de oostelijke zijde wordt opgesloten door een strekdam.



Figuur 4.11 Voorbeeld van 'duin-voor-dijk' concept voor de Herdijkte Zwarte Polder. De nieuwe situatie na versterking is schetsmatig weergegeven in de onderstaande figuur. Hierin verwijst (1) naar de extra strook zand en duinen en (2) naar de aangepaste strekdam. Hiervoor is het meest oostelijke strandhoofd op de kop van de Herdijkte Zwarte Polder (3) gebruikt. Teneinde te voorkomen dat bij een maatgevende storm het zand niet oostelijk in de richting van de Verdronken Zwarte Polder (4) verdwijnt, is dit strandhoofd opgewaardeerd tot een voldoend hoge strekdam die qua sterkte ook bestand is tegen de maatgevende ontwerpcondities.

4.5.2 SWOT-analyse

Sterke punten

De harde waterkering gaat over in een eenvoudig en flexibel te onderhouden zachte constructie. Deze kan zonder grote ingrepen eenvoudig worden aangepast aan de klimatologische omstandigheden. Een ander sterk punt is dat de achterliggende, oude dijk niet behoeft te worden aangepast of te worden onderhouden. Dit heeft grote voordelen ten gunste van de hier aanwezige bebouwing/waarden.

Zwakke punten

Deze methode is alleen geschikt op kustsecties waarbij de voeroever niet te steil is. Daar waar er een eroderende getijgeul voor de kust aanwezig is, ligt dit concept wat minder voor de hand. Omdat de harde dijk wordt vervangen door een zandig voorland kan er initieel sprake zijn van enige overlast door stuivend zand.

Daar waar bebouwing op de dijk of boulevard aanwezig is kan een groeiend duincomplex het zicht op de zee vanaf de boulevard belemmeren.

Kansen

Dit concept biedt veel kansen voor de ruimtelijke kwaliteit aan de buitenzijde. Ook aan de binnenzijde ontstaat er door het zeewaarts verschuiven van de feitelijke kering iets meer ontwikkelingsvrijheid.

Bedreigingen
Een mogelijke bedreiging is de onvoorziene morfologische implicatie van het zeewaarts opschuiven van de kustlijn. Dit zou zich kunnen uiten in het toenemen van het benodigde kustlijnonderhoud.

Onzekerheden en risico's
De voornaamste onzekerheden hebben betrekking op de omvang van het benodigde kustonderhoud. Dit kan grotendeels worden ondervangen door het laten uitvoeren van een adequate morfologische (model)studie.

4.5.3 Kenmerken

Ontwikkeltijd
De overgang van een reguliere, harde waterkering naar een situatie met een zachte constructie zal relatief snel kunnen plaatsvinden. Om een dergelijke ontwikkeling van de grond te krijgen moet rekening worden gehouden met een periode van orde 5 jaar.

Levensduur
Een zandige versterking wordt normaal gesproken ontworpen voor een termijn van 50 jaar. De levensduur kan echter naar behoefte worden verlengd, door het verder uitbouwen van de kustlijn. In combinatie met een adequaat onderhoudsprogramma is de levensduur in principe onbeperkt.

Kostenindicatie
De kosten bestaan primair uit de zandsuppletie. Afhankelijk van de benodigde uitbouw gaat het daarbij om 5 tot 10 miljoen euro per kilometer. Bij een meer geprononceerde uitbouw zoals bij de Hondsbossche en Pettemer Zeewering (uitbouw over een lengte orde 8 km met een totale aanvulling van orde 20 tot 25 Mm^3) bedraagt deze ongeveer 20 miljoen euro per km. Samenvattend dus 5 tot 20 miljoen euro per km (5.000 – 20.000 €/m^1).

4.6 Zand op duin

4.6.1 Omschrijving
In het concept *Zand op Duin* worden duinwaterkeringen, die niet waterkerende objecten bevat, opgehoogd en verbreed, zodat de afslaglijn op z'n plaats blijft.
Deze duinwaterkering kan versterkt worden:

- Door de periodieke aanleg van een duinsuppletie in combinatie met het opkrikken/opvijzelen van de bestaande bebouwing of

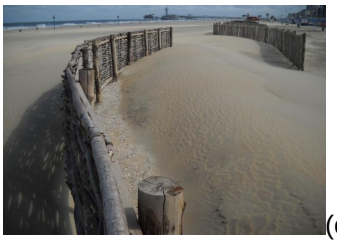
- Door het invangen van stuifzand op de duinen door nieuwbouw op palen en het gebruik van stuifschermen groeit de duinwaterkering geleidelijk aan. De natuurlijke aanzanding van duinen langs de Nederlandse kust kan oplopen tot 10–20 m^3/m'/jaar (Nordstrom&Arens, 1998). Voor het aankweken van duinen wordt al lange tijd gebruik gemaakt van stuifschermen. Een scherm wordt opgetrokken uit takken of riet, en heeft als doel om rondwaaiend zand op te vangen en zo een basis te leggen voor nieuwe duinen. Met stuifschermen wordt zand gevangen tot een hoogte van ca 1 meter boven het maaiveld.

  Als deze verhoging is ontstaan, ontwikkelt de ophoging zichzelf verder. Behalve voor de aangroei van duinen, zijn stuifschermen ook nuttig voor het reguleren van verstuiving, afvlakken van het duinfront en het vrijhouden van paden en overgangen. Woningen kunnen gebouwd worden op palen, om zo hoog genoeg te staan om buiten het bereik van stormvloeden te blijven. De functie van de palen is tweeledig. Enerzijds verschaffen ze het fundament voor de bebouwing, anderzijds zorgen ze door hun ruwheid voor het stimuleren van zanddepositie. Palen kunnen als een vorm van stuifschermen worden ingezet om de duinaangroei te bevorderen, en daarmee de zeewaartse uitbreiding van het land te versnellen.

Duinversterking is een beproefde methode van kustverdediging. Het opvijzelen van bebouwing is inmiddels ook een maatregel waar veel ervaring mee is opgedaan bij verschillende herstructureringsprojecten.

Het concept *Zand op Duin* draagt er aan bij dat bebouwde duinen meegroeien met de stijgende zeespiegel, net als duinen zonder bebouwing. Op dit moment is dat in veel situaties niet het geval.
In badplaatsen zoals Egmond aan Zee en Bergen aan Zee dragen de reguliere zandsuppleties van Rijkswaterstaat weliswaar bij aan enige zeewaartse duinverbreding, maar er treedt geen duinaanwas op in de hoogte, door de aanwezigheid van bebouwing.
Verder wordt er bij boulevards en strandovergangen vaak zand weggeschoven om de kustplaats zandvrij te houden, de stranden bereikbaar te houden, het werken er te vergemakkelijken en het uitzicht op zee te houden. Niet voor niets is de duinwaterkering op sommige locaties relatief laag (zie foto 4.2).
De harde elementen op de duinwering en het intensief gebruik van het strand maken dat het zandige kustbeheer dus niet optimaal tot zijn recht komt. Feitelijk is er door uitvoering van kustlijnzorg voldoende zand om de kust hier mee te laten groeien met de zeespiegelstijging. Het gesuppleerde zand wordt locaal niet vastgehouden in het duinmassief.
In dit concept wordt het meegroeien van de duinen gecombineerd met een aantrekkelijke woon- en verblijfomgeving.


(a)

(b)

(c)


(d)

(e)


(f)

(g)

Foto 4.1. Het concept duin zand-op-duin betreft duinaanwas door duinversterking, dan wel het bevorderen van natuurlijke duinaanwas in combinatie met aanpassingen aan bebouwing door het opvijzelen of bouwen op palen. Foto's:
a) Duinversterking bij Vlissingen;
bc) stuifschermen voor reguleren verstuiving (c: bron Shore Monitoring&Research)
d) opvijzelen van bebouwing, woonblok Gordelweg Rotterdam
e) opvijzelen van bebouwing Oranjemolen Vlissingen
f) duinhuis aan de kust van Alabama, VS.
(f) en boardwalk aan de kust van Alabama.



Foto 4.2. Lagere duinwaterkeringen ter hoogte van enkele kustplaatsen (van boven naar beneden: Bergen aan Zee, Egmond aan Zee, Zandvoort, Cadzand. Beeldbank Rijkswaterstaat 2005).

4.6.2 SWOT-analyse

Sterke punten

Het concept *Zand op Duinen* is een natuurlijke methode van werken en geeft invulling aan het concept ‘zacht waar het kan’. Het duinmassief groeit mee met zeespiegelstijging; de oorspronkelijke relatie tussen het bebouwt gebied en de zee blijft intact. De uitvoering kan snel (duinversterking) of geleidelijk over decennia uitgesmeerd worden.

Zwakke punten
Opvijzelen is een grote, zeer kostbare ingreep in de bestaande bebouwing, hoe groter het aan te passen oppervlak, hoe complexer de uitvoering. Het dynamische karakter in bebouwde omgeving kan maatschappelijke weerstand opleveren. Zand verstuiven kan overlast bij omwonenden veroorzaken.

Kansen
Het concept is vernieuwend en kan aan bepaalde kustplaatsen een onderscheidend karakter bieden. In potentie is het kosteneffectief omdat het inspeelt op het ruim aanwezige zand in het kustsysteem.

Bedreigingen
Bedreiging vormen de relatief hoge kosten van opvijzelen of de overlast voor omwonenden van zandverstuiving.

Onzekerheden en risico's
Het concept als geheel is nog niet beproefd in Nederland. Stuifschermen worden al langere tijd met succes toegepast. Voor het beperken van overlast loopt momenteel een experiment met stuifschermen op het strand bij Scheveningen (foto 4.2c).

4.6.3 Kenmerken

Ontwikkeltijd
Duinversterkingen zijn op korte termijn te realiseren; het stimuleren van aangroei op langere termijn

Levensduur
Het concept heeft een lange levensduur.

Kostenindicatie
Er zijn geen kentallen beschikbaar voor bouwen op palen en stuifschermen. Voor opvijzelen liggen de kosten tussen de 50.000 en 100.000 euro voor een gemiddeld woonhuis (3 woonlagen) met oppervlak van ca. 200 m2 (bron: Fa. Bresser).

4.7 Referentieconcept hard-blijft-hard

4.7.1 Omschrijving
Dit concept gaat uit van een volledig constructieve versterking van de waterkering. In de basisuitwerking leidt dit tot een verhoging van de kruin en daarmee tot verbreding van de dijk waardoor de hoeveelheid golfoverslag binnen de perken kan worden gehouden. Andere mogelijkheden zijn het enigszins aanpassen van het binnentalud opdat er op verantwoorde wijze meer overslag kan worden toegelaten of het aanpassen van het buitentalud waardoor de golfoploop wordt gereduceerd. Hierbij kan bijvoorbeeld worden gedacht aan het verflauwen van het buitentalud of het verruwen ervan.

Combinaties van maatregelen zijn natuurlijk ook mogelijk.

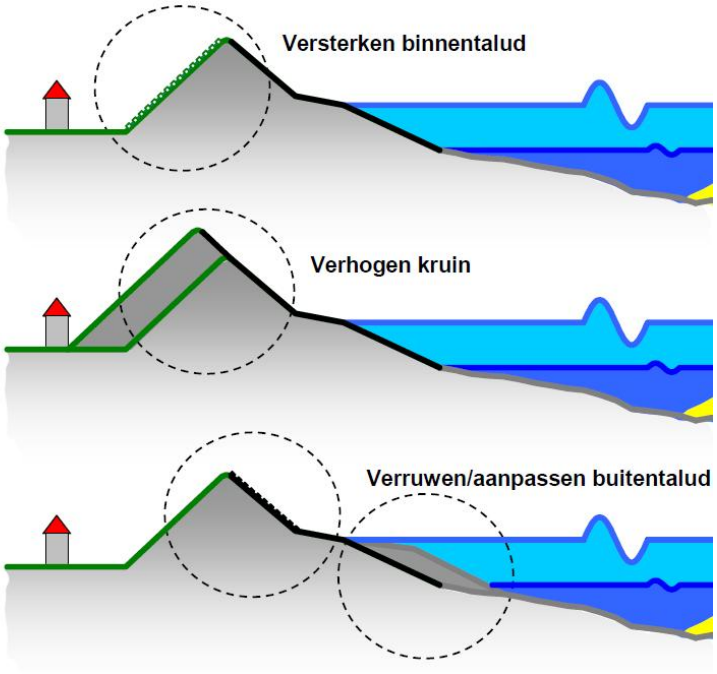
Binnen het 'hard-blijft-hard' concept kan ook nog onderscheid worden gemaakt tussen een landwaartse, consoliderende of zeewaartse uitwerking.

Essentieel bij dit concept is dat de waterkering als volledig hard wordt beschouwd en zand feitelijk (afgezien van de rol als vooroever) dus geen functionele rol speelt.
Voor het referentieconcept is uitgegaan van een landwaartse verhoging van de kruin van de waterkering. De benodigde verhoging is direct gekoppeld aan de verwachte golfoploop. De harde waterkering wordt hierbij in landwaartse richting uitgebouwd en verhoogd. Afhankelijk van de benodigde kruinverhoging is hierbij dus ook sprake van een landwaartse verplaatsing van de kruin van de waterkering.

Opgemerkt kan nog worden dat een dergelijke versterkingsvorm in bijna alle zwakke schakel versterkingen met een harde constructie, daadwerkelijk als referentiealternatief is beschouwd. Naast dit landwaartse alternatief zijn dan ook verschillende vormen van zeewaartse versterkingen beschouwd. In nagenoeg alle gevallen is na afweging van de voor- en nadelen van de beschouwde alternatieven juist niet gekozen voor de uitvoering van dit alternatief. De consequenties voor de zich aan landwaartse zijde ervan bevindende functies gaf daarbij veelal de doorslag.
Dit referentiealternatief is minder van toepassing op verharde zeeweringen, zoals Bergen aan Zee, Egmond en Zandvoort, die geen waterkerende functie hebben. Zie zou eerder het ‘zand op duin’ concept als referentie kunnen dienen.

De aanleiding om tot een dergelijke vorm van versterking over te gaan ligt primair in het te groot worden van de golfbelasting. Het reduceren van de golfoverslag door het simpelweg verhogen van de kruin van de dijk is een van oudsher toegepaste methode. De uitdaging ligt daarbij natuurlijk in het goed inpassen van de benodigde uitbouw in het direct achter de dijk gelegen gebied, omdat de verhoging logischerwijze samengaat met een behoorlijk landwaartse verplaatsing van de binnenkruinlijn.

Voorbeeld van 'hard-blijft-hard' concept



Figuur 4.12 Deze afbeeldingen zijn ontleend aan een voor de versterking van de Hondsbossche en Pettemer Zeewering gemaakte rapportage.

- *In de bovenste figuur worden maatregelen genomen om het teveel aan overslag te kunnen weerstaan.*
- *De middelste figuur laat het achterwaarts verhogen van de kruin van de dijk zien;*
- *De onderste figuur geeft een aanpassing van het buitentalud weer.*

Hierbij zijn de maatregelen die zijn weergegeven in de onderste twee figuren gericht op het terugbrengen van het overslagdebiet over de kruin van de dijk tot een aanvaardbaar niveau.

Voorbeeld Het Flaauwe Werk

Zoals al aangegeven wordt deze wijze van versterking doorgaans beschouwd bij een (m.e.r.) afweging tussen meerdere versterkingsalternatieven. Het daadwerkelijk toepassen van een achterwaartse kruinverhoging komt echter weinig voor omdat het binnenwaarts natuurlijk grote consequenties kan hebben. Deze wijze van versterking is wel toegepast voor de versterking van het Flaauwe werk. Hier bleek in 2003 dat de constructie niet voldeed aan de gestelde veiligheidseisen. Bij de maatgevende storm bleek de hoeveelheid golfoverslag groter te zijn dan de toelaatbaar geachte waarde. Bovendien bleek voor situaties met relatief weinig zand voor de dijk dat er mogelijk een ontgrondingskuil voor de dijk zou kunnen ontstaan die de constructie zou kunnen ondermijnen. Daarnaast bleek de aanwezige kleibekleding op het binnentalud niet voldoende erosiebestendig. In 2004 is vervolgens als tijdelijke maatregel een zandsuppletie aan de voorzijde van de constructie uitgevoerd.
Inmiddels is een structurele versterkingsoplossing aangelegd, door een combinatie van een achterwaartse kruinverhoging (maximaal 3 m extra) en een landwaartse verbreding (maximaal 30 m extra) van het dijkprofiel. Daarmee wordt de golfoverslag onder maatgevende omstandigheden beperkt tot maximaal 1 l/m^1/s. De dijk is over een lengte van ruim een kilometer verhoogd door het verlengen van het buitentalud waardoor de dijk dus landwaarts is verbreed. Het definitieve ontwerp voorzag dan ook primair in het verwijderen en weer terugbrengen van het zand op het binnentalud.

Uitgangspunt bij het ontwerp is verder dat het reguliere kustlijnonderhoud zal worden gecontinueerd en de hier aan ten grondslag liggende positie van de BKL tenminste wordt gehandhaafd. De hoeveelheid zand voor de kering zal hiermee op peil worden gehouden.



Figuur 4.13 Voorbeeld van het 'hard-blijft-hard' concept bij het Flaauwe Werk. Het betreft een asfaltglooiing welke aan beide zijden overgaat in een zandige duin.

4.7.2 SWOT-analyse

Sterke punten
Het sterke punt van deze vorm van versterken is dat deze weinig ruimtebeslag inneemt. Aan de voorzijde van de dijk niets behoeft te worden gedaan. De ingreep kan zonder veel verstoring op de omgeving worden uitgevoerd en heeft geen enkele interactie met de hydraulische condities aan de buitenzijde.

Zwakke punten
Als zwak punt kan het effect op het binnengebied worden genoemd. De achterwaartse uitbouw van de dijk leidt vaak tot problemen voor hier aanwezige functies. Ook is er tijdens de uitvoering mogelijk veel overlast. Omdat het een constructieve ingreep betreft zal er bij het ontwerp moeten worden gekozen voor een bepaalde ontwerpduur en zullen er dus extra kosten moeten worden gemaakt voor het aanbrengen van een zekere marge in de benodigde veiligheid.
De beperkte levensduur maakt echter ook dat de uitgevoerde ingreep niet geschikt is om meer extreme omstandigheden te weerstaan. Aan het eind van de geplande levensduur (of mogelijk al eerder) zal de constructie dus opnieuw op de schop moeten worden genomen.

Kansen
Door het achterwaarts versterken zijn er geen effecten aan de zeezijde van de constructie. Het ontbreken hiervan levert dus mogelijkheden voor doorontwikkeling van de hier aanwezige (natuur)waarden.

Bedreigingen
Een bedreiging vormt vooral de beperkte levensduur van de constructie. Het ontbreekt hier immers aan flexibiliteit. Niet alleen ten aanzien van de hydraulische belasting die toe kan nemen onder invloed van klimaatontwikkelingen, maar ook ten aanzien van het zogenaamde toetsingsinstrumentarium. Het ongunstig wijzigen van maatgevende omstandigheden, normen en rekenvoorschriften kan niet worden opgevangen.

Onzekerheden en risico's
De onzekerheden en risico's zitten met name in de toekomstige ontwikkeling van hydraulische belasting en de inzichten ten aanzien van het toetsingsinstrumentarium. Een ongunstige ontwikkeling hierin zal vragen om een hernieuwde versterking.

4.7.3 Kenmerken

Ontwikkeltijd
Voor het ontwikkelen van een harde versterking is weinig tijd nodig, al hangt dit wel sterk af van binnenwaartse implicaties. Voor de ontwikkeltijd kan worden gedacht aan een termijn van hooguit enkele jaren.

Levensduur
Een harde versterking wordt normaal gesproken ontworpen voor een ontwerptermijn van 50 jaar. Daarbij worden met name de toetspeilen verhoogd met de gedurende deze periode te verwachten aanpassing van de zeespiegel. In aanvulling hierop worden veelal ook nog robuustheidstoeslagen in rekening gebracht. Als resultaat leidt dit (bij ongewijzigde inzichten en toetsingsprocedures) tot een effectieve levensduur van orde 50 jaar.

Kostenindicatie
De kosten bestaan primair uit de landwaartse aanpassing van de kruin van de dijk. Afhankelijk van de benodigde verhoging gaat het daarbij om 5 tot 10 miljoen euro per kilometer (5.000 – 10.000 €/m1).

4.8 Beoordeling van de concepten

4.8.1 Algemeen

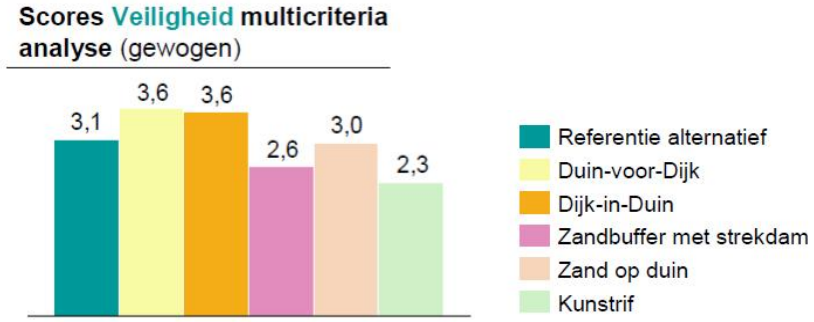
De verschillende concepten zijn beoordeeld door 22 experts (bijlage C) op het gebied van kustveiligheid, kosten en baten en ruimtelijke kwaliteit aan de hand van de criteria van tabel 4.1 (zie ook de vragenlijst in bijlage B).
De experts hebben scores gegeven, oplopend van 1 (erg laag/weinig/minder) tot 5 (erg hoog, veel/meer). Score 3 is de neutrale score.
De scores zijn weergegeven in tabel 4.2 (ongewogen) en figuren 4.14-4.16 (gewogen volgens percentages uit tabel 4.1. De overall score van de meegroeiconcepten zijn weergegeven in figuur 4.17.

Soms blijkt een grote diversiteit en verscheidenheid in scores (tabel 4.3). Het simpelweg verbinden van uitspraken, bijvoorbeeld dat het ene concept dus beter of slechter is dan het andere, kan op basis van deze enquête-uitslagen niet worden gedaan. De uitkomsten kunnen echter wel beschouwd worden als een richtinggevende indicatie ter onderlinge vergelijking van de meegroeiconcepten.

Tabel 4.2 Ongewogen scores (1-5) van de meegroeiconcepten per criterium.

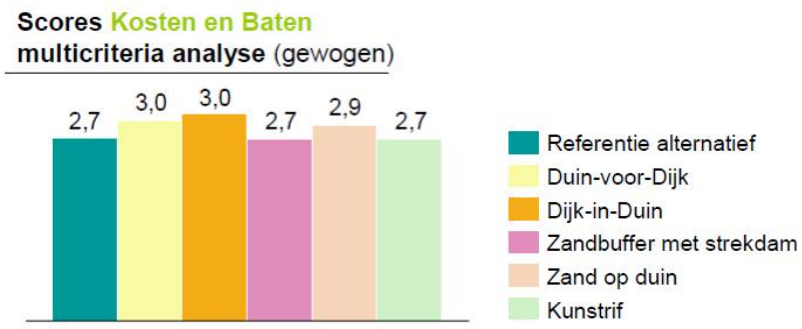
	Afgeleide criteria	Referentie alternatief	Duin-voor-Dijk	Dijk-in-Duin	Zandbuffer met strekdam	Zand op duin	Kunstrif
Veiligheid	Doelbereik Veiligheid	3,4	4,0	4,0	2,8	3,3	2,4
	Flexibiliteit	2,5	3,6	3,4	2,3	2,8	2,3
	Robuustheid	2,3	2,8	2,8	2,6	3,1	2,2
	Beproefdheid	4,9	4,3	4,4	3,0	3,4	2,1
	Multifunctionaliteit	1,9	3,2	2,9	2,8	2,4	2,7
	Realiseerbaarheid	3,1	3,2	2,7	2,3	3,0	3,4
Kosten en Baten	Investeringskosten	2,8	2,8	2,4	1,6	3,5	1,8
	B&O Kosten	3,3	2,4	2,9	2,2	3,2	2,7
	Uitvoerbaarheid	2,9	3,1	2,7	2,2	3,0	2,7
	Baten woonfunctie	2,1	3,1	3,4	3,0	2,5	2,2
	Baten recreatie	2,1	3,4	3,1	3,8	2,1	3,1
	Baten werkgelegenheid	2,6	3,0	3,1	3,5	2,7	3,2
	Baten natuur	2,2	3,4	3,1	2,7	2,8	2,8
	Exportwaarde	3,0	3,4	4,2	3,5	2,6	3,7
Ruimtelijke kwaliteit	Gebruikswaarde wonen	2,2	3,3	3,8	3,1	3,7	2,0
	Gebruikswaarde recreatie	2,5	3,9	4,1	3,9	3,3	3,3
	Gebruikswaarde werken	2,4	2,8	3,5	3,3	2,9	2,9
	Natuurlijke Dynamiek	1,7	3,9	3,2	2,7	4,0	2,8
	Toepasbaarheid Kustprofielen	3,3	2,5	3,1	2,6	2,5	2,8
Totaal		2,7	3,3	3,3	2,8	3,0	2,7

4.8.2 Scores



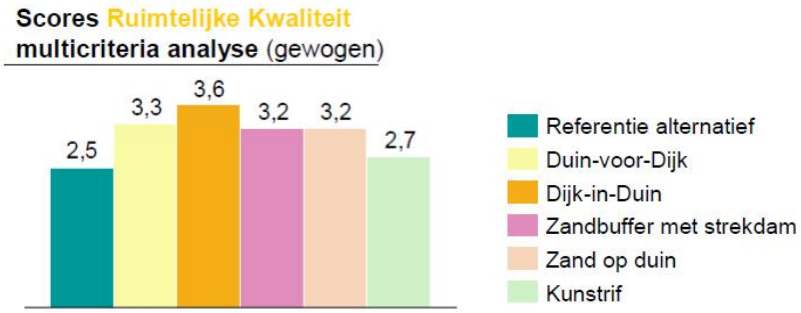
Figuur 4.14 Scores voor veiligheid

Binnen het thema veiligheid scoren de concepten ‘duin-voor-dijk’ en ‘dijk-in-duin’ beter dan het referentie alternatief en de overige drie concepten. De zandbuffer en het kunstrif hebben lagere scores. Qua flexibiliteit en robuustheid, criteria die het ‘adaptatievermogen’ weergeven, scoren ‘duin-voor-dijk’, ‘dijk-in-duin’ en ‘zand-op-duin’ gemiddeld genomen hoger dan de overige concepten.



Figuur 4.15 Scores voor kosten en baten

Ook qua kosten en baten scoren ‘duin-voor-dijk’ en ‘dijk-in-duin’ beter dan de andere concepten, zij het dat de verschillen hier kleiner zijn dan bij veiligheid.



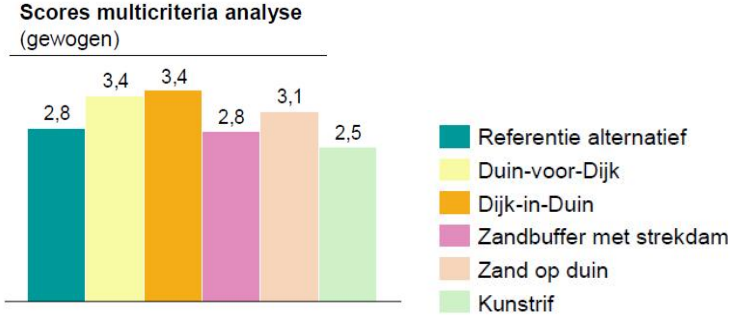
Figuur 4.16 Scores voor ruimtelijke kwaliteit

Wat betreft ruimtelijke kwaliteit scoren ‘duin-voor-dijk’ en ‘dijk-in-duin’ wederom als hoogste. Opvallend hierbij is de relatief lage score voor het referentieconcept.

Aan de experts is ook gevraagd op welk type kust met verharde wering zij de meegroeiconcepten van toepassing achten, in termen van verbeterings- of ontwikkelingsmogelijkheden voor wonen, werken, recreatie en natuur. Daarvoor is gebruik gemaakt van de vier kusttypen met harde weringen die zijn omschreven in het Nationaal Kader Kust: haven, dijk, badplaats en geul (zie bijlage A). Hieruit blijkt duidelijk dat het referentiealternatief voor zowel het type haven, dijk als geul het gunstigst scoort.
Voor type boulevard hebben alle concepten een goede score, maar de referentie niet.

Tabel 4.3 Scores (1-5) van de meegroeiconcepten voor de kusttypen haven, dijk, badplaats en geul. Standaard deviatie: wit = <1; geel = 1-1,25; oranje = 1.25-1.5,

	Haven	st dev	Dijk	st dev	Badplaats	st dev	Geul	st dev
Referentie alternatief	3.6	1.3	4.1	0.8	1.9	0.7	3.7	0.9
Duin-voor-Dijk	1.1	0.3	3.7	1.0	3.5	1.1	1.8	0.9
Dijk-in-Duin	2.0	1.3	3.5	1.0	4.7	0.7	2.4	0.9
Zandbuffer met strekdam	2.1	1.5	2.7	0.8	3.6	0.9	1.9	1.1
Zand op duin	1.5	0.8	1.8	0.9	3.3	1.4	3.5	0.9
Kunstrif	2.2	1.1	3.3	1.0	3.5	1.0	2.2	1.1



Figuur 4.17 Deze figuur toont de overall score van de meegroeiconcepten

Bovenstaande tabel laat zien dat de concepten ‘duin-voor-dijk’ en ‘dijk-in-duin’ het meest gunstig scoren op alle drie de thema’s veiligheid, ruimtelijke kwaliteit en kosten en baten.
Verder scoren alle concepten (behalve de referentie) hoog voor toepasbaarheid voor het kusttype ‘boulevard’. Voor de overige kusttypen (dijk, geul en haven) liggen de verhoudingen net andersom; hier scoort het referentietype beduidend hoger.
De uitkomsten leggen de basis voor nader onderzoek naar verdere ontwikkeling en toepassingsmogelijkheden van meegroeiconcepten. In de volgende hoofdstukken wordt deze relatie al gelegd in een locatiegerichte verkenning van meegroeiconcepten, inclusief kustlijnzorg.

5 Kustlijnonderhoud als meegroeiconcept

5.1 Introductie

Kustlijnzorg als meegroeiconcept

Zandsuppleties zijn een beproefd meegroeiconcept voor duinwaterkeringen. Ook dit concept kan bijdragen aan het oplossen van veiligheidsopgaven én ruimtelijke opgaven van verharde zeeweringen. Kustlijnzorg is, in tegenstelling tot de meegroeiconcepten uit het vorige hoofdstuk, geen aanlegconcept maar een beheerconcept. Steeds nadrukkelijker komt de vraag naar voren hoe suppleties slimmer zijn in te zetten bij ruimtelijke ontwikkelingen voor, op en achter de zeewering. Daarom wordt in de TVZ studie ook kustlijnzorg als meegroeiconcept meegenomen.

Kustlijnzorg, een korte geschiedenis

Met kustlijnzorg is ruim 20 jaar ervaring; het concept wordt gebruikt voor het onderhouden van de kustlijn en het zandvolume in het kustfundament. Dit gebeurt met zandsuppleties voor de duinwaterkeringen, voor hybride waterkeringen en een aantal boulevards. Rijkswaterstaat suppleert hiervoor jaarlijks 12 miljoen kubieke meter zand.
Het zand wordt zo langs de kust verdeeld, dat de kustlijn gehandhaafd blijft en daarmee de functies worden behouden. De overeengekomen basiskustlijn geldt als belangrijkste verdeelsleutel voor het zand.
De sterkte van de duinwaterkeringen neemt daardoor toe. Voor de Kop van Noord-Holland bijvoorbeeld, is de erosieve trend dankzij zandsuppleties omgebogen in aanzanding. Daarbij is de faalkans van de waterkering afgenomen; in 10 jaar tijd zorgde ca. 1000 m^3/m' zand voor een afname in de faalkans van de duinen met een factor 10 (Deltares, 2012b).

Alternatieve Lange termijn Suppleties

Voor het Deltaprogramma Kust is een verkenning uitgevoerd naar toekomstige zandsuppleties, bij verschillende scenario's voor zeespiegelstijging (zie rapport Alternatieve Lange termijn Suppleties, Deltares, rapport in voorbereiding). Er zijn diverse varianten bestudeerd. Alle varianten gaan er van uit dat zandsuppleties noodzakelijk zijn op kwetsbare locaties; het gaat hierbij om erosiegevoelige delen van de zeewering, die een achterliggend polder beschermd. Ander uitgangspunt in de verschillende varianten is dat reguliere zandsuppleties zullen worden ingezet voor het onderhoud van zeedijken, zoals de Hondsbossche zeeweringen en Westkappelse zeedijk. In sommige varianten staat duurzame functiebehoud centraal. Daarbij wordt het benodigde volume aan zandsuppleties bepaald door het zandverlies van het kustfundament dat het gevolg is van zeespiegelstijging. Bij de huidige zeespiegelstand bedraagt het zandverlies 20 miljoen kubieke meter zand per jaar.

Zeewaartse versterkingen

De Zwakke Schakel projecten omvatten in bijna alle gevallen zeedijken, hybride keringen of boulevards: verharde weringen dus. Daarbij wordt de ruimte voor kustversterking en de verbetering van de ruimtelijke kwaliteit in de meeste gevallen in zeewaartse richting gezocht. Het uitvoeren van kustversterkingen vergt een lange voorbereidingstijd.

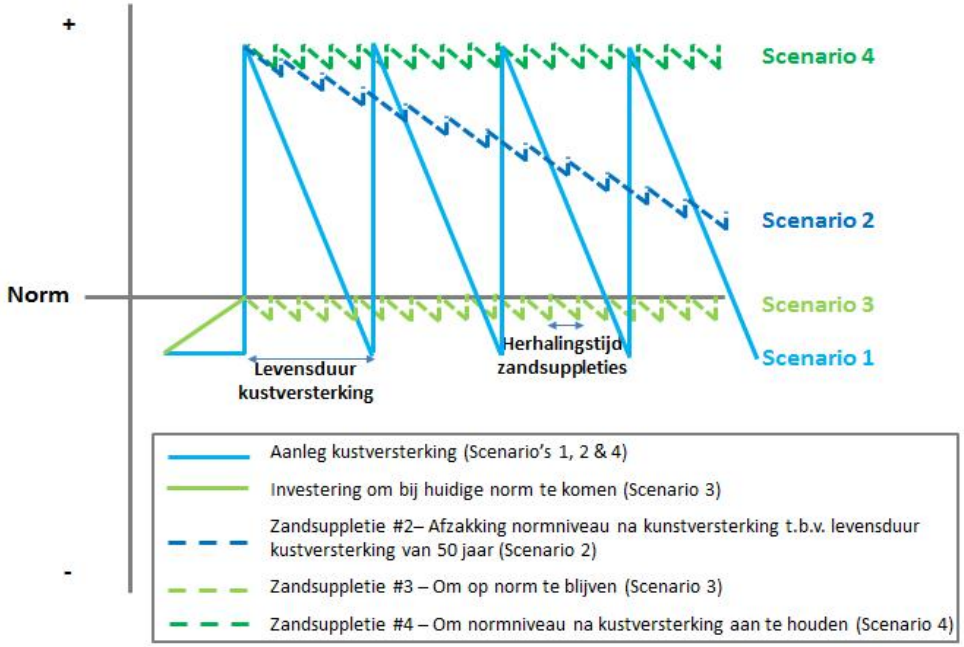
Een goed voorbeeld daarvan is de versterking van de Hondsbossche en Pettemer Zeeweringen en Callantsoog, in de Kop van Noord Holland. Na vele jaren van afweging en voorbereiding (2003-2012) gaat de realisatie plaatsvinden in de periode 2013-2015.
Voor de versterkingen van de zwakke schakels wordt steeds vaker gebruik gemaakt van zandige oplossingen; deze maken dan ook een belangrijk deel uit van de projectkosten. Voor de zwakke schakels bij Noordwijk (2008) en de Hondsbossche Zeeweringen maken duinversterkingen of een nieuw zandbanket ongeveer de helft van de totale kosten uit (Algemene Rekenkamer, 2009; van der Aart et al., 2010).
Voor kustlijnzorg is destijds, bij het vaststellen van de 1e Kustnota (V&W, 1990), afgezien van een zeewaartse strategie met zandsuppleties, dit vanwege kosteneffectiviteit.

5.2 Kosteneffectiviteit van zandsuppleties versus aanleg van kustversterkingen

5.2.1 Een aantal varianten

Om de druk van kustveiligheidsmaatregelen op de rijksbegroting in beeld te krijgen, moet er inzicht zijn in de kosteneffectiviteit van maatregelen. Belangrijke vraag daarbij is wat de kosteneffectiviteit is van het op peil te houden van de kustveiligheid door reguliere zandsuppleties ten opzichte van de aanleg van kustversterkingen.
Om hierin inzicht te krijgen is een eenvoudig theoretisch rekenmodel opgesteld waarmee het verloop van de overheidsuitgaven voor kustveiligheid gedurende de komende 50 tot 100 jaar inzichtelijk is gemaakt. De kosten zijn opgebouwd uit periodieke investeringskosten en uit de kosten van regulier beheer&onderhoud met (vooroever-) suppleties. Er zijn vier 'varianten verkent (figuur 5.1):

- Variant 1 - Versterking: investering in duin- en dijkversterking, zonder onderhoud met zandsuppleties. Wanneer het veiligheidsniveau onder de geldende norm zakt wordt opnieuw geïnvesteerd in kustversterking;
- Variant 2 - Versterking & Onderhoud 50 jaar: investeren in een duin- of dijkversterking en in het onderhoud van de kustlijn met zandsuppleties (#2) om de levensduur van de versterking op te rekken tot 50 jaar, waarbij het veiligheidsniveaus langzaam terugzakt naar de norm.
- Variant 3 – Verschuiving van de Basiskustlijn door zandsuppleties, daar waar mogelijk, zodanig dat de afslaglijn zeewaarts blijft van de kritische afslaglijn (en daarmee voldoet aan de geldende norm voor overschrijdingskans), waarna deze wordt vastgehouden met onderhoudsuppleties (#3) en
- Variant 4 - Versterking & Onderhoud >>50 jaar: investeren in een duin- of dijkversterking en in onderhoud met zandsuppleties om de levensduur van de versterking op te rekken tot 50 jaar en het handhaven van het verhoogde veiligheidsniveau met zandsuppleties (#4).



Figuur 5.1 Vier mogelijke varianten voor het op niveau houden van de kustveiligheid middels investeringen in kustversterking (aanleg) en zandsuppleties (kustlijnzorg). De ontwerpnorm die toegepast wordt zal een initiële verhoging geven van de veiligheid tot boven de wettelijk vereiste veiligheidsnorm.

Opm. het figuur wordt op 2 punten aangepast, nl. het woord 'scenario' nog vervangen door 'variant' en de zaagtand van variant 3 wordt naar boven verschuiven tot op de normlijn

5.2.2 Ontbrekende kentallen

Een vergelijking tussen de scenario's qua kosteneffectiviteit hangt uiteraard af van de geschatte kosten en levensduur van het aanlegproject en van de inspanning voor beheer en onderhoud. Uitwerking van de verschillende scenario's vraagt daarom om betrouwbare kentallen over kostenraming. De gegevens zijn vooralsnog niet ter beschikking gesteld aan het project. Een verdere analyse van de scenario's zal daarom in een vervolgfase plaats moeten gaan vinden, bijvoorbeeld aan de hand van case Noordwijk, Callantsoog en Noorderstrand. Volledigheidshalve volgt hier een voorbeeld.

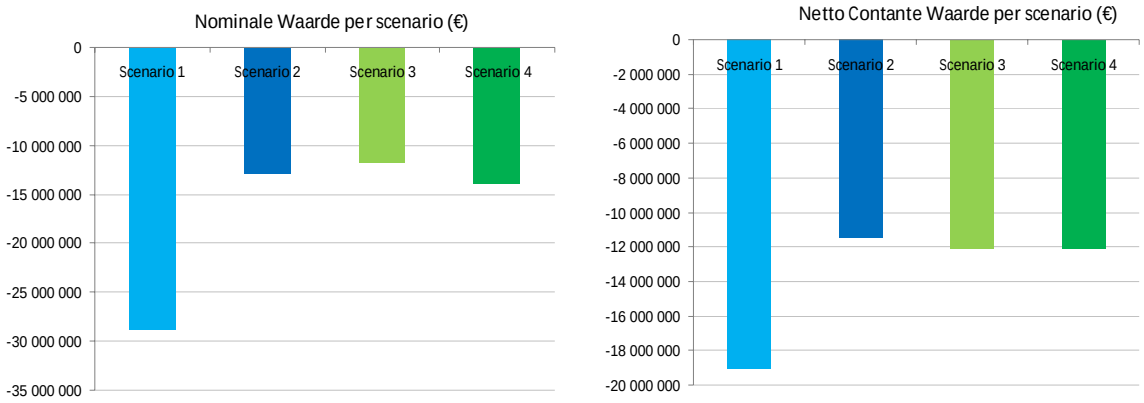
5.2.3 Theoretisch voorbeeld

De aannames in dit voorbeeld staan vermeld in figuur 5.2. Het gaat om gegevens over de investeringskosten van kustversterking, de uitgaven aan onderhoudssuppleties, het startjaar, de levensduur/herhalingstijd en de discontovoet. De nominale waarde en netto contante waarde over een periode van 50 jaar zijn berekend en weergegeven in figuur 5.3.

Benodigde informatie			
Discontovoet			
Type discontovoet (hyperbolisch of constant)	Constant		
Hoogte discontovoet (%)	2.5		
Versterkingsproject			
Lengte kustvak dat niet voldoet aan de norm (m)	240		
Afstandsfactor duin- dijkversterking (aantal keer lengte kustvak dat niet voldoet)	2		
Afstandsfactor voor verschuiving basiskustlijn (aantal keer lengte kustvak dat niet voldoet)	10		
Eenheidsprijs duin- of dijkversterking (euro per m)	20 000		
Eenheidsprijs verschuiving basiskustlijn (euro's per m)	4 000		
Onderhoudsinspanning m.b.v. vooroeversuppleties (per keer)			
Zandvolume (m3/m' per keer)	250		
Extra zandvolume na kustversterking om normniveau na kustversterking aan te houden (%)	100%		
Extra zandvolume voor levensduur kustversterking van 50 jaar (%)	50%		
Eenheidsprijs (€/m3)	€ 4		
Maatregel			
Investering kustversterking - sprong in kustveiligheid	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 4
Kosten realisering duin- en dijkversterking (€)	€ 9 600 000	€ 9 600 000	€ 9 600 000
Jaar van investeren (jaartal)	2012	2012	2012
Levensduur kustversterking (jaren)	20	50	100
Investering verschuiving basiskustlijn om 'op norm te komen'	Scenario 3		
Kosten realisering verschuiving BKL (€)	€ 9 600 000		
Jaar van investeren (jaartal)	2012		
Levensduur kustversterking (jaren)	50		
Zandsuppletie #2 - om levensduur kustversterking te verlengen tot 50 jaar	Scenario 2		
Kosten per keer (€)	€ 360 000		
Startjaar (jaartal)	2017		
Herhalingstijd(om de hoeveel jaar komen deze kosten terug?)	5		
Zandsuppletie #3 - om rond de norm te blijven	Scenario 3		
Kosten per keer (€)	€ 240 000		
Startjaar (jaartal)	2017		
Herhalingstijd (om de hoeveel jaar komen deze kosten terug?)	5		
Zandsuppletie #4 - om verhoogd veiligheidsniveau na kustversterking te handhaven	Scenario 4		
Kosten per keer (€)	€ 480 000		
Startjaar (jaartal)	2017		
Herhalingstijd - om de hoeveel jaar komen deze kosten terug?	5		

Figuur 5.2 Voorbeeldgegevens over de kosten van kustversterking en kustonderhoud.

Figuur 5.3 illustreert een situatie waarin kustversterking zonder onderhoud van de kustlijn minder kosteneffectief is (scenario 1). De levensduur van de versterking is dan beperkt, in dit voorbeeld maximaal 20 jaar. Met zandsuppleties om de vijf jaar wordt de levensduur verlengd tot 50 jaar of langer. Ter illustratie: in 2008 is bij Noordwijk een zeewaartse versterking in de vorm van een 'duin-voor-dijk' aangelegd. In 2013 zal vanuit het uitvoeringsprogramma Kustlijnzorg een eerste nieuwe zandsuppletie worden uitgevoerd om de basiskustlijn ter plaatse te handhaven. Op deze wijze wordt de beoogde levensduur van 50 jaar bereikt.
De praktijk van kustversterking en kustonderhoud is zeer complex en vereist diepgaande kennis. De benadering in deze paragraaf is daar in tegen zeer globaal en er vallen vele kanttekeningen te plaatsen bij de aannames.



Figuur 5.3 Voorbeeldberekening van Nominale kosten en Netto Contante Waarde van de vier scenario's voor de periode 2012-2062 aan de hand van de voorbeeldgegevens uit figuur 5.2.

5.3 Opties voor een Basiskustlijn voor verharde zeeweringen

Tot op heden is er geen basiskustlijn gedefinieerd voor zeedijken, kunstwerken en havens. Voor kunstwerken en havens ligt dat ook niet in de reden, gezien de diepe vooroever en gewenste bereikbaarheid; zandsuppleties zijn hier geen optie. Voor zeedijken en hybride keringen kan echter wel worden overwogen om de duurzame veiligheid via kustlijnonderhoud te regelen. De sterkte van zeedijken en hybride keringen is namelijk afhankelijk van zowel de kering zelf als de eigenschappen van de vooroever.

Een ondiepe vooroever tot ongeveer 200 meter uit de teen van de waterkeringsconstructie, maakt onderdeel uit van de waterkering.
Inmiddels is onderzoek gestart naar het afleiden van een basiskustlijn voor zeedijken en locaties met hybride keringen (Giardino & de Ronde, rapport in voorbereiding). Het gaat om:

- Circa 25 km kust, waar al een BKL gedefinieerd is,
- 25 km waar nog geen BKL gedefinieerd is en
- 18 km aan de binnenkant van de Waddeneilanden en gedeelten van de deltadammen en Neeltje Jans waar geen BKL gedefinieerd is en bovendien geen kustprofielen (Jarkusraaien) worden opgenomen.

6 Adaptatieve oplossingen voor verharde zeeweringen

6.1 Algemeen

In hoofdstuk 4 is beschreven hoe de meegroeiconcepten in algemene zin scoren op de onderdelen veiligheid, kosten/baten en ruimtelijke kwaliteit. Dit hoofdstuk gaat in op de toepassingsmogelijkheden van de concepten voor specifieke locaties, met name voor kustgemeenten met een ruimtelijk programma, - opgave of ambitie. Het is een verkenning, met als doel om koppelingsmogelijkheden van meegroeiconcepten te onderzoeken tussen lange termijn veiligheidsdoelstellingen en korte termijn ruimtelijke doelstellingen. In deze verkenning is uitgegaan van een ruimtelijke opgave, al of niet actueel en is een globale inschatting gemaakt hoe met een korte termijn ruimtelijke opgave geanticipeerd kan worden op lange(re) termijn veiligheidsopgaven.

De toepasbaarheid van de meegroeiconcepten is verkend voor gemeenten die, met uitzondering van Egmond en Bergen aan Zee, een gedocumenteerde ruimtelijke opgave hebben[4]. Het betreft de locaties[5]:

1. Het Zwin
2. Cadzand
3. Waterdunen
4. Breskens
5. Vlissingen
6. Brouwersdam
7. Scheveningen Boulevard/Bad
8. Katwijk
9. Noordwijk
10. Zandvoort
11. IJmond
12. Egmond aan Zee
13. Bergen aan Zee.
14. Zijpe/Petten
15. Den Helder

Bij de beschouwing van deze locaties is uitgegaan van het palet van ruimtelijke ontwikkelingsmogelijkheden zoals in tabel 3.1 weergegeven:

- Wonen: Stedelijke vernieuwing op/achter de wering (multifunctionele gebruik) en woongebieden buitendijks;
- Recreatie: Recreatiegebied buitendijks en jachthavenontwikkeling
- Natuur & landschap; natuurontwikkeling in duin- en strandgebieden.

De verkenning is uitgevoerd op basis van de bij gemeenten aanwezige documentatie rond ruimtelijke opgaven, de uitkomsten van de enquête uit hoofdstuk 4 en de resultaten van de

[4] De havens en kunstwerken zoals de Oosterscheldekering en Haringvlietsluizen zijn vanwege hun bijzondere waterstaatskundige constructie niet in deze verkenning meegenomen

5. zie voor de ligging van de locaties de figuur 2.1, 2.2 en 2.3

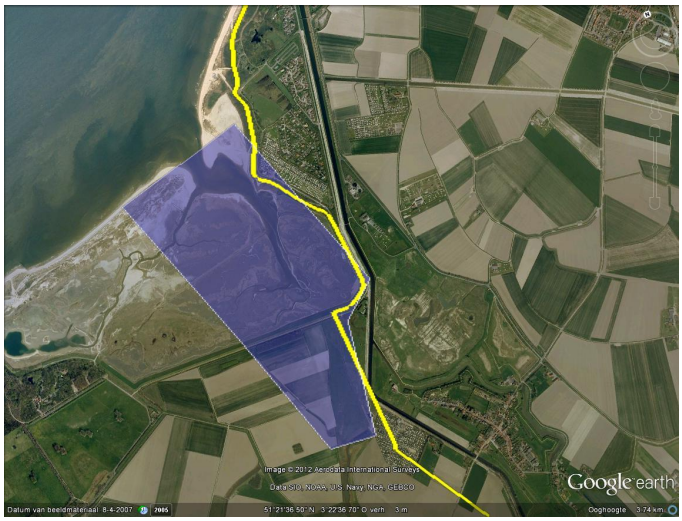
verschillende ontwerpsessies die zijn gehouden door het Atelier Kustkwaliteit (te weten Den Helder, Petten/Zijpe, IJmond, Zandvoort, Katwijk, Scheveningen, ZO Walcheren, Zeeuws Vlaanderen) waarbij gemeenten direct betrokken zijn geweest. Voor de 'zwakke schakel' locaties is zowel het toegepaste concept als ook mogelijke andere concepten beschouwd die op de langere termijn (na 2050) ontwikkeld kunnen worden.

6.2 Een verkenning langs 15 kustplaatsen

6.2.1 Het Zwin

De 'Zwindijk' is een zeedijk die het Nederlandse deel van het natuurgebied begrenst. Achter de zeedijk lopen een weg en kanaal en achter de oostelijke begrenzing ligt een polder waarmee het natuurgebied verbonden gaat worden.

Zandige bescherming kan hier geboden worden met kustlijnzorg, maar draagt weinig bij aan de verbinding met de achterliggende polder. Mogelijk kan het concept 'duin-voor-dijk' deze verbinding beter leggen. Andere meegroeiconcepten, behalve natuurlijk het referentieconcept, zijn hier niet van toepassing



Figuur 6.1 Primaire kering Het Zwin en indicatie van gebied met ruimtelijk programma, opgave of ambitie.

6.2.2 Cadzand

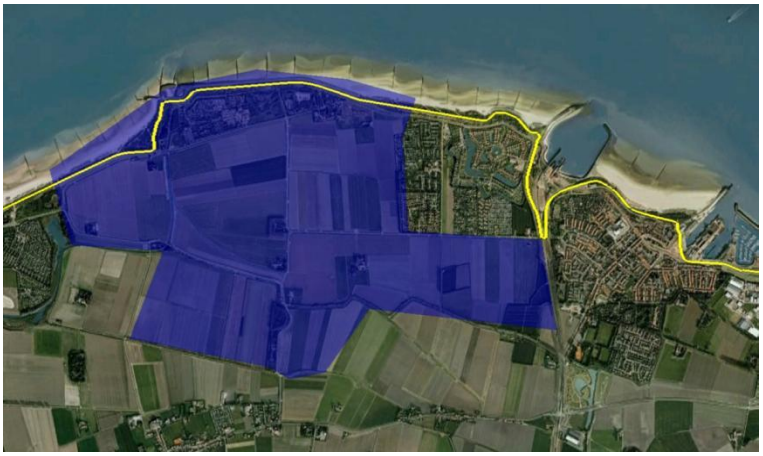
Cadzand is een badplaats, waar een zeedijk als zeewering dient. Ter hoogte van het uitstroomkanaal is door de gemeente de ambitie geformuleerd om een jachthaven aan te leggen in combinatie met de noodzakelijke versterking van de harde zeewering (zeedijk en gemaal). Dit zou goed te combineren zijn met het meegroeiconcept 'zandbuffer-met-strekdam'. Oostelijk van het uitstroomkanaal zijn andere meegroeiconcepten ook mogelijk (behalve kunstrif), maar voor zover bekend zijn hier geen ambities vanuit de gemeente.



Figuur 6.2 Primaire kering Cadzand en indicatie van gebied met ruimtelijk programma, opgave of ambitie.

6.2.3 Waterdunen

Het gebied Waterdunen, ten westen van Breskens, is een voormalige zwakke schakel, waar de bestaande zeedijk zowel met harde materialen als met zand wordt versterkt. Hier wordt zowel traditionele kustversterking toegepast als het ‘duin-voor-dijk’ principe. Het ruimtelijk programma bestaat vooral uit een recreatieve opgave, die overigens grotendeels voor het binnendijkse gebied geldt. Bij nieuwe veiligheidsopgaven kunnen hier met kustlijnzorg en met opnieuw ‘duin-voor-dijk’ maatregelen opgelost worden. Dit biedt dan ook nieuwe mogelijkheden voor verdere recreatieve ontwikkelingen.



Figuur 6.3 Primaire kering Waterdunen en indicatie van gebied met ruimtelijk programma, opgave en/of ambitie.

6.2.4 Breskens

Een grote ruimtelijke opgave ligt in het buitendijkse havengebied van Breskens. De Gemeente Sluis heeft hiervoor een masterplan ontwikkeld. Dit gebied aan de Westerschelde is in het veiligheidsonderzoek van TVZ niet meegenomen. Binnen het onderzoeksgebied ligt wel het Veerplein, grenzend aan de oude veerhaven Vlissingen-Breskens. Hier is mogelijk herontwikkeling tot een jachthaven aan de orde. Het veerplein was een zwakke schakel, die met zowel harde als zachte middelen wordt versterkt.

Toepassing van meegroeiconcepten in zowel het Veerplein gebied als het havengebied lijkt niet van toepassing, vanwege het specifieke karakter van kades en inhammen.



Figuur 6.4 Primaire kering Breskens en indicatie van gebied met ruimtelijk programma, opgave en/of ambitie.

6.2.5 Vlissingen

Er ligt een ruimtelijke opgave voor de gemeente Vlissingen op en achter de boulevards, waar stedelijke vernieuwing aan de orde is. De kering bestaat hier uit een zeedijk met boulevards. Vrijwel direct voor de kering ligt een diepe geul die scheepvaart naar de achterliggende havens mogelijk maakt.
Vanwege deze bijzondere fysieke omstandigheden zijn geen van de meegroeiconcepten op deze locatie van toepassing. Bouw- en inrichtingsvoorschriften maken het mogelijk dat in de toekomst dijkversterking plaats kan vinden zonder aantasting van de bebouwing. Dit zogenaamd Vlissings Model anticipeert hiermee op toekomstige veiligheidsmaatregelen zonder huidige ruimtelijke ontwikkelingen op de kering te frustreren.

Buiten de scope van het onderzoek naar veiligheidsopgaven, maar binnen de tweede fase van het TVZ onderzoek voor het Eiland van Vlissingen, is verkend welke combinaties tussen veiligheid en ruimtelijke ontwikkelingen mogelijk zijn (proeftuin Deltaprogramma Nieuwbouw en Herstructurering, nov/dec 2011).
Voor dit gebied is geen van de meegroeiconcepten van toepassing. Het fysieke karakter van het Eiland, een zeedijk met daarachter bebouwing, bepaalt dat hier het referentieconcept het meest voor de hand ligt.



Figuur 6.5 Primaire kering Vlissingen en indicatie van gebied met ruimtelijk programma, opgave en/of ambitie.

6.2.6 Brouwersdam

Aan de Noordzeezijde van de Brouwersdam spelen onder meer ontwikkelingen rond een buitendijks recreatiegebied, een getijdecentrale en een schutsluis tussen de Grevelingen en de Noordzee. Het karakter als afgesloten zeearm met een diepe geul en gebruik van de Brouwersdam, ondermeer voor infrastructuur, maken toepassing van meegroeiconcepten niet gemakkelijk. In combinatie met een schutsluis is de aanleg van een strekdam, die ook als zandbuffer kan fungeren, wel een te overwegen optie. Dat biedt dan kansen voor recreatieve functies.



Figuur 6.6 Primaire kering Brouwersdam en indicatie van gebied met ruimtelijk programma, opgave en/of ambitie.

6.2.7 Scheveningen

De kustzone van badplaats Scheveningen bestaat uit drie ruimtelijke eenheden:

- Scheveningen Bad in het noordelijk deel. De wens van de Gemeente om voor het gebied rond Scheveningen Bad stedelijke vernieuwing op gang te brengen zou goed gecombineerd kunnen worden met een ‘zandbuffer-met-strekdam’. Deze mogelijkheid is in het Atelier Kustkwaliteit met de gemeente al nader onderzocht en als mogelijke ontwikkelvariant in beeld gebracht.
- De zwakke schakel rond de boulevard. Dit gebied is aangepakt volgens het ‘dijk-in-duin(boulevard)’ concept. Daarmee is ook een impuls gegeven voor stedelijke vernieuwing op die plek. Ook hier geldt dezelfde optie als bij Katwijk en Noordwijk op moment dat een nieuwe veiligheidsopgave in beeld komt.
- Het buitendijkse havengebied. Hiervoor zijn geen meegroeiconcepten toepasbaar, anders dan de traditionele dijkversterking (referentieconcept).

-



Figuur 6.7 Primaire kering Scheveningen en indicatie van gebied met ruimtelijk programma, opgave en/of ambitie.

6.2.8 Katwijk

Ook in badplaats Katwijk is gekozen voor een ‘dijk-in-duin’ oplossing voor versterking van de zwakke schakel. Hiermee wordt tevens een knellende ruimtelijke opgave van de gemeente opgelost, namelijk de aanleg van een parkeergarage in het duin.
Met continuering van kustlijnzorg, zou rond 2050 bij snelle zeespiegelstijging, een nieuwe veiligheidsopgave kunnen ontstaan.
Een nieuw ‘dijk-in-duin’ concept is dan niet meer aan de orde. De voorliggende zandberm kan met extra kustlijnzorg zeewaarts worden verbreed en zo aangepast aan de klimaatomstandigheden.
Het concept ‘duin-voor-dijk’ maakt stedelijke vernieuwing op of achter de kering mogelijk, maar levert mogelijk visuele belemmeringen. Ook een kunstrif voor de kust kan hier de veiligheidshorizon verder oprekken.

Ter hoogte van het mondingsgebied van de Oude Rijn heeft de gemeente ambities en plannen in voorbereiding voor woningen en een jachthaven. Concepten en varianten die hiervoor in omloop zijn passen in het concept ‘zandbuffer-met-strekdam’. Andere concepten in dit gebied om ruimtelijke ambities te vervullen zijn niet van toepassing.



Figuur 6.8 Primaire kering Katwijk en indicatie van gebied met ruimtelijk programma, opgave of ambitie.

6.2.9 Noordwijk

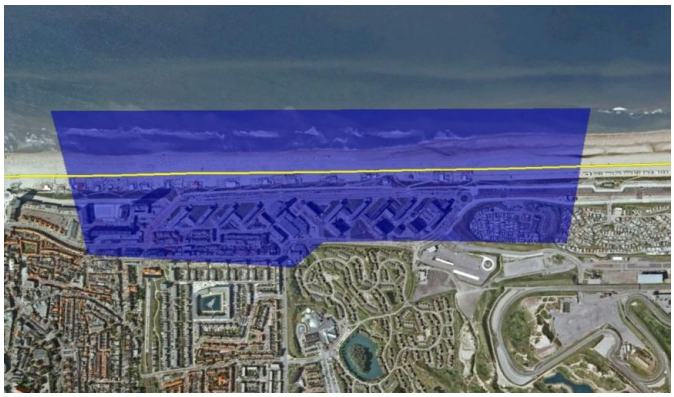
De zwakke schakel in badplaats Noordwijk is versterkt met een ‘dijk-in-duin(boulevard)’ meegroeiconcept. Met continuering van kustlijnzorg, zou rond 2050 bij snelle zeespiegelstijging, een nieuwe veiligheidsopgave kunnen ontstaan. Een nieuw ‘dijk-in-duin’ concept is dan niet meer aan de orde. De voorliggende zandberm kan met extra kustlijnzorg zeewaarts worden verbreed en zo aangepast aan de klimaatomstandigheden.
Ook een kunstrif voor de kust kan hier de veiligheidshorizon verder oprekken.
Een ‘duin-voor-dijk concept’ kan ruimte vrijspelen voor stedelijke vernieuwing op of achter de dijk. Bekend is echter dat een dergelijk concept voor een boulevard het zicht op zee kan belemmeren en daardoor minder gewenst is. Kustlijnzorg en een kunstrif lijken moeilijk te combineren met de door Noordwijk gewenste stedelijke vernieuwing en een jachthaven.



Figuur 6.9 Primaire kering Noordwijk en indicatie van gebied met ruimtelijk programma, opgave of ambitie.

6.2.10 Zandvoort

De boulevard van Zandvoort is een zandige wering, met daarin verharde elementen die niet waterkerend zijn. Dankzij kustlijnzorg kan de wering meegroeien met de zeespiegelstijging waardoor de veiligheidshorizon wordt verlengd. Met kustlijnzorg kan eveneens aan de wens van de gemeente worden voldaan om meer recreatiefaciliteiten buitendijks te creëren. Aan de opgaven voor stedelijke herstructurering en wensen voor buitendijkse woongebieden en aanlegplaatsen voor recreatievaart biedt kustlijnzorg geen soelaas. Een ‘zandbuffer-met-strekdam’ kan wel aan deze ambities tegemoet komen. Dit is ook al eerder in verschillende ontwerpateliers in 2011 en 2012 aan de orde geweest als een mogelijke adaptieve maatregel. De omvang van het duincomplex achter de boulevard is dermate groot, in termen van veiligheid van het achterland, dat een bescherming met ‘dijk-in-boulevard’ een relatief dure variant is.



Figuur 6.10 Primaire kering Zandvoort en indicatie van gebied met ruimtelijk programma, opgave of ambitie.

6.2.11 IJmondgebied

De Gemeente Velsen heeft zowel plannen voor herstructurering in het oude buitendijkse havengebied, als voor wonen en recreatieve voorzieningen rondom de jachthaven bij de zuidelijke strekdam.

Voor het oude buitendijkse havengebied zijn de meegroeiconcepten niet van toepassing.

De Marina aan de huidige zuidelijke strekdam ligt in een ‘zandbuffer-met-strekdam’ concept. De ambities voor wonen, recreatie en jachthaven kunnen binnen het bestaande strekdamconcept gerealiseerd worden. Verlenging of aanpassing van de strekdam is voor deze functies niet aan de orde.

Het gebied ten noorden van de noordelijke strekdam lijkt geschikt voor ‘duin-voor-dijk’. Daarmee kan een groter duin en strandgebied worden gecreëerd, dat mogelijkheden biedt voor recreatie en natuur en landschap.



Figuur 6.11 Primaire kering IJmondgebied en indicatie van gebied met ruimtelijk programma, opgave en/of ambitie.

6.2.12 Egmond aan Zee en Bergen aan Zee

Beide locaties zijn badplaatsen met een zandige wering, die liggen in een breed duincomplex. De ligging van de bebouwing is relatief laag ten opzichte van het omringende duincomplex. Het omringende duincomplex wordt hoger, terwijl de duinwaterkering bij het bebouwde gebied op dezelfde hoogte blijft. Daarmee kan deze kering op termijn een veiligheidsopgave krijgen. Kustlijnzorg is hier een oplossing, maar de relatief lage ligging van de bebouwing zal hiermee niet veranderen. Een effectievere oplossing ligt in het meegroeiconcept ‘zand-op-duin’. Met deze vorm van duinversterking worden de laag liggende kommen omhoog gebracht met zand.

Bij herstructurering in geval van sloop en nieuwbouw zal de nieuwbouw op een hoger maaiveld worden aangelegd; nieuwe woningen zouden op palen kunnen worden gezet. Bestaande bebouwing zal moeten worden opgekrikt.
Ook een kunstrif voor de kust kan voor beide plaatsen de veiligheidshorizon verder oprekken doordat de golfbelasting gereduceerd wordt.



Figuur 6.12a. Egmond aan zee

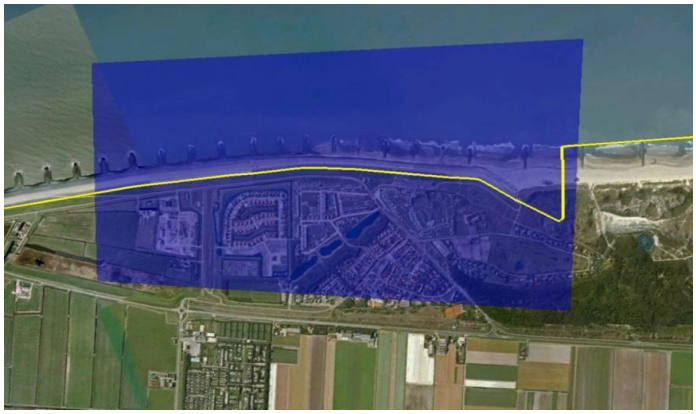


Figuur 6.12b. Bergen aan zee

6.2.13 Zijpe/Petten

De gemeente Zijpe heeft ambities voor herstructurering van de bestaande kern van Petten. Eerder waren ook buitendijkse ontwikkelingen voor wonen, aanlegplaatsen en recreatie aan de orde. Anno 2012 zijn deze niet meer actueel.
De Hondsbossche- en Pettemer Zeewering is een zwakke schakel; hier is een ‘duin-voor-dijk’ aanpak voorgesteld. Dit biedt ontwikkelkansen voor recreatieve (medegebruiks)doelen en natuur en landschap. In principe biedt het ‘duin-voor-dijk’ concept ook aantrekkelijke mogelijkheden voor nieuwe buitendijkse woonmilieus, met een korter of langer tijdelijk karakter.
Uitvoering van kustlijnzorg bij dit concept kan bij snelle zeespiegelstijging, omstreeks 2050 tot een nieuwe veiligheidsopgave leiden. Aangepaste kustlijnzorg kan de veiligheidshorizon verder oprekken.

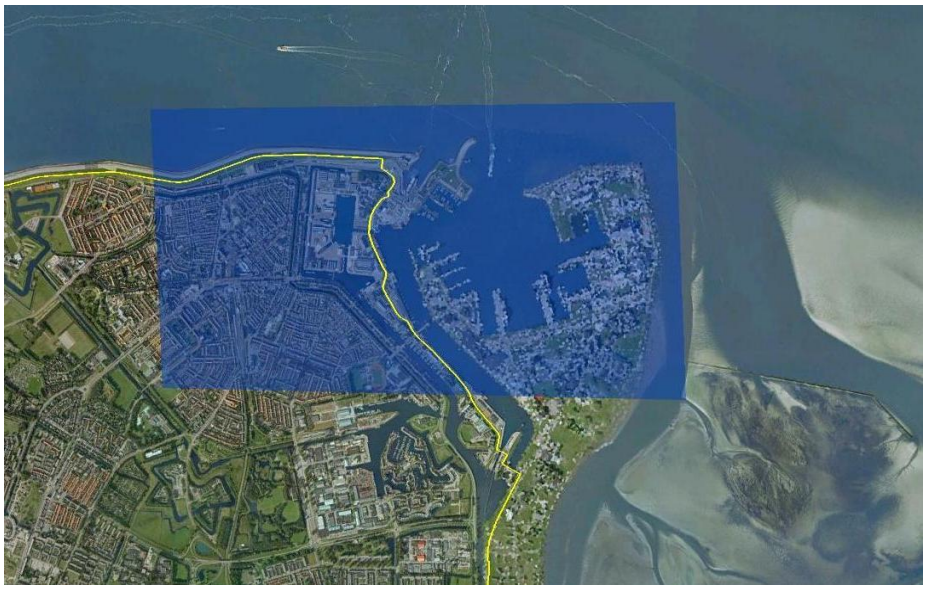
De ambitie om voor de kust van Petten een strekdam aan te leggen voor bovengenoemde ruimtelijke functies laat zich moeilijk verenigen met de suppleties die nodig zijn voor kustlijnzorg ten noorden van Petten en het Waddengebied; een ‘zandbuffer-met-strekdam’ geeft ongewenste verstoring van morfologische processen in dat gebied.



Figuur 6.13 Primaire kering Pettemer Zeewering bij Zijpe en indicatie van gebied met ruimtelijk programma, opgave en/of ambitie.

6.2.14 Den Helder

Het betreft hier herstructurering van het stadshart en de dijkbuurt achter het Marsdiep. Daarnaast zijn er plannen om de bestaande haven deels te herontwikkelen en/of uit te breiden aan de noordoostelijke kant voor offshore-activiteiten. De zeewering bestaat uit een zeedijk. Voor de zeedijk bevindt zich de diepe geul van het Marsdiep. Vanwege deze waterstaatkundige situatie is geen enkel meegroeiconcept hier van toepassing. Een koppeling tussen de stedelijke vernieuwing nu en de veiligheidsopgave die bij snelle zeespiegelstijging in 2050 kan ontstaan, lijkt niet te maken. Voor de veiligheidsopgave lijkt traditionele dijkversterking van het referentieconcept hier het recept; mogelijk dat voor de stedelijke vernieuwing het Vlissings model hier van toepassing is.



Figuur 6.14 Primaire kering Den Helder en indicatie van gebied met ruimtelijk programma, opgave of ambitie.

6.3 Mogelijkheden op een rij

De vorige paragraaf geeft een divers beeld van de mogelijkheden om ruimtelijke ontwikkelingen in de onderzochte kustgemeenten te combineren met de beschouwde meegroeiconcepten. In figuur 6.15. zijn de resultaten per locatie schematisch bij elkaar gebracht. Op het blauwe schijfgedeelte zijn 3 tijdperioden uitgezet, de eerste tot 2050, dan 2100 en het buitenste gedeelte is na 2100. Met een dijksymbooltje is aangegeven op welk moment in de tijd een mogelijke veiligheidsopgave speelt (bij snelle zeespiegelstijging). De pijlen staan voor de op die locatie denkbare meegroeiconcepten. Per locatie is met een symbool aangegeven welk karakter de ruimtelijke gewenste ontwikkeling heeft: wonen, recreatie en/of natuur & landschap.
Voor de korte termijn ruimtelijke opgaven langs de zeewering bieden meegroeiconcepten soms mogelijkheden voor adaptief deltamanagement, bijvoorbeeld in Scheveningen, Katwijk, Noordwijk en Cadzand. In andere gevallen zijn de opties zeer beperkt, zoals in Den Helder en Vlissingen waar de referentie ‘hard-blijft-hard’ onverkort van toepassing blijft.

Tenslotte volgt hier een samenvatting per meegroeiconcept:

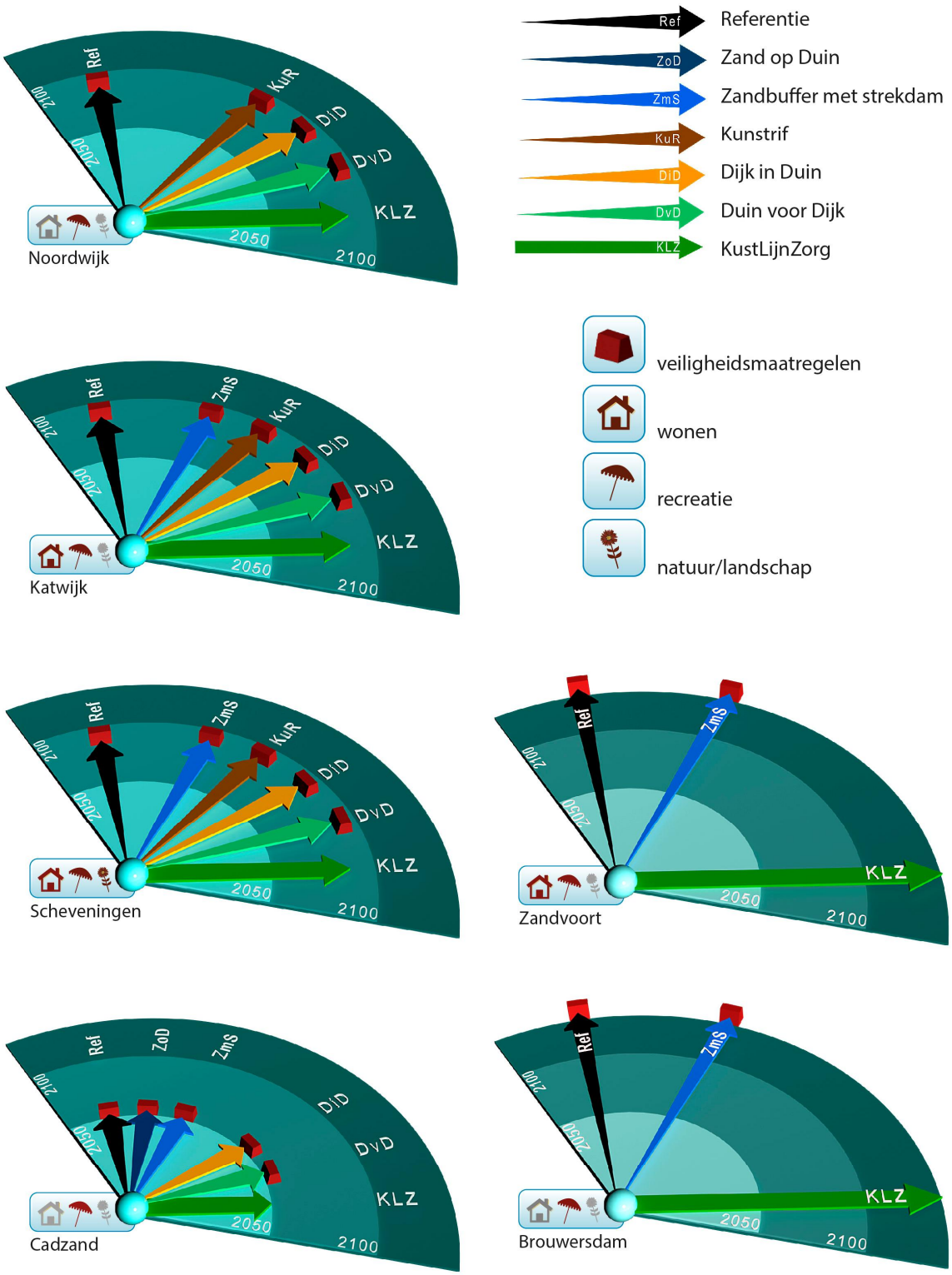
‘Duin-voor-dijk’ is toepasbaar op locaties waar er een dijk aanwezig is die moet worden versterkt en waarbij een zandige versterking extra voordelen heeft. Het principe is al eerder toegepast bij de versterking van de dijk bij de Herdijkte Zwarte Polder en voor het traject Nieuwvliet-Groede in Zeeuwsch-Vlaanderen; het concept zal ook worden toegepast bij de Hondsbossche en Pettemer Zeewering en bij Cadzand-Bad. In principe is ‘duin-voor-dijk’ ook toepasbaar voor IJmond-Noord, Noordwijk, Katwijk, het Zwin, Scheveningen, Waterdunen en Cadzand.

‘Zand-op-duin’ is toepasbaar bij kustplaatsen met duinwaterkeringen, zoals Bergen aan Zee, Egmond en Cadzand Bad.

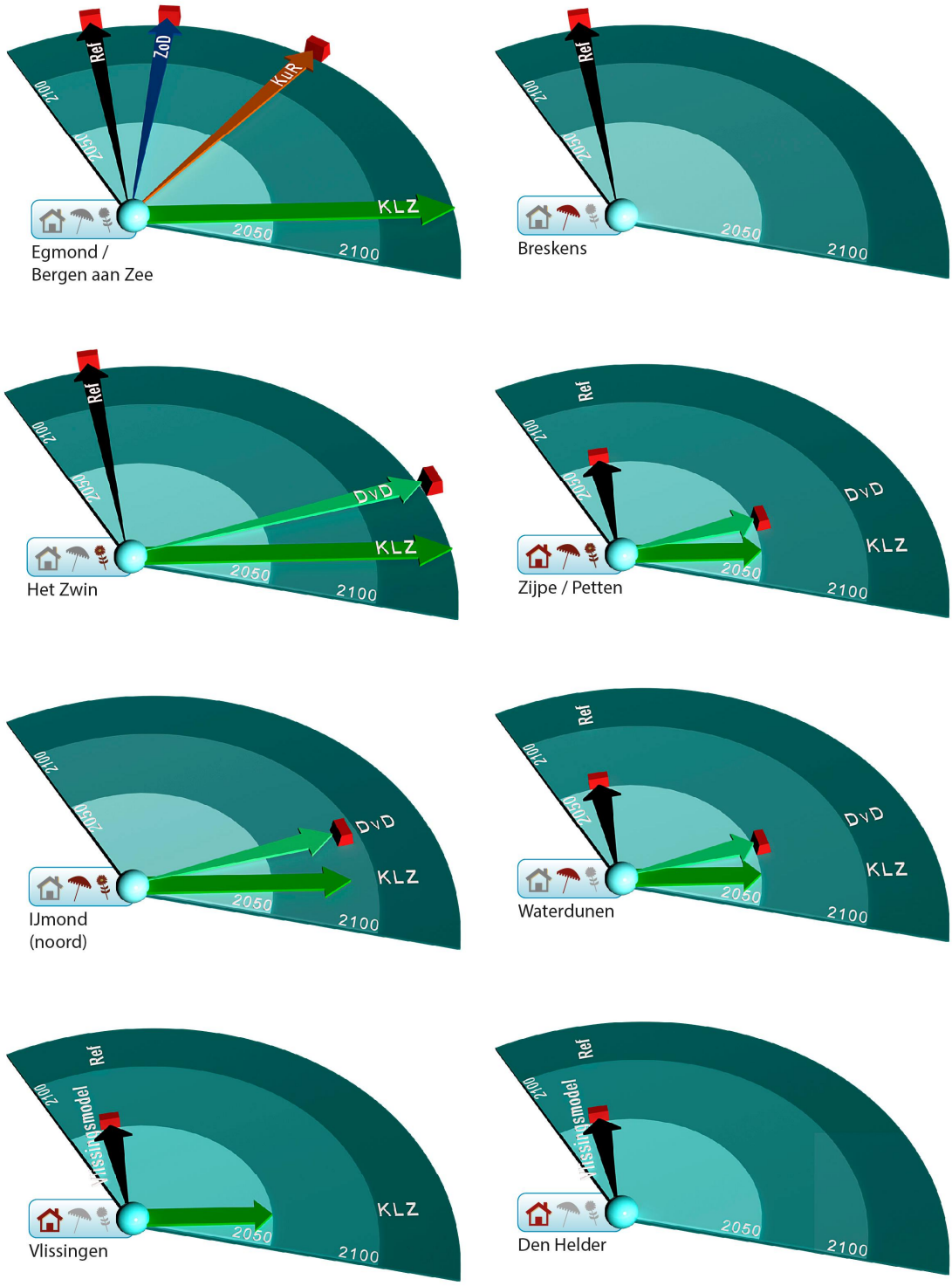
‘Dijk-in-duin’ is toepasbaar voor zandige waterkeringen zonder functionele waterkerende elementen, in combinatie met bebouwingsdruk aan de landzijde van de waterkering en de wens tot geprononceerde kustuitbouw aan de buitenzijde. Het is toegepast in Scheveningen boulevard en Noordwijk. In potentie is het concept ook toepasbaar voor Katwijk, Cadzand-Bad, en het noordelijke deel van de boulevard van Scheveningen (ten noorden van de Scheveningse Slag).

‘Zandbuffer-met-strekdam’ is toepasbaar voor locaties waarvoor een zandige versterkingsopgave geldt, in combinatie met de wens om de ontwikkelingsmogelijkheden te vergroten. Dat doet zich voor in bijvoorbeeld Cadzand-Bad (waar de versterking van de kust kan worden gecombineerd met een verlenging van de aanwezige dammen en het inpassen van een jachthaven), Katwijk en Zandvoort.

‘Kunstrif’ is vooral als lokaal ontwerp toepasbaar voor een kust met een vlakke vooroever, zoals langs de Hollandse kustboog. Dit kan op land hinder bij toekomstige kustversterking voorkomen, bijvoorbeeld in Egmond, Bergen aan Zee, Katwijk, Noordwijk en Scheveningen. Een kunstrif biedt koppelmogelijkheden met recreatie en natuur & (onderwater)landschap, niet met stedelijke vernieuwing.



Figuur 6.15a Overzicht van mogelijke meegroeiconcepten in relatie tot de veiligheidshorizon en ruimtelijke ontwikkelingen wonen, recreatie en natuur/landschap.



Figuur 6.16b Overzicht van mogelijke meegroeiconcepten in relatie tot de veiligheidshorizon en ruimtelijke ontwikkelingen wonen, recreatie en natuur/landschap.

7 Conclusies en aanbevelingen

Veiligheidhorizon
De eerste fase van het onderzoek naar het toekomstbestendig maken van verharde zeeweringen heeft de veiligheidshorizon van 42 locaties met verharde weringen in beeld gebracht. Bij een snelle zeespiegelstijging (35 cm in 2050) ontstaat midden 21e eeuw op 16 locaties een veiligheidsopgave, dat wil zeggen langs ruim 30 km verharde zeeweringen. Voor een 10-tal locaties ligt de veiligheidshorizon, bij een snelle zeespiegelstijging, in de tweede helft van de 21e eeuw. Voor de resterende locaties ligt de veiligheidsopgave na 2100.

Strategieën
In de tweede fase zijn bouwstenen van strategieën voor verharde weringen onderzocht. Aan de hand van mogelijke inrichtingsconcepten en ontwikkelpaden zijn drie mogelijke strategieën ontwikkeld: 1. Het behouden van de huidige configuratie, 2. Sturen op adaptatie en 3. Creëren van een nieuw programma. Deze zijn getest voor twee cases, Scheveningen Buitenhaven en Vlissingen Het eiland. Een belangrijke bevinding hieruit is dat de onderzochte strategieën geen zicht bieden op realistische verdienmodellen. Eén van de voornaamste redenen hiervoor lijkt dat agenda's voor waterveiligheid en ruimtelijke ontwikkeling niet synchroon in de tijd lopen. Vanuit dit perspectief ligt er daarom een uitdaging om beide opgaven op een andere wijze aan elkaar te verbinden. Daartoe zijn in de derde en laatste fase van het onderzoek Kustlijnzorg en vijf andere meegroeiconcepten onderzocht op hun toepasbaarheid voor veiligheid en ruimtelijke kwaliteit; daarbij zijn ook de kosten en baten verkend.

Kustlijnzorg
Met Kustlijnzorg en de versterking van de Zwakke Schakels is de veiligheid van onze kust voor de komende decennia goed geregeld. Grootschalige veiligheidsingrepen zijn daardoor op de korte termijn niet aan de orde. Daarmee is een goede basis gelegd voor het nadenken over adaptief management langs de kust.
Kustlijnzorg is een beproefde werkwijze om stapsgewijs te reageren op veranderingen in zowel tijd als ruimte. In de tijd kan met Kustlijnzorg relatief snel en flexibel worden ingespeeld op een snelle of minder snel stijgende zeespiegelstijgingen. Ook in ruimtelijk opzicht kan Kustlijnzorg tegemoet komen aan wensen en behoeften van provincies en gemeenten, met name waar het gaat om recreatieve en doeleinden en in bredere zin aan kwaliteitsdoelstellingen. Kustlijnzorg levert echter weinig combinatiemogelijkheden met stedelijke vernieuwing op of achter de zeewering in directe zin. In indirecte zin zou dit wel kunnen als door Kustlijnzorg de reserveringszone meer vrijgespeeld kan worden, waardoor bebouwing/herstructurering procedureel versoepeld kan worden.

Concreet betekent dit dat een basiskustlijn voor verharde weringen verder geoperationaliseerd kan worden voor met name zeedijken. Daarmee kan duurzame veiligheid met kustlijnonderhoud voor een nog groter deel van de kust verkregen worden. Dit is waarschijnlijk ook een zeer kosteneffectieve werkwijze, maar dit aspect verdient nog nadere uitwerking.

Meegroeiconcepten
Om voor de langere termijn voorbereid te zijn op nieuwe veiligheidsopgaven en die zo optimaal mogelijk te verbinden met ruimtelijke ontwikkelingen heeft Deltares een vijftal meegroeiconcepten tegen het licht gehouden. Deze concepten, 'dijk-in-duin', 'zandbuffer-met-strekdam', 'kunstrif', 'duin-voor-dijk' en 'zand-op-duin' zijn door een groep experts beoordeeld op de onderdelen veiligheid, kosten/baten en ruimtelijke kwaliteit.
Geconcludeerd wordt dat de concepten 'duin-voor-dijk' en 'dijk-in-duin' op alle drie onderdelen het meest gunstig scoren. Verder scoren alle concepten (behalve de referentie) hoog voor toepasbaarheid voor het kusttype 'boulevard'. Voor de overige kusttypen (dijk, geul en haven) liggen de verhoudingen net andersom; hier scoort het referentietype beduidend hoger.

Hoe kunnen kustplaatsen met een ruimtelijk programma, -opgave of – ambitie in de toekomst dit zo optimaal mogelijk combineren met veiligheidsmaatregelen? Het palet van meegroeiconcepten inclusief kustlijnzorg varieert sterk van plaats tot plaats en wordt bepaald door zowel de fysieke als de ruimtelijke opbouw van de kustplaats.
In de verkenning die is uitgevoerd voor 15 kustplaatsen blijken met name op locaties met boulevards, zoals Noordwijk, Katwijk, Scheveningen en Cadzand meerdere concepten gunstig te scoren. Dat zijn, naast Kustlijnzorg, de meegroeiconcepten 'dijk-in-duin', 'zandbuffer-met-strekdam' en 'duin-voor-dijk'.
In andere gevallen zijn de opties om veiligheid en ruimtelijke ontwikkeling te combineren beperkt. Dan is, zoals in Den Helder en Vlissingen, alleen de referentie 'hard-blijft-hard' van toepassing en gelden andere oplossingsrichtingen zoals het Vlissings model.

Handelingsperspectief
Ervaringen met de Zwakke Schakel projecten leren dat iedere locatie zijn eigen specifieke toepassing van maatregelen kent en dat hier jarenlange en zorgvuldige planvorming aan vooraf gaat. De meegroeiconcepten zijn ontwikkeld op het schaalniveau van een locatie met verharde wering en de nabije omgeving. Ze bieden vooral gemeenten en daarnaast ook provincies en het rijk denkrichtingen om voor de langere termijn een handelingsperspectief op te bouwen waarmee op dit schaalniveau de ruimtelijke ontwikkeling als kustplaats een impuls kan krijgen, en de veiligheid gegarandeerd blijft. De uitkomsten leggen de basis voor nader onderzoek naar verdere ontwikkeling en toepassingsmogelijkheden van meegroeiconcepten.

8 Bronnen

Algemene Rekenkamer, 2009; Bevindingen Algemene rekenkamer programma Zwakke Schakels Kust, brief aan Tweede Kamer dd 10 november 2009)

Alkyon, 2006. Tweede fase versterking zeewering Scheveningen; Veiligheidsaspecten. Studie in opdracht van het Hoogheemraadschap van Delfland. Rapportage A1367, revisie 2 (eindrapportage), mei 2006.

Alkyon, 2006. Tweede fase versterking zeewering Scheveningen; Morfologische aspecten. Studie in opdracht van het Hoogheemraadschap van Delfland. Rapportage A1367, revisie 2 (definitief), mei 2006.

Alkyon, 2006. Tweede fase planstudie versterking zwakke schakel Noordwijk; Veiligheidsaspecten; Studie in opdracht van het Hoogheemraadschap van Rijnland. Rapportage A1354, revisie 3 (definitief), juni 2006.

Alkyon, 2006. Tweede fase planstudie versterking zwakke schakel Noordwijk; Morfologische aspecten. Studie in opdracht van het Hoogheemraadschap van Rijnland. Rapportage A1354, revisie 2 (definitief), juni 2006.

Arcadis, 2006. Definitief versterkingsplan Zwakke Schakel Noordwijk. Studie in opdracht van het Hoogheemraadschap van Delfland. Rapportage 110403/HN6/73J/001484.070/mwo, december 2006.

Alkyon, 2007. Versterking Zwakke Schakel West Zeeuwsch-Vlaanderen; Achtergrondrapportage duinveiligheid en morfologie. Studie in opdracht van het Projectbureau Zwakke Schakels Zeeland. Rapportage A1642, november 2007.

Arcadis/Alkyon, 2008. Verbeterplan versterking Zeewering Scheveningen definitief. Studie in opdracht van Hoogheemraadschap van Delfland. Rapportage 220503/WA8/036/001485/001. September 2008.

Alkyon, 2010. MER en DVP Hondsbossche en Pettemer Zeewering; Achtergrondrapportage ontwerp zandige versterking (alternatief 2). Studie in opdracht van het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier. Rapportage A2089. februari 2010.

Arcadis, 2011. Toekomstbestendigheid verharde zeeweringen. Analyse veiligheidsopgave, veiligheidshorizon en mogelijke maatregelen. Rapport C03041.002739.0100

Atelier Kustkwaliteit. Werkboek #2 Atelier Kustkwaliteit 2011.

Atelier Kustkwaliteit. Voorlopige resultaten Atelier Kustkwaliteit. Werkboek 2012.

CUR 2010. De waarde van wonen aan de rivier.

Deltares, 2011a. Toekomstbestendige verharde zeeweringen, fase 1. Veiligheidshorizon en mogelijke maatregelen. Rapport 1204595.000 -VEB-0012

Deltares, 2011b. Deltascenario's. Verkenning van mogelijke fysieke en sociaaleconomische ontwikkelingen in de 21ste eeuw op basis van KNMI'06 en WLO-scenario's, voor gebruik in het Deltaprogramma 2011 - 2012 . Rapport 1204151.002

Deltares 2011c. Verkenning Deltadijken. H Knoeff en GJ Ellen, Deltares, Delft, rapport 1205259.

Deltares, 2012. Toekomstbestendige verharde zeeweringen, fase 2. Mogelijke inrichtingsconcepten, ontwikkelpaden en strategieën. Rapport 1204595.000-VEB-0016

Deltaprogramma Kust – Nationale Visie Kust 2012 – 2100 versie 0.1, aug. 2011

Deltaprogramma Kust – Collage van de kust; ambities, kansen, knelpunten, Conceptversie, augustus 2011

DHV, 2006. Ontwerp-versterkingsplan Flaauwe Werk. Studie in opdracht van het Waterschap Hollandse Delta en de Provincie Zuid-Holland. Rapportage W3736-03-001 / MD-WR20060381 (eindversie), juli 2006.

DHV, 2007. Ontwerp Kustversterkingsplan West Zeeuwsch-Vlaanderen. Studie in opdracht van het Projectbureau Zwakke Schakels Zeeland; Rapportage x4902-01-001 v6, december 2007.

Ecorys, 2012. Verdienmodellen. Opdracht Deltaprogramma Kust.

Giardino, G & J de Ronde, in prep. Definitie BKL+ concept voor verharde zeeweringen. Rapport 1206188. Deltares Delft.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2010. Deltaprogramma 2011. Werk aan de Delta; Investeren in een veilig en aantrekkelijk Nederland, nu en morgen. September 2010.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2011. Nationaal Kader Kust; Sterk veilig en mooi. Consultatieversie d.d. 14 januari 2011.

Provincie Noord-Holland, Strategische agenda Kust. Mei 2012

Provincie Zuid-Holland, Strategische agenda Zuid-Holland. April 2011

Provincie Zeeland. Kustvisie Provincie Zeeland (80% versie). December 2011

Rijkswaterstaat & Royal Haskoning, 2006. Analyse schaalproeven kunstrif evaluatie van de effectiviteit van een diep water kunstrif. Rapport 9R8885.A0

Ronde J. de en B. Hofland, 2008. Workshop Kunstriffen, Verslag en uitwerking van ideeën. WL/RIKZ.

Deltares, 2012b. Kustlijnen voor dijkringen. Over de relatie tussen kustlijnzorg en de sterkte van Nederlandse duinwaterkeringen. J Stronkhorst, J & A Bruens, Deltares, Delft. Rapport 1204594-000-VEB-0011.

Den Helder: Uitwerkingsplan Stadshart, 2008, Uitvoeringsprogramma Noordzeekust Binnenduinrand, kop van Noord-Holland.

Zijpe/Petten: Business case Petten aan Zee 2009, AKK resultaten 2011

Velzen/IJmuiden: Herziene Kustvisie 2006. Visie Noordzeekanaalgebied, projectbureau Masterplan Noorzeekanaalgebied, 2007

Zandvoort: Koersnotitie Structuurvisie 2010.

Noordwijk: Nota strategie Noordwijk Zeewaardig 2011.

Katwijk: De kracht van de Katwijkse Kust 2008, Haalbaarheidstudie zeejachthaven 2011.

Den Haag/Scheveningen: AKK resultaten 3 ic's 2011, Structuurvisie Den Haag 2010, 2005.

Brouwersdam: Concept economische visie 2007, Zicht op de Grevelingen" – ontwikkelingsschets 2008, Tussenbalans Ontwikkelingsschets 2010.

Vlissingen Structuurvisie Vlissingen, 2010, "Wijken voor de Dijken" 2011, Resultaten AKK 2011, Pilot Waterfront 2008, Kustplan Zuid West Walcheren – uitwering van het Omgevingsplan 2006, proeftuin Deltaprogramma Nieuwbouw en Herstructurering.

Zoutelande: "Plannen voor Zoutelande" 2006, Kustplan Zuid West Walcheren – uitwering van het Omgevingsplan 2006

Westkapelle: Kustplan Zuid West Walcheren – uitwering van het Omgevingsplan 2006.

West Zeeuws Vlaanderen Kustversterkingsplan West Zeeuws Vlaanderen 2007, Natuurlijk Vitaal – Gebiedsplan West Zeeuws Vlaanderen + Bijstellingsnota 2004/9

Cadzand: Ontwikkelingsplan Cadzand Bad 2006. Kustversterkingsplan West Zeeuws Vlaanderen 2007.

Wing, 2012. Rapportage Pilot Zandvoort.

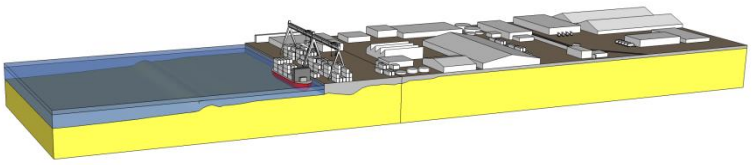
Rijkswaterstaat, 2008. Brochure Kunstrif biedt nieuwe kijk op kustbescherming.

Van der Aart et al., 2010. Kosten geraamd voor versterken Hondsbossche Zeewering. Land+Water, 8, p24-25.

A Kusttypen met verharde weringen

Bron: Deltaprogramma Kust, 2012

Type haven

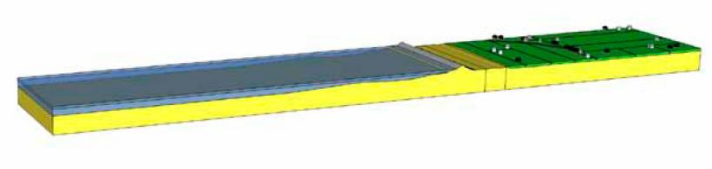


Omschrijving
Dit type bestaat uit een diepe vooroever, een kade met een stedelijk/industrieel achterland (NKK, maart 2011). Dit type kent geen BKL, omdat het buitendijks ligt.

Huidige beleid
In het huidig beleid worden op een harde manier de kades onderhouden. Dit wordt gedaan voor de veiligheid en voor 'economisch sterk'.
Zeewaarts gaat het om de aanleg van zeehavens (zoals Tweede Maasvlakte of Eemshaven) en het verlengen van pieren. Beide zijn een harde vorm en worden gedaan voor 'veilig' en 'economisch sterk'.

Knikpunten/keuzemomenten/aandachtspunten
Aandachtspunt is dat zand niet van toepassing is op het type zelf. Wel kan natuurlijke zandverplaatsing vanuit nabij gelegen gebied/type verstorend werken.
Ander aandachtspunt is dat bij de aanleg van nieuwe havens er meer onderbrekingen langs de kust ontstaan waardoor de natuurlijke zandverdeling in het gedrang komt. Dat vraagt dan meer kustonderhoud.

Type dijk

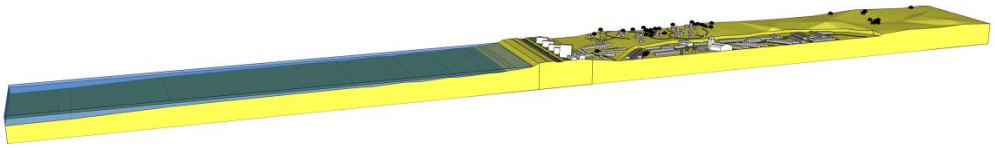


Omschrijving
Dit type bestaat uit een vooroever, een dijk met daarachter landbouw of natuur.

Huidig beleid
Het betreft een harde wering. Het huidig beleid bestaat uit het op een harde manier consolideren: de dijk wordt op hoogte en sterkte gehouden om aan de huidige veiligheidsnormen te voldoen. Dit gebeurt primair met het oog op de veiligheid.
Bij de aanpak van de Zwakke schakel en Hondsbossche- en Pettemer zeewering wordt gekozen voor een zachte versterking van de harde wering. Hiermee wordt naast veiligheid ook de ecologie (aantrekkelijk) en de recreatie (aantrekkelijk en economisch sterk) beoogd. Het gaat hier dan om een groot suppletievolume in één keer en jarenlang onderhoud daarvan.

Knikpunten/keuzemoment/aandachtspunten
Zacht doorbouwen op hard betekent verlies van het areaal van hard substraat. Dit heeft mogelijk gevolgen voor enkele diersoorten, zoals de paarse strandloper bij de Pettemer Zeewering. Deze vorm vraagt ook veel zand (volume en in één keer). Een keuzemoment kan dan de beschikbaarheid van zand in termen van financiële haalbaarheid zijn. Bij snelle zeespiegelstijging zou dat kunnen betekenen dat deze strategie verlaten moet worden en het verder hard moet. In dat geval is de keuze om terug te vallen op wat nu het huidige beleid is (hard consolideren). Dit zal dan het geval zijn bij hoge druk.
Bij krimp kan ook overwogen worden om overslag toe te staan en met behulp van meerlaagsveiligheid voldoende bij te dragen aan de veiligheid van het achterland en zijn bewoners.

Type Badplaats



Omschrijving

Dit type bestaat uit een brede, ondiepe vooroever, een brede duinenrij groter dan 250m, een bebouwde zachte of deels verharde zeeweringzone waarbij een deel van de bebouwing buitendijks ligt (in afslag- of reserveringszone) en achter het duin een stedelijk of landbouwgebied als achterland. Sommige badplaatsen hebben boulevards met deels verharde zeewering.

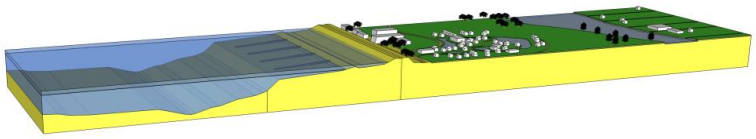
Huidig beleid

Het huidig beleid is gericht op het handhaven van de BKL en het aan landzijde vrijhouden van de reserveringszone voor eventueel landwaartse versterking. De focus ligt op consolideren op een zachte of hybride manier. Bij hybride moet gedacht worden aan vormen als een ‘dijk-in-duin’ of dijk in boulevard etc. Zacht voortbouwen gebeurt door middel van zandsuppleties.
Daarnaast gaat het om behoud van het waterfront (in stand houden van harde keringen).
Het huidig beleid is vooral gericht op de veiligheid.

Knikpunten/keuzemomenten/aandachtspunten

Bij een meer landwaartse strategie die gebruik maakt van de meerlaagsveiligheid is een aandachtpunt het draagvlak bij bewoners en eigenaren van de bebouwing en hun veiligheidsgevoel. Ook kunnen stranden mogelijk te smal worden.
Bij de zeewaartse strategie is met name de vastgoedsector de drijvende kracht. Hun investeringen zijn een voorwaarde voor het kunnen toepassen van een zeewaartse strategie.
Bij het op een harde en flexibele wijze consolideren van een verharde wering is de hoogte een aandachtspunt: de overmaat vermindert in de loop der jaren door relatieve zeespiegelstijging en golfoverloop.

Type geul



Omschrijving
Dit type bestaat uit een diepe vooroever met meestal een geul, een smalle versterkte duinenrij van minder dan 250 m.

Huidig beleid
Het huidig beleid voor het type Geul bestaat uit geulwandsuppletie of harde bestorting. Het doel van de suppletie of bestorting (hard) is de geul uit de kust te houden zodat het smal duin (zacht) voldoende sterk blijft (veiligheid). We hebben hier dan ook te maken met een hybride vorm.

Knikpunten/keuzemomenten/aandachtspunten
Een (theoretisch) keuzemoment bij het voortzetten van het huidige zachte consoliderend beleid zou de beschikbaarheid van zand in termen van betaalbaarheid kunnen zijn, waardoor wellicht harde oplossingen in beeld komen.
Aandachtspunten bij het landwaarts versterken zijn het draagvlak binnendijks, de agrarische ruimteclaim, de kans voor compensatie van natuur, de afweging van het recreatiebelang ten opzichte van het agrarisch belang en het in gedrang komen van recreatie en agrarische belangen door het breder worden van de duinenrij.

B Vragenlijst enquête meegroeiconcepten

Nr.	Criteria veiligheid	Vraag
1A.	Doelbereik veiligheid	Hoe effectief is dit concept voor handhaven veiligheidsniveau/positie afslaglijn.
1B.	flexibiliteit	Bij welke mate van zeespiegelstijging moet dit meegroeiconcept worden heroverwegen?
1Ca	robuustheid	a. In hoeverre is het concept effectief bij klimaatscenario W+
1Cb	robuustheid	b. In hoeverre is het concept effectief bij het klimaatscenario G
1Cc	robuustheid	c. In hoeverre is het concept effectief bij een sociaal-economisch krimpscenario
1Cd	robuustheid	d. In hoeverre is het concept effectief bij een sociaal-economisch groei scenario's
1Da	beproefdheid	Vindt u dit concept voldoende beproefd om het toe te passen?
1Db	beproefdheid	*Open vraag: Welke reden zijn er als een concept nog weinig beproefd is?*
1Ea	multifunctionaliteit	In welke mate kan de veiligheidsopgave worden gecombineerd met andere functies?
1Eb	multifunctionaliteit	Brengt het meekoppelen van andere functies meerkosten met zich mee?
1Fa	realiseerbaarheid	In hoeverre kunnen onduidelijkheden over verdeling van kosten belemmerend werken op de ontwikkeling en uitvoering van het concept.
1Fb	realiseerbaarheid	*Open vraag: Welke belemmeringen verwacht u tijdens de implementatie van dit concept?*
	Criteria kosten/baten	
2A.	Investeringskosten	Hoe schat u de investeringskosten voor aanleg van dit concept?
2B.	Beheer- en onderhoudskosten	Hoe schat u de kosten voor jaarlijks beheer en onderhoud?
2C.	Uitvoerbaarheid waterkeringbeheerder	Hoe schat u de kosten voor het bestuurlijke en juridische traject?
2D.	Baten uit woonfunctie	Hoe schat u de baten in van dit concept uit nieuwe of verbeterde woonvoorzieningen
2E.	Baten uit recreatie	Hoe schat u de baten uit nieuwe of verbeterde recreatiemogelijkheden
2F.	Baten uit werkgelegenheid	Is er sprake van extra werkgelegenheid bij dit concept, zo ja, hoe schat u de baten
2G.	Baten uit natuur	Is er sprake van nieuwe of versterking van bestaande natuurwaarden? Zo ja hoe schat u de baten uit natuur in?
2H.	'verkoopbaarheid' over de grenzen	Hoe aantrekkelijk is dit concept voor buitenlandse opdrachtgevers?
	Criteria ruimtelijke kwaliteit	
3A.	Gebruikswaarde wonen	In hoeverre levert dit concept nieuwe of verbeterde woonkwaliteiten?

	Gebruikswaarde recreatie	In hoeverre levert dit concept nieuwe of verbeterde kwaliteiten
3B.		voor recreatie en/of toerisme?
3C.	Gebruikswaarde werken	In hoeverre levert dit concept extra werkgelegenheid?
	Natuurlijke dynamiek	In hoeverre sluit dit concept aan bij het principe van Building with
3D.		Nature?
	Toepasbaarheid in kustprofielen	a. Hoe geschikt is dit concept voor toepassing in kustprofiel
3Ea		“Haven”
3Eb		b. Hoe geschikt is dit concept voor toepassing in kustprofiel “Dijk”
3Ec		c. Hoe geschikt is dit concept voor toepassing in kustprofiel “Badplaats”
3Ed		d. Hoe geschikt is dit concept voor toepassing in kustprofiel “Geul”

C Deelnemers enquête meegroeiconcepten

Naam	*Organisatie*	*Expertises**
Petra Goessen	Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier	v
Henk Steetzel	Arcadis	v/kb
Martin Hillen	Royal Haskoning	v/rk
Joost Veer	Hoogheemraadschap Rijnland	v
Jeroen Riedijk	Hoogheemraadschap Delfland	v
Albert Prakken	Rijkswaterstaat Waterdienst	v
Quirijn Lodder	Rijkswaterstaat Waterdienst	v/kb/rk
Michel Briene	Ecorys	kb
Joost de Koning	Ecorys	kb
Gielijn Blom	Gemeente Den Haag	rk
Welmoed Hollemans	Provincie Zeeland	rk
Arjan van de Lindeloof	Provincie Zuid Holland	rk
Gertjan Nederbragt	Provincie Noord Holland	v/rk
Inge Kersten	TUDelft	rk
Maaike Warmerdam	TUDelft	rk
Gerda Lenselink	Deltares	rk
Gerda Roeleveld	Deltares	rk
Harry Schelfhout	Deltares	v/rk/kb
John de Ronde	Deltares	v
Marien Boers	Deltares	v
Maaike Bos	Deltares	rk
Mark de Bel	Deltares	kb/rk/v

v = veiligheid
kb = kosten/baten
rk = ruimtelijke kwaliteit