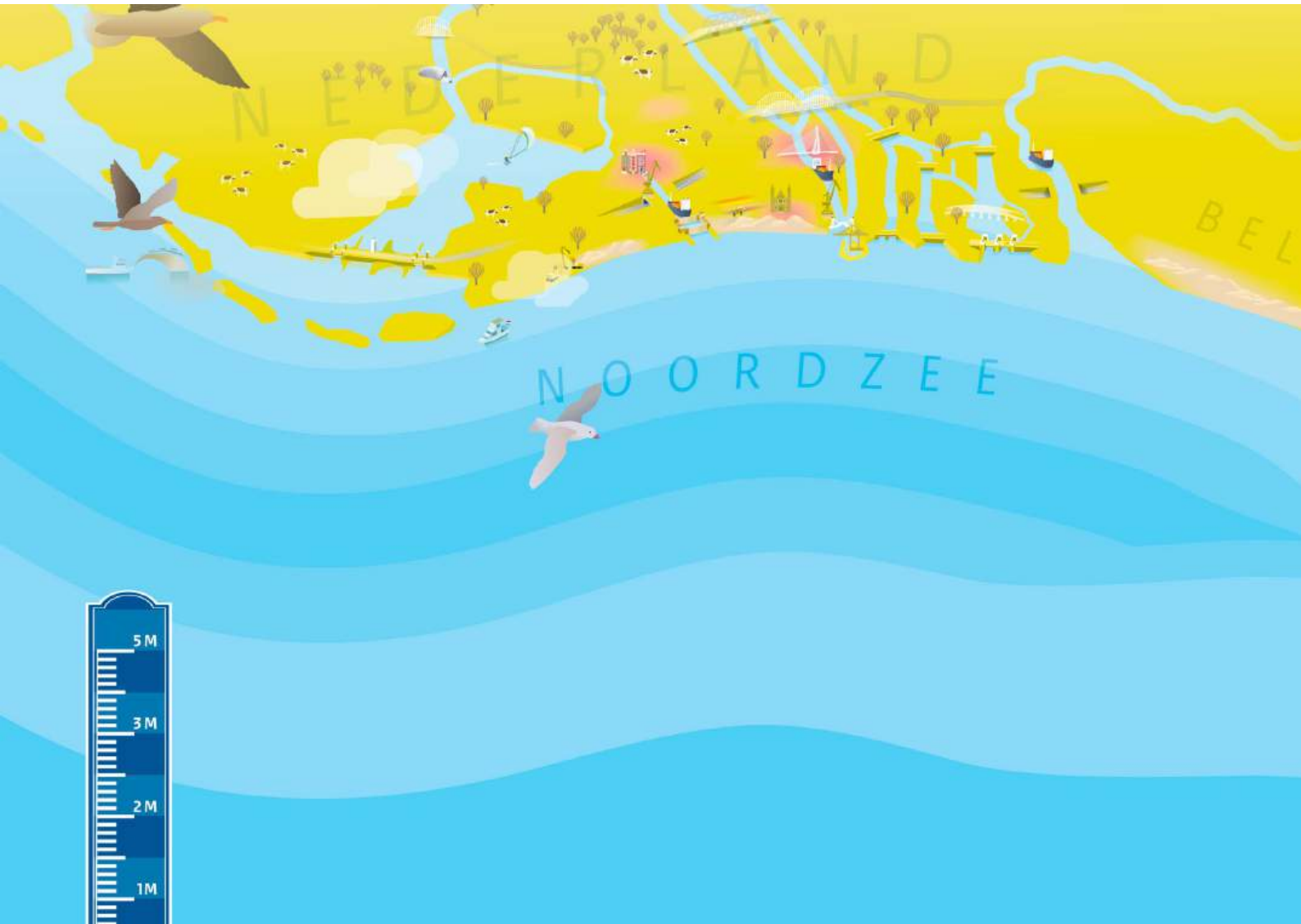
Ruimte voor zeespiegelstijging 2

Een verkenning van denkrichtingen om Nederland ook op lange termijn veilig en leefbaar te houden bij zeespiegelstijging



Ruimte voor zeespiegelstijging 2

Geactualiseerde versie 13 november 2025

‘De grootste bedreiging der zee moet worden gezocht in haar zeespiegelstijging, waarvan de grootte, de mogelijke periodiciteit en de geographische verbreiding nog lang niet met voldoende nauwkeurigheid bekend is’ (van Veen, 1936: Onderzoekingen in de Hoofden in verband met de gesteldheid der Nederlandsche kust)’

Samenvatting

Nederland moet in de toekomst zien te leven met zeespiegelstijging om onze delta ook voor toekomstige generaties leefbaar en veilig te houden. Welke opties kunnen we daarvoor bedenken? Dit rapport geeft eerste antwoorden op basis van een verkenning van verschillende denkrichtingen voor de lange termijn.

Gevoel voor het palet aan mogelijkheden
Het Kennisprogramma Zeespiegelstijging - een landelijk onderzoeksprogramma van het ministerie van Infrastructuur en Water en de Deltacommissaris - heeft als vingeroefening vier denkrichtingen voor de lange termijn laten verkennen. Er zijn veel meer manieren denkbaar om met zeespiegelstijging om te gaan. Het is dan ook niet de bedoeling om op basis van dit onderzoek een keuze te maken uit deze denkrichtingen. Het onderzoek is bedoeld om gevoel te krijgen voor het palet aan mogelijkheden, kansrijke combinaties, concrete vraagstukken die daarbij ontstaan en de acties die op korte termijn nodig of mogelijk zijn.

Vier denkrichtingen voor de lange termijn
Vier consortia van adviesbureaus, wetenschappers, overheden en maatschappelijke organisaties hebben deze vier denkrichtingen uitgewerkt:

- Meebewegen
  We passen het landgebruik en de samenleving zoveel mogelijk aan de gevolgen van zeespiegelstijging aan. We kiezen vooral voor maatregelen die de gevolgen van overstromingen beperken. Denk bijvoorbeeld aan verhoogd of drijvend wonen, zouttolerante landbouw en verschuiving van investeringen naar hoog-Nederland.

- Beschermen
  We continueren het huidige waterbeheer met voornamelijk waterbouwkundige middelen, zoals dijkversterkingen, stormvloedkeringen, sluizen, stuwen, gemalen en pompen en daarbij kiezen we voor afsluitbare of altijd gesloten riviermondingen.

- Zeewaarts
  We leggen een groot meer aan voor de kust van Zuidwest Nederland. Dit meer gebruiken we om hoge rivierafvoeren tijdelijk te bergen en de verzilting te verminderen. Op die manier kunnen we complexe maatregelen in en langs de riviermondingen beperken.

- Meegroeien
  We gebruiken waar dat kansrijk is de natuurlijke dynamiek van water en sediment om zand en slib in te vangen, zodat de overgang van zee naar land meegroeit met de zeespiegelstijging en bijdraagt aan de veiligheid en leefbaarheid. Natuur profiteert hiervan. Daarnaast wordt gebruik gemaakt van waterbouwkundige maatregelen.

De consortia hebben deze denkrichtingen uitgewerkt voor 2 en 5 meter zeespiegelstijging. In een extreem scenario kan deze zeespiegelstijging optreden rond respectievelijk 2100 en 2200.

Veiligheid en leefbaarheid bij zeespiegelstijging: een aantal overall conclusies
Het lijkt erop dat Nederland veilig en leefbaar kan blijven tot een zeespiegelstijging van 5 meter, in ieder geval met de denkrichtingen Beschermen, Zeewaarts en Meegroeien. Voor Meebewegen is verdere verdieping nodig om dit te kunnen concluderen. In alle gevallen zijn de gevolgen groot: de aanleg en het onderhoud van watergerelateerde infrastructuur en landschappen zullen grote inspanning vragen, voor de benodigde maatregelen is veel ruimte nodig en het huidige landgebruik en gebruiksfuncties zullen moeten veranderen. De nieuwe omstandigheden hebben zeker grote effecten op onder andere natuurwaarden, waterkwaliteit, landbouw, woningbouw, scheepvaart en regionale watersystemen.

Het is essentieel dat Nederland genoeg verdienvermogen houdt om klimaatadaptatie in het hele land te bekostigen; dit betekent dat gebieden waar het economisch verdienpotentieel hoog is zo lang mogelijk beschermd blijven tegen overstromingen. Voor de Randstad is dit in deze fase onderzocht. De meest effectieve strategie voor de bescherming blijkt het versterken van de bestaande waterkeringen rond deze regio. Het gericht verschuiven van dit verdienvermogen naar hoger gelegen regio's is aanzienlijk duurder en moeilijk te organiseren.

Een belangrijk vraagstuk is hoe we bij verdergaande zeespiegelstijging het rivierwater van Rijn en Maas veilig en snel naar zee kunnen afvoeren. Hier komen de meest ingrijpende onderdelen van de vier denkrichtingen uit voort, zoals omvangrijke pompcomplexen en peilstijgingen. Over dit vraagstuk zijn op landelijk niveau bepalende systeemkeuzes nodig, onder meer over de afvoerverdeling van de Rijntakken, een open of gesloten Rijnmond, het al dan niet bergen van rivierwater in de zuidwestelijke delta en een eventueel kustmeer. Deze systeemkeuzes hebben verstrekkende gevolgen en vragen gedegen onderbouwing. Het onderzoek hiervoor moet tijdig starten.

In alle denkrichtingen wordt het in stand houden van de zandige kust en de duinen door middel van zandsuppleties voortgezet (zacht waar het kan, hard waar het moet), waarbij vorm en omvang enigszins verschillen. Beschikbaarheid van voldoende zand voor de suppleties is in alle denkrichtingen een essentiële voorwaarde.

Ook is in alle denkrichtingen vastgesteld dat dijken een essentiële bouwsteen blijven. Alle denkrichtingen bieden in meer of mindere mate mogelijkheden om dijken 'nature based' vorm te geven, zodat ze de natuurlijk dynamiek en het ecosysteem minimaal verstoren of zelfs versterken. Nederland moet op termijn met minder zoetwater zien te leven. De zoetwaterbeschikbaarheid neemt in alle onderzochte denkrichtingen af, door de combinatie van zeespiegelstijging en andere gevolgen van klimaatverandering. Regionale aanpassingen aan verziltende omstandigheden zijn in alle gevallen nodig. Het bestrijden van verzilting met bijvoorbeeld zoet-zoutscheidingen bij sluizen is een geen-spijt-maatregel die nu al voordeel kan opleveren.

Toepassing van de resultaten
De onderzoeken laten zien dat alle toekomstige denkrichtingen ruimte vragen: ruimte voor de winning van Noordzeezand voor kustonderhoud, voor het afvoeren en bergen van water, voor sterkere waterkeringen, meegroeilandschappen en hogere waterpeilen. Als wij hier ruimte voor gaan vrijhouden, hebben toekomstige generaties de mogelijkheid om de noodzakelijke maatregelen te treffen. Daar is wel concretere, gebiedsgerichte kennis voor nodig: over de locaties, manieren om de ruimte vrij te houden, de gevolgen daarvan en de termijn waarop de betreffende ruimte nodig is.

Het Kennisprogramma Zeespiegelstijging gebruikt de resultaten van dit onderzoek voor het in beeld brengen van de momenten waarop belangrijke systeemkeuzes nodig zijn, welke verschillende richtingen dan gevolgd kunnen worden en welke acties nodig zijn om opties voor de toekomst open te houden. De resultaten hiervan zijn ook input voor de herijking van het Deltaprogramma in 2026 en voor beleidstrajecten over deze onderwerpen.

Vervolgonderzoek
Dit rapport geeft een eerste beeld van verschillende manieren om met zeespiegelstijging om te gaan en de gevolgen daarvan. Het ligt voor de hand dat uiteindelijk bouwstenen van de verschillende denkrichtingen gecombineerd zullen worden om een goede invulling te geven aan veiligheid en leefbaarheid van de toekomst, en dat de keuze welke bouwstenen dat zijn, deels bepaald worden door systeemkeuzes op nationale schaal en deels afhankelijk zijn van de regionale en lokale situatie. Vervolgonderzoeken zijn nodig om op lange termijn weloverwogen keuzes te kunnen maken én om nu al verstandig te kunnen investeren.

Inhoud

Samenvatting 2

1. Inleiding 7
1.1 Aanleiding 7
1.2 Doel 7
1.3 Totstandkoming 8
1.4 Leeswijzer 8

2. Denkrichtingen, werkwijze en uitgangspunten 11
2.1 De vier denkrichtingen 11
2.2 Werkwijze van de consortia 12
2.3 Doelstellingen voor waterveiligheid, zoetwater en robuuste ecosystemen 12
2.4 Overige uitgangspunten voor het onderzoek 13

3. Denkrichtingen voor de lange termijn: kenmerken en bevindingen 17
3.1. Vervolg op tradities in het waterbeheer 17
3.2 Meebewegen 19
3.3 Beschermen 24
3.4 Zeewaarts 29
3.5 Meegroeien 32

4. Conclusies uit het onderzoek en vervolgstappen 39
4.1 Nederland kán met zeespiegelstijging omgaan 39
4.2 Landelijke keuzes 42
4.3 Ruimte om te kiezen 43
4.4 Aanvullende onderzoeken 43
4.5 Voortbouwen op een rijke historie 45

Bijlage 1 47

Bijlage 2: lijst van systeemmaatregelen bij denkrichting Meegroeien 48

Colofon 50

1. Inleiding

De zeespiegel stijgt en blijft de komende eeuwen stijgen. Ook voor de Nederlandse kust. Uiteindelijk moeten Nederlanders zien te leven met een zeespiegel die meters hoger staat dan nu. Welke opties hebben we om daarmee om te gaan? En wat betekent dat voor onze huidige manier van handelen? Een verkenning van de denkrichtingen geeft eerste antwoorden.

1.1 Aanleiding

Door zeespiegelstijging komt het water hoger tegen onze dijken, dammen en duinen te staan. Tegelijkertijd komt het land door bodemdaling steeds lager te liggen. Dat heeft gevolgen voor de bescherming tegen overstromingen, niet alleen langs de kust, maar ook in de deltawateren, de benedenloop van de rivieren en rond het IJsselmeer. Door zeespiegelstijging komt er bovendien meer zout in onze watersystemen. Nederland zal steeds vaker niet genoeg zoet rivierwater hebben om alle zoetwatersystemen zoet te houden.

Omgaan met overstromingsrisico's en verzilting is bepaald niet nieuw voor Nederland. We hebben er eeuwenlang ervaring mee en zijn er ook nu dag in dag uit mee bezig. Uit onderzoek blijkt dat we de huidige aanpak technisch gezien waarschijnlijk nog lang kunnen volhouden, ook als de zeespiegel verder stijgt[1]. De vraag is of de huidige aanpak technisch en maatschappelijk gezien ook de beste keuze blijft en hoe het anders kan.

Het Kennisprogramma Zeespiegelstijging, een landelijk onderzoeksprogramma van het ministerie van Infrastructuur en Water en de Deltacommissaris, heeft als vingeroefening vier consortia meerdere denkrichtingen voor de lange termijn laten verkennen.

Kennisprogramma Zeespiegelstijging
In het Kennisprogramma Zeespiegelstijging onderzoeken overheden, bedrijven, kennisinstellingen en maatschappelijke organisaties de mogelijke gevolgen van zeespiegelstijging voor ons land. Het programma levert kennis op waarmee we op tijd keuzes kunnen maken voor de bescherming en inrichting van Nederland.

1.2 Doel

Dit rapport laat zien hoe Nederland op lange termijn veilig en leefbaar zou kunnen blijven bij zeespiegelstijging, door verschillende denkrichtingen te beschrijven: hoe zien deze denkrichtingen er in de praktijk uit, welke aanpassingen zouden daarvoor nodig zijn in het waterbeheer en het landgebruik en hoeveel ruimte vraagt dat bij benadering. De denkrichtingen belichten samen een groot deel van het spectrum aan mogelijkheden: de inzet van waterbouwkundige infrastructuur, het slim gebruiken van natuurlijke processen en aanpassingen in het landgebruik om gevolgen te beperken.

[1] Zie Tussenbalans Kennisprogramma Zeespiegelstijging, https://kpzss.nl/tussenbalans/

Het doel van deze verkenning is om scherper te krijgen hoe we nu rekening kunnen houden met zeespiegelstijging, in ons doen én laten, om te waarborgen dat er ook in de toekomst genoeg mogelijkheden zijn om met de gevolgen van zeespiegelstijging om te gaan. Dat doen en laten kunnen we meewegen bij investeringen die voor lange tijd de inrichting van Nederland gaan bepalen, zoals investeringen in woningbouwlocaties, de energietransitie en het landgebruik. Bijvoorbeeld door de ruimte en de materialen te reserveren die toekomstige generaties nodig hebben voor de waterveiligheid en zoetwaterbeschikbaarheid.

Samen met de andere onderzoeken van het kennisprogramma geeft deze verkenning ook inzicht in de momenten waarop we kunnen (of moeten) beslissen hoe we omgaan met knelpunten door zeespiegelstijging, hoe we kunnen toegroeien naar nieuwe oplossingen en hoe we kunnen bijsturen als de zeespiegel sneller gaat stijgen.

Het doel is niet om nu een keuze te maken uit een van de denkrichtingen. Dat is gelukkig nog niet nodig. Een eventuele keuze zou bovendien grote consequenties hebben voor de inrichting en de hele samenleving van Nederland op lange termijn. Dat vraagt een veel bredere afweging dan in dit onderzoek is gedaan. Het gaat dan om de vraag: in welk land willen we leven? Het is onze verantwoordelijkheid om te borgen dat toekomstige generaties mogelijkheden hebben om het land dan veilig en leefbaar te houden. In deze verkenning is iedere denkrichting bovendien heel strikt via één denklijn uitgewerkt, om de verschillen helder te maken. Wat de beste keuze is, kan per situatie verschillen. De verkenning biedt aanknopingspunten om bouwstenen uit verschillende denkrichtingen te combineren, op nationaal, regionaal en lokaal niveau.

Adaptatie aan klimaatverandering en zeespiegelstijging is een proces van tientallen tot honderden jaren. Daar zijn we al lang mee bezig en dat moeten we blijven doen. Voor onszelf en voor de toekomst.

1.3 Totstandkoming

De afgelopen jaren zijn verschillende plannen bedacht voor de toekomst van Nederland en het omgaan met zeespiegelstijging. De bedenkers hebben hun ideeën in de periode 2020-2022 kunnen presenteren aan een expertpanel. Aan de hand van deze plannen heeft Deltares een groot aantal bouwstenen voor de toekomstige waterveiligheid en zoetwaterbeschikbaarheid onderscheiden[2].

In de periode 2020-2023 hebben experts op het gebied van water en ruimtelijke inrichting een aantal verschillende denkrichtingen voor het omgaan met zeespiegelstijging ingevuld met behulp van de bouwstenen. Dat gebeurde per regio in werkbijeenkomsten met deelnemers van waterschappen, provincies, gemeenten, belangenorganisaties en kennisinstellingen. Zij hebben ook de samenhang van de denkrichtingen met de regionale investeringsagenda's in kaart gebracht[3].

Op basis van deze gegevens zijn de waarden en uitvoerbaarheid van de beschouwde denkrichtingen voor Nederland als geheel verder geconcretiseerd. Dat is gedaan door consortia van marktpartijen, kennisinstellingen en de overheid. Ieder consortium heeft één denkrichting uitgewerkt. Daarbij is gekeken naar de technische, fysische en ruimtelijke aspecten.

In 2023 zijn op deze manier drie denkrichtingen uitgewerkt: Meebewegen, Beschermen en Zeewaarts. De eerste uitgave van dit rapport is op deze drie richtingen gebaseerd. Het bleek dat in alle drie de denkrichtingen voor het beschermen tegen overstromingen vooral werd uitgegaan van dijken en kunstwerken. Wel werd er vermeld dat dit mogelijk ook zou kunnen met *nature based* maatregelen. De vraag kwam vervolgens op of er een denkrichting is die natuurlijke processen en robuuste ecosystemen als bouwers voor veilig en leefbaar land benut, en hoe deze er dan uitziet. In 2024-2025 heeft een nieuw consortium deze vraag uitgewerkt in een vierde denkrichting: Meegroeien. De resultaten daarvan zijn toegevoegd in deze heruitgave van het rapport.

Het rapport geeft naast een beschrijving van de denkrichtingen ook conclusies over alle denkrichtingen samen en over de afzonderlijke denkrichtingen.

1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 staan de uitgangspunten die de consortia hebben gevolgd bij de uitwerking van de denkrichtingen. Hoofdstuk 3 geeft een samenvatting van de uitkomsten per denkrichting; de resultaten staan meer in detail in de achtergrondrapporten die de consortia hebben opgeleverd.[4] Hoofdstuk 4 bevat de conclusies en vervolgstappen.

[2] https://www.deltaprogramma.nl/documenten/publicaties/2019/09/30/verkenning-deltares---strategieen-voor-adaptatie-aan-hoge-en-versnelde-zeespiegelstijging

[3] https://www.deltaprogramma.nl/deltaprogramma/documenten/publicaties/2021/10/18/de-investeringsopgave-in-deltaprogramma-regios

[4] Bibliografie | Deltaprogramma: https://www.deltaprogramma.nl/kennisprogramma-zeespiegelstijging/bibliografie

Lauwersmeerdijk, dijkversterking, Friesland

2. Denkrichtingen, werkwijze en uitgangspunten

Vier consortia hebben ieder een denkrichting uitgewerkt voor de manier waarop Nederland op lange termijn zou kunnen omgaan met zeespiegelstijging. Zij hebben met name onderzocht hoe de waterveiligheid op orde kan blijven en (globaal) verkend wat de gevolgen voor zoetwaterbeschikbaarheid zijn. Voor de denkrichting Meegroeien is hier onderzoek naar behoud en ontwikkeling van robuuste ecosystemen aan toegevoegd. Aan de uitwerkingen heeft een groot aantal professionals meegedaan, waardoor de uitkomsten een brede kennisbasis hebben. Om tot onderling vergelijkbare eindresultaten te komen, zijn vooraf afspraken gemaakt over de te volgen werkwijze, de aard van de denkrichtingen en de uitgangspunten.

2.1 De vier denkrichtingen

Nederland kan op verschillende manieren omgaan met de gevolgen van zeespiegelstijging. Onderzoeken van het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) en Deltares onderscheiden enkele fundamenteel verschillende denkrichtingen. Daarop zijn de vier denkrichtingen gebaseerd die de kern van dit rapport vormen:

1. Meebewegen
We passen het landgebruik en de samenleving zoveel mogelijk aan de gevolgen van zeespiegelstijging aan. We kiezen vooral voor maatregelen die de gevolgen van overstromingen beperken. Denk bijvoorbeeld aan verhoogd of drijvend bouwen, zouttolerante landbouw en verschuiving van investeringen naar hoog-Nederland.

2. Beschermen
We continueren het huidige waterbeheer met voornamelijk waterbouwkundige middelen, zoals dijkversterkingen, stormvloedkeringen, zandsuppleties, sluizen, stuwen, gemalen en pompen en daarbij kiezen we voor afsluitbare of altijd gesloten riviermondingen.

3. Zeewaarts
We beperken complexe maatregelen in en langs de riviermondingen door een groot meer voor de kust aan te leggen, voor het bergen van hoge rivierafvoeren en het verminderen van verzilting.

4. Meegroeien
We gebruiken waar dat kansrijk is de natuurlijke dynamiek van water en sediment om zand en slib in te vangen, zodat de overgang van zee naar land meegroeit met de zeespiegelstijging en bijdraagt aan de veiligheid en leefbaarheid. Daarnaast wordt gebruik gemaakt van waterbouwkundige maatregelen.

Een uitgebreide beschrijving van de denkrichtingen staat in hoofdstuk 3.

2.2 Werkwijze van de consortia

In het Kennisprogramma Zeespiegelstijging hebben overheden, kennisinstellingen en maatschappelijke organisaties in regionale bijeenkomsten verkend hoe op de lange termijn de gevolgen van zeespiegelstijging zijn op te vangen met de verschillende denkrichtingen. De resultaten daarvan kwamen in het voorjaar van 2023 beschikbaar.

De volgende stap was om te bepalen hoe effectief en haalbaar de verschillende denkrichtingen zijn. Dat vroeg meer inzicht in de benodigde ruimte, de kosten en de effecten van de denkrichtingen. Hiervoor moest brede kennis en expertise bij elkaar komen, onder meer over de volledige plan- en uitvoeringscyclus van technische maatregelen, de landschappelijke uitwerking en het verloop van transities. Dat is gedaan door vier consortia.

Consortia, kernteams en hackathons
Per denkrichting is een consortium gevormd van ingenieursbureaus, kennisinstellingen, overheden, beheerders, ngo's en ontwerpers, met alle deskundigheid die voor de betreffende denkrichting nodig was. Zij zijn samen aan het werk gegaan met gemeenschappelijke financiering door de Topsector Water & Maritiem, het ministerie van Infrastructuur en Water en het Deltaprogramma en met bijdragen in natura (capaciteit) van alle deelnemende partijen. Aan het consortium 'Meegroeien' hebben ook het ministerie van Landbouw, Voedsel, Visserij en Natuur en het Wereld Natuur Fonds financieel bijgedragen.

Ieder consortium heeft een multidisciplinair kernteam samengesteld, op basis van een brede uitvraag onder brancheorganisaties en ingediende CV's. De kernteams hebben analyses, berekeningen, ontwerpen en beschrijvingen gemaakt voor de betreffende denkrichting. Ook hebben zij hackathons georganiseerd om de resultaten te delen met een bredere groep en om kennis en input te vergaren voor de volgende stap. In minder dan tien maanden tijd heeft ieder consortium de nadere uitwerking van de denkrichting tot stand gebracht in een reeks van afwisselend werkbijeenkomsten van het kernteam en hackathons.

Dwarsverbanden
Rijkswaterstaat en Deltares waren betrokken bij de activiteiten van alle vier de consortia, om dwarsverbanden te signaleren, te bewaken dat de vier consortia op een vergelijkbare manier omgingen met vergelijkbare vraagstukken en ervaringen en kennis uit te wisselen. Ook konden zij zorgen voor afstemming met andere onderzoeken van het Kennisprogramma Zeespiegelstijging.
De trekkers van de consortia Zeewaarts, Beschermen en Meebewegen wisselden wekelijks ervaringen uit, over de voortgang, vraagstukken waar ze tegenaan liepen en tussentijdse uitkomsten. Dat heeft onder meer geleid tot een consortia-brede bijeenkomst over verzilting en zoetwaterbeschikbaarheid, omdat alle consortia daar meer kennis over nodig hadden. Het kernteam van het consortium Meegroeien, dat later gestart is, heeft de werkwijze van de drie andere consortia als basis genomen.

Brede kennisbasis
In totaal 50-70 professionals van meer dan 20 organisaties meegewerkt in de kernteams. Ruim 100 experts hebben meegedaan aan een of meer hackathons. Daarmee berusten de uitwerkingen van de denkrichtingen op een brede kennisbasis. Het grote aantal betrokkenen heeft er ook toe geleid dat de problematiek rond zeespiegelstijging in relatief korte tijd breed is gedeeld en doorleefd, in de watersector en daarbuiten.

Toch is het belangrijk te benadrukken dat de studies nog maar een eerste concretiseringsslag geven. Ze vormen de aanzet naar meer en specifiekere onderzoeken. Zo zal er in de loop van de tijd steeds nieuwe waardevolle en noodzakelijke informatie bij komen, in het bijzonder over de effecten op andere functies. Desalniettemin geven ze nu al een eerste indruk van de technische, fysische en ruimtelijke haalbaarheid van verschillende denkrichtingen en eerste invullingen die meer of minder realistisch zijn.

2.3 Doelstellingen voor waterveiligheid, zoetwater en robuuste ecosystemen

Alle vier de consortia hebben de uitwerking van hun denkrichting gericht op doelstellingen voor waterveiligheid en zoetwater. Voor de uitwerking van Meegroeien is ook een doelstelling voor robuuste ecosystemen gehanteerd.

Waterveiligheid
Uitgangspunt is dat het Hoogwaterbeschermingsprogramma in 2050 is afgerond en dat alle waterkeringen dan voldoen aan de wettelijke normen voor overstromingskansen zoals die nu in de wet zijn vastgelegd.

De denkrichtingen Beschermen, Zeewaarts en Meegroeien zijn er daarnaast van uitgegaan dat de huidige wettelijke waterveiligheidsnormen voor de primaire waterkeringen ook in de toekomst maatgevend blijven. Voor de uitwerking van de denkrichting Meebewegen past dat uitgangspunt niet bij de aard van de denkrichting. Hier is de onderliggende beleidsdoelstelling als leidraad gekozen: de kans dat een individu door een overstroming komt te overlijden mag niet groter zijn dan 1/100.000 per jaar (basisveiligheid).

Uit de Tussenbalans van het Kennisprogramma Zeespiegelstijging blijkt dat het technisch mogelijk is om de kustlijn met de huidige aanpak van zandsuppleties op zijn plaats te

houden tot een zeespiegelstijging van ten minste 5 meter. Deze wijze van kustlijnonderhoud is in combinatie met het op orde houden van bijbehorende waterkeringen vrijwel altijd een effectieve, relatief goedkope aanpak. Daarom is het voortzetten van zandsuppleties in de denkrichtingen Beschermen, Zeewaarts en Meegroeien als uitgangspunt gekozen; voor de denkrichting Meebewegen was dit geen absoluut uitgangspunt.

Zoetwaterbeschikbaarheid
Voor zoetwaterbeschikbaarheid zijn geen doelstellingen voor de toekomst gehanteerd. Bij het bepalen van zoetwatertekorten is er in de denkrichtingen Beschermen, Zeewaarts en Meegroeien vanuit gegaan dat de hoeveelheid zout in het water in de toekomst overal gelijk moet blijven (polders en oppervlaktewater) en dat huidige innamepunten voor drinkwater blijven bestaan. Voor de denkrichtingen Beschermen en Meegroeien was het mogelijk de toekomstige zoetwatervoorraad in het hoofdwatersysteem enigszins kwantitatief te bepalen, omdat deze richting nauw aansluit bij de huidige aanpak waar veel modelberekeningen voor beschikbaar zijn. Voor de denkrichtingen Zeewaarts en Meebewegen is een kwalitatief beeld geschetst.

Robuuste ecosystemen
In de denkrichting Meegroeien gaat het laten meegroeien van de randen van ons land gelijk op met de ontwikkeling van robuuste ecosystemen in de kustzone: het een is onlosmakelijk verbonden met het ander. Daarmee geeft deze denkrichting niet alleen invulling aan de doelstellingen voor waterveiligheid en zoetwater, maar ook aan wat de doelstelling voor natuur moet zijn om een robuust ecosysteem te creëren en onderhouden. Deze doelstelling heeft betrekking op de omvang van arealen (onder meer intergetijdengebieden, moerassen en duinen), de natuurlijke dynamiek die leidt tot de ontwikkeling en het meegroeien van deze ecosystemen en de verbindingen die daarvoor nodig zijn (geleidelijke overgangen tussen rivieren en de zee en tussen zoet en zout). In de andere denkrichtingen is deze doelstelling niet meegenomen.

2.4 Overige uitgangspunten voor het onderzoek

De vier consortia hebben de onderstaande uitgangspunten gehanteerd bij de uitwerking van de denkrichtingen.

Uitgangspunt 1: een veilig, leefbaar en bewoonbaar Nederland
De consortia hebben de denkrichtingen zo ingevuld dat Nederland ook in de toekomst een veilig en leefbaar land blijft. Wat dit precies inhoudt, was vooraf moeilijk te definiëren. De Novex, het Nationaal Waterplan en de centrale waarden van het Deltaprogramma bieden wel aanknopingspunten:

- Bij veilig en leefbaar hoort in ieder geval dat Nederlanders bij verdergaande zeespiegelstijging voldoende beschermd zijn tegen overstromingen vanuit zee, de grote rivieren en de grote meren en voldoende zoetwater houden.
- Bij het consortium Meegroeien is aan de invulling van het begrip 'leefbaarheid' ook een robuust ecosysteem als drager van functies toegevoegd.
- De overlast bij regenval blijft op een acceptabel niveau, ook in het regionale watersysteem en langs onbedijkte rivieren en beken.
- Een leefbaar land is daarnaast schoon en heeft hoge natuurwaarden.
- Vitale sectoren, zoals de energie- en drinkwatervoorziening, zijn robuust ingericht.
- De inrichting en de samenleving kunnen flexibel inspelen op veranderende omstandigheden, zoals langere perioden van droogte.
- Een veilig en leefbaar Nederland heeft sterke en gezonde steden en regio's en een toekomstbestendig landelijk gebied. Daardoor is Nederland concurrerend en heeft het economisch potentieel.
- Waarden die centraal staan zijn duurzaamheid, circulariteit en solidariteit tussen generaties, bevolkingsgroepen en regio's.

Uitgangspunt 2: huidige functies en landgebruik, huidige stand van de kennis
We hadden 50 jaar geleden niet kunnen bedenken in welke wereld we nu leven. Dat geldt ook voor de toekomst. We weten dat de wereld er over 100 of 200 jaar totaal anders uitziet, maar we kunnen ons er geen voorstelling van maken. De combinatie van klimaatverandering, technologische ontwikkeling, verschuivende machtsverhoudingen en maatschappelijke en economische veranderingen zullen tot nieuwe omstandigheden, een nieuwe samenleving en een nieuwe inrichting leiden.

Zo zal zeespiegelstijging elders in de wereld mogelijk uitgestrekte kustgebieden en eilanden overspoelen of te risicovol maken voor bewoning. Grote delen van de aarde worden ongeschikt voor voedselproductie, door te veel of juist te weinig water en verlies van biodiversiteit. Dit kan hongersnoden en grootschalige migratie veroorzaken en bijvoorbeeld ook insectenplagen en ziekten. De economie zal veranderen, mondiaal en ook regionaal en lokaal. Ook door andere ontwikkelingen zullen de cultuur, de economie en sociale verhoudingen veranderen. Samen met nieuwe kennis en technologie kunnen daarbij manieren voor het omgaan met zeespiegelstijging in beeld komen waar we nu nog geen idee van hebben.

Omdat deze veranderingen nauwelijks te voorspellen zijn, zijn de huidige functies, het huidige landgebruik en de huidige stand van de kennis als uitgangspunt en vergelijkingsbasis genomen voor de uitwerking van de denkrichtingen.

Daarmee zijn de uitkomsten onderling redelijk vergelijkbaar. Bovendien wordt zichtbaar welke veranderingen in ruimtegebruik per denkrichting nodig of onontkoombaar zijn. Ook is hiermee eenvoudiger te zien wat nu aandacht vraagt bij investeringen op korte en middellange termijn.

Uitgangspunt 3: focus op waterveiligheid en zoetwaterbeschikbaarheid
Zeespiegelstijging zal uiteenlopende gevolgen hebben in Nederland. In deze eerste uitwerking van denkrichtingen staat het omgaan met waterveiligheid centraal en zijn de gevolgen voor zoetwaterbeschikbaarheid globaal meegenomen. De onderzoeken hebben niet alleen rekening gehouden zeespiegelstijging maar ook met andere gevolgen van klimaatverandering, waaronder verandering van de rivierafvoeren. Deze gevolgen komen in het benedenrivierengebied van de Rijn en de Maas samen met de zeespiegelstijging, wat daar tot grote opgaven leidt. Daarom gaat de meeste aandacht uit naar de gebieden die de afvoer van dat water moeten faciliteren: de Rijnmond en de Zeeuwse en Brabantse Delta. Droogte, temperatuurstijging en economische ontwikkeling zijn niet meegenomen bij het bepalen van de zoetwatervraag.

De gevolgen van de denkrichtingen voor natuur, waterkwaliteit, scheepvaart, landbouw en bebouwing worden in de volgende fase van het Kennisprogramma Zeespiegelstijging beschreven (zie uitgangspunt 7).

Uitgangspunt 4: adaptiviteit en solidariteit
De basiswaarden van het Deltaprogramma zijn onder meer adaptiviteit en solidariteit. Adaptiviteit betekent dat strategieën en maatregelen aanpasbaar zijn aan veranderende omstandigheden. Solidariteit houdt onder andere in dat onze generatie solidair is met toekomstige generaties en ruimte openhoudt voor eigen afwegingen door die toekomstige generaties.

Uitgangspunt 5: rekenen met 2 en 5 meter zeespiegelstijging
De consortia hebben de denkrichtingen uitgewerkt voor 2 en 5 meter zeespiegelstijging. De ontwerpen die de consortia hebben uitgewerkt, horen niet bij een bepaald jaartal. Ze kunnen vroeger of later aan de orde zijn[5]. De snelheid van de zeespiegelstijging bepaalt wel in hoge mate de haalbaarheid van de denkrichtingen: naarmate de zeespiegelstijging sneller verloopt, is een grotere inspanning in kortere tijd nodig om uitvoering te realiseren. Dat heeft ook consequenties voor de kosten.

Om te onderzoeken of de denkrichtingen ook toepasbaar zijn bij snelle zeespiegelstijging is hier uitgegaan van het vrij extreme scenario waarbij 2 en 5 meter zeespiegelstijging zich voordoen rond respectievelijk 2100 en 2200. De kans hierop is klein, maar dit scenario is niet uit te sluiten.

Alle consortia hebben ook dezelfde uitgangspunten gehanteerd voor rivierafvoeren, passend bij zeer extreme klimaatverandering in 2100 en 2200.

Hydraulische parameter	2100	2200
Zeespiegelstijging t.o.v. 1995 (m)	2	5
Stijgsnelheid zeespiegel (mm/jaar)	28	42
Rijnafvoer Lobith (m^3/s)	18.000	20.000
Maasafvoer Eijsden (m^3/s)	4.800	5.300
Totale rivierafvoer	23.000*	25.000*

Tabel 1: *Uitgangspunten voor zeespiegelstijging en rivierafvoeren voor de onderzoeken naar denkrichtingen. NB: Niet alle aspecten die relevant zijn voor de ontwikkeling van de watervraag en het bepalen van het watertekort konden in deze exercitie meegenomen worden; denk aan droogte, temperatuurontwikkeling en economische ontwikkelingen.*
**Aangenomen is dat de gecombineerde Rijn-Maasafvoergolf 25 dagen duurt (conform GRADE)*

Uitgangspunt 6: economisch centrum en andere functies
Voor de denkrichtingen Zeewaarts, Beschermen en Meegroeien is aangenomen dat het economisch centrum van Nederland in de Randstad blijft. Bij Meebewegen is er rekening mee gehouden dat dit op den duur (na 2200 en bij meer dan 5 meter zeespiegelstijging) steeds moeilijker houdbaar is.

Alle consortia hebben daarnaast globaal de effecten voor enkele andere functies beschreven en de kansen die voor deze functies kunnen ontstaan. Een systematische beschrijving van te verwachten effecten op andere functies is beschreven in een impactanalyse. Deze analyse geeft meer inzicht in de voor- en nadelen van de denkrichtingen en de vergelijking met de huidige strategie.

[5] Volgens de KNMI'23-scenario's wordt twee meter zeespiegelstijging in een extreme situatie met een versnelde smelt op Antarctica verwacht in 2086 ('worst case'), in het scenario met hoge uitstoot tussen 2150 en 2285 en in het scenario met lage uitstoot is de twee meter nog niet opgetreden in 2300. Voor vijf meter zeespiegelstijging geldt: in een extreme situatie in 2145 ('worst case'), in het scenario met hoge uitstoot na 2260. In het scenario met lage uitstoot kan er geen uitspraak gedaan worden over of en wanneer 5 meter zeespiegelstijging optreedt.

3. Denkrichtingen voor de lange termijn: kenmerken en bevindingen

Meebewegen, Beschermen, Zeewaarts en Meegroeien zijn vier verschillende manieren waarmee Nederland op lange termijn kan omgaan met zeespiegelstijging. Iedere denkrichting leidt tot een ander Nederland. Het onderzoek laat dat op hoofdlijnen zien.

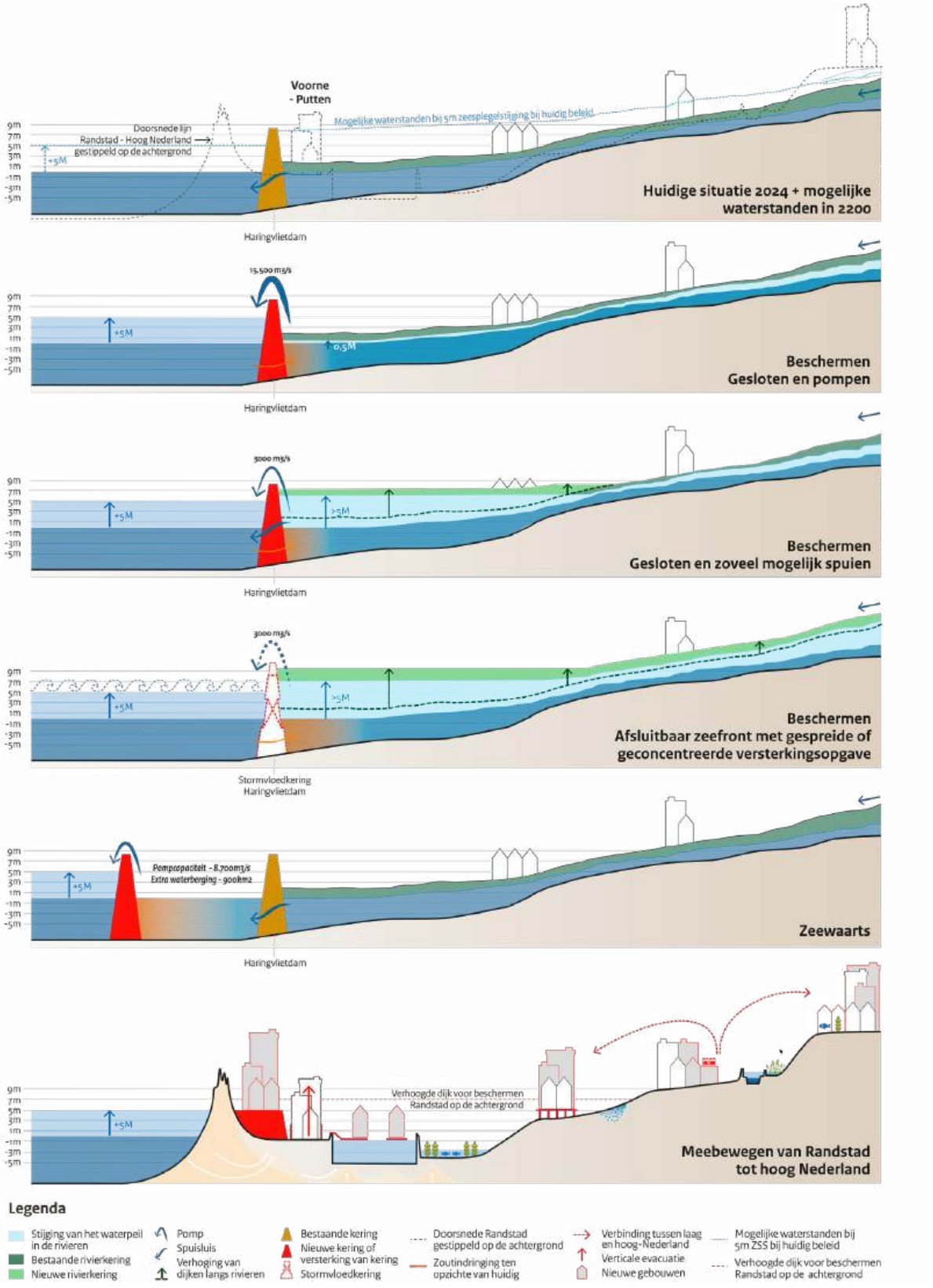
3.1. Vervolg op tradities in het waterbeheer

Nederland heeft een eeuwenlange geschiedenis met het waterbeheer. Op deze ervaring kunnen we voortbouwen bij de voorbereiding op versnelde zeespiegelstijging. Nederlanders hebben op hoofdlijnen steeds twee strategieën toegepast, vaak in combinatie met elkaar:

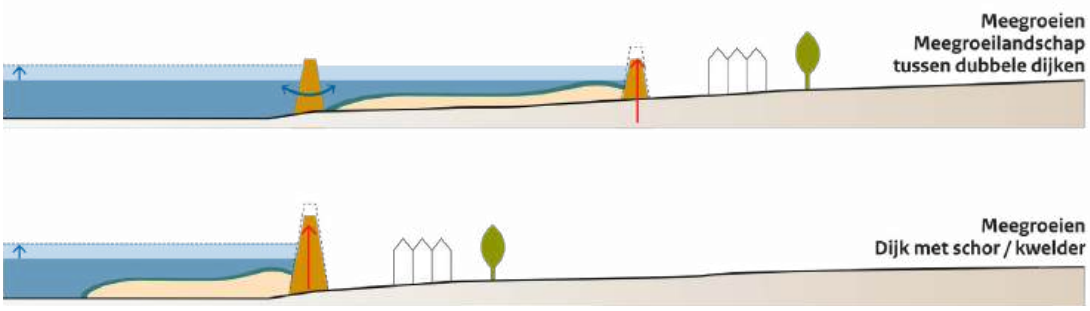
- *Aanpassen en natuurlijke processen benutten*
  Volgens deze traditie passen we ons landgebruik aan de natuurlijke dynamiek van de watersystemen aan. We geven het water de ruimte en maken in het waterbeheer gebruik van natuurlijke processen, zoals opslibbing en natuurlijk zandtransport. In het verleden is door het stimuleren van natuurlijke opslibbing bijvoorbeeld op grote schaal land aangewonnen, onder meer in Zeeland en langs de Waddenzee. Recente voorbeelden zijn het programma Ruimte voor de Rivier, het onderhoud van de kust met zandsuppleties, hermeandering van beken voor het vasthouden van water en vernatting van veengronden.
- *Het water sturen, keren en beheersen*
  In deze strategie maken we gebruik van technische maatregelen om het water te kunnen benutten voor het gewenste landgebruik voor landbouw, bewoning en bedrijvigheid. Voorbeelden zijn de normalisatie en kanalisatie van de Rijn en Maas, de ontwatering in onder andere de veengebieden, de afsluiting van de Zuiderzee, de aanleg van de Deltawerken en het gebruik van sluizen en stuwen om zoetwater te verdelen over het land.

Als eerste verkenning voor de toekomst zijn vier fundamenteel verschillende combinaties van deze strategieën uitgewerkt (zie 2.2): **Meebewegen**, **Beschermen**, **Zeewaarts** en **Meegroeien**. Deze vier denkrichtingen bieden samen een groot deel van het spectrum aan mogelijkheden waarbinnen uiteindelijk combinaties van maatregelen gekozen kunnen worden. Figuur 1 en 1b laten de belangrijkste verschillen zien tussen de uitgewerkte denkrichtingen, met de focus op bouwstenen en waterstanden.

Iedere denkrichting is door een consortium van marktpartijen en overheden uitgewerkt, waarbij alle consortia zoveel mogelijk gelijke uitgangspunten hebben gehanteerd (zie hoofdstuk 2). Hieronder staan de bevindingen op hoofdlijnen.



Figuur 1: *Dwarsdoorsneden vanaf zee landwaarts voor verschillende situaties. De bovenste vijf doorsnedes laten de zee zien en het mondingsgebied en de bovenloop van Rijn en Maas bij 5 m zeespiegelstijging en extreme rivierafvoer. De verschillen in waterstand en verzilting worden veroorzaakt door verschillende inzet van bouwstenen zoals afsluiten, bergen, pompen en spuien in de onderzochte denkrichtingen. Hogere peilen leiden in deze doorsnedes tot dijkversterking. De onderste dwarsdoorsnede is door land en laat verschillende mogelijke bouwstenen van de oplossingsrichting meebewegen zien.*



Figuur 1b: *Dwarsdoorsnede van twee mogelijke bouwstenen uit de denkrichting Meegroeien. In beide gevallen zal de achterliggende dijk in de toekomst minder versterkt hoeven te worden dan zonder aanslibbing.*

Eerste verkenning: mogelijke denkrichtingen, mogelijke invullingen

Er zijn vele manieren denkbaar voor het omgaan met zeespiegelstijging. In dit onderzoek zijn vier denkrichtingen onder de loep genomen. Ieder van die denkrichtingen is weer op vele wijzen in te vullen, passend bij de filosofie van de richting. In dit onderzoek hebben de consortia voor iedere denkrichting één of enkele denkbare invullingen gekozen en verder uitgewerkt. Het doel is dan ook zeker niet om op basis van dit onderzoek een keuze te maken voor de toekomst. Het doel is om gevoel te krijgen voor het palet aan mogelijkheden en de concrete vraagstukken die daarbij ontstaan. Zodat we met dat inzicht nieuwe stappen kunnen zetten in de voorbereiding op zeespiegelstijging.

De vier consortia hebben geprobeerd de vier denkrichtingen op een vergelijkbare manier uit te werken (zie ook hoofdstuk 2). Toch is er een verschil in de mate van concreetheid en onderbouwing tussen de uitgewerkte denkrichtingen. De consortia die Beschermen en Zeewaarts hebben uitgewerkt, konden voor een groot deel voortbouwen op de huidige aanpak en gebruikmaken van de analyses voor waterveiligheid en zoetwater die in de eerste fase van het Kennisprogramma Zeespiegelstijging zijn gemaakt (de systeemverkenningen). Dat heeft uitwerkingen opgeleverd met concrete waterbouwkundige ingrepen en een redelijke mate van onderbouwing. Dat geldt ook voor het consortium Meegroeien, dat slim gebruik van natuurlijke processen als bouwers van de delta combineert met waterbouwkundige ingrepen. In het consortium dat Meebewegen heeft uitgewerkt, stond het landgebruik in de gebieden achter de keringen centraal. Hoe dat landgebruik kan meebewegen is een ingewikkeld en veelzijdig vraagstuk. Dit onderzoek is dan ook verkennend van aard en heeft meer schetsmatige resultaten opgeleverd.

3.2 Meebewegen

In de denkrichting Meebewegen blijft Nederland leefbaar en bewoonbaar doordat het landgebruik en de functies geleidelijk worden aangepast aan de gevolgen van de stijgende zeespiegel (zie figuur 1 Meebewegen). De strategie van steeds verdergaande technische ingrepen wordt verlaten. Water krijgt een meer natuurlijke plaats in het land en in de samenleving. Aanname is dat de bestaande waterinfrastructuur en kunstwerken na 2050 niet meer in alle gevallen verder verbeterd worden (maar ze worden ook niet verwijderd). Iedereen houdt het basisbeschermingsniveau zoals nu vastgelegd: de kans dat iemand komt te overlijden door een overstroming is maximaal 1/100.000 per jaar. Dat gebeurt steeds meer met maatregelen die de gevolgen van overstromingen beperken. Rivierwater stroomt onder vrij verval via afsluitbare riviermondingen naar zee. Overtollig water wordt in toenemende mate tijdelijk geborgen in daarvoor bestemde gebieden.

Uit welke maatregelen bestaat Meebewegen?

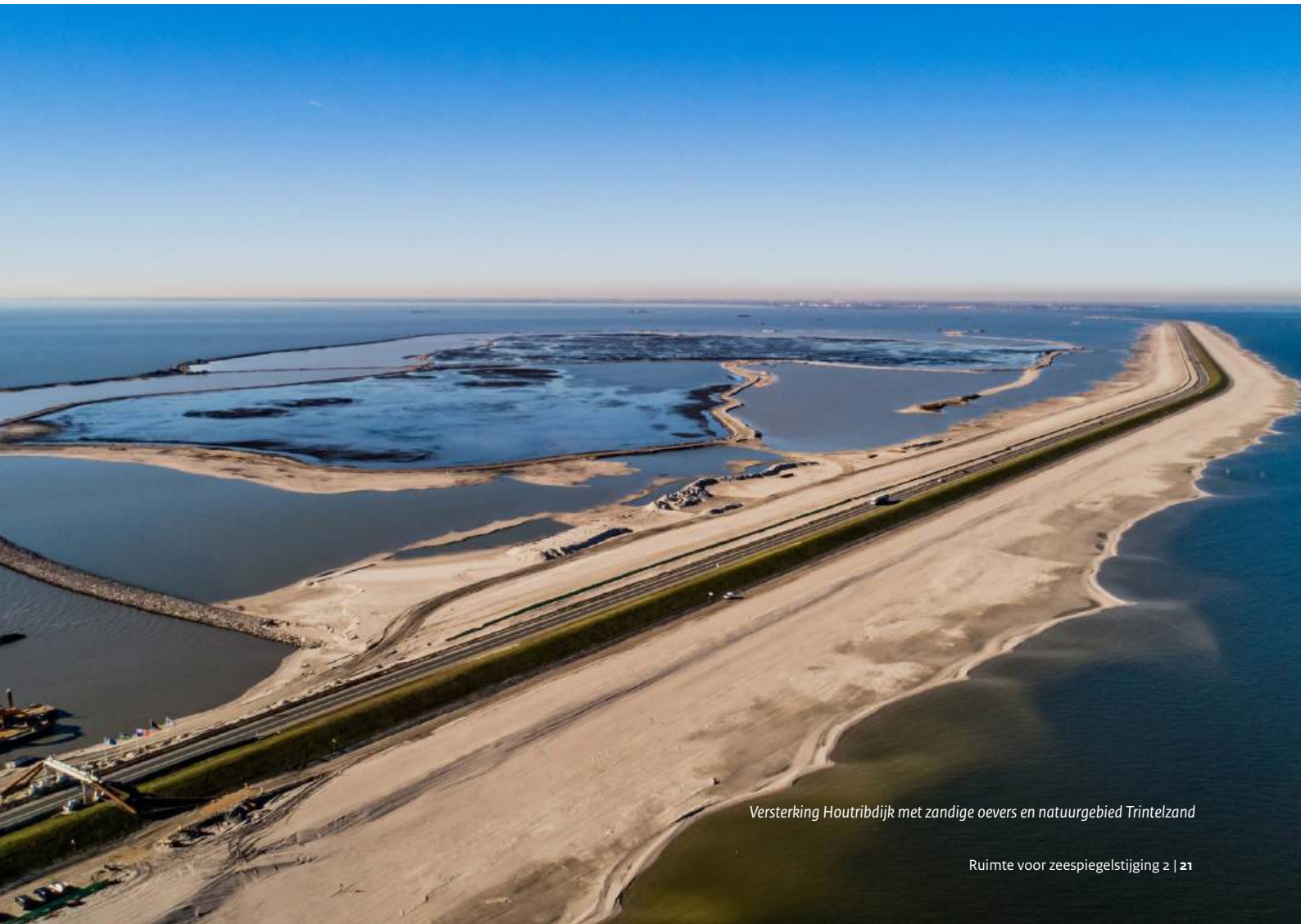
Het consortium Meebewegen heeft verschillende typen maatregelen verkend die bij deze richting passen. Deze zijn uitgewerkt in bouwstenen die deels nu al worden toegepast en deels nieuw zijn. Een deel van de bouwstenen is watergerelateerd, zoals ringdijken rond bebouwing, waterbergende bufferpolders, natuurlijk meegroeien van kust en oevers met zeespiegelstijging en water vasthouden. Het consortium heeft ook bouwstenen verkend voor functies die door zeespiegelstijging onder druk komen te staan, zoals nutsvoorzieningen, economische activiteiten, landbouw en bewoning: verhoogd of drijvend bouwen, voorzieningen voor verticale evacuatie, waterrobuuste vitale netwerken (elektriciteit, drinkwater), zouttolerante landbouw, ‘footloose’ landbouw, verschuiving van investeringen naar hoog-Nederland en de daarvoor benodigde governance. Van deze bouwstenen zijn mogelijke regio-specifieke combinaties gemaakt voor de Randstad, hoog-Nederland en laag-Nederland (inclusief het rivierengebied en de zuidwestelijke delta) (zie figuur 2).

Figuur 2: *Landschappelijke impressies (beelden in de kaart) en bouwstenen (dwarsprofiel) van de denkrichting Meebewegen. In de kaart wordt grofweg onderscheid gemaakt tussen de overstromingsgevoelige gebieden in Nederland en de hogere delen. In de overstromingsgevoelige gebieden zijn binnen de denkrichting Meebewegen aanpassingen nodig aan bebouwing en landgebruik die de kwetsbaarheid van het gebied verkleinen. Het gebied van dijkring 14 en 44 is onderscheiden, omdat naar aanleiding van een nadere analyse geconcludeerd is dat dit gebied zo lang mogelijk beschermd moet blijven met dijken en duinen om het verdienvermogen van Nederland op peil te houden.*

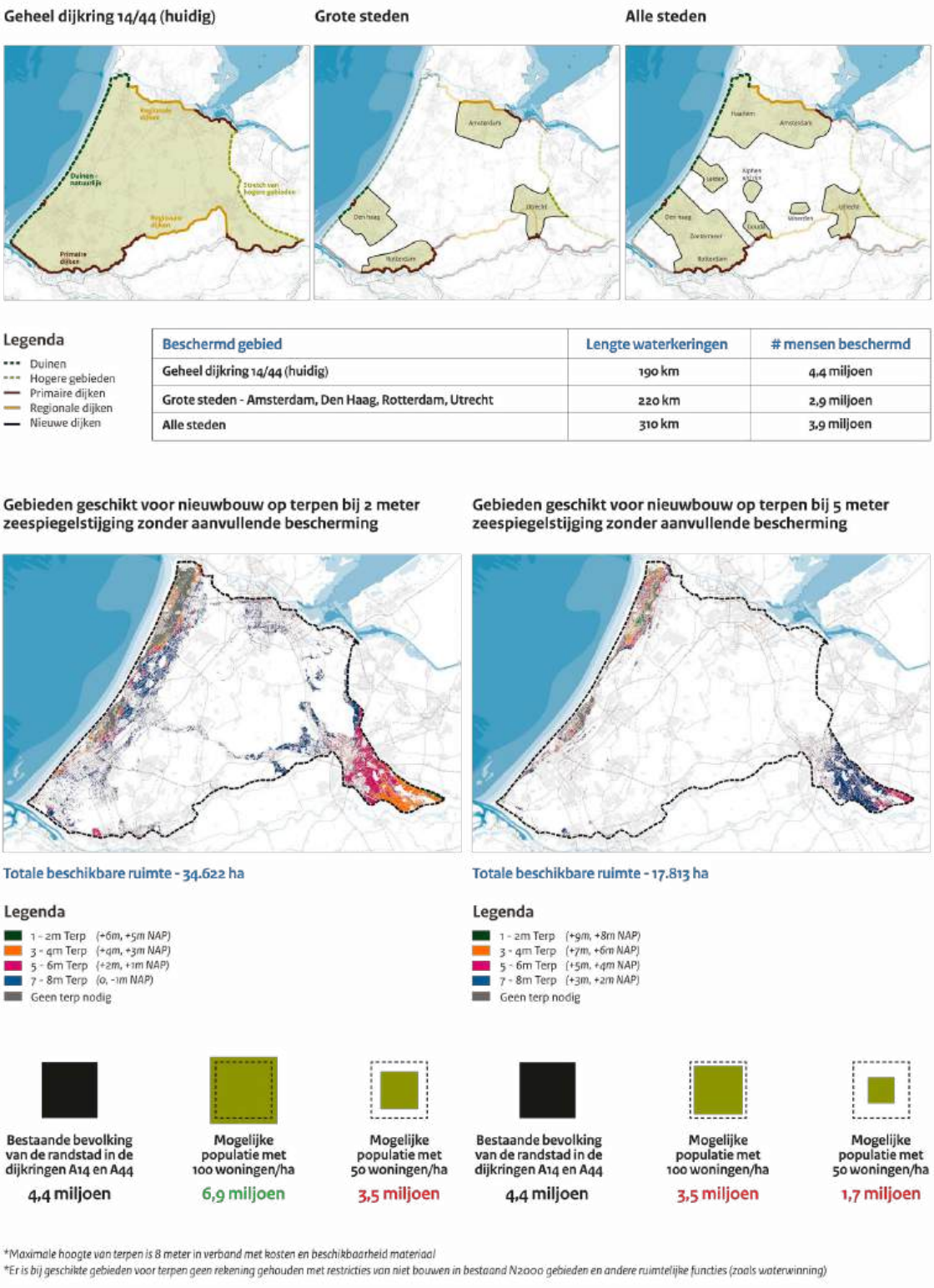
Het aanpassen van het landgebruik is een essentieel onderdeel van deze denkrichting en dat heeft ingrijpende consequenties. De denkrichting gaat uit van het geleidelijk toegroeien naar aangepast landgebruik via een zorgvuldig en gecontroleerd proces, om sociaaleconomische schokken zoveel mogelijk te voorkomen. Wanneer hierop wordt ingezet, is landelijke regie nodig op basis van een duidelijk toekomstperspectief voor de lange termijn en samenspraak met belanghebbenden en bedrijven.

Wat betekent Meebewegen voor de waterveiligheid?

Het is belangrijk dat Nederland verdienvermogen behoudt om zich aan klimaatverandering aan te passen. Daarom is er in deze denkrichting voor gekozen het economisch hart van Nederland zo lang mogelijk te blijven beschermen tegen overstromingen: de Randstad-agglomeratie (dijkring 14 en 44 en het havengebied Europoort). Uit de denkrichting Beschermen blijkt dat het in stand houden en versterken van de bestaande waterkeringen van deze dijkringen hiervoor de meest effectieve strategie is. In de Randstand is volledig inzetten op meebewegen (met bebouwing op terpen, drijvend bouwen, ringdijken rond grote steden) voorlopig niet haalbaar: er is onvoldoende ruimte voor, het is onevenredig kostbaar en het levert onvoldoende bescherming op voor bestaande bebouwing. Zo zijn voor ringdijken rond grote steden waterkeringen over een lengte van 310 km nodig, terwijl de huidige dijkringen een totale lengte hebben van 190 km. Op terpen is bij 5 meter zeespiegelstijging woonruimte voor niet meer dan enkele miljoenen inwoners; nu wonen er 4,4 miljoen mensen (zie figuur 3).



Versterking Houtribdijk met zandige oevers en natuurgebied Trintelzand



Figuur 3: *Verkenning van de mogelijkheden van ringdijken en terpen om bebouwing en inwoners in dijkring 14 en 44 tegen overstromingen te beschermen. Ringdijken blijken geen goed alternatief voor de huidige dijkringen. Ze beschermen minder mensen en zijn bij elkaar opgeteld langer en dus duurder dan de huidige waterkeringen. Terpen bieden niet voldoende ruimte om alle inwoners kwijt te kunnen binnen het gebied. In verband met kosten en de beschikbaarheid van materiaal is uitgegaan van een maximale hoogte van 8 meter voor de terpen. Er is bij geschikte gebieden voor terpen geen rekening gehouden met restricties van niet bouwen in bestaand N2000 gebieden en andere ruimtelijke functies (zoals waterwinning).*

In de kustgebieden van de zuidwestelijke delta en Noord-Nederland en langs de rivieren wordt maximaal ingezet op het laten meegroeien van het land door natuurlijke opslibbing. Bij extreme stijging van de waterstanden zullen de bewoning en het landgebruik zich hier geleidelijk aanpassen, bijvoorbeeld door woningen en infrastructuur verhoogd of waterbestendig te bouwen, en zich zo nodig gecontroleerd terugtrekken en verplaatsen naar hoog-Nederland. De kosten voor deze aanpassingen zijn nog niet in beeld gebracht. Daarom was het voor deze gebieden nog niet mogelijk om een kostenafweging op basis van verschillende invullingen te maken, zoals voor de Randstad wel is gedaan.

Wat betekent Meebewegen voor de zoetwatervoorziening?

In laag-Nederland en de Randstad neemt de zoetwater-beschikbaarheid in deze denkrichting af, als gevolg van zoutindringing via sluizen, zoute kwel via het grondwater en verzilting van de open riviermondingen.
Een aandachtspunt is of en hoe dit gebied op langere termijn over voldoende drinkwater kan beschikken. Grote delen van laag-Nederland zullen door de toenemende verzilting en overstromingen, in combinatie met toenemende water-overlast, minder geschikt of zelfs ongeschikt worden voor de bestaande land- en tuinbouw.

Steeds meer mensen zullen gaan wonen en werken in hoog-Nederland, waardoor de vraag naar water daar toeneemt. Ook in hoog-Nederland zal daardoor de beschikbaarheid van drinkwater steeds meer onder druk komen te staan; dat is nu al het geval. Daarnaast kan deze verschuiving de beschikbaarheid van water voor grondgebonden landbouw in hoog-Nederland verminderen. Landbouwvormen met een kleinere watervraag, zoals 'footloose' landbouw, zouden dan interessant kunnen zijn.

Wat betekent Meebewegen voor het ruimtebeslag en het ruimtegebruik?

De gevolgen voor het ruimtebeslag en het ruimtegebruik verschillen per regio (zie ook figuur 2).

Randstad
Hier is ruimte nodig om de dijken te kunnen blijven versterken en verhogen. Daarnaast zijn er ruimtelijke aanpassingen nodig om bij een onverhoopte overstroming de gevolgen te beperken, bijvoorbeeld door altijd-droge locaties te creëren voor kritieke infrastructuur (energie, communicatie) en als veilig toevluchtsoord (verticale evacuatie). Dat vraagt bij een zeespiegelstijging van 2-5 meter aanzienlijke aanpassingen in private en publieke gebouwen. Bij nieuwe ontwikkelingen kan hoogbouw bijdragen aan het verminderen van de risico's. Bodemdaling, verzilting en wateroverlast zorgen nu al in toenemende mate voor schade en overlast in dit gebied. Meebewegen krijgt invulling met meer ruimte voor water-berging, strengere eisen aan woningbouw (locaties en aanleghoogte) en aanpassingen van land- en tuinbouw aan verziltende en nattere bodems.

Hoog-Nederland
Bij deze denkrichting is aangenomen dat steeds meer bewoning en verdienvermogen naar de hoge delen van Nederland verschuift. Daarmee wordt de Nederlandse economie minder gevoelig voor een overstroming in (een deel van) de Randstad. De kans op zo'n overstroming is weliswaar erg klein, maar de gevolgen kunnen heel groot zijn. De geschiedenis leert dat het verplaatsen van een economische kern lastig te sturen is. Kansen voor sterke agglomeraties in hoog-Nederland ontstaan bijvoorbeeld bij kenniscentra, zoals in Eindhoven of Twente. Inzetten op een dergelijke verplaatsing binnen Nederland zou ook kunnen leiden tot versterking van bestaande agglomeraties in het buitenland. Goede verbindingen tussen de Randstad en deze regio's en tussen deze regio's en economische centra in de buurlanden zijn daarvoor bepalend, net als nu.

Toenemende bewoning in hoog-Nederland beperkt de mogelijkheden voor grondgebonden landbouw. Er is een eerste verkenning gedaan naar footloose landbouw als een mogelijke manier om landbouw te bedrijven met minder ruimtebeslag. Als footloose landbouw gewenst is, is een transitie nodig naar een bedrijfsvoering met gesloten kringlopen en recycling (voor stallen, kassen, aquacultuur en de bijbehorende logistiek). Op weg daarnaartoe zijn vele varianten mogelijk.

Laag-Nederland: rivieren, delta, kust en estuaria
In de laaggelegen gebieden langs de kust en de benedenloop van de grote rivieren zijn natuurlijke processen als sediment-transport en opslibbing te benutten. Langs de kust is doorgaan met zandsuppleties in combinatie met waterkeringen (meestal duinen, bij de kustplaatsen ook harde waterkeringen) haalbaar tot ten minste 5 meter zeespiegelstijging (zie Tussenbalans). Langs de Waddenzee en in de zuidwestelijke delta kan het land meegroeien met de zeespiegelstijging door natuurlijke sedimentatie, bijvoorbeeld in wisselpolders of tussen dubbele dijken (figuur 1b). Dit kan werken tot een zeespiegelstijging van 5-10 mm per jaar. Snellere zeespiegelstijging is met natuurlijke sedimentatie niet bij te houden. Zonder aanvullende sedimentaanvoer en/of invangmaatregelen gaan dan ook bestaande intergetijdengebieden (kwelders, schorren, slikken en zandplaten) in toenemende mate verloren.

Buitendijkse gebieden
Buitendijkse economische activiteiten krijgen in heel Nederland met steeds hogere waterstanden te maken. Onderdeel van Meebewegen is dat nieuwe buitendijkse ontwikkelingen een adaptief ontwerp krijgen, zodat periodiek ophogen, aanpassen of verplaatsen mogelijk is.

Wat moeten we nu doen en laten om Meebewegen mogelijk te houden?

De transities die onderdeel zijn van Meebewegen vragen tijd. Hoeveel tijd daarvoor beschikbaar zal zijn, hangt af van de snelheid waarmee de zeespiegel stijgt. Uit het onderzoek blijkt dat grote transities, zoals het verschuiven van woon- en werkagglomeraties naar hoger gebied, ten minste ordegrootte honderd jaar vragen. Zeker als we ook rekening houden met de complexe plan- en besluitvorming die daaraan voorafgaat. Meebewegen vereist daarom ver vooruitkijken en vroegtijdig beginnen, om sociale en economische aanpassingskosten te minimaliseren.

Voor de korte termijn staan al transities, investeringen en vervangingen op de agenda, bijvoorbeeld voor landbouw, natuur, woningbouw, infrastructuur en duurzame energie. Dat biedt kansen om ervaring met Meebewegen op te doen en eerste stappen te zetten.

Meebewegen vraagt op termijn voldoende ruimte, onder meer voor dijkversterkingen in de Randstad, hoge en droge locaties om de gevolgen van overstromingen te beperken, nieuwe woon- en werklocaties in hoog-Nederland en het laten meegroeien van land met de zeespiegelstijging.

Een goede voorbereiding op Meebewegen vraagt daarnaast meer kennis en ervaring:

- onderzoek naar de kosten van deze denkrichting, ook in vergelijking met de kosten van andere denkrichtingen in specifieke regio's;
- onderzoek naar natuurlijke opslibbing als onderdeel van waterkerende functies, met name in Noord- en Zuidwest-Nederland (wisselpolders, kwelders, riviernatuur et cetera), waar mogelijk ook met pilots;
- intensivering van onderzoek naar landbouwvormen die met minder water en grond een hoge voedselproductie bieden en landbouw in verziltende omstandigheden;
- ontwerpprincipes en regelgeving voor waterbestendige nieuwbouw en (kritieke) infrastructuur;
- onderzoek naar manieren om op lange termijn voldoende drinkwater te houden;
- onderzoek naar de bestuurlijke plan- en besluitvorming om ingrijpende transities die horen bij Meebewegen te kunnen inzetten en de transitiekracht van diverse sectoren, bijvoorbeeld voor transities in de landbouw, woningbouw en locaties van economische centra;
- onderzoek naar effectieve strategieën voor verschuiving van woonagglomeraties en economische centra, met aandacht voor de economische en maatschappelijke gevolgen.

3.3 Beschermen

Met de denkrichting Beschermen houden we Nederland veilig en leefbaar door verder te gaan met de huidige werkwijze in het waterbeheer. We beheersen het water met waterbouwkundige werken en instrumenten, zoals dijken, stormvloedkeringen, sluizen en stuwen. Op die manier beschermen ons tegen overstromingen en voorzien we in de zoetwatervraag. Met zandsuppleties houden we de kustlijn op zijn plaats en stijgt de kust mee met de zeespiegel.

Voor de afvoer van rivierwater biedt Beschermen verschillende mogelijkheden. Het onderzoek heeft vier strategieën uitgewerkt die heel verschillend uitpakken (zie figuur 4):

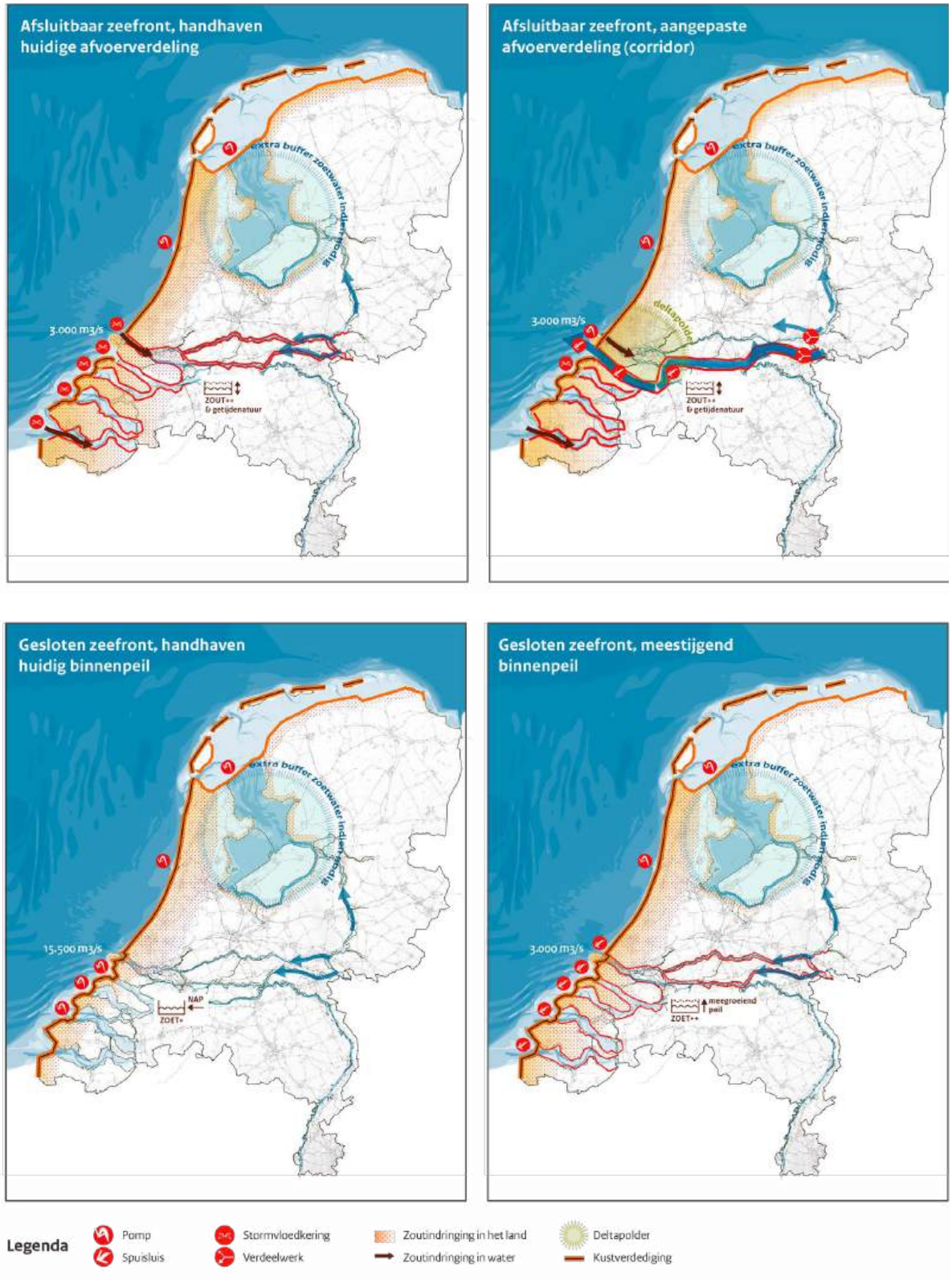
- Afsluitbaar zeefront, handhaven bestaande afvoerverdeling over de Rijntakken
- Afsluitbaar zeefront, aangepaste afvoerverdeling over de Rijntakken
- Gesloten zeefront, handhaven huidig binnenpeil
- Gesloten zeefront, meestijgend binnenpeil

Een afsluitbaar zeefront is afsluitbaar met een stormvloedkering. Een gesloten zeefront is afgesloten met een dam, waarbij spuisluizen of pompen het overtollige water afvoeren.

Bijlage 1 geeft een overzicht van de belangrijkste kenmerken en gevolgen van deze strategieën.

Uit welke maatregelen bestaat de denkrichting Beschermen?

Het consortium Beschermen heeft voor de vier strategieën bijpassende maatregelen verkend, zoals sluizen, verdeelwerken, stormvloedkeringen, pompen, (multifunctionele) dijken en dammen, kustsuppleties en aangepaste inrichting van buitendijkse gebieden, waar mogelijk in combinatie met nature based solutions (zie figuur 5). De strategieën zijn uitgewerkt voor heel Nederland, met de focus op de Rijn-Maasmonding, de zuidwestelijke delta en de Rijn en de Maas; met name in deze regio's zijn de strategieën onderscheidend.



Figuur 4: *De onderzochte 4 strategieën van de denkrichting Beschermen: afsluitbaar zeefront met stormvloedkeringen, meestijgend waterpeil en al dan niet aangepaste afvoerverdeling Rijntakken. En gesloten zeefront met hetzij pompen en een laag waterpeil, of spuien en een meestijgend waterpeil om overtollig rivierwater naar zee af te voeren. Door de verschillende combinaties van bouwstenen verschillen de strategieën in optredende verzilting en benodigde dijkversterkingen.*

Benedenrivierengebied : Spuien of pompen via de Zuidwestelijke Delta

	Pompen		Spuien
	Maximaal nodig	Lengte bij 20 m3/s/m	Totale lengte spuimiddelen (nu ca 1000m)
A1	15500 m3/s	800 m	n.v.t. (alles wordt gepompt)
A2	3000 m3/s	150 m	spuimiddel uitbreiden naar 1500m
B1	3000 m3/s	150 m	huidig spuimiddel voldoet
B2	3000 m3/s	150 m	spuimiddel uitbreiden naar 1500m

Figuur 5: *De bouwstenen die nodig zijn voor het realiseren van de denkrichting Beschermen en het geschatte ruimtebeslag van benodigde pomp- dan wel spuicapaciteit.*

De strategieën met een gesloten zeefront hebben een ander vertrekpunt dan de huidige strategie. De Nieuwe Waterweg en het Haringvliet zijn daarbij volledig afgesloten met een dam. Voor de afvoer van rivierwater is een groot pompcomplex nodig, eventueel gecombineerd met berging van piekafvoeren in bijvoorbeeld bestaande watersystemen (figuur 1, Gesloten en pompen). Dat vraagt een enorme pompcapaciteit. In een extreme situatie is bij een zeespiegelstijging van 5 meter een pompcapaciteit van ordegrootte 15.500 m^3/s nodig om een hoogwatergolf met een kans van 1/10.000 per jaar af te voeren én tijdelijke berging van rivierwater in bestaande watersystemen over een totale oppervlakte van 1.000 km^2 (Rijnmond, Haringvliet, Grevelingen en Oosterschelde). De benodigde pompcapaciteit is 60 keer zo groot als de capaciteit van het grootste gemaalcomplex in Nederland (IJmuiden). De benodigde pompcapaciteit is veel kleiner als een deel van het rivierwater via spuisluizen onder vrij verval naar zee kan stromen (figuur 1, Gesloten en zoveel mogelijk spuien). Daarvoor moet de binnenwaterstand hoger zijn dan de zeewaterstand en dus meestijgen met de zeespiegelstijging. De benodigde pompcapaciteit is dan circa 3.000 m^3/s. Daarbij horen wel ingrijpende aanpassingen in buitendijkse gebieden, omdat deze vaker onder water komen te staan. Ook zijn dijkversterkingen langs de rivieren nodig, vergelijkbaar met de afsluitbare strategieën.

Wat betekent Beschermen voor de waterveiligheid

Bij een afsluitbaar zeefront wordt het zeewater alleen bij stormvloed gekeerd, in andere omstandigheden niet. Daardoor werkt de zeespiegelstijging in minder extreme situaties wel door in de waterstanden in de benedenrivieren. Die minder extreme situaties kunnen in combinatie met hoge rivierafvoeren veiligheidsrisico's geven. Daarom zijn hier op termijn steeds hogere en sterkere dijken nodig. In de regio Rijnmond-Drechtsteden zijn dijkversterkingen te voorkomen door de aanleg van een Deltapolder (zie hierboven). Ook bij een gesloten zeefront met spuisluizen en meestijgend binnenpeil zijn dijkversterkingen nodig, omdat de rivierwaterstanden in dat geval in alle omstandigheden meestijgen met de zeespiegelstijging. Alleen bij een gesloten zeefront met gelijkblijvend binnenpeil leidt zeespiegelstijging niet tot dijkversterkingen langs de rivieren.

Het kustfundament en de duinen groeien in Beschermen mee met de zeespiegelstijging, net als nu. Uit de Tussenbalans van het Kennisprogramma Zeespiegelstijging blijkt dat dit een forse opschaling van de zandsuppleties voor de kust vereist: vijf keer zoveel als nu bij 2 meter zeespiegelstijging en tot zeven keer zoveel bij 5 meter zeespiegelstijging. Op dit moment groeien vooroevers langs de Waddenkust en estuaria (kwelders en schorren) mee via natuurlijke sedimentatie. Dit lijkt mogelijk zolang de zeespiegel niet sneller stijgt dan 5-10 mm per jaar, als er tenminste voldoende sediment in het systeem beschikbaar is en dit ook kan blijven liggen. De verwachting is dat de zeespiegelstijging vanaf de tweede helft van deze eeuw sneller gaat stijgen.

In de denkrichting Beschermen blijven de kosten voor het behoud van de huidige beschermingsniveaus - met zandsuppleties, waterkeringen, kunstwerken en pompen – beperkt tot circa € 1 miljard per jaar; dat is ongeveer 0,1 % van het huidige BNP. Het onderzoek laat zien dat de kosten voor waterveiligheid in de vier strategieën van Beschermen niet significant van elkaar verschillen. De verschillen zitten vooral in de benodigde maatregelen en effecten op gebruiksfuncties.

Wat betekent Beschermen voor de zoetwatervoorziening?

De stijgende zeespiegel leidt tot toenemende verzilting van het grondwater in een strook van 10 -20 km landwaarts van de zeewering. Ook via open riviermondingen neemt de zoutindringing in de oppervlaktewateren toe. Daardoor neemt de zoetwaterbehoefte voor doorspoeling zo sterk toe dat die niet langer vol te houden is met de huidige manier van doorspoelen (systeemverkenning zoetwater). Er zal niet meer voldoende water zijn om alle kustgebieden door te spoelen, als dit met de infrastructuur al mogelijk te maken zou zijn. Het is nog niet bekend wat de gevolgen zijn bij het toelaten van enige verzilting.

Bij gesloten riviermondingen is de zoutindringing in het hoofdwatersysteem kleiner, wat gunstig is voor de zoetwaterbeschikbaarheid. Hoeveel zoetwater dit oplevert hangt af van de manier van afsluiten en of er een schutsluis voor de scheepvaart komt. Bij het schutten komt zout mee en om dat weg te spoelen is weer zoetwater nodig. In de strategie gesloten met meestijgend binnenpeil ontstaat een grotere zoetwatervoorraad: bij een peilmarge van 2 meter in de Rijn-Maasdelta over een wateroppervlak van circa 1.000 km^2 levert dit een extra zoetwaterschijf van 2 miljard m^3 op. Nader onderzoek is nodig om te bepalen of dit voldoende is om bij 2 meter zeespiegelstijging in een droge zomer aan de vraag naar zoetwater te voldoen. Indicatieve berekeningen laten zien dat de verzilting bij 5 meter zeespiegelstijging zo groot wordt, dat er ook met deze voorziening in droge jaren in de zomer niet genoeg zoetwater is om aan de vraag te voldoen. De huidige kwaliteitseisen voor zoetwater zijn daarmee op lange termijn niet houdbaar.

Wat betekent Beschermen voor het toekomstige ruimtebeslag en ruimtegebruik?

Rijnmond-Drechtsteden, rivieren en delta

Voor dijkversterkingen en de aanleg van kunstwerken en pompcomplexen is ruimte nodig. De Tussenbalans van het Kennisprogramma Zeespiegelstijging laat zien dat voor dijkversterkingen tot 3 meter zeespiegelstijging een strook van 10-90 meter nodig is, lokaal oplopend tot meer dan 150 meter. Het consortium schat in dat met dijkversterkingen langs de Rijn-Maasmonding, Maas, Waal en Nederrijn-Lek

een ruimtebeslag is gemoeid van 55-75 km² bij 2 meter zeespiegelstijging en 70-140 km² bij 5 meter zeespiegelstijging. Er is ook ruimte nodig om water vast te houden, zodat in verziltende en verdrogende gebieden landbouw mogelijk blijft.

Buitendijkse gebieden en haventerreinen komen in een aantal strategieën vaker en dieper onder water te staan, door stijgende waterstanden op zee en in de rivieren of door waterberging in bestaande hoofdwatersystemen in de delta. Dit vraagt aanpassingen in het ruimtegebruik en de inrichting. Het onderzoek gaat ervan uit dat deze aanpassingen geleidelijk tot stand komen, aansluitend bij investeringscycli van deze activiteiten en ingepast in gebiedsontwikkelingsprogramma's, zodat maatschappelijke meerwaarde wordt bereikt.

Gesloten zeefronten lijken voor de waterveiligheid en de zoetwatervoorziening voordelen te bieden ten opzichte van verdergaan met stormvloedkeringen. Er zijn echter ook nadelen: gesloten zeefronten hebben gevolgen voor de scheepvaart die via grote zeevaartsluizen moet verlopen, onder meer in de Nieuwe Waterweg. Uit het onderzoek blijkt dat het schutproces een forse zoutbelasting kan veroorzaken. Zeesluizen kunnen misschien overbodig worden door zee- en binnenvaart te scheiden en de overslag over het land te laten plaatsvinden. Dat vraagt nader onderzoek. Afsluiting heeft ook grote ecologische gevolgen voor de betreffende watersystemen. De gevolgen van de Deltawerken laten dat zien. Ook dit vraagt nader onderzoek.

Kust
Het zandige kustfundament (duinen, strand en vooroever) kan met de zeespiegel meestijgen als er zand wordt gesuppleerd. Kustplaatsen vragen daarbij maatwerkoplossingen waar het consortium een aantal technische maatregelen voor geïnventariseerd heeft, zoals golfbrekers, harde constructies in de zeewering of zandige zeewaartse versterkingen. Al deze maatregelen zullen het aanzien van de huidige kustplaatsen ingrijpend veranderen.

Wat moeten we nu doen en laten om Beschermen mogelijk te houden?

Het lijkt technisch, ruimtelijk en financieel mogelijk om met de denkrichting Beschermen het bestaande beschermingsniveau tegen overstromingen in alle binnendijkse gebieden van Nederland te handhaven tot een zeespiegelstijging van in elk geval 5 meter in 2200. Dit vraagt een geleidelijk toenemende rol van waterbouwkundige werken. Deze technische maatregelen zijn langs de kust, estuaria en rivieren eventueel te combineren met nature based solutions (natuurlijke sedimentatie, vegetatie voor golfdemping).

Daarbij zijn verschillende combinaties mogelijk van afvoerverdeling, dijkversterking, stormvloedkeringen, spuisluizen en gemalen. Om de verschillende strategieën in de toekomst mogelijk te houden, moeten we, in lijn met de bevindingen in de Tussenbalans, ruimte vrijhouden voor:

- zandwinning in de Noordzee voor de toenemende omvang van zandsuppleties langs de kust;
- dijkversterkingen langs de Waal, de riviermondingen van Rijn en Maas, de watersystemen in de delta en de kust;
- peilstijging langs de rivieren, watersystemen in de delta en het IJsselmeergebied voor piekberging van rivierwater en de inrichting van buitendijkse gebieden daarop aanpassen.

Geen van de vier onderzochte strategieën biedt op termijn genoeg zoetwater om te voorzien in de toenemende

zoetwatervraag, zelfs niet met de vorming van grote zoetwaterbuffers in de delta. Aanpassing van land- en tuinbouw in delen van de kustgebieden aan zoutere en drogere omstandigheden is daarom 'no regret'. Dat is ook nu al aan de orde.

Een goede voorbereiding op Beschermen vraagt daarnaast meer inzicht, onderzoek en ervaring:

- ervaring met adaptief ontwerp voor kunstwerken bij vervanging aan het einde ven de levensduur;
- verminderen van de kwetsbaarheid van woningen, bedrijven en vitale infrastructuur voor overstromingen en wateroverlast;
- onderzoek naar en ervaring met toepassing van nature based solutions;
- onderzoek naar effecten van maatregelen op ecologie en waterkwaliteit (eerste analyse opgenomen in fase 2 van het Kennisprogramma Zeespiegelstijging);
- onderzoek naar de mogelijkheden van opschalen van suppleties (opgenomen in fase 2 van het Kennisprogramma Zeespiegelstijging);
- onderzoek naar de mogelijkheden van opschalen van pompcapaciteit;
- onderzoek naar andere overslagmethoden in zeehavens, waarbij zee- en binnenvaart gescheiden worden;
- onderzoek naar 'fail-proof' ontwerp van technische maatregelen (pompen, keringen, spuisluizen, afvoerregelwerken) bij extreme omstandigheden of uitval;
- ontwikkeling van nieuwe financieringsmodellen voor integrale gebiedsontwikkeling in buitendijkse gebieden en waterkeringszones.

3.4 Zeewaarts

De denkrichting Zeewaarts biedt bescherming tegen overstromingen door extra bergingsruimte in zee te creëren voor de piekafvoeren van Rijn en Maas. Deze berging heeft de vorm van een kustmeer voor een deel van de Zeeuwse en Zuid-Hollandse kust[6] (zie figuur 1, Zeewaarts). De strategie die het consortium Zeewaarts heeft uitgewerkt, is te beschouwen als een uitbreiding van de denkrichting Beschermen-Gesloten (zie figuur 6). Door hier een kustmeer aan toe te voegen, is minder pompcapaciteit nodig voor de veiligheid tegen overstromingen.

Eerder is ook een andere invulling van Zeewaarts genoemd: een eilandenrij voor de kust. Dit blijkt veel zand te vragen voor aanleg en onderhoud, maar biedt geen bescherming tegen zeespiegelstijging. Daarom is de eilandenrij niet verder verkend.

Uit welke maatregelen bestaat Zeewaarts?

Het consortium heeft voor de denkrichting Zeewaarts de mogelijkheden van verschillende typen maatregelen verkend, zoals de aanleg van een tweede kustlijn om extra bergingsruimte voor rivierwater te creëren, sluizen, pompen, suppleties en golfbrekers.

Belangrijk onderdeel van Zeewaarts zijn pompen om het rivierwater af te voeren naar zee. Anders dan in de strategie Beschermen-gesloten staan deze pompen niet langs de huidige kust, maar verder zeewaarts, aan de rand van het nieuwe kustmeer. De benodigde pompcapaciteit hangt af van de ligging en de omvang van het kustmeer. Het consortium heeft hiervoor verschillende varianten verkend. Bij een kustmeer van circa 900 km^2 is bij 2 meter zeespiegelstijging een pompcapaciteit van maximaal 3.800 m^3/s[7] nodig. Dat is de helft van de pompcapaciteit die nodig is in de denkrichting Beschermen met gesloten zeefront waarbij pompen gecombineerd worden met waterberging in bestaande watersystemen. Bij 5 meter zeespiegelstijging neemt de benodigde maximale pompcapaciteit ten opzichte van Beschermen met gesloten zeefront (inclusief waterberging) af van 15.700 m^3/s naar 12.200 m^3/s. Wanneer bij een naderende afvoergolf al eerder gestart wordt met peilverlaging in het kustmeer tot bijvoorbeeld NAP -2 meter ('voormalen'), dan neemt de benodigde maximale pompcapaciteit verder af tot 8.700 m^3/s.

De meest voor de hand liggende locatie van een dergelijk kustmeer is voor de Zeeuwse en Zuid-Hollandse kust, vanaf de kop van Walcheren tot de kop van de Maasvlakte. De vrije toegang tot de Maasvlakte (Rotterdam) en de Westerschelde (Antwerpen) blijft hiermee gehandhaafd[8] (zie figuur 6).

[6] Het IJsselmeer vormt in feite een vergelijkbare berging voor de rivierafvoer van de IJssel. Een aanvullende zeewaartse denkrichting voor de Waddenzee is daarom nu niet verder uitgewerkt. In principe is eenzelfde ingreep ook voor de Westerschelde te overwegen, maar de Scheldeafvoer is zo klein ten opzichte van de bergingsruimte in de Westerschelde dat een zeewaartse variant hier niet nodig is.

[7] Hierbij is aangenomen dat de waterkeringen in Rijnmond-Drechtsteden ook in de toekomst een waterstand met een kans van optreden van 1/10.000 per jaar moeten kunnen keren. Die waterstand ligt in deze regio op NAP +3 m. Bij 2 m zeespiegelstijging kan dan een deel van de rivierafvoer nog worden gespuid.

[8] Grote zeesluizen, die bij het schutproces een grote zoutinflux veroorzaken, zijn hierdoor niet nodig. In deze denkrichting wordt de Nieuwe Waterweg wel afgesloten, waarmee de toegang vanuit zee naar de Stadshavens en binnenwateren wordt geblokkeerd. De Maasvlakte zou zich dan ontwikkelen als overslaghaven van zee- naar binnenvaart. Eventueel kan er in de gesloten Nieuwe Waterweg een kleinere sluis voor recreatievaart komen, met pompen om overtollig water af te voeren.

Figuur 6: *De uitwerking van de denkrichting Zeewaarts bij een zeespiegelstijging van 5 m., met een impressie van locatie, ruimtebeslag en aanzicht van een kustmeer voor de berging van rivierwater. Daarnaast ook een impressie van een mogelijke maatwerkbescherming die in de toekomst nodig is voor kustplaatsen.*

De dam van dit kustmeer kan grotendeels in zand uitgevoerd worden, behalve bij de aansluitingen op Maasvlakte en spui- en pompcomplexen, waar harde materialen nodig zijn. Voor de aanleg van deze dam is naar schatting 2,2 miljard m^3 zand nodig. De totale kosten van de aanleg, inclusief pompen, stenige taluds en geleidingsdammen, bedragen naar schatting 15-70 miljard euro (waarbij 70 miljard waarschijnlijker is). De geschatte onderhoudskosten bedragen 300-350 miljoen euro/jaar. Een enigszins bolle vorm sluit het beste aan op de kustmorfologische processen en vermindert de aanleg- en onderhoudskosten. Zeewaarts is een mogelijke uitbreiding op de denkrichting Beschermen gesloten. Door deze gecombineerd uit te voeren kunnen sommige maatregelen uit Beschermen tegen lagere kosten gerealiseerd worden. Deze mogelijke besparingen moeten nader onderzocht worden.

Wat betekent Zeewaarts voor de waterveiligheid?

Zeewaarts kan een bijdrage leveren aan de waterveiligheid in de Rijn-Maasmonding en de zuidwestelijke delta. De extra bergingsruimte vermindert de benodigde pompcapaciteit die in Beschermen is voorzien om de waterstanden op een veilig niveau te houden en dat maakt de bescherming tegen overstromingen minder kwetsbaar. Ook is er meer tijd om te reageren op calamiteiten. Ten zuiden en ten noorden van het kustmeer kan de bescherming in stand worden gehouden met zandsuppleties en maatwerkoplossingen bij kustplaatsen (zie Beschermen).

Wat betekent Zeewaarts voor de zoetwatervoorziening?

Onderdeel van Zeewaarts is (net als in één van de varianten van Beschermen gesloten) een gesloten Nieuwe Waterweg met binnenvaartsluizen voor de scheepvaart. Dat leidt tot minder zoutindringing via de rivieren dan in een open-afsluitbare situatie. Daardoor is minder zoetwater nodig voor doorspoeling en wordt de zoetwaterbeschikbaarheid in de rest van Nederland groter (bijvoorbeeld in het IJsselmeergebied). Bij compartimenteren van het kustmeer kan het (zoete) rivierwater zoveel mogelijk in het noordelijk deel geconcentreerd worden (zie hieronder). Doordat in het kustmeer rivierwater geborgen wordt, is het kustwater minder zout dan nu. Dat vermindert de zoutindringing via de riviermondingen enigszins; dit effect is klein.

Wat betekent Zeewaarts voor het ruimtebeslag en het ruimtegebruik?

Het gebied waar het kustmeer voorzien is, heeft momenteel een Natura 2000-beschermingsstatus (‘Voordelta’). Daardoor is de ontwikkeling van een kustmeer vanuit ecologisch oogpunt onwenselijk en juridisch nu ook niet mogelijk. Door de beschermingsstatus zijn er tegelijkertijd weinig andere gebruiksfuncties in het gebied die de ontwikkeling van een kustmeer (op de langere termijn) in de weg staan.

Het kustmeer zal meteen vanaf de aanlegfase grote invloed hebben op de natuurwaarden: de getijde- en golfwerking verdwijnt en het meer zal sterk wisselende zoutgehalten hebben (door wisselende hoeveelheden rivierwater). Dat heeft grote ecologische gevolgen. Zonder aanvullende maatregelen zal het kustmeer naar verwachting overwegend zoet tot brak worden; afhankelijk van de omstandigheden blijven de diepere delen zout. Bij onvoldoende doorstroming ontstaat risico op zuurstofloze omstandigheden in de diepere delen (gelaagdheid). Compartimentering kan de ecologische effecten mogelijk beperken. Er ontstaat dan een kustmeer in twee delen: een noordelijk deel dat relatief zoet is en regelmatig beïnvloed wordt door rivierafvoeren (voor de monding van het Haringvliet) en een zuidelijk deel dat relatief zout is en zelden beïnvloed wordt door rivierafvoeren (voor de monding van de Grevelingen en Oosterschelde).

Het kustfundament ten zuiden en ten noorden van het kustmeer (globaal voor de monding van de Westerschelde en voor de Hollandse kust van Hoek van Holland tot Den Helder) wordt in deze denkrichting in stand gehouden met zandsuppleties. Uit eerder onderzoek van het Kennisprogramma Zeespiegelstijging blijkt dat de frequentie en omvang van de suppleties in de loop van de tijd toenemen, maar dat de aanpak haalbaar blijft tot zeker 5 meter zeespiegelstijging. Zandsuppleties zorgen er ook voor dat de duinen, die langs het grootste deel van de kust als waterkering fungeren, mee kunnen groeien. Voor de keringen bij kustplaatsen zijn maatwerkoplossingen nodig, zoals een zandige versterking of golfdempende constructies zeewaarts van de bestaande zeewering. Het aanzien van de kustplaatsen kan hierbij ingrijpend veranderen (zie figuur 6). Ook de huidige kustlijn ter plaatse van het kustmeer blijft onderhoud vragen: hier kan de oevererosie toenemen doordat het golfklimaat verandert.

De dam rond het kustmeer kan meekoppelkansen bieden voor functies als recreatie en industrie. Mogelijk is het kustmeer ook te combineren met opslag van duurzame energie. Dat vraagt nader onderzoek.

Wat moeten we nu doen en laten om Zeewaarts mogelijk te houden?

Voor de denkrichting Zeewaarts is het essentieel dat we ruimte houden om in de toekomst een kustmeer aan te kunnen leggen, met name door geen gebruiksfuncties met een lange levensduur te situeren waar de dam rond het kustmeer kan komen te liggen. Ook is het belangrijk dat we tegen die tijd voldoende zand kunnen winnen in de Noordzee voor de aanleg en het onderhoud van de dam. Voor de aanleg is ordegrootte 2,2 miljard m^3 zand nodig; uitgaande van een windiepte van 2 meter vereist dat een wingebied met een oppervlakte van circa 1000 km^2. Deze zandvraag komt boven op de toenemende zandvraag voor het onderhoud van de reguliere kustlijn, waar ook extra ruimte voor nodig zal zijn.

Een goede voorbereiding op Zeewaarts vraagt meer kennis en ervaring:

- nader onderzoek naar de ecologische effecten van de aanleg van een kustmeer en de mogelijkheden om deze effecten te beperken[9];
- nader onderzoek naar de effecten van Zeewaarts op de waterveiligheidsopgave landinwaarts, de waterbeschikbaarheid en de bevaarbaarheid van de rivieren;
- mogelijkheden om het kustmeer (deels) te combineren met nature based solutions;
- onderzoek naar effecten van een kustmeer op de stroming en het transport van sediment, nutriënten en organismen van en naar aangrenzende kustvakken.

3.5 Meegroeien

In de denkrichting Meegroeien blijft Nederland veilig en leefbaar door natuurlijke processen slim te benutten, zodat niet alleen de zandige delen, maar ook de kustzones met meer slib in de estuaria meegroeien met de zeespiegelstijging. Dat gebeurt enerzijds door de natuurlijke dynamiek van water, zand en slib te stimuleren en anderzijds door ruimte te creëren voor het invangen van zand en slib. Zo ontstaat een brede meegroeiende overgangszone tussen zee en land, met naast duinen ook intergetijdengebieden. In combinatie met aanvullende waterbouwkundige infrastructuur, zorgt dit voor de vereiste waterveiligheid en het omgaan met verzilting. Tegelijkertijd krijgt hiermee een ander doel invulling dat in de overige denkrichtingen juist verder uit beeld raakt: behoud en ontwikkeling van robuuste ecosystemen.

Meegroeien is altijd onderdeel geweest van de watertraditie in Nederland. Een groot deel van de Zeeuwse polders is bijvoorbeeld ontstaan door aanslibbing in de kustzone te stimuleren. In de Waddenzee is dat gedaan met kwelderwerken. Het Deltaplan voor Zuidwest-Nederland bestond niet alleen uit grote waterwerken, maar ook uit de keuze om de Westerschelde volledig open te laten. Recent zijn de Haringvlietsluizen op een kier gezet om de verbinding met de zee weer deels te herstellen. Ook het huidige dynamische kustbeheer is gericht op het benutten van natuurlijke processen. Dat blijkt succesvol; het compenseren van erosie van de kustlijn door zandsuppleties leidt tot het gestaag meegroeien van de zandige kust.

Uit welke maatregelen bestaat Meegroeien?

Het consortium heeft voor de denkrichting Meegroeien verschillende maatregelen verkend om intergetijdengebieden, duinen en andere overgangsgebieden op een natuurlijke manier mee te laten meegroeien met de zeespiegelstijging.

Meegroeien vraagt natuurlijke dynamiek van water, zand en slib en ruimte waar zand en slib kan bezinken.

Voor een natuurlijker dynamiek van water en sediment zijn betere verbindingen met de zee essentieel, voor onbelemmerde uitwisseling van sediment (zodat voldoende slib overgangen. Bouwstenen zijn onder meer het verwijderen van dammen en stormvloedkeringen, natuurvriendelijke stormvloedkeringen, meegroeilandschappen en buitendijkse begroeide voorlanden, herstel van vloedkommen (voormalige inhammen langs de kust, zoals de Braakman langs de Westerschelde), duinverbreding en kerven, het verwijderen van dwarsdammen en natuurlijk peilbeheer in het IJsselmeer. Suppleties en zandmotoren zijn verkend als maatregelen waarmee natuurlijke aangroei versneld of aangevuld kan worden.

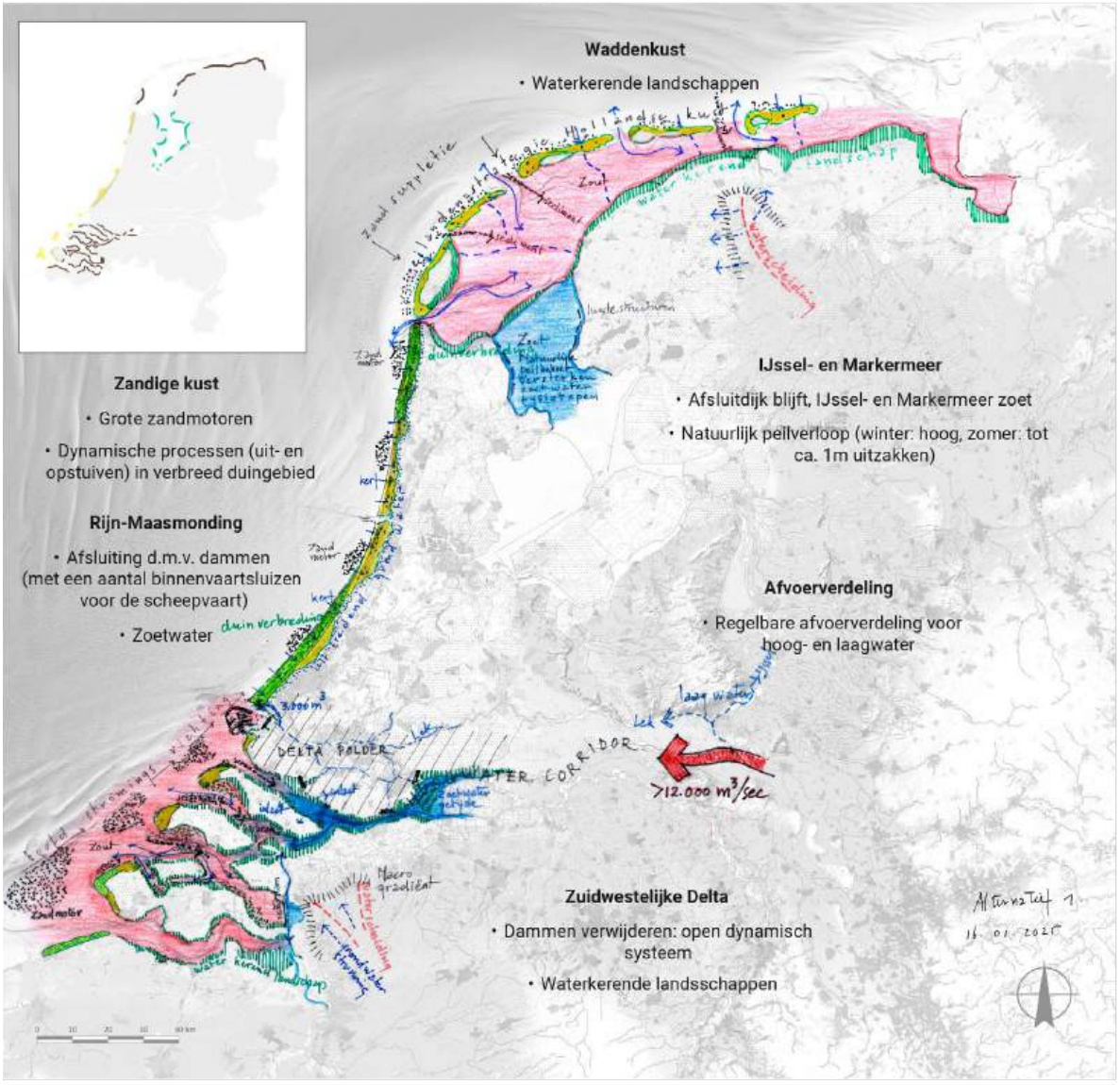
Voor meegroeien is ook ruimte nodig: het consortium heeft berekend dat in de zuidwestelijke delta minimaal 30.000 hectare en in het Waddengebied minimaal 10.000 hectare nieuw intergetijdengebied nodig is om het ecosysteem robuust te laten functioneren en een meegroeilandschap te laten ontstaan dat zich zonder voortdurend beheer kan aanpassen aan veranderende omstandigheden.

Het consortium heeft twee alternatieven uitgewerkt, met verschillende combinaties van de bouwstenen (zie figuur 7a en 7b):

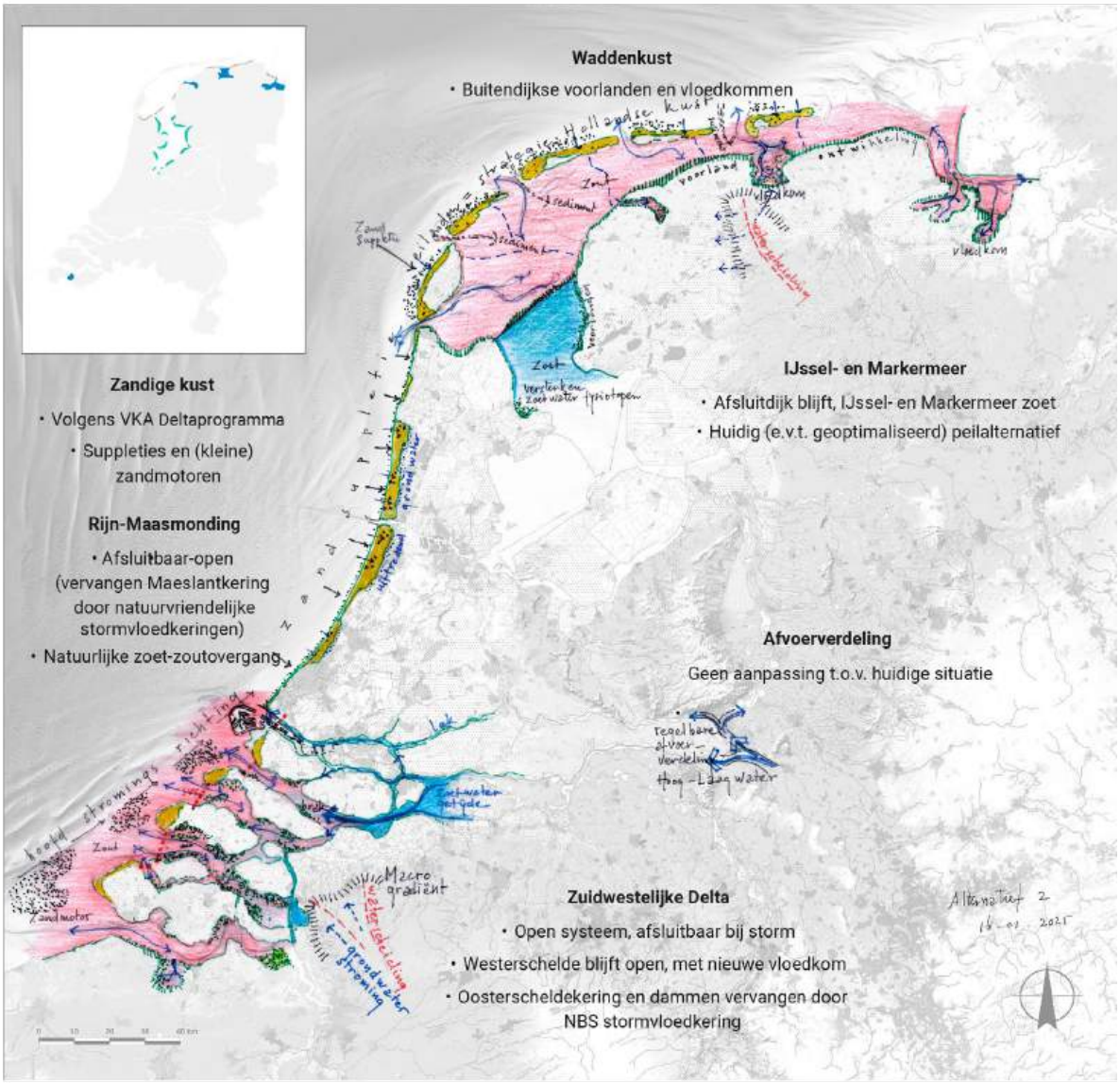
- Alternatief 1: de delta open maken en de dynamiek terugbrengen door dammen en stormvloedkeringen te verwijderen, zodat volledig open verbindingen tussen de zee en (voormalige) zeearmen ontstaan (vergelijkbaar met de Westerschelde). Langs de randen slibben meegroeilandschappen op, bijvoorbeeld tussen dubbele dijken (zie figuur 1b). Daarnaast komen er grote zandmotoren langs de kust voor een brede kustzone. Onderdeel van dit alternatief is ook de Deltapolder uit de denkrichting Beschermen (zie 3.3) en natuurlijk peilbeheer in het IJsselmeer.
- Alternatief 2: de delta open maken en de dynamiek terugbrengen met (nog te ontwerpen) natuurvriendelijke stormvloedkeringen die in niet-gesloten toestand de natuurlijke water- en sedimentdynamiek niet belemmeren. Daarnaast komt er meer intergetijdengebied door vloedkommen te verbinden en voorlanden op te laten slibben. Zandsuppleties en kleine zandmotoren houden de kustzone in stand.

Voor het behalen van de doelstellingen voor waterveiligheid en zoetwater zijn beide strategieën waar nodig aangevuld met technische en ruimtelijke maatregelen, waaronder dijkversterkingen en waterbouwkundige kunstwerken.

[9] Klimaatverandering (met onder andere zeespiegelstijging) zal hoe dan ook leiden tot grote ecologische veranderingen. Nu al veranderen soortensamenstellingen als gevolg van stijgende watertemperatuur.



Figuur 7A: *Uitwerking van Alternatief 1 van de denkrichting Meegroeien. Dit alternatief bestaat uit het openmaken van de delta, waarbij de dynamiek wordt teruggebracht door het verwijderen van de dammen en stormvloedkeringen. Hierdoor ontstaan volledig open verbindingen tussen de zee en (voormalige) zeearmen ontstaan (vergelijkbaar met de Westerschelde). Langs de randen slibben meegroeilandschappen op, bijvoorbeeld tussen dubbele dijken. Daarnaast komen er grote zandmotoren langs de kust voor een brede kustzone. Onderdeel van dit alternatief is ook de Deltapolder uit de denkrichting Beschermen (zie 3.3) en natuurlijk peilbeheer in het IJsselmeer.*



Figuur 7B: *Uitwerking van Alternatief 2 van de denkrichting Meegroeien. Dit alternatief bestaat uit het openmaken van de delta, waarbij de dynamiek wordt teruggebracht door de bestaande dammen en stormvloedkeringen te vervangen door (nog te ontwerpen) natuurvriendelijke stormvloedkeringen die in niet-gesloten toestand de natuurlijke water- en sedimentdynamiek niet belemmeren. Daarnaast komt er meer intergetijdengebied door vloedkommen te verbinden en voorlanden op te laten slibben. Zandsuppleties en kleine zandmotoren houden in dit alternatief de kustzone in stand.*

	Alternatief 1	Alternatief 2
Verwijderen of aanpassen van dammen en stormvloedkeringen	✓	✓
Geheel open stormvloedkeringen		✓
Meegroeilandschappen met Dijken	✓	
Vloedkommen		✓
Buitendijkse begroeide voorlanden		✓
Zandmotoren, duinverbreding, kerven en verwijderen van dwarsdammen	✓	✓
Suppleties	✓	✓
Natuurlijk peilbeheer IJsselmeer + Deltapolder	✓	

Tabel 2: *Verschillen en overlappen tussen alternatief 1 en alternatief 2 van de denkrichting Meegroeien.*

Wat betekent Meegroeien voor de waterveiligheid?

Het uitgangspunt van Meegroeien is de wettelijke norm voor waterveiligheid. De benodigde veiligheid komt deels op een andere manier tot stand dan nu. Waar dammen en stormvloedkeringen worden verwijderd of aangepast, gaan meegroeilandschappen bijdragen aan de waterveiligheid, in combinatie met aanvullende dijken.

Meegroeilandschappen ontstaan door een nieuwe dijk te bouwen landinwaarts van de bestaande dijk. In de bestaande dijk komen een of meer openingen, zodat water en sediment het gebied tussen de twee dijken instroomt. De ruimte tussen de keringen zal in de loop van de tijd meegroeien met de zeespiegelstijging doordat er slib blijft liggen. Bij de inrichting van een vloedkom wordt de bestaande waterkering verwijderd. Daarvoor in de plaats komt een nieuwe waterkering rond de vloedkom.

Meegroeilandschappen en meegroeiende voorlanden leiden tot lagere golven bij de dijk. Daardoor wordt de belasting op de dijk kleiner. De dijk hoeft daardoor minder hoog te zijn en de bekleding minder sterk. Bij een eventuele dijkdoorbraak zijn bovendien de gevolgen van de overstroming kleiner: de bres wordt minder groot en daardoor stroomt minder water naar binnen. De ruimte tussen de twee dijken is in de toekomst ook te benutten voor versterking van de dijk, zodat daar geen extra binnendijkse ruimte voor nodig is. Het effect van een Deltapolder op de waterveiligheid is bij de denkrichting Beschermen beschreven (zie 3.3).

Wat betekent Meegroeien voor de zoetwatervoorziening?

Net als in de andere denkrichtingen neemt de beschikbaarheid van zoetwater af, maar bij snelle inrichting van een Deltapolder rond Rijnmond-Drechtsteden (alternatief 1) is het moment waarop grote zoetwatertekorten ontstaan wel uit te stellen. Met een Deltapolder (in combinatie met binnenvaartsluizen) is aanzienlijk minder rivierwater nodig voor doorspoeling van de Rijn-Maasmonding en de polders in Zuid-Holland. Daardoor kan er in eerste instantie zelfs meer zoetwater beschikbaar komen. Door het verwijderen van bestaande dammen in de zuidwestelijke delta (in zowel alternatief 1 als 2) wordt de zoutindringing sterker daar dan bij het voortzetten van de huidige aanpak. Meegroeilandschappen langs de randen kunnen de verzilting via het grondwater lokaal verminderen.

Onderdeel van de denkrichting Meegroeien is het instellen van een natuurlijker peilverloop in het IJsselmeer. Hierdoor wordt de buffercapaciteit van het IJsselmeer groter, wat positief is voor de waterbeschikbaarheid in de noordelijke helft van het land.

Wat betekent Meegroeien voor robuuste ecosystemen?

Meegroeien draagt substantieel bij aan behoud en ontwikkeling van robuuste ecosystemen langs de kust. Het areaal intergetijdengebieden neemt toe, de dynamiek van water en sediment wordt natuurlijker en er ontstaan betere verbindingen tussen de zee, de rivieren en de deltawateren. Beide alternatieven geven vrijwel volledig (of zelfs ruimschoots) invulling aan de herstelopgave voor extra arealen. Alleen in alternatief 2 zijn aanvullende arealen in de Waddenzee nodig om voldoende kwelders te behouden in het ecosysteem.

Meegroeilandschappen en vloedkommen dragen op verschillende manieren bij aan robuuste ecosystemen. Meegroeilandschappen bieden meer mogelijkheden voor variatie in ecologische waarden, terwijl vloedkommen als voordeel hebben dat grotere aaneengesloten arealen ontstaan. Waar meegroeilandschappen en vloedkommen kansrijk zijn, zal in de praktijk niet alleen van de winst voor het ecosysteem afhangen, maar ook van andere factoren, zoals de beschikbaarheid van grond of de mogelijkheid om functies te combineren.

Met de maatregelen uit deze denkrichting kunnen de intergetijdengebieden maximaal meegroeien met de zeespiegelstijging, zodat ze voorlopig niet ‘verdrinken’. Bij zeer snelle zeespiegelstijging kan het nodig zijn de natuur een handje te helpen met aanvullende suppleties waar de aanzanding en opslibbing niet snel genoeg gaat.

Extra areaal		Huidig areaal	Herstel opgave (extra arealen)	Alternatief 1 (extra areaal)	Alternatief 2 (extra areaal)
ZWD	**Ondiep water**	21.200	13.000	8.900	13.000
	Platen	18.000	15.500	49.700	19.600
	Schorren en kwelders	7.500	7.500	7.800	8.600
Waddenzee	**Ondiep water**	91.500	-	500	5.200
	Platen	128.500	-	17.000	23.500
	Schorren en kwelders	9.500	10.000	9.200	4.400

Tabel 3: *Gerealiseerde hectares natuur per alternatief ten opzichte van doel*

Wat betekent Meegroeien voor het ruimtebeslag en het ruimtegebruik?

Voor het behoud van intergetijdengebieden en het laten meegroeien van de kustzone is ruimte nodig. Net als in de andere denkrichtingen gaat de benodigde ruimte met name ten koste van landbouwgebied en deels van woongebied. In totaal is voor Meegroeien al eerder meer ruimte nodig dan voor de andere denkrichtingen ruimte die in de verdere toekomst nodig zou zijn voor volgende dijkversterkingsrondes, wordt nu al in gebruik genomen. Deze extra ruimte valt echter voor een groot deel samen met ruimte die nodig is voor natuurdoelstellingen, en is in de andere denkrichtingen niet meegeteld.

Een aanzienlijk deel van het benodigde areaal zal op termijn verzilten en is dan niet meer geschikt voor landbouw in de huidige vorm. Met Meegroeien neemt de zoetwaterbuffer in het IJsselmeer toe, waardoor landbouwgronden die daarvan afhankelijk zijn langer productief kunnen blijven.

Met het verwijderen van de dammen en stormvloedkeringen moet er een alternatieve oplossing komen voor de weginfrastructuur en de ontsluiting en bereikbaarheid in de Zuidwestelijke delta.

Wat moeten we nu doen en laten om Meegroeien mogelijk te houden?

Voor Meegroeien is tijdig beginnen cruciaal. Hoe eerder het invangen van sediment begint, hoe groter de kans dat intergetijdengebieden de zeespiegelstijging kunnen bijhouden. Dat vraagt (relatief) snelle besluiten over het creëren van meegroeilandschappen en het vergroten van de dynamiek en de connectiviteit.

Waar nu al voldoende water- en sedimentdynamiek aanwezig is, kan meegroeien onmiddellijk beginnen (bijvoorbeeld langs de Westerschelde en de vastelandskust van de Waddenzee). Waar deze dynamiek sterk verstoord of afwezig is, vraagt dit een keuze voor het openmaken van de verbinding met de zee (bijvoorbeeld in de Oosterschelde, Grevelingen en Haringvliet). We weten uit ervaring dat de waterveiligheid ook dan op het huidige hoge niveau te handhaven is: deze situatie hebben we nu ook in de Westerschelde.

Om Meegroeien mogelijk te houden is het belangrijk om geen onomkeerbare maatregelen te nemen die meegroeien in de toekomst belemmeren, zoals nieuwe bebouwing in een brede zone langs de dijken of constructieve oplossingen voor dijkversterking (denk aan damwanden en asfaltbekledingen).

Een goede voorbereiding op Meegroeien vraagt daarnaast meer kennis en ervaring:

- de ontwikkeling van passende afwegingskaders die ook de effecten voor waterveiligheid, zoetwater en natuur op de lange termijn meenemen;
- onderzoek naar de duurzaamheid van meegroeien, afhankelijk van de snelheid van de zeespiegelstijging;
- onderzoek naar benodigde suppleties om intergetijdengebied in de toekomst te behouden en de haalbaarheid daarvan;
- opschaling van pilots, bijvoorbeeld in lopende uitvoeringsprogramma's.

DE PAEREL
VERBODEN TOEGANG
SPAANSEN
BIG BAG

4. Conclusies uit het onderzoek en vervolgstappen

Nederland moet in de toekomst omgaan met de zeespiegelstijging. Daar is geen ontkomen aan. In dit onderzoek zijn vier verschillende denkrichtingen voor de lange termijn verkend (technisch, fysisch en ruimtelijk). De conclusie is dat Nederland bij verdergaande zeespiegelstijging veilig kan blijven. Er zijn zelfs verschillende mogelijkheden voor. De gevolgen zullen echter groot zijn, onder meer voor de waterbeschikbaarheid, landbouw en natuur en ruimtegebruik in het algemeen. We moeten er wel voor zorgen dat toekomstige generaties die mogelijkheden nog kunnen benutten, bijvoorbeeld door er nu al rekening mee te houden bij investeringen met een lange levensduur.

4.1 Nederland kán met zeespiegelstijging omgaan

Het onderzoek laat de mogelijkheden en consequenties zien van vier verschillende denkrichtingen voor het omgaan met zeespiegelstijging: Meebewegen, Beschermen, Zeewaarts en Meegroeien. Al deze richtingen hebben we in het verre en recente verleden al toegepast. Ook het switchen van de ene denkrichting naar de andere, passend bij de vraagstukken van de betreffende periode, is altijd onderdeel geweest van onze watertraditie (zie ook 4.5).

Niets doen is geen optie

De zeespiegelstijging gaat in Nederland consequenties hebben voor de waterveiligheid en zoetwaterbeschikbaarheid, dat is zeker. Het Deltaprogramma richt zich op de periode tot 2050, met een doorkijk naar 2100. Bij de aanvang van het Deltaprogramma, in 2014, was het de verwachting dat de zeespiegel tot 2100 maximaal 1 meter zou stijgen. De nieuwste KNMI-scenario's laten zien dat de zeespiegelstijging versnelt. Die versnelling wordt nog sterker als Antarctica versneld afsmelt. Dan kan de zeespiegel rond 2100 wel 2 meter hoger staan en is een stijging tot 5 meter in 2200 niet uit te sluiten. In dit onderzoek is uitgegaan van deze extreme mate van klimaatverandering.

Als we stoppen met het versterken van dijken, neemt de kans op een overstroming vanuit de grote rivieren, de grote meren of de zee snel toe bij zeespiegelstijging. Bij 2 meter zeespiegelstijging kunnen op veel plaatsen jaarlijks overstromingen optreden. Dan zou de bewoonbaarheid van onze delta voor toekomstige generaties ernstig in gevaar komen (zie figuur 8). De verzilting neemt nu al toe door daling van rivierafvoeren en grotere neerslagtekorten in voorjaar en zomer. De gevolgen van de zeespiegelstijging komen hier bovenop. Niets doen is dan ook geen optie.

Het kan, maar de gevolgen zijn groot
Het lijkt mogelijk om de waterveiligheid te waarborgen tot een zeespiegelstijging van 5 meter, in ieder geval met de denkrichtingen Beschermen, Zeewaarts en Meegroeien (voor Meebewegen is die conclusie nog niet te trekken). Nederland heeft met al deze denkrichtingen ervaring, in het verdere en recentere verleden; denk aan het Deltaplan met heel verschillende oplossingen per deltawater. De waterbeschikbaarheid neemt in alle denkrichtingen af, vroeg of laat en in meer of mindere mate. Dat vraagt weliswaar aanpassingen, maar hoeft de leefbaarheid van Nederland niet te ondermijnen. Nederland kan dus omgaan met zeespiegelstijging, maar de gevolgen zijn uiteindelijk in alle denkrichtingen zeer groot: de aanleg en het onderhoud van watergerelateerde infrastructuur zullen een grote inspanning vragen, voor de benodigde maatregelen zal veel ruimte nodig zijn en afhankelijk van de gevolgde denkrichting zullen het huidige landgebruik en de gebruiksfuncties ingrijpend veranderen. Ten opzichte van de huidige situatie zijn er in alle gevallen effecten op met name natuurwaarden, waterkwaliteit, landbouw, woningbouw, scheepvaart en regionale watersystemen. De gevolgen zijn nog niet scherp in beeld, maar duidelijk is wel dat ze groot zijn en per denkrichting verschillend uitpakken, positief of negatief. De denkrichting Meegroeien pakt positief uit voor natuurwaarden, doordat behoud en herstel van robuuste ecosystemen onlosmakelijk verbonden is met het laten meegroeien van de kustzone.

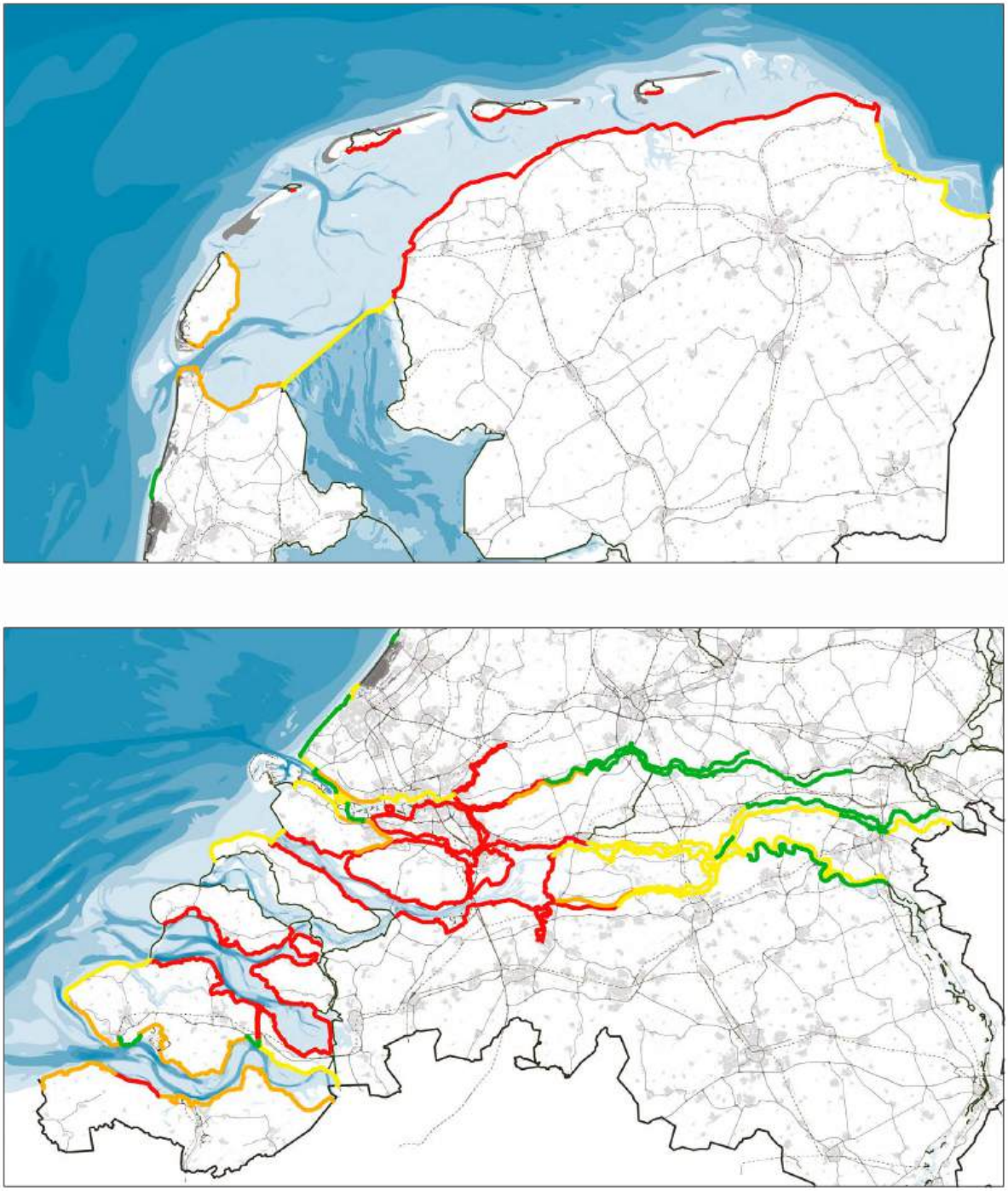
No regret: voortzetten huidig kustbescherming door duinen en dijkversterkingen
In alle denkrichtingen wordt het in stand houden van de zandige kust en de duinen door middel van zandsuppleties voortgezet (zacht waar het kan, hard waar het moet), waarbij vorm en omvang enigszins verschillen. Beschikbaarheid van voldoende zand voor de suppleties is in alle denkrichtingen een essentiële voorwaarde.
Ook is in alle denkrichtingen vastgesteld dat dijken een essentiële bouwsteen blijven. Alle denkrichtingen bieden in meer of mindere mate mogelijkheden om dijken 'nature based' vorm te geven, zodat ze de natuurlijk dynamiek en het ecosysteem minimaal verstoren of zelfs versterken. De meeste mogelijkheden geeft de denkrichting Meegroeien, waar de dijk onderdeel is van een bredere natuurlijke waterkerende zone.

Randstad blijven beschermen
We moeten blijven investeren in klimaatadaptatie en hebben daar (nu en in de toekomst) veel verdienvermogen voor nodig. Het verdienvermogen van Nederland zit grotendeels in de Randstad. Een belangrijke bevinding van het onderzoek is dat het essentieel is de Randstad (en daarmee het verdienvermogen) zo lang mogelijk te blijven beschermen tegen overstromingen. Het in stand houden en versterken van waterkeringen is hiervoor de meest effectieve strategie. Het verdienvermogen kan niet zomaar verplaatst worden naar een ander deel van het land. In de Randstad is bovendien weinig ruimte om de gevolgen van overstromingen voor de inwoners en de economische waarde met andere maatregelen te beperken. Nieuwbouw op terpen levert te weinig ruimte voor het grote aantal inwoners en ringdijken rond stedelijk gebied zijn uiteindelijk duurder dan behoud van de huidige keringen. Dit betekent dat een strategie op basis van Meebewegen in dit gebied niet passend of kostentechnisch aantrekkelijk is. Wel blijft het verstandig het gebied minder kwetsbaar te maken voor wateroverlast en verzilting. Daarnaast is er aandacht nodig voor het beperken van slachtofferrisco's en uitval van vitale infrastructuur ten gevolge van een overstroming. Hierbij kunnen bouwstenen van de denkrichting Meebewegen een rol spelen.

In alle gevallen aanpassen aan verziltende omstandigheden
De zoetwaterbeschikbaarheid neemt in alle denkrichtingen op termijn af. Bij de aanleg van een kustmeer of afsluiting van de Nieuwe Waterweg neemt de totale hoeveelheid zoetwater om verzilting tegen te gaan in eerste instantie weliswaar toe, maar er is nog niet onderzocht of het mogelijk is om dit water met de huidige infrastructuur op de juiste plekken te brengen. Een aandachtspunt is dat de regionale verzilting al sterk toeneemt voordat deze bouwstenen richting realisatie gaan. Regionale aanpassingen aan verziltende omstandigheden zullen dan ook in alle gevallen nodig zijn. Ook het tegengaan van verzilting met bijvoorbeeld efficiënte zoet-zoutscheidingen bij sluizen zijn in alle gevallen nodig. Dit zijn geen-spijt-maatregelen die nu al efficiënt zijn in te zetten.

Kosten en uitvoerbaarheid
De kosten van de aanleg van nieuwe waterbouwkundige maatregelen in en rond het hoofdwatersysteem bedragen in de denkrichtingen Beschermen en Zeewaarts circa 0,1% van het huidige BNP (gemiddeld per jaar), uitgaande van het zeer extreme scenario van 5 meter zeespiegelstijging in 2200[10]. Dit is exclusief de kosten voor onderhoud en andere uitgaven aan klimaatadaptatie. De geschatte kosten voor de denkrichting Meegroeien hebben dezelfde orde van grootte, maar binnen deze kosten krijgt ook de opgave voor herstel en ontwikkeling van robuuste ecosystemen langs de kust

[10] Volgens de KNMI'23-scenario's wordt twee meter zeespiegelstijging in een extreme situatie met versnelde smelt van Antarctica verwacht in 2086 ('worst case'), in het scenario met hoge uitstoot tussen 2150 en 2285 en in het scenario met lage uitstoot is de twee meter nog niet opgetreden in 2300. Voor vijf meter zeespiegelstijging geldt: in een extreme situatie in 2145 ('worst case'), in het scenario met hoge uitstoot na 2260. In het scenario met lage uitstoot kan er geen uitspraak gedaan worden over of en wanneer 5 meter zeespiegelstijging optreedt.



Figuur 8: *De verwachte overstromingskansen bij 2 m zeespiegelstijging in de situatie waarbij de waterkeringen in 2050 precies aan de huidige normen voldoen en daarna niet meer verhoogd of versterkt worden. Op verschillende plaatsen in Nederland zou in dat geval jaarlijks of vaker een overstroming plaatsvinden. Overstromingskansen zijn afgeleid van hoogtetekorten, de sterkte van de waterkeringen is hierin niet meegenomen.*

invulling; deze kosten zijn in de andere denkrichtingen niet meegenomen. De kosten van de denkrichting Meebewegen zijn op basis van de uitwerking door het consortium niet in te schatten. Dat komt omdat de benodigde aanpassingen alle sectoren en gebruiksfuncties raken, een passende mix van bouwstenen per gebied sterk kan verschillen en we geen ervaring hebben met een dergelijke allesomvattende transformatie. Op welk moment de investeringen voor de verschillende denkrichtingen moeten plaatsvinden, is nog niet bepaald.

Tegenover de kosten staan nieuwe kansen en baten. Die zijn nog niet verkend in dit onderzoek.

De uitvoerbaarheid van alle denkrichtingen vraagt nader onderzoek en hangt ook af van de snelheid waarmee maatregelen tot stand moeten komen. Denk daarbij aan de benodigde materiële en personele capaciteit, of in het geval van Meegroeien aan de tijd die nodig is om voldoende sediment in te vangen en mee te kunnen groeien.

Combinaties en regionaal maatwerk
In dit onderzoek zijn de vier denkrichtingen rigide ingevuld volgens de kenmerken van de betreffende denkrichting. Zo worden de verschillen helder. In de praktijk is een 'one fits all' aanpak niet nodig en niet verstandig. Combinaties van technische waterbouwkundige maatregelen, meer natuurlijke maatregelen en functieaanpassingen of -verplaatsingen zijn voor waterveiligheid goed mogelijk en voor de zoetwatervoorziening noodzakelijk. Wat op een bepaald moment de beste keuze is, hangt onder meer af van de snelheid van zeespiegelstijging, de kenmerken van de regio, ontwikkelingen in functies, technische mogelijkheden en maatschappelijke acceptatie.

In alle denkrichtingen geldt dat er niet meer altijd en overal voldoende zoetwater is om verzilting tegen te gaan. Op termijn zal vaker sprake zijn van regionale verzilting. Dit vraagt van de watergebruikers dat zij hier rekening mee houden en zo nodig maatregelen treffen om de kwetsbaarheid te verminderen. Dit is ook al geconstateerd in de systeemverkenning Zoetwater en geagendeerd in het traject Water en Bodem Sturend.

Nog geen compleet beeld
Deze eerste verkenning geeft nog geen compleet beeld van de denkrichtingen voor het omgaan met zeespiegelstijging. Zo hebben de consortia Beschermen en Zeewaarts nu gefocust op het zuidwestelijke deel van ons land (de Rijn-Maasmonding), omdat zeespiegelstijging daar tot zeer grote vraagstukken leidt voor de afvoer van de Rijn en de Maas naar zee. Het consortium Meegroeien heeft de focus op zowel de zuidwestelijke delta als de Wadden gelegd. Het consortium Meebewegen heeft de denkrichting landelijk uitgewerkt, maar minder concreet en voor deze denkrichting konden op basis van deze uitwerking nog geen kosten berekend worden. Bij het uitwerken van de zoetwaterbeschikbaarheid is nog geen rekening gehouden met het effect van droogte en hitte op de watervraag en het watertekort en is bovendien het huidig gebruik, zonder economische ontwikkelingen, als uitgangspunt genomen. Deze beperkingen passen bij het karakter van deze verkenning, maar het beeld is dus nog niet compleet.

Kiezen is nog niet nodig
De Tussenbalans van het Kennisprogramma Zeespiegelstijging heeft laten zien dat we Nederland met de huidige strategie zeker nog deze eeuw goed kunnen blijven beschermen tegen overstromingen. De resultaten van deze verkenningen geven daar verdere onderbouwing voor. Op korte termijn zijn al wel maatregelen tegen wateroverlast en verzilting nodig en mogelijk. Het is echter niet nodig om nu al een keuze te maken voor wat we op lange termijn gaan doen. De onzekerheid over de toekomstige zeespiegelstijging is bovendien nog groot en een goede keuze vereist meer inzicht, onder meer in regio-specifieke combinaties van Beschermen, Meebewegen, Meegroeien en wellicht Zeewaarts en ook in de gevolgen daarvan voor het volledige palet van maatschappelijke functies en landgebruik. Daarbij staat de vraag centraal in welk land we willen leven.

Fundamentele keuzes zijn nog niet nodig, maar het is uitermate belangrijk om bij ruimtelijke planvorming en investeringen in infrastructuur nu al rekening te houden met klimaatverandering en zeespiegelstijging. Maatregelen als het reserveren van ruimte rond waterkeringen en het verminderen van zoutindringing bij sluizen zijn noodzakelijk en no-regret. Op verschillende plaatsen wordt de opgave op termijn kleiner als we nu beginnen met het invangen van zand en slib.

4.2 Landelijke keuzes

Een groot vraagstuk voor de waterveiligheid bij zeespiegelstijging is hoe we de grote hoeveelheden rivierwater van Rijn en Maas veilig en snel naar zee kunnen leiden. Hier komen de meest ingrijpende onderdelen van de vier denkrichtingen uit voort, zoals de inzet van grootschalige pompcapaciteit, de aanleg van een omvangrijk kustmeer, een andere verdeling van het rivierwater, grootschalige versterkingen van rivierdijken van de zee tot aan Nijmegen, de inrichting van meegroeilandschappen en grootschalige berging van rivierwater in de zuidwestelijke delta.

Op termijn zijn landelijke keuzes noodzakelijk over:
- de afvoerverdeling van de Rijn, bij de splitsingspunten en in het benedenrivierengebied;
- het al dan niet ruimte bieden voor grootschalig invangen van slib in overgangsgebieden;
- het al dan niet zeewaarts afsluiten van de Rijnmond, al dan niet in combinatie met specifieke beschermingsmaatregelen in de regio Rijnmond-Drechtsteden zoals een Deltapolder;
- het al dan niet inzetten van deltawateren voor de berging van rivierwater;
- het al dan niet aanleggen van een kustmeer zeewaarts van de zuidwestelijke delta;
- de mate waarin het IJsselmeerpeil meestijgt met de zeespiegelstijging;
- het al dan niet stimuleren van de bewoning en economische activiteiten in hoog-Nederland.

Deze systeemkeuzes hangen deels met elkaar samen en ze bepalen in hoge mate het mogelijke ruimtegebruik in de toekomst, binnen- en buitendijks. Besluiten over deze systeemkeuzes zullen veel tijd kosten. Daarom is het belangrijk tijdig met benodigd onderzoek te starten, ook omdat besluitvorming brede betrokkenheid van de samenleving vraagt en de transities en uitvoeringsprogramma's die daarna volgen tientallen jaren duren.

Vooral de bouwstenen uit de denkrichting Meebewegen vragen om tijdige keuzes om noodzakelijke transities in gang te zetten. Figuur 9 laat als voorbeeld zien hoeveel tijd nodig is voor transities in onder meer woningbouw, landbouw en infrastructuur in relatie tot de beschikbare tijd bij verschillende zeespiegelscenario's.

4.3 Ruimte om te kiezen

De onderzoeken laten zien dat alle toekomstige denkrichtingen ruimte vragen. Ruimte voor nieuwe waterbouwkundige maatregelen, voor meegroeilandschappen, voor verschuiving van functies naar andere gebieden en voor de aanpassing van het landgebruik aan nieuwe omstandigheden. Daarmee hebben we ook eerste inzichten in de manier waarop we keuzeruimte voor toekomstige generaties kunnen openhouden. Deze inzichten moeten we verder concretiseren.

Ruimte voor zandwinning
In de Tussenbalans van het Kennisprogramma Zeespiegelstijging is geconcludeerd dat we de zandige kust duurzaam kunnen blijven onderhouden door de huidige aanpak met zandsuppleties op te schalen. Daarvoor is tot 5 meter zeespiegelstijging naar verwachting minimaal 5 miljard m^3 en maximaal 9,5 miljard m^3 zand voor nodig. Het onderzoek naar de denkrichting Zeewaarts laat zien dat de aanleg van een kustmeer voor de kust van de zuidwestelijke delta nog eens 2 miljard m^3 zand extra zou vragen en extra zand voor het onderhoud van de dam rond het kustmeer. Ook voor Meegroeien kunnen aanvullende zandsuppleties nodig zijn, als intergetijdengebieden de zeespiegelstijging niet (meer) kunnen bijhouden met natuurlijke sedimentaanwas (onder welke omstandigheden zich dit voordoet, is een kennisvraag). Dit ondersteunt de overweging uit de Tussenbalans om meer ruimte op de Noordzee te reserveren voor toekomstige winning van suppletiezand.

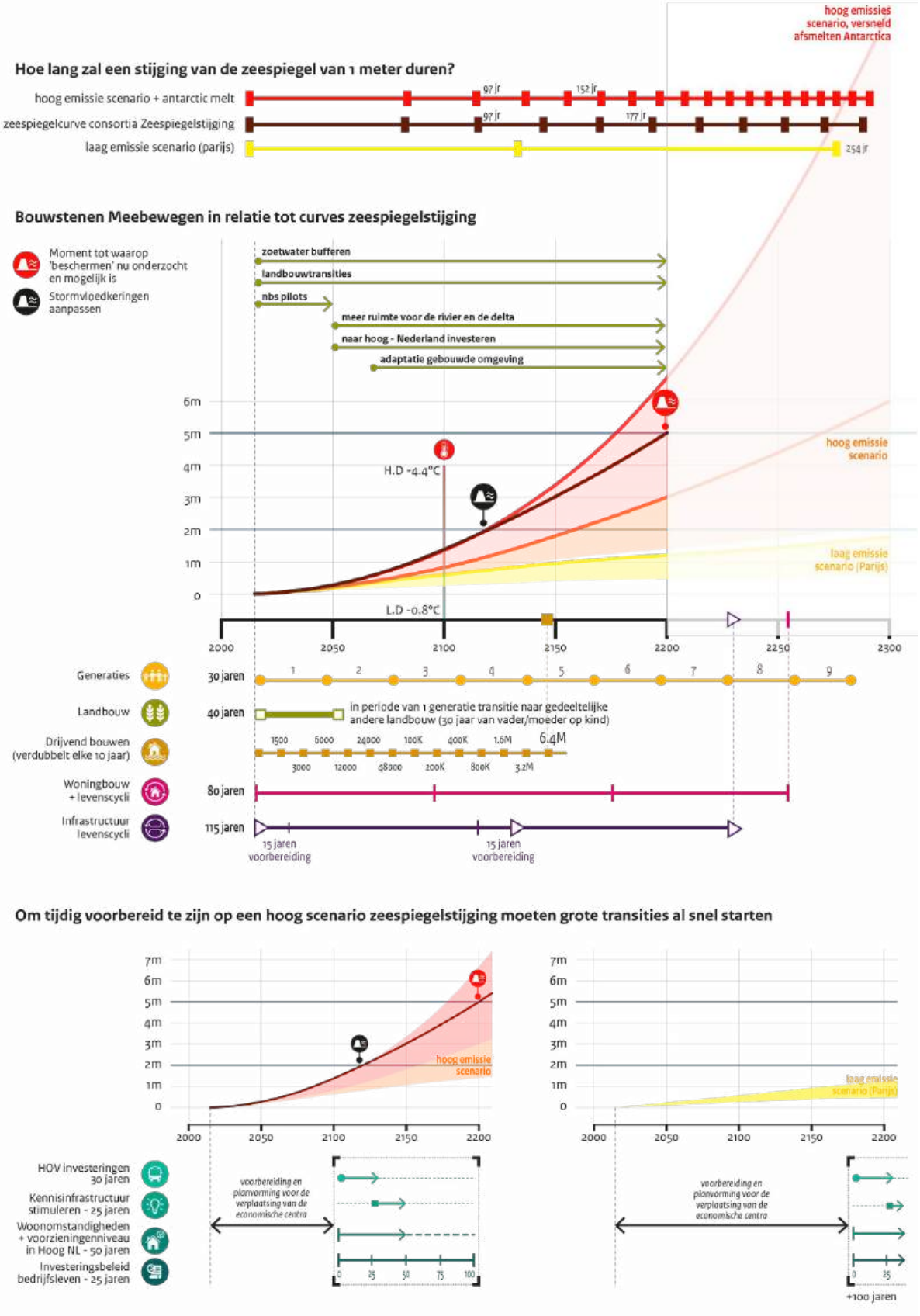
Ruimte voor water en waterkeringen
Het onderzoek maakt duidelijk dat Nederland alles op alles moet zetten om leefbaar te blijven bij zeespiegelstijging. Daarbij helpt het om het buitendijkse gebieden en land achter de keringen minder kwetsbaar te maken voor wateroverlast, verzilting en de gevolgen van een eventuele overstroming. Dat sluit aan bij de aanpak van Water en Bodem Sturend. Ook blijkt uit dit onderzoek dat in alle denkrichtingen dijkversterkingen nodig zijn. Dat wordt gemakkelijker als we ruimte langs de dijken vrijhouden. Dat sluit aan bij de Kamerbrieven over Water en Bodem Sturend en de Tussenbalans van het Kennisprogramma Zeespiegelstijging.

Ook voor het afvoeren, bergen en vasthouden van water is in alle denkrichtingen meer ruimte nodig. Regionale gebiedsprocessen rond investeringsagenda's voor bijvoorbeeld woningbouw, landbouw, natuur en infrastructuur kunnen kansen bieden om daar concrete stappen voor te zetten.

Ruimte voor systeemkeuzes
De grote systeemkeuzes die in 4.2 genoemd zijn, hoeven we nu nog niet te maken. Maar het is wel belangrijk om er rekening mee te houden bij grote investeringen met een lange levensduur, zoals woningbouw, infrastructuur en duurzame energie. Deze kunnen de toekomstige ruimte voor deze systeemkeuzes inperken (denk aan woningbouw buitendijks die toekomstige peilstijging belemmert) of juist vergroten (denk aan verhoogd aanleggen van buitendijkse haventerreinen bij nieuwe ontwikkelingen of het toepassen van zilte landbouw). Het onderzoek geeft een eerste beeld van wat nodig is om alle opties open te houden. Dit vraagt verdere concretisering: om welke locaties gaat het, op welke manier kunnen we keuzeruimte houden en wat zijn de gevolgen daarvan, op welke termijn is de betreffende ruimte nodig?

4.4 Aanvullende onderzoeken

Tijdlijnen en Herijking Deltaprogramma
De resultaten van dit onderzoek vormen belangrijke input voor de uitwerking van tijdlijnen: mogelijke routes om geleidelijk toe te groeien naar verschillende denkrichtingen voor de lange termijn. Tijdlijnen laten zien op welke momenten belangrijke systeemkeuzes nodig zijn en welke verschillende richtingen dan gekozen kunnen worden. Zo komen de



Figuur 9: *De tijd die nodig/beschikbaar is voor verschillende transities in relatie tot scenario's van zeespiegelstijging.*

mogelijke routes van de huidige situatie naar verschillende richtingen op de lange termijn in beeld. Daarnaast wordt duidelijk welke acties nodig zijn om opties voor de lange termijn open te houden. Aandachtspunt in de tijdlijnen is de tijd die nodig is om tot complexe besluiten over (systeem)keuzes te komen.

De resultaten van dit onderzoek en de tijdlijnen zijn ook input voor de herijking van het Deltaprogramma die in 2026 plaatsvindt en voor andere beleidstrajecten.

Vervolgonderzoek
Dit onderzoek is een eerste vingeroefening. Het geeft een eerste beeld van de mogelijkheden en de gevolgen van verschillende manieren om met zeespiegelstijging om te gaan. We moeten ons verder verdiepen om op lange termijn weloverwogen keuzes te kunnen maken én om nu al verstandig te kunnen investeren.

In hoofdstuk 3 staan per uitgewerkte denkrichting een aantal vervolgvragen. Die kunnen en hoeven we niet allemaal tegelijk op te pakken. Er moet een ordening komen in de vragen: wanneer is welk onderzoek nodig?

In 2026 wordt het Kennisprogramma Zeespiegelstijging afgerond met een eindrapportage. Dat jaar komen ook de resultaten van de laatste aanvullende onderzoeken beschikbaar:

- een analyse van de gevolgen op hoofdlijnen van de vier denkrichtingen voor functies als ecologie, waterkwaliteit, landbouw, woningbouw, scheepvaart en regionale watersystemen (impactanalyse);
- nader onderzoek naar de kosten van verschillende denkrichtingen voor de lange termijn, inclusief doorgaan met de huidige strategie. Met name voor de denkrichting Meebewegen is dat nog niet mogelijk geweest, vanwege de korte onderzoeksperiode en de complexiteit van het financiële plaatje;
- verkennend onderzoek van het NSOB naar de wijze waarop 'grote keuzes' in de toekomst tot stand (kunnen) komen;
- reflecties van maatschappelijke partijen in de maatschappelijke klankbordgroep op de onderzoeken van het kennisprogramma;
- onderzoek naar de effecten van zeespiegelstijging op de zoetwaterlenzen onder de duinen;
- onderzoek naar suppletiemethoden bij toename van benodigde suppletievolumes;
- concretisering van tijdlijnen met een overzicht van knelpunten en beslismomenten in de tijd.

4.5 Voortbouwen op een rijke historie

Nederland heeft in het verre en recente verleden allerlei oplossingen toegepast voor het omgaan met overstromingsrisico's en verzilting. De denkrichtingen uit dit rapport zijn dan ook niet compleet nieuw. Meebewegen, Beschermen, Zeewaarts en Meegroeien: ze passen allemaal in onze watertraditie en sluiten aan bij wat we al doen of gedaan hebben. Ook het overstappen van de ene oplossing naar de andere, van de ene denkwijze naar de andere, is altijd onderdeel van onze traditie geweest. Dat betekent dat we een rijke ervaring hebben waar we op kunnen voortbouwen, ook al zijn de omstandigheden nu anders dan in het verleden.

In de geschiedenis van het waterbeheer hebben we gebruik gemaakt van technische maatregelen om het water te sturen, te keren en te beheersen, maar ook van natuurlijke processen. Meegroeien is altijd onderdeel geweest van de watertraditie in Nederland. In het verleden is bijvoorbeeld via natuurlijke opslibbing op grote schaal land aangewonnen. Een groot deel van de Zeeuwse polders en de polders langs de Waddenzee is ontstaan door aanslibbing in de kustzone te stimuleren. Recente voorbeelden van meegroeien zijn het programma Ruimte voor de Rivier, het onderhoud van de kust met zandsuppleties, hermeandering van beken voor het vasthouden van water en vernatting van veengronden.

Met de Deltawerken hebben we bouwstenen uit alle denkrichtingen in de praktijk vormgegeven. We hebben ervoor gekozen om de Nieuwe Waterweg en de Oosterschelde in dagelijkse omstandigheden in open verbinding te laten met de zee, maar afsluitbaar te maken met een stormvloedkering. De Grevelingen en het Haringvliet zijn volledig afgesloten van de zee, maar onlangs is het Haringvliet op 'een kier' gezet zodat vissen weer in en uit kunnen zwemmen. De Westerschelde hebben we als open zeearm behouden en omringd met extra sterke dijken. Al deze vormen blijken te werken. We hebben hier ook van geleerd dat hoe meer we de natuurlijke processen (letterlijk) indammen, hoe groter de impact op de natuur en de waterkwaliteit is.

De Deltawerken zijn in de periode 1958-1995 aangelegd. We hebben dus 30-70 jaar ervaring met de verschillende oplossingen die hier zijn toegepast. We hebben inzicht in de werking, het beheer en onderhoud en de kosten van de waterbouwkundige werken en de gevolgen in de volle breedte. Die ervaring en kennis kunnen we benutten om goede keuzes te maken voor de toekomst, rekening houdend met de economische en maatschappelijke context van deze tijd.

Bijlage 1

Denkrichting Beschermen: belangrijkste kenmerken en gevolgen van de vier strategieën

Kenmerken en effecten	Gesloten, pompen en berging	Gesloten, spuisluis en berging	Afsluitbaar, bestaande afvoerverdeling	Afsluitbaar, afvoercorridor Waal
Pompcapaciteit (m^3/s)	15500	3000	3000	3000
Stijging 1/10000 waterstand (m) (2100 | 2200)	0,5 | 0	1 | 3-4	1-2 | 4-5	(buiten de Deltapolder) 0-2 2-4
Zoetwater-overschot/tekort (m^3/s)[11] 2100 | 2200	++ | --	++ | -	-- | ----	+ | --
Kosten[12] (2100 | 2200)	90 | 170	100 | 190	110 | 180	100 | 170
Ruimtebeslag dijken (km^2) 2100 | 2200	55 | 70	60 | 130	75 | 140	60 | 95
Te amoveren gebouwen[13] 2100 | 2200	22000 | 26000	25000 | 37000	30000 | 37000	16000 | 24000
Natuur	Verlies getijdenatuur in Zeeuws-Hollandse delta	Verlies getijdenatuur in Zeeuws-Hollandse delta	Open zee-rivierverbinding, getijdenatuur en overgangszones	Open zee-rivierverbinding, getijdenatuur en overgangszones, maar alleen in hoogwatercorridor
Scheepvaart [14]	overslag over land, eventueel schutsluis in Rijnmond	overslag over land, eventueel schutsluis in Rijnmond	open-afsluitbare verbinding	overslag over land, eventueel schutsluis in Rijnmond
Land- en tuinbouw in Rijn-Maasmond en zuidwestelijke delta	Bestaand landgebruik kan vooralsnog voortgezet	Bestaand landgebruik kan vooralsnog voortgezet	Toenemende doorspoelvraag veroorzaakt groot watertekort	Bestaand landgebruik kan vooralsnog grotendeels voortgezet
Buitendijks	Weinig beïnvloed	Grote invloed	Grote invloed	Alleen invloed buiten Deltapolder

[11] Dit is met de extra buffers, getallen zijn voor een droog jaar (als 1976). +/- < 500 m^3/s, ++/-- 500-1000 m^3/s, +++/---: 1000-2000 m^3/s, ++++/---- > 2000 m^3/s

[12] Het betreft hier de kosten voor aanpassen van waterkeringen (in grond, dus breed), kunstwerken, aanleg pompen, aanpassingen buitendijks en waterkeringen en suppleties langs Wadden, IJsselmeer, delta en kust (exclusief maatwerkmaatregelen bij kustplaatsen)

[13] Dit is voor Rijn-Maasmonding plus het aansluitende deel van Maas, Waal, Neder-Rijn Lek

[14] Schutsluis met als ontwerpeis minimale zoutindringing

Bijlage 2: lijst van systeemmaatregelen bij denkrichting Meegroeien

- **Verwijderen of aanpassen van dammen** voor het herstellen van de natuurlijke dynamiek en connectiviteit. Denk aan het herstel van getij en morfologische processen waarmee de bodem natuurlijk kan meegroeien in nu afgesloten deltawateren.
- **Geheel open stormvloedkeringen** waarbij het estuarium onder normale omstandigheden zo open en dynamisch mogelijk blijft en de hydrodynamiek en sedimentuitwisseling niet zodanig worden verstoord dat dit negatieve effecten heeft voor het ecosyteem of de meegroeicapaciteiten van het estuarium. Deze stormvloedkeringen moeten nog ontworpen worden en zullen door de extra eisen duurder zijn dan de bestaande keringen.
- **Meegroeilandschappen** veranderen waterkeringen in bredere waterkerende zones door de ontwikkeling van schorren en kwelders en mogelijkheden voor invang van slib op locaties waar nu dijken liggen. Dijkterugleggingen en wisselpolders kunnen hier een rol in spelen. Bij het falen van de kering blijft het meegroeilandschap nog enige bescherming bieden, waardoor gevolgschade beperkter blijft bij falen.
- **Vloedkommen** zijn laaggelegen binnendijkse gebieden (bijvoorbeeld ingedijkte zee-armen) die een nieuwe primaire waterkering krijgen en aan de zeezijde weer worden geopend. Ze vergroten het ecosysteemareaal, verhogen het vermogen om sediment in te vangen en verbeteren de connectiviteit. Vloedkommen kunnen mogelijk het getijdenprisma (hoeveelheid water die bij eb het bekken verlaat) beïnvloeden en de sedimentvraag vergroten. De gevolgen voor zoutindringing zijn zeer locatie- en conditie specifiek.
- **Buitendijkse begroeide voorlanden:** Buitendijks worden schorren en kwelders gecreëerd om het vermogen om sediment in te vangen te verhogen en golfbelasting op de dijk te verlagen. Hiervoor zijn wel specifieke condities nodig, zoals voldoende ruimte in systeem, voldoende areaal intergetijdengebied in estuarium en voldoende sediment.
- **Zandmotoren, duinverbreding, kerven en verwijderen van dwarsdammen** zijn maatregelen die naast voortzetting van de huidige suppleties vanuit het Kustlijnzorgprogramma kunnen bijdragen aan een robuuster kustsysteem op de langere termijn. Dit draagt bij aan waterveiligheid maar ook, afhankelijk van de omvang, bij aan het opslaan en zuiveren van regen- en rivierwater.
- **Suppleties:** Het meegroeivermogen van schorren, kwelders en platen in de zuidwestelijke delta en de Waddenzee is afhankelijk van de snelheid van zeespiegelstijging. Bij extreme stijging kan dit tempo onvoldoende zijn, waardoor suppleties noodzakelijk worden om verdrinking van platen te voorkomen.
- **Natuurlijk peilbeheer IJsselmeer:** Een natuurlijker peilbeheer (met een hoog peil in de winter en laag peil in de zomer) en de aanleg van graduele oeverzones en voorlanden kunnen het meer robuuster maken tegen effecten van klimaatverandering, verdamping en ecologische verarming. Dit in combinatie met een grotere peilfluctuatie van 1,5 meter geeft een grotere zoetwaterbuffer ten behoeve van waterbeschikbaarheid. Hiervoor zijn wel grotere gemalen aan de afsluitdijk nodig om het peil in de winter te handhaven. Deze maatregel heeft weinig invloed op de waterveiligheid rond het IJsselmeer.
- **Combinaties met niet-NbS bouwstenen** waar nodig om de juiste balans tussen waterveiligheid, zoetwaterbeschikbaarheid en ecosystemen te behouden. Zo blijven dijkversterkingstrajecten nodig. Ook wordt gebruik gemaakt van het concept Deltapolder, wat geen NbS oplossing is. Wel wordt dan gezocht naar een zo natuurlijk mogelijke uitvoering: zo kan de afsluiting/verondieping van de Nieuwe Waterweg die hiervoor nodig is, wel weer met een NbS-oplossing gerealiseerd worden.

Colofon

Begeleiding:
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, staf Deltacommissaris

Tekst en redactie:
Renske Postma, www.dekrachtvantaal.nl

Vormgeving:
One Architecture, met input van BoschSlabbers (Beschermen) en ZUS (Zeewaarts)

Opmaak en Druk:
HVR en Delta3

Fotografie:
De Afsluitdijk wordt verstevigd met Level blocs: John Gundlach
Werf op schiereiland Marken: Tineke Dijkstra
Lauwersmeerdijk, dijkversterking, Friesland: (Waarschijnlijk) Tineke Dijkstra
Twee mensen bij de Maeslantkering: Gerda Hanemaaier
Oosterscheldekering: Tineke Dijkstra
Aanleg van de Afsluitdijk met drijvende stoomkraan: Archief Rijkswaterstaat
Versterking Houtribdijk met zandige oevers en natuurgebied Trintelzand: Frank Janssens
Zandsuppleties Scheveningen: Tineke Dijkstra
De Zandmotor na 10 jaar: Martijn Beekman
Hoorn, Vissereiland, wateroverlast door beperkte spuimogelijkheden IJsselmeergebied: Jos van Alphen
De Primaire Waterkering van Terschelling: Bart van Vliet
Maeslantkering: Theo Bos

Deze brochure is een product van het Kennisprogramma Zeespiegelstijging, een initiatief van de minister van Infrastructuur en Waterstaat en de deltacommissaris.

www.rijksoverheid.nl/minienw
www.deltaprogramma.nl