

Kennisprogramma Zeespiegelstijging  
Verkennd  
Onderzoek  
Oplossingsrichting  
Meebewegen

10 November 2023



# Oplossingsrichting 'meebewegen'

**Verkennd onderzoek voor het kennisprogramma  
zeespiegelstijging**

10 november 2023 - Internal

## Contactpersonen

### HARM ALBERT ZANTING

T +31 (0) 6 2706 0374

Arcadis Nederland B.V.  
Postbus 220  
3800 AE Amersfoort  
Nederland

---

### MATTHIJS BOUW

T +31 (0) 20 470 0040

One Architecture.  
Postbus 15816  
1001 NH Amsterdam  
Nederland

---

# Inhoudsopgave

<b>Samenvatting oplossingsrichting ‘meebewegen’</b>	<b>5</b>
<b>1 Introducties</b>	<b>9</b>
1.1 Kennisprogramma zeespiegelstijging – oplossingsrichtingen	9
1.2 Doelstelling	9
1.3 Aannamen	10
1.4 In welke wereld leven we dan	11
1.5 Werkwijze	12
1.6 Dankwoorden	12
<b>2 ‘Pure play meebewegen’-strategie</b>	<b>15</b>
2.1 Wateropgave bij 2 m en bij 5 m zeespiegelstijging	15
2.2 Gebouwde omgeving bij ‘pure play meebewegen’	18
2.3 Overige gevolgen bij ‘pure play meebewegen’	22
2.4 Van ‘pure play’ naar ‘hybride meebewegen’	22
<b>3 ‘Hybride meebewegen’-strategie</b>	<b>23</b>
3.1 Redeneerlijn	23
3.2 Waterveiligheid en schadebeperking in Randstad en Laag-Nederland	27
3.3 Waterveiligheid Rivierengebied	31
3.4 Wateroverlast	34
3.5 Zoetwater – watertekort	34
3.6 Landbouw	36
3.7 Natuur	38
3.8 Economie	40
3.9 Governance en maatschappij	44
3.10 De samenhang verbeeld in doorsneden	47
3.11 Hoe ziet ‘meebewegen’ er uit?	52

<b>4</b>	<b>Beoordeling en duiding</b>	<b>53</b>
4.1	Inleiding	53
<b>5</b>	<b>Tijdafhankelijkheid</b>	<b>58</b>
5.1	Timing van de inzet van bouwstenen	58
5.2	Afsluitende overwegingen	61

## **Bijlagen**

<b>Bijlage A</b>	<b>Landschappen in Nederland</b>	<b>63</b>
<b>Bijlage B</b>	<b>Verdichten woongebieden rond OV-verbindingen</b>	<b>64</b>
<b>Bijlage C</b>	<b>Bouwstenen</b>	<b>66</b>
<b>Bijlage D</b>	<b>Wateropgave bij 2 m en bij 5 m zeespiegelstijging</b>	<b>166</b>
<b>Bijlage E</b>	<b>Transitiestrategie aangaande voorspelbaarheid overstromingen en een zo lang mogelijke transitieperiode</b>	<b>171</b>
<b>Bijlage F</b>	<b>Wateroverlast bij 'meebewegen'</b>	<b>175</b>
<b>Bijlage G</b>	<b>Meebewegen met water: economisch rationeel?</b>	<b>178</b>
<b>Bijlage H</b>	<b>Governance: sturingsmodellen</b>	<b>187</b>
<b>Bijlage I</b>	<b>Deelnemende organisaties aan de brede hackatons</b>	<b>190</b>
<b>Bijlage J</b>	<b>Auteurs voorgaande plannen, initiatieven, beelden, gedachten</b>	<b>191</b>
<b>Colofon</b>		<b>192</b>

## Samenvatting oplossingsrichting 'meebewegen'

### Drie oplossingsrichtingen voor omgaan met zeespiegelstijging

De zeespiegel stijgt en door klimaatverandering en wereldwijde opwarming versnelt deze stijging de laatste decennia. De consequenties van een grote mate van toekomstige zeespiegelstijging voor het laaggelegen Nederland zijn groot. Hoe groot is mede afhankelijk van hoe snel deze stijging gaat verlopen. Het is belangrijk om nu al ver vooruit te kijken en te verkennen hoe zo goed mogelijk te reageren op de zeespiegelstijging. Wat zijn mogelijke strategieën om te beschermen tegen overstromingen en hoe kunnen we anticiperen op de gevolgen van veranderende neerslag en wateroverlast en met tekorten aan zoet water in droge zomers? In drie consortia zijn drie mogelijke oplossingsrichtingen verkend: 'zeewaarts', 'beschermen' en 'meebewegen'. Daarbij is in eerste instantie uitgegaan van een zeespiegelstijgingsscenario met een stijging van 2 m in 2100 en 5 m in 2200. Dit rapport bevat de resultaten van het verkennend onderzoek naar de oplossingsrichting 'meebewegen'.

### De karakteristieken van de oplossingsrichting 'meebewegen'

Een eerste belangrijke conclusie van het onderzoek is dat de oplossingsrichting 'meebewegen' niet leidt tot een eenduidig technisch en ruimtelijk ontwerp. 'Meebewegen' is een manier van omgaan met veranderingen en bedreigingen, waarbij zo min mogelijk wordt gekozen voor verder gaan op de weg van steeds ingrijpender technische oplossingen, die steeds verder af komen te staan van een meer natuurlijke plaats voor water in ons land en in de samenleving, en die in zichzelf kunnen leiden tot een toenemende kwetsbaarheid waarbij op het moment dat ze niet meer voldoen de veerkracht uit het systeem is. 'Meebewegen' is een proces, waarin in de tijd – afhankelijk van de snelheid van de zeespiegelstijging en klimaatverandering – steeds weer nieuwe besluiten genomen worden over de strategie die gevolgd wordt. Het onderzoek laat zien hoeveel tijd nodig is voor bepaalde veranderingen en op welk moment het tijd is om besluiten te nemen en actie in gang te zetten. 'Meebewegen' leidt ook niet voor alle delen van Nederland tot dezelfde maatregelen. Afhankelijk van de natuurlijke gesteldheid én van de economische en sociale consequenties van veranderen worden meer of minder bouwstenen uit het 'meebewegen'-palet ingezet.

### 'Pure play meebewegen'-strategie

In eerste instantie is onderzocht wat 'meebewegen' betekent als de primaire waterkeringen niet verder worden versterkt of verhoogd na het uitvoeren van de geplande verbeteringen volgens het HWBP tot 2050. Bij zeespiegelstijging groter dan de ontwerpwaterstanden zullen de kansen toenemen dat de waterkeringen falen en overstromingen plaats vinden. Ook zullen de waterdieptes van overstromd land toenemen met de oplopende waterstanden op zee en op de rivieren. Al bij 2 m zeespiegelstijging zullen op veel plaatsen langs de kust en langs de rivieren de overstromingskansen toenemen tot 1:100 per jaar of zelfs groter. Bijvoorbeeld in Noord-Nederland, de zuidwestelijke delta en in het zuiden van Zuid-Holland zijn er zelfs gebieden die eens per jaar of vaker zullen overstromen. Bij een hoge frequentie van overstromen is het al snel niet meer reëel dat het water wordt weggepompt en de oude situatie wordt hersteld.

In het onderzoek is verkend welke mogelijkheden er zijn om in de lage delen van Nederland dan toch nog te kunnen wonen en werken. Een eerste denkbare mogelijkheid is het beschermen van bijvoorbeeld de steden met ringdijken. Het blijkt dat het beschermen van de vier grote steden een lengte aan ringdijken vergt die veel langer is dan de waterkeringen rond de huidige dijkringen 14 en 44. De hoogte en sterkte zal vergelijkbaar moeten zijn, omdat het overstromde land zich vergelijkbaar gedraagt als open zee. Een tweede optie is verhoogd of drijvend wonen en werken. De verkenning laat zien dat het gebied dat hoog genoeg ligt om met een ophoging van maximaal 8 m- voldoende veilig te zijn, ongeveer voldoende is om met een hoog-stedelijke bebouwingsdichtheid enkele miljoenen woningen te bouwen. Het gaat dan om nieuwbouw, verhogen van bestaand bebouwd gebied op enige schaal is niet uitvoerbaar. Voor drijvende bebouwde gebieden is wel voldoende ruimte. Het aansluiten van infrastructuur in een voornamelijk drijvende omgeving is wel problematisch. Landbouwgebieden in laag-Nederland zullen in deze strategie al bij 2 m zeespiegelstijging volledig onbruikbaar worden.

Het huidige verdienvermogen in de Randstad is groot (70% van BBP). Als dit gebied onbruikbaar zou worden door (te frequente) overstromingen, dan zijn de gevolgen voor de Nederlandse economie en voor de werkgelegenheid desastreus. Het verdienvermogen om een transitie naar hoger Nederland te betalen valt dan al snel weg. Ook de maatschappelijke ontwrichting zal enorm zijn.

Een relatief snelle noodzakelijke transitie uit laag-Nederland zal de sociale ongelijkheid naar verwachting vergroten. Het meer welvarende deel van de bevolking zal beter geëquipeerd zijn om te verhuizen met acceptabele financiële gevolgen dan het economisch zwakkere deel.

## 'Hybride meebewegen'-strategie

Uit de analyse van 'pure play meebewegen' volgt dat het radicaal afzien van verhogen en versterken van de waterkeringen in de nabije toekomst geen realistische en ook een niet-noodzakelijke strategie is. De verdien capaciteit van de Randstad-agglomeratie is nodig om de transities die bij 'meebewegen' horen te 'financieren'. Uit de resultaten van het Kennisprogramma Zeespiegelstijging Spoor II (systeemverkenningen) en van het Consortium 'Beschermen' volgt dat het technisch en financieel niet nodig om in 2050 al af te zien van het verder versterken van primaire waterkeringen.

Daarom is een 'hybride meebewegen'-strategie uitgewerkt, met onderstaande belangrijke karakteristieken.

- Het economische hart wordt omgeven door hoge keringen die het overstromingsrisico beperken. Bovendien wordt er stevig ingezet op de 2e en 3e laag van meerlaagsveiligheid: verhogen van wonen en kritieke infrastructuur, ringdijken, schadebeperkend bouwen, meer mogelijkheden van horizontale en verticale evacuatie, en investeren in early warning-systemen.
- Binnen deze diepe megapolder passen we ons aan aan wateroverlast en verzilting. De diepste delen worden op termijn verlaten. Er is ruimte nodig om de toenemende wateroverlast door intensievere neerslag en toename kwel tijdelijk te bergen. Nieuwe verstedelijking vindt plaats op de hogere delen of drijvend.
- In overig laag-Nederland en in het rivieren- en deltagebied zal op een eerder moment gekozen worden om via een gecontroleerde terugtrekkingsstrategie mee te bewegen met de zeespiegelstijging en frequentere of permanente overstromingen toe te laten. Wel zal zo lang mogelijk een aanpak van meegroeien met de zeespiegelstijging via natuurlijk ophoging van bijvoorbeeld vooroevers worden gehanteerd.
- De grote rivieren staan op termijn – wanneer de zeespiegelstijging sterk doorzet -in open verbinding met de zee. De Nieuwe waterweg wordt tijdig afgesloten om het havengebied te beschermen. Het rivierwater van Rijn en Maas wordt dan grotendeels via de zuidwestelijke delta afgevoerd. Om de transitie gecontroleerd te laten verlopen wordt zo lang mogelijk ingezet op het tijdelijk bergen van hoge rivierafvoeren in buitendijks gebied, grote wateren, bufferpolders, en riviernatuur. Het Europoort havencomplex wordt lokaal opgehoogd en behoudt verbindingen met het achterland van Europa.
- Nederland blijft hoogproductief op agrarisch gebied en levert nog steeds een forse bijdrage aan de Europese en mondiale voedselvoorziening. Het areaal grondgebonden landbouw op de meest vruchtbare organische bodems vermindert door vernatting en verzilting en door druk op gebieden voor wonen en werken. Het maakt gedeeltelijk plaats voor niet-grondgebonden ('footloose') landbouw.
- Natuur- en recreatiegebieden verschuiven. Er ontstaat nieuwe natte natuur in laag-Nederland en in het rivierengebied. In hoog-Nederland maakt de natuur soms plaats voor nieuwe functies.
- In alles wat gebouwd wordt in laag Nederland en in het rivierengebied wordt ingezet op tijdelijkheid en aanpasbaarheid. Uiteindelijk is het denkbaar dat laag-Nederland in zijn geheel verlaten zal moeten worden. De voorbereidingen daarvan worden tijdig gestart en vergen tenminste een periode van honderd jaar.
- Er wordt geïnvesteerd in de ontwikkeling van woongebieden en economische centra in hoog-Nederland. In eerste instantie in woongebieden en hoogwaardige openbaar-vervoer-verbindingen met de Randstad. Gevolgd door investeringen in de kennisinfrastructuur, waardoor uiteindelijk (ook) in hoog-Nederland een voordelig agglomeratievoordeel ontstaat. Verbindingen met de economische centra in Duitsland en België zijn cruciaal voor deze ontwikkelingen.
- De complexiteit van de transitie (de grote investeringen, de negatieve neveneffecten, de onzekerheden in het benodigde tempo, de mogelijke grote schades als het niet op tijd wordt gerealiseerd, etc.) vergt een gecombineerd en adaptief sturingsmodel (governance). Een tweede vereiste is centrale regie van overheden, gebaseerd op een heldere langetermijnvisie waarin 'meebewegen' aan verschillende andere ruimtelijke opgaven wordt gekoppeld. Ruimte voor burgerinitiatieven en innovaties door bedrijven en kennisinstellingen vullen dat aan.
- 'Meebewegen' betekent een breuk met de aanpak van beschermen tegen overstromingsgevaar die in Nederland in de afgelopen eeuw is gehanteerd. Om deze strategie (opnieuw) acceptabel te laten worden is een overtuigend verhaal (narratief) nodig. Een verhaal dat enerzijds de strategie in een historisch perspectief plaatst en anderzijds het vernieuwende karakter van deze strategie laat zien, inclusief de voortrekkersrol van Nederland op dit gebied in de wereld.

## 'Meebewegen' in de tijd

'Meebewegen' is op het gebied van omgaan met wateroverlast en watertekort in droge periodes ook nu al een bruikbare en mogelijk noodzakelijke strategie. Op verschillende plaatsen wordt 'meebewegen' al ingezet of overwogen. Bijvoorbeeld bergingsgebieden voor wateroverlast, verhogen van waterpeilen in de veenweidegebieden, water vasthouden op de hogere zandgronden. Ruimte voor de rivier is een grootschalig voorbeeld van 'meebewegen'.

De 'hybride meebewegen'-strategie is geen ontwerp op weg naar een vaste eindtoestand. Het is veeleer een proces waarin in de loop van de tijd beslissingen genomen worden over de manier van reageren op (toekomstige) zeespiegelstijging en andere klimaatimpacts vanuit het besef dat de huidige, veelal technische en defensieve oplossingen, mogelijk niet vol te houden zijn. De keuzes in dat proces zijn afhankelijk van de mate waarin klimaatmitigatiemaatregelen de zeespiegelstijging beperken, en zijn daarnaast afhankelijk van vele andere keuzes die worden gemaakt op het gebied van ruimtelijke inrichting én van de manier waarop de waterhuishouding (inclusief de veiligheid tegen overstromen) wordt ingericht. Figuur 1 laat zien hoe kenmerkende periodes die bij verschillende maatregelen horen zich verhouden tot drie KNMI-scenario's van zeespiegelstijging.

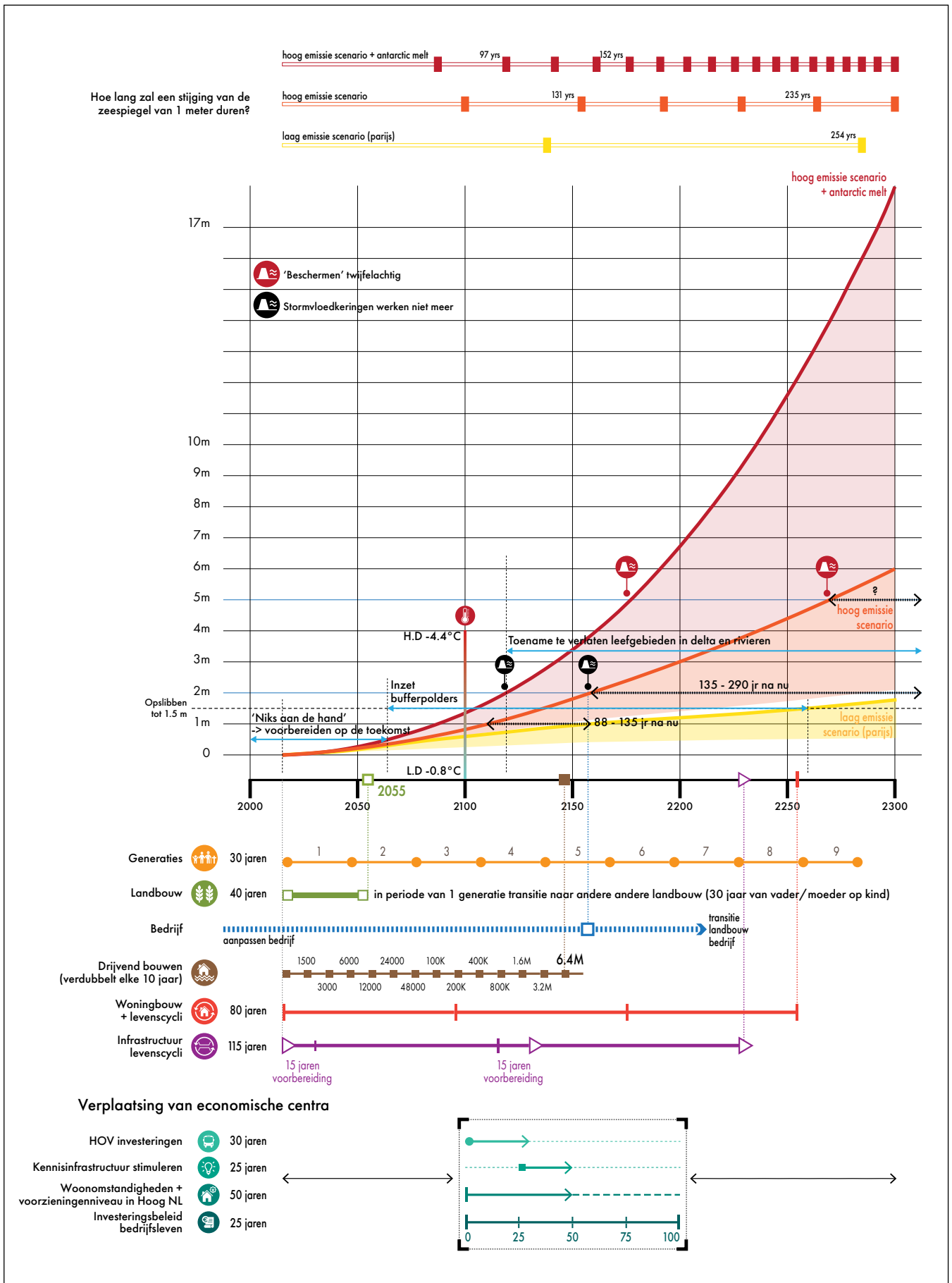
Tijd is een erg belangrijke factor in dat proces. Veel van de veranderingsprocessen vereisen een termijn in de orde van honderd jaar. Als de noodzaak van het afgerond zijn van die transitie ergens in de volgende eeuw liggen, dan zal al in deze eeuw besluiten moeten worden genomen om de verandering in gang te zetten. Voor aspecten als zoetwatervoorziening en wateroverlast komt de noodzaak van maatregelen die afwijken van de nu gebruikelijke aanpak nu al in beeld. Omdat een aantal processen van meebewegen nu al aan de orde zijn, en het niet ondenkbaar is dat de klimaatverandering in de komende eeuw versneld doorzet, is het aanbevelenswaardig om op een aantal terreinen 'meebewegen' al voor te bereiden of in gang te zetten

- Transitie van de landbouw zodat deze minder zoet water en minder grond nodig heeft.
- Voorbereiden van het ontwikkelen van hoog-Nederland als aanvullende woongebieden en economische centra, inclusief het versterken van de vervoersassen via hoog-Nederland naar Duitsland en België.
- Ontwikkelen van ontwerpprincipes en regelgeving voor nieuwbouw (veiligere locaties, waterbestendig bouwen, evacuatiemogelijkheden) en (kritieke) infrastructuur.
- In gang zetten van het maatschappelijke debat over aanpassen van de manier van omgaan met zeespiegelstijging en klimaatveranderingen. In gang zetten van mogelijk noodzakelijke aanpassingen aan de plan- en besluitvorming in Nederland en Europa (governance) die nodig zijn voor eventuele ingrijpende besluiten.
- Bijvoorbeeld door middel van pilot projecten, met name op het gebied van 'nature-based solutions, kansen benutten om te oefenen met 'meebewegen' en de verschillende co-benefits ervan zichtbaar maken.

## Voorkomen van grote zeespiegelstijging

Tot slot laat dit onderzoek zien hoe ingrijpend aanpassen aan versnelde zeespiegelstijging is. De belangrijkste aanbeveling is dan ook om maximaal in te zetten op maatregelen die de klimaatverandering beperken en grote zeespiegelstijging voorkomen.





Figuur 1 Afhankelijkheid tussen 'meebewegen-maatregelen' en scenario's voor zeespiegelstijging

# 1 Introducties

## 1.1 Kennisprogramma zeespiegelstijging – oplossingsrichtingen

De zeespiegel stijgt en door klimaatverandering en wereldwijde opwarming versnelt deze stijging de laatste decennia. Nog onzeker is hoe deze versnelde stijging in de toekomst gaat verlopen. Dit kan op termijn grote gevolgen hebben voor de leefbaarheid en bewoonbaarheid van ons land. In opdracht van de minister van Infrastructuur en Waterstaat en de Deltacommissaris bundelen overheden, bedrijven, kennisinstellingen en maatschappelijke organisaties hun krachten in het Kennisprogramma Zeespiegelstijging (KPZSS). Ze onderzoeken wat de mogelijke gevolgen van de zeespiegelstijging zijn voor ons land en wat de houdbaarheid is van de bestaande strategieën voor waterafvoer, bescherming tegen overstromingsrisico's en wateroverlast, kustonderhoud en zoetwatervoorziening. In gebiedsbijeenkomsten zijn verschillende oplossingsrichtingen voor de lange termijn verkend, voor het geval de zeespiegel rond de eeuwwisseling versneld verder stijgt. Daarbij is uitgegaan van een stijging van 2 m in 2100 en 5 m in 2200. Deze oplossingsrichtingen zijn door drie consortia (Beschermen, Zeewaarts en Meebewegen) tussen april en november 2023 nader geconcretiseerd tot technisch, fysisch en ruimtelijk realistische uitwerkingen.

De onzekerheid over de toekomstige zeespiegelstijging is groot en dat bemoeilijkt het maken van een goede keuze voor één specifieke lange termijn oplossing. Doel van deze uitwerkingen is daarom niet om nu een keuze te maken voor één oplossingsrichting, als start voor nadere planuitwerking en uitvoering, maar om zo goed mogelijk te kunnen bepalen wat we moeten doen en laten om toekomstige keuzes voorlopig nog open te houden. Dat is vooral relevant in verband met de grote investeringsagenda's van de komende decennia m.b.t. woningbouw, duurzame energie, infrastructuur en landbouw, die de toekomstige ruimtelijke inrichting (en ook de ruimte voor aanpassing aan klimaatverandering) gaan bepalen.

De drie consortia bestonden uit deelnemers van overheden, kennisinstellingen, ingenieurs- en ontwerp bureaus en waterbouwers. In aanvulling op grote (en enthousiaste) 'in kind' inzet van deze partijen is financieel bijgedragen door de Staf Deltacommissaris, Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, de Topsector Water en Maritiem, en het programma Redesigning Delta's. Met de kennis en inzichten uit het Kennisprogramma Zeespiegelstijging en deze consortia voeden we de herijking van het Deltaprogramma in 2026 en kunnen we op tijd keuzes maken voor de bescherming en inrichting van Nederland, zowel voor de huidige als toekomstige generaties.

Dit is het rapport van de oplossingsrichting 'meebewegen'.

*Het kernteam van het consortium 'meebewegen' bestaat uit vertegenwoordigers van Arcadis, One Architecture, Tauw, Royal HaskoningDHV, Sweco, Defacto, Deltares, Wageningen Environmental Research, TU Delft, Erasmus Universiteit, Radboud Universiteit, Rijkswaterstaat WVL en de Staf Deltacommissaris.*

*In dit consortium is naast kennis over water en ruimte ook kennis over ecologie, landbouw, bestuur, economie en sociaal-culturele aspecten vertegenwoordigd.*

## 1.2 Doelstelling

De drie consortia die verkennend onderzoek doen naar mogelijke oplossingsrichtingen voor (versnelde) zeespiegelstijging hanteren zo goed mogelijke gelijke doelstellingen, uitgangspunten en aannamen.

Het kennisprogramma zeespiegelstijging heeft aan alle drie de consortia dezelfde doelstellingen meegegeven (zie tekst box). Voor de oplossingsrichting 'meebewegen' vergt dit enige interpretatie.

De individuele kans op overlijden moet bij de alle voorgestelde oplossingen 1:100.000 per jaar blijven. Ook in de oplossingsrichting 'meebewegen' is dat het doel. De invulling kan en zal bij 'meebewegen' vooral bestaan uit maatregelen in de 2e en de 3e laag van 'meerlaagsveiligheid en in extreme gevallen ook kunnen betekenen dat mensen vertrekken uit risicogebieden.

De interpretatie van het op orde houden van de zoetwatervoorziening kan in de oplossingsrichting 'meebewegen' niet strikt gekoppeld zijn aan de bestaande inlaatpunten. In deze oplossingsrichting zullen de consequenties voor zoetwaterbeschikbaarheid en -gebruik worden beschouwd, maar de oplossingsrichting zal ook veranderingen aan de manier waarop de zoetwatervoorziening georganiseerd wordt kunnen bevatten.

Behoud van het kustfundament is in de oplossingsrichting 'meebewegen' geen onderwerp van de analyse geweest. De manier waarop de waterkeringsfunctie langs de kust kan worden vormgegeven is aan de orde in de consortia 'beschermen' en 'zeewaarts'. In de oplossingsrichting 'meebewegen' liggen de waterkeringen niet persé op de huidige locaties.

Daarnaast brengen alle consortia de gevolgen (positief en negatief) op andere beleidsvelden (natuur, scheepvaart, woningbouw, infra, duurzame energie, recreatie, landbouw, industrie), evenals mogelijke meekoppelkansen in beeld. Vanwege de onzekerheid in klimaatverandering en daarmee verbonden zeespiegelstijging dienen strategieën en maatregelen aanpasbaar te zijn aan (en uitvoerbaar te blijven bij) veranderende omstandigheden.

*Het kennisprogramma zeespiegelstijging heeft voor alle drie consortia als doelstellingen meegegeven:*

- *Bescherming tegen overstromingen met een individuele kans op overlijden in binnendijs gebied die niet meer is dan 1:100.000/jaar. Hierin kan nog onderscheid gemaakt worden tussen veiligheid tegen overstromingen van de rivieren en kustveiligheid.*
- *Zoetwatervoorziening op orde houden. Van belang is om in beeld te brengen wat een oplossingsrichting betekent voor het zoutgehalte bij bestaande inlaatpunten Gouda, Bernisse, Schoonhoven, Andijk en de omvang van de beschikbare zoetwatervoorraden in hoofwatersystemen en duinen.*
- *Behouden van het kustfundament als drager van kustfuncties.*

## 1.3 Aannamen

### Zeespiegelstijging

De mate van zeespiegelstijging en de snelheid waarmee die zal plaatsvinden is nog onbekend. In dit onderzoek beschouwen we twee toestanden: een zeespiegelstijging van 2 m en een zeespiegelstijging van 5 m. Wanneer deze toestanden in de tijd zullen optreden is afhankelijk van de snelheid van zeespiegelstijging. Om de gedachten te bepalen worden in dit onderzoek de volgende ankerpunten gesteld: 2 m zeespiegelstijging, die niet eerder zal plaatsvinden dan rond het jaar 2100, en een zeespiegelstijging van 5 m (meer in detail is dat rekenkundig eigenlijk 5,4 m), niet eerder dan rond het jaar 2200. Dat komt overeen met het 'zeer extreme' scenario uit de memo "Tijdslijnen voor Spoor 2 Kennisprogramma Zeespiegelstijging" (RWS, 2021). Het gaat uit van een hoog uitstootscenario RCP8.5 in combinatie met versnelde afsmelting door instabiliteit van de ijskappen van Antarctica. Vanaf 2050 dient er in het 'zeer extreem' scenario van RWS (2021) rekening gehouden te worden met een stijgsnelheid van 28 tot 42 mm/jaar, respectievelijk voor de jaren 2100 en 2200.

Aan het eind van de onderzoeksperiode bracht het KNMI een update van de klimaatscenario's uit. De bovenstaande aannamen voor klimaatverandering en zeespiegelstijging voor 2100 en 2200 passen goed in de nieuwe extreme KNMI-scenario's (inclusief smelten van ijs van Antarctica). De KNMI-scenario's maken ook duidelijk dat in het geval dat de zeespiegelstijging inderdaad doorstijgt tot zo'n 5 m rond 2200, het waarschijnlijk is dat de zeespiegel dan ook verder zal doorstijgen in de periode daarna. Vijf meter zeespiegelstijging is dan geen eindtoestand.

*NB: De grafieken van de zeespiegelstijging die we in dit rapport gebruiken zijn gebaseerd op de recente KNMI-scenario's. Niet in alle figuren is het meest extreme scenario (dat ongeveer past bij 2 m in 2100 en 5 m zeespiegelstijging in 2200) opgenomen.*

### Rivierafvoeren

De afvoerscenario's van de rivieren voor 2100 en 2200 zijn vastgesteld in RWS (2021) en sluiten aan op KNMI (2014) en Hegnauer et al. (2015 en 2020). Uitgangspunt is een toekomstige piekafvoer op de grote rivieren die meeschaalt met de verwachte stijging in temperatuur voor het RCP8.5 scenario, wat is verwezenlijkt door de neerslag uit KNMI (2021) met 7% te laten toenemen per graad opwarming (het 'WH' scenario). Er wordt vanuit gegaan dat de bovenstroomse afvoercapaciteit in de Duitse Rijntakken wordt vergroot in de toekomst, waardoor de maatgevende piekafvoeren van de Rijn en de Maas toenemen.

Tabel 1 Overzicht van de huidige maatgevende piekafvoeren en de verwachting voor 2100 en 2200 voor een terugkeerfrequentie van 1:1250 jaar

Locatie	Huidig	2100	2200
Rijnafvoer Lobith (m <sup>3</sup> /s)	16.000 *	~ 18.000 *	~ 20.000 *
Maasafvoer Eijsden (m <sup>3</sup> /s)	3.900	4.800	5.300

\* Verondersteld wordt dat de afvoercapaciteit van de bovenstroomse takken van de Rijn minder limiterend zal zijn

De gemiddelde en lage afvoer van de Rijn en Maas zijn van belang voor een inschatting van effecten voor dagelijkse omstandigheden, bijvoorbeeld op de zoutindringing. Voor de Rijn bij Lobith wordt van een gemiddelde afvoer van 2.200 m<sup>3</sup>/s uitgegaan, en een laag daggemiddelde afvoer van 600 m<sup>3</sup>/s. Voor de Maas wordt uitgegaan van een gemiddelde afvoer van 250 m<sup>3</sup>/s, en een laag daggemiddelde afvoer van 10 m<sup>3</sup>/s. Voor de jaargemiddelde condities verdeelt de afvoer van de Rijn zich hoofdzakelijk naar de Waal (71%), en in mindere mate naar Nederrijn (13%) en IJssel (16%). De jaargemiddelde afvoer is bij de Nieuwe Waterweg ongeveer twee keer zo groot als bij het Haringvliet.

## 1.4 In welke wereld leven we dan

Zeespiegelstijging is een proces dat zich voltrekt op een tijdschaal van decennia en zelfs eeuwen. Dat proces voltrekt zich in een tempo dat we nog niet goed kunnen voorspellen. Als een zeespiegelstijging van 2 m en zelfs 5 m zich werkelijk in de komende eeuwen gaat voordoen, dan is het niet gelukt om de opwarming van de aarde voldoende te beperken. Dat betekent dat over de hele aarde de dramatische gevolgen van deze klimaatverandering zich manifesteren. We leven in een totaal andere wereld, die we ons nu nog slecht kunnen voorstellen. Enkele gedachten:

- De zeespiegelstijging heeft grote kustgebieden en eilanden overspoeld of te risicovol gemaakt om in te leven. Extreme neerslag en stormen zijn frequenter en heviger.
- De opwarming heeft grote delen van de aarde ongeschikt gemaakt voor voedselproductie, en zelfs ongeschikt om te leven. Dit zal waarschijnlijk massale voedselcrises (honger) en grootschalige migratie tot gevolg hebben. Opwarming en nattere omstandigheden zullen ook gevolgen hebben voor insectenplagen en ziekten.
- Biodiversiteit zal mondiaal sterk achteruit zijn gegaan, vooral in kwetsbare ecosystemen als koraalriffen en tropische bossen. Deze ecosystemen leveren daarmee ook minder ecosysteemdiensten met aanzienlijk gevolgen voor de mens.
- De economie, zowel op mondiale schaal als regionaal en lokaal – zal een andere zijn dan de huidige. Grootschalige kapitaalvernietiging van 'sunk assets' is waarschijnlijk, en economische centra zijn verschoven.
- Fundamentele veranderingen in de geopolitieke verhoudingen (machtsverdeling) zijn niet ondenkbaar. Is Europa een federale staat? Is India of China de dominante wereldleider, of is het Canada? Is de macht en invloed van Afrika in verhouding met de omvang van het continent gekomen?
- De klimaatcrisis zal ook haar beslag hebben op het politieke bestel. Hoe functioneert de democratie in ons land, of in Europa? Is dat nog steeds een (parlementaire) democratie, of is een andere staatsvorm ontstaan?
- De invloed van kunstmatige intelligentie (AI) op vrijwel alle aspecten van de maatschappij is al groot en zal enorm zijn.
- Op velerlei terreinen zullen veranderingen hebben plaatsgevonden die cultuur, economie en sociale verhoudingen waarschijnlijk ingrijpend hebben beïnvloed. Is het opwekken van duurzame energie extreem goedkoop en massaal geworden? Is de beschikbaarheid van informatie over natuurverschijnselen fundamenteel verdiept? Is de beschikbaarheid van (persoonlijke) informatie over mensen en menselijk gedrag vrij beschikbaar geworden? Is de productie van voedsel van grondgebonden naar industrieel gegaan en is voedseltekort daarom geen issue meer?

De oplossingsrichtingen voor de lange termijn die we in dit rapport verkennen krijgen dus mogelijk gestalte in een ingrijpend veranderde wereld. In dit rapport hebben we ons moeten beperken tot het beschouwen en doordenken van de oplossingsrichtingen vanuit de huidige toestand van de wereld, en de inzichten en opvattingen die we nu hebben. We realiseren ons dat dat een momentopname is. Dat is niet erg omdat de huidige studie vooral bedoeld is om inzicht te krijgen in maatregelen die we mogelijk in de verre toekomst gaan nemen en wat dat betekent voor keuzes op de korte en middellange termijn. Het is nadrukkelijk niet het doel om een ontwerp voor Nederland in 2100 of 2200 op te leveren.

## 1.5 Werkwijze

In dit project doet het consortium onderzoek naar een mogelijke oplossingsrichting 'meebewegen' bij verschillende niveaus van (grote) zeespiegelstijging.

Met het kernteam van het consortium 'meebewegen' zijn de belangrijkste aspecten van de oplossingsrichting onderzocht. Daarbij werden technische en fysieke aspecten in verband gebracht met economische, bestuurlijke en sociaal-culturele aspecten.

De vertegenwoordigers van diverse bureaus en instellingen in het kernteam zijn verantwoordelijk voor de inhoud van het rapport. Om zo veel mogelijk kennis die ook bij andere bureaus en instellingen beschikbaar is te benutten heeft het kernteam ontwerpogaven, oplossingsrichtingen, denkbeelden, etc. voorgelegd aan een brede groep deskundigen in drie brede hackatons. Deze zijn getoetst, verder doordacht en ontwikkeld, en soms afgewezen. De leden van het kernteam hebben deze informatie benut en verder verdiept, ook via het inschakelen van collega's in hun organisaties. Daarmee zijn, voortbouwend op resultaten van de gebiedsbijeenkomsten van het Kennisprogramma en de methodologie van 'bouwstenen' zoals ontwikkeld in het rapport *Analyse van bouwstenen en adaptatiepaden voor aanpassen aan zeespiegelstijging in Nederland* (Deltares, september 2022), bestaande bouwstenen verder uitgewerkt en nieuwe bouwstenen ontwikkeld. Ook is in een aantal iteraties een redeneringslijn voor de oplossingsrichting 'meebewegen' ontstaan.

Het resultaat van dit proces (soms 'worsteling genoemd') is in dit rapport weergegeven. Twee strategieën: 'pure play meebewegen' (hoofdstuk 2) en hybride 'meebewegen' (hoofdstuk 3) en een groot aantal bouwstenen (bijlagen). Analyses en bouwstenen zijn zo concreet mogelijk en waar mogelijk ook kwantitatief uitgewerkt. Typisch voor de oplossingsrichting 'meebewegen' is dat concreetheid en kwantitatieve uitwerking niet op alle aspecten mogelijk is, vooral ook omdat deze oplossingsrichting fundamenteel ingrijpt op (bijna) alle aspecten van het gebruik van de ruimte en dus van de maatschappij. Daarom zal de implementatie ook worden beïnvloed door overwegingen en ontwikkelingen die ver buiten het waterstaatkundig domein staan. Anders dan de andere oplossingsrichtingen, die meer van infrastructurele aard zijn, betreft 'meebewegen' juist ook fundamentele veranderingen in ruimtegebruik.

Voor de oplossingsrichting 'meebewegen' zijn daarom de ruimtelijke consequenties van de zeespiegelstijging, en de reactie daarop belangrijk. Analyse van de karakteristieken van gebieden, hoogteligging, grondslag, functies geven inzicht in de mogelijkheden en onmogelijkheden van deze oplossingsrichting.

Dit leidt er ook toe dat 'meebewegen' zich niet laat duiden door een enkelvoudig ontwerp. De dynamiek is daarvoor te groot en complex. We zien 'meebewegen' daarom vooral als een proces, of misschien zelfs een houding of attitude, waarvoor dit rapport bouwstenen aanlevert, ordent, verbeeldt en in perspectief zet.

## 1.6 Dankwoorden

We bedanken onze opdrachtgevers: het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat - DG Water en Bodem, de Staf Deltacommissaris en TKI Deltatechnologie. Ze besloten om niet de gebruikelijke aanbesteding te doen voor dit project, maar om een budget beschikbaar te stellen voor de drie consortia, waardoor deskundigen van alle bureaus, kennisinstellingen en overheden konden bijdragen aan deze verkennende onderzoeken.

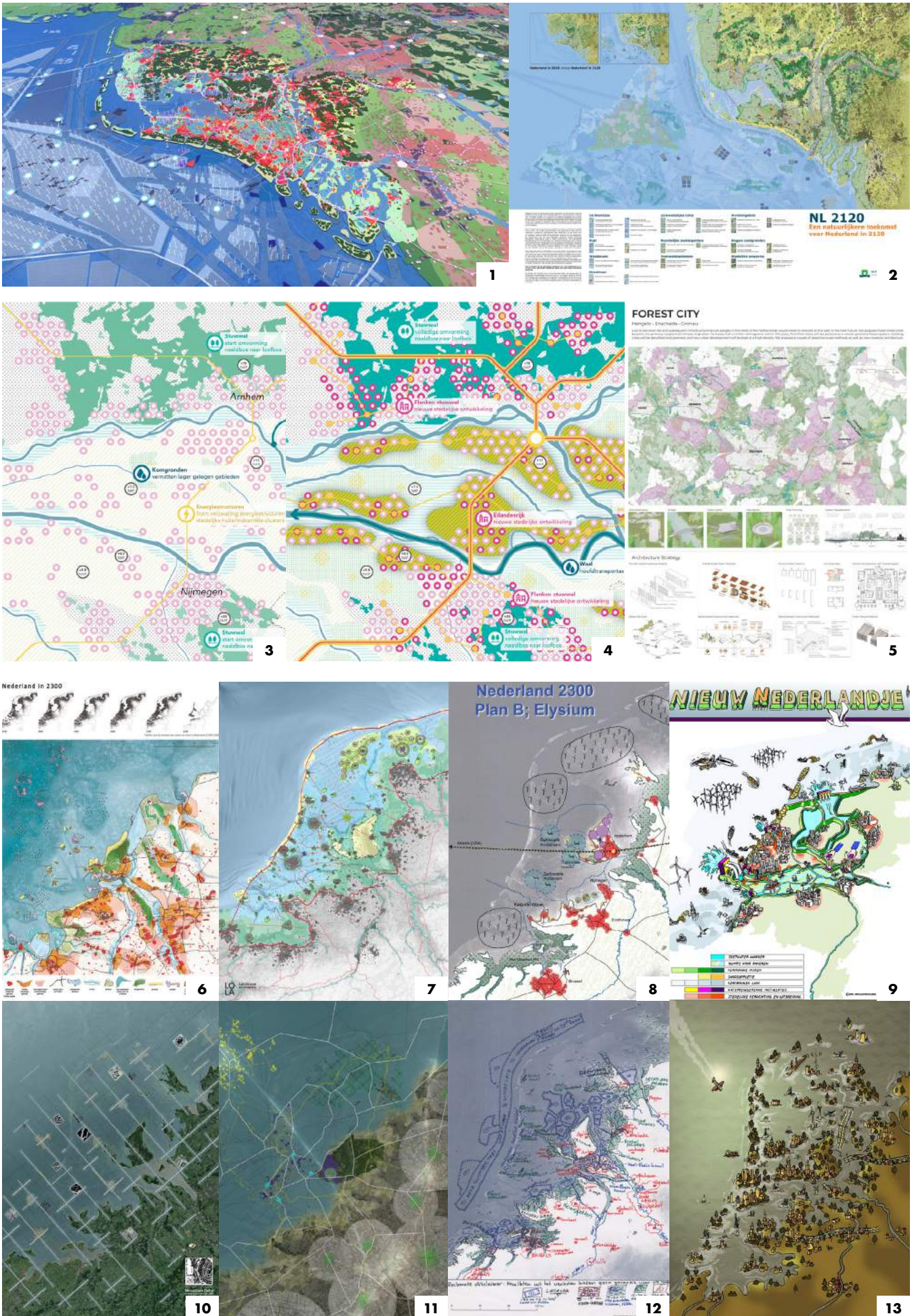
We bedanken de leden van ons kernteam 'meebewegen': Coen Riemsdag (TAUW), Lucie Terwel (Royal HaskoningDHV), Martijn Steenstra (Sweco), Lot Locher (One Architecture), Anne Loes Nillesen en Mona zum Felde (Defacto), Ferdinand Diermanse (Deltares), Jeroen Veraart (Wageningen Environmental Research), Zac Taylor (TU Delft), Frank van Oort en Jeroen van Haaren (Erasmus Universiteit), Lotte Jensen (Radboud Universiteit), Myrthe Leijstra en Wouter Rozier (Rijkswaterstaat WVL), Jos van Alphen (Staf Deltacommissaris) en Saskia Ball (Arcadis). Ook achter de schermen hebben collega's bijgedragen; Divya Gunnam en Sumaita Tahseen (One Architecture) hebben veel werk verzet aan de visuele producten. Iedereen heeft hier zo veel tijd en energie in gestoken en elke keer weer een stap extra gezet.

We bedanken alle deelnemers aan onze drie brede hackatons. Ze brachten belangeloos en uit betrokkenheid en gedrevenheid bij het onderwerp hun kennis, ervaring en energie. We konden met hen sparren, ideeën toetsen en samen onderzoeken en ontwerpen. De organisaties waar zij werken staan in Bijlage I.

We bedanken Rijkswaterstaat en het Lef Future Center voor de gastvrijheid. We konden onze hackatons in een inspirerende omgeving organiseren. We bedanken Nel Mostert voor de begeleiding bij de sessies en het samen ontwerpen van de programma's. En ook Anne Kamp, Emma Braams en Saskia Littooi die hielpen bij de begeleiding.

Dit verkennend onderzoek is niet vanuit een leeg blad vertrokken. Er bestaan al vele plannen, initiatieven, beelden, gedachten. Daar bouwt dit project op voort. En we zijn alle mensen en organisaties erachter erkentelijk voor het werk dat al is gedaan. Figuur 2 geeft een impressie van de rijkdom die al eerder gemaakt is. In Bijlage J staan de auteurs vermeld.

Wij, Matthijs Bouw (One Architecture) en Harm Albert Zanting (Arcadis), vonden het een eer om dit consortium te mogen leiden.



Figuur 2 Plannen, initiatieven, beelden, gedachten over 'meebewegen'

## 2 'Pure play meebewegen'-strategie

### 2.1 Wateropgave bij 2 m en bij 5 m zeespiegelstijging

#### Inleiding

De oplossingsrichting 'meebewegen' is uitgewerkt voor 2 m en 5 m zeespiegelstijging. Een belangrijk uitgangspunt in de uitwerkingen is dat de geplande versterkingen van primaire waterkeringen tot 2050 uitgevoerd worden, volgens het HWBP 2050. Anders gezegd: In het jaar 2050 voldoen alle primaire waterkeringen aan de huidige wettelijk norm. Verder wordt in deze 'pure play meebewegen'-strategie aangenomen dat na 2050 geen versterkingen aan primaire waterkeringen worden uitgevoerd. Deze strategie kan worden beschouwd als een uitwerking waarbij volledig wordt ingezet op 'meebewegen'.

Vanwege de stijgende zeespiegel en gekoppelde toename van extreme rivierafvoeren zullen overstromingskansen in dit scenario vanaf 2050 gaan toenemen. En omdat de buitenwaterstanden bij 2 m en 5 m zeespiegelstijging (en hogere rivierafvoeren) tijdens extreme stormen en extreme rivierafvoeren hoger zullen zijn, zullen ook de overstromingsdieptes gaan toenemen. Om de haalbaarheid van mogelijke maatregelen in het kader van 'meebewegen' te kunnen beoordelen is de toename van overstromingskansen en overstromingsdieptes in kaart gebracht. In 5.2 Bijlage D is de benaderingsmethode opgenomen; hier de resultaten in Figuur 3 en Figuur 4.

#### Overstromingskansen

*Figuur 3* en *Figuur 4* tonen berekende overstromingskansen (uitgedrukt in herhalingstijden) bij 2 m zeespiegelstijging. Hieruit blijkt dat de overstromingskansen over het algemeen substantieel toenemen. In een aantal gebieden zullen de dijken zelfs eens per jaar of zelfs vaker overstroomd (trajecten met zwarte kleur). Bij een hoge frequentie van overstroomd is het al snel niet meer reëel dat het water wordt weggepompt en de oude situatie wordt hersteld.

#### Kaarten met overstromingsdieptes

*Figuur 5* toont de potentiële waterdieptes bij overstroming van huidig beschermde gebieden bij dijkdoorbraak én 2 m zeespiegelstijging. De overstromingsdieptes in laag-Nederland corresponderen met een overstroming vanuit zee als gevolg van doorbraak van de waterkeringen; de overstromingsdieptes in "hoog-Nederland" corresponderen met overstromingen vanuit de rivier als gevolg van doorbraak van de waterkeringen. Overstromingsdieptes bij 5 m zeespiegelstijging kunnen met het bestaande modelinstrumentarium niet worden berekend.

#### Ruimtelijke consequenties

Grote delen van Noord-Nederland, de zuidwestelijke delta en het zuiden van Zuid-Holland overstroomd bij 2 m zeespiegelstijging jaarlijks, en bij een stijging naar 5 m zeespiegelstijging nog vaker tot permanent. In deze gebieden kan niet meer in de huidige vorm gewoond worden. Ook landbouw is onmogelijk of marginaal geworden door de continue dreiging van overstroming en verzilting. Zodra de eerste grote overstroming zich voordoet is het de vraag of gebieden nog (tijdelijk) worden hersteld of dat direct een functieverandering naar natuur zal plaatsvinden. De faalfrequenties langs de duinenkust kan met het huidige modelinstrumentarium niet eenvoudig worden bepaald, maar ook daar (Noord- en Zuid-Holland) zal de kans op overstromingen fors toenemen.

Kustgebieden worden geleidelijk, mogelijk al vanaf 2100, zeer onveilig om te wonen. Een overstroming vanuit zee is doorgaans maar kort van tevoren te voorspellen en evacuatie het gebied uit is daarmee lastig. Als een overstroming zich voordoet zal deze zeer veel slachtoffers eisen gezien de snelheid en grote overstromingsdiepte waarmee deze zich voltrekt. De vereiste individuele kans op overlijden van 1:100.000 per jaar is dan niet meer haalbaar. In de diepste polders is, gezien de grote overstromingsdiepte, ook verticale evacuatie alleen in de hoogste gebouwen mogelijk bij 2 m zeespiegelstijging. Zonder dijkversterking is tijdige migratie uit diepe polders dus onontkoombaar en alleen op kleinere schaal zal met aangepast bouwen, tegen aanzienlijke kosten, bewoning mogelijk zijn (zie verder paragraaf 2.2 'Gebouwde omgeving bij 'pure play meebewegen'). Dit betekent migratie uit het economisch hart van Nederland, waar meer dan de helft van het BNP wordt verdiend, naar hoger gelegen gebieden.



**Inschatting overstromingskansen ZSS 2m bij systeem exact op orde in 2050**



Figuur 3 Berekende herhalingsjiden van overstromingen in Noord-Nederland

**Inschatting overstromingskansen ZSS 2m bij systeem exact op orde in 2050**




Figuur 4 Berekende herhalingsjiden van overstromingen in Zuidwest-Nederland

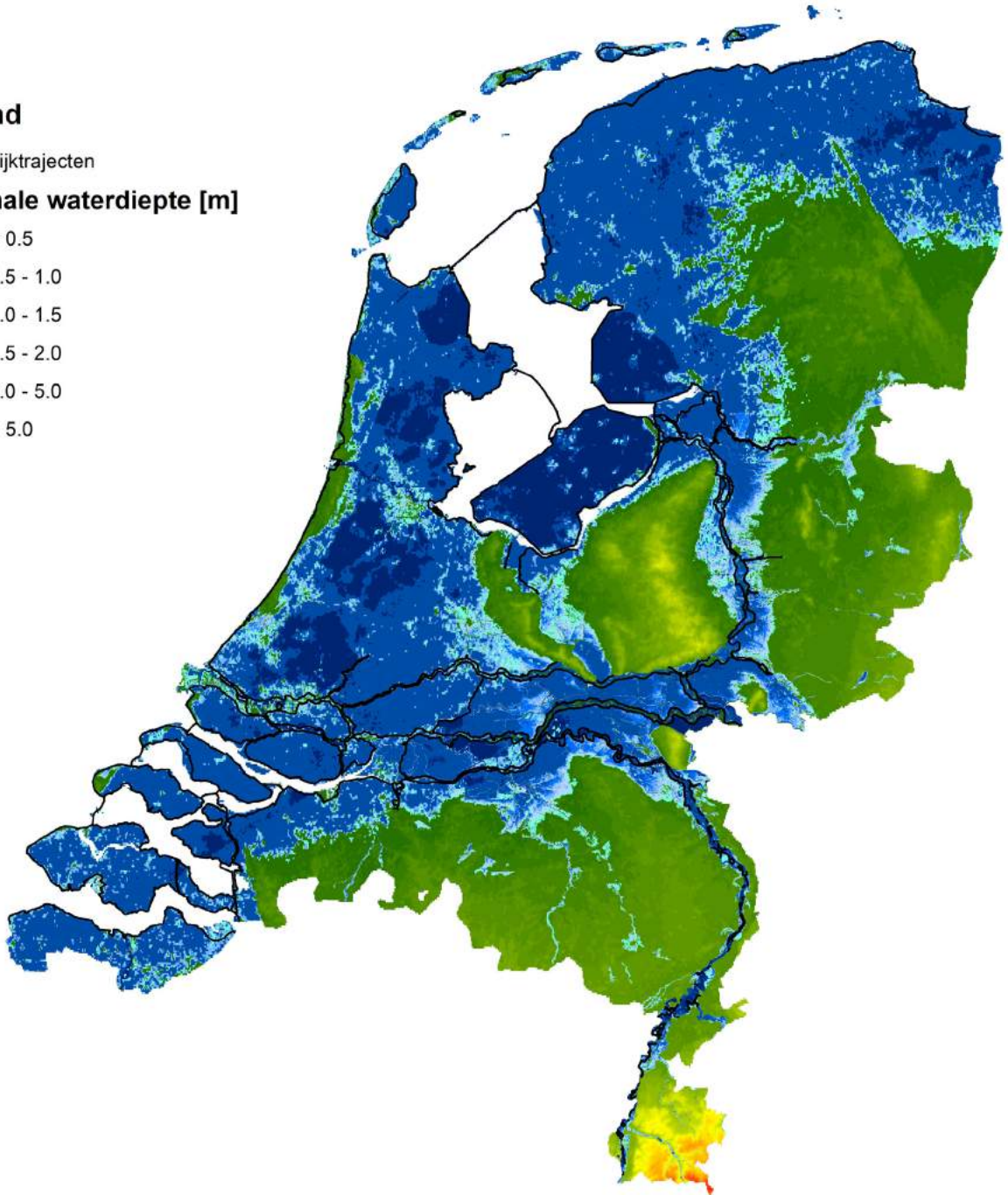
### Maximale overstromingsdiepte bij 2m ZSS - tbv KP-ZSS consortium Meebewegen

#### Legend

— dijktrajecten

#### Maximale waterdiepte [m]

-  < 0.5
-  0.5 - 1.0
-  1.0 - 1.5
-  1.5 - 2.0
-  2.0 - 5.0
-  > 5.0



Opbouw: GEBCO gemiddeld hoogwater HvH + 2m voor de polders;  
maximale overstromingsdiepte extreem kleine kans (LIWO) voor  
het rivierengebied

Opdrachtgever: Wouter Rozier (KP-ZSS)

Maker: Pim Koch (TAUW)

Datum 17-05-2023

*Figuur 5 Potentiële overstromingsdieptes bij 2 m zeespiegelstijging en doorgebroken dijken*

In het gebied dat potentieel kan overstromen door de rivieren neemt de overstromingskans ook toe door de verwachte grotere extreme rivierafvoeren. Bovenstreams gelden dan overstromingskansen in orde grootte van 1:30 tot 1:1.500 per jaar. Hiermee is het veel onveiligere dan nu het geval is. Bij een dreigende overstroming is evacuatie hier veelal beter mogelijk omdat het ontstaan van de hoogwatergolf op de rivier enkele dagen van tevoren al gezien wordt. Bij overstroming zal de schade echter enorm zijn, tenzij inrichting en bebouwing hierop is aangepast. De gevolgen die zeespiegelstijging en de onveiligere situatie in laag-Nederland en het rivierengebied hebben, zal leiden tot grootschalige migratie naar hoger Nederland en daarbuiten. De impact van 'pure play meebewegen' dus enorm.

## 2.2 Gebouwde omgeving bij 'pure play meebewegen'

Zoals uitgelegd in paragraaf 2.1 zal, met de waterkeringen op het niveau van de huidige normering ('pure play meebewegen') bij zeespiegelstijging van 2 m, en zeker bij 5 m, een groot deel van laag-Nederland zo frequent overstromen dat dit het beste gezien kan worden als permanent onder water. Welke mogelijkheden zijn er dan om nog in de lage delen te blijven wonen en werken? Gedacht kan worden aan ophogen van de bebouwde gebieden (terpen), het aanleggen van lokale ringdijken om stedelijke gebieden, of drijvende gebouwen.

### Verhoogd (terpen)

Bouwen op terpen is de meest voor de hand liggende bouwsteen om verhoogd/waterbestendig te wonen en werken. Het verhogen van individuele gebouwen laat de infrastructuur laag liggen, en geeft problemen voor stedelijke continuïteit. Om 'verhoogd bouwen' als bouwsteen op regionale schaal een rol te laten spelen moet de aanleghoogte bij nieuwbouw vroegtijdig meegenomen worden, zodat ook aan het eind van de levensduur van een (woon-)gebied de hoogte afdoende is.

Door de hoogte van de vloeren waarop geleefd wordt boven het vloedniveau te houden, worden levens en bezit beschermd. Dit betekent dat gebouwen minimaal 5 m boven gemiddeld zeeniveau moeten liggen, indien verhogen gebruikt wordt als primaire maatregel tegen overstromingsrisico. Bij de aanname dat een terphoogte van 8 m het maximum haalbare is (vanuit het perspectief van kosten en beschikbaarheid van materiaal), laten *Figuur 6* en *Figuur 7* zien welk deel van de dijkringen 14 en 44 qua hoogteligging voor terpen geschikt zijn bij 2 m en bij 5 m zeespiegelstijging. In bouwsteen A1 is dit uitgewerkt en onderbouwd.

Het ophogen van gebouwen of gebieden is vooral realistisch voor nieuwbouw. Er zijn voorbeelden van het ophogen van bestaande gebouwen maar dat is, zeker als het geen houten gebouwen betreft, ingewikkeld en kostbaar (maar wel mogelijk, voor bijvoorbeeld erfgoed). Als uitgegaan wordt van een hoogstedelijke dichtheid van bebouwing, dan is het oppervlak dat op terpen beschikbaar is bij de 2 m en 5 m zeespiegelstijging in de dijkringen 14/44 hooguit voldoende voor slechts enkele miljoenen woningen (meer dan 25.000 ha).

De figuren laten de beschikbare gebieden zien en illustreren ook goed dat samenhang in het gebied problematisch is. Verbindingen, infrastructuur en bestemming van laaggelegen bestaande bebouwing zijn aspecten die deze oplossingsrichting nog problematischer maken. Dit is niet verder uitgewerkt. Grootschalig op hoogte brengen van bestaande bebouwing is niet realistisch.

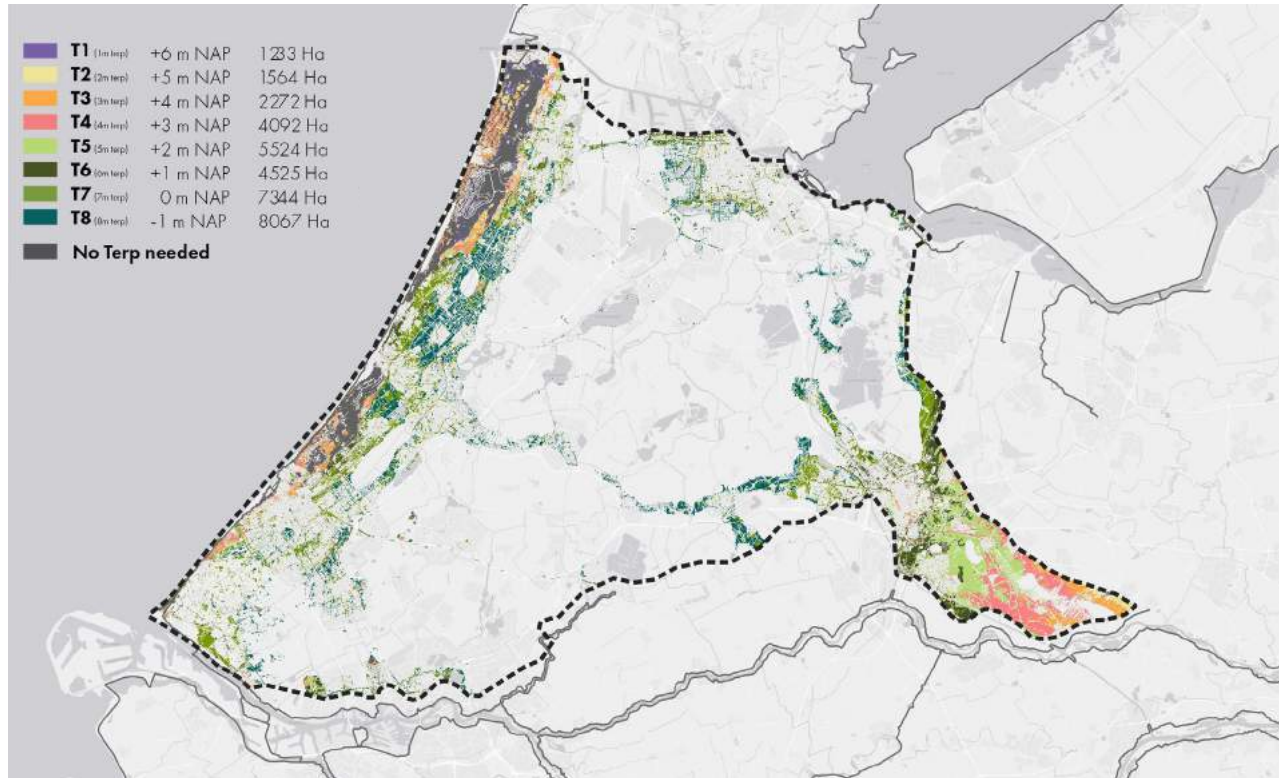
### Drijvend bouwen

In de 'pure play meebewegen'-strategie is drijvend bouwen op voldoende schaal problematisch. Belangrijke overwegingen:

- De drijvende bebouwing en infrastructuur zal praktisch autonoom moeten functioneren.
- Om voldoende dichtheden te behalen met drijvend bouwen moeten deze drijvende bouwblokken voldoende diepgang hebben; het lijkt waarschijnlijk dat delen van overstromd laag-Nederland niet diep genoeg zijn.
- De noodzakelijkheid van de beschikbaarheid van grote hoeveelheden drijvende stad en infrastructuur is lastig te realiseren.
- Drijvende steden in wat feitelijk open zee is vergen een groot aantal maatregelen om golfdemping etc. tegen te gaan.

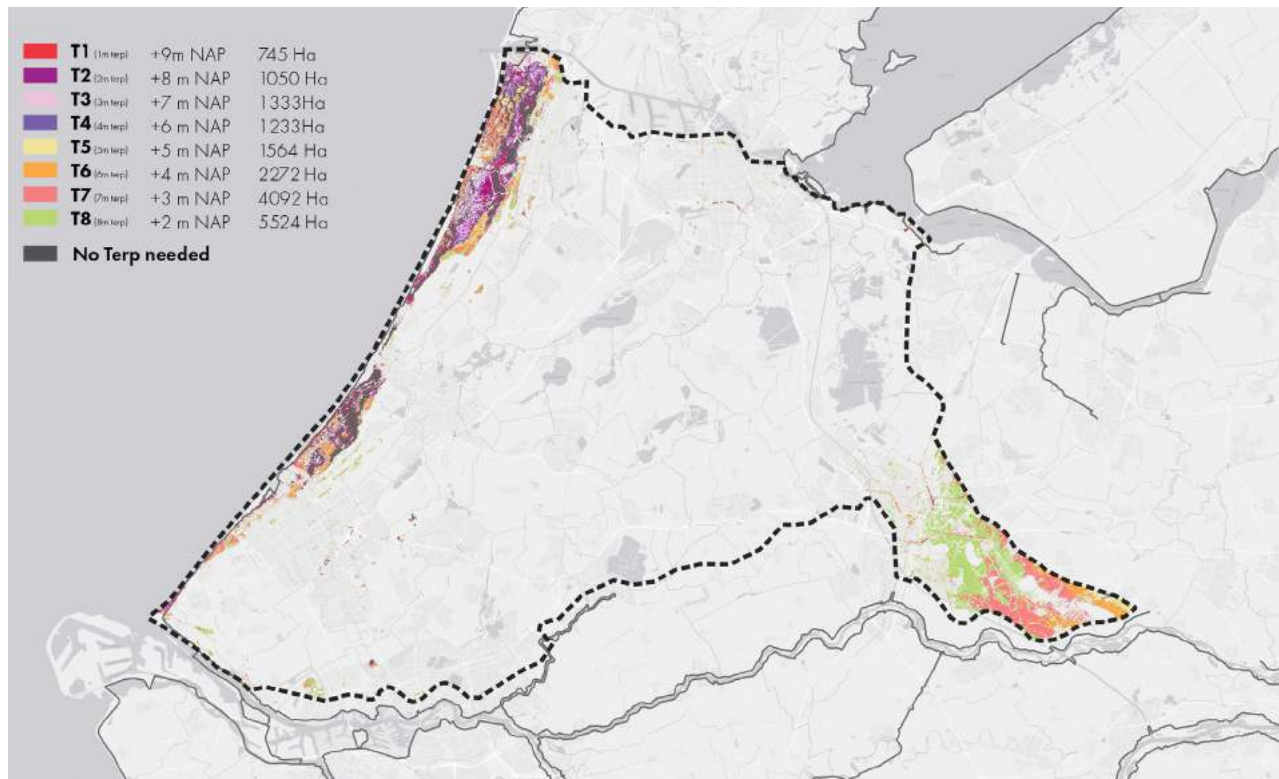
Zie ook bouwsteen A2.

**Maatregel - Bouwen op Terp,  
Zonder bescherming - Dijkkring 14/44 - 2m ZSS**



Figuur 6 Gebieden voor terpen bij 2 m zeespiegelstijging en 'pure play meebewegen'

**Maatregel - Bouwen op Terp,  
Zonder bescherming - Dijkkring 14/44 - 5m ZSS**

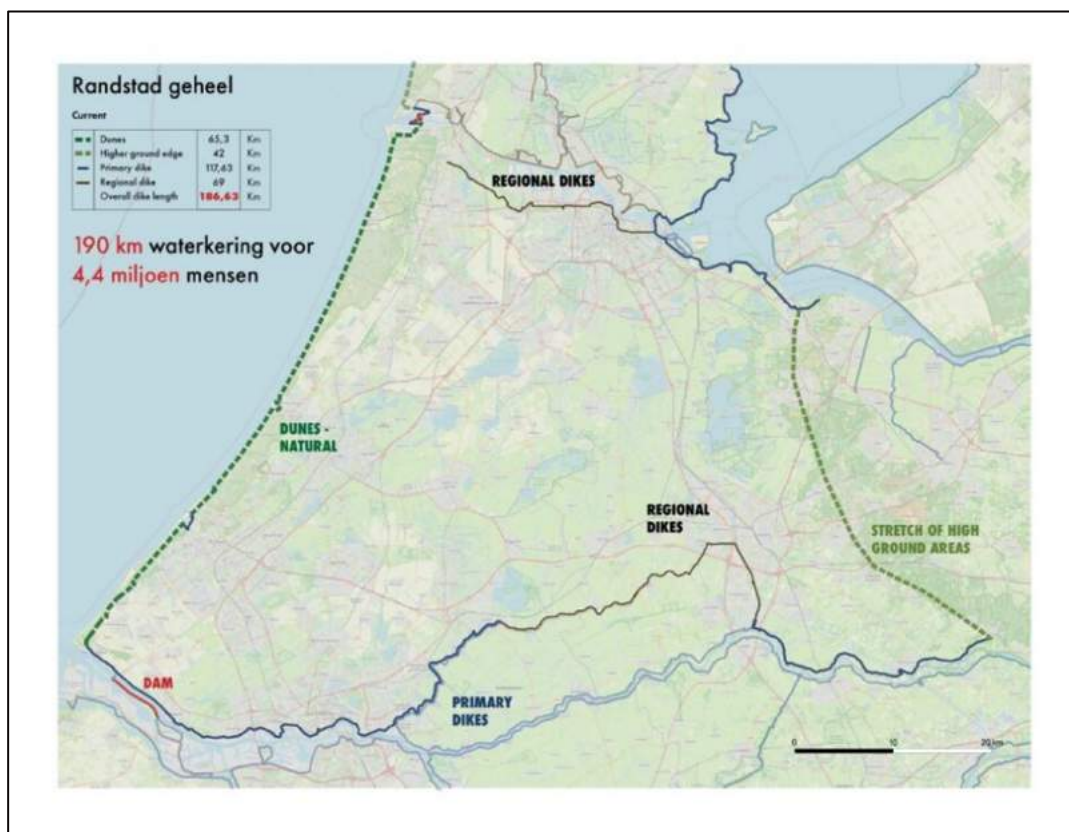


Figuur 7 Gebieden voor terpen bij 5 m zeespiegelstijging en 'pure play meebewegen'

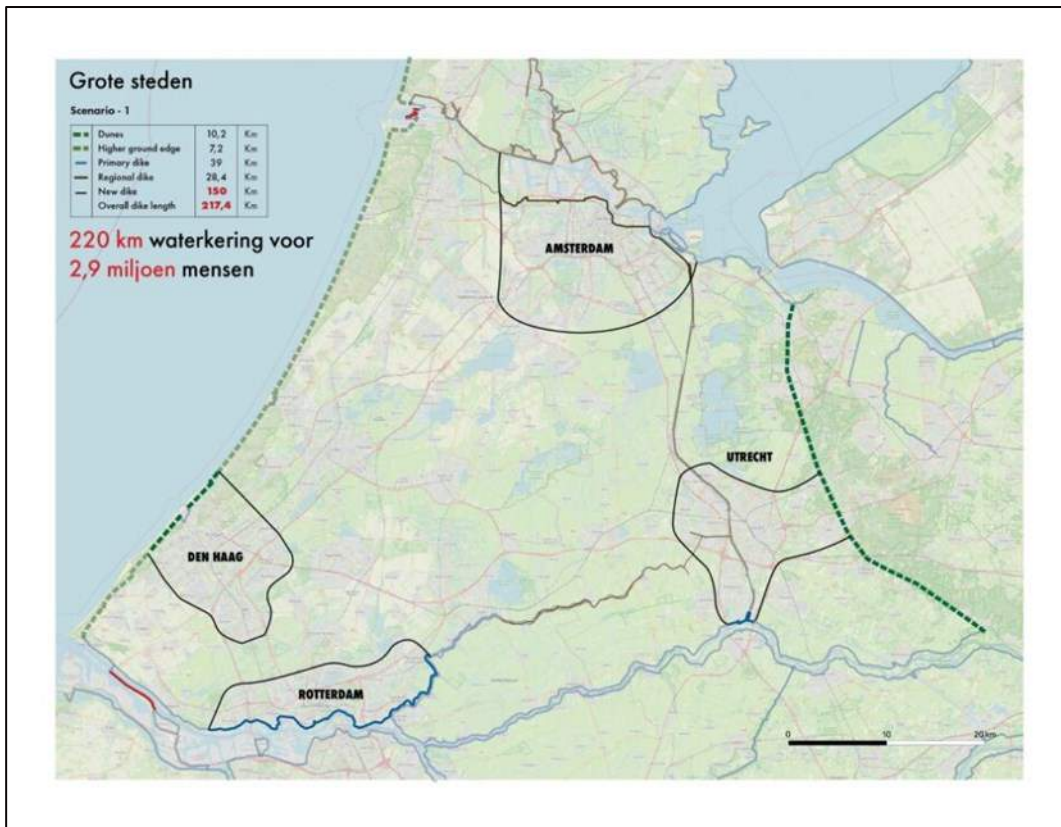
## Ringdijken

Een denkbare maatregel is het beschermen van de steden met ringdijken, terwijl andere delen van laag-Nederland overstroombaar worden. Belangrijk gegeven daarbij is dat deze ringdijken – na doorbreken en niet herstellen van de huidige keringen – min of meer dezelfde sterkte en hoogte zullen moeten hebben als de kustverdediging, want het omringende water is dan open zee geworden. Een analyse van enkele mogelijkheden met ringdijken in dijkkring 14/44 laat zien dat deze maatregel niet effectief is als alternatief voor de handhaving van de huidige kust. De totale benodigde lengte van de ringdijken om alleen al de vier grote steden te beschermen is al groter dan de totale lengte van de ringdijk rondom dijkkring 14/44. Zie ook bouwsteen H2.

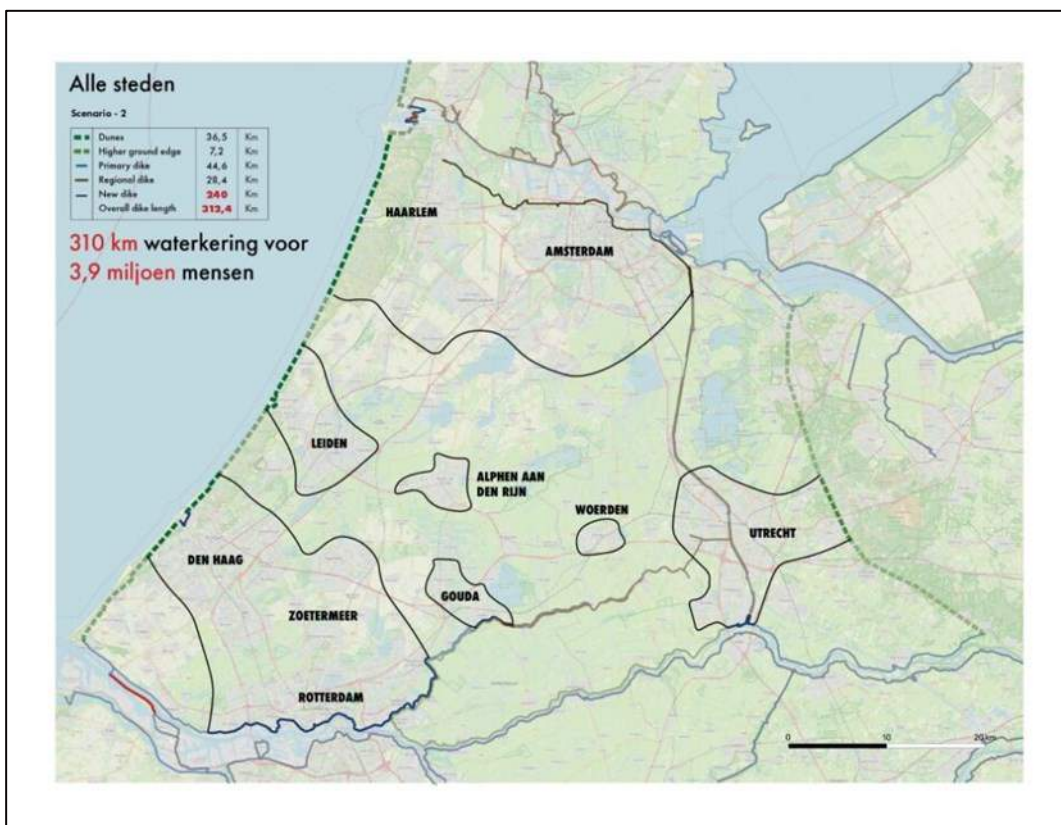
Beschermd gebied	Lengte waterkeringen	# mensen beschermd
Geheel dijkkring 14/44 (huidig)	190 km	4,4 miljoen
Amsterdam, Den Haag, Rotterdam, Utrecht	220 km	2,9 miljoen
Alle steden	310 km	3,9 miljoen



Figuur 8 Analyse lengte waterkeringen bij beschermen geheel dijkkring 14/44



Figuur 9 Analyse lengte waterkeringen bij beschermen 4 grote steden



Figuur 10 Analyse lengte waterkeringen bij beschermen alle steden in dijkkring 14/44

## 2.3 Overige gevolgen bij 'pure play meebewegen'

### Overige functies

Figuur 5 laat ook zien dat de functies die in het overstroomde gebied liggen niet zullen voortbestaan: landbouw, recreatie, bedrijvigheid zullen verdwijnen. Natuur zal veranderen in zeer natte en zee-natuur. Nieuwe mogelijkheden voor bijvoorbeeld visserij, aquacultuur, recreatie, energiewinning kunnen mogelijk aan het overstroomde gebied worden toegekend. Langs een nieuwe kust ontstaan nieuwe functies.

### Economie, maatschappij en bestuur

Het verdienvermogen in de Randstad is groot (70% van BBP). Als dit gebied onbruikbaar zou worden door (te frequente) overstromingen zijn de gevolgen voor de Nederlandse economie en voor de werkgelegenheid desastreus. Ook de maatschappelijke ontwrichting zal enorm zijn. Een relatief snelle noodzakelijke transitie uit laag-Nederland zal de sociale ongelijkheid naar verwachting vergroten. Het meer welvarende deel van de bevolking zal beter geëquipeerd zijn om te verhuizen met acceptabele financiële gevolgen dan het economisch zwakkere deel.

## 2.4 Van 'pure play' naar 'hybride meebewegen'

Het verkennende onderzoek naar de oplossingsrichting 'meebewegen' is op sommige momenten een 'worsteling' genoemd. Het was het verkennen van onbekend terrein, waarin aannamen en uitgangspunten gaande het onderzoek moesten worden heroverwogen en bijgesteld.

Het onderzoek startte met het uitgangspunt dat we later 'pure play meebewegen' zijn gaan noemen. In de eerste hackaton is met dit uitgangspunt en een zeespiegelstijging van 2 m de eerste verkenning gedaan en de eerste ontwerpen gemaakt voor acht karakteristieke regio's in Nederland. Deze exercitie leverde de eerste inzichten en ontwerpprincipes. Het bracht ook aan het licht dat de consequenties van deze 'pure play meebewegen' benadering al bij 2 m zeespiegelstijging omvangrijk en ingrijpend zijn, namelijk in grote delen van Nederland regelmatig overstromingen met waterdieptes van 2 m of meer. De breed gedragen conclusie was dat 'pure play meebewegen' geen realistische oplossingsrichting is en dat doorgaan op deze weg een onvoldoende bruikbare bijdrage zou leveren aan het Kennisprogramma Zeespiegelstijging.

Deze conclusie werd bevestigd in de ruimtelijke analyse van reële mogelijkheden om op basis van terpen, verhogen en drijven voldoende leefbare gebieden te creëren. Dat blijkt niet het geval (zie paragraaf 2.2). Ook de analyses van de economen en vanuit de governance leidden tot vergelijkbare conclusies. Daaruit is het concept van de 'hybride meebewegen'-strategie ontstaan. In deze 'hybride strategie' worden de primaire keringen, daar waar het economisch evident noodzakelijk is, langer in stand gehouden. De resultaten van Spoor II en van het consortium 'Beschermen' laten zien dat het oprekken van de huidige strategie, waarbij gebieden met primaire waterkeringen worden beschermd, mogelijk is. Tegelijkertijd wordt er, om met de overige watervraagstukken (zoals verzilting en wateroverlast, inclusief de rivierafvoer) om te gaan, gezocht naar oplossingen die conceptueel 'meebewegen zijn', dat wil zeggen zoveel mogelijk zonder dat er nieuwe 'harde' infrastructuur wordt aangelegd. In hoofdstuk 3 is deze 'hybride meebewegen'-strategie uitgewerkt.

## 3 'Hybride meebewegen'-strategie

### 3.1 Redeneerlijn

#### 'Pure play meebewegen' is geen reële strategie

Uit de analyse van 'pure play meebewegen' volgt dat het radicaal afzien van verhogen en versterken van de waterkeringen in de nabije toekomst geen realistische en ook een niet-noodzakelijke strategie is (zie ook het slot van het voorgaande hoofdstuk). Samengevat zijn daarvoor drie belangrijke redenen.

- Het blijkt goed mogelijk om de bescherming van grote delen van laag-Nederland tegen overstromingsrisico eenvoudig economisch rendabel te blijven verbeteren, ook bij aanzienlijke zeespiegelstijging boven het huidige ontwerpniveau (in ieder geval ruim voorbij de 2 m zeespiegelstijging). Dit is niet alleen in de hackatons van het consortium 'meebewegen' naar voren gekomen; het blijkt ook uit de onderzoeken in spoor II van het Kennisprogramma Zeespiegelstijging en in de verkennende onderzoeken van de oplossingsrichting 'beschermen'.
- Uit de analyse van economie, maatschappij en bestuur volgt dat aanpassing van de fysieke omgeving in laag-Nederland ten behoeve van klimaatadaptatie, alsmede een eventuele verschuiving van de economische centra en de bewoningsconcentraties naar hogere gebieden, transities zijn die een lange periode vergen, en die idealiter gekoppeld zijn aan reguliere investeringscycli. Denk daarbij aan periode in de orde van 100 jaar of meer. De verdien capaciteit van de bestaande economische centra – die voor een zeer groot deel in het lage westen van Nederland (Randstad) liggen – is nodig om de transitie 'te financieren'. Het te vroegtijdig volledig inzetten op 'meebewegen' leidt tot onnodig economisch verlies en maatschappelijke onrust.
- Ook als de bescherming tegen overstromen nog lange tijd wordt gehandhaafd in delen van Nederland, is de oplossingsrichting 'meebewegen' niet alleen relevant voor de omgang met andere watervraagstukken, maar ook een belangrijk alternatief voor delen van Nederland waar beschermen tegen overstromen mogelijk eerder wordt verlaten. Veel bouwstenen zijn reële alternatieven binnen andere oplossingsrichtingen.

#### 'Meebewegen' als hybride strategie

Een realistische oplossingsrichting 'meebewegen' wordt daarom een hybride strategie. In deze 'hybride meebewegen'-strategie worden de primaire keringen, daar waar het economisch noodzakelijk is, langer in stand gehouden (op basis van de analyses van Spoor II is dat ook mogelijk); tegelijkertijd wordt er, om met de overige watervraagstukken (inclusief de rivierafvoer) om te gaan, gezocht naar oplossingen die conceptueel 'meebewegen zijn'. Dat wil zeggen zoveel mogelijk zonder dat er nieuwe 'harde' infrastructuur wordt aangelegd. Tegelijkertijd worden de mogelijke verschuiving van functies naar hoog-Nederland gestimuleerd, zodat deze op een economisch efficiënte manier plaats kan vinden. In het geval van een grote zeespiegelstijging, waarbij beschermen tegen overstromingen niet langer reëel is, verloopt via de 'hybride meebewegen'-strategie de verschuiving naar hoger gelegen gebied op een zo ordelijk mogelijke manier.

Maatregelen die het ontwikkelen van economische waarde en bewoning in hoger Nederland bevorderen, verlagen de relatieve schade aan de economie en de risico's op slachtoffers van overstromingen op nationale schaal. Een relatief kleiner deel van de bevolking, van de verdien capaciteit en het geïnvesteerd vermogen gaan dan verloren bij een grootschalige overstroming en een relatief groter deel blijft in hoog Nederland beschikbaar als herstelvermogen. Met een versterking van de economie van hoog-Nederland wordt beoogd Nederland als natie minder kwetsbaar te maken voor een eventuele overstroming van west-Nederland. Mogelijk is spreiding van wonen en economie ook positief voor andere beleidsambities buiten het waterdomein.

#### Meerlaagsveiligheid achter de duinen en dijken

In gebieden die nog worden beschermd tegen overstromingen vanuit zee en/of vanuit de rivieren worden in de 'hybride meebewegen'-strategie de gevolgen van een eventuele overstroming zo veel mogelijk beperkt (laag 2 en laag 3 van meerlaagse veiligheid). Maatregelen die daar aan bijdragen zijn ophogen van woon- en werkgebieden, compartimentering, drijvend wonen, en het verbeteren van horizontale en verticale evacuatie. Nieuwe woningbouw wordt door verdichting geconcentreerd in relatief hoge en veilige gebieden. Tevens wordt kritieke infrastructuur zodanig aangelegd dat in het geval van overstromingen de schade beperkt blijft en respons en wederopbouw snel tot stand kunnen komen. In paragraaf 3.2 worden deze bouwstenen uitgewerkt.



## Meerlaagsveiligheid in 'overig laag-Nederland'

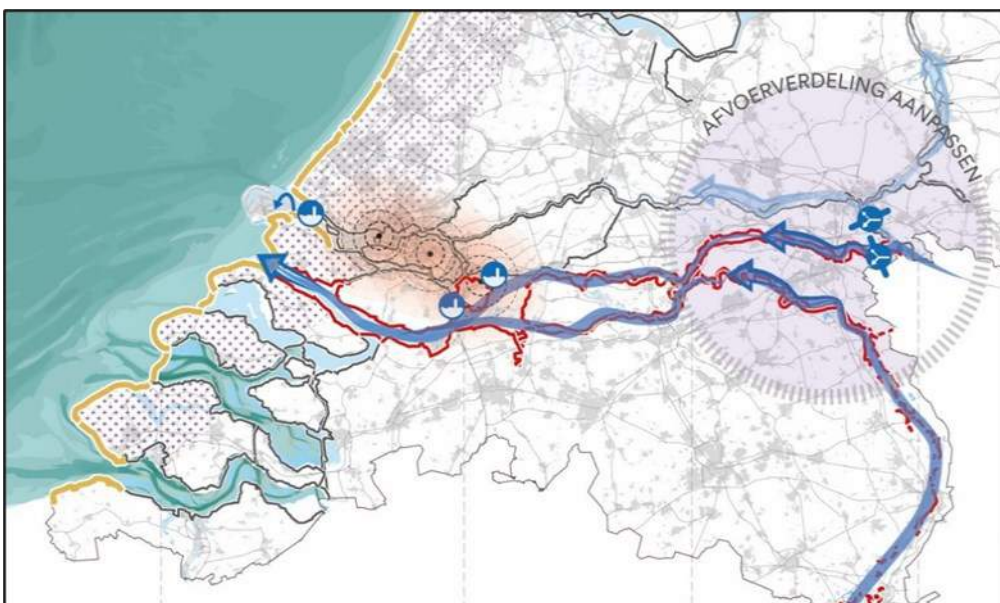
Niet alle gebieden in laag-Nederland hebben dezelfde sociaal-economische betekenis. Het is in de 'hybride meebewegen'-strategie daarom denkbaar dat bij grote zeespiegelstijging op een gegeven moment voor delen van laag-Nederland - bijvoorbeeld delen van Noord-Holland, Friesland, Groningen, Zeeland en de zuidkant van Zuid-Holland – op een eerder moment gekozen wordt om via een gecontroleerde terugtrekkingsstrategie mee te bewegen met de zeespiegelstijging en frequentere of permanente overstromingen toe te laten. Wel zal zo lang mogelijk een aanpak van meegroeien met de zeespiegelstijging via natuurlijk ophoging van bijvoorbeeld vooroevers worden gehanteerd.

## Rivieren- en deltagebied

De afvoer van de rivieren in de 'hybride meebewegen'-strategie wordt, wanneer zeespiegelstijging sterk doorzet, via de Zuidwestelijke Delta geleid. Dat is nodig om het Rijnmond haven- en industriegebied te kunnen beschermen bij grote zeespiegelstijging en hoge rivierafvoeren, en het economische hart van Nederland te ontlasten. De maatregelen die nodig zijn om dit te realiseren worden in de 'hybride meebewegen'-strategie ingezet vanaf een zeespiegelstijging van 2 m en zijn uitgewerkt in 'scenario B2' van de oplossingsrichting 'beschermen'. Belangrijke systeemkeuzen zijn:

- Er wordt een hoogwatercorridor op de Waal gecreëerd. De hoogwatercorridor loost via het Haringvliet (waarbij de Grevelingen een alternatief kan zijn).
- De afvoerverdeling wordt aangepast. Bij afvoeren groter dan 12.000 m<sup>3</sup>/s wordt de extra afvoer via de Waal afgevoerd.
- Bij de Beneden Merwede, Dordtse Kil en het Spui worden nieuwe sluzen gerealiseerd die fungeren als waterkering. Ook de nieuwe Waterweg wordt afgesloten van zee waardoor de Deltapolder ontstaat. Het waterpeil in de Deltapolder is beheerst, de capaciteit van de gemalen komt overeen met de afvoer van de Lek.
- De Westerschelde blijft een open verbinding.

Waar de principes van de rivierafvoer voor 'hybride meebewegen' lijken op de strategie B2 van 'beschermen', liggen er bij 'meebewegen' wel een aantal andere accenten. Zo blijven in de 'hybride meebewegen'-strategie de stormvloedkeringen functioneren tot maximaal een zeespiegelstijging van 2 m. Daarnaast worden, in tegenstelling tot deze oplossingsrichting bij 'beschermen' in de 'hybride meebewegen'-strategie, de rivieren niet nauw begrensd door waterkeringsmaatregelen; er geldt meer een 'ruimte voor de rivier' benadering, en de ontwikkeling van meer riviernatuur. Dat betekent dat de kans op overstromingen in het rivierengebied zelf, en dus de frequentie dat dat ook daadwerkelijk gebeurt, op termijn groter wordt. Met de inzet van bufferen van rivierwater eerst in de grote wateren van de zuidwestelijke delta en later ook in bufferpolders wordt het veranderproces gerekt om het zo ordelijk mogelijk te laten verlopen. In paragraaf 3.3 worden de gevolgen voor de gebieden in de Zuidwestelijke Delta en langs de rivieren uitgewerkt, inclusief de bouwstenen die daarbij horen.



Figuur 11 Afvoerverdeling volgens scenario B2 van oplossingsrichting 'beschermen'

## Wateroverlast

In de 'hybride meebewegen'-strategie wordt in (delen van) laag-Nederland nog lange tijd bescherming geboden tegen overstromingen uit de zee en/of de rivieren door middel van waterkeringen. Echter, bij toenemende zeespiegelstijging neemt het niveauverschil tussen buitenwater en binnenwater verder toe. Daardoor neemt kwel toe en is lozen van water onder vrij verval of met de bestaande pompcapaciteit problematischer. Ook zal de klimaatverandering betekenen dat de intensiteit van piekbuien toeneemt. Onderdeel van de 'hybride meebewegen'-strategie is dat dan niet primair wordt gedacht aan extra technische middelen (pompcapaciteit), maar dat de oplossing wordt gezocht in het vinden van ruimte voor het tijdelijk bergen van deze wateroverlast. In paragraaf 3.4 worden de bouwstenen die horen bij dit deel van de 'hybride meebewegen'-strategie uitgewerkt. Ook de bouwstenen (terpen, ophogen, drijven) uit paragraaf 3.2 dragen bij aan verantwoord meebewegen bij wateroverlast door neerslag en kwel.

## Funcieveranderingen

De 'hybride meebewegen'-strategie betekent veranderingen voor de landbouw. Door de toename van (deels zoute) kwel en ruimte die nodig is voor het bufferen van neerslag zullen de omstandigheden in delen van de bestaande landbouwgebieden minder gunstig worden. Ook in het nog beschermde deel van laag-Nederland. In de delen van Nederland die op de lange termijn niet langer of minder beschermd worden neemt het areaal dat beschikbaar is voor landbouw af. In hoger Nederland komt concurrentie op de ruimte voor landbouw van wonen en bedrijven. In paragraaf 3.6 wordt dit uitgewerkt

In het verlengde van de veranderingen voor de landbouw zullen er in de 'hybride meebewegen'-strategie ook veranderingen voor de natuur zijn. Vernatting en verzilting kan ertoe leiden dat (nieuwe) gebieden een nieuwe natte en/of zilte natuurfunctie krijgen. In de gebieden die frequenter of permanent overstromen ontstaan mogelijkheden voor natuur en recreatie. Plannen en besluiten in de ruimtelijke ordening gaan deze functietoekenningen bepalen. Opslibbing van veelal buitendijkse gebieden is een bruikbare bouwsteen in de 'hybride meebewegen'-strategie. Deze kan zowel een functie hebben voor de waterkeringsfunctie als voor (nieuwe) natuur. Als op de heel lange termijn bij zeer grote zeespiegelstijging verschuiving van wonen en werken naar hoger Nederland op grote schaal aan de orde komt, dan zal daar ook een vernieuwing van de toewijzing van natuurfuncties en de bijbehorende doelen aan de orde zijn. In paragraaf 3.7 wordt dit uitgewerkt.

## Kenmerkende deelgebieden

De kenmerken van een gebied zijn sterk bepalend voor het karakter van de oplossingsrichting 'meebewegen'. In de hybride strategie worden vier kenmerkende landsdelen onderscheiden, die hetzij direct, hetzij indirect door zeespiegelstijging beïnvloed kunnen worden (*Figuur 12*):

- **Randstad:** dijkkring 14 en 44, plus het Rijnmondgebied met de haven en het industriële complex.
- **Overig laag-Nederland:** Noord-Holland boven het Noordzeekanaal, Friesland en Groningen, de Flevopolders
- **Rivieren en Delta:** de Rijn en de Maas en hun vertakkingen in West-Nederland, de IJssel en het IJsselmeer en de Zuidwestelijke Delta.
- **Hoog-Nederland:** zoals geformuleerd in de 'Neogeografische Kaart van Nederland' (UU), in hoofdlijnen overeenkomend met de delen van Nederland die bij een zeespiegelstijging van 5 m niet blootstaan aan permanente overstromingen.

Ook binnen deze gebieden bestaat een variëteit aan verschillende landschappen, functies en karakteristieken (in *Figuur 36* staat de landschappenkaart van Nederland). Deze worden waar mogelijk nog wel onderscheiden in de uitwerkingen. Maar niet compleet en zeker niet in detail. Op de grenzen tussen deze deelgebieden zal onduidelijkheid bestaan bij welk gebied een locatie hoort. Het gaat dan ook niet om een precieze geografische afbakening, maar om de karakteristieken voor de oplossingsrichting 'meebewegen'.

In de tweede brede hackaton is verder ontworpen in deze deelgebieden en zijn bouwstenen ontstaan en aangescherpt. In de derde brede hackaton zijn bouwstenen verder uitgewerkt en kennisvragen verder verkend.

## Vier kenmerkende landsdelen



Figuur 12 Vier kenmerkende landsdelen

## 3.2 Waterveiligheid en schadebeperking in Randstad en Laag-Nederland

Ook in de gebieden van laag-Nederland die in de 'hybride meebewegen'-strategie nog lange tijd tegen overstromen worden beschermd kan de veiligheid tegen overstromen worden vergroot door 'meebewegen'-maatregelen te nemen. Maatregelen zoals verhoogd bouwen, drijvend wonen, ringdijken, verbeterde evacuatie reduceren de gevolgen van een eventuele overstroming (minder schade en minder slachtoffers). Dat kan betekenen dat het totale risico afneemt, of dat een grotere faalfrequentie van de waterkeringen acceptabel wordt bij een gelijkblijvend risico. Omdat binnen een 'hybride' strategie de primaire keringen gehandhaafd blijven, en functies binnen het gebied aanwezig blijven, zal de werking van de verschillende bouwstenen op waterstaatkundige aspecten anders zijn: niet blootgesteld aan permanente aanwezigheid van zout water en intense golfslag. Het is dan mogelijk om ophogingsniveaus lager te houden, en kunnen secundaire keringen minder hoog en sterk zijn.

### Verhoogd bouwen

Verhoogd bouwen kan op een aantal manieren: door gebouwen individueel te verhogen (bijvoorbeeld op palen), of voor groepen van gebouwen of gebieden, op terpen of eilanden. Daarnaast geldt ophogen als een belangrijke bouwsteen voor kritieke infrastructuur. Verhoogd bouwen is vooral realistisch voor nieuwbouw. Verhoogd bouwen is vooral in de Randstad en de overige lage delen als Friesland en Groningen toepasbaar, en ook in het Rivierengebied. In veenweidegebieden is verhoogd bouwen vanwege de grote zettingen veel minder effectief en zeker kostbaarder.

Als voorbeeld is voor de dijkringen 14 en 44 geanalyseerd welke gebieden qua hoogteligging in aanmerking komen voor de aanleg van terpen (maximaal 8 m ophoging) met voldoende veiligheid van de woon- en werkfunctie. *Figuur 13* en *Figuur 14* laten deze gebieden zien. In vergelijking met de kaartbeelden in paragraaf 2.2 ('pure play meebewegen') is de geschikte ruimte groter omdat veel minder met openzeegolfslag rekening gehouden behoeft te worden. De figuren laten zien dat de capaciteit niet zozeer wordt bepaald door de hoeveelheid beschikbaar land, maar eerder door de vraag hoeveel van de bestaande bebouwing vervangen zal worden. En door de hoeveelheid beschikbaar materiaal (zand) en de kosten.

Voor het ophogen van kritische infrastructuur is aanmerkelijk minder materiaal nodig. Daar geldt het zeker als een middel dat praktisch als 'no-regret' gezien kan worden.

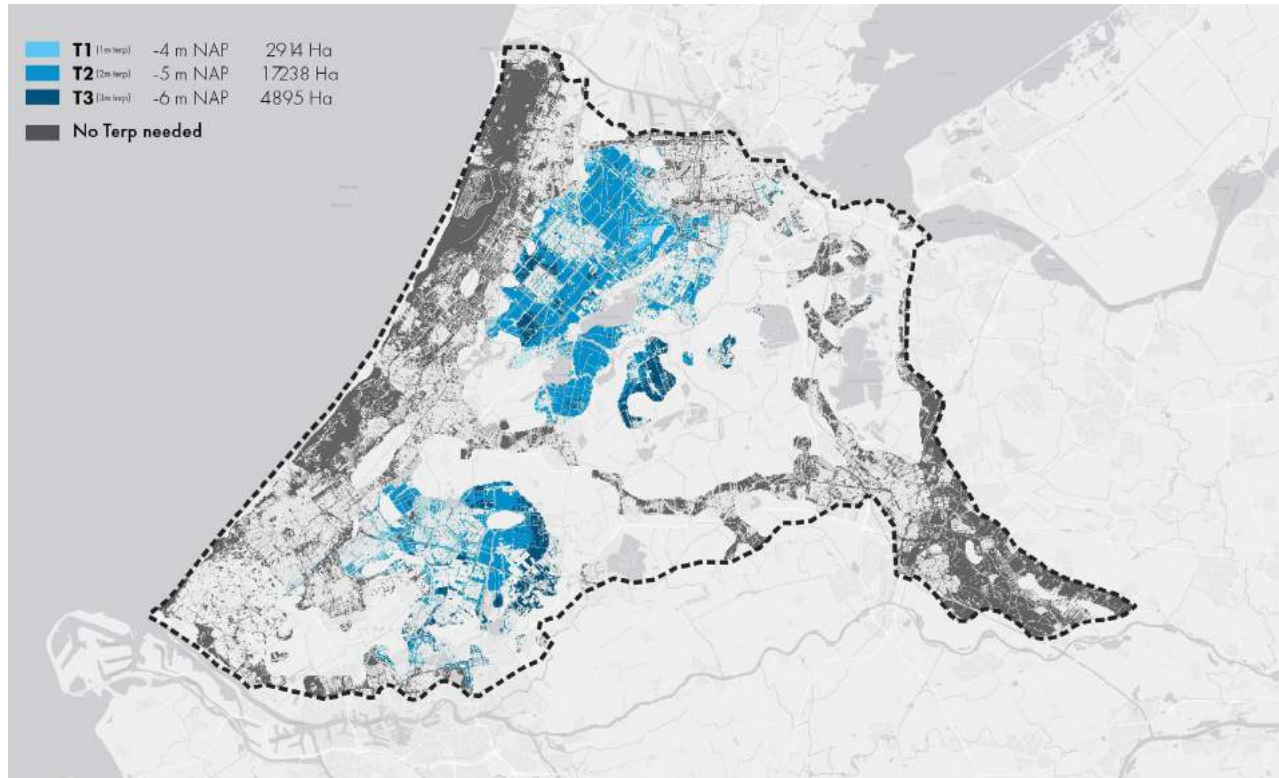
### Ringdijken en compartimentering

In paragraaf 2.2 ('pure play meebewegen') zijn voor een aantal situaties in dijkkring 14/44 mogelijkheden geschetst voor ringdijken om de stedelijke gebieden. In dat hoofdstuk leidt het tot de conclusie dat een primaire waterkering aan de buitenzijde van deze dijkringen efficiënter is. In de 'hybride meebewegen'-strategie wordt lange tijd via primaire waterkeringen het buitenwater gekeerd. In die situatie kunnen de gevolgen van een onverhoopte overstroming worden beperkt door gebieden te compartimenteren of door met ringdijken zeer waardevolle of zeer dichtbevolkte gebieden te isoleren. Deze compartimenteringsdijken kunnen veel minder zwaar gedimensioneerd worden dan de primaire keringen. Compartimentering en ringdijken is ook een bruikbare bouwsteen in overig laag-Nederland. De plan- en besluitvorming over de inzet zal moeten worden gebaseerd op een integrale visie op het ruimtegebruik (zie ook paragraaf 3.9 over governance) en op de analyse van kosten en baten en positief effect op de individuele kans op overlijden. Zie bouwsteen H2.

### Verdichten

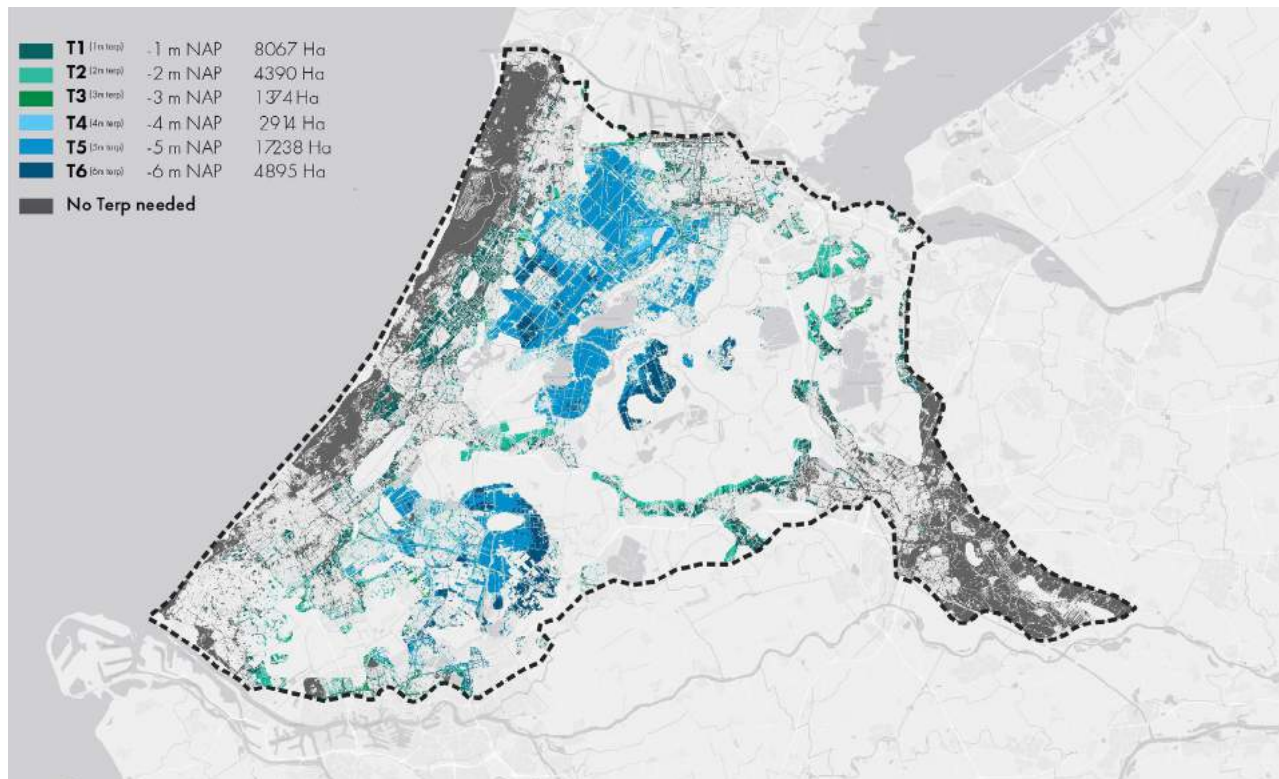
Verdichten is een belangrijke bouwsteen voor de 'hybride meebewegen'-strategie. De maatregel houdt in dat bebouwing in risicovolle gebieden wordt verplaatst naar gebieden met minder risico, en nieuwbouw voornamelijk plaats vindt bij bestaande risicovrije gebieden. Daarmee neemt de bebouwingsdichtheden in gebieden met weinig risico toe. Verdichting in bestaande steden wordt vaak als ingewikkeld beschouwd, zeker als het gaat om grote aantallen. Verdichting binnen bestaande agglomeraties is echter vanuit economisch perspectief logisch. Het toevoegen van bebouwing in agglomeraties die economisch meer excentrisch liggen is ingewikkelder, omdat 'de markt' dat minder natuurlijk bevordert. In dat laatste geval zal meer tijd nodig zijn.

**Maatregel - Bouwen op Terp,  
Met bescherming - Dijkkring 14/44 - 2m ZSS**



Figuur 13 Gebieden geschikt voor terpen bij 2 m zeespiegelstijging in de 'hybride meebewegen'-strategie

**Maatregel - Bouwen op Terp,  
Met bescherming - Dijkkring 14/44 - 5m ZSS**



Figuur 14 Gebieden geschikt voor terpen bij 5 m zeespiegelstijging in de 'hybride meebewegen'-strategie

De toepasbaarheid van deze maatregel dient in samenhang gezien te worden met andere aspecten. Het is denkbaar dat er in laag-Nederland gekozen wordt voor lokale bescherming tegen overstromingsrisico, bijvoorbeeld door ringdijken en compartimentering. In dat geval is deze bouwsteen goed denkbaar. Verder kan deze maatregel ook ingezet worden om verplaatsing vanuit laag-Nederland en het Rivierengebied/Delta naar hoog-Nederland te accommoderen. Zie bouwsteen A4.

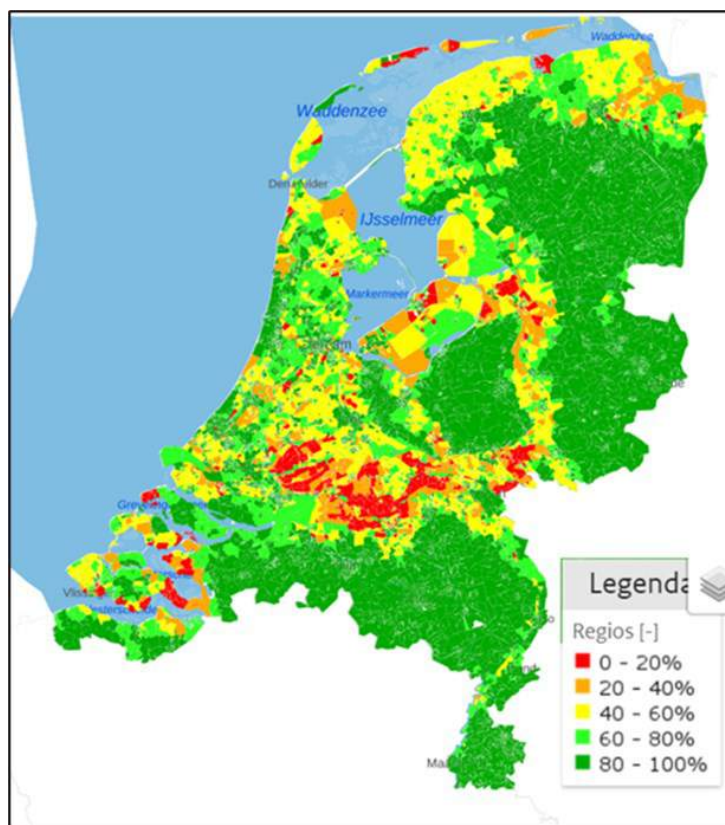
## Verbeterde verticale evacuatie

Verticaal evacueren is het verplaatsen naar een hogere verdieping of een publieke shelter binnen een overstroomd of door overstroming bedreigd gebied. Mensen zullen hier één of enkele dagen moeten kunnen doorbrengen voor ze gered worden, het water is gezakt of het gevaar is geweken. Doel van verticaal evacueren is het verminderen van de kans op slachtoffers bij een overstroming, vooral als horizontaal evacueren (het gebied tijdig verlaten) niet mogelijk is. Idealiter zijn er op de evacuatielocatie ook maatregelen getroffen zodat mensen hier enkele dagen kunnen overleven en op een later moment gered kunnen worden.

Implementatie van deze maatregel vraagt:

- Voldoende beschikbaarheid van huizen en gebouwen met droge verdiepingen bij een overstroming.
- En/of publieke shelters op korte afstand tot bevolking waar geschuild kan worden.
- Voorzieningen op deze plaatsen om ook enkele dagen te kunnen overleven. Zeker als op grote schaal mensen gered moeten worden in een rampscenario zal dit veel tijd vragen.
- Effectieve risicocommunicatie vooraf (waar kan ik heen en hoe kom ik daar).
- Effectieve crisiscommunicatie om de evacuatie in gang te zetten en mensen zich ook gedragen zoals gewenst.
- Aandacht voor verminderd zelfredzame groepen.
- Coördinatie van reddingscapaciteit.

Het realiseren van voldoende droge verdiepingen vraagt bij 2-5 m zeespiegelstijging om aanzienlijke aanpassingen en zal op de diepste plekken lastig realiseerbaar zijn. Onderstaande kaart geeft de huidige situatie van het aantal droge verdiepingen per gebied weer: Zie bouwsteen A9.



Figuur 15 Percentage droge verdiepingen per gebied (Bron: LIWO)

## Drijvend Bouwen

Drijvende woningen kunnen individueel gerealiseerd worden, zoals woonarken nu, of collectief, in groepen, zoals kleine woonwijken als Schoonschip (zie figuur) of WaterbuurtWest in IJburg. Bij individuele woningen geldt vaak dat de ondersteunende infrastructuur (riolering, energy, toegang) nog steeds vanaf wal geleverd wordt. Bij collectieve projecten wordt steeds vaker een deel van de infrastructuur ook drijvend gerealiseerd.



*Figuur 16 Schoonschip als voorbeeld van een kleine drijvende woonwijk (Foto: Isabel Nabuurs)*

Grootschalig toepassen van drijvend bouwen is niet eenvoudig. Aansluiten op of inpassen in de infrastructuur van het stedelijke netwerk is een uitdaging. Technisch is veel mogelijk, maar veel implementatievragen zijn nog op te lossen. Experts op het gebied van drijvend bouwen schatten in dat het opbouwen van een industrie en waardeketen rondom drijvend bouwen van groot belang is, en gebaat is bij overheidsinvesteringen in de bouwsteen. Bij voldoende investeringen is volgens deze experts een verdubbeling van productie elke 10 jaar denkbaar.

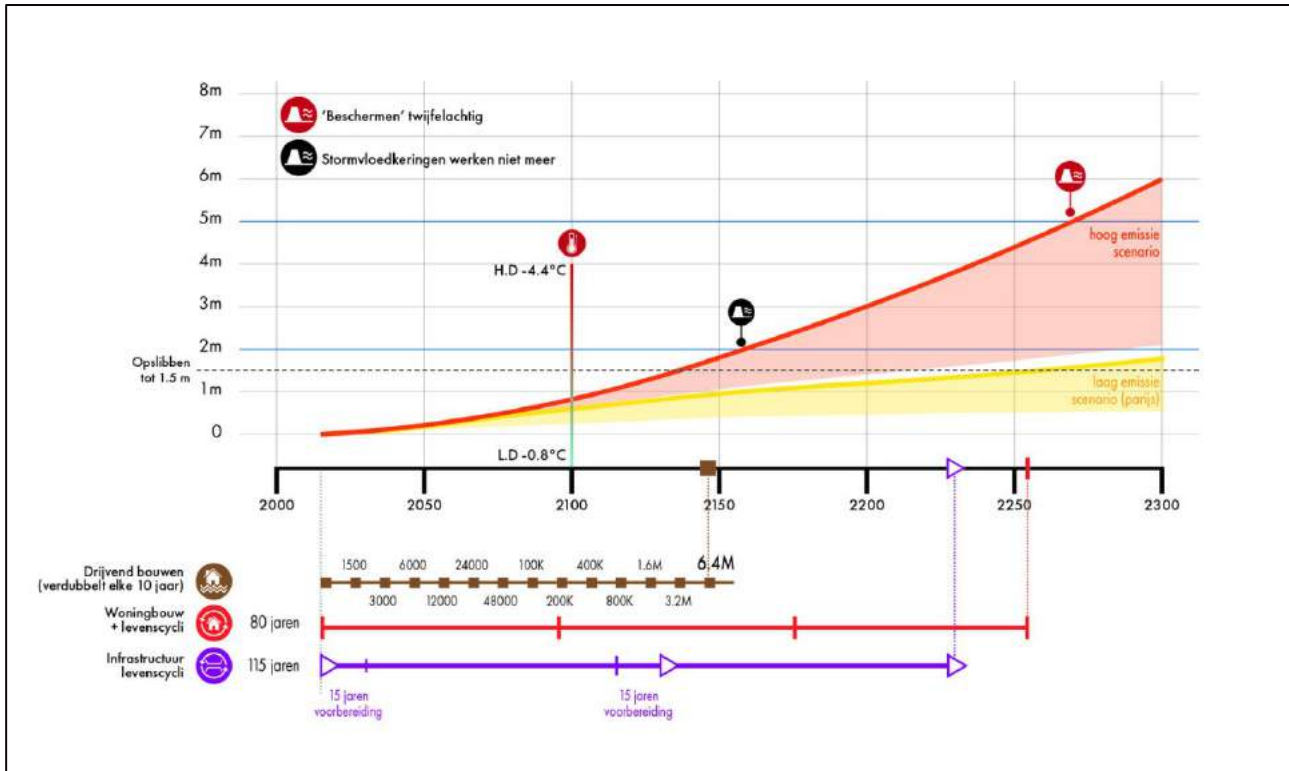
Binnen de 'hybride meebewegen'-strategie zijn drijvende steden meer geleidelijk en eenvoudiger te introduceren. In de 'pure play meebewegen'-strategie is dat veel moeilijker, omdat grotere zelfstandige eenheden nodig zijn, de benodigde dieptes voor de zelfstandige eenheden met voldoende woningdichtheid niet aanwezig zijn en de golfcondities vele malen uitdagender zullen zijn. Zie bouwsteen A2.

## Schadebeperkend bouwen

Schadebeperkend bouwen is het op gebouwniveau beperken van overstromingsschade door bijvoorbeeld 'wet proofing' (zodanig dat water geen schade aan kan richten) of 'dry proofing' (het water buiten houden), en andere maatregelen als installaties op een hoger niveau brengen. Deze bouwsteen kan op gebouwniveau worden toegepast, redelijk eenvoudig bij nieuwbouw, en iets moeilijker bij bestaande bouw (bouwsteen A3a). De bouwsteen is in beginsel toepasbaar op elke plek met (frequente en kortdurende) overstromingen of wateroverlast. Bij te grote vloeddiepte is het minder geschikt. Ook te gebruiken in combinatie met verticale evacuatiemogelijkheden. Zie bouwsteen A3a.

## Bouwstenen in de tijd

Figuur 17 laat zien hoe de tijdstermijnen voor de verschillende manieren van aanpassen van de bebouwing (bouwstenen) zich verhouden tot de scenario's van zeespiegelstijging.



Figuur 17 Aanpassingen bebouwing in relatie tot laag en hoog scenario zss

### 3.3 Waterveiligheid Rivierengebied

#### Het principe

In de 'hybride meebewegen'-strategie worden de dijkeringen 14 en 44 en het Rijnmondgebied beschermd tegen overstromen. Voor de overige gebieden worden geen extra maatregelen genomen om de waterkerende functies te versterken. Dat is een extreem uitgangspunt en geeft een vertrekpunt voor de ontwikkeling van het rivier- en deltagebied en daarvoor benodigde maatregelen.

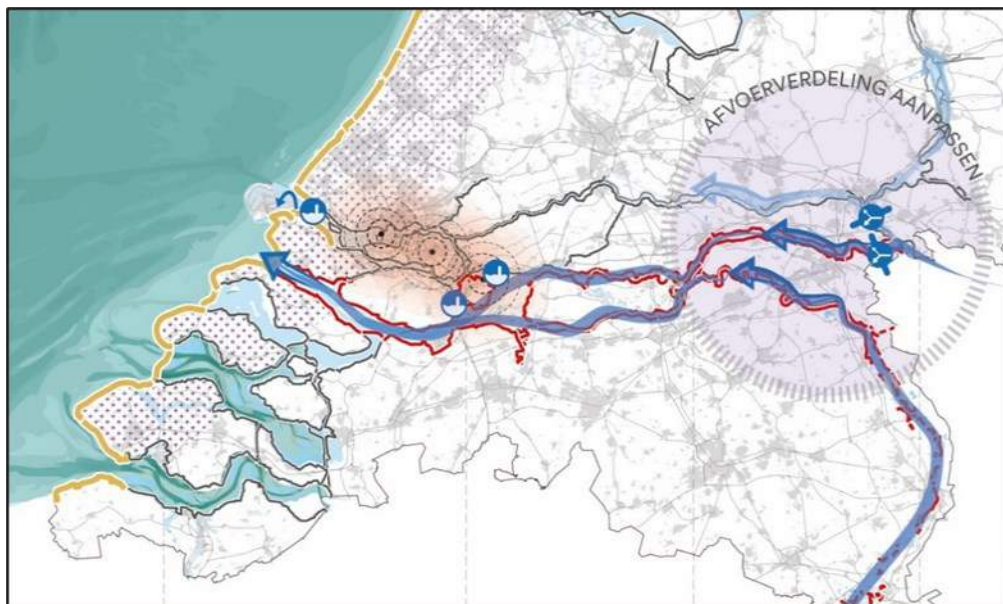
Onderdeel van deze strategie is door veranderende inzet van huidige beschermingsmiddelen zoveel mogelijk tijd te kopen om het maatschappelijke en fysieke transitieproces vorm te kunnen geven. In 5.2Bijlage E staat het memo met de gedachtegang, waarvan hieronder een beknopte weergave volgt.

In de periode tot een zeespiegelstijging van 1,5 m gaan we uit van toename van de sluitfrequentie van de stormvloedkeringen. Zo verandert de sluitfrequentie van de Maeslantkering van grofweg 1/10 per jaar nu, naar 30x per jaar bij 1,5 m zeespiegelstijging. De huidige Maeslantkering is daar niet op gebouwd en zal daarvoor vervangen moeten worden. De kans op het gelijktijdig optreden van een hoge rivierafvoeren tijdens een gesloten stormvloedkering neemt toe. De rivierafvoer kan bij een dergelijke gebeurtenis niet op zee worden geloosd. Doordat we in deze strategie afzien van pompen, zal overtollig water tijdelijk moeten worden gebufferd. In eerste instantie gebeurt dat in de uiterwaarden en de grote wateren van de ZW-delta (Volkerak Zoommeer, Grevelingen, Oosterschelde, zie Consortium 'Beschermen'), in latere instantie zullen hiervoor ook aanvullende bufferpolders moeten worden ingericht.

Uit indicatieve berekeningen blijkt dat bij een zeespiegelstijging van 1,5 m een bufferpolder ter grootte van 500 km<sup>2</sup> met een waterdiepte van 4 m nodig is. Voor enig beeld van de omvang van dergelijke voorzieningen; De Alblasserwaard heeft een oppervlak van grofweg 700 km<sup>2</sup>, de Hoeksewaard heeft een oppervlak van grofweg 320 km<sup>2</sup>,



Vanaf een zeespiegelstijging van 2 m volstaat de inzet van bufferpolders niet meer en wordt het Rijnmondgebied aan de zeezijde permanent afgesloten met een dam en aan de rivierzijde middels schutsluizen. Het rivierwater wordt vanaf dat moment via de Zuidwestelijke Delta naar zee geleid. De maatregelen die nodig zijn om dit te realiseren zijn uitgewerkt in 'scenario B2' van de oplossingsrichting 'beschermen'.



Figuur 18 Scenario B2 van oplossingsrichting 'beschermen' - rivierafvoer via Zuidwestelijke Delta

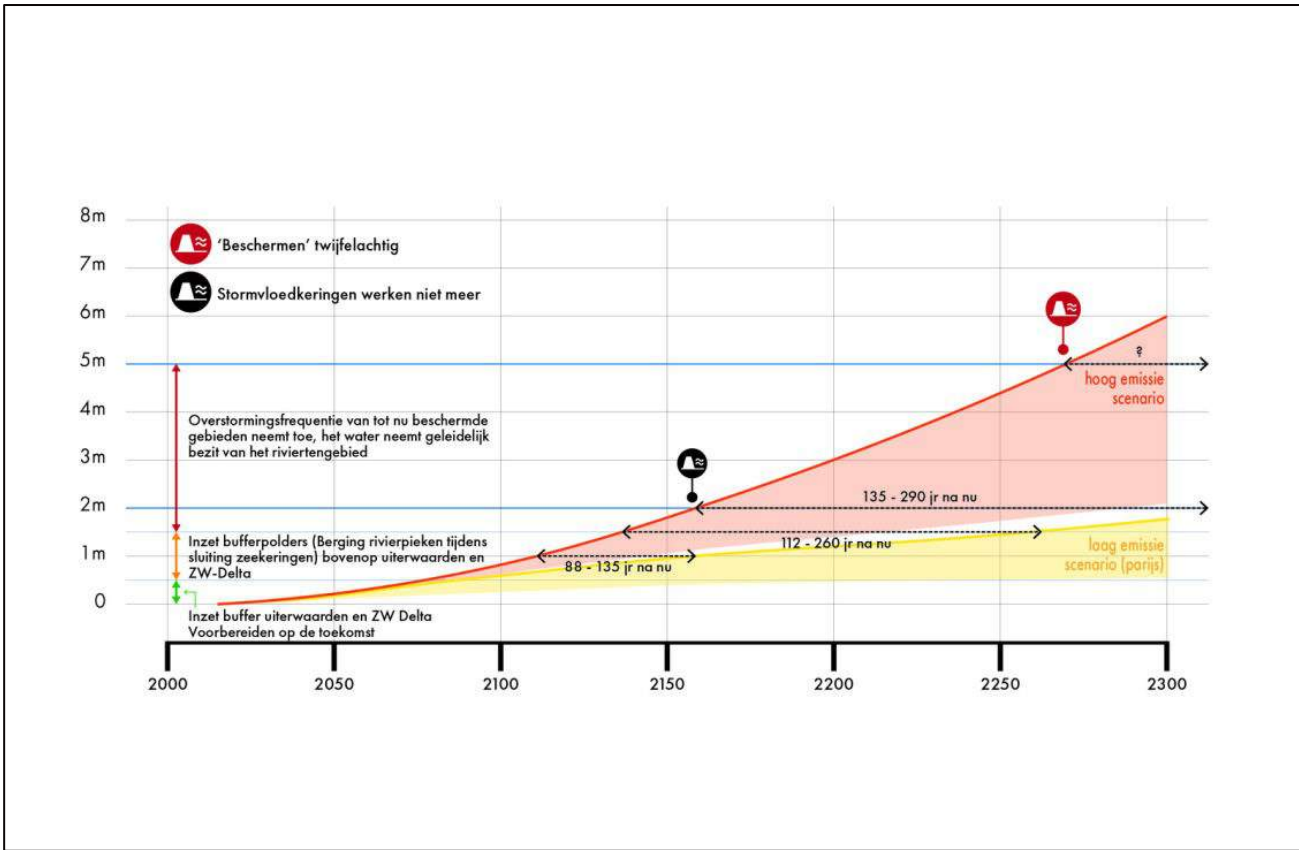
## Bufferpolders

De inzet van bufferpolders is nodig om hoogwaterveiligheid te bieden aan de overige polders waarin nog gewoond en gewerkt wordt. Toewijzing van buffergebieden is een langjarig proces waaraan een zorgvuldig afwegingsproces ten grondslag moet liggen. Eenmaal toegewezen neemt, met de tijd, geleidelijk de overstromingsfrequentie toe in deze bufferpolders. Deze geleidelijke toename brengt stap voor stap consequenties voor het mogelijke landgebruik met zich mee en zal door de jaren heen ook veranderen. Bijvoorbeeld, een overstromingsfrequentie van 1/200 per jaar is nog acceptabel voor bepaalde bedrijven en waar een kans van bijvoorbeeld 1/50 per jaar voor bedrijven niet meer acceptabel is, kan worden overgeschakeld op voedselproductie (onder acceptatie of compensatie van periodiek oogstverlies). Bij 1/5 per jaar zullen bijvoorbeeld extensieve landbouw en natuurfuncties aan de orde komen. De bufferpolders worden daarmee gekenmerkt door overgangperiodes met veranderend landgebruik.

## Meestijden binnenwater

Vanaf een zeespiegelstijging van 2 m, is de Maeslantkering vervangen door een dam en vind afwatering plaats via de zuidwestelijke delta. De effectiviteit van de bufferaanpak is dan sterk verminderd, het water kan immers niet meer tijdig worden geloosd uit de bufferpolders voordat het volgende hoogwater zich voordoet. Met de stijgende waterstanden in het gehele delta- en rivierengebied nemen, afhankelijk van de ligging en overhoogte van de bestaande keringen, de overstromingsfrequenties toe. Hierdoor ontstaat op fysieke gronden ordening in toepassingsmogelijkheden van die gebieden.

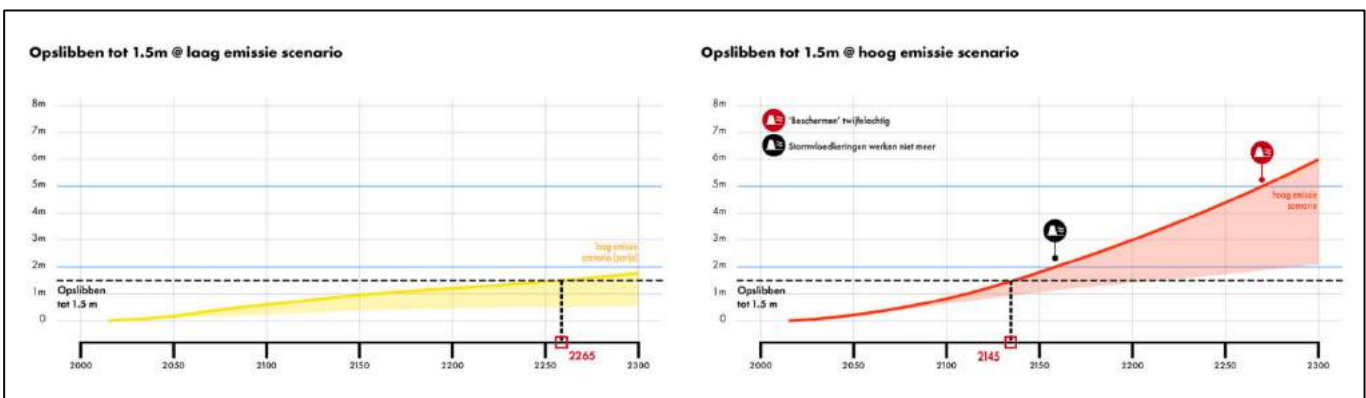
Door verandering van de toepassing van de zeeweringen (hogere sluitfrequentie) en de inzet van bufferpolders 'kopen' we feitelijk tijd om ons voor te bereiden op het onvermijdelijk veranderende landgebruik na de periode waarin 2 m zeespiegelstijging is bereikt. Figuur 19 geeft een indicatie van de beschikbare tijd voor het veranderproces afgezet tegen verschillende klimaatscenario's. Het zeer extreme scenario staat niet in deze figuur. In dat geval is minder tijd beschikbaar.



Figuur 19 aanpassingsstrategie rivierengebied in relatie tot laag en hoog scenario zss

### Natuurlijk meegroeien van kust en oevers

In voorgaande analyse is het in stand blijven van de waterkeringen op het huidige wettelijke niveau het uitgangspunt. Onderdeel van de ‘hybride meebewegen’-strategie is ook kansen te benutten om via ruimte geven aan natuurlijke processen van opslibbing de veiligheid te vergroten. De effectiviteit van deze bouwstenen is sterk afhankelijk van de snelheid van de zeespiegelstijging, van de hoeveelheid beschikbaar sediment en de ruimte die wordt geboden voor sedimentatie. Schattingen van de opslibbingssnelheid variëren per gebied (zie bouwsteen Z5). 5 tot 10 mm/jaar komt voor en bijvoorbeeld in de oostelijke Waddenzee zou het meer dan 10 mm/jaar kunnen zijn. Om een zeespiegelstijging tot 1,5 m bij te houden is bij 5-10 mm/jaar 150 tot 300 jaar nodig. Figuur 20 laat zien dat in het laag-emissie-scenario (‘Parijs’) de opslibbing nog lang de zeespiegelstijging kan volgen. In het hoog-emissie-scenario gaat dit waarschijnlijk te snel (1,5 m in orde 100 jaar). In het extreme scenario (niet in de figuren) is het nauwelijks nog een reële bouwsteen. Mogelijk kan met extra maatregelen (invangen, suppleren) de ophoogsnelheid nog wat toenemen.



Figuur 20 Opslibbing bij laag en bij hoog scenario zss

Buitendijks gaat het om vooroevers, intergetijdengebieden (bouwstenen Z5d en Z5c) en uiterwaarden van de rivieren. Binnendijks gaat dit om inrichtingsconcepten als wisselpolders (bouwsteen Z5a) en dubbele dijken (bouwsteen Z5b). Kustsuppleties met zand (bouwsteen Z1) is een aparte bouwsteen.

### 3.4 Wateroverlast

Wateroverlast heeft, afhankelijk van het seizoen, verschillende oorzaken. In de zomer zijn piekbuien (intensieve neerslag), clusterbuien (meerdere opeenvolgende buien) en kwel vanuit de zee de oorzaak. In de winter gaat het met name om langdurige neerslag en kwel vanuit de zee of hoge rivierafvoer. In het klimaat van 2 m en 5 m zeespiegelstijging zullen al deze effecten toenemen door extremer weer. Voor de toename van neerslag wordt vaak 6-7% per graad opwarming aangehouden ([KNMI FAQ](#)), al is niet gezegd dat dit ook voor piekbuien geldt. Door de verschillen in type buien, de complexiteit van lokale- en systeemeffecten en de beperkingen van bestaande modellen is het toekomstige risico van wateroverlast op een termijn van 100 jaar of meer nog niet goed in beeld.

In 5.2Bijlage F staat beschreven welke wateroverlast bij in de huidige situatie al verwacht wordt in de verschillende delen van Nederland bij een neerslaggebeurtenis zoals die in het grensgebied van Nederland (Limburg), België en Duitsland in de zomer 2021. Deze beschrijving laat zien dat wateroverlast ook in de huidige situatie al snel tot knelpunten leidt. Dat wordt bij verdere klimaatverandering en zeespiegelstijging snel erger.

Er zijn verschillende type maatregelen mogelijk om het optreden van wateroverlast of mogelijke gevolgen hiervan te beperken. De gebruikelijke strategie is het uitbreiden van de afvoercapaciteit, meestal in de vorm van grotere gemalen. Echter de 'hybride meebewegen'-strategie gaat uit van zo veel mogelijk neerslag lokaal vasthouden om de afvoer te beperken, alle haarvaten van het systeem, van dak, straat, buurt, park tot natuurgebieden, ruimte reserveren om neerslag (tijdelijk) te kunnen bergen in polders, bij rivieren en andere grootschalige gebieden, en stedelijke en landelijke gebieden waterrobuust of waterbestendig inrichten.

De volgende bouwstenen zijn dan relevant:

- A1 verhoogd (terp/palen): Verhoogd bouwen is een mogelijke maatregel om wateroverlast te reduceren. Omdat door wateroverlast beperktere waterdieptes ontstaan dan door overstromingen hoeft de verhoging minder extreem zijn. Een verhoging van 30-50 cm zal in veel gevallen al voldoende zijn om schade in de meeste gevallen te beperken.
- A3a Schade beperkend (wetproof/dryproof): Drempels, schotten of waterdichte deuren en gevels kunnen een nuttige investering zijn in gebieden waar frequent wateroverlast te verwachten is. Installaties kunnen omhoog gebracht worden.
- A5a Lokaal water vasthouden (natmakerij): Laaggelegen gebieden kunnen aangewezen worden als piekbergingsgebieden om water (tijdelijk) te bergen totdat er weer voldoende pomp- of spuicapaciteit beschikbaar is om water af te voeren. Dit vraagt om een andere ruimtelijke inrichting.
- A5b Lokaal water vasthouden (droog Nederland): Door zo veel mogelijk neerslag vast te houden en te infiltreren wordt afstroming naar lageregebieden voorkomen en het zorgt tegelijkertijd voor watervoorraden in droge periodes.
- A8 Kritische netwerken robuust maken: Het waterrobuust maken van elektriciteitsinfrastructuur kan een groot effect hebben op het functioneren van veel andere netwerken en faciliteiten en kan vaak al met kleine aanvullende investeringen. Denk bijvoorbeeld aan het verhoogd aanleggen van lokale elektrakastjes in wijken.

### 3.5 Zoetwater – watertekort

In de 'hybride meebewegen'-strategie wordt voor het omgaan met het zoetwatervraagstuk zo min mogelijk ingezet op technische infrastructuur die de gevolgen van zeespiegelstijging op de zoetwaterbeschikbaarheid en de zoetwatervraag negatief beïnvloeden. De verkenning richt zich in eerste instantie op noodzakelijke functieveranderingen die de vraag en het aanbod weer in evenwicht kunnen brengen.

Uit de analyses van spoor II van het kennisprogramma zeespiegelstijging blijken drie belangrijke consequenties van zeespiegelstijging voor de zoetwaterbeschikbaarheid van Nederland:

1. Via zoutindringing door de schut- en spuisluisen in gesloten systemen (de Afsluitdijk, het Amsterdam-Rijnkanaal/Noordzeekanaal en het Volkerak-Zoommeer). Vooral de schutfrequentie bepaalt hier de zoutlast.
2. Via grondwater en zoute kwel tot ongeveer 20 km van de kust. De regionale doorspoelvraag neemt bij 3 m zeespiegelstijging toe tot meer dan tien keer de huidige doorspoelvraag.

3. Via open riviermondingen (de Rijn-Maasmonding). Hier verschuift de zoet-zoutgrens stroomopwaarts en is meer rivierafvoer nodig om de zoutindringing tegen te gaan. Zeespiegelstijging en afnemende rivierafvoer versterken elkaar en leiden zo tot toenemende herhalingstijden van zoutindringing.

## Drinkwaterproductie

Drinkwater voor met name West-Nederland wordt voor een belangrijk deel gewonnen uit oppervlaktewater: IJsselmeer en rivieren. Zoals spoor II van het kennisprogramma zeespiegelstijging laat zien zullen deze verzilten. Voor het IJsselmeer in eerste instantie door het schutten van scheepvaart. Bij de extremere zeespiegelstijging ook vanwege overslag of uiteindelijk niet functioneren van de Afsluitdijk om het zoute water buiten te houden. Er is een afweging te maken of het zoet houden van het IJsselmeer – bijvoorbeeld door verhogen en versterken van de Afsluitdijk - ten behoeve van zoetwatervoorziening van de Randstad in de 'hybride meebewegen'-strategie past. Dit draagt ook bij aan de veiligheid tegen overstromen.

Experts tijdens de zoetwaterhackaton (15 september 2023) maakten duidelijk dat de drinkwaterproductie uit brak of uit zout water technisch goed mogelijk is. Er is respectievelijk 4x zoveel (brak) en 10x zoveel (zout) energie nodig vergeleken bij de huidige productie. En er resteert brijn (zeer zout water) als restproduct. In de 'hybride meebewegen'-strategie, waarin nog lange tijd in laag-Nederland gewoond en gewerkt wordt, kan op enig moment op deze vorm van drinkwaterproductie moeten worden overgegaan.

## Zoet water voor landbouw in laag-Nederland

Een grote hoeveelheid zoet water wordt in het huidige waterbeheer gebruikt voor het doorspoelen van poldergebieden in laag-Nederland die verzilten als gevolg van zoute kwel. Uit de analyse van spoor II blijkt dat de doorspoelwatervraag fors zal toenemen. In de 'hybride meebewegen'-strategie betekent dit dat in deze gebieden geleidelijk zal worden overgegaan op verandering van de landbouw. In eerste instantie een overgang naar landbouw die tolerant is voor een hoger zoutgehalte. Grasland, bijvoorbeeld, vereist minder strenge zoutnormen dan tuinbouw. Ook zal in laag-Nederland een overgang plaatsvinden van intensieve naar meer extensieve grondgebonden landbouw (nat, zilt, zouttolerant, visserij). Daarmee neemt ook de behoefte aan een strategische zoetwatervoorraad af en komt er ook meer zoetwater beschikbaar voor andere doeleinden. Deze ontwikkeling kan worden vertraagd door extra te investeren in het vasthouden van neerslag, zoals nu al in de glastuinbouw veel gebeurt.

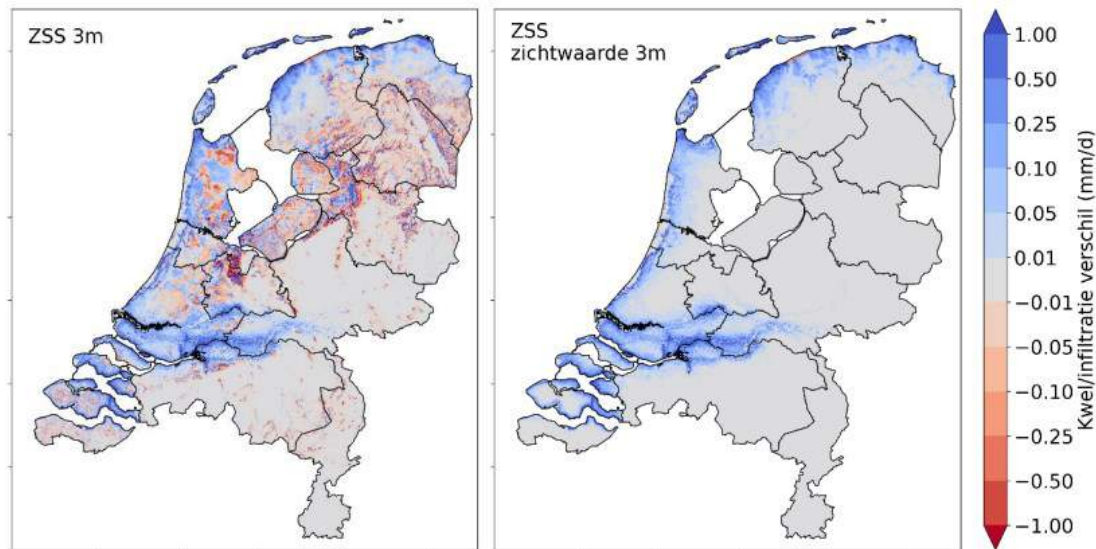
In de 'hybride meebewegen'-strategie past het om de diepste polders in laag-Nederland een waterbergingsfunctie te geven. In deze gebieden is de wateroverlast door kwel veelal groot, de risico's bij overstromen of excessieve neerslag zijn groter en in veel gevallen is de kwel ook zout. Uiteindelijk kan de consequentie voor sommige landbouwgebieden zijn dat de functie geheel verandert naar bijvoorbeeld natuur, waterberging en/of recreatie. Ook drijvend wonen kan een nieuwe functie worden.

## Zoetwatervoorziening in hoog-Nederland

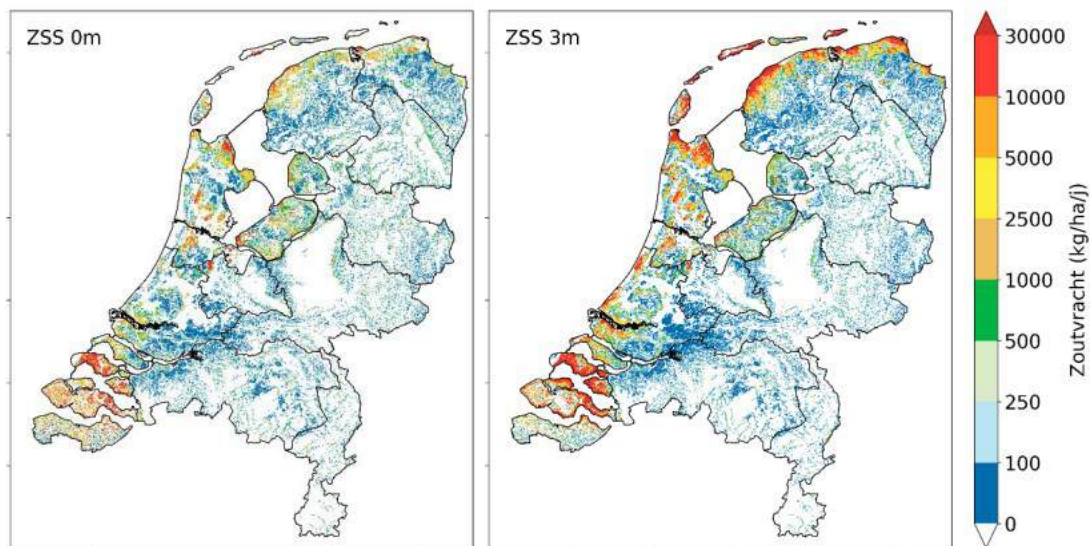
De zoetwatervoorziening van hoog-Nederland komt voor het grootste deel uit grondwater. Wateraanvoer vanuit de rivieren of het IJsselmeer vergt oppompen over grote hoogte. Klimaatverandering – met name frequenter en intensievere droogteperiodes – betekenen al op veel kortere termijn een zoetwaterprobleem dan zeespiegelstijging. Op de langere termijn wordt in de 'hybride meebewegen'-strategie de druk op de zoetwatervraag in hoog-Nederland nog groter. De voedselproductie verschuift naar hogere gebieden en ook de bevolkingsomvang zal toenemen met een grotere drinkwatervraag als gevolg.

Oplossingen moeten gevonden worden in het op grotere schaal vasthouden van het neerslagoverschot in de natte periodes en het verminderen van de watervraag, met name in de landbouw. Een overgang op waterbesparende landbouw (andere teelten, efficiëntere irrigatie, 'footloose' landbouw) zal onderdeel van het verminderen van de vraag moeten zijn. Aanleg van waterbassins op veel grotere schaal heeft ruimtelijke consequenties. Een belangrijke kennisvraag is hoeveel waterbuffer er kan worden gecreëerd door actief water te infiltreren in de ondergrond van de Veluwe en andere hogere zandgebieden en wat de hydrologische effecten daarvan zijn.

In bouwsteen A5b staan de suggesties voor 'lokaal water vasthouden in droog-Nederland'.



Figuur 21 Verschil kwel / infiltratie voor zichtwaarde 3 m ten opzichte van de huidige situatie (links), en alleen het effect van zeespiegelstijging op de verandering van kwel / infiltratie (Delsman, 2022)



Figuur 22 Zoutvracht naar oppervlaktewater (kg/ha/jaar) voor de huidige situatie (links) en voor zichtwaarde 3m zeespiegelstijging (rechts) (Delsman, 2022)

## 3.6 Landbouw

### Natter, zouter en minder areaal

In de 'hybride meebewegen'-strategie komen er aanzienlijke veranderingen in de landbouw aan de orde. Ook in de gebieden die in deze strategie nog worden beschermd tegen overstromen neemt wateroverlast door toegenomen neerslag en toegenomen (zoute) kwel toe, met name in de diepere delen van laag-Nederland en in de gebieden die worden bestemd voor tijdelijke berging van neerslag. In de nog beschermde gebieden zal de druk op de ruimte toenemen als andere delen van het land minder bruikbaar worden of overstromen. Dat zal ten koste gaan van grond voor landbouwdoeleinden. In de bouwstenen A6 (reduceren landbouwareaal) en A10 (ontwikkelen natte landbouw) worden mogelijkheden voor deze verandering beschreven. Vormen van natte landbouw kunnen zijn:

- **Paludi-cultuur:** hiermee worden gewassen bedoeld zoals veenmos, lisdodde (bouw materiaal), riet (bouw materiaal) en cranberries (jam, muesli repen, etc.). Het verdienmodel wordt hierbij ook in ecosysteemdiensten gezocht zoals waterzuivering, vastlegging of reductie van broeikasgasemissies en waterberging voor omliggende gebieden.
- **Extensief grasland:** Bij gecontroleerde vernatting (peilgestuurde drainage), keuze voor veel minder (zware) dieren per hectare, extensiever maaibeheer en soortenrijk grasland kan op nattere gronden ook natuurinclusieve veeveelt bedreven worden.
- **Rijst:** Dit wordt nu niet in Nederland geteeld omdat Nederland o.a. te koud is, maar Nederland wordt warmer. Er wordt wel onderzoek naar gedaan.
- **Aquacultuur:** Het is mogelijk om aquacultuur (o.a. vis) te combineren met de teelt van bouwmaterialen/helofytenfilters. Dit heet "Aquaponics" (Bosma, 2017).
- **Buitendijkse landbouw:** Op dit moment heeft het meeste buitendijks areaal langs de kust en in estuaria een natuurfunctie en in de rivieren is er in de uiterwaarden ook landbouw. Bij toename van dit areaal (bij 5 m zeespiegelstijging) kan een herverdeling van deze functies overwogen worden. Ook vormen van aquacultuur en visteelt zijn buitendijks een optie.

Natte landbouwvormen kunnen op organische en minerale bodems (zand, klei) worden toegepast. Er zijn hierbij wel verschillen in neveneffecten (broeikasgasbalans, waterkwaliteit), oogstrendement (biomassa) en te leveren ecosysteemdiensten in hoog- en laag-Nederland.

In gebieden die frequent of permanent overstromen zal veel landbouwgebied veranderen in open water, of in natte natuurgebieden. Ook zal langs de nieuwe kusten en oevers buitendijkse voedselproductie kunnen ontstaan.

## Niet-grondgebonden ('footloose') landbouw

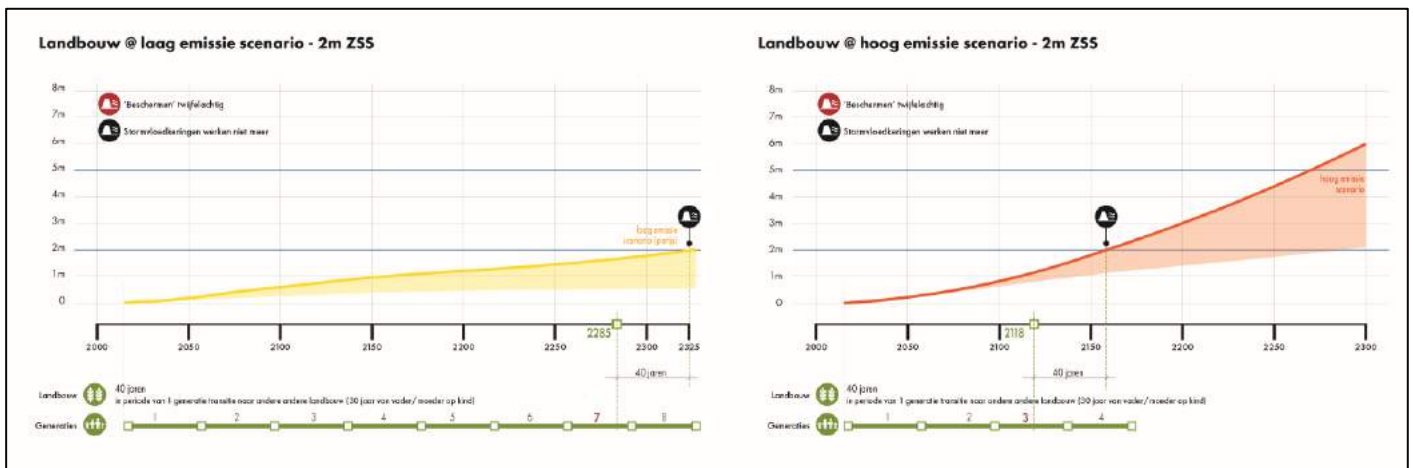


De afname van voedselproductie door afname van grondgebonden akkerbouw, groenteteelt en veehouderij kan voor een deel opgevangen worden door niet-grondgebonden landbouw ('footloose' landbouw). Bouwsteen A11 beschrijft deze overgang. 'Footloose' landbouw kent verschillende systemen:

- Glastuinbouw.
- Vertical Farming (als glastuinbouw, maar dan de hoogte in).
- Agro-clusters op land, waarin plantaardige (groenten, graan, etc.) en dierlijke (vee) eiwitten samengevoegd zijn in een geïntegreerd bedrijfssysteem, inclusief verwerkingsprocessen (levensmiddelenindustrie) en hergebruik en uitwisseling van resources (circulariteit).
- Agro-clusters op het water en in moeras (aquacultuur, zeewier, vis, schelpdieren, etc.), met dezelfde principes als op het land.

Volgens Peter Smeets (van Wageningen Metropolitan Food Clusters) is voor het voeden van 1 miljoen mensen met een Lancet-dieet (gezond voedselpatroon) 1500 ha Agrofood clusters voldoende, Dat zou betekenen dat voor het referentie jaar (2020) 261 km<sup>2</sup> areaal nodig is in Nederland voor voedselproductie in plaats van de huidige 18.200 km<sup>2</sup>. Dit is het niet-grondgebonden deel van de productie: kassen voor voedsel en veevoer, stallen en gesloten aqua-productie, recycling en logistiek. Er blijft nog een areaal grondgebonden productie voor voedsel veevoer nodig maar dat kan, net als nu, ook buiten Nederland liggen en ook kleiner worden bij een meer plantaardig georiënteerd dieet.

Veranderingen in teelten en/of van landbouwmethoden vergen in de regel ongeveer ruim een generatie. Een schatting is dat er 30 tot 40 jaar per wijziging nodig zou zijn. Een volledige overgang naar een ander type landbouw, zoals van veeteelt naar akkerbouw, of van grondgebonden naar footloose, zal in stappen gebeuren. Een periode van orde 100 jaar voor zo'n transitie is aannemelijk. In Figuur 23 is die veranderperiode uitgezet ten opzichte van de snelheid van zeespiegelstijging (laag- en hoog-scenario).



Figuur 23 Veranderingen in de landbouw in relatie tot laag en hoog scenario zss

### 3.7 Natuur

Stijgende zeespiegelstijging en klimaatverandering hebben effecten voor (grondwaterafhankelijke) terrestrische natuur in hoog-Nederland en de duinen (droge natuur: bos, grasland en droge heide) en voor natte natuur (rietmoeras, meren, beken, rivier uiterwaarden, vennen, kreken, kwelders).

Voor alle vormen van natuur zijn er verschillende sturingsmechanismen die de bijdrage aan de opgaven bij zeespiegelstijging bepalen:

- De bodem (organisch of minerale bodem).
- De hydrologie (en daarvan afgeleid hydrologisch herstel).
- De vegetatie (grasland, bos en waternatuur): successie, inrichting en beheer.
- Het omliggend gebruik.

In al deze lagen heeft zeespiegelstijging een effect en kan er met water of natuurbeheer 'gestuurd' worden gericht op tegengaan van bodemdaling in veengebieden, water vasthouden (alle bodems), water bergen (alle bodems) ten bate van omliggende economische functies zoals drinkwaterwinning of voedselproductie. Binnen deze kaders zijn er ontwikkelingskansen voor vogels, vis, zoogdieren en insecten. De sturingsmechanismen bepalen ook de ecologische veerkracht, adaptief vermogen en de gevoeligheid van de natuur in het licht van klimaatverandering.

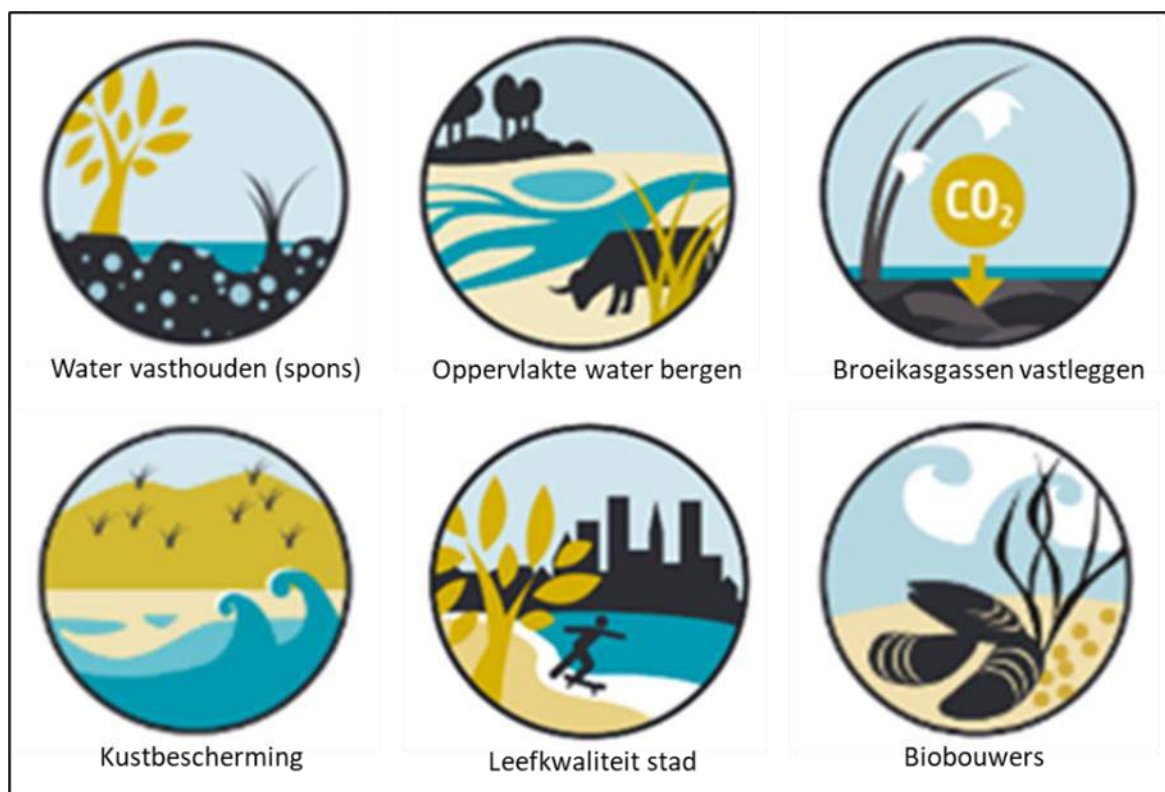
Tegelijkertijd kunnen zowel natte en droge natuur een natuurlijke klimaatbuffer zijn voor het omliggende rurale en urbane landschappen. In bouwsteen N4 is ontwikkeling van natte en droge natuur uitgewerkt. Natuurlijke klimaatbuffers (CNK, 2018) zijn gebieden waar natuurlijke processen de ruimte krijgen. Ze vervullen een rol bij het vasthouden en opvangen van water, het voorkomen van watertekorten, het temperen van hitte en het verminderen van kooldioxide in de atmosfeer. Zo groeien ze mee met klimaatverandering en verbeteren de leefbaarheid van Nederland. Twee aspecten zijn met name interessant: Natte natuur op organische en minerale grond en droge natuur

### Natte natuur op organische en minerale grond

- Veengroei: De landhoogte bestendigen (stoppen bodemdaling) of zelfs omhoog in combinatie met reduceren of vastleggen van broeikasgassen (klimaatmitigatie) en het bufferen van zoetwater in oppervlaktewater (berging) en in de bodem (water conserveren). Natte natuur op organische bodems kun je lezen als: klimaat in het kwadraat (klimaatmitigatie en - adaptatie).
- Water bufferen en –bergen kan op beide type bodems.

### Droge natuur

- Bomen, bos, heide en niet overstroombare graslanden in natuurgebieden kunnen betekenis hebben voor de zoetwatervoorraad in bodem, grondwater en oppervlaktewater.
- Ook in droge natuur wordt koolstof opgeslagen.
- Bomen en gras in het stedelijke gebied (Randstad) zijn ook een manier om in de stad water vast te houden. Bovendien kunnen bomen in de stad bijdragen aan de verkoeling van de stedelijke omgeving.



Figuur 24 Positieve neveneffecten van natuurgebieden (ecosysteemdiensten)



## Buitendijkse natuur

In bouwsteen Z5 komt Natuurlijke groei van kustzone gebieden door opslibbing aan de orde. Naast een belangrijke rol voor de waterveiligheid, beschrijft deze bouwsteen ook kansen voor het ontwikkelen van buitendijkse (nieuwe) natuur. Dat is zowel langs de kust, als langs de oevers van de rivieren van toepassing.

## 3.8 Economie

### Agglomeratievoordelen en investeringsstrategie

De relatie tussen adaptieve migratie en de economische structuur van Nederland vraagt om een integrale afweging van de korte (<30 jaar), middellange (30-100 jaar) en lange (>100 jaar) termijn. De omvang van de risico's van zeespiegelstijging, opgebouwd naar waarschijnlijkheid, impact en kwetsbaarheid, kennen een grote mate van onzekerheid. Dit maakt economische afwegingen in de vorm van kosten-batenanalyse voorsnog onmogelijk.

Adaptieve migratie (verplaatsen van activiteiten naar hoger Nederland) is nog niet urgent, maar kan dat wel worden. Het is op de korte termijn geen economisch rationale strategie, omdat Nederland de komende decennia goed is beschermd en verreweg de meeste investeringen binnen hun afschrijvingstermijn (goed) renderen. Ook op middellange termijn is adaptieve migratie op veel plekken vermoedelijk nog niet economisch rationeel. Op lange termijn kan adaptieve migratie een rationele strategie worden, maar ook dat wordt gekenmerkt door een hoge mate van onzekerheid, vooral omdat we niet weten hoeveel we in staat en bereid zijn om de maatregelen te nemen die grote zeespiegelstijging voorkomen (mitigatie).

Nu adaptief migreren, of daarop voorsorteren door ruimtelijke investeringen die anders niet zouden worden gedaan, wordt door het wegvallen van agglomeratievoordelen gekenmerkt door hoge opportuniteitskosten. Het is op korte, en vermoedelijk middellange termijn, juist economisch rationeel om de bestaande agglomeratiekracht verder te versterken. De huidige investeringen in (c.q. kosten van) kustbescherming staan goed in verhouding tot de waarde van de achterliggende economie die zij beschermen. Kustbescherming is daarmee voorlopig economisch meer rationeel dan adaptieve migratie.

Theoretisch kan adaptieve migratie in de toekomst rationeel worden, vermoedelijk op lange termijn, als de economische kosten van het in stand houden van het huidige systeem (te) hoog worden of instandhouding niet langer mogelijk is. Wanneer afschrijvingsperiodes van investeringen het moment waarop risico's zich (lijken) voor te doen overlappen, of wanneer het toenemende risicoprofiel het investeringsklimaat negatief beïnvloed, is aanpassing rationeel. Het is zeer wenselijk dat aanvullend onderzoek duidelijk maakt tot welk moment beschermen de economisch meest rationele optie is en welke kosten hiermee gemoeid zijn met alternatieve strategieën.

Opportuniteitskosten zijn de kosten die optreden wanneer een alternatief boven alle anderen wordt verkozen. Het verschil tussen de opbrengsten van de meest rendabele niet genomen maatregel (investeren in de meest rendabele gebieden in deze context) en de genomen maatregel (investeren in een minder rendabel gebied) vormen de gemiste opbrengsten. De middelen hadden alternatief aangewend kunnen worden met een hoger (economisch) resultaat. In economische zin worden de gemiste baten gezien als kosten van een suboptimale keuze.

Strategievorming op het thema meebewegen is echter wel noodzakelijk, want onder aanname van voortgezette zeespiegelstijging ontstaat een moment (hoe ver ook in de toekomst) waarop investeringen niet langer renderen in laag-Nederland (en later ook in de Randstad). Echter, op het moment dat investeren in laag-Nederland, inclusief de Randstad, niet meer rationeel is, is het te laat om te beginnen met een investeringsbeleid gericht op hoog-Nederland. Op dat moment is hoog-Nederland geen vergelijkbaar alternatief voor internationaal talent en grote bedrijven uit de Randstad. De concurrentie ten opzichte van het buitenland is hiervoor de belangrijkste reden. Dit ligt anders voor het midden- en kleinbedrijf, maar dat is voor innovatie weer afhankelijk van het grootbedrijf, waarmee in het locatiedrag ook afhankelijkheden bestaan.

Het verdienvermogen in de Randstad is hoog (70% van BBP) en is nodig om een eventuele transitie naar adaptieve migratie te betalen. Het is daarmee wenselijk om op korte termijn en op middellange termijn een (aanzienlijk) deel van de investeringen in de Randstad te blijven concentreren en de agglomeratiekracht op peil te houden. Dit komt de verdienpotentie van heel Nederland ten goede. Wel ontstaat hierdoor het dilemma van verdere lock-in.

Herverdeling van opbrengsten door investeringen in het vergroten van de convergentie in economische ontwikkeling tussen hoog-Nederland en de huidige Randstad kan bijdragen aan het vermogen om als natie concurrerend te blijven op lange termijn. Investerings in hoog-Nederland die bijdragen aan het versterken van de kennisinfrastructuur, internationale verbindingen (HSL) en het voorzieningenaanbod zijn hierbij 'no-regret'. Bezien vanuit nationale productiviteitsgroei zijn er (voorlopig) geen dwingende redenen om deze investeringen te doen, maar deze investeringen kunnen wel worden gemotiveerd vanuit een evenwichtige verdeling van (brede) welvaart en vanuit het balanceren van risico's.

Investerings in hoog-Nederland kunnen mede worden gemotiveerd door aansluiting (koppeling) bij de andere grote transitie waarvoor Nederland is gesteld, en ook bijdragen aan cohesiebeleid. Aansluiten bij de bestaande potenties (levenscyclus) in hoog-Nederland verdient hierbij aanbeveling. Investerings in overig laag-Nederland vergen heroverweging op middellange (30-100 jaar) of lange termijn (>100 jaar), gezien vanuit productiviteitsperspectief onder het scenario van voortgezette zeespiegelstijging. De langetermijnrendementen van deze investeringen kunnen lager of negatief worden. Dit laat onverlet dat er andere maatschappelijke overwegingen kunnen zijn om wel in deze gebieden te (blijven) investeren.

Concluderend kunnen we stellen dat adaptieve migratie een maatschappelijk vraagstuk is dat integraal afgewogen moet worden. Economische theorie geeft inzicht en helpt de discussie maar blijft speculatief, omdat empirische bewijsvorming niet voorhanden is. Tegelijk moeten veel meer disciplines in onderlinge samenhang in dit gesprek worden betrokken. Dit is nodig om afwegingen te (blijven) verbinden.

Het volledige artikel staat in 5.2Bijlage G.

## Tijdig en stapsgewijs investeren in hoog-Nederland

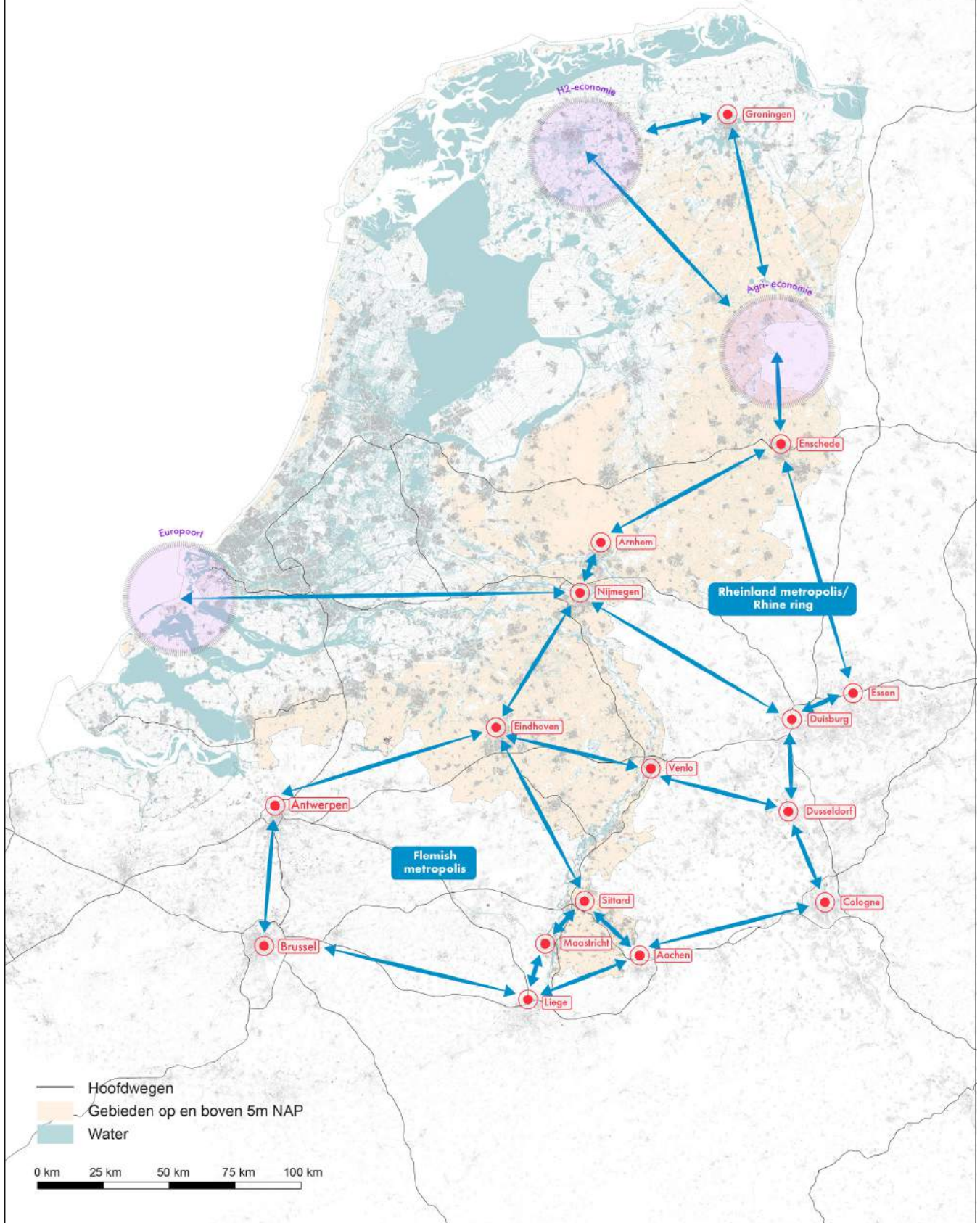
Uit de economische analyse blijkt dat op strikt financieel-economisch gronden investeringen in hoog-Nederland ten koste van beter renderende investeringen in de bestaande agglomeraties – met name de Randstad – vooralsnog niet rationeel zijn. Echter, om een eventuele op de lange termijn noodzakelijke verschuiving van wonen en werken naar hoger Nederland enigszins ordelijk te laten verlopen is een transitieperiode in de orde van grootte van honderd jaar noodzakelijk.

Ook al eerder zal de bruikbaarheid van delen van lager Nederland in de oplossingsrichting hybride 'meebewegen' afnemen door frequentere overstromingen, verzilting en vernatting. Daarmee neemt de noodzaak om activiteiten naar hoger gelegen gebieden te verplaatsen toe.

Voor het versterken van de vestigingsvoorwaarden in hoog-Nederland is integrale sturing op het vestigingsklimaat nodig. Alleen marktwerking gaat deze transitie niet tot stand brengen. Het louter verplaatsen van bedrijven is onvoldoende, omdat zij niet het talent vinden dat zij nodig hebben. Alleen het bouwen van woningen is ook niet genoeg, omdat er voor de nieuwe inwoners onvoldoende werk en onvoldoende voorzieningen zijn. Het simultaan investeren in: wonen, werken en voorzieningen is nodig om structureel de agglomeratiekracht te verbeteren. Glaeser et al. (2002) beschrijven deze relatie als een evenwicht. Een plek wordt structureel aantrekkelijker als gestuurd wordt op een hoger evenwicht in de driehoek van: productiviteit, woningmarkt en aantrekkelijkheid. Als beleidsmatig wordt ingezet op adaptieve migratie, kan het volgende beleidspad worden uitgezet.

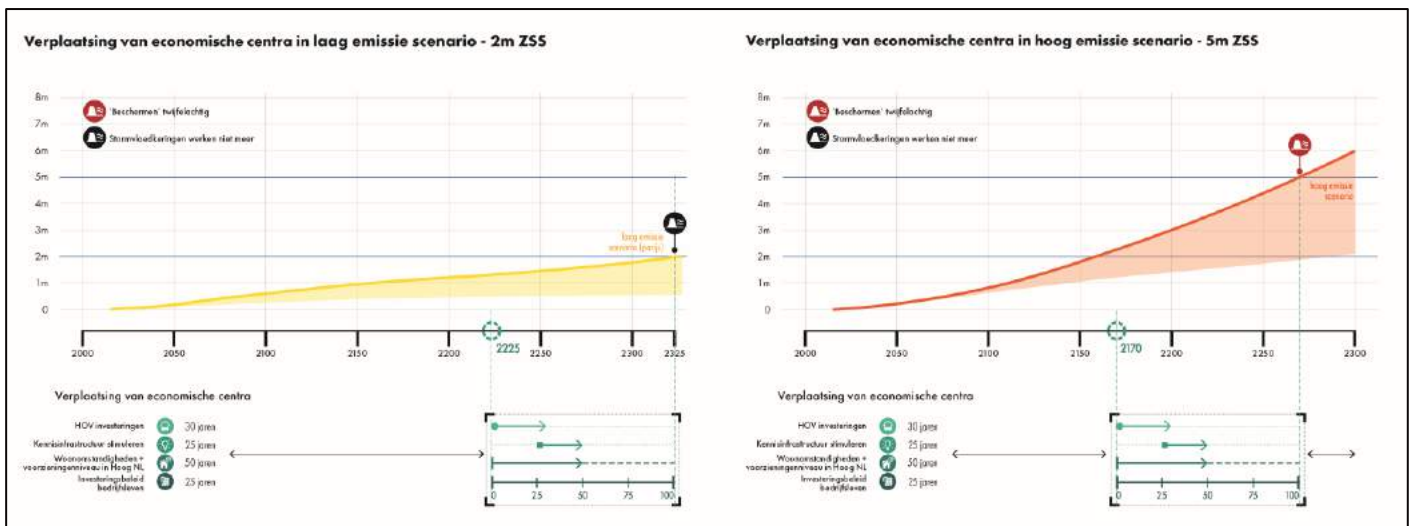
- Starten met actief sturen op het stimuleren van wonen in hoog-Nederland, onder voorwaarde dat de verbindingen met de bestaande werkgelegenheid (Randstad) via snelle verbindingen sterk verbetert. Daarmee wordt een verbeterd woonklimaat (aantrekkelijker, goedkoper) gecombineerd met bereikbaarheid van financieel aantrekkelijke werkgelegenheid. Dat zijn woonconcentraties langs hoogwaardig openbaar vervoer (HOV). De figuren in 5.2Bijlage B laten als illustratie zien welke capaciteit voor woningen beschikbaar is dicht bij bestaande OV-stations langs de verbindingen naar hoog-Nederland.
- Als vervolgstap de vestigingsvoorwaarden voor bedrijven verbeteren (potentiële werknemers wonen er al). De minst grondgebonden bedrijven zijn kennisintensief. Daarom is versterken en vestigen van kennisinstellingen een belangrijke voorwaarde. Bestaande universiteitssteden (Enschede, Eindhoven, Maastricht, Wageningen) hebben een sterke uitgangspositie. Verbindingen met de economische sterke regio's in Duitsland en België zijn nodig om niet ten opzichte van deze centra gemarginaliseerd te worden. In Figuur 25 zijn de netwerkverbindingen geschetst.
- Daarmee zijn de voorwaarden ontstaan die een eventueel grootschaliger verlaten van laag-Nederland enigszins ordelijk kan doen verlopen.

## Netwerk verbindingen naar hoog-Nederland en buiterland



Figuur 25 Verbindingen economische kernen hoog-Nederland

Deze achtereenvolgende fasen nemen grof geschat een periode van orde grootte honderd jaar in beslag: 30 jaar voor woningbouw en HOV-verbindingen, 25 jaar om de kennisinfrastructuur te stimuleren, parallel 50 jaar om de woonomstandigheden op orde te krijgen en voldoende groei van de bevolking te krijgen en 25 jaar voor extra investeringsbeleid. De verschillende fasen zullen gedeeltelijk parallel verlopen. Het is realistisch om aan te nemen dat plan- en besluitvorming deze periodes eerder zullen verlengen dan inkorten. De transitie zal niet in één beweging verlopen. Voor een transitie van een significante verplaatsing van laag- naar hoog-Nederland zijn deels parallel en deels opeenvolgend enkele van deze 100-jaar-cycli nodig. In Figuur 26 is die periode in relatie gebracht met de snelheid van de zeespiegelstijging. In het hoog-emissie-scenario wordt een zeespiegelstijging van 5 m over zo'n 250 jaar bereikt. Dat betekent dat tegen het einde van deze eeuw moet worden begonnen met het voorbereiden van de transitie. In het extreme scenario met snelle smelt van Antarctica (niet in de figuur) wordt 5 m zeespiegelstijging honderd jaar eerder bereikt en zouden we nu al moeten starten.



Figuur 26 Verplaatsing economische centra dient bij een hoog scenario zss veel eerder aan te vangen dan bij een laag scenario

De ratio van (private) grote investeerders (institutioneel en multinationals) heeft veelal een tijdshorizon van maximaal 50 jaar en heeft meestal geen specifieke binding met Nederland, met uitzondering van lokale nationale (pensioen)fondsen.

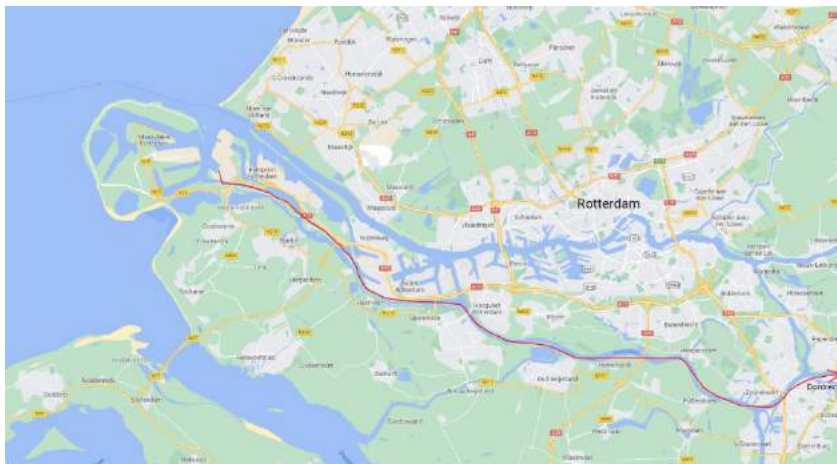
Een belangrijke voorwaarde om ontwikkelingen te stimuleren is het tijdig innemen van grondposities door de overheid. Grondposities sturen de ruimtelijke ontwikkeling en creëren de mogelijkheden om gericht te investeren middels actief grondbeleid. Het voeren van een actieve grondpolitiek is een gevoelig thema. In bouwsteen E3 is dit in eerste aanleg uitgewerkt. Verdichten van de bebouwde gebieden (bouwsteen A4) kan helpen om het beslag op de ruimte te beperken en die beschikbaar te houden voor andere functies (landbouw, recreatie, natuur).

Zowel de economie van Nederland als de kracht van het Duitse Ruhrgebied is sterk afhankelijk van de aan- en doorvoer via de Rotterdamse haven. Ook op de lange termijn kan in de 'hybride meebewegen'-strategie de havenfunctie van Europoort als toegang voor heel Noordwest-Europa gehandhaafd worden. Het gebied kan met de zeespiegelstijging mee worden verhoogd en met investeringen kan de verbinding over water in stand worden gehouden.

## Verbindingen

Zoals hierboven beschreven zijn investeringen in de verbindingen met de woonclusters en economische centra in hoog-Nederland cruciaal voor een succesvolle (geleidelijke) transitie. Daarvoor is doelbewust beleid om investeringen in de weg-, rail-, water- en dataverbindingen met deze regio's te prioriteren. Ook als dat niet de meest economisch voordelige investeringen zijn. Draagvlak kan hierbij worden vergroot door de Randstad te verbinden met het Europese achterland en hierbij strategische tussenstations te plannen in hoog-Nederland. Op korte termijn zijn hieraan mogelijk negatieve consequenties verbonden voor hoog-Nederland, omdat bereikbaarheid gemiddeld genomen de sterkste agglomeraties bevoordeeld. Op middellange termijn kan het, in combinatie met ander gebied-gebonden beleid, wel leiden tot het versterken van de agglomeratiekracht van deze plekken.

In de bouwstenen E1a en E1b staat een eerste uitwerking. In de bouwsteen E1b is de achterlandverbinding van Europoort via het water uitgewerkt, met consequenties voor het waterbeheer op de rivieren.



Figuur 27 Scheepvaart via Callandkanaal zodra de Bergsche Maas verondiept

## Landbouw en natuur

De veranderingen in grondgebruik in laag-Nederland en de beoogde veranderingen en investeringen in hoog-Nederland ten behoeve van wonen en werken hebben consequenties voor natuur- en landbouwgebieden in hoog-Nederland. De bouwstenen voor natuur en landbouw zijn ook voor deze gebieden relevant. Concentratie van voedselproductie, zowel grondgebonden als 'footloose' in hoog-Nederland zal concurreren met de ruimte voor wonen, werken en natuur. Voor de natuur zullen mogelijk aanpassingen van beschermde gebieden en bijbehorende doelen aan de orde kunnen komen. Internationale (Europese) afstemming wordt belangrijk.

## Internationaal

Cruciaal voor een succesvolle transitie van woongebieden en economische centra naar hoog-Nederland is rekening te houden met een internationaal speelveld.

Private investeerders kijken naar risico's en kansen op een continentale en wereldschaal. Niet nationaal. Daarom is het goed verbinden van de te stimuleren gebieden met de economische centra in Duitsland en België belangrijk. Zoals hiervoor al beschreven zijn de goede verbindingen via alle modaliteiten nodig. Ook verstandige afstemming van beleid voor de economie, landbouw, vervoer, natuur, etc. met buurlanden en Europese partners is van groot belang.

## 3.9 Governance en maatschappij

Zeespiegelstijging – zeker als die oploopt tot 2 m of veel meer – heeft ingrijpende gevolgen voor Nederland. Dat geldt voor alle denkbare oplossingsrichtingen, maar zeker voor de 'hybride meebewegen'-strategie. Deze strategie leidt er namelijk toe dat delen van Nederland regelmatig of zelfs permanent onder water komen te staan. Dit vraagt op z'n minst grote veranderingen in het gebruik van ons land (en in onze manier van denken over het omgaan met water), maar heeft ook substantiële consequenties voor het niveau van (brede) welvaart en comfort. Om deze oplossingsrichting te kunnen realiseren is daarom een governance nodig die past bij een dergelijk ingrijpende en complexe transitie. Een governance die ertoe bijdraagt dat er over langere termijn koers wordt gehouden, het juiste tempo wordt gezet en draagvlak blijft behouden ondanks dat er tussentijds op diverse terreinen ook 'verlies' wordt geleden.

## Sturingsmodel

Deze paragraaf beschrijft de belangrijkste elementen van de benodigde governance voor de 'hybride meebewegen'-strategie; te weten het sturingsmodel, benodigde organisaties en instrumenten. Het gaat hierbij om de governance die nodig is om de ingrijpende besluiten te nemen en uit te voeren die deze strategie met zich meebrengt. De inzichten in deze paragraaf en bijbehorende bijlagen zijn een product van de gesprekken tijdens de hackatons, enkele interviews en een bureaustudie.

Deze paragraaf biedt een eerste inzicht in wat er vereist is aan governance voor het concept 'hybride meebewegen'. Een belangrijke notie is echter dat de uiteindelijke governance voor het verwezenlijken van deze transitie moet worden ontwikkeld vanuit een veel breder perspectief dan alleen zeespiegelstijging. Dit bredere perspectief houdt rekening met de verschillende opgaven, doelen en transities die zich in Nederland voordoen en bekijkt ze in onderlinge samenhang. Deze integrale ontwikkeling van de governance is noodzakelijk en wenselijk, omdat zowel de governance van de verschillende transities als de transities zelf met elkaar verweven zijn en elkaar beïnvloeden. Om de mogelijke synergiën te benutten, is een integrale governance vereist. De diverse componenten van governance die in deze paragraaf specifiek voor 'hybride meebewegen' worden beschreven (sturingsmodel, instrumenten en organisaties) kunnen echter ook prima binnen een dergelijke integrale governance worden benut.

#### Synergiën/raakvlakken van 'hybride meebewegen' met andere opgaven en transities

De strategie 'hybride meebewegen' heeft veel impact op de ruimtelijke inrichting van Nederland. Dit betekent dat er in ieder geval impact zal zijn op andere ruimtelijke opgaven zoals het realiseren van voldoende duurzame energie, woningen, natuur, producten, grondstoffen en voedsel. Door deze vraagstukken gezamenlijk te coördineren, met een langetermijnvisie voor de ruimtelijke planning en de bijbehorende fasering, kunnen we ervoor zorgen dat nieuwe voorzieningen, zoals industrie, woningen, energie-installaties en infrastructuur, op tijd op de juiste locaties (hooggelegen gebieden in Nederland) worden gerealiseerd en/of bestand zijn tegen verzilting en wateroverlast.

Naast deze ruimtelijke raakvlakken, heeft de strategie 'hybride meebewegen' ook veel impact op sociaal-economische aspecten van de maatschappij. De strategie leidt immers (onder meer) tot verhuizing van burgers en bedrijven naar het oosten van het land. Een dergelijke verhuizing biedt gelegenheid om sociale structuren te verbeteren. Denk daarbij bijvoorbeeld aan

## Sturingsmodellen voor governance van 'hybride meebewegen'

In de verkenning zijn vier extreme 'hoekpunten' van mogelijke sturingsmodellen beschouwd: 1) reactief, 2) top down (overheid als leidende partij), 3) marktsturing (markt als leidende partij) 4) participatieve sturing (burgers en maatschappelijke organisaties als leidende partij)

Voor ieder van deze vier hoekpunten is in beeld gebracht wat er nodig is om het betreffende sturingsmodel te realiseren en wat de meest kenmerkende effecten (positief en negatief) van het sturingsmodel zijn. Zie hiervoor 5.2Bijlage H. In onderstaande tabel zijn enkele belangrijke voor- en nadelen samengevat.

De voor- en nadelen van de sturingsmodellen zijn beschouwd in samenhang met de belangrijkste kenmerken van de transitie en de doelen van de governance. Qua kenmerken van de transitie gaat het dan vooral om de grote investeringen, de ingrijpende neveneffecten, de onzekerheden in het benodigde tempo, de mogelijke grote schades als de transitie niet op tijd wordt gerealiseerd en de benodigde bovenregionale beslissingen. Qua doelen van de governance gaat het erom dat:

- Hybride meebewegen met het juiste tempo wordt gerealiseerd, zodat:
  - onnodige schades door zeespiegelstijging worden voorkomen;
  - de huidige economische motor zo lang mogelijk kan worden benut.
  - Tijdig wordt geanticipeerd op eventuele toekomstige aanpassingen in landgebruik en 'lock-in's' zoveel mogelijk worden voorkomen.
- De oplossingsrichting in samenhang over de verschillende regio's en diverse transities heen wordt vormgegeven op zo'n manier dat het voor Nederland als geheel leidt tot een zo groot mogelijke en toekomstbestendige welvaart. Dit heeft enerzijds betrekking op de kwaliteit van het 'ontwerp' van de oplossingsrichting en de kwaliteit van de 'weg er naartoe'. Anderzijds heeft het betrekking op het minimaliseren van de bijbehorende kosten (realisatie, compensatie/ mitigatie, tussentijdse schade en toekomstig beheer en onderhoud).
- Er zo veel mogelijk wordt voldaan aan intergenerationele klimaatrechtvaardigheid door:
  - Negatieve effecten gezamenlijk te dragen op een manier die past bij de draagkracht/belastbaarheid van verschillende groepen en (deels toekomstige) generaties in de samenleving. Het gaat dan niet alleen om kosten, maar ook om verlies van zachte waarden zoals verlies van cultuurhistorie, verlies aan sociale samenhang in gebieden, verlies van ruimtelijke kwaliteit door toenemende ruimtedruk, etc.
  - De verschillende groepen en (deels toekomstige) generaties in de samenleving te laten profiteren van de kansen die deze ontwikkeling biedt. Het gaat dan bijvoorbeeld om het profiteren van nieuwe werkgelegenheid en het profiteren van nieuwe natuur.

Sturingsmodel	Voordelen	Nadelen
<b>reactief</b>	Kosten voor maatregelen worden pas gemaakt zodra er noodzaak toe is. Urgentie is dan goed duidelijk en dit heeft een positief effect op het draagvlak.	Optimalisatie van maatregelen (bovenregionaal) is lastig onder de tijdsdruk. Totale kosten van schade en maatregelen zijn hoog
<b>Top-down (overheid als leidende partij)</b>	Optimalisatie van maatregelen (bovenregionaal) is goed mogelijk, inclusief het mee-koppelen met andere opgaven, doelen en transities. Totale kosten (schade en realisatiekosten) worden geoptimaliseerd.	Mogelijk minder optimale motivatie bij andere partijen (marktpartijen/ burgers). Mogelijk te laag tempo bij de overheid.
<b>Marktsturing (markt als leidende partij)</b>	Effectief gebruik van innovatie en ontwikkelkracht van de markt.	Mogelijke inconsistenties per sector en regio in de wijze waarop de strategie wordt uitgevoerd. Mogelijk maatschappelijke weerstand door ongewenste neveneffecten. Totale kosten minder goed te optimaliseren; afhankelijk van tempo en efficiency van de markt.
<b>Participatieve sturing (burgers en maatschappelijke organisaties als leidende partij)</b>	Optimaal gebruik van lokale inzichten en ideeën die kunnen bijdragen aan nieuwe oplossingen. Veel draagvlak. Veel kansen voor het mee-koppelen van andere opgaven, doelen en transities.	Lastig om bovenregionaal te sturen en om tempo te maken. Totale kosten minder goed te optimaliseren.

Op basis van de genoemde doelen van de governance, de kenmerken van de transitie en de kenmerken van de sturingsmodellen is geconstateerd dat er voor deze opgave een *gecombineerd en adaptief sturingsmodel* nodig is. Dit sturingsmodel wordt hieronder samengevat in termen van rollen en taken van organisaties en benodigde instrumenten. Zie voor nadere informatie 5.2Bijlage H.

## Rollen en taken organisaties

In het gecombineerde en adaptieve sturingsmodel wordt van partijen de volgende inzet gevraagd:

### overheid

- Realiseren van een heldere en aantrekkelijke visie op het eindbeeld van ‘meebewegen’ én de weg er naartoe. Deze visie dient onderdeel te zijn van een totaalvisie op de ruimtelijke inrichting van Nederland, gegeven de verschillende opgaven en transities die moeten worden gerealiseerd.
- Inzetten van effectieve beleidsinstrumenten (fiscaal, juridisch, educatief, communicatief, financieel) om markt, burgers en kennisinstellingen zoveel mogelijk te stimuleren, te faciliteren, te verbinden, belemmeringen weg te nemen en te compenseren voor eventuele schade.
- Monitoren en evalueren, plannen en aanpassen van de transitie op basis van de veranderingen in de omstandigheden (fysiek, economisch, sociaal) en nieuwe inzichten (adaptief sturen).

### burgers en maatschappelijke organisaties

- Ontwikkelen van lokale initiatieven en experimenten.
- Identificeren van lokale uitdagingen en mogelijke oplossingsrichtingen.

### markt en kennisinstellingen

- Ontwikkelen en implementeren van nieuwe technologieën en innovatieve oplossingen.
- Bijdragen aan veerkrachtige systemen en economische groei.

## Instrumenten

In het gecombineerde en adaptieve sturingsmodel worden de volgende typen instrumenten ingezet:

- Stimuleren van koers en draagvlak op de lange termijn.
- Stimuleren van samenwerking van alle betrokken partijen.
- Faciliteren van de transitie met juridisch/beleidsmatige maatregelen.
- Faciliteren van de transitie met financieel/ fiscale instrumenten.

Zie de bijlagen (bouwstenen G1 t/m G4) voor een opsomming van de verschillende instrumenten in deze vier categorieën. De belangrijkste instrumenten zijn wellicht de instrumenten die bijdragen aan de focus op de lange termijn en de participatie van alle betrokken partijen. Het gaat dan met name om het ontwikkelen van een (integrale) lange termijnvisie voor de ruimtelijke inrichting van Nederland. Daarnaast gaat het om het *borgen* van de realisatie van deze lange termijnvisie. Deze borging kan worden vormgegeven door enerzijds de voortgang te monitoren en de uitvoering daarop bij te sturen, anderzijds door nieuwe besluiten/ beleid aan de lange termijnvisie te toetsen. Tot slot gaat het om het onderhouden van het draagvlak voor de transitie door middel van (voor hen profijtelijke) participatie van burgers, maatschappelijke organisaties, kennisinstellingen en marktpartijen.

## Verhaallijnen

De 'hybride meebewegen'-strategie vereist heldere verhaallijnen om in maatschappij en bestuur duidelijkheid en acceptatie te verkrijgen.

In dit verkennend onderzoek zijn twee varianten van die verhaallijnen als bruikbare bouwstenen ontwikkeld:

- Vanuit een governance perspectief (bouwsteen M1a).  
Deze verhaallijn volgt een verklarende waarom-hoe-wanneer-beschrijving van de 'hybride meebewegen'-strategie
- Vanuit een historisch en cultureel perspectief (bouwsteen M1b).  
Deze verhaallijn laat van uit een historisch perspectief zien dat 'meebewegen' van alle tijden is in Nederland. Vanuit dat perspectief is 'meebewegen' geen extreme of revolutionaire oplossingsrichting, maar is geworteld in een lange culturele traditie.

## 3.10 De samenhang verbeeld in doorsnedes

De oplossingsrichting 'meebewegen' is niet in een eenvoudige kaart te vatten. In de volgende figuren zijn in een viertal doorsnedes (*cross sections*) over Nederland de karakteristieke locaties van veel van de bouwstenen van 'meebewegen' weergegeven. Het zijn geen exacte locaties, wel indicaties waar bepaalde bouwstenen 'thuishoren' bij verschillende mate van zeespiegelstijging. Steeds drie situaties: de situatie '2050' (waterkeringen op de hoogte en sterkte van het huidige HWBP); de situatie bij 2 m zeespiegelstijging en de situatie bij 5 m zeespiegelstijging.

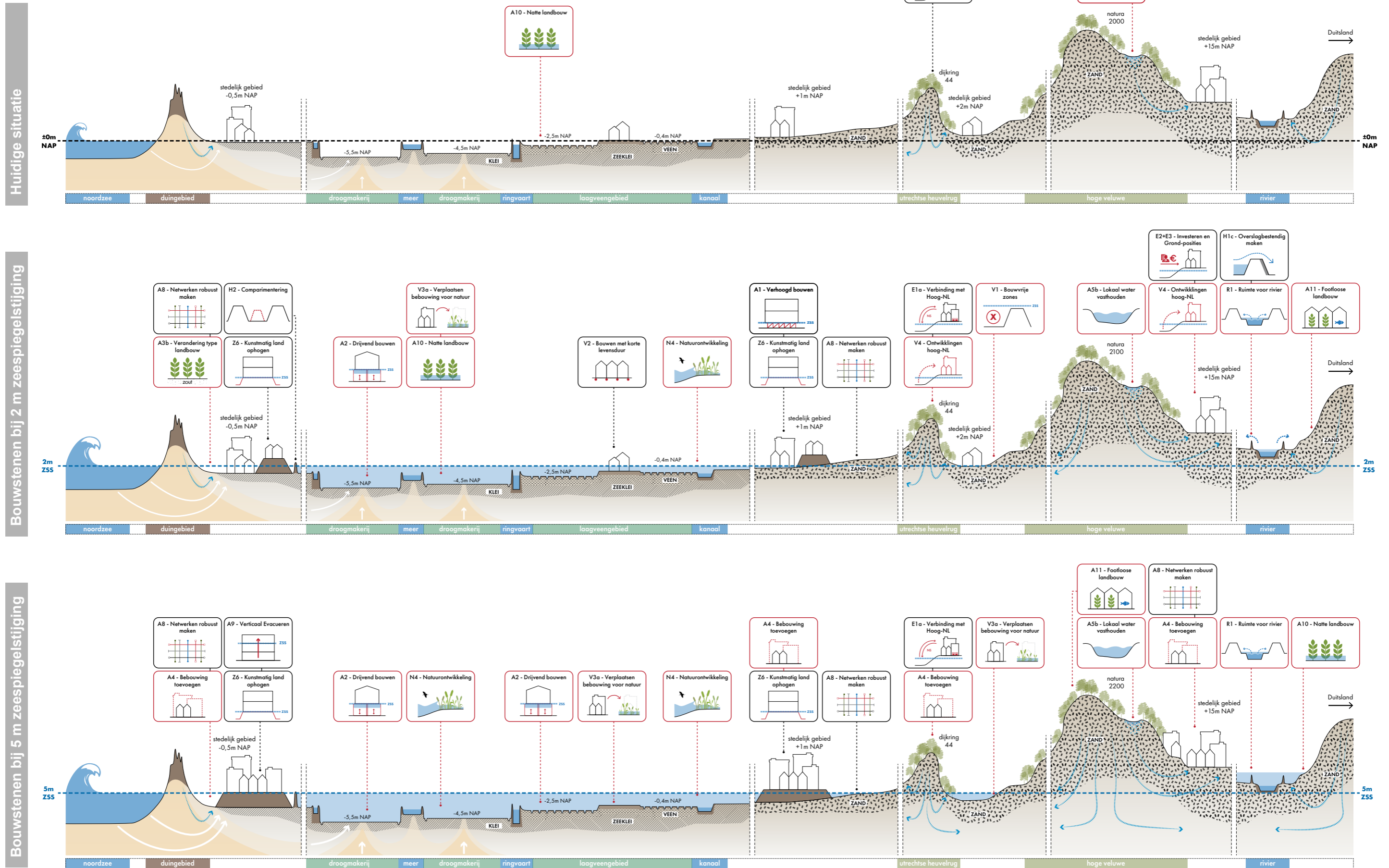
De vier doorsnedes laten zien:

- Doorsnede over de Randstad (dijkring 14/44) naar hoog-Nederland bij de 'pure play meebewegen'-strategie.
- Doorsnede over de Randstad (dijkring 14/44) naar hoog-Nederland bij de 'hybride meebewegen'-strategie.
- Doorsnede van overig laag-Nederland (bijvoorbeeld Noord-Nederland) naar hoog-Nederland bij de 'hybride meebewegen'-strategie.
- Doorsnede over het rivierprofiel: van Europoort naar Lobith, bij de 'hybride meebewegen'-strategie.



## Doorsnede Randstad-Hoog-NL ('pure play meebewegen')

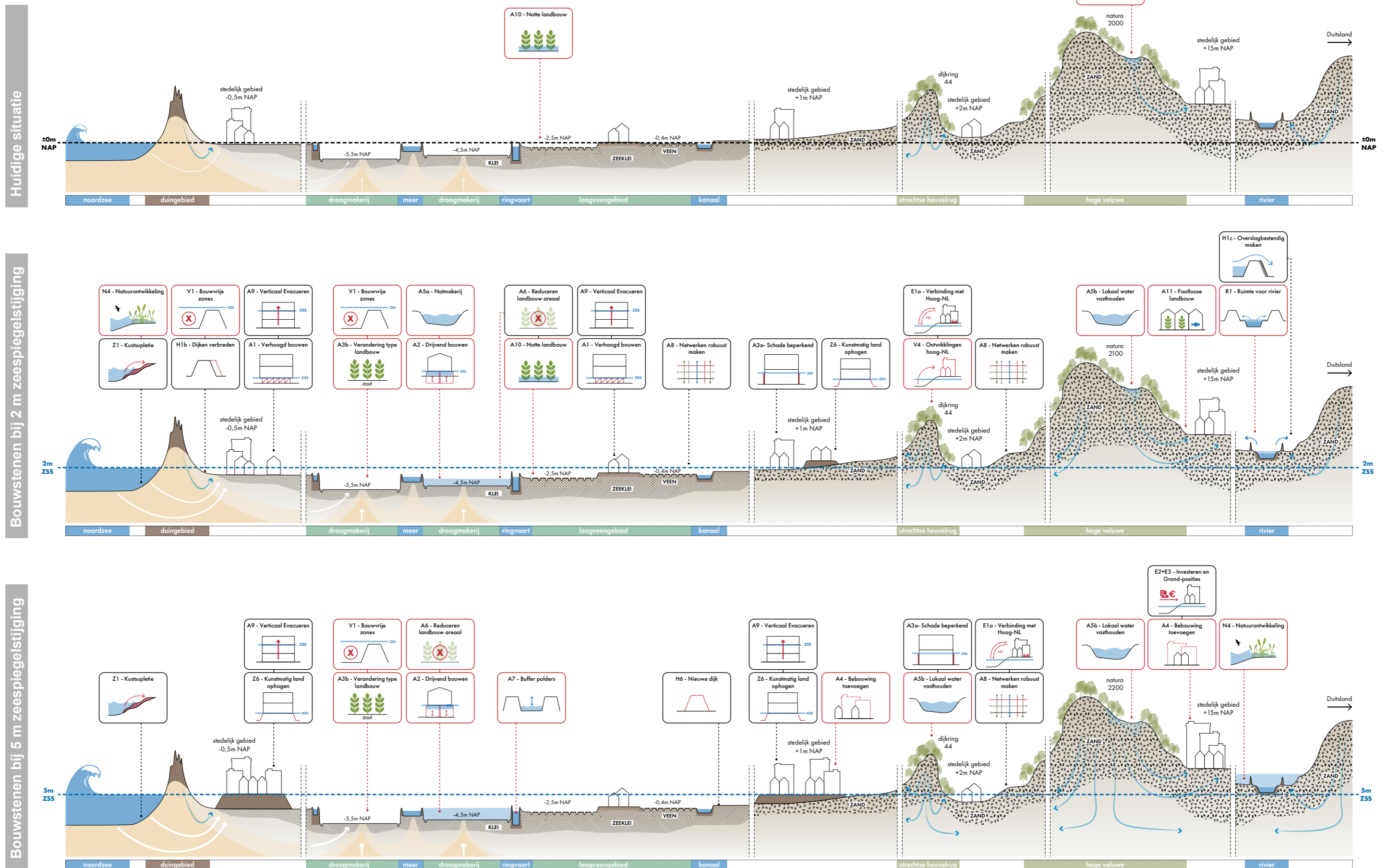
bouwstenen in rood = functie verandering, bouwstenen in zwart = In situ



Figuur 28 Doorsnede van Randstad naar hoog-Nederland - 'pure play meebewegen'-strategie

## Doorsnede Randstad-Hoog-NL ('hybride meebewegen')

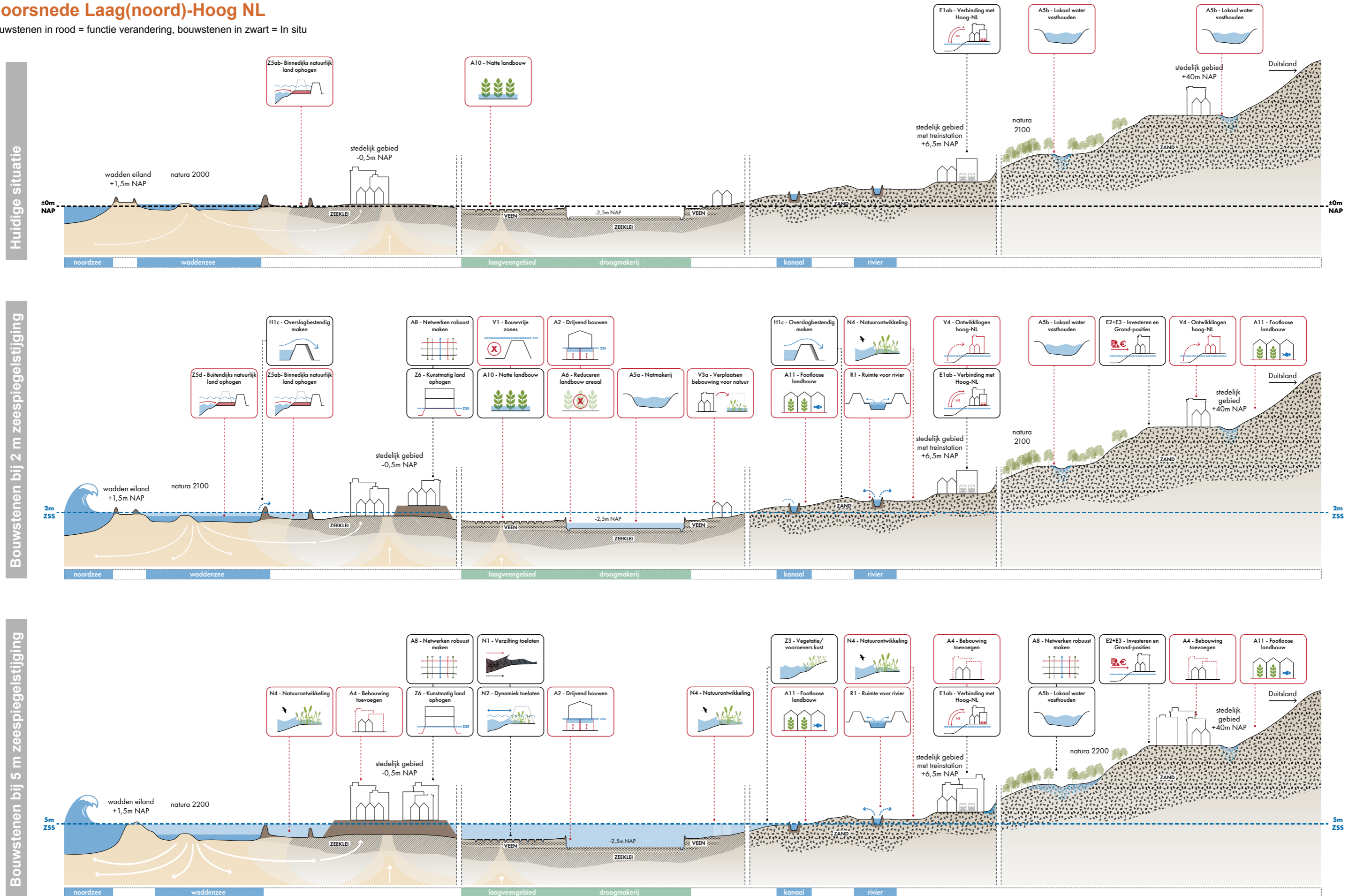
bouwstenen in rood = functie verandering, bouwstenen in zwart = In situ



Figuur 29 Doorsnede van Randstad naar hoog-Nederland - 'hybride meebewegen'-strategie

## Doorsnede Laag(noord)-Hoog NL

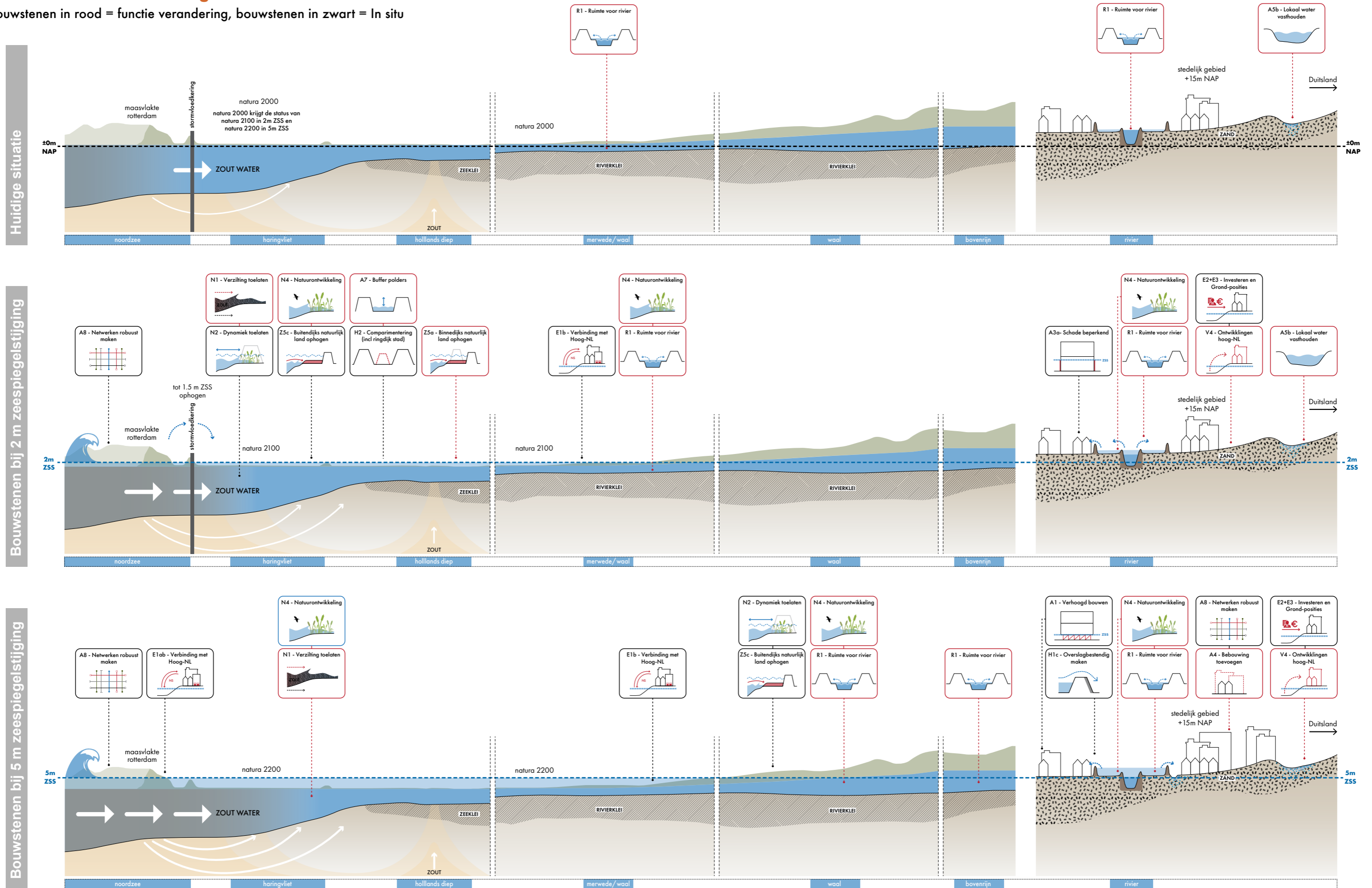
bouwstenen in rood = functie verandering, bouwstenen in zwart = In situ



Figuur 30 Doorsnede van laag-Nederland naar hoog-Nederland - 'hybride meebewegen'-strategie

## Doorsnede Riviermonding – ‘Lobith’

bouwstenen in rood = functie verandering, bouwstenen in zwart = In situ



Figuur 31 Doorsnede van Europort naar Lobith via de rivieren - 'hybride meebewegen'-strategie

## Hoe ziet Meebewegen eruit?

'Meebewegen' is niet in een eenvoudige kaart te vatten. 'Meebewegen' moet vooral gezien worden als een proces, waarin burgers, bedrijven en overheden over tijd een veelheid aan kleine en grote beslissingen nemen over hoe en waar te wonen, en hoe en waar te investeren. In respons tot toenemende klimaatimpacts, vanuit het besef dat de huidige deltaoplossingen op de lange termijn niet te behouden zijn.

Het economische hart van Nederland, wordt omgeven door hoge keringen die het overstromingsrisico beperken. Binnen deze diepe megapolder leren we leven met wateroverlast. De diepste en natste gebieden worden langzaam verlaten. Nieuwe verstedelijking concentreert zich op de gebieden die al iets hoger liggen, of is drijvend.



In hoog-Nederland, en met name langs de vervoersassen naar Duitsland en België, ontstaan nieuwe, internationale, stedelijke netwerken.



De grote rivieren staan in open verbinding met de zee en het rivierwater van Rijn en Maas wordt grotendeels afgevoerd via de zuidwestelijke delta, met veel meer ruimte voor water. Het havencomplex van Rotterdam wordt lokaal opgehoogd en krijgt een eigenstandige verbinding met het achterland.



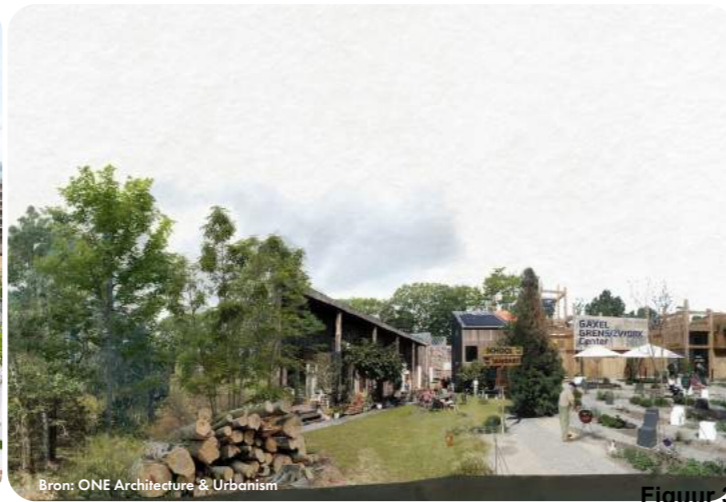
De hoeveelheid natuur- en recreatiegebied groeit en verschuift naar nieuwe natte gebieden in laag-Nederland. Deze natuur speelt een rol in het waterbeheer, in de aanpassing aan klimaatverandering en zijn unieke ecosystemen. In hoog-Nederland maakt de natuur soms plaats voor andere functies.



Schets geïnspireerd door: Studio Hartzema



Bron: Defacto Urbanism



Bron: ONE Architecture & Urbanism



Bron: Studio Hartzema, Feddes-Olthof, Witteveen & Bos



Bron: Deltastad, H+N+S Landschapsarchitecten, Palmhout Urban Landscapes

Figuur 32 Hoe ziet 'meebewegen' er uit?



Bron: ONE Architecture & Urbanism



Bron: ONE Architecture & Urbanism

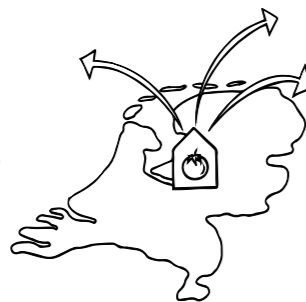


Bron: ZUS, Flux, Sweco

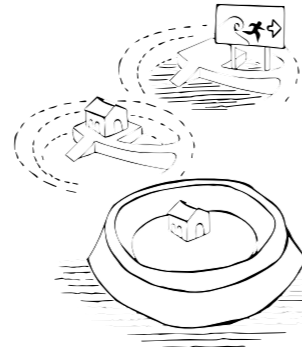


Bron: Defacto Urbanism

Nederland blijft hoogproductief op agrarisch gebied en levert nog steeds een forse bijdrage aan de globale voedselvoorziening. De hoeveelheid grondgebonden landbouw neemt af.



Er wordt stevig ingezet op laagste veiligheid: huizen en kritieke infrastructuur worden verhoogd aangelegd of zijn voorbereid op wateroverlast, ringdijken beschermen stedelijk gebied, verticaal evacueren is mogelijk en er is geïnvesteerd in early warning systemen. Ook is de sociale veerkracht versterkt.

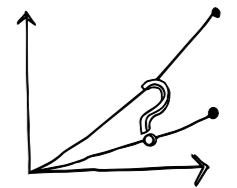


Schets geïnspireerd door: Stowa

Er is geïnvesteerd in het robuust op hoogte brengen van een netwerk van verbindingen binnen laag-Nederland, gekoppeld aan hoog-Nederland, en de buurlanden, om de economische verplaatsingen te bevorderen, en opdat voor, bij en na calamiteiten de bereikbaarheid gehandhaafd blijft.



In alles wat we bouwen wordt ingezet op tijdelijkheid en aanpasbaarheid, omdat we ons beseffen dat de klimaatcrisis een periode is van sterke, deels onvoorspelbare veranderingen. Uiteindelijk is het zelfs denkbaar dat laag-Nederland in zijn geheel verlaten moet worden.



Figuur 32 Hoe ziet 'meebewegen' er uit?

## 4 Beoordeling en duiding

### 4.1 Inleiding

In het kennisprogramma zeespiegelstijging zijn de gevolgen van zeespiegelstijging op de kaart gezet. Om het proces te kunnen helpen is het instrument het Duidingskader gebruikt. Het doel van het Duidingskader is het inzichtelijk maken van welke informatie nodig is en geordende inzichten te geven over de onderstaande zaken:

- De gevolgen van zeespiegelstijging.
- De houdbaarheid van huidige strategieën, inclusief de vergelijking met oprekmogelijkheden en alternatieve lange termijn oplossingsrichtingen.
- De onderlinge vergelijking van lange termijn oplossingsrichtingen.

Dit hoofdstuk bespreekt per criterium de 'hybride meebewegen'-strategie als geheel.

#### Hoofdcriteria

#### Criteria

#### Waterveiligheid (A)

1. Waterveiligheid binnendijkse gebieden
2. Waterveiligheid buitendijkse gebieden

#### Duurzaam handhaven zandige kust (B)

3. Dynamisch handhaven kustlijn
4. In evenwicht houden van het kustfundament (met aanvullend kustfundament suppleties)

#### Zoetwatervoorziening (C)

5. Weerbaarheid tegen zoetwatertekort

#### Effecten en kansen voor economische functies en waarden (D)

6. Landbouw
7. Grondstofwinning en industrie
8. Transport en overslag
9. Recreatie en toerisme
10. Drinkwater
11. Energie
12. Bebouwde omgeving en nieuwbouw

#### Effecten en kansen voor overige functies en waarden (E)

13. Natuur
14. Fysieke leefomgeving
15. Duurzaamheid

#### Risico's en kansen uitvoerbaarheid (F)

16. Technisch inhoudelijke risico's en kansen
17. Institutionele risico's en kansen

#### Kosten (G)

18. Realisatiekosten
19. Kosten voor beheer, onderhoud, organisatie en sloop

## Waterveiligheid (A)

### Waterveiligheid binnendijkse gebieden (1)

In de 'hybride meebewegen'-strategie is de manier waarop waterveiligheid wordt geregeld verschillend per gebied.

- Randstad (dijkkring 14/44 en Rijnmondgebied): in dit gebied wordt de waterveiligheid van het gebied tegen overstromingen vanuit zee en rivieren nog lang geregeld met primaire waterkeringen. In die periode kunnen met het toepassen van verschillende bouwstenen de gevolgen van een eventuele overstroming worden gereduceerd. Voorbeelden zijn: verhoogd bouwen, drijvend wonen, ringdijken, evacuatie en reduceren van de gevolgen van overstroming. Met toepassing van deze maatregelen wordt of het risico gereduceerd, of het scheidt de mogelijkheid om een wat grotere kans op falen van de waterkering toe te laten, bij gelijkblijvend risico.
- Overig laag-Nederland: in deze gebieden (Noord-Holland en Zuid-Holland buiten de Randstad, Zeeland, Noord-Nederland en de Flevopolders) wordt een economische afweging gemaakt.

Naar verwachting zal eerder dan in de Randstad de bescherming via primaire keringen verlaten worden. Ook zullen bouwstenen als verhoogd bouwen, drijvend wonen, ringdijken, evacuatie en reduceren van de gevolgen van overstroming van toepassing zijn. Echter, ook het verlaten van te risicovolle gebieden zal een aanpak zijn om de individuele kans op overlijden en een acceptabel risico op economische schade te garanderen.

- Rivieren en delta: vergelijkbaar met overig laag-Nederland.
- Hoog-Nederland: In deze gebieden zijn geen waterveiligheidsrisico's.

## Waterveiligheid buitendijkse gebieden (2)

De waterveiligheid in de buitendijkse gebieden in het Rijnmondgebied blijft grofweg gelijk aan de huidige situatie door de aanwezigheid van de stormvloedkering. De sluitfrequentie van de stormvloedkering zal sterk toenemen tot ongeveer 30x per jaar bij 1,5 m zeespiegelstijging. De huidige Maeslantkering is niet op een dergelijke sluitfrequentie ontworpen en zal daarom tussentijds vervangen moeten worden door een robuustere stormvloedkering. Vanaf een zeespiegelstijging van 2 m wordt de stormvloedkering vervangen door een dam en wordt het binnenwaterpeil met pompen op een kunstmatig niveau gehouden.

In de buitendijkse gebieden buiten de Randstad wordt ingezet op meegroeien met de zeespiegelstijging via opslibbing. Dat zal niet in alle gebieden voldoende zijn en vanaf 1,5 m zeespiegelstijging zal het tempo van opslibbing naar verwachting niet meer voldoende zijn. Dan neemt de waterveiligheid in de buitendijkse gebieden af. Activiteiten zullen dan naar veiliger plaatsen moeten gaan om bestaanszekerheid te garanderen.

## Duurzaam handhaven zandige kust (B)

### Dynamisch handhaven kustlijn (3)

De manier waarop de primaire waterkeringen – inclusief het kustfundament in stand gehouden worden is in de oplossingsrichting 'meebewegen' niet beschouwd. Verwezen wordt naar de rapportages over 'beschermen' en 'zeewaarts'.

### In evenwicht houden van het kustfundament (met aanvullend kustfundament suppleties) (4)

De manier waarop de primaire waterkeringen – inclusief het kustfundament - in stand gehouden worden is in de oplossingsrichting 'meebewegen' niet beschouwd. Verwezen wordt naar de rapportages over 'beschermen' en 'zeewaarts'.

## Zoetwatervoorziening (C )

### Weerbaarheid tegen watertekort (5)

Verzilting zet de zoetwaterbeschikbaarheid onder druk. In de 'hybride meebewegen'-strategie worden functies aangepast aan de omstandigheden. Bijvoorbeeld de transitie van de landbouw naar meer zout-tolerantere teelten. Of, de diepe polders waar sterke zoute kwel voorkomt herbestemmen als waterbergingsgebieden. Daarmee neemt de zoetwaterbehoefte om verzilting te bestrijden af. Er komt meer zoet water beschikbaar voor andere functies.

Zoutindringing in de rivieren wordt groter, dus moeten inlaatpunten worden gesloten en verplaatst.

Zoetwatervoorziening van gebieden in hoog-Nederland wordt kritischer. Naarmate meer functies en activiteiten naar hoog-Nederland verplaatsen neemt de zoetwaterbehoefte daar toe. Mogelijkheden om extra water vast te houden en maatregelen om efficiënter met water om te gaan zullen nodig zijn.

## Effecten en kansen voor economische functies en waarden (D)

### Landbouw (6)

De 'hybride meebewegen'-strategie heeft grote gevolgen voor de landbouw. Het areaal dat op dezelfde manier kan worden gebruikt voor alle soorten en teelten neemt af. Ook verzilting en vernatting maken de omstandigheden voor de huidige landbouw slechter. Bij voortgaande zeespiegelstijging zelfs zeer aanzienlijk. Uiteraard vooral in laaggelegen gebieden waar de meest vruchtbare organische grondsoorten voorkomen. Dit vergt een radicale transitie van de landbouw naar efficiënter watergebruik, andere teelten en productiemethoden en ook naar footloose typen van landbouw. De verkenning laat zien dat juist in Nederland een zeer grote kennis over landbouwmethoden en innovaties beschikbaar is. Deze kunnen de basis vormen om de kennispositie te behouden en te versterken en daarmee een sterk exportproduct in handen te hebben en te houden.

### Grondstofwinning en industrie (7)

De 'hybride meebewegen'-strategie zet in op het lang behouden en benutten van de verdien capaciteit van de Randstad. Zeker ook om de transitie – die een lange periode vergt – te 'financieren'. De strategie zet in op het diversifiëren van de locaties van economische centra. De nieuwe krachtige economische centra zullen goed moeten aansluiten op Duitse en Belgische krachtstreken (Rijn-corridor en Vlaanderen-corridor). Investeren in nieuwe gebieden is strikt financieel-economisch minder voordelig dan investeren in de bestaande agglomeraties. Dat betekent dus dat decennialang hoge opportuniteitskosten (dat is het verlies dat geleden wordt doordat een beslissing genomen wordt die minder voordelig is dan een andere) geaccepteerd moeten worden vanwege het minder benutten van agglomeratievoordelen.

### Transport en overslag (8)

Er moet heel veel geïnvesteerd worden om transport via water, weg, spoor en lucht in gang te houden. In de 'hybride meebewegen'-strategie wordt ingezet op het behouden van Europoort als toegang tot Noordwest-Europa. Op termijn vergt dat grote investeringen voor het instandhouden van de achterlandverbindingen voor alle modaliteiten. Weg- en spoorverbindingen zullen verhoogd moeten worden en voor de bevaarbaarheid van de rivieren zijn ingrijpende maatregelen nodig (scheepvaartkanaal en/of stuwen van de Waal-Rijn-verbinding).

Van de gevolgen van de 'hybride meebewegen'-strategie voor havens van Zuidwest-Nederland (Vlissingen, Terneuzen) en Noord-Nederland (Eemshaven) is geen expliciete analyse gemaakt. Het is denkbaar dat zij in waarde achteruit zullen gaan als het omliggende gebied minder aantrekkelijk wordt om te wonen en in te investeren omdat de risico's op overstromen groter worden.

### Recreatie en toerisme (9)

Ten koste van de huidige recreatievoorzieningen kunnen nieuwe recreatievoorzieningen gecreëerd worden. Het verschilt per regio wat er verandert. In de Randstad kan grote dichtheid leiden tot toerisme door meer voorzieningen. Daarentegen is er minder groen en hierdoor ook minder dagtoerisme en recreatie. In hoog-Nederland zal er ook minder groen zijn, maar meer stedelijke toerisme vanwege een grotere dichtheid. Door een vernatting van het land is er wel meer ruimte voor wetlands en kustlijnrecreatie.

### Drinkwater (10)

In het oosten zijn er in de huidige situatie al tekorten van grondwater, dit wordt met een grotere populatie en hogere drinkwaterdruk in de toekomst alleen maar erger. Er zal dus uitbreiding van grondwaterberging nodig zijn en intensivering van aanvullende drinkwaterbronnen door bijvoorbeeld meer oppervlaktewater te zuiveren. Voor eventuele drinkwaterproductie uit brak of zout water is veel meer energie nodig. Dat zal mogelijk nodig zijn voor de drinkwaterproductie voor laag-Nederland

### Energie (11)

In eerste aanleg heeft de 'hybride meebewegen'-strategie geen wezenlijke gevolgen voor de energieproductie. Als meer relatief ondiep water beschikbaar komt door overstroming, dan geeft dat mogelijkheden voor windenergie of drijvende zonnepanelen. Mogelijk kan Noord-Nederland een waterstof-hub worden. Omdat in de 'hybride meebewegen'-strategie wordt afgezien van extra pompcapaciteit zal de energievraag lager blijven dan in alternatieve strategieën.



## Bebouwde omgeving en nieuwbouw (12)

De 'hybride meebewegen'-strategie gaat uit van gericht (overheids)investeren in het spreiden in wonen en werken in hoger gelegen gebieden. Daar waar gebieden van functie veranderen of zelfs (frequent) overstromen zijn er hoge kosten van sloop en sanering. Bij nieuwbouw zullen nieuwe regels gelden gericht op tijdelijkheid en flexibiliteit.

## Effecten en kansen voor overige functies en waarden (E)

### Natuur (13)

Veel van de huidige natuur zal van karakter veranderen door verzilting en vernatting (en überhaupt door temperatuurstijging). Dat betekent nieuwe (beheers)doelen vaststellen. De druk op de ruimte neemt toe, dan kan ten koste gaan van ruimte voor natuur. Daarentegen zullen gebieden vanwege verzilting, wateroverlast of zelfs overstroming ongeschikt worden voor de huidige economische functies en komen beschikbaar voor natuur. Bijvoorbeeld zullen veenweidegebied moerassig worden. Ook langs de kusten van overig laag-Nederland en langs de rivieren zullen overstromingsgebieden kansen bieden voor de natuur. Kortom, de natuur in Nederland zal veranderen, maar het hoeft niet negatief uit te pakken in deze oplossingsrichting.

### Fysieke leefomgeving (14)

Er zijn meer kansen voor ruimte in groen, maar er wordt ook veel opgegeven. Cultuurhistorie zal op sommige plekken niet kunnen worden gehandhaafd of beschermd. Op beperkte schaal zullen historische gebouwen kunnen worden verplaatst of herbouwd. Mobiele verzamelingen - bijvoorbeeld collecties van musea - kunnen wel worden verplaatst naar een veilige plek. Waar er wél gebouwd kan worden, zou de dichtheid toe kunnen nemen. Dit kan als voor- en nadelig gezien worden. Kwaliteit van het eindresultaat hangt af van beleid en controle op ruimtelijke ontwikkelingen.

### Duurzaamheid (15)

Duurzaamheid is in dit verkend onderzoek niet expliciet beschouwd. Vernatting van veenweidegebieden zal significant bijdragen aan het verminderen van de uitstoot van broeikasgassen. 'Meebewegen' als oplossingsrichting doet minder beroep op bouwmaterialen (beton en staal) en energie voor pompen en is daarmee duurzamer. Aan de andere kant zou desinvesteren in bestaande assets en opnieuw opbouwen in hoger gebied ook niet-duurzame aspecten kunnen betekenen.

## Risico's en kansen uitvoerbaarheid (F)

### Technisch inhoudelijke risico's en kansen (16)

Hoger aanleggen van nieuwbouw is technisch niet complex. Aanleggen en in stand houden van infrastructuur naar bijvoorbeeld terpen en drijvende gebouwen kan wel complex zijn (bundeling, leefomgeving etc.). De transities in de landbouw vereisen innovaties en vernieuwingen. Het instandhouden van verbindingen tussen Europoort en de Randstad enerzijds en hoger Nederland en het Europese achterland anderzijds vergt investeringen en vernieuwingen. Bij voortgaande zeespiegelstijging moet de manier van waterkeren langs de (nieuwe) kusten en rivieroeveren opnieuw worden vormgegeven. Op een 'meebewegen-manier' omgaan met wateroverlast en grotere inzet op water vasthouden is oplosbaar. Met de Nederlandse waterbouwkundige kennis en inzet van *nature based solutions* zijn dat aantrekkelijke vraagstukken.

Alle veranderingen in het ruimtelijke domein die de 'hybride meebewegen'-strategie met zich meebrengt zijn complexe uitdagingen voor ontwerpers en planners.

### Institutionele risico's en kansen (17)

De 'hybride meebewegen'-strategie vergt veel van de plan- en besluitvorming in Nederland en waarschijnlijk ook in Europese afstemming. Het heroverwegen en mogelijk herontwerpen van de instituties, financiering en de wetgeving die de veranderingen in goede banen gaan leiden is een enorme uitdaging, waar niet te lang mee kan worden gewacht. Klimaatverandering en zeespiegelstijging zijn op zichzelf al krachtige drivers voor verandering, maar koppeling met de noodzaak tot ruimtelijke verandering vanuit andere beleidsterreinen is nodig. Zowel voor het bereiken van evenwichtige en kansrijke oplossingen, als voor het noodzakelijke maatschappelijke en bestuurlijke draagvlak. Daar hoort ook een realistisch en aansprekend narratief (verhaal) bij.

## **Kosten (G)**

### **Realisatiekosten (18)**

De zeespiegelstijging en de daardoor noodzakelijke veranderingen vergen grote investeringen en ook aanzienlijke opportuniteitskosten (dat is het verlies dat geleden wordt doordat een beslissing genomen wordt die minder voordelig is dan een andere). Op korte en middellange termijn zijn de gerichte investeringen in het ontwikkelen van nieuwe economische centra en woongebieden buiten de Randstad in eerste instantie op strikt financieel-economisch gronden niet de best renderende bestedingen. Ook realisatie van veel van de bouwstenen van de 'hybride meebewegen'-strategie komen met een kostprijs. Hoe de kosten van de 'hybride meebewegen'-strategie zich verhouden tot de kosten van andere oplossingsrichtingen is nog niet beschouwd.

### **Kosten voor beheer, onderhoud, organisatie en sloop (19)**

De gedachte achter de oplossingsrichting 'meebewegen' is dat er minder technische infrastructuur wordt ingezet om de veiligheid te garanderen en het waterbeheer zo goed mogelijk te regelen. Dat zou op termijn moeten leiden tot minder beheer- en onderhoudskosten, ten opzichte van meer technische oplossingsrichtingen. Daar staat tegenover dat er aanzienlijke kosten zullen zijn voor uitkopen, ontmantelen en (milieutechnisch)saneren van gebieden die worden verlaten. Vooral de kosten van ontmanteling zijn ontzettend hoog. Een functie van een "Delta Decommissioner" is gekscherend genoemd.

## 5 Tijdafhankelijkheid

### 5.1 Timing van de inzet van bouwstenen

De 'hybride meebewegen'-strategie is geen ontwerp op weg naar een vaste eindtoestand. Het is veeleer een proces waarin in de loop van de tijd beslissingen genomen worden over de manier van reageren op (toekomstige) zeespiegelstijging vanuit het besef dat de huidige, veelal technische en defensieve oplossingen, mogelijk niet vol te houden zijn. De keuzes in dat proces zijn afhankelijk van de mate waarin mitigatiemaatregelen de zeespiegelstijging beperken en afhankelijk van vele andere keuzes die worden gemaakt op het gebied van ruimtelijke inrichting én van de manier waarop de waterhuishouding (inclusief de veiligheid tegen overstromen) wordt ingericht.

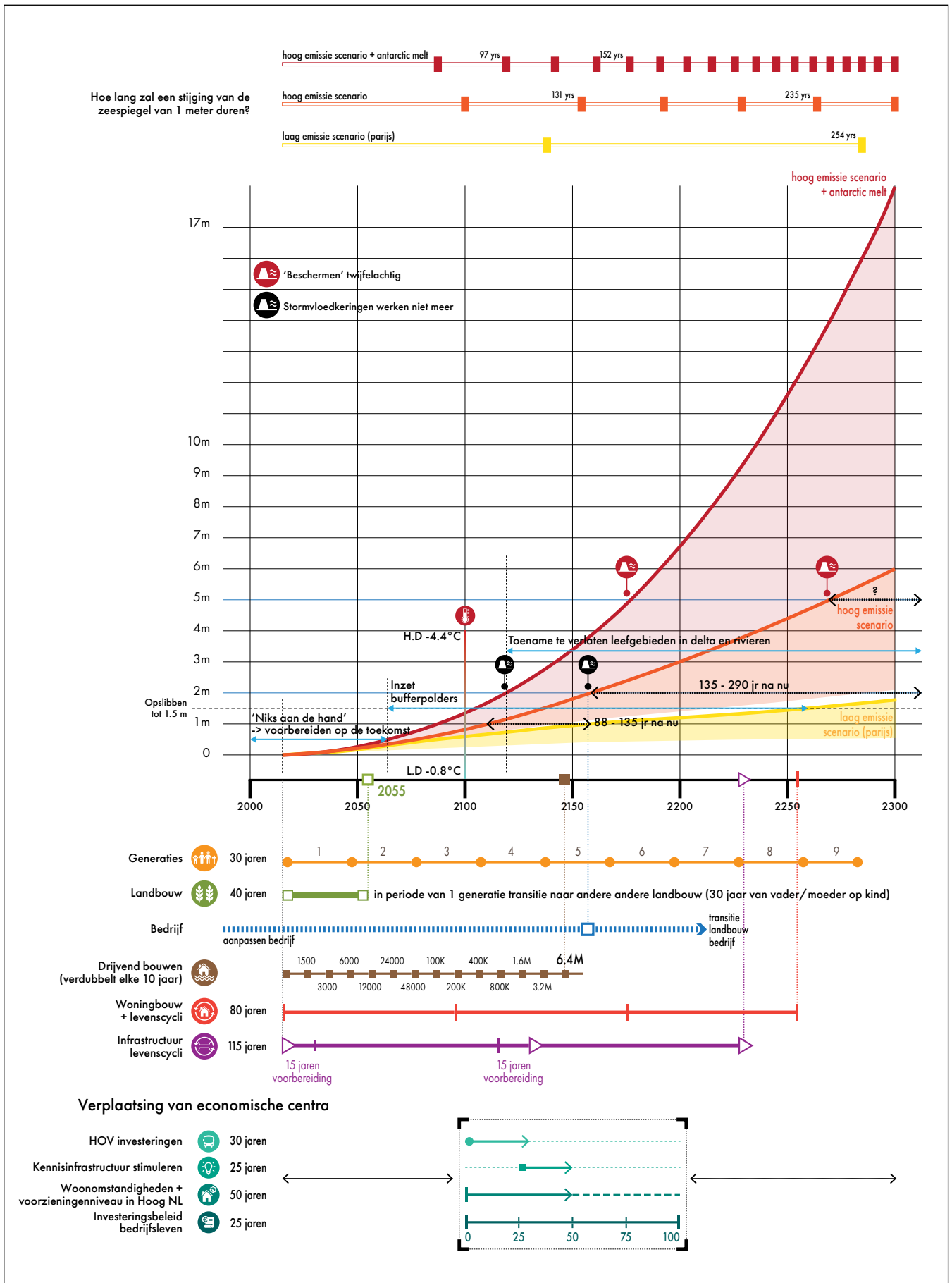
Tijd is een erg belangrijke factor in dat proces. In Figuur 33 zijn drie KNMI-scenario's voor zeespiegelstijging in relatie gebracht met de tijdschalen die horen bij verschillende bouwstenen van de 'hybride meebewegen'-strategie. De figuur laat zien dat, in het geval dat de hoge emissie-scenario's realiteit worden, het niet alleen belangrijk is om rekening te houden met doorgaande zeespiegelstijging voorbij de 5 m gedurende het leven van onze achterkleinkinderen, maar ook dat de deadlines om 'meebewegen' ordentelijk te laten verlopen al in de huidige eeuw in beeld komen. Typische termijnen zijn.

- Een ordelijke verschuiving van economische zwaartepunten en de bijbehorende woongebieden is een proces van tenminste 100 jaar in verschillende fasen. Bij het hoge emissiescenario kan het moment dat zo'n radicale transitie voltooid moet zijn ergens voorbij 2200 reëel zijn. Dat betekent dat tijdig in de loop van deze eeuw besluiten nodig zijn om daar zo nodig gericht naar toe te werken.
- Aanpassingen aan het landbouwsysteem gaan in stappen die naar schatting orde 40 jaar vergen. Ervan uitgaande dat meerder transitiestappen nodig zijn, is ook hier een transitieperiode van meer dan honderd jaar reëel.
- De economische levenscyclus van woningen is orde 80 jaar. Dus nog afgezien van het vraagstuk van grondeigendom en emotionele gehechtheid aan de grond (die vele generaties kan betekenen), is ook hier een vergelijkbare veranderperiode noodzakelijk.
- Voor bedrijven zijn de transitieperiodes zeer verschillend. De economische cyclus van gebouwen en installaties zal veelal enkele tientallen jaren zijn. Echter grondeigendom, afhankelijkheid van netwerken en ketens en relaties met afzetgebieden maakt verplaatsing veel minder flexibel dan de afschrijvingstermijnen van investeringen doen vermoeden.
- De levenscyclus van infrastructuur is ook in de orde van honderd jaar en ook hier is de samenhang in het netwerk zeer bepalend.

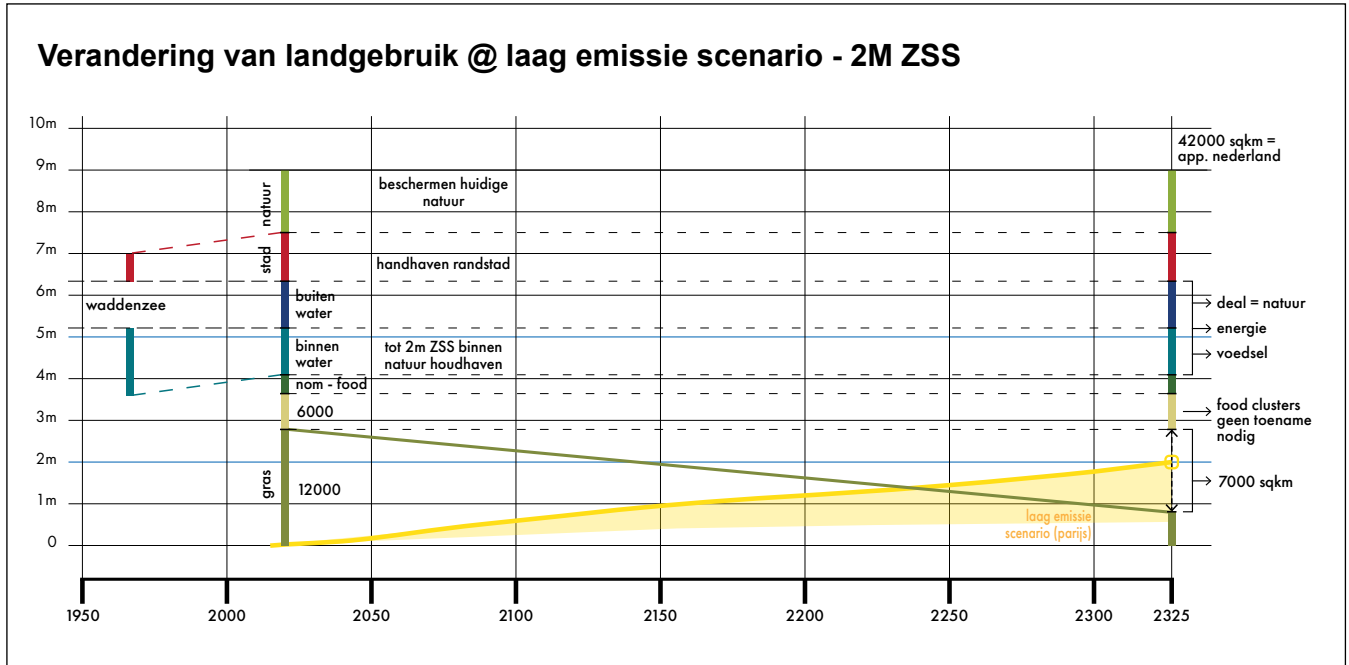
Voor aspecten als zoetwatervoorziening en wateroverlast door toenemende neerslag en kwel komt de noodzaak van maatregelen die afwijken van de nu gebruikelijke aanpak eerder in beeld. Al in de huidige situatie zou 5-10% van het grondoppervlak in diepe polders nodig zijn om wateroverlast van clusterbuien tijdelijk te bergen. En in het NZK/ARK-gebied is de situatie nu al kritisch als een gemaal uitvalt. Het boezemsysteem van Fryslân kan bij een zeespiegelstijging van 0,5 m niet langer onder vrij verval lozen. Dat zou kort na 2050 aan de orde kunnen zijn. Ook voor het NZK/ARK-systeem zou in de jaren na 2050 het lozen onder vrij vervallen onmogelijk kunnen worden. De bouwstenen van de 'hybride meebewegen'-strategie voor deze aspecten (bijvoorbeeld ruimte voor waterbuffers, veranderingen in de landbouw, alternatieve drinkwaterbronnen, waterproof maken van gebouwen en kritische infrastructuur) hebben ook implementatieperiodes zoals hiervoor geschetst. Dat betekent dat ten aanzien van het omgaan met toenemende wateroverlast en afnemende zoetwaterbeschikbaarheid al op zeer korte termijn keuzes gemaakt moeten worden of 'meebewegen-bouwstenen' ingezet gaan worden.

Uit de governance-analyse blijkt dat besluitvorming over deze soort veranderingen in de huidige bestuurlijke en maatschappelijke context (formeel en gewoonten) niet eenvoudig zal zijn. Er moet dan ook aangenomen worden dat er ook een periode van enkele kabinetsperiodes nodig zal zijn om de omslag in het denken te maken die radicale besluiten mogelijk maken. Als veranderingen in de instituties nodig zijn, dan vergt dat zeker een lange voorbereidings- en besluitvormingstijd, mogelijk wijzigingen van de grondwet. Die periode gaat vooraf aan de hier voor geschetste veranderperiodes, zeker als de klimaatverandering en zeespiegelstijging de belangrijkste driver zou zijn. Waar tempo nodig is – en om maatschappelijk en bestuurlijk draagvlak eenvoudiger te maken – is koppelen van 'meebewegen-besluiten' aan noodzakelijke of wenselijke veranderingen op andere beleidsthema's noodzakelijk.

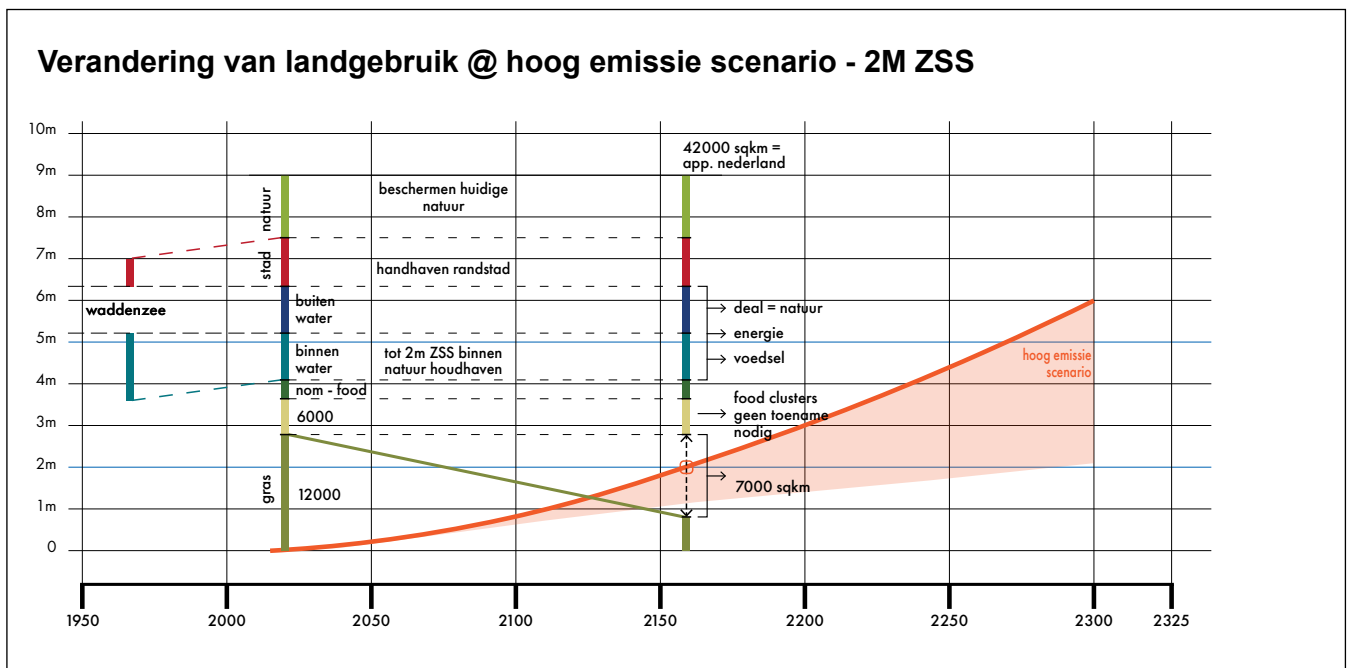
Figuur 34 en Figuur 35 laten zien hoe de verandering van landgebruik verloopt bij respectievelijk een laag-emissie-scenario en bij een hoog-emissie-scenario. Beide uitgewerkt voor de situatie periode tot 2 m zss. De figuren laten zien dat de snelheid van veranderen aanzienlijk verschilt. Dat laat zien de noodzaak om goed rekenschap te geven welk scenario zich ontwikkelt om daar bij het maken van beleid rekening mee te kunnen houden.



Figuur 33 Afhankelijkheid tussen 'meebewegen-maatregelen' en scenario's voor zeespiegelstijging



Figuur 34 Verandering landgebruik bij laag emissie scenario



Figuur 35 Verandering landgebruik bij hoog emissie scenario

## 5.2 Afsluitende overwegingen

### Nu al beginnen

Tijd is een erg belangrijke factor in dat proces. Veel van de veranderingsprocessen vereisen een termijn in de orde van honderd jaar. Als de noodzaak van het afgerond zijn van die transities ergens in de volgende eeuw liggen, dan zal al in deze eeuw besluiten moeten worden genomen om de verandering in gang te zetten. Voor aspecten als zoetwatervoorziening en wateroverlast komt de noodzaak van maatregelen die afwijken van de nu gebruikelijke aanpak nu al in beeld. Omdat een aantal processen van meebewegen nu al aan de orde zijn, en het niet ondenkbaar is dat de klimaatverandering in de komende eeuw versneld doorzet, is het aanbevelenswaardig om op een aantal terreinen 'meebewegen' al voor te bereiden of in gang te zetten

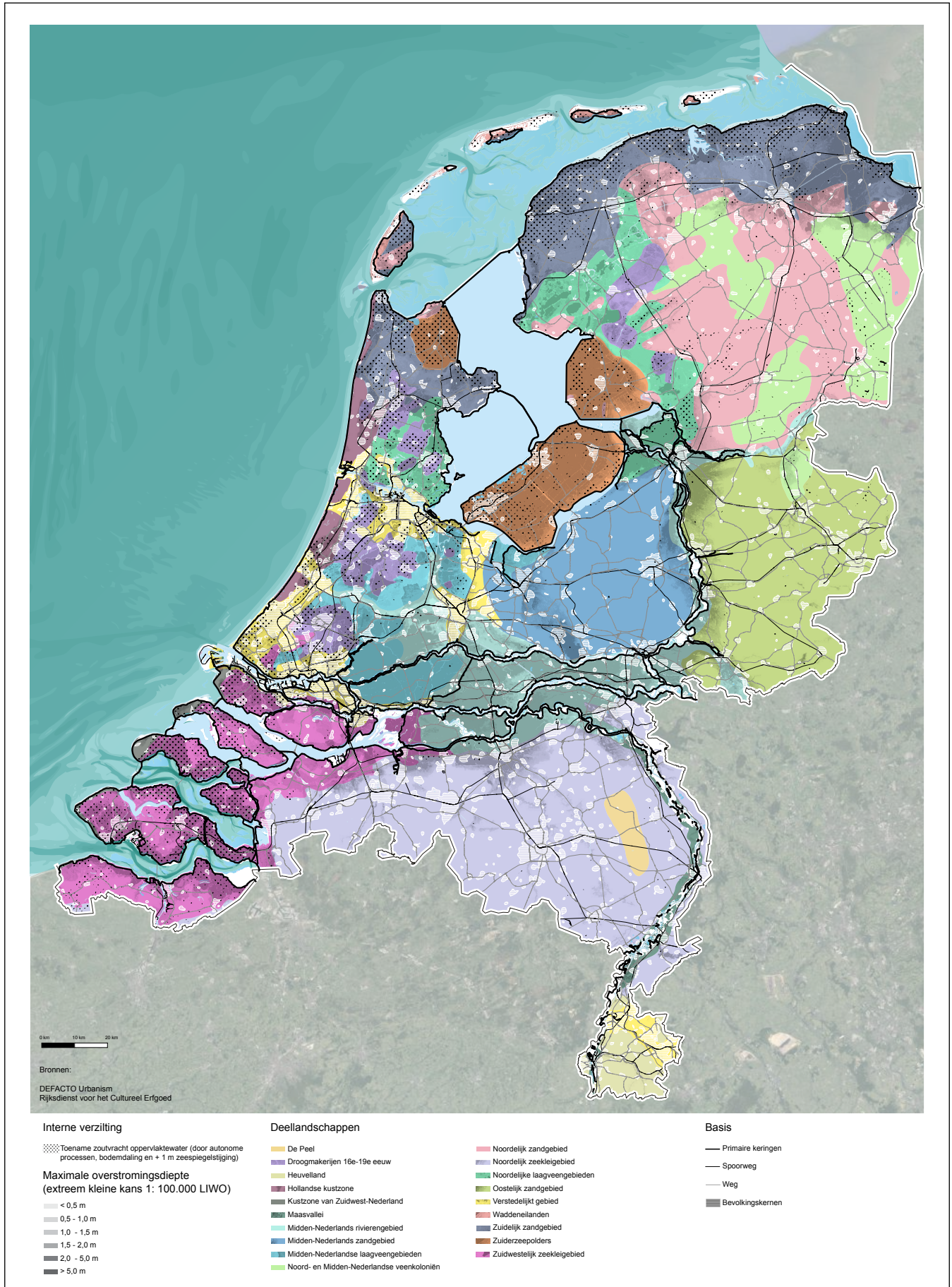
- Transitie van de landbouw zodat deze minder zoet water en minder grond nodig heeft.
- Voorbereiden van het ontwikkelen van hoog-Nederland als aanvullende woongebieden en economische centra, inclusief het versterken van de vervoersassen via hoog-Nederland naar Duitsland en België.
- Ontwikkelen van ontwerpprincipes en regelgeving voor nieuwbouw (veiligere locaties, waterbestendig bouwen, evacuatiemogelijkheden) en (kritieke) infrastructuur.
- In gang zetten van het maatschappelijke debat over aanpassen van de manier van omgaan met zeespiegelstijging en klimaatveranderingen. In gang zetten van mogelijk noodzakelijke aanpassingen aan de plan- en besluitvorming in Nederland en Europa (governance) die nodig zijn voor eventuele ingrijpende besluiten.
- Bijvoorbeeld door middel van pilot projecten, met name op het gebied van 'nature-based solutions, kansen benutten om te oefenen met 'meebewegen' en de verschillende co-benefits ervan zichtbaar maken.

### Voorkomen van zeespiegelstijging

Tot slot laat dit onderzoek zien hoe ingrijpend aanpassen aan versnelde zeespiegelstijging is. De belangrijkste aanbeveling is dan ook om maximaal in te zetten op maatregelen die de klimaatverandering beperken en grote zeespiegelstijging voorkomen.

## Bijlagen

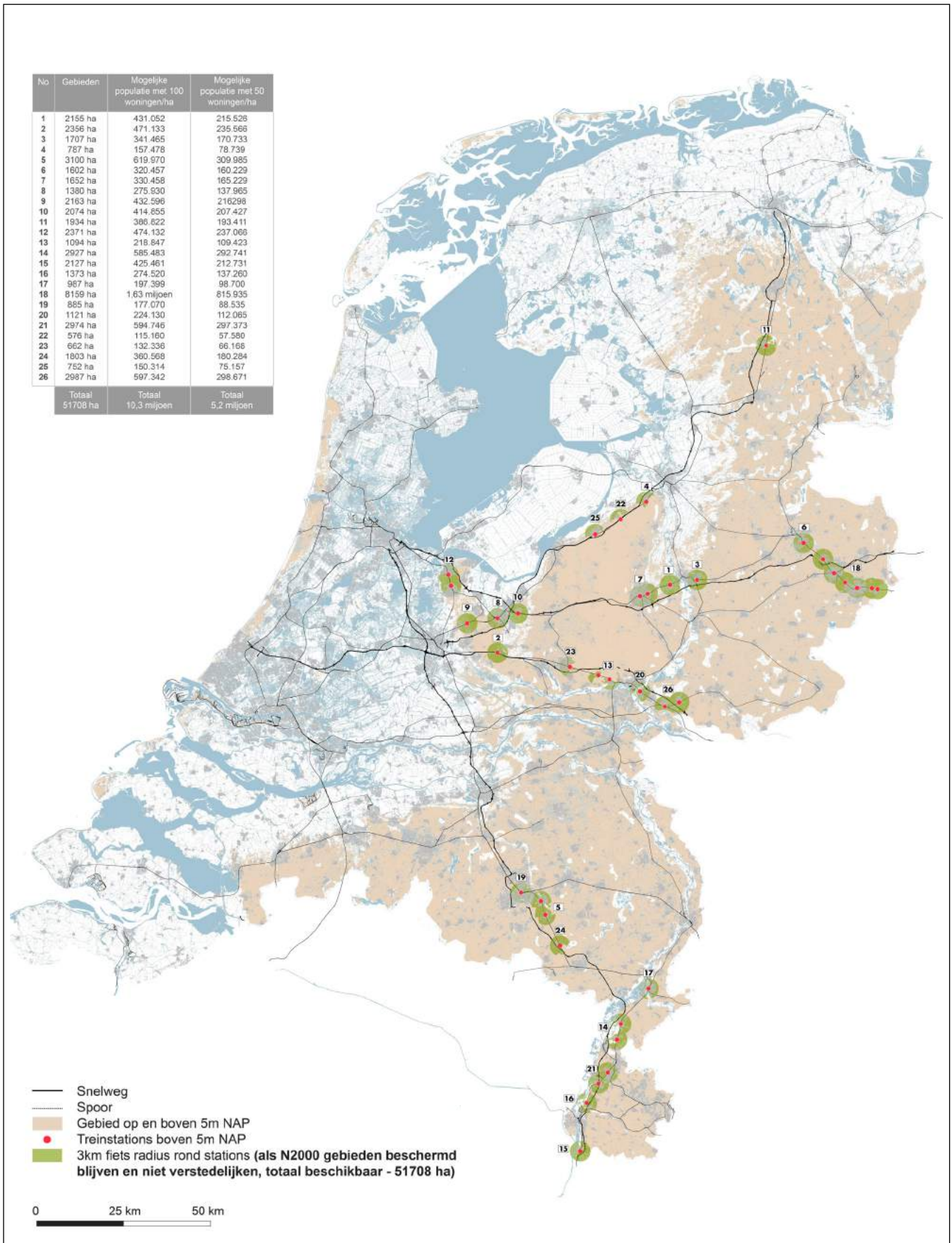
## Bijlage A Landschappen in Nederland



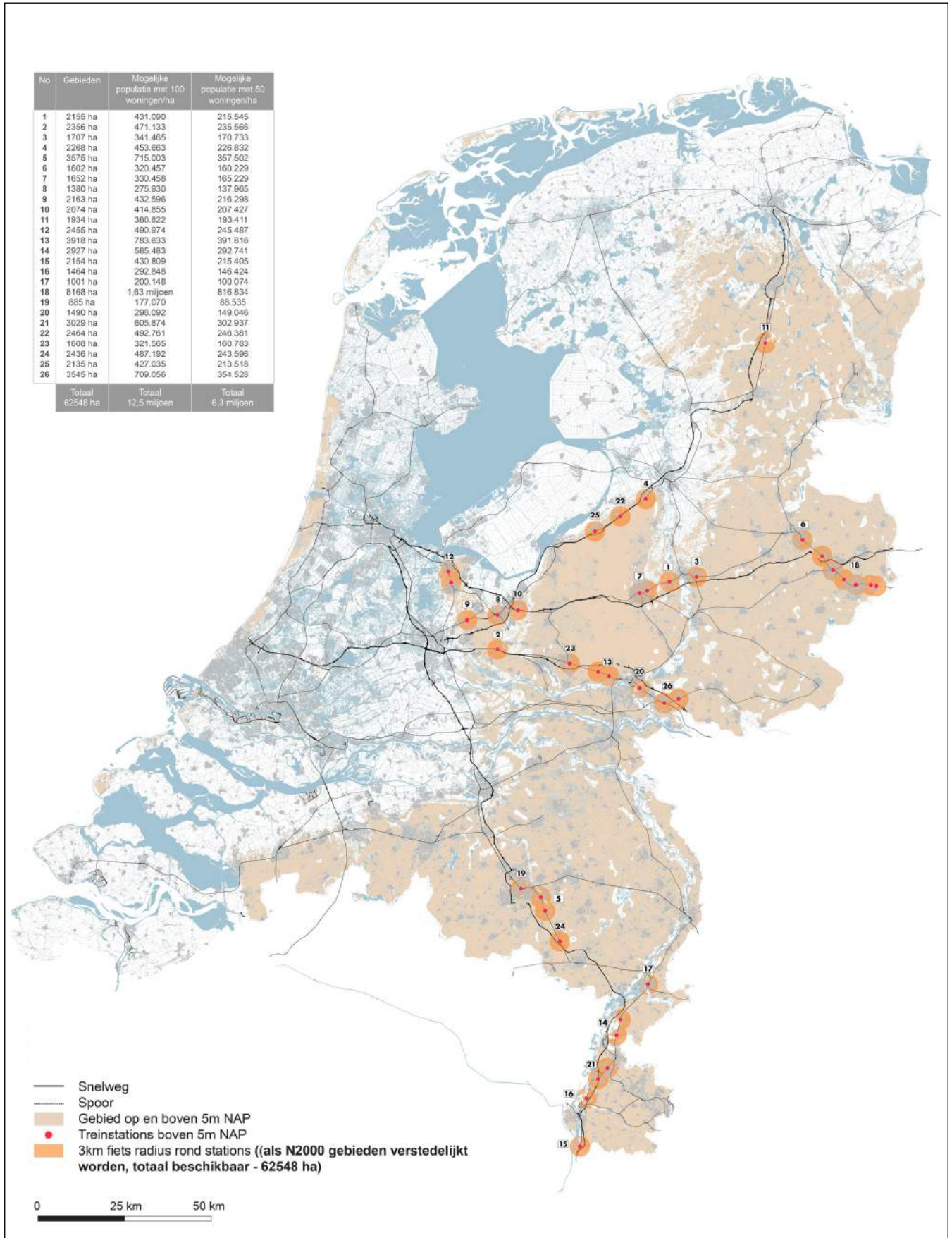
Figuur 36 Landschappen in Nederland



## Bijlage B Verdichten woongebieden rond OV-verbindingen



Figuur 37 Verdichten woongebieden rond OV-locaties (zonder N2000 gebieden)



Figuur 38 Verdichten woongebieden rond OV-locaties (inclusief N2000-gebieden)

## Bijlage C Bouwstenen

### Overzicht bouwstenen

Bouwstenen in cursief zijn mogelijk wel relevant voor 'meebewegen', maar niet in dit rapport opgenomen. Ze zijn primair onderdeel van de bouwstenen van andere consortia.

Type	Code	Bouwstenen icoon	Bouwstenen naam	In situ of functie verandering	Toepasbaarheid
<b>Water keren - Hard (H)</b>	H1a		Dijken ophogen/versterken	In situ	Zie consortia gesloten en zeewaarts
	H1b		Dijken verbreden	In situ	Zie consortia gesloten en zeewaarts
	H1c		Overslagbestendig maken	In situ	Zie consortia gesloten en zeewaarts
	H2		Compartimentering (inclusief ringdijk stad)	In situ	Rivierengebied/ Delta, Laag Nederland
	H5		Dubbele dijken	Functieverandering	Laag Nederland
<b>Water keren - Zacht (Z)</b>	Z1a		Kustsuppletie lokaal	In situ	Zie consortia gesloten en zeewaarts
	Z1b		Kustsuppletie mega	In situ	Zie consortia gesloten en zeewaarts
	Z3		Vegetatie/vooroevers kust	In situ	Rivierengebied/ Delta
	Z5a		Natuurlijk land ophogen (binnendijks met dubbele dijken)	Functieverandering	Rivierengebied/ Delta, Laag Nederland
	Z5b		Natuurlijk land ophogen (binnendijks wisselpolders)	Functieverandering	Rivierengebied/ Delta, Laag Nederland
	Z5c		Natuurlijk land ophogen (buitendijks getijdepark)	In situ	Rivierengebied/ Delta, Laag Nederland

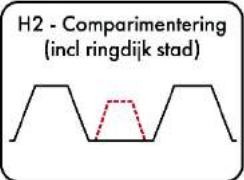
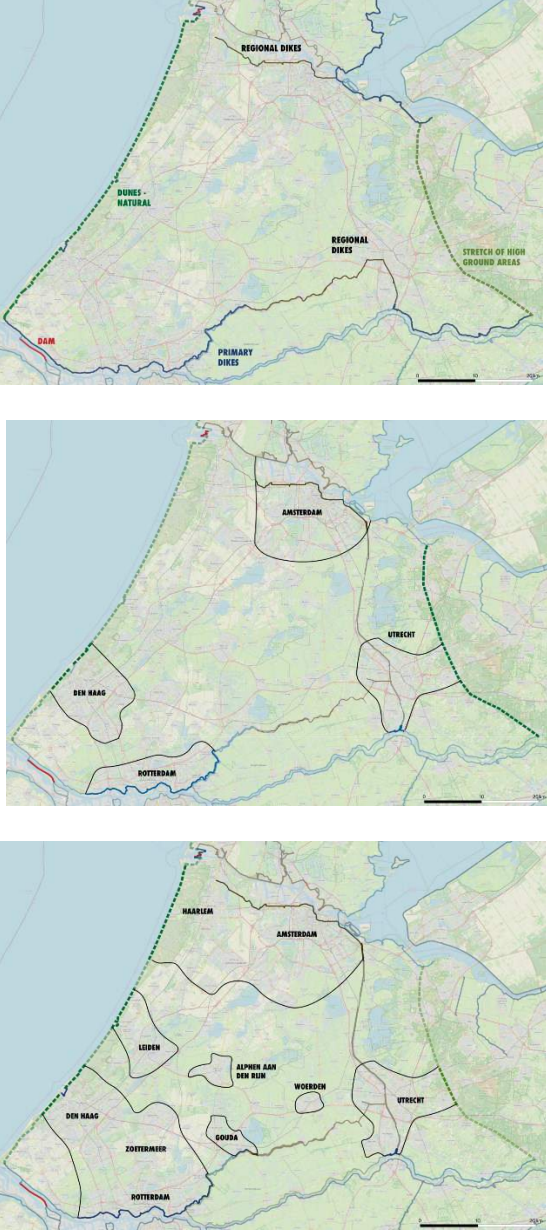
Type	Code	Bouwstenen icoon	Bouwstenen naam	In situ of functie verandering	Toepasbaarheid
<b>Water keren - Zacht (Z)</b>	Z5d		Natuurlijk land ophogen (buitendijks vooroever)	In situ	Rivierengebied/ Delta, Laag Nederland
	Z6		Kunstmatig land ophogen (megaterp)	In situ	Laag Nederland, Randstad, Rivierengebied/Delta
<b>Rivieren afvoeren/ bergen (R)</b>	R1		Ruimte voor rivier	Functieverandering	Rivierengebied/Delta, Laag Nederland
<b>Aangepast landgebruik /bouwen (A)</b>	A1		Verhoogd (terp/palen)	In situ	Laag Nederland, Randstad, Rivierengebied/Delta
	A2		Drijvend Bouwen	In situ	Laag Nederland, Randstad, Rivierengebied/Delta
	A3a		Schade beperkend (wetproof/dryproof)	In situ	Heel Nederland
	A3b		Zouttolerante landbouw en of verandering type landbouw naar minder watervragende	Functieverandering	Heel Nederland
	A4		Verdichten en bebouwing toevoegen	Functieverandering	Randstad, Hoog Nederland
	A5a		Lokaal water vasthouden (natmakerij)	Functieverandering	Laag Nederland, Randstad, Rivierengebied/Delta
	A5b		Lokaal water vasthouden (droog Nederland)	Functieverandering	Hoog Nederland
	A6		Reduceren landbouw areaal ten behoeve van natuur/water	Functieverandering	Laag Nederland, Randstad


## Overzicht bouwstenen

Type	Code	Bouwstenen icoon	Bouwstenen naam	In situ of functie verandering	Toepasbaarheid
Aangepast landgebruik /bouwen (A)	A7		Bufferpolder	Functieverandering	Rivierengebied/ Delta
	A8		Kritische netwerken robuust maken	In situ/ Functieverandering	Heel Nederland (met focus op laag NL en Randstad)
	A9		Verticaal Evacuëren	In situ	Laag Nederland, Randstad
	A10		Ontwikkelen natte landbouw	In situ	Laag Nederland, Randstad
	A11		Ontwikkelen natte landbouw	Functieverandering	Heel Nederland
Verplaatsen en vermijden (V)	V1		Bouwrijke zones	Functieverandering	Laag Nederland, Randstad, Rivierengebied/Delta
	V2		Bouwen met korte levensduur	In situ	Laag Nederland, Randstad, Rivierengebied/Delta
	V3a		Verplaatsen bebouwing/ infrastructuur voor natuur/ water	Functieverandering	Laag Nederland
	V3b		Verplaatsen bebouwing/ infrastructuur voor landbouwareaal	Functieverandering	Laag Nederland
	V4		Ontwikkelingen hoog Nederland à uitgewerkt in bouwstenen E1, E2 en E3	Functieverandering	Hoog Nederland
Natuurlijke dynamiek (N)	N1		Verzilting toelaten	Functieverandering	Laag Nederland, Randstad, Rivierengebied/Delta

Type	Code	Bouwstenen icoon	Bouwstenen naam	In situ of functie verandering	Toepasbaarheid
Natuurlijke dynamiek (N)	N2		Dynamiek toelaten en of herstellen	In situ	Laag Nederland, Rivierengebied/Delta
	N4		Ontwikkeling van natte en droge natuur	Functieverandering	Laag Nederland, Randstad, Rivierengebied/Delta
Technische dynamiek (T)	T1		Decentraliseren drinkwaterproductie	Functieverandering	Zie consortia gesloten en zeewaarts
	T2		Lokale zuivering	Functieverandering	Zie consortia gesloten en zeewaarts
	T3		Energie	Functieverandering	Zie consortia gesloten en zeewaarts
Governance (G)	G1		Draagvlak	Niet van toepassing	Heel Nederland
	G2		Organisaties / actoren / samenwerking tussen actoren	Niet van toepassing	Heel Nederland
	G3		Juridisch beleidsmatig	Niet van toepassing	Heel Nederland
	G4		Financieel / Fiscaal	Niet van toepassing	Heel Nederland
Economie (E)	E1a		Versterken verbindingen met hoog-Nederland	In situ/ Functieverandering	Randstad, Laag Nederland, Hoog Nederland
	E1b		Behoud Europort als zeehavenverbinding voor Noordwest-Europa	In situ/ Functieverandering	Randstad, Delta's
	E2		Investeren in hoog-Nederland	In situ/ Functieverandering	Hoog Nederland
	E3		Verwerven grondposities in hoog-Nederland	In situ/ Functieverandering	Hoog Nederland
	Maatschappij (M)	M1a		Verhaallijn – governance perspectief	niet van toepassing
M1b			Verhaal voor transitie	niet van toepassing	Heel Nederland

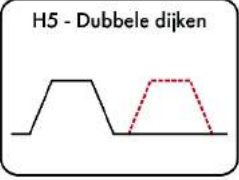

## Bouwsteen H2 Compartimentering (inclusief ringdijk stad)

<p>Omschrijving</p> 	<p>Het toevoegen van [1] keringen die niet aan permanent water gelegen zijn (zoals de Diefdijk) of [2] Ringdijken als enkelvoudige bescherming van waardevol gebied (ter vervanging van primaire keringen), of als additionele bescherming (als onderdeel van meerlaagse veiligheid). Compartimentering vertraagt en verlaagt het overstromingsrisico in het beschermde gebied. Het kan echter ook de gevolgen en daarmee het risico) vergroten in het gebied waar het gekeerde water zich bevindt vanwege grotere overstromingsdieptes en langere verblijftijden .</p>
<p>Schets/plaatje/illustratie</p>	 <p><i>Opties voor Ringdijken rondom stedelijke agglomeraties</i></p>

	 <p><i>De (oude) Maasdijk bij Hoek van Holland als kerend object bij een mogelijke overstroming vanuit de nieuwe waterweg</i></p>
Doel	<p>Compartimenteringdijken kunnen bijdragen aan de redundantie in de bescherming, de voortgang van een vloed vertragen, en de golfopbouw verminderen.</p> <p>Voor ringdijken als primaire kering geldt dat deze mogelijk de totale benodigde dijk lengte reduceren.</p>
Implementatie	<p>Het aanleggen van nieuwe lineaire infrastructuur is niet extreem complex, zeker als deze samenvalt met huidige dijklichamen (waardoor vaak ook het aanliggende watermanagement systeem eenvoudig aangepast kan worden). Er is veel ervaring in Nederland met dijkverhogingen. De benodigde tijd voor implementatie is overzichtelijk.</p> <p>Voor compartimenteringsdijken die als primaire keringen dienstdoen geldt dat rekening gehouden dient te worden met de maat: nieuwe dijken zullen fors groter zijn dan huidige dijken.</p>
Omvang	<p>Ringdijken om de bestaande stedelijke gebieden worden al snel heel lang. Een ruwe schets toont aan dat ringdijken om de 4 grote steden plm. 220 km zijn. Worden kleinere steden ook geringdijkt, dan neemt de lengte snel toe. De huidige lengte van keringen in Dijkkring 14/44 is 170 km. Ringdijken, die als primaire keringen even sterk moeten zijn als de (huidige) kustwering zijn dus niet kostenefficiënt als alternatief. Hoe ze zouden kunnen werken als onderdeel van een systeem van meerlaagse veiligheid, en hoeveel er dan gerealiseerd zouden moeten worden, is niet bestudeerd.</p> <p>Voor overige compartimenteringsdijken kan de lengte, afhankelijk van de lokale situatie en de grootte van het (extra) te beschermen gebied sterk variëren. Vooral in laag Nederland zal de benodigde lengte over het algemeen substantieel zijn om te voorkomen dat het water er omheen kan stromen.</p>
Toepasbaarheid	<p>Als primaire kering lijken ze weinig zinvol als vervanging van de huidige kustwering. Eerder zijn er mogelijkheden voor uiterst lokale toepassingen in het Rivierengebied/Delta, en zijn ze bruikbaar als aanvullende keringen in overig Laag Nederland.</p>
Effectiviteit	<p>Ringdijken zijn in zichzelf effectief maar leggen het, als alternatieve primaire kering, af tegen de bestaande primaire keringen omdat de totale benodigde lengte groter zal zijn (hangt uiteraard af van het aantal agglomeraties dat beschermd moet worden met Ringdijken). Als aanvullende bescherming kunnen compartimenteringsdijken wel effectief zijn. Daarbij moet wel een goede afweging gemaakt worden tussen de 'winst' in het beschermde gebied en het 'verlies' in het gebied dat aan de andere zijde van de dijk ligt en dat vanwege de obstructie mogelijk te maken krijgen met langduriger inundaties en grotere overstromingsdieptes.</p>
Adaptiviteit	<p>Compartimenteringsdijken zullen blijvend aangepast moeten worden aan stijgende zeespiegelniveaus. Als de primaire keringen (kustfundament) niet meer kunnen functioneren</p>

	bij verdere zeespiegelstijging, hebben ringdijken en compartimenteringen ook weinig nut meer.
Kosten	
Positieve neveneffecten	Over het algemeen kunnen compartimenteringdijken ook functioneren als verbindingswegen, mogelijk extra waardevol met het oog op evacuaties
Negatieve neveneffecten	Het is een extra obstructie in het landschap voor afwatering (op te lossen met duikers) en ecologische verbindingen
Onderzoeksvragen	Er zou nadere studie plaats kunnen vinden hoe ringdijken als compartimentering kunnen werken.
Referenties	


## Bouwsteen H5 Dubbele dijken

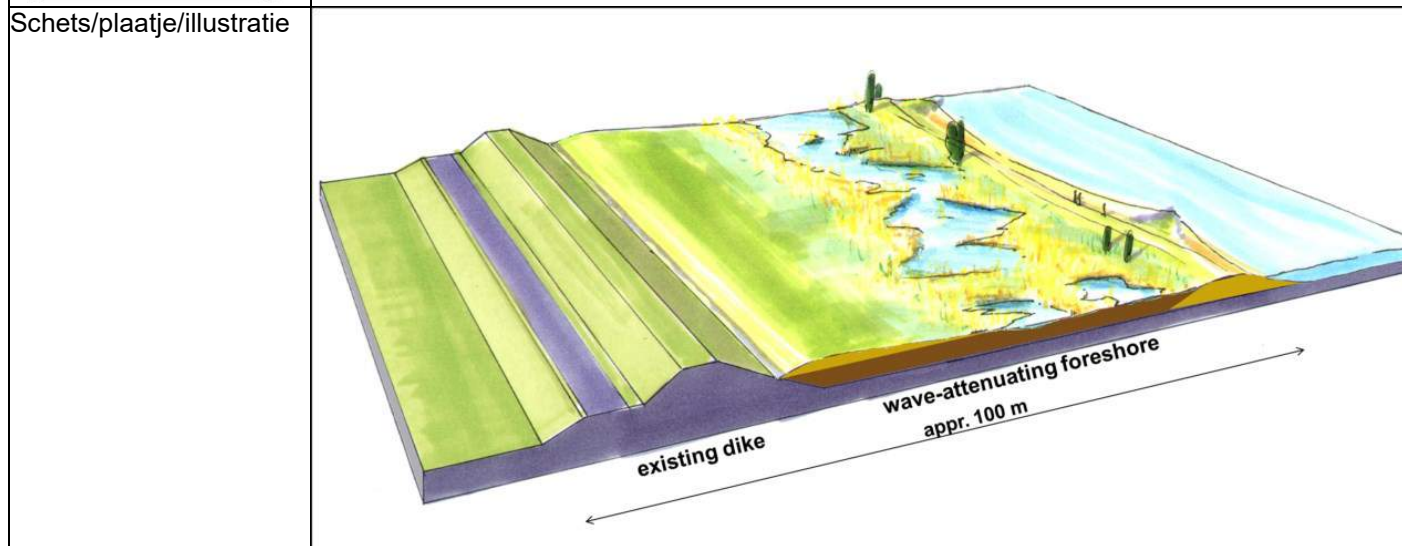
<p>Omschrijving</p> 	<p>Een combinatie van een voorliggende en achterliggende dijk. Deze vormen samen een primaire kering, al ligt die taak in het bestaande voorbeeld in Groningen vooral bij de voorliggende dijk. Het andere doel van de dubbele dijk, vooral relevant voor Meebewegen, is het inlaten van zeewater tijdens vloed om slib in te vangen en het land daardoor op natuurlijke wijze op te hogen. De voornaamste functie van de achterliggende dijk is te voorkomen dat dit water het achterland in stroomt.</p>
<p>Schets/plaatje/illustratie</p>	
<p>Doel</p>	<p>Natuurlijke landophoging door invang van slib in het gebied tussen de twee dijken.</p>
<p>Implementatie</p>	<p>Geen bijzonderheden in relatie tot Meebewegen.</p> <p>Vorbereiding zal meerdere jaren duren. Hangt vooral af van het huidige landgebruik; als daar woningen staan zal dat mogelijk een lang proces zijn. Na aanleg kan het gelijk effectief worden.</p>
<p>Omvang</p>	<p>Flexibel, kan in principe zo groot als gewenst Alleen moet de afstand van de achterliggende dijk tot de kust wel beperkt blijven</p>
<p>Toepasbaarheid</p>	<p>Voorals bij de kust waar veel slibvangst mogelijk is. Het kan ook langs rivieren, maar naar verwachting gaat dat minder snel en meer in "schokken" (vooral veel invang tijdens hoogwaters).</p>
<p>Effectiviteit</p>	<p>De snelheid van land ophogen is begrensd maar kan relatief groot zijn. In het H2O artikel van Kwakernaak et al., 2015 (<a href="#">link</a>) staat hierover (over de dubbele dijk bij de Eemsdelta):</p> <p><i>"De opslibbingssnelheid is afhankelijk van de omvang van de inlaatduikers en zal in de loop van de tijd afnemen van maximaal 25 cm (wanneer gebied C ontgraven zou worden) naar minimaal 1 cm per jaar, doordat het kombergingsvolume afneemt als gevolg van de</i></p>



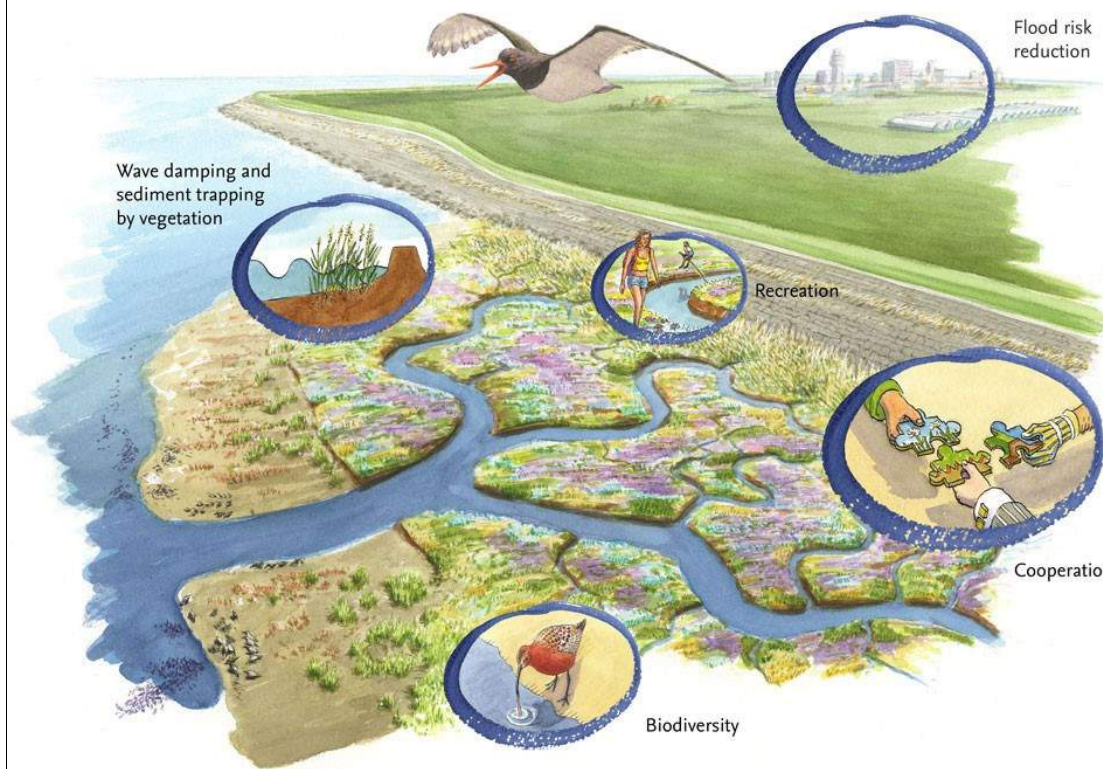
	<p><i>opslibbing. Voor de berekening van de opbrengst uit slib is uitgegaan van een jaarlijkse opslibbing van gemiddeld 6 cm.”</i></p> <p>Bij versnelling van de zeespiegelstijging zal er een moment zijn dat de zeespiegel sneller stijgt dan je bij kunt houden. Vooral in de Meebewegen variant waarbij de dijk niet opgehoogd kan worden en de grote toename van slib van de eerste jaren na aanleg niet meer gehaald kan worden.</p>
Adaptiviteit	Alleen als de dijk opgehoogd kan worden, dus niet in de ‘pure play’ variant van Meebewegen.
Kosten	Aanleg en onderhoud van de dijken en duikers + aankoop grond. Bestaande rekenregels voor kosten van dijken en aankoop land kunnen toegepast worden.
Positieve neveneffecten	Tussen de dijken kan nieuwe natuur ontstaan.
Negatieve neveneffecten	In het gebied tussen de dijken zal alleen zilte teelt en aquacultuur mogelijk zijn.
Onderzoeksvragen	Toepassing is al mogelijk, maar de ervaring is nog beperkt. Er zullen daardoor waarschijnlijk nog wel de nodige efficiëntie-slagen te maken zijn. En de praktijktoepassing in de Eemsdelta moet uitwijzen hoe groot de stijgsnelheid daadwerkelijk is.
Referenties	<a href="https://www.provinciegroningen.nl/projecten/dubbele-dijk/">https://www.provinciegroningen.nl/projecten/dubbele-dijk/</a>

**Bouwsteen Z3 Vegetatie/vooroevers kust**

<p>Omschrijving</p> <div data-bbox="108 421 368 607" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Z3 - Vegetatie/ vooroevers kust</p>  </div>	<p>Vooroevers met vegetatie in zoute en zoete gebieden, zoals kwelders, schorren, grienden en uiterwaarden.</p>
--	---



Bron: <https://www.ecoshape.org/en/concepts/integrating-vegetated-foreshores/>



Bron: Jeroen Helmer/Ark Nature


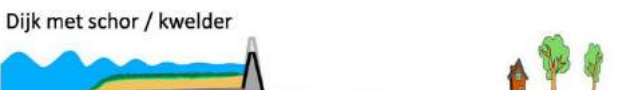


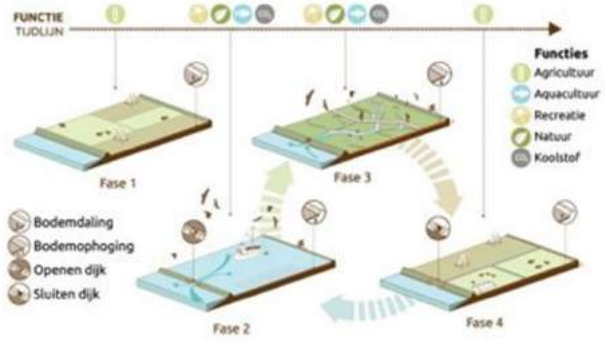
Doel	Het dempen van golfhoogtes, golfoploop, golfoverslagdebieten en tegengaan van erosie van het voorland en daarmee de achterliggende kust. Daarnaast kan de begroeide vooroever de stabiliteit van de achterliggende dijk versterken door de kwellingte te verlengen.
Implementatie	Begroeide vooroevers komen natuurlijk voor als kustecosystemen boven in het intergetijdengebied, maar ook aan rivieroeveren in de uiterwaarden. De omstandigheden kunnen worden beïnvloed, zodat begroeide vooroevers kunnen ontstaan. Bijvoorbeeld door gebruik te maken van houten dammetjes, waarachter sediment kan neerslaan en vegetatie kan groeien.
Omvang	Begroeide vooroevers hebben over het algemeen een zeer flauwe helling (~1:100). Daarom is hun lengte in de dwarsrichting in de orde van honderden meters.
Toepasbaarheid	Begroeide vooroevers komen van nature wereldwijd voor, met name in estuaria en achter barrière eilanden. Hiervoor zijn gelimiteerde golf- en stromingsenergie nodig. Daarnaast is er voldoende aanvoer van sediment nodig om de vooroever voldoende hoogte te geven. De aanwezigheid van vegetatie versnelt de sedimentatie door de aanval van golven en stromingen op het bed te verminderen.
Effectiviteit	Of deze bouwsteen effectief is bij een stijgende zeespiegel, hangt af van verschillende factoren. Allereerst is het de vraag of het voorland verticaal kan meegroeien. Dit hangt af van de snelheid van zeespiegelstijging, of er voldoende sediment beschikbaar is en van de transportcapaciteit. Daarnaast hangt het ook af van horizontale ruimte, als die er is kan het voorland bijvoorbeeld landinwaarts groeien. Hoe lang deze maatregel effectief is hangt daarmee af van locatie specifieke factoren.
Adaptiviteit	In theorie is dit zeer goed mogelijk.
Kosten	De kosten voor herstel en beheer van begroeide vooroevers verschillen per locatie afhankelijk van lokale condities. Als er al begroeide vooroevers aanwezig zijn dan zijn de kosten relatief laag. Als met relatief kleine ingrepen in het systeem begroeide vooroevers kunnen ontstaan dan zijn de kosten ook goed te overzien. Echter, als vooroevers geheel dienen te worden aangelegd op plekken waar ze niet aanwezig zijn en die relatief diep zijn dan kunnen de kosten enorm oplopen.
Positieve neveneffecten	Begroeide voorlanden kunnen een positieve rol spelen bij koolstofopslag, recreatie en toerisme, waterzuivering, sediment invang, en visserij.
Negatieve neveneffecten	Begroeide vooroevers vragen ruimte en kunnen dus mogelijk ook ruimte van andere waardevolle ecosystemen innemen, zoals intergetijdeplaten en ondiepe wateren.
Onderzoeksvragen	De lokale factoren voor het herstel en behoud van de begroeide vooroever.
Referenties	<p>Bakker, J. P., Esselink, P., Dijkema, K. S., Van Duin, W. E., and De Jong, D. J. (2002). "Restoration of salt marshes in the Netherlands." <i>Hydrobiologia</i>, 478, 29–51.</p> <p><u>Braakman, Dollard, Emmapolder, Lauwerszee, Middelzee, Noord-Friesland Buitendijks, Peazemerlannen, Saeftinge, Schouwen, Selenapolder/Sieperdaschor.</u></p> <p>Borsje, B. W., van Wesenbeeck, B. K., Dekker, F., Paalvast, P., Bouma, T. J., van Katwijk, M. M., and de Vries, M. B. (2011). "How ecological engineering can serve in coastal protection." <i>Ecological Engineering</i>, 37(2), 113–122.</p> <p><u>Noordwaard</u></p> <p>van Wesenbeeck, B. K., van der Meulen, M. D., Pesch, C., de Vriend, H., &amp; de Vries, M. B. (2016). Nature-based approaches in coastal flood risk management: Physical restrictions and engineering challenges. <i>Ecosystem-Based Disaster Risk Reduction and Adaptation in Practice</i>, 181-198.</p> <p><u>Noordwaard</u></p> <p>Zie ook voor rekenvoorbeelden over golfdemping.</p> <p>Willemsen, P. W., Horstman, E. M., Bouma, T. J., Baptist, M. J., Van Puijenbroek, M. E., &amp; Borsje, B. W. (2022). Facilitating salt marsh restoration: the importance of event-based bed level dynamics and seasonal trends in bed level change. <i>Frontiers in marine science</i>, 8, 793235.</p>

	<p><u>Marconi</u> van Zelst, V. T., Dijkstra, J. T., van Wesenbeeck, B. K., Eilander, D., Morris, E. P., Winsemius, H. C., ... &amp; de Vries, M. B. (2021). Cutting the costs of coastal protection by integrating vegetation in flood defences. <i>Nature communications</i>, 12(1), 6533.</p> <p><u>Wereldwijd</u></p>
--	---

## Bouwsteen Z5 Natuurlijke aanslibbing

- Z5a Natuurlijk land ophogen (binnendijks met dubbele dijken).
- Z5b Natuurlijk land ophogen (binnendijks wisselpolders).
- Z5c Natuurlijk land ophogen ((buitendijks getijddepark).
- Z5d Natuurlijk land ophogen (buitendijks vooroever).

<p>Omschrijving</p> <div data-bbox="121 580 373 770"> <p>Z5a - Binnendijks natuurlijk land ophogen</p> </div> <div data-bbox="121 808 373 999"> <p>Z5b - Binnendijks natuurlijk land ophogen</p> </div> <div data-bbox="121 1037 373 1227"> <p>Z5c - Buitendijks natuurlijk land ophogen</p> </div> <div data-bbox="121 1265 373 1456"> <p>Z5d - Buitendijks natuurlijk land ophogen</p> </div>	<p>Onder deze bouwsteen staan inrichtingsconcepten centraal waarbij kustzones en uiterwaarden op basis van natuurlijke processen hoger worden door opslibbing (dus geen zand).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Buitendijks gaat het om vooroevers, intergetijdengebieden (Z5D, Z5C) en uiterwaarden van de rivieren.</li> <li>• Binnendijks gaat dit om inrichtingsconcepten als wisselpolders (Z5a) en dubbele dijken (Z5B).</li> </ul> <p>Kustsuppleties met zand (Z1) is een aparte bouwsteen.</p> <p><b>Omschrijving vooroevers (kwelders, schorren en slibvlakten Z5D)</b>          Vooroevers met en zonder begroeiing (kwelders en schorren) en slibvlakten dragen bij aan een de stabiliteit van de waterkering. Deze zones kunnen periodiek overstroomd en hoger worden door het invangen van slib en zand. Dit proces wordt gestimuleerd bij aanwezigheid en ontwikkeling van vegetatie. De vegetatie reduceert tevens de golfkracht op het dijklichaam (Bouw et al., 2020). De bijdrage aan waterveiligheid is vooral bestudeerd in estuaria. Maar er zijn ook voorbeelden in het IJsselmeer (Vooroever Wervershoof) (LNV, 1990).</p> <p><b>Omschrijving getijddepark/intergetijdengebieden (Z5C)</b>          Intergetijdengebieden kenmerken zich door o.a. een dynamisch patroon van land en water met getijdendynamiek waarin zandplaten droogvallen en inunderen en geulen dichtslibben of juist uitdiepen afhankelijk van seizoen en locatie. Er zijn zoet-zout gradiënten door de interactie tussen rivier en zee. De dynamiek leidt tot een grote diversiteit in habitat en daarom zijn intergetijdengebieden ook hotspots voor biodiversiteit. Getijdenparken maken gebruik van deze dynamiek, maar zijn door de mens aangelegd, ingericht op o.a. recreatief gebruik en zijn veel kleiner van schaal. Een voorbeeld in Nederland is het Getijdenpark Brienenoord.</p> <p><b>Dubbele dijk en wisselpolder (binnendijks) (Z5A,B)</b>          Een combinatie van een voorliggende en achterliggende dijk. Deze vormen samen een primaire kering, al ligt die taak in het bestaande voorbeeld in Groningen vooral bij de voorliggende dijk. Het andere doel van de dubbele dijk, vooral relevant voor 'meebewegen', is het inlaten van zeewater tijdens vloed om slib in te vangen en het land daardoor op natuurlijke wijze op te hogen. De voornaamste functie van de achterliggende dijk is te voorkomen dat dit water het achterland in stroomt.</p> <p><b>Uiterwaarden</b>          Het directe effect van zeespiegelstijging op de rivier is een toename van het waterniveau aan de benedenstroomse zijde van de rivier als gevolg van het terugstuwen door zeewater. Om terug te keren naar de evenwichtsconditie van de rivier, zal dit leiden tot een aggradatiegolf, een verhoging van de bodem van de rivier die ontstaat door de ophoping van sedimenten. Dit heeft verschillende effecten zoals een afname van het rivier verhang en een oostwaartse verplaatsing van zee invloed en bodemerrosie. Het gevolg hiervan is dat een deel van het sediment daardoor de kust niet meer zal bereiken. Bij 2 m zeespiegelstijging zullen de uiterwaarden vaker onder water staan. Bij 5 m zeespiegelstijging zal een groot deel van de uiterwaarden permanent onder water staan en meestroomd met de rivier. De stroomsnelheid boven de hogere uiterwaarden is lager dan in de diepere rivierbedding. Hier zal langdurig sedimentatie optreden, maar de groei van de bodem zal langzaam gaan omdat de Rijn weinig sediment bevat. Niettemin</p>
---	--

	<p>zullen nevengeulen dichtslibben en ontstaan alom sedimentatie patronen zoals die nu op beperkte schaal in de Kleine Noordwaard te vinden zijn.</p>
<p>Schets/plaatje/illustratie</p>	<div data-bbox="459 407 1104 810"> <p>Traditionele dijk</p>  <p>Dijk met schor / kwelder</p>  <p>Dubbele dijk met Wisselpolder</p>  </div> <p><b>Figuur 1</b> De deelbouwsteen 'de schor en kwelder' (vooroever) en het dubbele dijkconcept met wisselpolder conceptueel uitgelegd (Van Belzen e.a., 2021)</p> <div data-bbox="466 945 1082 1339">  </div> <p><b>Figuur 2</b> Getijdepark Brienenoord (20 hectare), artist impressie. [...]</p> <div data-bbox="459 1429 1066 1774">  </div> <p><b>Figuur 3</b> Dubbele dijk en wisselpolder (Van Belzen e.a., 2021)</p>
<p>Doel</p>	<p>Wanneer vooroevers, intergetijdengebied (slibvlakten, platen) en (binnendijkse) wisselpolders in de loop der tijd opslibben (hoger worden), dan wordt een deel van de waterveiligheidsopgave, veroorzaakt door zeespiegelstijging gemitigeerd. De aanpak draagt daarnaast bij aan het ecologisch functioneren van onze kust en estuaria.</p>
<p>Implementatie</p>	<p>Binnen het perspectief 'Meebewegen' zijn keuzes nodig over de functies, noodzaak en beheer van de dammen (Oosterscheldekering, de Maeslantkering, de Grevelingendam, Lauwersmeer en Afsluitdijk) als op lange termijn (ook na 2050) ingestoken wordt op het</p>


meegroeien van de delta met de zeespiegelstijging met die hier omschreven sedimentatieprocessen met behoud van de huidige waterveiligheid;  
 In de oplossingsrichting 'meebewegen' is de strategie gericht op het zoveel mogelijk sediment vasthouden langs de hele kust, voordelta, estuaria, rivieren en Noordzee tezamen om tot een maximale meegroeicapaciteit te kunnen komen.

**Hoeveel tijd is er nodig om voor te bereiden / effectief te worden?**

<b>SUB-BOUWSTEEN</b>	<b>Vorbereid tijd</b>	<b>Beheer</b>
Vooroevers handhaven (Z5D)	n.v.t.	Bij snellere zeespiegelstijging is ondersteuning van natuurlijke processen nodig (suppleties)
Vooroevers uitbreiden (Z5D)	Randvoorwaarden op orde te brengen t.b.v. natuurlijke processen zal tijd vragen.	Zie boven.
Getijdenpark aanleggen (Z5C)	3-6 jaar	Getijdenparken hebben vooral een recreatieve en ecologische functie.
Getijdengebied handhaven (Z5C)	n.v.t.	Bij snellere zeespiegelstijging is ondersteuning van natuurlijke processen nodig (suppleties)
Getijdengebied uitbreiden (Z5C)	Randvoorwaarden op orde te brengen t.b.v. natuurlijke processen zal tijd vragen.	Zie boven
Dubbele dijken aanleggen (Z5A)	>> 6jaar. Dit zijn grote landschapsveranderingen die meer zijn dan een dijkversterking en ook o.a. grondaankoop vragen	Het aantal km te onderhouden dijklichamen verdubbeld theoretisch als alle primaire keringen door dubbele dijken worden vervangen. In de praktijk zal de toename geen verdubbeling zijn omdat de bouwsteen niet overal wordt toegepast.
Wisselpolders (Z5A)	>> 6 jaar. Grondposities moeten eerst herkaveld worden voordat een wisselpolder realiseerbaar is.	Het beheer wordt door private partijen gedaan, afwisselend voor voedselproductie en natuur. Hieraan wordt een verdienmodel gekoppeld.

Op basis van berekeningen die NIOZ en UU hebben gedaan aan dubbele dijken en schorontwikkeling in de Zeeuwse Delta komen deze instituten tot een omslagpunt net onder de 2 m ZSS in 2100 voor 'hold de lijn'/vasthouden open" (Van Belzen e.a., 2021). Deze instituten houden een veilige bovengrens aan van 1,5 m waarbij zeespiegelstijging niet te snel gaat en deze op natuurlijk wijze mee kunnen groeien (mits er voldoende sediment beschikbaar is).

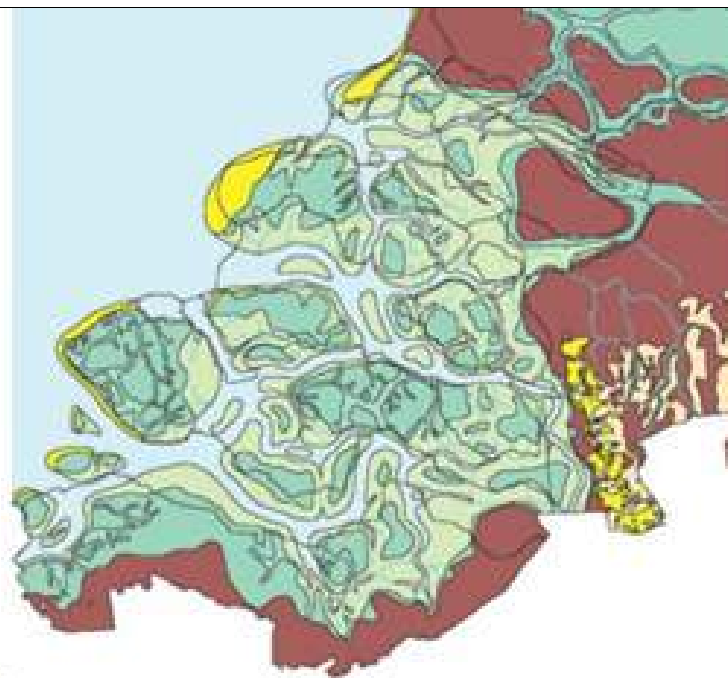
Met interventies (de natuur een handje helpen) kunnen dit type oplossingen ook nog toegepast worden bij een hogere (in meters) of snellere zeespiegelstijging (in mm per jaar).  
 Bij een ZSS van 5 m kan met alleen NBS de huidige kustlijn dus niet gehandhaafd blijven en zal de kustlijn dan op een andere plaats komen te liggen. Op deze nieuwe kustlijn kunnen de omschreven bouwstenen natuurlijk wel een bijdrage leveren.

<p>Omvang</p>	<p><u>Vooroevers (kwelders en schorren)</u>                  In de breedte is langs de Nederlandse kusten en de estuaria buitendijks bij opslibbing van vooroevers (kwelders, schorren) geen extra ruimte nodig (bestaand oppervlaktewater wordt ondieper). De morfologie binnen het waterlichaam verandert wel, door opslibbing vindt er verondieping plaats. Wanneer vooroevers een waterkerende functie hebben wordt de breedte van de juridisch vastgestelde waterkering groter.</p> <p><i>Hoogte:</i> bij vooroevers is minder dijkverhoging nodig als de vooroevers onderdeel zijn van de waterkering. Wanneer de vooroever geen onderdeel is van de waterkering dan is dat voordeel er niet.</p> <p><i>Lengte:</i> de delen van de Nederlandse kust zonder Duinen (Noord-Nederland), de oevers van de open estuaria (Westerschelde, Eems-Dollard), de zuidzijde van de Waddeneilanden. Dit is in km kustlengte uit te drukken. De oppervlakte van de bestaande schorren en kwelders in Nederland is circa 10.000 ha (areaal kaartje hieronder).</p>  <p><b>Figuur 4</b> Overzicht van het huidige areaal schorren en kwelders in Nederland (Van Belzen e.a., 2021).</p> <p><u>Binnendijkse wisselpolders</u>                  Bij de aanleg van wisselpolders en een dubbele dijk is er op land extra areaal nodig voor waterveiligheid, maar dit kan gecombineerd worden met andere functies. Bij een dubbele dijk hoeft de primaire kering minder hoog te zijn, want de tweede dijk draagt ook bij aan de waterveiligheid. Dit is afhankelijk van de ontwerputgangspunten</p>				
<p>Toepasbaarheid</p>	<p>Gebied</p>	<p>Knikpunt snelheid ZSS meegroei</p>	<p>Knikpunt ZSS</p>	<p>Toelichting uit bron</p>	<p>Bron</p>
<p>Westelijke Waddenzee (intergetijde)</p>	<p>5-10 mm/jr.</p>	<p>&lt;2m  Tot max 2100 meegroeien? (o.b.v. KNMI2014)</p>	<p>Westelijke Waddenzee (dieper, meer geulen) kan 50 tot 100cm per eeuw bijbenen.</p>	<p>(<a href="#">Wang et al. 2018</a>)</p>	
<p>Oostelijke Waddenzee (intergetijde)</p>	<p>&gt;10 mm/jr?</p>	<p>Tot 2m?  Tot NA 2100 kan dit deel meegroeien</p>	<p>Berekeningen suggereren dat bij een versnelde ZSS tot 17 mm/jr. areaal en hoogteverlies van Wadplaten plaatsvindt, het meest in het westelijk deel.</p>	<p>(<a href="#">Huismans et al. 2022</a>)</p>	
<p>Kust westelijke Waddenzee (Friesland)</p>	<p>6-7 mm/jr</p>	<p>? &lt;&lt;5m</p>	<p>Bij een ZSS van 5 meter zullen de kwelders verdwijnen.</p>	<p>(<a href="#">Wang et al. 2018</a>)</p>	



	Kust oostelijke Waddenzee (Friesland & Groningen)	>10 mm/jr.	2m?	Tot 2 meter ZSS zijn er kwelders.	( <a href="#">Huismans et al. 2022</a> ) ( <a href="#">Wang et al. 2018</a> )																																																																							
	Kust Eems-Dollard		2m?	Meer meegroei-capaciteit dan Waddenzee door meer aanwezig slib e.d.	check																																																																							
	Intergetijdezone Eems-Dollard																																																																											
	Intergetijdezone Westerschelde																																																																											
	Kust Westerschelde (vooroever)																																																																											
	Intergetijdezone Oosterschelde																																																																											
	Vooroevers Oosterschelde																																																																											
	Vooroever (kwelders, schorren)	0.5 mm/jr.		Algemeen kengetal	( <a href="#">Haasnoot et al. 2022</a> )																																																																							
	Rivier (uiterwaard)	laag		De sedimentbeschikbaarheid van de Nederlandse rivieren is laag.	( <a href="#">Cox et al. 2022b</a> ; <a href="#">Cox et al. 2022a</a> )																																																																							
Effectiviteit	<p>Opslibmaatregelen zijn het effectiefst als de meegroei-snelheid van de vooroevers/intergetijdengebied gelijk is aan of groter is dan de snelheid van de zeespiegelstijging. In de tabel (zie boven) staan de meegroei-snelheden zoals bekend uit de wetenschappelijke literatuur. In de nieuwe KNMI 2023 scenario's worden kengetallen gegeven voor de snelheid van zeespiegelstijging per scenario (Bijlage 1). In het meest extreme KNMI-scenario (Hd-2100) is het tempo van de zeespiegelstijging 6-23 mm per jaar. In dit scenario is zal de zeespiegelstijging sneller zijn dan de opslibbing. In alle scenario's (Ld, Ln, Hd, Hn) zijn deze maatregelen effectief tot 2050 en 2100. De inrichtingsconcepten uit deze bouwsteen zijn dus 'no regret' tot en met 2050.</p> <p>In de gesloten estuaria (o.a. Oosterschelde, Grevelingen, Haringvliet) kunnen dit type bouwstenen onvoldoende meegroeien met de zeespiegelstijging, tenzij deze open of open/afsluitbaar worden (Mulder e.a., 2019).</p>																																																																											
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th></th> <th>Current</th> <th>RCP 4.5 lower-value 2020-2050</th> <th>RCP 4.5 upper-value 2020-2050</th> <th>RCP 4.5 lower-value 2050-2100</th> <th>RCP 4.5 upper-value 2050-2100</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SLR (mm/year)</td> <td></td> <td>2</td> <td>6</td> <td>12</td> <td>17</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td rowspan="7">Nourishment amount (x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/year)</td> <td>Coastal fundament</td> <td>13.6</td> <td>40.8</td> <td>66.6</td> <td>88.1</td> <td>144.0</td> </tr> <tr> <td>Wadden Sea</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>15.0</td> <td>27.5</td> <td>60.0</td> </tr> <tr> <td>Western Scheldt</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Eastern Scheldt</td> <td>0.7</td> <td>2.1</td> <td>4.2</td> <td>6.0</td> <td>10.5</td> </tr> <tr> <td>Lake Veere</td> <td>0.1</td> <td>0.2</td> <td>0.5</td> <td>0.7</td> <td>1.2</td> </tr> <tr> <td>Grevelingen</td> <td>0.3</td> <td>0.8</td> <td>1.7</td> <td>2.4</td> <td>4.2</td> </tr> <tr> <td>Haringv.-Hollands D.</td> <td>0.2</td> <td>0.6</td> <td>1.2</td> <td>1.7</td> <td>3.0</td> </tr> <tr> <td>Southwest Delta total (x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>)</td> <td></td> <td>1.3</td> <td>3.8</td> <td>7.6</td> <td>10.7</td> <td>18.9</td> </tr> <tr> <td>Total (x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>)</td> <td></td> <td>14.9</td> <td>44.6</td> <td>89.2</td> <td>126.3</td> <td>222.9</td> </tr> </tbody> </table>							Current	RCP 4.5 lower-value 2020-2050	RCP 4.5 upper-value 2020-2050	RCP 4.5 lower-value 2050-2100	RCP 4.5 upper-value 2050-2100	SLR (mm/year)		2	6	12	17	30	Nourishment amount (x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /year)	Coastal fundament	13.6	40.8	66.6	88.1	144.0	Wadden Sea	0.0	0.0	15.0	27.5	60.0	Western Scheldt	0	0	0	0	0	Eastern Scheldt	0.7	2.1	4.2	6.0	10.5	Lake Veere	0.1	0.2	0.5	0.7	1.2	Grevelingen	0.3	0.8	1.7	2.4	4.2	Haringv.-Hollands D.	0.2	0.6	1.2	1.7	3.0	Southwest Delta total (x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )		1.3	3.8	7.6	10.7	18.9	Total (x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )		14.9	44.6	89.2	126.3	222.9
		Current	RCP 4.5 lower-value 2020-2050	RCP 4.5 upper-value 2020-2050	RCP 4.5 lower-value 2050-2100	RCP 4.5 upper-value 2050-2100																																																																						
SLR (mm/year)		2	6	12	17	30																																																																						
Nourishment amount (x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /year)	Coastal fundament	13.6	40.8	66.6	88.1	144.0																																																																						
	Wadden Sea	0.0	0.0	15.0	27.5	60.0																																																																						
	Western Scheldt	0	0	0	0	0																																																																						
	Eastern Scheldt	0.7	2.1	4.2	6.0	10.5																																																																						
	Lake Veere	0.1	0.2	0.5	0.7	1.2																																																																						
	Grevelingen	0.3	0.8	1.7	2.4	4.2																																																																						
	Haringv.-Hollands D.	0.2	0.6	1.2	1.7	3.0																																																																						
Southwest Delta total (x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )		1.3	3.8	7.6	10.7	18.9																																																																						
Total (x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )		14.9	44.6	89.2	126.3	222.9																																																																						

	<p><i>Theoretische suppletiebehoefte Per deelgebied om meegroeien met de zeespiegelstijging mogelijk te maken bij verschillende klimaatscenario's, gebaseerd op de rekenregel (sedimenttekort = oppervlak x zeespiegelstijging). Bron: Mulder e.a., 2019</i></p> <p>Het water dat in een wisselpolder sedimenteert moet (van nature) voldoende slib en sediment bevatten. De sedimentatie condities en slibconcentratie zijn langs de kust, in rivieren en estuaria heel divers. In de rivieren is de slibconcentratie (te) laag. Sedimentatie- processen kunnen langs de kust gestimuleerd worden, maar dat betekent dat er elders (buiten Nederland) ook een slibtekort kan ontstaan waardoor daar dan de aangroei van vooroevers weer bemoeilijkt wordt. Dit is een kennislacune.</p> <p>Er zijn daarnaast ook interventies denkbaar waarmee slib en sediment dat vrijkomt bij de verdieping van o.a. vaargeulen wordt gebruikt voor de aanleg van vooroevers. In het havengebied Rotterdam gaat het om bijvoorbeeld om 15-20 miljoen m<sup>3</sup> slib en sediment per jaar dat voor dit doel te gebruiken is. De sedimentbehoefte voor de Zuidwestelijke delta is nu 1,3 miljoen m<sup>3</sup> per jaar en dit kan in de toekomst oplopen tot 7,6 miljoen m<sup>3</sup> per jaar (Roels e.a., 2022; Mulder e.a., 2019). Een deel van het slib dat op verschillende plekken wordt opgegraven is echter verontreinigd en daarom ongeschikt voor aanleg van vooroevers of wisselpolders.</p>
<p>Adaptiviteit</p>	<p>Er is een omslagpunt net onder de 2 m zeespiegelstijging in 2100 voor 'hold de lijn'/vasthouden open'' (Van Belzen e.a., 2021). Een veilige bovengrens is dan 1,5 m waarbij zeespiegelstijging niet te snel gaat en deze op natuurlijk wijze mee kunnen groeien (mits er voldoende sediment beschikbaar is).</p> <p>Wanneer keuzes gemaakt worden waarbij de huidige kustlijn weer meer open wordt bij de Zuidwestelijke Delta, dan is de verwachting dat in eerste instantie een natuurlijke estuarium systeem zal ontstaan met kreken, slikken en schorren: de Rijn-Maas monding zal verondiepen. Bij geopende zeekeringen is de hypothese dat zandtransport vanuit zee (Zuid-Noord) kan zorgen voor aanvulling van de Zeeuwse delta. Als gevolg van wisselende stroomsnelheden kunnen dan kleine eilanden ontstaan zoals in de oorspronkelijke situatie. Er ontstaat dan een waddenachtig systeem met platen (Figuur 5).</p>



*Bron: Uit presentatie Prof.dr . Piet Hoekstra  
d.d. 22 juni '23 (TFDT)*

**Figuur 5** Wat gebeurt er op lange termijn met de Zuidwestelijke Delta wanneer de verbinding tussen zee en rivier wordt hersteld: Bron: Hoekstra, 2023?

Dit beeld (Figuur 5) is nadelig voor de sedimentbalans van de Hollandse kust want de sedimentaanvoer vanuit deze rivierarm wordt immers sterk gereduceerd. Bij gesloten zeekeringen zal ook sedimentatie plaatsvinden (rivierslib), echter naar verwachting onvoldoende om de ZSS te volgen. Het Eems-Dollard bekken zou wellicht de ZSS wel kunnen volgen gezien de omvangrijke slibvracht. Dit moet nader onderzocht worden..

Met interventies (slibsuppleties, bagger en stort strategie) kan dit type oplossingen ook nog toegepast worden bij een hogere (in meters) of snellere zeespiegelstijging (in mm per jaar).

Bij een zeespiegelstijging van 5 m kan met deze bouwstenen de huidige kustlijn niet gehandhaafd blijven en zullen de kustlijn en estuaria dan op een andere plaats komen te liggen. Op deze nieuwe kustlijn kunnen de omschreven bouwstenen natuurlijk wel een bijdrage leveren.

Kosten

Te hanteren indicatoren voor kosten:

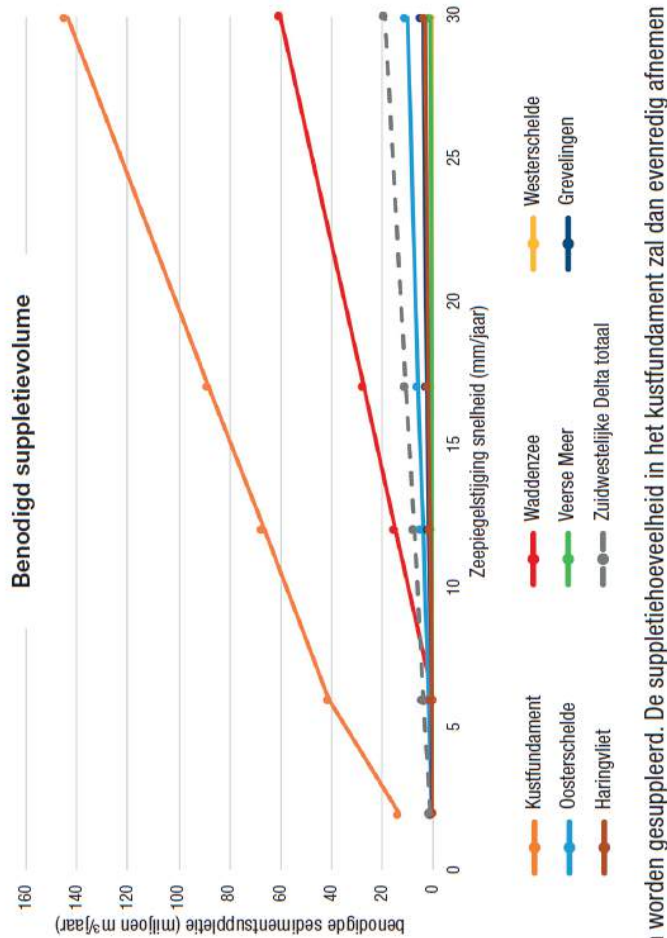
- Startinvestering, de investering van aanleg van een vooroever, getijdenpark of wisselpolder (euro's).
- Jaarlijkse kosten, onderverdeeld naar:
  - a. De verdisconteerde afschrijving (rente, afschrijftijd) van de startinvestering.
  - b. De kosten voor beheer en onderhoud. Uitgesplitst naar:
    - energiegebruik (waarvan afgeleid de CO<sub>2</sub> voetafdruk);
    - materieel (boten, baggermachines, etc.);
    - arbeid;
    - vergunning en onderzoekskosten;
    - de kosten van hergebruik slib (opslag, transport e.v.t. reiniging).
  - c. Kostenbesparingsmogelijkheden (bijv. schaaleffect bij opschaling).

	<p>d. Kostendragerschap tussen eigenaar/gebruiker, waterbeheerder en Rijk (subsidiering).</p> <p>e. Baten, in sommige studies worden deze genoemd als kostenbesparing of als positieve neven effecten.</p> <p>f. Negatieve bijeffecten. Een voorbeeld: wat betekent uitbreiding kwelderareaal voor de komberging van de Waddenzee?</p> <p>Afgeleide indicatoren:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• De kosten per hectare per jaar.</li> <li>• Kosten per kilometer dijkversterking.</li> <li>• Terugverdientijd.</li> <li>• Rendement (Doelbereik per euro investering).</li> <li>• Return of investment.</li> </ul> <p>Er zijn verschillende studies met kostenkengetallen voor wisselpolders (Van Belzen e.a., 2021), vooroevers (Vuik e.a., 2019; Veraart e.a., 2016), getijdemarkt Brienenoord (Veraart e.a., 2021) en algemene kengetallen (STERK Consultancy, 2016).</p> <table border="1" data-bbox="450 878 1284 1429"> <thead> <tr> <th></th> <th>Voorlandoplossing</th> <th>Dijkversterking</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Benodigde ingreep</td> <td>Aanleg, monitoring, en voortdurend onderhoud van kwelderwerken, of sedimentsuppletie (bij voorkeur uit uitgebaggerde geulen).</td> <td>Verhogen van de dijk, verbreden aan weerszijden, vervangen gras, asfalt en steenzetting.</td> </tr> <tr> <td>Kosten over levensduur</td> <td>Kwelderwerken: 2-4 M€ per km Suppletie voorland: 2-4 M€ per km (Vuik et al. 2019)</td> <td>Dijkverhoging: 5-15 M€ per meter verhoging per km dijk, exclusief onderhoud. (Vuik et al. 2019)</td> </tr> <tr> <td>Effect op veiligheid</td> <td>Effect normale kwelders vergelijkbaar met 0,5 m dijkhoogte. Bij kwelderwerken duurt dit tientallen jaren. Grasbekleding op dijk volstaat.</td> <td>Direct en groot effect op golfoverslag. Asfaltbekleding op dijk nodig.</td> </tr> <tr> <td>Beheer en onderhoud</td> <td>Gezamenlijk beheer en onderhoud. Gebruik maken van elkaars middelen en mogelijkheden en meerdere belangen dienen. Adaptief werken.</td> <td>Beheer en onderhoud van de dijk alleen. Geen verdere afstemming met voorlandbeheerders en -gebruikers.</td> </tr> <tr> <td>Overige baten</td> <td>Bijdrage aan natuurwaarde, recreatie en gebiedskwaliteit, mogelijkheid voor verpachten buitendijks land.</td> <td>Geen toegevoegde waarde</td> </tr> <tr> <td>Governance</td> <td>Oplossingen gezamenlijk bedenken en ontwerpen. Zoeken naar de 'win-win'.</td> <td>Oplossingen vanuit veiligheid bedenken en ontwerpen.</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>Figuur 6</b> Een vergelijking van de kosten van voorland als onderdeel van de waterkering in vergelijking tot een traditionele dijkversterking (Vuik et al., 2019)</p> <p>Financiële kengetallen uit deze studies zijn meestal gebaseerd op de huidige praktijk van de waterbouw en waterbeheer en de economische structuur van voor de COVID crisis en de Oekraïne oorlog. Deze beide externe ontwikkelingen illustreren dat het extrapoleren van bijvoorbeeld energiekosten van aanleg van een vooroever in 2020 naar een situatie in 2120 met een enorme onzekerheidsmarge gepaard gaat.</p>		Voorlandoplossing	Dijkversterking	Benodigde ingreep	Aanleg, monitoring, en voortdurend onderhoud van kwelderwerken, of sedimentsuppletie (bij voorkeur uit uitgebaggerde geulen).	Verhogen van de dijk, verbreden aan weerszijden, vervangen gras, asfalt en steenzetting.	Kosten over levensduur	Kwelderwerken: 2-4 M€ per km Suppletie voorland: 2-4 M€ per km (Vuik et al. 2019)	Dijkverhoging: 5-15 M€ per meter verhoging per km dijk, exclusief onderhoud. (Vuik et al. 2019)	Effect op veiligheid	Effect normale kwelders vergelijkbaar met 0,5 m dijkhoogte. Bij kwelderwerken duurt dit tientallen jaren. Grasbekleding op dijk volstaat.	Direct en groot effect op golfoverslag. Asfaltbekleding op dijk nodig.	Beheer en onderhoud	Gezamenlijk beheer en onderhoud. Gebruik maken van elkaars middelen en mogelijkheden en meerdere belangen dienen. Adaptief werken.	Beheer en onderhoud van de dijk alleen. Geen verdere afstemming met voorlandbeheerders en -gebruikers.	Overige baten	Bijdrage aan natuurwaarde, recreatie en gebiedskwaliteit, mogelijkheid voor verpachten buitendijks land.	Geen toegevoegde waarde	Governance	Oplossingen gezamenlijk bedenken en ontwerpen. Zoeken naar de 'win-win'.	Oplossingen vanuit veiligheid bedenken en ontwerpen.
	Voorlandoplossing	Dijkversterking																				
Benodigde ingreep	Aanleg, monitoring, en voortdurend onderhoud van kwelderwerken, of sedimentsuppletie (bij voorkeur uit uitgebaggerde geulen).	Verhogen van de dijk, verbreden aan weerszijden, vervangen gras, asfalt en steenzetting.																				
Kosten over levensduur	Kwelderwerken: 2-4 M€ per km Suppletie voorland: 2-4 M€ per km (Vuik et al. 2019)	Dijkverhoging: 5-15 M€ per meter verhoging per km dijk, exclusief onderhoud. (Vuik et al. 2019)																				
Effect op veiligheid	Effect normale kwelders vergelijkbaar met 0,5 m dijkhoogte. Bij kwelderwerken duurt dit tientallen jaren. Grasbekleding op dijk volstaat.	Direct en groot effect op golfoverslag. Asfaltbekleding op dijk nodig.																				
Beheer en onderhoud	Gezamenlijk beheer en onderhoud. Gebruik maken van elkaars middelen en mogelijkheden en meerdere belangen dienen. Adaptief werken.	Beheer en onderhoud van de dijk alleen. Geen verdere afstemming met voorlandbeheerders en -gebruikers.																				
Overige baten	Bijdrage aan natuurwaarde, recreatie en gebiedskwaliteit, mogelijkheid voor verpachten buitendijks land.	Geen toegevoegde waarde																				
Governance	Oplossingen gezamenlijk bedenken en ontwerpen. Zoeken naar de 'win-win'.	Oplossingen vanuit veiligheid bedenken en ontwerpen.																				
<p>Positieve neveneffecten</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De koppelkansen van waterveiligheid met natuurontwikkeling en verbetering van de kwaliteit van onze leefomgeving zijn evident.</li> <li>• Er zijn ook kostenreducties mogelijk voor het beheer en onderhoud van onze kustverdediging (vooroevers) en vaargeulen (hergebruik slib) tot 2050. Wanneer de zeespiegelstijging na 2050 versneld of boven de 2 m komt zal dit positieve neveneffect vermoedelijk verdwijnen omdat er dan extra beheer (suppleties) nodig is om de vooroevers en intergetijdengebieden te handhaven. Het omslagpunt van kostenbesparing naar kostenverzwaring verschilt per KNMI-scenario en gebied.</li> </ul>																					
<p>Negatieve neveneffecten</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De filosofie achter deze bouwstenen leidt altijd tot een verbreding van de kustzone. Er is dus meer ruimte nodig om met natuurlijke processen de waterveiligheid te kunnen handhaven bij stijgende zeespiegelstijging. De landeigenaren in de verbrede kustzone zullen dus ofwel in bedrijfsprofiel ofwel van locatie moeten veranderen.</li> </ul>																					

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deze transitie zal zeker bij aanvang een financiële inspanning vragen van de landeigenaren in de verbrede kustzone (met name de agrarische sector), verkoop van grond of het stoppen of verplaatsen van bedrijven. Op termijn komen daar baten voor terug. Er zullen winnaars en verliezers zijn.</li> </ul>
Onderzoeksvragen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Is er genoeg slib in de rivieren, estuaria, intergetijdengebieden en kust om op al deze locaties opslibbing met vooroevers, intergetijdengebied, uiterwaarden en wisselpolders te realiseren in Nederland en overige kustzones langs dit deel van de Noordzee?</li> <li>• Bij welke zeespiegelsnelheid (in mm/jr.) zijn aanvullende ingrepen nodig (slib of zandsuppleties) om het natuurlijke groeiproces van vooroevers, intergetijdengebied, uiterwaarden en wisselpolders mee te laten groeien met de zeespiegelstijging?</li> <li>• Hoe kunnen koppelkansen met ecologie, recreatie en wonen gerealiseerd worden?</li> <li>• Hoe kan de opening van de wisselpolder geoptimaliseerd kan worden teneinde een verhoogde groeisnelheid te realiseren (Weisscher et al., 2022)?</li> </ul>
Referenties	<p>Bessembinder, J., R. Bintanja, R. van Dorland, C. Homan, B. A. Overbeek, F. Selten, and P. Siegmund. 2023. KNMI'23 klimaat scenario's voor Nederland. KNMI.</p> <p>Bouw, M., E. van Eekelen, H. Nieboer, F. van der Goot, L. Sittoni, C. de Wilde, M. J. Baptist, M. de Vries, S. Ouwerkerk, F. de Jong, A. Kangeri, S. Moons, S. Kok, J. de Vries, J. Shapiro-Kline, and H. Ovink. 2020. Building with Nature - Creating, implementing and upscaling Nature-based Solutions. M. Bouw and E. van Eekelen (eds.). stichting Ecoshape, Dordrecht.</p> <p>Cox JR, Leuven JRFW, Pierik HJ, van Egmond M, Kleinmans MG (2022a) Sediment deficit and morphological change of the Rhine–Meuse River mouth attributed to multi-millennial anthropogenic impacts. <i>Continental Shelf Research</i> 244:104766.</p> <p>Cox JR, Lingbeek J, Weisscher SAH, Kleinmans MG (2022b) Effects of Sea-Level Rise on Dredging and Dredged Estuary Morphology. <i>Journal of Geophysical Research: Earth Surface</i> 127 (10): e2022JF006790.</p> <p>Haasnoot M, Diermanse F, Winter G, Huismans Y, Kwadijk J, Aerts JCJH, van der Brugge R, de Winter R, Stuparu D, Klijn F, Asselman N, de Jong J, de Bruijn K, de Vet L, Taal M, Vermaas T, Van Maren B, Bing Wang Z, Elias E, van der Spek A, Dijkstra JT, Mosselman E, Sloff K, Van Wesenbeeck B, Herman PMJ, Huisman B, Blaauw J (2022) Analyse van bouwstenen en adaptatiepaden voor aanpassen aan zeespiegelstijging in Nederland. vol 11208062-005-BGS-001. Deltares, Delft.</p> <p>Huismans Y, van der Spek A, Lodder Q, Zijlstra R, Elias E, Wang ZB (2022) Development of intertidal flats in the Dutch Wadden Sea in response to rising sea level: Spatial differentiation and sensitivity to the rate of sea level rise. <i>Ocean &amp; Coastal Zone Management</i>.</p> <p>LNV. 1990. Informatienotie - Natuurontwikkelingsproject IJsselmeeroevers - Onderdijk. Den Haag, p. 46.</p> <p>Mulder, J. P. M. (2019). Zandsuppletie en zandwinning bij een versnelde zeespiegelstijging. Notitie Mulder Coastal Consultancy i.o.v. WNF, 11 maart 2019, 13 p.</p> <p>Roels, B., T. Deggeller, J. van Belzen, M. G. Kleinmans, and M. J. 2022. Naar een sedimentstrategie voor de Zuidwestelijke Delta - Wat is er nodig om mee te groeien met de zee. <i>Water Governance</i>.</p> <p>Sterk Consulting. 2014. Besparingspotentieel 'Bouwen met natuur' Verkenning van het besparingspotentieel. Coalitie Natuurlijke Klimaatbuffers, Leiden, p. 23.</p> <p>Van Belzen, J., G. U. Rienstra, and T. J. Bouma. 2021. Dubbele dijken als robuuste waterkerende landschappen voor een welvarende Zuidwestelijke Delta. NIOZ Royal Netherlands Institute for Sea Research, Yerseke, p. 99.</p> <p>Veraart, J. A., S. E. Werners, M. Tangelder, A. M. E. Groot, M. de Bel, and J. P. M. Mulder. 2016 Vooroeversuppleties in de Oosterschelde - Meerwaarde voor ecologie, economie en waterveiligheid. <i>Landschap</i> 3: 142-151.</p>

	<p>Veraart, J. A., R. De Boer, and K. De Bruin. 2021. Gebruik kennis over economische waarden van natuur en ecosystemendiensten bij besluitvorming en ontwerp van natuurherstel- en ontwikkelingsprojecten - lessen geleerd uit LIFE IP Deltanatuur Wageningen Environmental Research, Wageningen, p. 33.</p> <p>Vuik, V., B. Jonkman, P. W. J. M. Willemsen, B. W. Borsje, S. K. H. Janssen, L. M. Hermans, and T. J. Bouma. 2019. Voorlanden voor Hoogwaterbescherming. H2O Magazine - Water Matters September 2019: 7-9.</p> <p>Wang Z, Edwin E, van der Spek A, Quirijn L (2018) Sediment budget and morphological development of the Dutch Wadden Sea - Impact of accelerated sea-level rise and subsidence until 2100. Netherlands Journal of Geosciences -Geologie en Mijnbouw 97 (3):183-214. doi:10.1017/njg.2018.8</p> <p>Weisscher, S. A. H., A. W. Baar, J. van Belzen, T. J. Bouma, and M. G. Kleinans. 2022. Transitional polders along estuaries: Driving land-level rise and reducing flood propagation. Nature-Based Solutions 2: 100022.</p>
--	--

**Bijlage 1 Kengetallen sedimentbehoefte bij verschillend tempo van Zeespiegelstijging, kerncijfers van de nieuwe KNMI 2023 scenario's over zeespiegelstijging en kansencarten dubbele dijken**



Afbeelding 3. Benodigde suppletievolumes voor verschillende zeespiegelsnelheid stijgingen, uitgaande van “oppervlakte x zeespiegelstijging” (gebaseerd op Mulder, 2019). Sediment voor de Westerschelde wordt vanuit het kustfundament aangevoerd, evenals een deel van het sediment voor de Waddenzee. Voor de Waddenzee zijn echter bij stijgingssnelheden >6 mm per jaar ook lokaal suppleties nodig omdat het transport vanuit de kust niet voldoende zal zijn. Niet alle factoren zijn in deze berekening meegenomen; voor de getijdebekkens zal het benodigde sediment in werkelijkheid hoger uitvallen. ment voldoende is om ook de deel-systemen te voeden. Bij hogere stijgsnelheden is dat voor de Waddenzee niet meer het geval en zal een deel van het sedimenttekort binnen de Waddenzee zelf moeten worden gesuppleerd. De suppletiehoeveelheid in het kustfundament zal dan evenredig afnemen

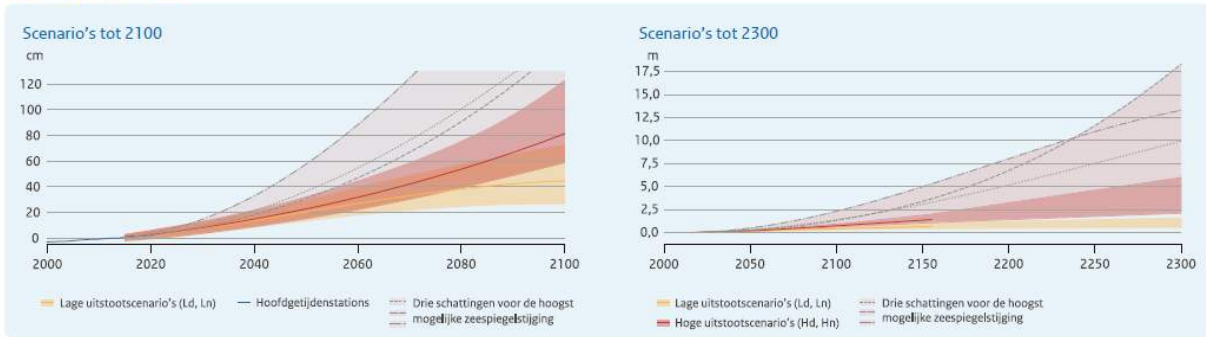
Mulder, J. P. M. (2019). Zandsuppletie en zandwinning bij een versnelde zeespiegelstijging. Notitie Mulder Coastal Consultancy i.o.v. WNF, 11 maart 2019, 13 p.

### Kerncijfers zeespiegelstijging KNMI 2023

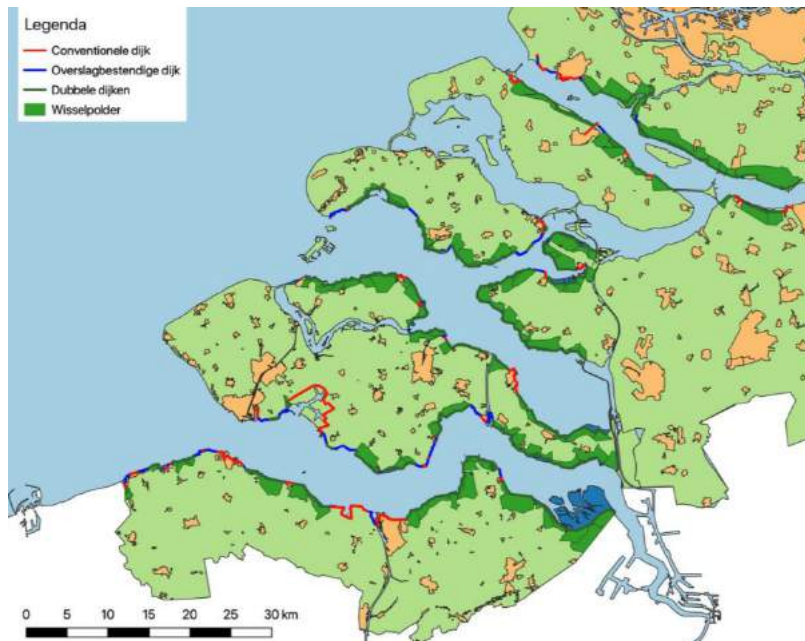
Bron: Bessembinder, J., R. Bintanja, R. van Dorland, C. Homan, B. A. Overbeek, F. Selten, and P. Siegmund. 2023. KNMI'23 klimaat scenario's voor Nederland. KNMI, de Bilt.

Downloadbaar op: <https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/achtergrond/knmi-23-klimaatscenario-s>

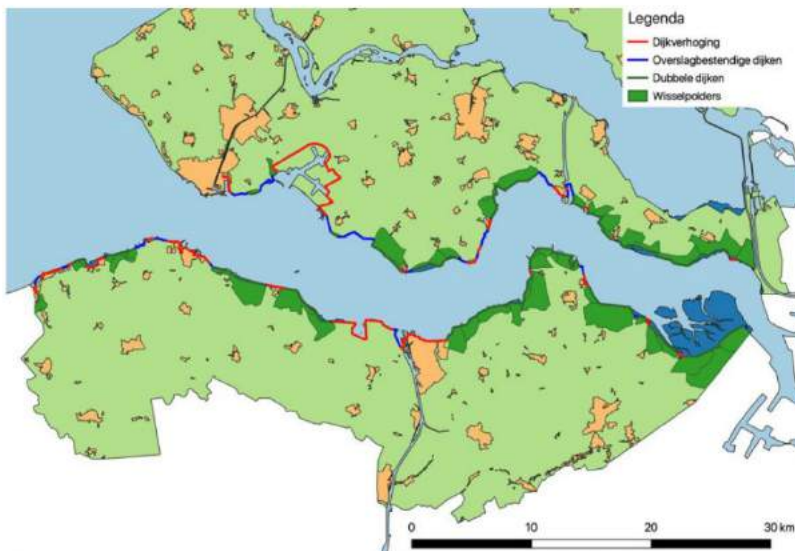
#### Zeespiegel bij Nederland



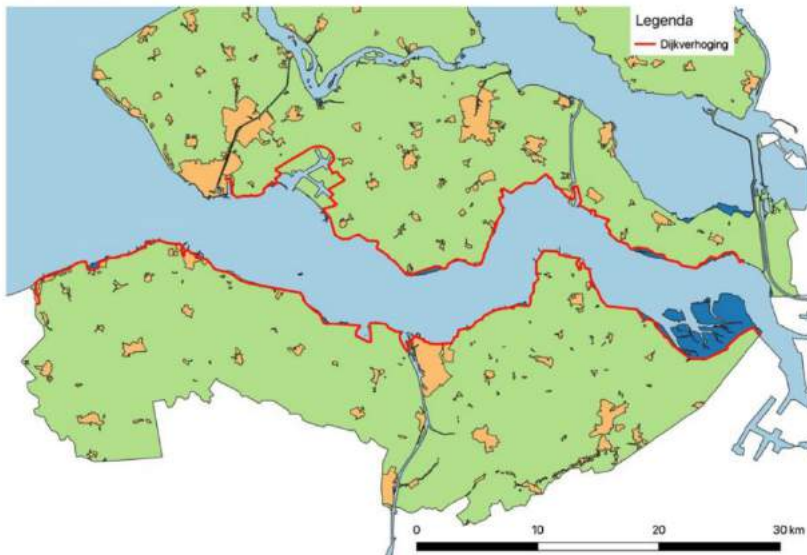
### Kansenkaart Dubbele dijken (Van Belzen e.a., 2021)



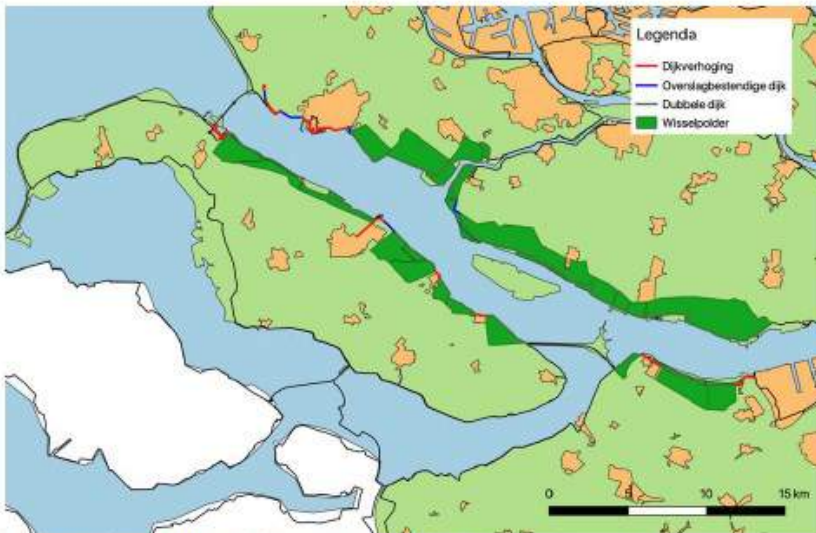




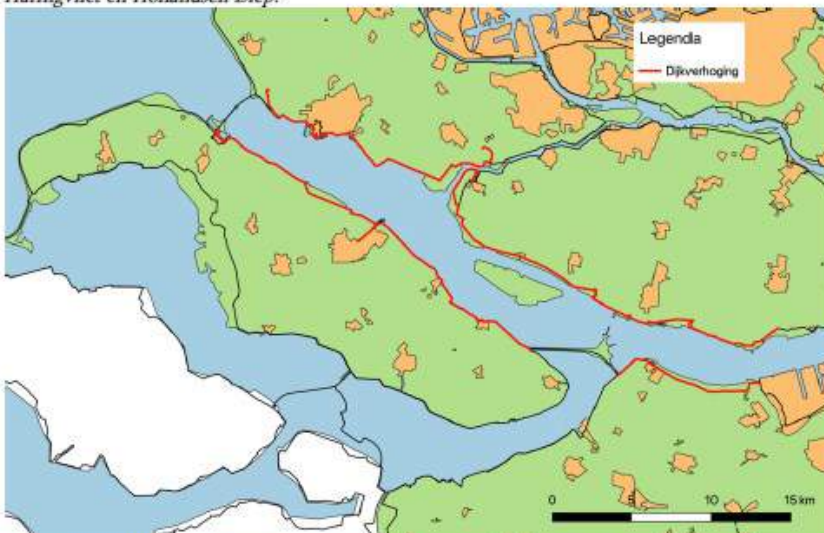
Figuur 3.3. Grootschalige implementatie van Dubbele Dijken (DD) scenario langs oevers Westerschelde.



Figuur 3.4. Conventioneel scenario van dijkverhoging (CV) langs oevers Westerschelde.


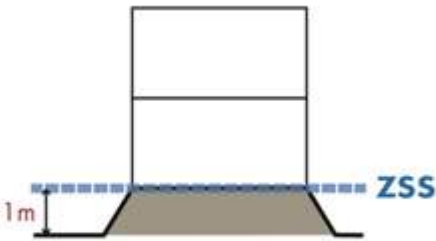


*Figuur 4.4. Grootschalige implementatie van Dubbele Dijken (DD) scenario langs oevers Haringvliet en Hollandsch Diep.*



*Figuur 4.5. Conventioneel scenario van dijkverhoging (CD) langs oevers Haringvliet en Hollandsch Diep.*

## Bouwsteen Z6 Kunstmatig land ophogen (megaterp)

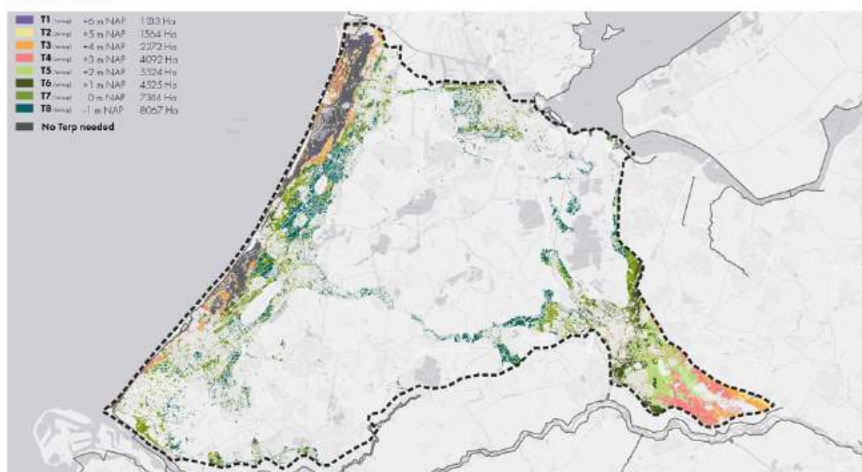
<p>Omschrijving</p>  <p>Z6 - Kunstmatig land ophogen</p>	<p>Verhoogd bouwen kan op een aantal manieren: door gebouwen individueel te verhogen (bv. op palen), of, voor, zeker voor groepen van gebouwen of gebieden, op terpen of eilanden. Daarnaast geldt ophogen als een belangrijke bouwsteen voor kritische infrastructuur.</p>
<p>Schets/plaatje/illustratie</p>	
<p>Doel</p>	<p>Ophogen kan met verschillende doelstellingen worden gedaan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Door de hoogte van de vloeren waarop geleefd wordt boven het vloedniveau te houden, worden levens en bezit beschermd. Dit betekent dat verhogen, indien het gebruikt wordt als primaire maatregel tegen overstromingsrisico, minimaal 5 m boven zeeniveau geldt vanwege stormopzet en golfslag.</li> <li>• Indien het gebruikt wordt als maatregel tegen overstroming bij instandhouden van de zeekeringen kan de aanleghoogte aanmerkelijk lager zijn. In het laatste geval kan het mogelijk gecombineerd worden met het aanpassen van de bouwhoogte zodanig dat verticale evacuatie mogelijk is.</li> <li>• Een derde optie is ophogen te gebruiken om binnen een gebied hoogteverschil te realiseren zodat in het overig gebied kan worden ingezet als waterberging tegen wateroverlast. Dan heeft ophogen dus geen functie vanuit waterveiligheid.</li> </ul> <p>Voor kritische infrastructuur geldt dat ophogen een goed middel is om de continuïteit van functioneren te borgen.</p>
<p>Implementatie</p>	<p>Mogelijkheden voor ophogen worden sterk bepaald door de gekozen doelstelling, draagkracht van de ondergrond, benodigde hoogte en beschikbaarheid van ophoogmateriaal.</p> <p>Bij zeer grootschalig ophogen kan gedacht worden aan het winnen van zand in zee, transporteren via pijpleiding en opspuiten ter plaatse. Bij kleinschaliger ophogen kan lokaal naar mogelijkheden worden gezocht waarbij schepen en vrachtwagens kunnen worden ingezet.</p> <p>Om grotere gebieden op te hogen is een juiste timing van de maatregel belangrijk. Wanneer er een grootschalige functieverandering plaatsvindt zoals nieuwbouw of grootschalige renovatie aan de orde is, is dat het moment gebieden integraal op te hogen (inclusief openbare ruimte en voorzieningen).</p> <p>Wanneer de aanleghoogte wordt bepaald, leg je daarbij ook het gebied weer voor lange tijd vast.</p>
<p>Omvang</p>	<p>De totale hoeveelheid nieuwbouwproductie per jaar is hooguit 80.000 woningen (2022). Een groot gedeelte daarvan vindt plaats in bestaand stedelijk gebied, waar ophogen lastig is (zeker als het geldt als primaire maatregel: de verschillen in aanleghoogte nemen</p>

dan al snel toe – voor een gebied dat nu op NAP ligt geldt een benodigde aanleghoogte van meer dan 10 m bij 5 m zeespiegelstijging).

De capaciteit van onbebouwde gebieden binnen laag Nederland die relatief hoog liggen voor het gebruik van terpen als primaire maatregel tegen overstromingsrisico (bijvoorbeeld hoger dan NAP, zodat bij 5 m ZSS de maximale hoogte 10 m is), is nu groter dan 25.000 ha. Dat is voldoende voor enkele miljoenen woningen in de dijkringen 14/44 alleen.

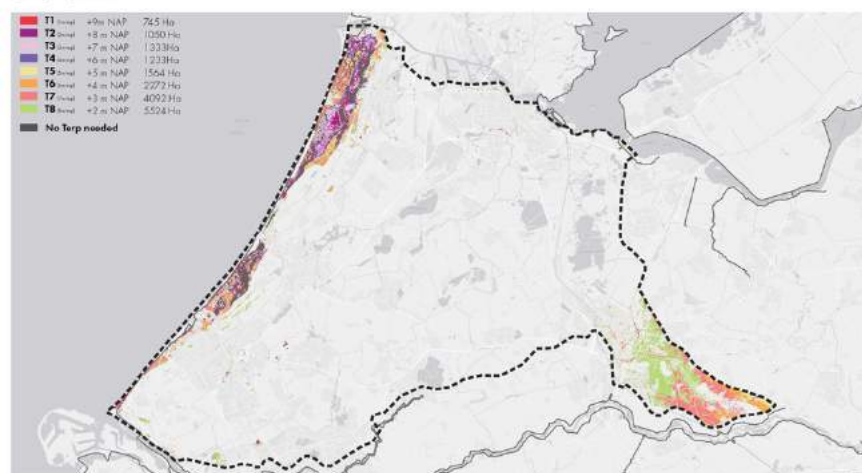
### Maatregel - Bouwen op Terp, zonder bescherming - Dijkkring 14/44

#### 2M SLR



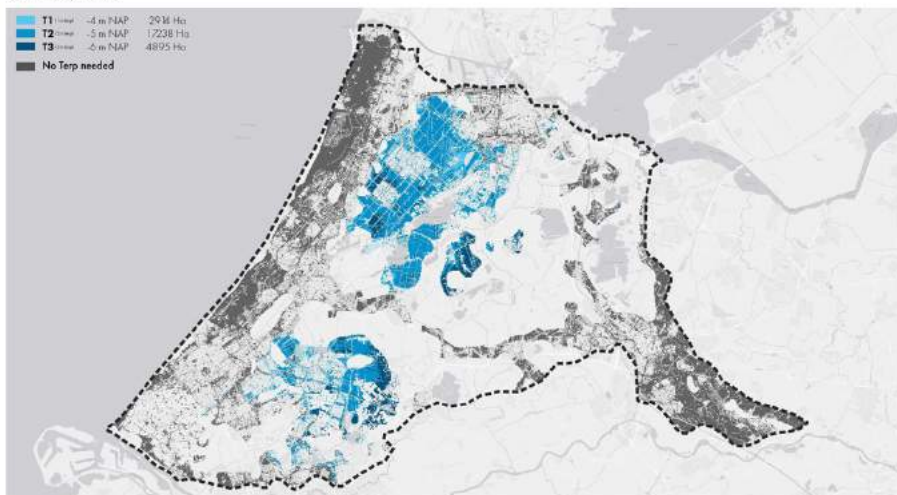
### Maatregel - Bouwen op Terp, zonder bescherming - Dijkkring 14/44

#### 5M SLR

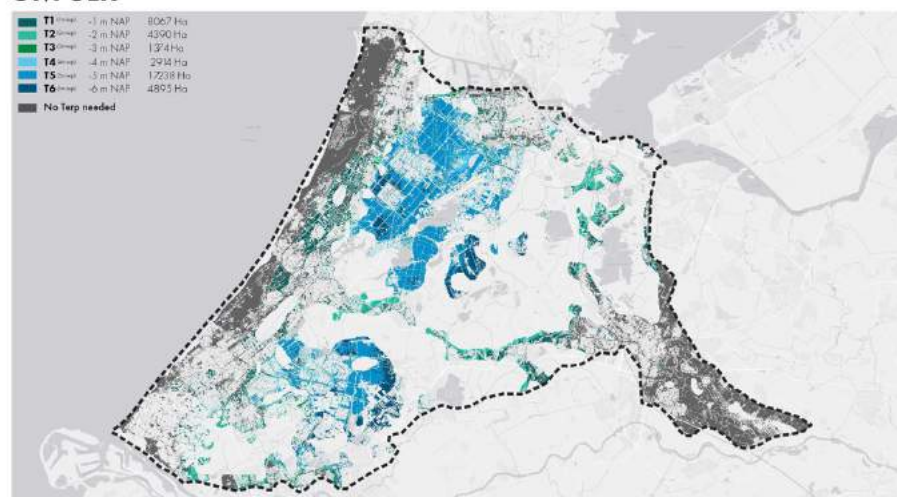


Bij het gebruik van ophogingen of terpen als secundaire maatregel in te vernatten gebieden en om het overlijdensrisico te verminderen, dan wordt de capaciteit niet zozeer bepaald door de hoeveelheid beschikbaar land (bij 5 m ZSS en een maximale terphoogte van 10 m), maar eerder door de vraag hoe om te gaan met de bestaande bebouwing. Er is genoeg ruimte beschikbaar voor bouwen op terpen, maar de vraag is dan hoeveel van de bestaande bebouwing vervangen zal worden.

**Maatregel - Bouwen op Terp, met bescherming - Dijkkring 14/44**  
**2M SLR**



**Maatregel - Bouwen op Terp, met bescherming - Dijkkring 14/44**  
**5M SLR**



Tenslotte zal de omvang vooral bepaald worden door de hoeveelheid beschikbaar materiaal. Het grootschalig inzetten van terpen zal, zeker omdat er ook zand nodig zal zijn voor bijvoorbeeld het kustfundament, concurreren met ander gebruik.

Voor het ophogen van kritische infrastructuur is aanmerkelijk minder materiaal nodig. Daar geldt het zeker als een middel dat bijna als 'no-regret' gezien kan worden.











Toepasbaarheid

Verhoogd bouwen is vooral toepasbaar in Laag Nederland, zowel in de Randstad als in de overige lage delen als Friesland en Groningen, alsmede in het Rivierengebied. Indien het ingezet wordt als primaire maatregel tegen overstroming beperkt de toepasbaarheid zich, zeker bij 5 m ZS, tot de reeds hoger gelegen gebieden. In de veenweide gebieden en de diepe polders zullen de benodigde hoogtes zodanig zijn dat de bouwsteen als niet erg realistisch verondersteld moet worden. Bij het inzetten van de bouwsteen als secundaire maatregel geldt een bredere toepasbaarheid.

In alle gevallen geldt dat verhoogd bouwen vooral logisch lijkt voor nieuwbouw. Voor kritische infrastructuur geldt dat verhoogd bouwen ook bij aanpassingen aan deze infrastructuur meegenomen zou kunnen worden.

Effectiviteit	De bouwsteen is vooral effectief als secundaire maatregel. Het inzetten van verhoogd bouwen als primaire methode om overstromingsrisico te verminderen is minder effectief: de hoeveelheden materiaal zijn groot, het is daarmee kostbaar, werkt slechts in beperkte gebieden en dan vooral voor nieuwbouw. Als we internationaal kijken, naar gebieden die slechts een klein beetje boven stormvloedniveau uitsteken, zal het waarschijnlijk ook negatieve gevolgen hebben voor de leefbaarheid.
Adaptiviteit	Omdat het vooral bruikbaar is voor nieuwbouw, is het verder ophogen van eerder opgehoogd gebied lastig. Onderzocht kan worden of er bouwmethoden zijn die dat eenvoudiger maken.
Kosten	<p>Benodigde hoeveelheid zand:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zandgrond kent vrijwel geen zetting.</li> <li>• Ophogen van kleigebieden vraagt 20-30% extra ophoogmateriaal om zetting te compenseren</li> <li>• Ophogen van veengebieden is niet aantrekkelijk door zetting. 2 m ophogen betekend hier inde praktijk 3 tot 4 m zand opbrengen.</li> </ul> <p>Zandprijzen verschillen zeer sterk per regio. Doorgaans zijn kosten in Nederland tussen de 10-30 euro per m<sup>3</sup>.</p> <p>Rekenvoorbeeld:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Benodigde ophoging van kleipolder à 2 m diepte + 5 m overhoogte à 1,25 m extra opbrengen voor zetting = 8,75 m ophogen.</li> <li>• Uitgaande van 30 woningen per hectare = 330 m<sup>2</sup> per woning.</li> <li>• Totaal volume zand per woning = 330*8,75 = 2917 m<sup>3</sup>.</li> <li>• Kosten per woning = € 58.333,--.</li> </ul>
Positieve neveneffecten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Robuuste maatregel tegen overstroming.</li> <li>• Goed te combineren met waterberging in hetzelfde gebied omdat meer hoogte voor waterfluctuatie ontstaat.</li> <li>•</li> </ul>
Negatieve neveneffecten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De hoeveelheid benodigd materiaal is aanzienlijk. Dit geeft een negatieve impact op winlocatie zand.</li> </ul>
Onderzoeksvragen	Beschikbaarheid materiaal
Referenties	Terpen en ophogingen zijn van oudsher een methode om overstromingsrisico en wateroverlast te verminderen. Zie Noord Nederland en IJsseldelta, maar ook elders in de wereld (Mississippi mounds).

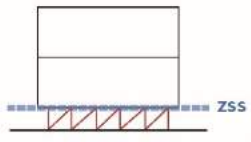
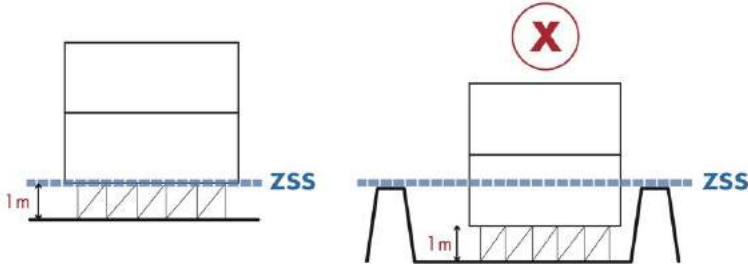

**Bouwsteen R1 Ruimte voor rivier**

<p>Omschrijving</p> 	<p>Vergroten van de afvoer en buffercapaciteit door deze meer ruimte te geven. Dit kan op verschillende manier zoals verplaatsen van zomer- of winterdijken, afgraven van uiterwaarden of verwijderen obstakels en verhogen van omringende dijken.</p>		
<p>Schets/plaatje/illustratie</p>	<p>Strengthening dikes</p>  <p>Lowering of floodplains</p>  <p>High-water channel</p> 	<p>Dyke relocation</p>  <p>Lowering groynes</p>  <p>Removing obstacles</p> 	<p>Depoldering</p>  <p>Deepening summer bed</p>  <p>Water storage</p> 
<p>Doel</p>	<p>Verlagen van waterstanden bij hoge afvoeren en creëren van meer bufferruimte voor rivierafvoer bij gesloten zeeeringen.</p>		
<p>Implementatie</p>	<p>Zie illustratie. Er zijn meerdere opties. De aanpak voor meebewegen verschilt niet van die van andere strategieën. De maatregel is direct effectief na implementatie. Voorbereiding vraagt meer tijd, afhankelijk van de omvang van de ingreep. Tijd zal vooral zitten in aanvragen vergunningen, creëren draagvlak, aankoop land, rechtszaken etc. Kortom, een traject van vele jaren.</p>		
<p>Omvang</p>	<p>Omwille van doorstroombaarheid de volledige lengte van het rivierengebied, met vooral focus op de grootste knelpunten ("flessenhalzen"). Daarnaast omwille van extra buffervermogen kunnen mogelijk bestaande polders als buffer ingezet worden.</p>		
<p>Toepasbaarheid</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rivieren. Ruimte aan weerszijden rivier maximaal enkele honderden meters. Een variant met meerdere kilometers (bijvoorbeeld in het IJsseldal) is ook denkbaar.</li> <li>• Voor extra buffering kan gebruik gemaakt worden van bestaande gebieden Volkerak Zoommeer (45 km<sup>2</sup>), Grevelingen (140 km<sup>2</sup>) en Oosterschelde (350 km<sup>2</sup>).</li> </ul>		
<p>Effectiviteit</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vanuit het oogpunt van doorstroombaarheid; Vooral effectief bij hoge afvoeren. In relatie tot de stijgende zeespiegel kan het helpen om tijdens perioden van stormopzet te sturen richting tijdelijke bergingsgebieden.</li> <li>• Vanuit het oogpunt van extra bergingsruimte; Effectief voor het tijdsbestek tussen 0 en -1,5 m zeespiegelstijging. In dit tijdsbestek draagt het bij aan de voorspelbaarheid van de overstromingskans van gebieden waar nog wel activiteit plaatsvindt.</li> </ul>		
<p>Adaptiviteit</p>	<p>Maatregelen benedenstrooms zijn aanpasbaar in de tijdsperiode 0-1,5m ZSS. Daarna is aanpassing zinloos, benedenrivierengebied/Zuidwestelijke delta zijn dan ondergedompeld. In het bovenrivierengebied kan het nog wel zinvol zijn. Bij 5 m zeespiegelstijging lijkt de effectiviteit nihil, behalve wellicht in de Limburgse Maas.</p>		
<p>Kosten</p>	<p>Verschildt per type maatregel, het project RvR heeft miljarden gekost.</p>		

Positieve neveneffecten	Milieu: meer ruimte voor de rivier in plaats van volledig ingesnoerd. Sociaal: levert, prettiger leefomgeving/natuur voor recreatie.
Negatieve neveneffecten	Soms gedwongen verhuizingen van bewoners en bedrijven.
Onderzoeksvragen	Kennis is aardig opgebouwd de afgelopen decennia.
Referenties	In het rivierengebied in de afgelopen twee decennia. <a href="https://www.rijkswaterstaat.nl/water/waterbeheer/bescherming-tegen-het-water/maatregelen-om-overstromingen-te-voorkomen/ruimte-voor-de-rivieren">https://www.rijkswaterstaat.nl/water/waterbeheer/bescherming-tegen-het-water/maatregelen-om-overstromingen-te-voorkomen/ruimte-voor-de-rivieren</a>

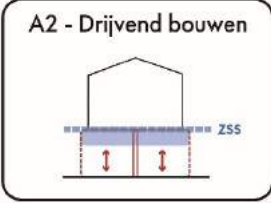



## Bouwsteen A1 Verhoogd bouwen / op palen

<p>Omschrijving</p> <div data-bbox="108 443 402 658" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>A1 - Verhoogd bouwen</p>  </div>	<p>Verhoogd bouwen kan op een aantal manieren: door gebouwen individueel te verhogen (bijv. op palen), of, voor, zeker voor groepen van gebouwen of gebieden, op terpen. Daarnaast geldt ophogen als een belangrijke bouwsteen voor kritische infrastructuur. Hier wordt de bouwsteen verhoogd bouwen op palen uitgewerkt, voor ophogen op terpen/eilanden zie bouwsteen Z6</p>
<p>Schets/plaatje/illustratie</p>	<div data-bbox="432 734 1182 996" style="text-align: center;">  </div> <div data-bbox="416 1077 1031 1579" style="text-align: center;">  </div>
<p>Doel</p>	<p>Door de hoogte van de vloeren waarop geleefd wordt boven het vloedniveau te houden, worden levens en bezit beschermd. Dit betekent dat verhoogd bouwen, indien het gebruikt wordt als primaire maatregel tegen overstromingsrisico, minimaal 5m boven zeeniveau geldt.</p> <p>Indien het gebruikt wordt als maatregel tegen wateroverlast (bijvoorbeeld bij het in stand houden van de zeeweringen) kan de aanleghoogte aanmerkelijk minder zijn.</p> <p>Voor kritische infrastructuur geldt dat verhoogd bouwen een goed middel is om de continuïteit van functioneren te borgen.</p>
<p>Implementatie</p>	<p>Verhoogd bouwen is vooral realistisch voor kleinschalige nieuwbouw. En kan in principe op veel verschillende manieren worden uitgevoerd, bijvoorbeeld op palen of in een bouwwijze waarop de onderstaande verdieping nat mag worden in geval van een hoge waterstand (wetproof).</p>

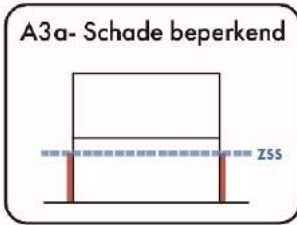
	Verhogen of optoppen van gebouwen kan een manier zijn om verticaal evacueren in een gebouw mogelijk te maken.
Omvang	
Toepasbaarheid	<p>Verhoogd bouwen is vooral toepasbaar in Laag Nederland, zowel in de Randstad als in de overige lage delen, alsmede in het Rivierengebied.</p> <p>Indien het ingezet wordt als primaire maatregel tegen overstroming beperkt de toepasbaarheid zich, zeker bij 5 m ZS, tot de reeds hoger gelegen gebieden. In de veenweide gebieden en de diepe polders zullen de benodigde hoogtes zodanig zijn dat de bouwsteen als niet erg realistisch verondersteld moet worden.</p> <p>Bij het inzetten van de bouwsteen als secundaire maatregel geldt een bredere toepasbaarheid.</p> <p>In alle gevallen geldt dat verhoogd bouwen vooral logisch lijkt voor nieuwbouw. Voor kritische infrastructuur geldt dat verhoogd bouwen ook bij aanpassingen aan deze infrastructuur meegenomen zou kunnen worden.</p>
Effectiviteit	<p>De bouwsteen is vooral effectief als secundaire maatregel. Het inzetten van verhoogd bouwen als primaire methode om overstromingsrisico te verminderen is minder effectief: de hoogte boven maaiveld waarop gebouwd moet worden is dan veelal te hoog, het is daarmee kostbaar, werkt slechts in beperkte gebieden en dan vooral voor nieuwbouw.</p> <p>Als we internationaal kijken, naar gebieden die slechts een klein beetje boven stormvloedniveau uitsteken, zal het waarschijnlijk ook negatieve gevolgen hebben voor de leefbaarheid.</p>
Adaptiviteit	<p>Omdat het vooral bruikbaar is voor nieuwbouw, is het verder ophogen van eerder opgehoogd gebied lastig. Onderzocht kan worden of er bouwmethoden zijn die dat eenvoudiger maken.</p> <p>Ophogen van bestaande gebouwen om verticaal evacueren mogelijk te maken kan indien de constructie dit toelaat. Optoppen van bestaande bouw om extra woonruimte te creëren wordt al veel gedaan.</p>
Kosten	-
Positieve neveneffecten	<p>Extra woonruimte in geval van optoppen. Verder weinig.</p> <p>Kleinschalig bouwen op palen in de natuur zou een mogelijkheid zijn waarbij meerwaarde voor natuur en waterberging wordt gecreëerd.</p>
Negatieve neveneffecten	<p>Leefbaarheid in een gebied waar verhoogd / op palen wordt gewoond kan onder druk staan als overstroming met regelmaat plaats vindt en mensen dan hun huis niet kunnen verlaten.</p>
Onderzoeksvragen	<p>Benodigde voorzieningen om verhoogd bouwen in gebieden die permanent, met regelmaat of heel soms overstromen mogelijk te maken.</p>
Referenties	<p>Ophogingen zijn van oudsher een methode om overstromingsrisico en wateroverlast te verminderen. Zie Noord Nederland en IJsseldelta, maar ook elders in de wereld (Mississippi mounds).</p>

**Bouwsteen A2 Drijvend**

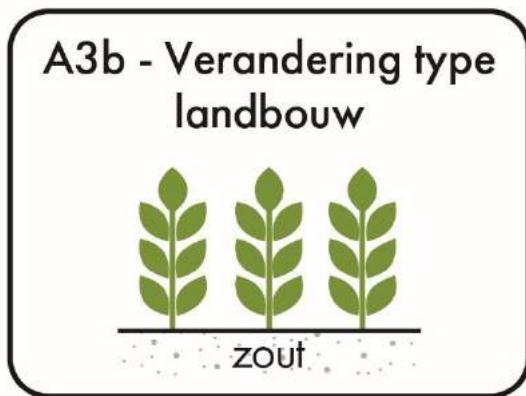
<p>Omschrijving</p> 	<p>Het drijvend aanleggen van woningen, infrastructuur en/of andere functies.</p>
<p>Schets/plaatje/illustratie</p>	<p>[foto Isabel Nabuurs]</p> 
<p>Doel</p>	<p>Bij het drijvend realiseren van woningen, wijken, infrastructuur en voorzieningen kunnen deze meebewegen met de waterstanden.</p>
<p>Implementatie</p>	<p>Drijvende woningen kunnen individueel gerealiseerd worden, zoals woonarken nu, of collectief, in groepen, zoals kleine woonwijken als Schoonschip (zie hierboven) of WaterbuurtWest in IJburg. Bij individuele woningen geldt vaak dat de ondersteunende infrastructuur (riolering, energy, toegang) nog steeds vanaf wal geleverd wordt. Bij collectieve projecten wordt steeds vaker een deel van de infrastructuur ook drijvend gerealiseerd.</p> <p>Infrastructuur is een voorbeeld van de centrale implementatieuitdaging van het grootschalig toepassen van drijvend bouwen: een woning of een woonwijk staat immers niet op zichzelf, maar is onderdeel van een groot aantal complexe stedelijke netwerken. Waar veel van de vraagstukken rondom drijvend bouwen technisch redelijk goed lijken op de lossen, is de transitie naar grootschalig drijvend bouwen lastig. Of het zal noodzakelijk zijn letterlijk en figuurlijk verankerd te blijven aan stedelijke netwerken, of er vindt een verzelfstandiging plaats waarbij de vraag is hoe de transitie van verbonden naar zelfstandig plaats kan vinden, en welke kosten daarmee gemoeid zijn.</p> <p>Experts op het gebied van drijvend bouwen schatten in dat het opbouwen van een industrie en waardeketen rondom drijvend bouwen van groot belang is, en gebaat is bij overheidsinvesteringen in de bouwsteen. Bij voldoende investeringen is een verdubbeling van productie elke 10 jaar denkbaar, volgens hen.</p>

	<p>De wijze waarop 'meebewegen' uit zal rollen is van grote invloed op de wijze waarop drijvend bouwen toepast kan worden. In het geval van een 'pure play meebewegen' gelden daarbij drie belangrijke overwegingen: 1) de drijvende bebouwing en infrastructuur zal autonoom moeten functioneren, 2) de noodzakelijkheid van de beschikbaarheid van grote hoeveelheden drijvende stad en infrastructuur is lastig te realiseren, en 3) drijvende steden in wat feitelijk open zee is vergen een groot aantal maatregelen om golfdemping etc. tegen te gaan.</p> <p>Binnen een hybride benadering van 'meebewegen' zijn drijvende steden geleidijker en eenvoudiger te introduceren.</p>
Omvang	<p>Omdat drijvende elementen modulair zijn, zijn ze in principe eindeloos uitbreidbaar (mits de infrastructurale/logistieke vraagstukken opgelost zijn). Modules gelden nu in de praktijk de enkele woning als minimum, tot platforms van 70x70 meter voor toepassingen op zee (om de stabiliteit te vergroten). De hoogte van de bebouwing op platforms is vooral afhankelijk van de diepte van het water: het drijfvermogen is een functie van het gewicht erop en de verplaatsing van water eronder. In Nederland betekent dit in praktijk 3, maximaal 4 verdiepingen, juist ook omdat er onder water nog ruimte dient te zijn voor circulatie i.v.m. de waterkwaliteit.</p>
Toepasbaarheid	<p>Drijvend woningen, wijken en steden zijn toepasbaar op plekken waar nu of in de toekomst water is.</p> <p>In een 'hybride' variant van 'meebewegen' geldt dat, naast de huidige wateren, vooral de diepe polders en gebieden die, in de toekomst, onder water gezet kunnen worden. Grootschalig inzetten van drijvend bouwen kan zo wel een miljoen woningen opleveren.</p>
Effectiviteit	<p>De effectiviteit is hoog.</p>
Adaptiviteit	<p>In beginsel kan de bouwsteen meegroeien met de zeespiegel. In toenemende mate zullen, bij hogere waterstanden, andere delen van het stedelijke systeem anders of elders geaccommodeerd worden. Dit betekent dat steeds meer aspecten drijvend opgelost zullen moeten worden.</p>
Kosten	<p>De kosten liggen nu nog aanzienlijk hoger dan bij conventioneel bouwen. Er wordt vaak gezegd: "als we de grondkosten niet meerekenen (want die zijn er niet op water) dan zijn de uiteindelijke kosten dezelfde". Met name bij grootschalige inzet van drijvend bouwen geldt dat een groot gedeelte van de totale infrastructuur ook nieuw en anders gerealiseerd moeten worden. Ook zijn de onderhoudskosten aanmerkelijk hoger.</p>
Positieve neveneffecten	<p>Er zijn veel prachtige voorbeelden in ontwikkeling waarbij het water ook ingezet wordt voor de energievoorziening etc.</p>
Negatieve neveneffecten	<p>Drijvend bouwen kan negatieve gevolgen hebben voor de waterkwaliteit en biodiversiteit. Tevens geldt dat door de modulaire opbouw collectieve functies in het gedrang kunnen komen: hier dient duidelijk rekening mee gehouden te worden.</p>
Onderzoeksvragen	
Referenties	<p>Op binnenwateren wordt drijvend bouwen steeds vaker gebruikt. Toepassingen op zee zijn nog steeds beperkt.</p>

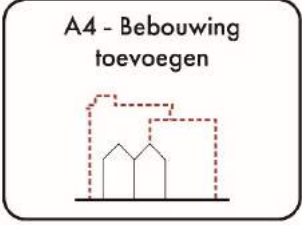
### Bouwsteen A3a Schade beperkend (wetproof/dryproof)

<p>Omschrijving</p> 	<p>Het op gebouw niveau beperken van overstromingsschade door bijvoorbeeld 'wet proofing' (zodanig dat water geen schade aan kan richten) of 'dry proofing' (het water buiten houden), en andere maatregelen als installaties op een hoger niveau brengen.</p>
<p>Schets/plaatje/illustratie</p>	<p>Zie volgende pagina's.</p>
<p>Doel</p>	<p>Schade bij onvermijdelijke overstromingen te beperken.</p>
<p>Implementatie</p>	<p>Deze bouwsteen kan op gebouwniveau worden toegepast, redelijk eenvoudig bij nieuwbouw, en iets moeilijker bij bestaande bouw.</p>
<p>Omvang</p>	<p>Lokale bouwsteen, per object.</p>
<p>Toepasbaarheid</p>	<p>In beginsel toepasbaar op elke plek met (frequente en kortdurende) overstromingen of wateroverlast. Bij te grote vloeddiepte minder geschikt. Te gebruiken i.c.m. verticale evacuatiemogelijkheden.</p>
<p>Effectiviteit</p>	<p>In de Nederlandse situatie is deze bouwsteen beperkt effectief. Ze werkt in (buitendijkse) gebieden waar het peil boven zeeniveau is, en tegen wateroverlast. In diepere gebieden, waar water ook langer aanwezig blijft, is de effectiviteit beperkt.</p>
<p>Adaptiviteit</p>	<p>Beperkt. In beginsel geldt dat er bij aanvang van ieder nieuw- of verbouwproject rekening gehouden dient te worden met schadebeperkend bouwen. Aanpassingen later zijn aanmerkelijk lastiger en kostbaarder.</p>
<p>Kosten</p>	<p></p>
<p>Positieve neveneffecten</p>	<p>Geen.</p>
<p>Negatieve neveneffecten</p>	<p>Schadebeperkend bouwen kan negatieve gevolgen hebben voor de aansluiting gebouw/straat, en daarmee voor de openbare ruimte.</p>
<p>Onderzoeksvragen</p>	<p></p>
<p>Referenties</p>	<p>Zie volgende pagina.</p>

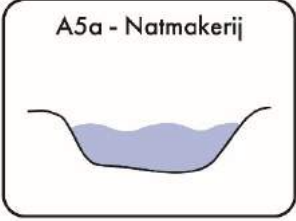
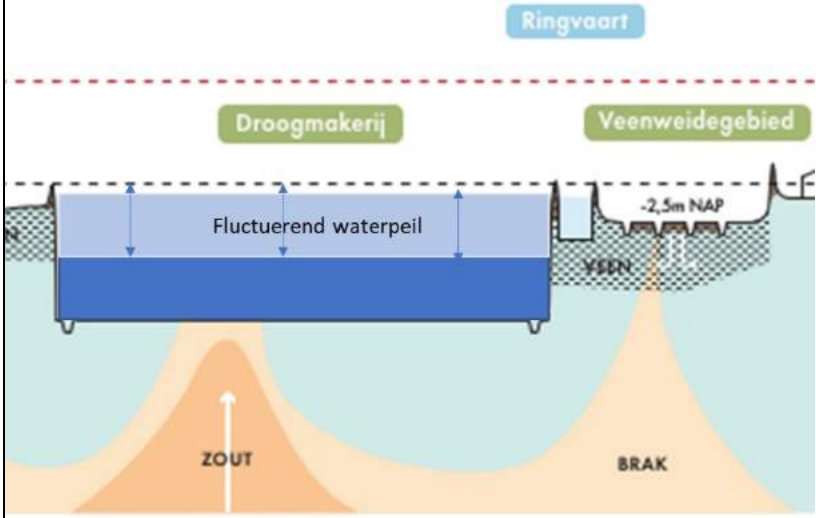
**Bouwsteen A3b Zouttolerante landbouw en of verandering type landbouw naar minder water vragende landbouw**



## Bouwsteen A4 Verdichten en bebouwing toevoegen

<p>Omschrijving</p> 	<p>Bebouwing in risicovolle gebieden verplaatsen naar gebieden met minder risico, en nieuwbouw voornamelijk bij bestaande laag-risico gebieden laten plaatsvinden, en daarmee de bebouwingsdichtheden in gebieden met weinig risico vergroten.</p>
<p>Schets/plaatje/illustratie</p>	
<p>Doel</p>	<p>Met deze bouwsteen neemt het overstromingsrisico af.</p>
<p>Implementatie</p>	<p>Verdichting in bestaande steden wordt vaak als ingewikkeld beschouwd, zeker als het gaat om grote aantallen. Verdichting binnen bestaande agglomeraties is echter vanuit economisch perspectief logisch. Het toevoegen van bebouwing in agglomeraties die economisch meer excentrisch liggen is ingewikkelder, omdat 'de markt' dat minder natuurlijk bevordert. In dat laatste geval zal meer tijd nodig zijn.</p>
<p>Omvang</p>	
<p>Toepasbaarheid</p>	<p>De toepasbaarheid van deze maatregel dient in samenhang gezien te worden met andere aspecten. Het is denkbaar dat er in Laag Nederland gekozen wordt voor lokale bescherming tegen overstromingsrisico, bijvoorbeeld door ringdijken en compartimentering. In dat geval is deze bouwsteen goed denkbaar. Verder is deze maatregel ook toepasbaar op Hoog Nederland, waarbij ze ingezet kan worden om verplaatsing vanuit Laag Nederland en het Rivierengebied/Delta te accommoderen.</p>
<p>Effectiviteit</p>	<p>De effectiviteit van de maatregel is het grootst bij het toevoegen van bebouwing in Hoog Nederland, met name naar gebieden die aanzienlijk boven zee- en rivierniveau liggen, het liefst in gebieden rondom bestaande infrastructurele knooppunten voor effectiviteit. Bij verdichting in gebieden met minder risico in Laag Nederland dient rekening gehouden te worden met het feit dat risico daar zal toenemen.</p>
<p>Adaptiviteit</p>	<p>Bij het toevoegen van bebouwing in Hoog Nederland, met name naar gebieden die aanzienlijk boven zee- en rivierniveau liggen, is adaptiviteit minder een issue. In Laag Nederland geldt de adaptiviteit vooral de risicobeperkende maatregelen, bijvoorbeeld het systeem van ringdijken en water management dat verdichten mogelijk maakt.</p>
<p>Kosten</p>	<p>De kosten zijn beperkt hoger dan ontwikkelingen in lagere dichtheden. Meerkosten gelden vooral de kosten van het achterlaten van bebouwing in gebieden met hoog risico.</p>
<p>Positieve neveneffecten</p>	<p>Door verdichting ontstaat meer ruimte voor andere functies zoals landbouw, waterberging, natuur. Ook nemen de instandhoudings- en onderhoudskosten voor het stedelijk gebied gemiddeld af. En 'Stadtluft macht frei'.</p>
<p>Negatieve neveneffecten</p>	<p>In hoogstedelijke gebieden dient ruimte aanwezig te blijven voor watermanagement, recreatie, biodiversiteit en verkoeling. Dat komt door verdichting onder druk te staan</p>
<p>Onderzoeksvragen</p>	
<p>Referenties</p>	<p>In een land als Bangladesh zien we een sterke migratie van de kwetsbare kust en delta naar de steden: inmiddels wordt daar beleid op gevoerd. Zie bijvoorbeeld: High-density population and displacement. in Bangladesh', by Mizan R. Khan, Saleemul Huq, Adeeba N. Risha, Sarder S. Alam, Science VOL 372 ISSUE 6548.</p>


**Bouwsteen A5a Lokaal water vasthouden (natmakerij)**

<p>Omschrijving</p> 	<p>Lokaal water vasthouden door (gedeelten van) diepe polders voor waterberging te benutten. In deze polders staat na omvorming regelmatig water waardoor zij nog beperkt geschikt zijn voor bepaalde vormen van gebruik. Natuur, drijvend wonen en recreatie zijn daarbij mogelijkheden.</p>
<p>Schets/plaatje/illustratie</p>	
<p>Doel</p>	<p>Primair doel van deze bouwsteen is tijdelijke opslag van water agv piekbuien. Tevens kunnen deze gebieden worden ingezet voor zoetwateropslag tbv droge tijden, echter met de kanttekening dat er altijd voldoende opslagcapaciteit beschikbaar blijft voor eventuele piekbuien. Extra waterberging voor droge tijden wordt steeds belangrijker. Vanuit de zoetwaterhackathon blijkt dat de doorspoelvraag bij zeespiegelstijging fors toeneemt.</p>
<p>Implementatie</p>	<p>Om deze bouwsteen te kunnen implementeren moeten eerst de bestaande bebouwing en andere functies worden uitgekocht en uitgeplaatst. Andere optie is dat bestaande bebouwing wordt opgehoogd tot een hoogte die opzetten van waterpeil mogelijk maakt. Belangrijk aandachtspunt is dat ook de infrastructuur die door de polders loopt moet worden aangepast.</p> <p>Over het algemeen loopt er al een ringdijk om de polders. Deze moet worden aangepast zodat er water tegenaan kan staan en flinke fluctuatie mogelijk is. De technische infrastructuur moet ook worden aangepast: een flinke inlaat voorziening moet worden gerealiseerd zodat de boezem kan worden ontzien wanneer nodig en aanleg/aanpassing van gemalen zodat water uit de polder naar de boezem kan worden opgepompt in tijden van droogte om elders te worden gebruikt.</p>
<p>Omvang</p>	<p>Afweging moet in logische hydrologische eenheden worden gemaakt, meestal per polder.</p> <p>Benodigde omvang hangt samen met de doorspoelvraag die weer afhankelijk is van zoetwaterindringing via grondwater (vooral in zone 20km vanaf de kust) en via schutten (o.a. Noorseekanaal) en via riviermondingen.</p> <p>Bij afname landbouw zal ook de behoefte aan doorspoeling afnemen.</p>
<p>Toepasbaarheid</p>	<p>Maatregel is toepasbaar in lage polders.</p>

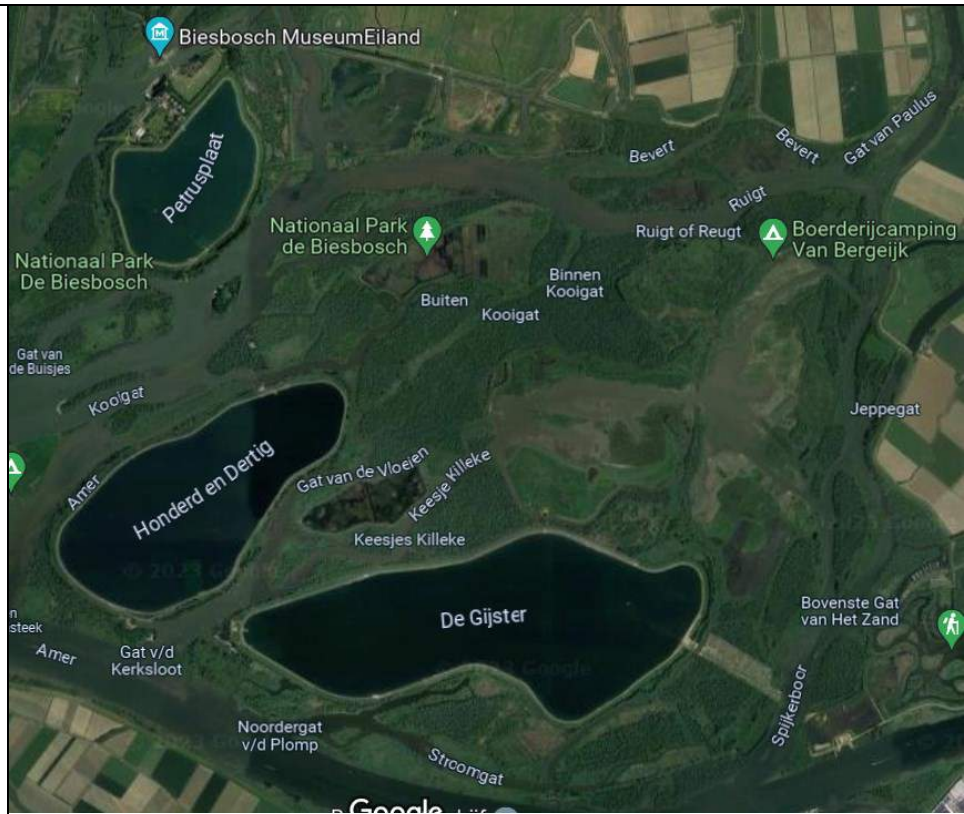


Effectiviteit	Uitgaande van een systeem waarin de buitenranden beschermd zijn en er behoefte is aan zoetwater is dit een zeer effectieve maatregel: extra water beschikbaar + landbouw verminderd en daarmee waterbehoefte + zoetwaterinrusie, o.a. via wellen wordt tegengegaan.
Adaptiviteit	Zodra de buitenrand van gebieden niet meer wordt beschermd is deze maatregel niet meer zinvol. Maatregel kan worden ingezet als onderdeel van een stap-voor-stap proces waarin de diepste delen van Nederland niet meer voor bewoning worden gebruikt. Vanuit de techniek is daarbij het meest logisch te starten met de diepste polders en polders met grootste verziltingsproblemen het meest logisch, waarbij aangetekend moet worden dat gebieden met verziltingsproblemen alleen geschikt zijn voor tijdelijke opslag van overtollige neerslag, maar niet voor het vergroten van de zoetwaterbeschikbaarheid.
Kosten	<i>Kostenposten:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Opkopen grond.</li> <li>• Omvormen van infrastructuur.</li> <li>• Slopen van huidige bebouwing.</li> <li>• Bouwen inlaat + gemaal + aanpassen dijk.</li> <li>• Kosten voor inrichting natuur/recreatie.</li> </ul>
Positieve neveneffecten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbetering waterkwaliteit.</li> <li>• Verbetering waterbeschikbaarheid.</li> <li>• Ruimte voor natuur.</li> <li>• Ruimte voor waterrecreatie.</li> <li>• Vermindering potentieel overstromingsgevaar.</li> <li>• Kans voor drijvend bouwen.</li> </ul>
Negatieve neveneffecten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Afname landbouwareaal.</li> <li>• Grote impact op huidige bewoners en sociale omgeving.</li> </ul>
Onderzoeksvragen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanisme voor onteigening en vervangende woning.</li> <li>• Bepalen van exact moment waarop maatregel noodzakelijk wordt vanuit waterschikbaarheid.</li> </ul>
Referenties	Flexibel peilbeheer op IJsselmeer/Markermeer à maar kan in grotere mate.

## Bouwsteen A5b Lokaal water vasthouden (droog Nederland)

<p>Omschrijving</p> <div data-bbox="108 454 395 667" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>A5b - Lokaal water vasthouden</p>  </div>	<p>In hoog-Nederland zullen bij 'meebewegen' meer activiteiten plaatsvinden: aanzienlijk meer mensen wonen en werken in dit gebied. Daarnaast zal er meer voedselproductie moeten plaatsvinden om wegvallen van lagere vruchtbare kleigebieden te compenseren met meer intensieve 'footloose' foodclusters tot gevolg. Deze bouwsteen beschrijft wat dit betekent voor de voorziening in drinkwater en bevoeiingswater.</p> <p>Drinkwater, voor drinkwater zijn er een aantal opties:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inzetten op efficiënt drinkwatergebruik voor alleen hoogwaardige functies is de basis.</li> <li>• Actief infiltreren van water in hogere gronden om zo buffers te creëren. Rivierwater en beekwater infiltreren in bijv. Veluwe of Sallandse Heuvelrug.</li> <li>• Water ontzilten, dus water winnen uit een zouter wordend IJsselmeer, uit de Waddenzee of in Zuid-Nederland uit de Westerschelde bijvoorbeeld.</li> <li>• Buffering van water door een groot nieuw waterbekken aan te leggen in het rivierengebied. Denk aan een bekkens in de Biesbosch die nu voldoende water bevatten om 2-3 maanden droogte te overbruggen.</li> </ul> <p>Water voor bevoeiing:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ontwikkeling van foodclusters in droog Nederland. Deze foodclusters zijn zeer water efficiënt (elke druppel meerdere keren gebruikt), werken het liefst met regenwater en kunnen verplicht werken met waterbekkens onder of naast de kassen waarmee zij jaarrond in hun eigen water voorzien.</li> <li>• Meer inwoners vraagt om ruimte voor woningen, recreatie en werklocaties. Deze ontwikkeling en de ontwikkeling van foodclusters gaat ten koste van water vragende grondgebonden landbouw. De vraag neemt hiermee af.</li> <li>• Watersystemen zijn nog steeds vooral ingericht op afvoer van water om grond zo vroeg in het jaar berijdbaar te maken. Door te werken met gestuurde drainage en schotten in de afvoerkanalen kan meer water worden vastgehouden.</li> <li>• Hier gaan we vooral in op watervoorziening hoog Nederland. De watervoorziening van bijvoorbeeld Friesland, Groningen en Noord-Holland hangt vooral samen met het IJsselmeer. Drinkwatervoorziening van de randstad hangt vooral samen met infiltratie in duinen + Biesbosch bekken. Beiden lijken lang in stand te houden.</li> </ul>
--	--

Schets/plaatje/illustratie


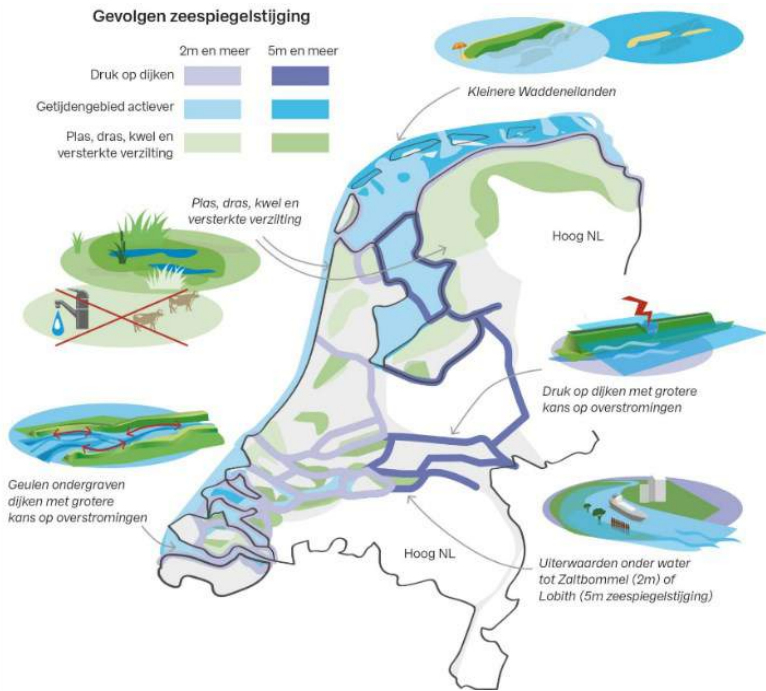



Waterbekkens + ontziltingsmembranen.

Doel	<p><b>Drinkwater:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Doel is een betrouwbare drinkwatervoorziening voor alle inwoners van droog Nederland, ook als op termijn het IJsselmeer verzilt.</li> </ul> <p><b>Water voor landbouw en natuur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Doel is een zo hoog mogelijke landbouwproductie waarbij watervraag en wateraanbod op elkaar is afgestemd en bestand is tegen droge perioden.</li> <li>Landgebruik is zo afgestemd op natuurlijk watersysteem dat watersysteem en functies met elkaar in balans zijn.</li> </ul>
Implementatie	<p><b>Drinkwater:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aanpassing van leidingnet afgestemd op nieuwe opzet.</li> </ul> <p><b>Water voor irrigatie:</b></p>

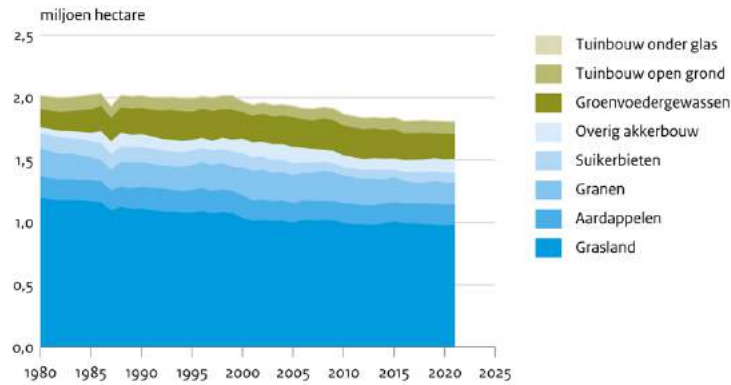
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Waterschappen kunnen in overleg met agrariërs diverse maatregelen in het watersysteem nemen om meer water vast te houden. O.a. plaatsen schotten en andere vormen van drainage om zoveel mogelijk water te infiltreren en grondwater steeds aan te vullen.</li> <li>• Deze bouwsteen is vrijwel onafhankelijk van zeespiegelstijging en zou nu al ingezet kunnen worden om de impacts van droogte tegen te gaan.</li> </ul>
Omvang	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Er zijn nu drie bekkens in de Biesbosch: de Petrusplaat (219 ha), HonderdenDertig (150 ha) en Gijster (324 ha). Deze voorzien meer dan 2 miljoen mensen van drinkwater en zijn voldoende om 2-3 maanden te bufferen.</li> <li>• 1 persoon gebruikt in 2023 ongeveer 120 liter per dag. Een grote membraaninstallatie in Israël maakt nu al meer dan 600.000m<sup>3</sup>/dag, dus genoeg voor 5 miljoen mensen.</li> </ul>
Toepasbaarheid	Toepassingen gericht op hoog-Nederland.
Effectiviteit	Maatregelen zijn allen effectief, ook bij grotere zeespiegelstijging.
Adaptiviteit	De locatie van inlaat aan de rivieren i.r.t. verzilting bepaald of de maatregel nog werkt. Locatie kan hoog genoeg worden gekozen.
Kosten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aanlegkosten voor bekkens:</li> <li>• Aanleg leidingen.</li> <li>• Aankoop grond.</li> <li>• Uitgraven.</li> <li>• Installaties.</li> <li>• Ontziltingsinstallaties:</li> <li>• Kosten in gebruik sterk afhankelijk van energieprijzen.</li> </ul>
Positieve neveneffecten	<p><i>Drinkwater:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Meerdere bronnen geeft meer resilience als ze uitwisselbaar zijn.</li> </ul> <p><i>Landbouw:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Footloose foodclusters genereren economische kansen.</li> </ul>
Negatieve neveneffecten	Zowel drinkwaterproductie en distributie als foodclusters vragen zeer veel elektriciteit. Ontwikkeling van hoog Nederland vraagt dus ook voor deze functies flinke investering in het energienetwerk.
Onderzoeksvragen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wat is kosteneffectiviteit van verschillende drinkwateropties?</li> <li>• Hoe uitwisselbaar zijn de bronnen?</li> <li>• Hoe loopt het transport en distributienet in hoog Nederland en hoe past een drinkwaterbekken in deze constellatie?</li> <li>• Wat zijn geschikte plekken om water te infiltreren en terug te winnen? Hoeveel kun je erin kwijt?</li> <li>• Wat is de watervraag van de natuurgebieden in Hoog Nederland rekening houdend met droogte en hoe verhoudt deze watervraag zich met de andere watervragen?</li> </ul>
Referenties	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evides- Biesbosch.</li> <li>• Ontziltingsinstallaties in Californië, Israel, Saoedi Arabië.</li> <li>• Vitens – veluwe zoetwater accu.</li> <li>• Waag project Heuvelrug : PWN/Waternet/Vitens.</li> </ul>

**Bouwsteen A6 Reduceren landbouw areaal t.b.v. natuur/water**

<p>Omschrijving</p> <div data-bbox="124 454 408 667" style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center;"> <p><b>A6 - Reduceren landbouw areaal</b></p>  </div>	<p>In het landelijk gebied is de grondgebonden landbouw de gebruiksfunctie, die moet inleveren of minder prioriteit moet krijgen om ruimte te maken voor natuurontwikkeling en water.</p>												
<p>Schets/plaatje/illustratie</p>	<div data-bbox="459 734 1228 1422"> <p><b>Gevolgen zeespiegelstijging</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>2m en meer</th> <th>5m en meer</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Druk op dijken</td> <td><span style="background-color: #d9ead3; border: 1px solid #a6a6a6; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span></td> <td><span style="background-color: #545454; border: 1px solid #a6a6a6; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span></td> </tr> <tr> <td>Getijdengebied actiever</td> <td><span style="background-color: #5bc0de; border: 1px solid #a6a6a6; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span></td> <td><span style="background-color: #17a2b8; border: 1px solid #a6a6a6; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span></td> </tr> <tr> <td>Plas, dras, kwel en versterkte verzilting</td> <td><span style="background-color: #d9ead3; border: 1px solid #a6a6a6; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span></td> <td><span style="background-color: #545454; border: 1px solid #a6a6a6; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span></td> </tr> </tbody> </table>  </div> <p><i>Toekomstscenario's met toepassen van Nature-Based Solutions voor Nederland bij twee en bij vijf meter zeespiegelstijging. (Schra et al., 2022).</i></p>		2m en meer	5m en meer	Druk op dijken	<span style="background-color: #d9ead3; border: 1px solid #a6a6a6; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	<span style="background-color: #545454; border: 1px solid #a6a6a6; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	Getijdengebied actiever	<span style="background-color: #5bc0de; border: 1px solid #a6a6a6; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	<span style="background-color: #17a2b8; border: 1px solid #a6a6a6; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	Plas, dras, kwel en versterkte verzilting	<span style="background-color: #d9ead3; border: 1px solid #a6a6a6; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	<span style="background-color: #545454; border: 1px solid #a6a6a6; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>
	2m en meer	5m en meer											
Druk op dijken	<span style="background-color: #d9ead3; border: 1px solid #a6a6a6; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	<span style="background-color: #545454; border: 1px solid #a6a6a6; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>											
Getijdengebied actiever	<span style="background-color: #5bc0de; border: 1px solid #a6a6a6; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	<span style="background-color: #17a2b8; border: 1px solid #a6a6a6; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>											
Plas, dras, kwel en versterkte verzilting	<span style="background-color: #d9ead3; border: 1px solid #a6a6a6; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	<span style="background-color: #545454; border: 1px solid #a6a6a6; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>											

	 <p><i>NL2120 visie: landbouwareaal Nederland gehalveerd. Resterende landbouw op vruchtbare kleigrond in noordelijke provincies.</i></p>
<p>Doel</p>	<p>Verbeteren van waterkwaliteit en natuur in NL en de <b>30% natuurdoelstelling halen</b> (doelstelling vanuit Europa). Bovendien zorgen voor een lager risico en minder economische schade wanneer overstroming plaatsvindt.</p>
<p>Implementatie</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kijk welke vruchtbare landbouwgronden het meest geschikt blijven voor landbouw bij ZSS en welke gebieden potentieel geschikt zijn voor natuur.</li> <li>• Aanname: mensen niet meer in de laag-Nederland laten wonen, maar misschien wel ruimte voor natuur (en landbouw) behouden en creëren.</li> </ul>
<p>Omvang</p>	<p>Het landbouwareaal is sinds 1980 met 200 km<sup>2</sup> afgenomen waarvoor natuur en woningbouw in de plaats gekomen zijn. Hoewel het areaal voor voedselproductie afneemt is de productie per hectare tegelijkertijd toegenomen. Deze productieverhoging is echter mede gebaseerd op geïmporteerde veevoergrondstoffen en energie (Kamphuis et al. 2013).</p>

**Agrarische oppervlakte**



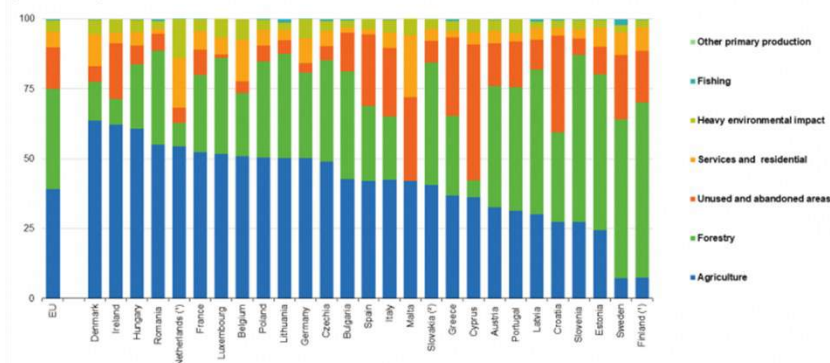
Bron: CBS

CBS/meia2  
www.cdo.nl/nl21911

*Land- en tuinbouw: ruimtelijke spreiding, grondgebruik en aantal bedrijven, 1980-2021 (Compendium voor de Leefomgeving 2022)*

In Nederland is het primaire landgebruik te verdelen in ongeveer 10% bosgebied, 61% landbouw en 25% bebouwd van het totale landgebruik (Eurostat 2018). In vergelijking met andere EU-landen heeft Nederland een groot aandeel van landgebruik met een grote milieu impact. Dit kan verband houden met een dicht transportnetwerk en met grote opslaggebieden voor havens en logistieke diensten. Bovendien is het landgebruik met bos relatief laag in Nederland.

Primary land use by land use type, 2018 (% of total area)



Note: ranked on the share for agriculture. Malta: forestry, not available. Cyprus, Luxembourg, Ireland, and Malta: fishing, not available. Values for other primary production for countries not listed are almost zero  
(\*) Fishing: low reliability  
(\*) Other primary production: low reliability  
Source: Eurostat (online data code: lan\_use\_00w)

eurostat

*Primair landgebruik per landgebruikstype in % van totale oppervlakte voor verschillende EU landen (Eurostat 2018).*

Aannames:

- Aantal inwoners en concurrerende gebruiksfuncties spelen een belangrijke rol in de behoefte aan landbouwareaal.
- Vooral rondom steden vaak veel behoefte aan natuur voor recreatie.

Toepasbaarheid

Voornamelijk laag-Nederland .

Effectiviteit

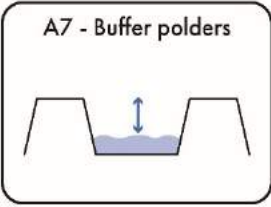

Tot 2 m zeespiegelstijging kan buitendijkse natuur gedeeltelijk meegroeien met de zeespiegelstijging, maar niet overal. De snelheid van meegroeien is een kennisvraag.

Bij 5 m zeespiegelstijging zal de buitendijkse natuur langs de huidige kustlijn verdwijnen en bij de rivieren zich oostwaarts verplaatsen. Tegelijkertijd ontstaat er ook een nieuwe kustlijn waar NBS geïmplementeerd kunnen worden.

Adaptiviteit	In het natuurbeheer van de toekomst is het van belang dat de doelen worden gesteld op een zo hoog mogelijk schaalniveau en natuurontwikkelingsprojecten ook op dit hogere schaalniveau worden geëvalueerd. Mogelijkheid doelen te herordenen mits dit natuurwinst oplevert.
Kosten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Onteigen van landbouwgebieden.</li> <li>• Lagere economische opbrengst van de landbouw en minder zelfvoorzienend.</li> </ul>
Positieve neveneffecten	<p>Aanname:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Lager</b> risico zodat daar minder mensen gaan wonen.</li> <li>• Verbetering van natuur in Nederland</li> <li>• Koppelkans: ecotoerisme</li> <li>• Waterpeilopzetten kan als positief neveneffect hebben dat CO2 uitstoot wordt verminderd <b>en bodemdaling wordt tegengegaan</b>. Veenweidegebied waterpeil verder opzetten niet altijd mogelijk, want meer verdamping dan neerslag.</li> </ul>
Negatieve neveneffecten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lagere voedselopbrengst en verminderde zelfvoorzienendheid van Nederland door reductie van landbouwareaal.</li> <li>• Milieurisico's bij onder water zetten sommige gronden.</li> </ul>
Onderzoeksvragen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Welke gebieden kunnen zouden getijdengebieden kunnen worden. Wanneer heb je de overgang naar natte gebieden. Wetlands?</li> <li>• Wat is de economische waarde van landbouw nu en in de toekomst?</li> <li>• Milieurisico's in kaart hebben van gebieden die onder water komen te staan.</li> <li>• Veranderende Natuur in de toekomst, hoe verandert de rol van de natuur zoals we deze nu hebben? De natuur in de toekomst anders dan nu, verplaatst zich van zuid naar noord. Welke natuur passend bij de klimaatcondities? Grotere kaart dan NL alleen van soorten, migratie, etc. Meer plekken onder water, wetlands in NL.</li> <li>• Voorbereidingstijd en tijdspad van de maatregelen nog niet goed te bepalen.</li> <li>• Andere schaaldiscussie bijv. voedselzekerheid op Europees niveau.</li> <li>• Hoeveel water heb je nodig om bodemdaling tegen te gaan en CO2 uitstoot naar nul te brengen.</li> <li>• Verstuiwingsprocessen vinden in het Waddengebied veel minder plaats dan bij andere kustgebieden. Is duinvorming mogelijk in Groningen en Friesland</li> <li>• Internationale dimensie meenemen: Voor de Westerschelde zal mede van belang zijn hoe bovenstrooms in België/Vlaanderen de aanpak gaat zijn. Hard verdedigen bij Antwerpen zal heel anders uitpakken dan een zachtere aanpak die het tij tot aan Gent handhaaft. Welke strategie wordt gevolgd langs de Duitse en Deense Waddenkust in relatie tot zeespiegelstijging?</li> </ul>
Referenties	Schra J, Kleinhans MG, Cohen KM, Haasnoot M, Middelkoop H (2022) Wat wil de delta? Uitzicht met inzicht: neogeografische kaarten van het Nederlandse laagland in een toekomst met zeespiegelstijging. . Staf Deltacommissaris (rapport 31171979). Universiteit Utrecht, Departement Fysische Geografie, Utrecht.



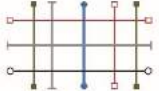
## Bouwsteen A7 Bufferpolder (Periode tussen 0,5 tot 1,5 m ZSS)

<p>Omschrijving</p>  <p>A7 - Buffer polders</p>	<p>Bufferpolders zijn gebieden die momenteel worden beschermd door een dijkkring en in de toekomst mogelijk een functie krijgen voor de tijdelijke opslag van water. Het gaat dan om opslag van het surplus aan rivierafvoer dat gedurende de periode van sluiting van de huidige stormvloedkeringen het land binnenstroomt en buitendijks niet kan worden opgevangen.</p>
<p>Schets/plaatje/illustratie</p>	
<p>Doel</p>	<p>Deze bouwsteen heeft een tijdelijk karakter (tijdsperiode tussen 0,5 m en 1,5 m ZSS) en dient twee doelen:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bijdrage aan betrouwbaarheid/voorspelbaarheid van de kans op overstromen van polders die in de tijdsperiode tussen 0,5 tot 1,5 m ZSS nog wel bewoond worden (Leefbaarheid).</li> <li>2. Koopt tijd om het transitiepad richting volledige onderdompeling van de zuidwestelijke delta en het rivierengebied vorm te kunnen geven.</li> </ol> <p>Boven 1,5 m ZSS heeft deze bouwsteen nog slechts een beperkte functie. Bij grotere ZSS dan 1,5 m is er nl geen mogelijkheid meer om het opgeslagen water te spuien op buitenwater.</p>
<p>Implementatie</p>	<p>De bufferpolders hebben hun functie in de tijdsperiode tussen 0,5 m en 1,5 m ZSS. In de periode tot 0,5 m ZSS is er ruimte voor de selectie en inrichting van geschikte bufferpolders. Basis selectiecriteria is in eerste instantie het beschikbaar bufferend vermogen, vervolgens komen andere selectiecriteria in beeld. Te denken valt daarbij aan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Economische waarde.</li> <li>• Culturele waarde.</li> <li>• Grondgesteldheid, vruchtbaarheid, bodemdaling, verzilting, etc.</li> </ul> <p>Met het oog op de toekomst worden deze polders dus NIET puur geselecteerd op grond van de huidige overstromingsnormering (dus laagste normklasse als eerste).</p> <p>Grootste opgave na selectie is omvorming van het huidig gebruik/ de waarden. Hiervoor is de periode tot benodigde inzet beschikbaar (heden tot 0,5 m ZSS), vervolgens gaat een overgangperiode gelden waarbij de overstromingsfrequentie van het gebied geleidelijk met de ZSS toeneemt.</p> <p>Omwille van leefbaarheid/voorspelbaarheid kan de betreffende polder vanaf 0,5 m ZSS niet meer bewoond worden. Deze kan wel anders ingezet worden, bijvoorbeeld voor activiteiten waarbij periodieke overstroming geen bezwaar vormt. Aard van de activiteiten zal door de decennia ook veranderen naarmate de overstromingsfrequentie omhooggaat van bv 1/200 (geschikt voor bepaalde bedrijven) per jaar via 1/50 per jaar (voedselproductie) naar per 1/5 jaar (natuur).</p>
<p>Omvang</p>	<p>Te bouwen inlaatsluizen van de polder worden opengezet zodra de zeekeringen worden gesloten én een rivierafvoer wordt verwacht die de bergingscapaciteit van de grote wateren en buitendijks gebied overstijgt.</p>

	<p>Bij een sluitingsfrequentie Maeslantkering van 30x per jaar (gedurende 2 dagen), een beperkt klimaatscenario (WH) en zonder het meenemen van het overlopen van het zeefront, is er een bergingsvolume van 3 mld m<sup>3</sup> extra nodig om de huidige waterstanden te handhaven.</p> <p>In de basis worden hiervoor de volgende gebieden ingezet (zie bouwsteen R1 "Ruimte voor de rivier"):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Volkerak Zoommeer (45 km<sup>2</sup> @2 m buffer).</li> <li>• Grevelingen (140 km<sup>2</sup> @2 m buffer).</li> <li>• Oosterschelde (350 km<sup>2</sup> @2 m buffer).</li> </ul> <p>Aanvullend hierop is nog een extra buffer nodig van 500 km<sup>2</sup> met daarin 4 m waterbuffer. Hiervoor dienen geschikte bufferpolders gevonden te worden. Ter indicatie van de benodigde omvang; Alblasserwaard (~700 km<sup>2</sup>), Hoekse Waard (~320 km<sup>2</sup>).</p> <p><u>Uitgangspunten:</u>          Voor de inlaat en afwateringscapaciteit zijn onderstaande uitgangspunten aangehouden. NB; Deze uitgangspunten zijn zeer grof en zouden toekomstig nader onderzocht moeten worden (Kennisvraag!).          Uitgangspunt voor de buffervoorzieningen is dat de Maeslantkering maximaal 30x/jaar sluit (duur: 2 dagen) en het gebufferd water 5x zo lang nodig heeft om af te kunnen stromen als de periode van instroom. Dus 2 dagen instroom betekent 10 dagen uitstroom.          Om deze polder in korte tijd (gedurende sluitingsduur MLK à 2 dagen) te kunnen vullen, is een grote inlaat én uitlaatconstructie nodig.          Naast maatregelen voor omvorming van het landgebruik zullen daarom ook technische voorbereidingen getroffen moeten worden om de polders geschikt te maken. Als wordt aangenomen dat de helft van het water via natuurlijk spuien kan worden geloosd, zal nog grofweg 0,1 km<sup>3</sup> water weggepompt moeten worden. Bij bijvoorbeeld een beschikbare ledigingstijd van 4 dagen (6 dagen vrij afvoer), betekent dit een benodigde pompcapaciteit van grofweg 300 m<sup>3</sup>/s. Ter indicatie; Gemaal Katwijk (een van de grotere gemalen van NL) heeft een pompcapaciteit van 100 m<sup>3</sup>/s.</p>
Toepasbaarheid	Zoekgebied van het benodigde buffervolume is het rivierengebied en de Zuidwestelijke delta.
Effectiviteit	De bufferpolders hebben hun functie in de tijdsperiode tussen 0,5 m en 1,5 m ZSS. Boven 1,5 m ZSS heeft deze bouwsteen geen functie meer. Bij grotere ZSS dan 1,5 m is er namelijk geen mogelijkheid meer om het opgeslagen water te spuien op buitenwater.
Adaptiviteit	Nee, bouwsteen heeft een tijdelijk karakter.
Kosten	Groot, grond moet aangekocht en huiseigenaren uitgekocht.
Positieve neveneffecten	Er komt tijdelijk (periode tussen 0,5 en 1,5 m ZSS) veel ruimte beschikbaar voor andere doeleinden dan de huidige. De ruimte leent zich uitstekend voor bijvoorbeeld grootschalige landbouw (onder acceptatie van periodieke overstrooming door zoetwater) en natte natuur.
Negatieve neveneffecten	Toewijzing van polders zal maatschappelijke onrust teweegbrengen (NIMBY).
Onderzoeksvragen	Hoe compenseren van huidige bewoners/gebruikers? Deze doelgroep draagt met hun offer bij aan de leefbaarheid van grote delen van Nederland. Hoe voorkomen dat dit een 2e Groningen wordt?
Referenties	In het (zeer) klein is iets soortgelijks toegepast in de Overdiepsche polder. Daar zijn de bewoners/agrariërs gecompenseerd middels verplaatsing van hun huizen naar terpen

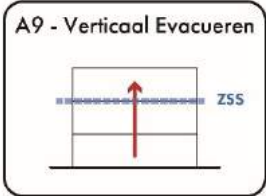




## Bouwsteen A8 Kritische netwerken robuust maken

<p>Omschrijving</p> <div data-bbox="108 450 379 651" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>A8 - Netwerken robuust maken</p>  </div>	<p>Kritische netwerken zijn interregionale netwerken die nodig zijn om de economie en maatschappij draaiend te houden bij meebewegen, voor gedeeltelijk onderwater staande gebieden, om het risico op overstromingen rond de infrastructuur beperken, en juist de verbinding naar Hoog Nederland te versterken.</p> <p>Functionele relaties vinden over fysieke netwerken plaats. Als voorbeeld bij logistiek:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aanvoer naar knoop.</li> <li>• Knoop nodig van Rotterdamse haven.</li> <li>• Verbinding naar Achterland.</li> <li>• Afnemer in Duitsland en daarachter.</li> </ul> <p>Fysieke netwerken faciliteren economische netwerken:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spoor.</li> <li>• Weg.</li> <li>• Vaarwegen.</li> <li>• Luchtvaart infrastructuur.</li> <li>• Energie (elektriciteit).</li> <li>• ICT-netwerken (inclusief datacentra).</li> <li>• Drinkwater.</li> </ul> <p>Lokale en regionale netwerken zijn ook essentieel om bij overstromingen snel veerkrachtig te zijn, omvatten bijvoorbeeld ook riolering, warmtenetten etc. Maar deze lokalere opgaven ligt buiten deze bouwsteen.</p> <p>Als meebewegen leidt tot grotere kans op overstromingen dan kan dat de kans op disrupties in netwerken vergroten en daarmee de consequenties van een overstroming vergroten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Speler in netwerk niet beschikbaar.</li> <li>• Of fysieke verbinding in netwerk is er niet.</li> </ul>
<p>Schets/plaatje/illustratie</p>	
<p>Doel</p>	<p>Om tijdens de transitie en bij overstromingen economie en maatschappij verbonden te behouden op de juiste schaal en weerbaar te houden . Dit door de economische netwerken (mens en goederen) in stand te houden en de fysieke netwerken die de economische netwerken faciliteren te beschermen.</p> <p>Dit doen we door twee activiteiten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Netwerk beschermen (waar mogelijk vanuit een meebewegen perspectief).</li> <li>• Of netwerk anders inrichten waardoor ze robuuster en weerbaarder worden door netwerken te verdichten met meer knooppunten en verbindingen (redundanties) voor het creëren van mogelijk andere routes. (Van point to point naar meshnetwerken).</li> </ul> <p>Hiërarchie in netwerken vragen om verschillende acties:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbinden van Randstad op meerdere manieren naar Hoog Nederland en daarbuiten multimodaal (weg, vaar, spoor) en geografisch in meerdere richtingen.</li> <li>• Binnen de Randstad netwerken zo versterken door te verdichten dat er alternatieve routes staan.</li> <li>• Lokale netwerken binnen bijvoorbeeld Metropoolregio Amsterdam /Metropoolregio Rotterdam Den Haag netwerken versterkt door alternatieve routes.</li> </ul>
<p>Implementatie</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschermen: ophogen voor behoud van verbindingen.</li> <li>• Creëren redundanties aanleggen alternatieve routes en modaliteiten.</li> </ul> <p>Dit neemt veel tijd – minimaal 30 jaar en langer voor het creëren van redundanties.</p>
<p>Omvang</p>	<p>Economische netwerken hebben verschillende soorten schalen.</p> <p>Als voorbeeld rondom interactie van mensen zijn de volgende schalen te zien:</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Innovatie netwerken zijn mondiaal;</li> <li>• productienetwerken is supply chain – internationaal met regionaliseerde karakter;</li> <li>• woon-werk – regionaal;</li> <li>• sociaal – lokaal;</li> <li>• clusters = ruimtelijke uiting van agglomeratie zoals samenwerkende bedrijven. Deze clusters zullen deels samenvallen met regionale netwerken maar hoeft niet.</li> </ul> <p>Netwerken zijn afhankelijk van de grootte en functie van de ruimte tussen de netwerken, van productiestructuur en samenstelling economie (vanuit werkgelegenheid):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• MRDH. <ul style="list-style-type: none"> <li>– Den Haag publiek bestuurlijk;</li> <li>– Rotterdam zakelijke dienstverlening, maken, maritiem.</li> </ul> </li> <li>• MRA + Utrecht <ul style="list-style-type: none"> <li>– Amsterdam – creatief zakelijk hoogwaardig, consumenten;</li> <li>– Utrecht consumenten stad, Zakelijke dienstverlening).</li> </ul> </li> <li>• Rondje Randstad verbinden – netwerk <ul style="list-style-type: none"> <li>– Wonen-werken afstand = onder een uur.</li> </ul> </li> </ul>
Toepasbaarheid	<p><i>Laag Nederland</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stap 1: Stapsgewijs zullen delen van laag-Nederland waar niet meer geïnvesteerd wordt, eerst naar de Randstad trekken waardoor hogere dichtheden, met meer mensen, meer bedrijven ontstaan</li> <li>• Stap 2: Hoog-Nederland bereikbaar houden vanuit de Randstad door creëren van verbindingen.</li> </ul>
Effectiviteit	Dit is een zeer effectieve maatregel vanuit het bredere perspectief voor zeespiegelstijging, vanwege de economische stabiliteit die deze maatregel herbergt.
Adaptiviteit	Hangt van de aanleg af, en tempo van zeespiegelstijging. Het wordt aangelegd met een lange afschrijvingstermijn, mits je vooruit plant kun je het lang genoeg benutten.
Kosten	<p>HOOG</p> <p>zie voorbeelden Betuwelijn, lokale regionale netwerken zoals E-lijn Rotterdam Den Haag, Lelylijn, Noord Zuid Lijn...</p> <p>Kerngetallen OV:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• HOV bus 0,6 – 12,5 M/KM (CROW 2021).</li> <li>• Tram 9 – 41 M / km.</li> <li>• Metro 81 – 509 M/km.</li> <li>• Trein 8 – 30 M/km.</li> </ul>
Positieve neveneffecten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verstandig om te doen vanuit cohesie, economisch beleid van spreiding en groei bij elkaar trekken, vanuit vraag vanuit Hoog Nederland, gelijkwaardigheidsperspectief.</li> <li>• Verstandig om te doen vanuit veiligheid.</li> </ul>
Negatieve neveneffecten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Milieu impact.</li> </ul>
Onderzoeksvragen	
Referenties	<i>Ron Bosma Utrecht – verschillende soorten nabijheid – geografische nabijheid werkt structureren voor vier andere typen van nabijheid, cognitief, institutioneel (boven niveau van organisatie), sociaal, organisatorisch (binnen organisatie).</i>

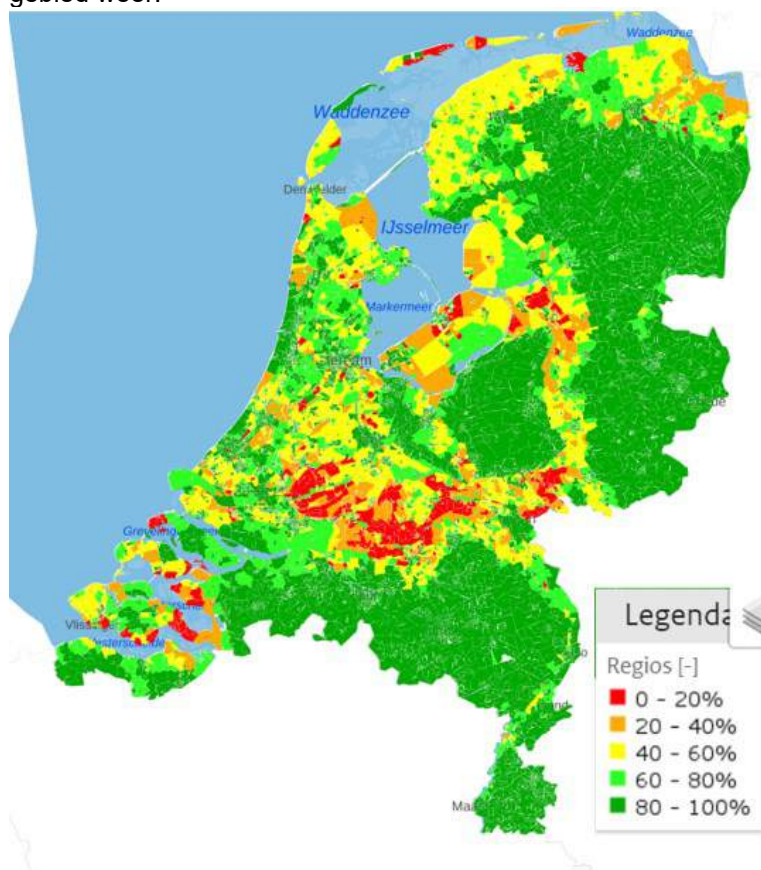
## Bouwsteen A9 Verticaal Evacueren

<p>Omschrijving</p> 	<p>Verticaal evacueren is het verplaatsen naar een hogere verdieping of een publieke shelter binnen een overstroomd of door overstroming bedreigt gebied. Mensen zullen hier één of enkele dagen moeten kunnen doorbrengen voor ze gered worden, het water is gezakt of het gevaar is geweken.</p>
<p>Schets/plaatje/illustratie</p>	 <p><i>Verticaal evacueren in een huis, met vluchtmogelijkheden op hogere verdieping.</i></p> <p><i>Groter gebouw ingericht op verticale evacuatie.</i> Bron: <a href="http://www.kanbouwen.nl/">www.kanbouwen.nl/</a></p>  <p><i>Publieke shelter tegen cycloons in Bangladesh (<a href="https://roadsforwater.org/">https://roadsforwater.org/</a>)</i></p>
<p>Doel</p>	<p>Doel van verticaal evacueren is het slachtofferrisico bij een overstroming te verminderen.</p> <p>In sommige gevallen is er bij een dreigende overstroming niet genoeg tijd om een gebied ordentelijk te verlaten (horizontaal evacueren). Als het potentiële waterniveau na een overstroming hoog genoeg is kan men kiezen voor verticaal evacueren naar een hogere verdieping in eigen gebouw, of naar een hogere verdieping direct in de buurt of een daarvoor geschikte shelter.</p> <p>Idealiter zijn er op de evacuatielocatie ook maatregelen getroffen zodat mensen hier enkele dagen kunnen overleven en op een later moment gered kunnen worden.</p> <p>Nu worden waterkeringen in Nederland zo gedimensioneerd dat hiermee de basisveiligheid tegen overstroming wordt gerealiseerd. Slechts in zeer uitzonderlijke gevallen kan deze basisveiligheid op andere wijzen worden gerealiseerd ('slimme combinatie' waarbij verticale evacuatie een rol kan spelen'). Mogelijkheden voor verticale evacuatie kunnen nu dus vooral als extra veiligheid worden gezien.</p>
<p>Implementatie</p>	<p>Implementatie van deze maatregel vraagt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Voldoende beschikbaarheid van huizen en gebouwen met droge verdiepingen bij een overstroming.</li> <li>• En/of publieke shelters op korte afstand tot bevolking waar geschuild kan worden.</li> </ul>

- Voorzieningen op deze plaatsen om ook enkele dagen te kunnen overleven. Zeker als op grote schaal mensen gered moeten worden in een rampscenario zal dit veel tijd vragen.
- Effectieve risicocommunicatie vooraf (waar kan ik heen en hoe kom ik daar).
- Effectieve crisiscommunicatie om de evacuatie in gang te zetten en mensen zich ook gedragen zoals gewenst.
- Aandacht voor verminderd zelfredzame groepen.
- Coördinatie van reddingscapaciteit.

Het realiseren van voldoende droge verdiepingen vraagt bij 2-5 meter zeespiegelstijging om aanzienlijke aanpassingen en zal op de diepste plekken lastig realiseerbaar zijn.

Onderstaande kaart geeft de huidige situatie van het aantal droge verdiepingen per gebied weer:



Bron [LIWO](#)

Bij een zeespiegelstijging van 2m-5m zal, zonder aanpassing, in grote delen van laag Nederland slechts een klein deel van de gebouwen een droge verdieping hebben. Denk aan polders die nu op -5m NAP liggen en dan potentieel meer dan 10 meter onder water kunnen komen te staan.

Om verticale evacuatie toch mogelijk te maken zal dus:


- Bij nieuwbouw moeten worden opgehoogd zodat de overstromingsdiepte ter plaatse niet meer dan 4 á 5 meter is en zolders droog blijven.
- Strategisch moeten worden omgegaan met hogere bouw.
- Hoge publieke gebouwen met een dubbelfunctie als shelter moeten worden gerealiseerd.

<p>Omvang</p>	<p>Bij nieuwbouw kan worden gedacht aan ophoging van land of gebouwen met één of enkele meters zodat hier ook bij overstroming verticale evacuatie mogelijk blijft. Bij gebruik van publieke shelters is forse capaciteit nodig gezien het grote aantal mensen (honderdduizenden/miljoen(-en) mensen?) die het potentieel betreft.</p>
<p>Toepasbaarheid</p>	<p>Bij ZSS van 2-5 meter is in heel laag Nederland aandacht voor verticale evacuatie noodzakelijk. Dit wordt duidelijk bij beschouwing van de beschikbare tijd voor evacuatie en de verwachte evacuatiefractie (waarin ook capaciteit van wegen is meegenomen).</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="427 589 826 1064"> <p>Kans op beschikbare tijd voor evacuatie van <b>1 dag</b></p> </div> <div data-bbox="858 589 1257 1064"> <p>Kans op beschikbare tijd voor evacuatie van <b>2 dagen</b></p> </div> </div> <p>Bron <u>LIWO</u></p> <p>Een overstroming vanuit zee (veroorzaakt door een grote storm) zie je pas kort van tevoren aankomen. Bij een overstroming vanuit de rivier door hoog water is er doorgaans iets meer tijd.</p> <div data-bbox="427 1249 954 1832"> <p>Verwachtingswaarde evacuatiefractie (Bron <u>LIWO</u>)</p> </div> <p>Voor de randstad is (zelfs nu al) verticale evacuatie vaak de enige optie bij een dreigende overstroming. In situatie met 2-5 meter zeespiegelstijging zal de verwachtingswaarde van de horizontale evacuatiefractie kleiner zijn voor provincies aan zee. Gezien de huidige verwachte maximale overstromingsdiepte is verticale evacuatie mogelijk in grote delen van het land. Vooral in diepe delen langs de rivieren, en diepe</p>



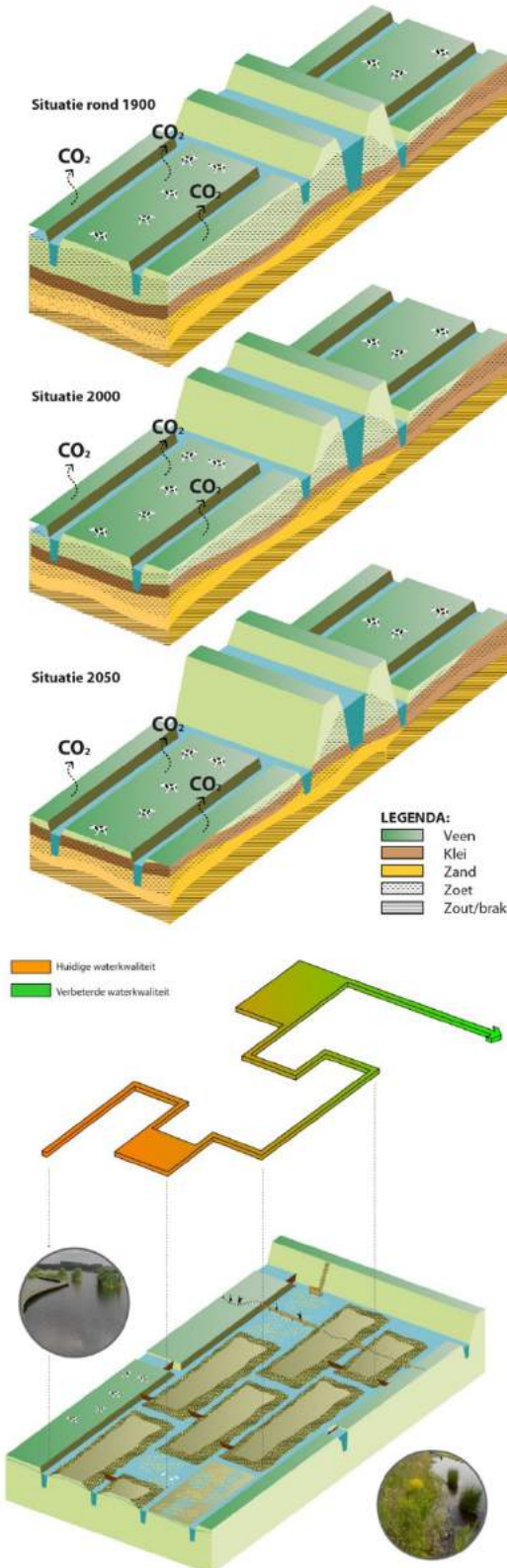
	<p>minder dicht bebouwde polders als Flevoland, Wieringermeer, het rivierengebied en in Zeeland is nu al een lager percentage 'droge verdiepingen' beschikbaar. De beschikbaarheid van droge verdiepingen neemt af met de zeespiegelstijging.</p> <p>In de diepste polders wordt het percentage droge verdiepingen bij ZSS als eerste (te) laag. Als dit niet wordt geaccepteerd is ophoging, hogere bouw of ontwikkeling van shelters noodzakelijk. Uitgaande van de diepste polders vraagt dit wel forse ophoging (tot wel 4-5 meter, afhankelijk van het zss scenario)</p> <p>Ophoging zou in de diepste polders goed zijn te combineren met het onder water zetten van (een deel van) de polder ten behoeve van waterberging.</p>
Effectiviteit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verticaal evacueren is een maatregel gericht op het redden van mensenlevens in geval van een overstromingsramp.</li> <li>• Verticaal evacueren kent ook risico's. Verticaal evacueren kan goed worden ingezet als horizontaal evacueren geen optie is. Zo wordt voorkomen dat mensen op de vlucht gaan tijdens een overstroming en dan worden blootgesteld.</li> <li>• In theorie is er altijd op te hogen/te bouwen tot boven overstromingsniveau. Kosten nemen wel toe met de hoogte.</li> <li>• Verticaal evacueren helpt maar zeer beperkt in het voorkomen van schade of bij het vermogen tot herstel na een overstroming.</li> </ul>
Adaptiviteit	<p>Bij grote overstromingsdiepten moeten forse aanpassingen worden gedaan om verticaal evacueren mogelijk te maken. De vraag is of het realistisch is aangepast en opgehoogd te bouwen om verticaal evacueren mogelijk te maken/ mensenlevens te redden als het gebod in bredere zin als verloren wordt beschouwd bij een overstroming.</p> <p>Maatregel goed toepasbaar bij nieuwbouw of eventueel verbouw van hoger te maken gebouwen. Publieke shelters kunnen worden ingepast.</p>
Kosten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kosten voor ophogen van land onder nieuw te bouwen woning (zie terp/eiland).</li> <li>• Extra hoog bouwen heeft kosten maar ook opbrengstenkant.</li> <li>• Shelters kunnen dubbelfunctie zijn, wel extra kosten voor inrichting.</li> </ul>
Positieve neveneffecten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Extra veiligheid/redden mensenlevens.</li> <li>• Verhoogd bewustzijn van overstromingsrisico's.</li> <li>• Shelterfunctie zal altijd een dubbelfunctie van een gebouw zijn.</li> </ul>
Negatieve neveneffecten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wellicht een imago impact? Het feit dat je shelters bouwt kan ook een gevoel van onveiligheid mee brengen.</li> <li>• Extra hoog bouwen of bouwen van hoge shelters of op opgehoogde grond kan effect hebben op ruimtelijke kwaliteit.</li> </ul>
Onderzoeksvragen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beleidskeuzes, vinden we wonen op plaatsen waar verticaal evacueren niet (meer) mogelijk is aanvaardbaar?</li> </ul>
Referenties	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Randvoorwaarden verticale evacuatie bij overstromingen, HKV, 2015.</li> <li>• Analyse slimme combinaties, TG, Sweco, HKV, 2018.</li> </ul>

## Bouwsteen A10 Ontwikkelen natte landbouw

<p>Omschrijving</p> <div data-bbox="124 421 448 663" style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>A10 - Natte landbouw</p>  </div>	<p><i>Wijziging hydrologische randvoorwaarden: natter en brakker</i></p> <p>In Laag-Nederland zijn er polders onder zeeniveau waar met een stelsel van sloten en boezems het tussenliggende land gecontroleerd droog te leggen is. Afhankelijk van het landbouwbedrijf (vee of akkerbouw) en gewaskeuze gaat het om een droogleggingsdoel dat ligt tussen de 20 tot 80 cm onder het maaiveld (Van den Akker et al., 2018). De drooglegging zorgt ervoor dat de bodem genoeg draagkracht heeft voor het grazen van vee, het gebruik van landbouwmachines (zaaien en oogsten) en beperking van natschade aan gewassen. Wanneer de gewassen ontkiemen is het gunstig om de drooglegging deels op te heffen (= water vasthouden) omdat tijdens de groei er steeds meer water nodig is voor verdamping. In het groeiseizoen kunnen sloten ook gebruikt worden voor beregening mits het chloridegehalte niet te hoog is. Om dit laatste te bereiken worden de sloten in de zomer in laag-Nederland vaak doorgespoeld met zoetwater uit het hoofdwatersysteem. Met klimaatverandering en zeespiegelstijging wordt het steeds moeilijker om onder de huidige voorwaarden voor beregening en landgebruik inlaat van zoetwater te realiseren.</p> <p><i>Natte landbouw vormen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Paludi-cultuur:</b> hiermee worden gewassen bedoeld zoals veenmos, lisdodde (bouwmateriaal), riet (bouwmateriaal) en cranberries (jam, muesli repen, etc.). Het verdienmodel wordt hierbij ook in ecosysteemdiensten gezocht zoals waterzuivering, vastlegging of reductie van broeikasgasemissies en waterberging voor omliggende gebieden.</li> <li>• <b>Extensief grasland:</b> Bij gecontroleerde vernatting (peilgestuurde drainage), keuze voor veel minder (zware) dieren per hectare, extensiever maaibeheer en soortenrijk grasland kan op nattere gronden ook natuurinclusieve veeteelt bedreven worden.</li> <li>• <b>Rijst:</b> dit wordt nu niet in Nederland geteeld omdat Nederland o.a. te koud is, maar Nederland wordt warmer. Aquacultuur: Het is mogelijk om aquacultuur (o.a. vis) te combineren met de teelt van bouwmaterialen/helofytenfilters. Dit heet "Aquaponics" (Bosma, 2017).</li> <li>• <b>Buitendijkse landbouw:</b> Op dit moment heeft het meeste buitendijks areaal langs de kust en in estuaria een natuurfunctie en in de rivieren is er in de uiterwaarden ook landbouw. Bij toename van dit areaal (bij 5 m zeespiegelstijging) kan een herverdeling van deze functies overwogen worden. Ook vormen van aquacultuur en visteelt zijn buitendijks een optie.</li> </ul> <p>Natte landbouwwormen kunnen op organische en minerale bodems (zand, klei) worden toegepast. Er zijn hierbij wel verschillen in neveneffecten (broeikasgasbalans, waterkwaliteit), oogstrendement (biomassa) en te leveren ecosysteemdiensten in Hoog- en Laag-Nederland.</p>
---	--

Schets/plaatje/illustratie

**Veenoxidatie**



**Plaatje:** Veraart et al., 2014.

Doel	Natte landbouwwormen zijn bedoeld als alternatief voor de huidige landbouwpraktijk. Het zijn landbouwsystemen die kunnen functioneren onder nattere en/of brakkere omstandigheden.																				
Implementatie	<p><i>Natte teelten en meebewegen</i>                  Natte landbouwsystemen zijn (a) veel minder drooggelegd (tot 20 cm onder maaiveld) of (b) niet drooggelegd. In het laatste geval kunnen de gronden tussen de sloten ook drassig zijn of onderlopen: het waterpeil ligt dan op of boven het maaiveld.</p> <p>De teelten zijn aangepast aan deze 'wetland' situatie. Situatie (a), minder drooglegging, past binnen het paradigma 'Water en bodem' sturend waarvoor in de Kamerbrief voor de drooglegging kengetallen genoemd worden van -20 tot -40 cm. Deze mate van drooglegging is in veel gevallen een vernatting t.o.v. de huidige praktijk voor landbouwgebieden (-40 tot -80 cm drooglegging).</p> <p>Ook bij natte landbouw bedrijfssystemen is inlaat van water nodig, alleen het is <u>geen doelstelling</u> meer om met doorspoelen het zoutgehalte in het oppervlaktewater te verdunnen waarbij een chloridegehalte in de wortelzone bereikt wordt die lager is dan 150-250 mg/l. In dit scenario wordt een ruimere chloride norm gehanteerd voor de inlaat van water tot bijvoorbeeld 800 mg chloride/l (licht brak water). De vernatting en verbrakking die bij dit gewijzigd waterbeheer horen vragen, bij behoud van een landbouwkundige functie, teeltwijzigingen. Hierbij is onderscheid te maken naar bodem (organische of minerale bodem) en naar landbouwwormen gericht op de productie van plantaardig eiwit (akkerbouw, tuinbouw, etc.) of dierlijk eiwit (veehouderij en aquacultuur).</p> <p><b>Tabel 1 Termen voor zout, gebaseerd op chloridegehalte, zoals gebruikt binnen KRW-systematiek (Evers 2007b; Evers 2007a) en overige sectoren.</b></p> <table border="1" data-bbox="491 1137 1444 1554"> <thead> <tr> <th></th> <th>Chloridegehalte</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Drinkwater</td> <td>&lt;150</td> </tr> <tr> <td>Zoet (KRW)</td> <td>&lt;300</td> </tr> <tr> <td>Smaakgrens (dat je zout proeft)</td> <td>&gt;400</td> </tr> <tr> <td>Landbouwkundig zoet (akkerbouw zeeland)</td> <td>&lt;800</td> </tr> <tr> <td>Licht brak (KRW)</td> <td>300-1000</td> </tr> <tr> <td>Zwak brak (KRW)</td> <td>1000-3000</td> </tr> <tr> <td>Brak (KRW)</td> <td>3000-10000</td> </tr> <tr> <td>Sterk brak (KRW)</td> <td>&gt;10000</td> </tr> <tr> <td>Zeewater (KRW)</td> <td>&gt;18000</td> </tr> </tbody> </table> <p>Natte teelten worden toegepast in het buitenland. In Nederland gebeurt het op kleine schaal en er lopen allerlei experimenten. Technisch is het telen van natte gewassen nu al mogelijk (direct toepasbaar). Echter, naast dat ondernemers met een 'droog' agrarisch bedrijfsprofiel omgeschoold moeten worden, zijn er bovendien ook transities nodig in de gehele waardeketen. Het toepassen van natte teelten in de primaire sector is niet genoeg om te komen tot een verdienmodel. Als Lisdodde wordt geteeld als bouwmetaal, dan moet er ook een verwerkingsfabriek komen en in de bouw moet er een afzetmarkt zijn. De tweede stap vraagt misschien nog wel 10-20 jaar. Aan de andere kant: in de waardeketen wordt tegelijkertijd ook nagedacht over allerlei innovaties in de voedselproductie en bouwsector. Deze transitieprocessen zouden elkaar ook kunnen versnellen.</p>		Chloridegehalte	Drinkwater	<150	Zoet (KRW)	<300	Smaakgrens (dat je zout proeft)	>400	Landbouwkundig zoet (akkerbouw zeeland)	<800	Licht brak (KRW)	300-1000	Zwak brak (KRW)	1000-3000	Brak (KRW)	3000-10000	Sterk brak (KRW)	>10000	Zeewater (KRW)	>18000
	Chloridegehalte																				
Drinkwater	<150																				
Zoet (KRW)	<300																				
Smaakgrens (dat je zout proeft)	>400																				
Landbouwkundig zoet (akkerbouw zeeland)	<800																				
Licht brak (KRW)	300-1000																				
Zwak brak (KRW)	1000-3000																				
Brak (KRW)	3000-10000																				
Sterk brak (KRW)	>10000																				
Zeewater (KRW)	>18000																				
Omvang	Bij toenemende zeespiegelstijging zijn natte teelten met name interessant om als eerste toe te passen in de verziltingsgevoelige gebieden (vanaf 2 m zeespiegelstijging) en bij verdergaande zeespiegelstijging kan deze bouwsteen ook meer in beeld komen in de overige gebieden in laag-Nederland die op of onder zeeniveau liggen. Ook in de nabije toekomst kan vernatting van gebieden bijdragen aan de reductie van CO <sub>2</sub> -uitstoot. In hoog-Nederland (zand) is een deel van de natte																				

	teelten ook toepasbaar in bijvoorbeeld buffergebieden tussen landbouw en natuur waar water wordt vastgehouden.		
Toepasbaarheid	<b>Natte teelt</b>	<b>Technische Toepasbaarheid</b>	<b>Maatschappelijke Toepasbaarheid</b>
	Paludi-cultuur	In ontwikkeling	Nog geen economisch verdienmodel
	Extensief Grasland	Bewezen methode	Nog geen verdienmodel, maar wel urgency vanuit andere beleidsvragen dit in te voeren (stikstof)
	Aquacultuur	Bewezen methode	Wel een verdienmodel, maar nog een omscholing nodig.
	Buitendijkse landbouw	Bewezen methode	Wel een verdienmodel, maar weinig ruimte en knelpunten met natuurdoelen
	Rijst	Bewezen methode	Grote concurrentie met andere rijst producerende landen. Rijstteelt is ongunstig voor de emissie van broeikasgassen (Yang ea, 2014).
	<p><i>Ruimteclaims</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• De extensieve natte productie vormen (extensief grasland, buitendijkse landbouw) van biomassa zullen bij een gelijkblijvende consumptie en export een groter areaal vragen in vergelijking met de huidige situatie (intensieve landbouw met hoge opbrengsten per hectare).</li> <li>• Met aquacultuur is er per hectare meer biomassa voor voedsel te realiseren, m.a.w. met een meer marien voedselpatroon is er in een vernattend Nederland minder areaal nodig voor de voedselvoorziening t.o.v. de huidige situatie. Bovendien blijft aquacultuur mogelijk onder permanent ondergelopen omstandigheden, terwijl dit voor andere functies niet geldt (wonen, terrestrische natuur, grondgebonden landbouw).</li> <li>• Ook paludi-cultuur kan per hectare meer biomassa genereren dan droge landbouw. Echter de geproduceerde biomassa is in de meeste gevallen niet bedoeld voor voedselproductie, maar voor de bouwsector en ecosysteemdiensten.</li> <li>• Ook met rijst zijn er grote opbrengsten per hectare realiseerbaar, vergelijkbaar met graan en aardappelen (Shao et al., 2014).</li> </ul>		
Effectiviteit	<b>Natte teelt</b>	<b>Zeespiegelstijging</b>	<b>Tempo zeespiegelstijging</b>
	Paludicultuur	Tot 2 m zeespiegelstijging een goed alternatief (toename drassig land), maar bij grotere zeespiegelstijging zal het geschikte areaal ook weer afnemen (drassig land wordt permanent ondergelopen land = oppervlakterwater	Deze vorm van landgebruik zal leiden tot een inverse van de bodemdaling op organische bodems (bodemstijging) (Van 't Veer, 2022). Maar deze bodemstijging is niet voldoende om het tempo van zeespiegelstijging bij te benen.
	Extensief Grasland	Optie tot 2 m ZSS bij huidige kustlijn in laag-Nederland, daarna (>2 m) te	Op veengronden zal de bodemdaling verlaagd zijn, maar nog steeds voorzetten, ook broeikasemissies zijn lager, maar

		verplaatsen naar Hoog-NL	in CO <sub>2</sub> -equivalenten niet nul (Erkens e.a., 2022).
	Aquacultuur	Geschikt areaal neemt toe met stijgende zeespiegel	Niet belangrijk
	Buitendijkse landbouw	Geschikt areaal neemt af (2 m) of verplaatst zich (5 m)	Bij versnelde zeespiegelstijging neemt dit areaal ook sterker af (minder sedimentatie)
	Rijst	Dit blijft lang een toepasbare natte teelt, maar areaal zal ook gaan afnemen als land permanent overstroomd is.	
Adaptiviteit	<p>Natte landbouw kan langer toegepast worden bij vernatting van de bodemzone en verbraking van het ingelaten water in het slotenstelsel. Hoe natter de teelt hoe adaptiever.</p> <p>Als in betreffende polder ook water nodig is voor de productie van drinkwater of industriedoeleinden dan is oprekken van de chloride inlaatnorm niet zomaar mogelijk (minder adaptief). Je zou net onder de smaakgrens kunnen gaan zitten (400 mg/l chloride), maar dat is met de huidige infrastructuur niet wenselijk in verband met de corrosiegevoeligheid van transportbuizen.</p>		
Kosten			
Positieve neveneffecten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vastlegging van CO<sub>2</sub>.</li> <li>• Biodiversiteit.</li> <li>• Natuurlijke zuivering van water met natte teelten als ecosysteemdienst.</li> </ul>		
Negatieve neveneffecten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bij vernatting dient er rekening gehouden te worden met risico op toename van methaan emissies naar de atmosfeer en het vrijkomen van nutriënten uit de bodem die uitspoelen naar het oppervlaktewater. Beide kunnen met slim bodem en waterbeheer gemitigeerd worden (Quadra &amp; Boonman et al., 2023), maar dit zal of extra kosten met zich meebrengen.</li> <li>• Vernatting creëert ook gunstige omstandigheden voor bijvoorbeeld insecten of invasieve exoten met nadelen voor mensen, denk aan bijvoorbeeld muggen (zie o.a. Lototskaya e.a. 2010). Ook deze risico's zijn hanteerbaar te maken.</li> </ul>		
Onderzoeksvragen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Economische haalbaarheid van paludi-teelt met rekenschap van de hele waardeketen.</li> <li>• Hoe lang kun je een doorspoelstrategie verlengen met lichtbrak water?</li> <li>• Hoe zouttolerant is paludi-cultuur?</li> </ul> <p><i>Relevante onderzoeksprogramma's</i></p> <p><b>KLIMAP</b>  Paludicultuur/natte landbouw wordt gezien als kansrijke adaptatiemaatregel met name in de directe omgeving (bufferzones) van natte natuurgebieden en langs waterlopen. Op meerdere locaties in Noord-Brabant vinden binnen <u>KLIMAP</u> op dit moment experimenten plaats op het gebied van paludicultuur, elk met een andere invalshoek: in <u>Helmond</u>, <u>Biest-Houtakker</u>, het <u>Scheiendsven</u> en <u>Soerendonk</u>.</p> <p><b>VIP-NL</b>  In het VIP-NL project <u>Natte teelten op waterrijk veen</u> wordt onderzocht of natte teelten een duurzaam alternatief of aanvulling kunnen vormen op de melkveehouderij.</p>		


	<p>Hierbij is het doel om het land productief te benutten, terwijl tegelijkertijd bodemdaling en <u>broeikasgasemissies</u> worden tegengegaan én wordt gewerkt aan water- en biodiversiteitsopgaven.</p> <p><b>Innovatieprogramma Veen</b>  In het <u>Innovatieprogramma Veen</u> werkten agrarische natuurvereniging Water, Land &amp; Dijken en natuurbeheerorganisatie Landschap Noord-Holland aan vernattingsmaatregelen om de bodemdaling in het veenweidegebied met 90% te reduceren. Met een praktische aanpak, gestoeld op een economische basis voor de landbouw, vonden experimenten plaats met nieuwe typen van bedrijfsvoering bij hogere waterpeilen: veeteelt met peilgestuurde drainage en natte teelten.</p> <p><b>Carbon Connects</b>  Het Europese Interreg project <u>Carbon Connects</u> focust op de vermindering van CO<sub>2</sub>-uitstoot van veengronden. Het project gaat na hoe we voor landbouw onder veranderde, natte omstandigheden toch duurzame verdienmodellen kunnen ontwikkelen, waarbij tegelijkertijd koolstof vastgelegd wordt in de vernatte gebieden. Carbon Connects test verschillende soorten maatregelen tot vernatting en verschillende verdienmodellen in 8 pilotgebieden met verschillende typen veengrond van 5 tot 10 ha groot in Nederland, Vlaanderen, Frankrijk, Engeland en Ierland. De geteste maatregelen zijn toepasbaar op in totaal 4.5 miljoen ha veengrond in Noordwest-Europa.</p> <p><b>CINDERELLA</b>  In het Europese ERA-NET project <u>CINDERELLA</u> werd <u>onderzocht</u> welke effecten het opnieuw vernatten van veengebieden heeft, op welke manier vernatte veengebieden duurzaam en economisch rendabel kunnen worden ingericht en welke ecosysteemdiensten het veen kan vervullen. De focus lag op de technische en economische haalbaarheid van paludicultuur met riet en lisdodde.</p> <p><b>Project Better Wetter (Noordoost Friesland)</b>  In 2015 zijn er in Friesland lisdoddeteeltsystemen aangelegd in het kader van project <u>Better Wetter</u>. De gedachte hierachter is dat landgebruik zich in deze regio op termijn rekening moet houden met nattere omstandigheden om de effecten van klimaatverandering en bodemdaling tegen te gaan. Natte teelten, zoals lisdoddeteeltsystemen zijn daarbij een oplossingsrichting. De geogste lisdodde wordt samen met aardappelvezels ingezet voor de productie van bio-laminaten.</p> <p><b>Project Omhoog met het Veen</b>  In het IJperveld is Landschap Noord-Holland in samenwerking met de Radboud Universiteit onderzoeksproject <u>Omhoog met het Veen</u> gestart. De belangrijkste doelstellingen in dit project: herstel van veengroei op voormalige landbouwgrond en herstel van ecosysteemdiensten (waterzuivering en koolstof vastlegging). Op veldschaal werd de relatie tussen meststoffen uit bodem en atmosfeer (stikstofdepositie) en de groei van veenmossen (<i>Sphagnum</i>) en de broeikasgassenbalans onderzocht. Dit wordt toegelicht in een <u>youtube filmpje</u> (Landschap Noord-Holland, 2015) en nader omschreven door <u>Van de Riet et al. (2013)</u> en <u>Van de Riet et al. (2014)</u>. De resultaten zijn niet alleen van belang voor natuurherstel, maar ook voor de ontwikkeling van <i>Sphagnum</i> farming (veenmosteelt) als duurzaam alternatief landgebruik.</p> <p><b>Veen Voer en Verder</b>  Het <u>Veenweiden Innovatie Centrum</u> experimenteerde in dit project met <u>de teelt van natte gewassen</u> en onderzocht samen met het Louis Bolk Instituut en de Radboud Universiteit welke teelten in het veenweidegebied haalbaar zijn, zowel economisch als qua effecten op de omgeving (bodemdaling, emissies, etc.), om inzicht te krijgen hoe de economie van het gebied verbreed en de duurzaamheid vergroot kan worden.</p> <p><b>Project Waterrijk / Richt Water World</b></p>
--	---

	<p><u>RichWaterWorld</u> was een publiek-privaat consortium dat keek naar innovatieve oplossingen ten aanzien van wateroverlast, watertekort en waterkwaliteit op gebiedsniveau. Het programma onderzocht of de combinatie van waterbergen, vasthouden en water zuiveren mogelijk is binnen één gebied (<u>Kwakernaak et al., 2016</u>). Daarnaast levert de biocascade mogelijkheden voor de productie van biomassa voor bio-based toepassingen. Dit alles werd onderzocht in <u>park Lingezege</u>.</p> <p><b>Aquafarm</b> In het <u>project Aquafarm</u> wordt gekeken hoe je met zowel flora (azolla, eendenkroos) en macrofauna in een gecascadeerd systeem nutriënten en afvalstoffen uit het afvalwater kunt halen met het doel om deze opnieuw te gebruiken.</p> <p><b>Watermoestuinen en aquaculturen</b> Er lopen verschillende experimenten met eetbare waterplanten, zoals de teelt van watermunt als smaakmaker in thee, de knol van pijlkruid om chips van te bakken, delen van lisdodde in soep en als groente de lidsteng die ook wel waterasperge wordt genoemd.</p>
<p>Referenties</p>	<p>Bosma, R. H. 2017. Aquaponics en de vele randvoorwaarden voor succes. AQUACULTUUR 28.</p> <p>Erkens, G., R. Melman, S. Jansen, J. Boonman, M. Hefting, J. Keuskamp, H. Bootsma, L. Nougues, M. Van den Berg, and Y. Van der Velde. 2022. Subsurface Organic Matter Emission Registration System (SOMERS). Beschrijving SOMERS 1.0, onderliggende modellen en veenweidenrekenregels. Nationaal Onderzoeksprogramma Broeikasgassen Veenweiden (NOBV) (ed.), STOWA, Amersfoort.</p> <p>Evers CHM (2007a) Getalswaarden bij de Goede Ecologische Toestand voor oppervlaktewater voor de algemene fysisch-chemische kwaliteitselementen temperatuur, zuurgraad, doorzicht, zoutgehalte en zuurstof. RIZA &amp; STOWA, Amersfoort</p> <p>Evers CHMe (2007b) Omschrijvingen van KRW sloten en kanalen</p> <p>Lototskaya, A.A., P.F.M. Verdonshot, T.B.M. Dekkers. 2011. Steekmuggen in de waterbergingsgebieden Peize en Roden: monitoring 2010. Alterra, Wageningen-UR, Wageningen.</p> <p>Shao, G. C., S. Deng, N. Liu, S. E. Yu, M. H. Wang, and D. L. She. 2014. Effects of controlled irrigation and drainage on growth, grain yield and water use in paddy rice. European Journal of Agronomy 53: 1-9.</p> <p>Yang, S. H., S. Z. Peng, H. J. Hou, and J. Z. Xu. 2014. Controlled irrigation and drainage of a rice paddy field reduced global warming potential of its gas emissions. Arch Agron Soil Sci 60: 151-161.</p> <p>Van den Akker J, Massop HTL, Rietstra RPJJ (2018) Potentiële emissiereductie broeikasgassen Fries veenweidegebied - Waterhuishoudkundige en bodembeheermaatregelen om broeikasgasemissies te beperken. vol WEnR rapport 2905. Wageningen Environmental Research, Wageningen</p> <p>Van 't Veer R (2022) Groeiend veen in Laag-Holland. Radboud Universiteit, Nijmegen</p> <p>Veraart, J. A., C. C. Vos, A. Spijkerman, and J. P. M. Witte. 2014. Meekoppelkansen tussen Natura 2000, Kaderrichtlijn Water en het Deltaprogramma in de Klimaatcorridor Veenweide - een quick scan klimaatadaptatie. Wageningen, p. 88.</p> <p>Quadra, G. R., Boonman, C. C. F., Vroom, R. J. E., Temmink, R. J. M., Smolders, A. J. P., Geurts, J. J. M., Aben, R.C.H., Weideveld, S. T. J., &amp; Fritz, C. (2023). Removing 10 cm of degraded peat mitigates unwanted effects of peatland rewetting: a mesocosm study. Biogeochemistry, 1-20.</p>



## Bouwsteen A11 Ontwikkelen 'footloose' landbouw

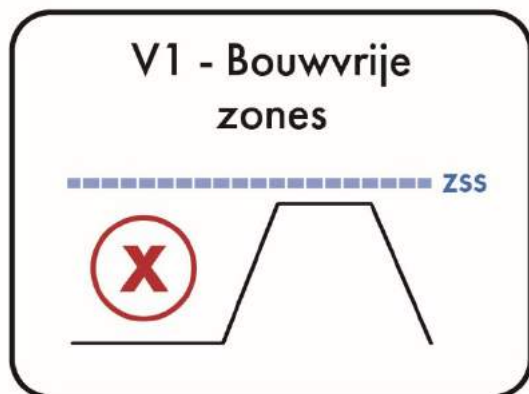
<p>Omschrijving</p> <div data-bbox="108 421 411 645" style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>A11 - Footloose landbouw</p>  </div>	<p>Bij toename van de zeespiegelstijging zullen als eerste de vruchtbare kleigronden vernatten, verziltten in Laag-Nederland. Bij verdergaande zeespiegelstijging (scenario 5 meter) staan deze gebieden voor een deel permanent onder water. Door dit effect en door toenemende ruimtedruk in de overgebleven gebieden zal het areaal, geschikt voor grondgebonden landbouw, op vruchtbare klei in Laag-Nederland kleiner worden en slechts voor een klein deel gecompenseerd door verplaatsing van grondgebonden voedselproductie naar Hoog-Nederland. De zandgronden in Hoog-Nederland zijn bovendien minder vruchtbaar en ook daar zullen meer mensen komen wonen. De afname van voedselproductie door afname van grondgebonden akkerbouw, groenteteelt en veehouderij kan voor een deel opgevangen worden door niet-grondgebonden landbouw ('footloose' landbouw), met de volgende systemen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Glastuinbouw.</li> <li>• Vertical Farming (als glastuinbouw, maar dan de hoogte in).</li> <li>• Agro-clusters op land, waarin plantaardige (groenten, graan, etc.) en dierlijke eiwitten (vee) samengevoegd zijn in een geïntegreerd bedrijfssysteem, inclusief verwerkingsprocessen (levensmiddelenindustrie) en hergebruik en uitwisseling van resources (circulariteit).</li> <li>• Agro-clusters op het water en in moeras (aquacultuur, zeewier, vis, schelpdieren, etc.), met dezelfde principes als op het land.</li> </ul>
<p>Schets/plaatje/illustratie</p>	<div data-bbox="459 974 1300 1393" style="text-align: center;">  </div> <p><i>Artist impression van een agrofood cluster met links veehouderij, midden aquacultuur en rechts glastuinbouw. Bron: <a href="#">Wageningen MFC</a></i></p> <div data-bbox="459 1482 1209 1989" style="text-align: center;">  </div> <p><i>Voorbeeld van Vertical Farming (Boven Bron: <a href="#">WUR</a>), onder: <a href="#">NBC</a>.</i></p>

	
<p>Doel</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Door voedselproductie te intensiveren met het concept van agro-foodclusters is er minder areaal nodig en is het verlies aan grondgebonden landbouw a.g.v. van ZSS, stedelijke ontwikkeling en natuurontwikkeling te compenseren.</li> <li>• Door Peter Smeets (Managing partner at Wageningen Metropolitan Food Clusters) werd in zijn presentatie op de tweede brede hackaton gesteld dat op 1500 ha Agrofood clusters het voedsel voor 1 miljoen mensen met een Lancet dieet (gezond voedselpatroon) kan worden geproduceerd. Dat betekent voor het referentie jaar (2020) dat er 261 km<sup>2</sup> areaal nodig is in Nederland voor voedselproductie i.p.v. 18.200 km<sup>2</sup>. Dit is het niet grondgebonden deel van de productie: kassen voor voedsel en veevoer, stallen en gesloten aqua-productie, recycling en logistiek. Er blijft nog een areaal grondgebonden productie voor voedsel veevoer nodig maar dat kan, net als nu, ook buiten Nederland liggen en ook kleiner worden bij een meer plantaardig georiënteerd dieet. In de hypothese is uitgegaan van de huidige techniek en resource use efficiency. Het verplaatsen van veevoerproductie naar kassen is pas net begonnen, net als het hergebruik van rest- en bijproducten met inzet van industriële ecologie. In deze hypothese is aangenomen dat import- en export uit de primaire productie vergelijkbaar is met de huidige situatie, maar wel benoemd voor Noordwest-Europa en niet voor Nederland. De food clusters worden op Europees niveau georganiseerd. In Hoog-Nederland, West-Duitsland en Vlaanderen. Of deze stelling over de verkleining van het areaal voor voedselproductie plausibel is, dat is nog een kennisvraag.</li> <li>• Een mariene variant met aquacultuur in de nieuwe zee oppervlakten (bij 5 m zeespiegelstijging) is ook denkbaar.</li> </ul>
<p>Implementatie</p>	<p>In 'meebewegen' is het logisch om agrofood clusters dicht bij stedelijke gebieden te concentreren of in een ring om Nederland heen (dus in het buitenland). In het rurale gebied kan dan gekozen voor extensivering van de landbouw gericht op non-food productie (bv isolatiemateriaal voor de bouw), ecosysteemdiensten (zie bouwsteen natte landbouw), natuurontwikkeling, waterberging, recreatie maar ook extra areaal voor bewoning.</p>

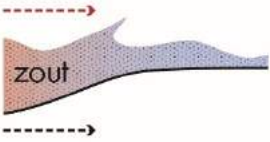
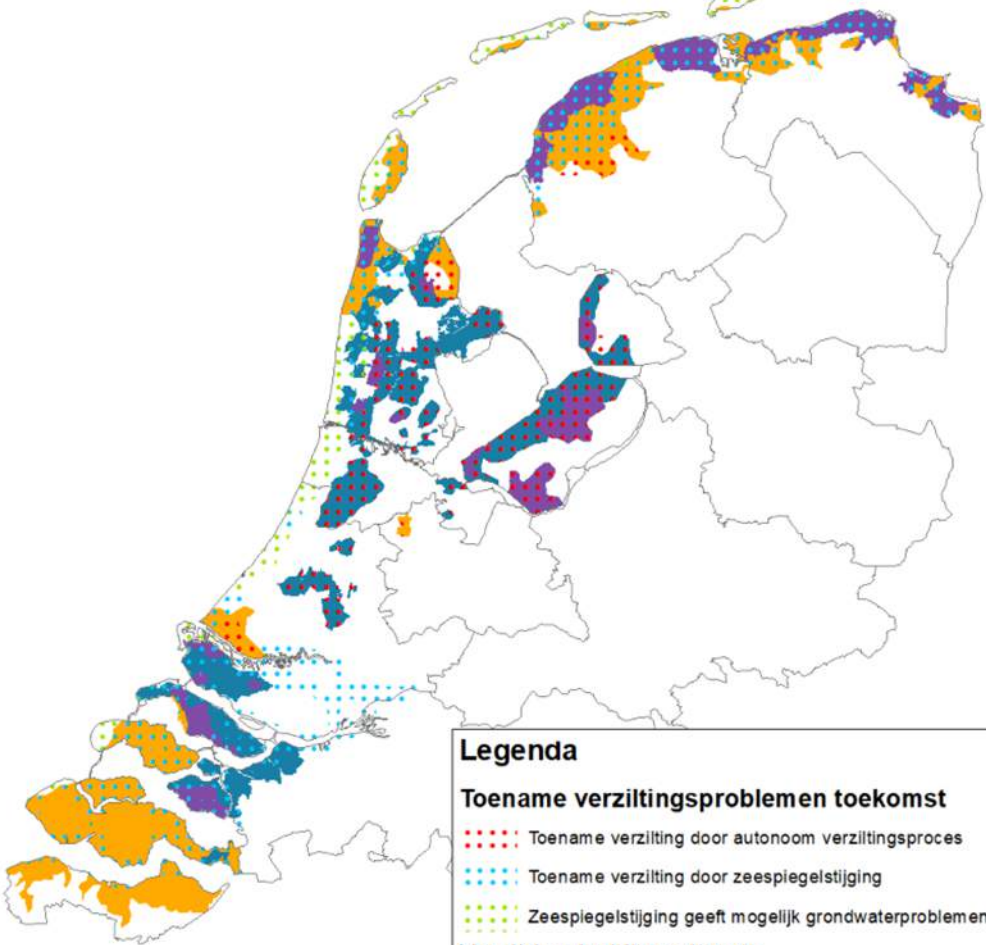
<p>Omvang</p>	<p>De bouwsteen gaat uit van een reductie van de noodzakelijke oppervlakte (lengte x breedte) voor voedselproductie door te werken met agrofoodclusters van 18.200 km<sup>2</sup> naar 261 km<sup>2</sup> areaal op het Nederlandse grondgebied voor eigen gebruik en export naar Europa.                  Hoogte: 'footloose' landbouw kan de hoogte in met inzet van kunstmatig licht (zie illustratie).</p>																				
<p>Toepasbaarheid</p>	<p>Bij 2 m en 5 m zeespiegelstijging kan 'footloose' landbouw op elke plaats in Nederland gerealiseerd worden omdat het toepasbaar is op land, nat land en permanent ondergelopen gebieden. Economische vestigingsfactoren zijn veel meer bepalend op welke plek deze vorm van voedselproductie te realiseren is. Verplaatsing van ('footloose') voedselproductie naar Duitsland, België en Noord-Frankrijk is ook denkbaar binnen de verhaallijn 'meebewegen.'</p>																				
<p>Effectiviteit</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="450 694 794 779"> <b>Type 'footloose' landbouw</b> </th> <th colspan="2" data-bbox="794 694 1490 779"> <b>Effectiviteit</b> </th> </tr> <tr> <td data-bbox="450 779 794 815"></td> <td data-bbox="794 779 1056 815">Voedselvoorziening</td> <td data-bbox="1056 779 1490 815">Capital at risk</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="450 815 794 943">                     Glastuinbouw (plantaardig, food, non-food)                 </td> <td data-bbox="794 815 1056 943">                     Hoge opbrengst per hectare                 </td> <td data-bbox="1056 815 1490 943">                     Bij stijgende zeespiegelstijging nemen overstromingsrisico's ook toe afhankelijk v.d. locatie. Ook veel kapitaal per hectare!                 </td> </tr> <tr> <td data-bbox="450 943 794 1128">                     Vertical farming (plantaardig, food, non-food)                 </td> <td data-bbox="794 943 1056 1128">                     Nog hogere opbrengst per hectare dan conventionele glastuinbouw                 </td> <td data-bbox="1056 943 1490 1128">                     Bij stijgende zeespiegelstijging nemen overstromingsrisico's ook toe afhankelijk v.d. locatie. Meer kapitaal per hectare in vergelijking tot glas en grondgebonden landbouw.                 </td> </tr> <tr> <td data-bbox="450 1128 794 1559">                     Agrofood clusters op land (plantaardig en dierlijk)                 </td> <td data-bbox="794 1128 1056 1559">                     Ruimteclaim kan nog kleiner worden als naast een lancet dieet, het consumptie patroon ook meer plantaardig wordt. Veehouderij is niet alleen nodig voor consumptie van vlees, maar ook voor de mineralenbalans van de bodem.                 </td> <td data-bbox="1056 1128 1490 1559">                     Bij stijgende zeespiegelstijging nemen overstromingsrisico's ook toe afhankelijk v.d. locatie. Ook veel kapitaal per hectare!                 </td> </tr> <tr> <td data-bbox="450 1559 794 2063">                     Agrofoodclusters op water (aquacultuur e.d.)                 </td> <td data-bbox="794 1559 1056 2063">                     Even productief per hectare op water als op land? (kennisvraag)                       De overstap naar een dieet, meer gebaseerd op marien eiwit (dierlijk en plantaardig) vraagt ook een gewijzigd consumptie patroon.                 </td> <td data-bbox="1056 1559 1490 2063">                     Bij stijgende zeespiegelstijging komt er feitelijk meer ruimte voor aquacultuur en visserij.                 </td> </tr> </tbody> </table>			<b>Type 'footloose' landbouw</b>	<b>Effectiviteit</b>			Voedselvoorziening	Capital at risk	Glastuinbouw (plantaardig, food, non-food)	Hoge opbrengst per hectare	Bij stijgende zeespiegelstijging nemen overstromingsrisico's ook toe afhankelijk v.d. locatie. Ook veel kapitaal per hectare!	Vertical farming (plantaardig, food, non-food)	Nog hogere opbrengst per hectare dan conventionele glastuinbouw	Bij stijgende zeespiegelstijging nemen overstromingsrisico's ook toe afhankelijk v.d. locatie. Meer kapitaal per hectare in vergelijking tot glas en grondgebonden landbouw.	Agrofood clusters op land (plantaardig en dierlijk)	Ruimteclaim kan nog kleiner worden als naast een lancet dieet, het consumptie patroon ook meer plantaardig wordt. Veehouderij is niet alleen nodig voor consumptie van vlees, maar ook voor de mineralenbalans van de bodem.	Bij stijgende zeespiegelstijging nemen overstromingsrisico's ook toe afhankelijk v.d. locatie. Ook veel kapitaal per hectare!	Agrofoodclusters op water (aquacultuur e.d.)	Even productief per hectare op water als op land? (kennisvraag)  De overstap naar een dieet, meer gebaseerd op marien eiwit (dierlijk en plantaardig) vraagt ook een gewijzigd consumptie patroon.	Bij stijgende zeespiegelstijging komt er feitelijk meer ruimte voor aquacultuur en visserij.
<b>Type 'footloose' landbouw</b>	<b>Effectiviteit</b>																				
	Voedselvoorziening	Capital at risk																			
Glastuinbouw (plantaardig, food, non-food)	Hoge opbrengst per hectare	Bij stijgende zeespiegelstijging nemen overstromingsrisico's ook toe afhankelijk v.d. locatie. Ook veel kapitaal per hectare!																			
Vertical farming (plantaardig, food, non-food)	Nog hogere opbrengst per hectare dan conventionele glastuinbouw	Bij stijgende zeespiegelstijging nemen overstromingsrisico's ook toe afhankelijk v.d. locatie. Meer kapitaal per hectare in vergelijking tot glas en grondgebonden landbouw.																			
Agrofood clusters op land (plantaardig en dierlijk)	Ruimteclaim kan nog kleiner worden als naast een lancet dieet, het consumptie patroon ook meer plantaardig wordt. Veehouderij is niet alleen nodig voor consumptie van vlees, maar ook voor de mineralenbalans van de bodem.	Bij stijgende zeespiegelstijging nemen overstromingsrisico's ook toe afhankelijk v.d. locatie. Ook veel kapitaal per hectare!																			
Agrofoodclusters op water (aquacultuur e.d.)	Even productief per hectare op water als op land? (kennisvraag)  De overstap naar een dieet, meer gebaseerd op marien eiwit (dierlijk en plantaardig) vraagt ook een gewijzigd consumptie patroon.	Bij stijgende zeespiegelstijging komt er feitelijk meer ruimte voor aquacultuur en visserij.																			

Adaptiviteit	Deze denkrichting ('footloose' voedsel) blijft ook bij een zeespiegelstijging die groter is dan 5 meter een mogelijke denkrichting. Zeker omdat het oostelijk verplaatsen een onderdeel ervan is.															
Kosten	<p>Hier zit vermoedelijk de grootste uitdaging, de keerzijde van de medaille. Deze technologische denkrichting zal zeker in het begin grote investeringen vragen en veel duurder zijn dan het huidige grotendeels grondgebonden voedselproductiesysteem wat we nu in Nederland hebben. Ook in termen van energiegebruik en gebruik van hoogwaardige bouwmaterialen zal veel geïnvesteerd moeten worden. Dit type voedselproductie zal in het begin ook kennisintensief zijn en dat zal ook investeringen vragen.</p> <p>Veel is nog te doordenken qua logistiek. Aan de ene kant wordt de afstand tussen primaire productie en voedselverwerkende industrie sterk verkleind (minder transport nodig), maar aan de andere kant heb je misschien ook wel andere type logistiek nodig om de voedselproducten van agrofoodcluster naar consument te krijgen.</p>															
Positieve neveneffecten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Het belangrijkste neveneffect is dat er veel minder ruimte nodig is voor primaire productie en daarmee komt er dus veel meer ruimte voor wonen, natuur en waterberging.</li> </ul>															
Negatieve neveneffecten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De winst in ruimte heeft als keerzijde een toename van inzet van kapitaal en energie per eenheid voedselproduct of per eenheid ruimte.</li> <li>• Mogelijk gevolgen voor bijvoorbeeld dierenwelzijn (niet onderzocht)</li> </ul>															
Onderzoeksvragen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wat moet nader onderzocht worden voordat toepassing mogelijk is?</li> <li>• De ruimtewinst zal groot zijn, maar dat willen we preciezer weten: Hoe groot is de ruimtewinst met inzet van agrofood-clusters (toetsen stelling Smeets).</li> <li>• Hoeveel extra ruimtewinst is er met 'footloose' landbouw te realiseren met niet alleen een shift naar een lancet dieet (gezonder voedselpatroon), maar ook een meer plantaardig dieet?</li> <li>• Wat gebeurt er met de zoetwatervraag in een voedselsysteem gebaseerd op het 'footloose' principe?</li> <li>• Kan een marien agrofood cluster de dierlijke en plantaardige eiwitproductie op het land volledig vervangen?</li> <li>• Wat is de ideale combinatie van extensivering grondgebonden landbouw en 'footloose' in het licht van zeespiegelstijging?</li> <li>• Wat betekenen deze kapitaalintensieve vormen van voedselproductie voor de waterveiligheidsnormen? (capital at risk)</li> <li>• Hoe kun je de negatieve bij effecten reduceren of wegnemen?</li> </ul>															
Referenties	<table border="1" data-bbox="456 1473 1473 2018"> <thead> <tr> <th data-bbox="456 1473 879 1514">Type</th> <th data-bbox="879 1473 1473 1514">Voorbeeld</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="456 1514 879 1576">Glastuinbouw</td> <td data-bbox="879 1514 1473 1576">Dit is business as usual, zie het Westland. Innovatievere vormen: drijvende kassen?</td> </tr> <tr> <td data-bbox="456 1576 879 1704">Vertical farming</td> <td data-bbox="879 1576 1473 1704">Nederland telt een handjevol vertical farms. De grootste zijn <a href="#">Growy</a> in Amsterdam, <a href="#">Plantlab</a> in Den Bosch en <a href="#">Seven Steps to Heaven</a> in Helmond. (Bron: Nieuwe Oogst, 2022)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="456 1704 879 1767">Agrofood-clusters op land</td> <td data-bbox="879 1704 1473 1767">Van Dijk, Vreba dairy farming (zie ppt Peter Smeets)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="456 1767 879 1951">Agrofood Clusters op Zee</td> <td data-bbox="879 1767 1473 1951"> <p><a href="#">Nord Sea Farmers</a> is een voorbeeld waarin verschillende teelten gecombineerd worden. Dit is nog wel experimenteel.</p> <p>Aquacultuur (onshore en offshore) zijn wereldwijd natuurlijk al veel toegepast.</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="456 1951 879 2013"></td> <td data-bbox="879 1951 1473 2013"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="456 2013 879 2018"></td> <td data-bbox="879 2013 1473 2018"></td> </tr> </tbody> </table>		Type	Voorbeeld	Glastuinbouw	Dit is business as usual, zie het Westland. Innovatievere vormen: drijvende kassen?	Vertical farming	Nederland telt een handjevol vertical farms. De grootste zijn <a href="#">Growy</a> in Amsterdam, <a href="#">Plantlab</a> in Den Bosch en <a href="#">Seven Steps to Heaven</a> in Helmond. (Bron: Nieuwe Oogst, 2022)	Agrofood-clusters op land	Van Dijk, Vreba dairy farming (zie ppt Peter Smeets)	Agrofood Clusters op Zee	<p><a href="#">Nord Sea Farmers</a> is een voorbeeld waarin verschillende teelten gecombineerd worden. Dit is nog wel experimenteel.</p> <p>Aquacultuur (onshore en offshore) zijn wereldwijd natuurlijk al veel toegepast.</p>				
Type	Voorbeeld															
Glastuinbouw	Dit is business as usual, zie het Westland. Innovatievere vormen: drijvende kassen?															
Vertical farming	Nederland telt een handjevol vertical farms. De grootste zijn <a href="#">Growy</a> in Amsterdam, <a href="#">Plantlab</a> in Den Bosch en <a href="#">Seven Steps to Heaven</a> in Helmond. (Bron: Nieuwe Oogst, 2022)															
Agrofood-clusters op land	Van Dijk, Vreba dairy farming (zie ppt Peter Smeets)															
Agrofood Clusters op Zee	<p><a href="#">Nord Sea Farmers</a> is een voorbeeld waarin verschillende teelten gecombineerd worden. Dit is nog wel experimenteel.</p> <p>Aquacultuur (onshore en offshore) zijn wereldwijd natuurlijk al veel toegepast.</p>															


**Bouwsteen V1**    **Bouwwrije zones**



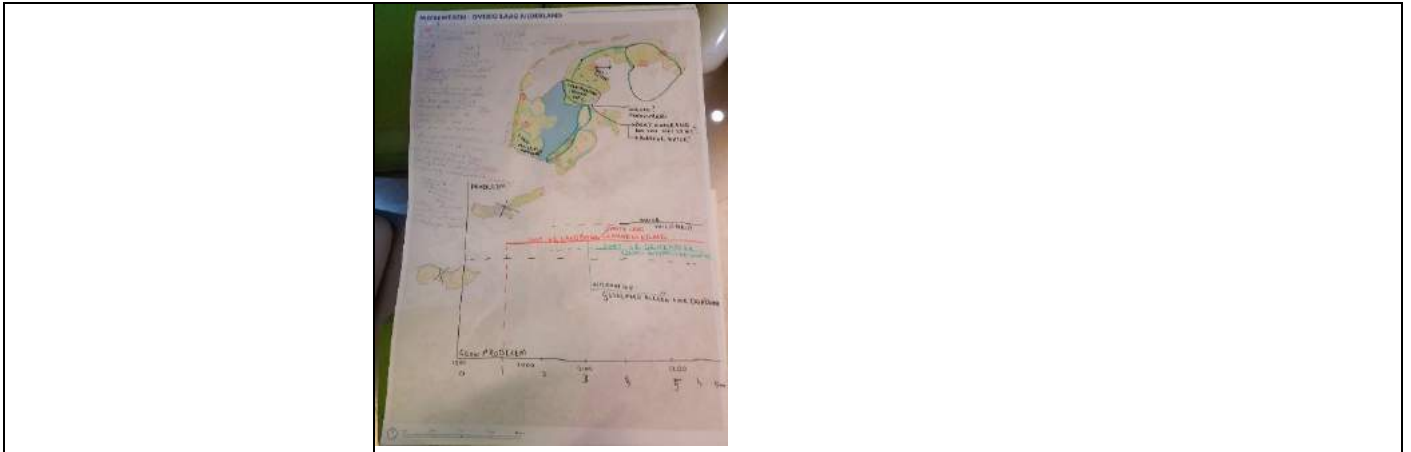
## Bouwsteen N1 Verzilting toelaten

<p>Omschrijving</p> <div data-bbox="108 421 459 683" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>N1 - Verzilting toelaten</p>  </div>	<p>Hanteren van een <b>hogere chloridenorm, toelaten zoutindringing</b> en toepassen <b>zilte/zoute landbouwgewassen</b>.</p>
<p>Schets/plaatje/illustratie</p>	 <div data-bbox="938 1473 1492 1854" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>Legenda</b></p> <p><b>Toename verziltingsproblemen toekomst</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: red;">•••••</span> Toename verzilting door autonoom verziltingsproces</li> <li><span style="color: cyan;">•••••</span> Toename verzilting door zeespiegelstijging</li> <li><span style="color: green;">•••••</span> Zeespiegelstijging geeft mogelijk grondwaterproblemen</li> </ul> <p><b>Verzilting huidige situatie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="background-color: orange; width: 15px; height: 10px; display: inline-block;"></span> Kans op verzilting wortelzone</li> <li><span style="background-color: blue; width: 15px; height: 10px; display: inline-block;"></span> Doorspoeling nodig wegens verzilting oppervlaktewater</li> <li><span style="background-color: purple; width: 15px; height: 10px; display: inline-block;"></span> Doorspoeling en kans op verzilting</li> </ul> </div> <p><b>Verziltingsrisicokaart</b> met een landelijk beeld van het risico op verzilting bij <u>1 meter</u> zeespiegelstijging in het jaar 2100 aan de hand van modelberekeningen (Delsman 2021). De grootste verandering in zoetwatervraag vindt plaats met name in de polders van Noord-Holland, Friesland en Groningen (Delsman et al. 2022).</p>


Doel	Door het hanteren van een hogere chloridenorm, toelaten zoutindringing en toepassen zilte/zoute landbouwgewassen kan de behoefte aan een strategische zoetwatervoorraad verminderd worden en komt er mogelijk meer zoetwater beschikbaar voor andere doeleinden.
Implementatie	<p>Door verzilting toe te laten zal in laag Nederland een overgang plaatsvinden van intensieve naar meer extensieve grondgebonden landbouw (nat, zilt, zouttolerant, visserij). Hierdoor kan de behoefte aan een strategische zoetwatervoorraad verminderd worden (door o.a. een andere chloridenorm te hanteren) en komt er mogelijk ook <b>meer zoetwater beschikbaar voor andere doeleinden</b>.</p> <p>In hoeverre dit genoeg is om de watervraag te compenseren en hoe lang compensatie mogelijk is, dat is met de huidige kennis van zaken niet vast te stellen.</p> <p>Het (beneden)rivierengebied vormt een belangrijke bron van zoetwater door het inlaten van water van het hoofdwatersysteem naar regionale wateren ten behoeve van peilbeheer, doorspoelen, beregening en voor de inname van koel-, proces- en drinkwater. Zoutconcentraties hoger dan 150 tot 250 mg Cl/L zijn in veel gebieden in het beneden rivierengebied een grens waarboven geen water meer ingelaten wordt vanwege zoutgevoelige functies.</p> <p>Er zijn bij toenemende chloridegehalten in het beregeningswater verschillende bedrijfsvarianten denkbaar voor de grondgebonden landbouw: van zouttolerante aardappelen, transities naar aquacultuur tot visserij (als het land is omgevormd tot oppervlaktewater bij sterke zeespiegelstijging).</p> <p>Aanname: <b>transitiepad naar zoutminnende gewassen gaan duurt relatief lang</b>, goedkeuring nieuw ras, regelgeving, in productie name bij de boer, etc.</p>
Omvang	
Toepasbaarheid	Laag-Nederland en rivieren/delta
Effectiviteit	Met een combinatie van de GIS-kaarten uit de studie 'op Waterbasis' (Deltares. et al. 2021) en de grondwater risicokaart van KP Zeespiegelstijging (Delsman et al. 2022) zouden de arealen (1) ongeschikt voor landbouw, (2) geschikt voor zilte teelt en (3) geschikt voor zoete landbouw in geschat kunnen worden <b>tot 3 m</b> zeespiegelstijging.
Adaptiviteit	Het areaal geschikt voor zoete landbouw zal vermoedelijk gelijklopen met de oppervlakte van hoog Nederland bij <b>2 m zeespiegelstijging</b> en afnemen bij <b>5 m zeespiegelstijging</b> (hypothese). Het areaal geschikt voor zoete landbouw in laag-Nederland is de onzekere factor.
Kosten	<ul style="list-style-type: none"> <li>Minder hoge gewasopbrengsten en minder inkomsten door lage landbouwexport.</li> <li>Ontwikkeling van nieuwe rassen en teelt kost tijd en geld.</li> </ul>
Positieve neveneffecten	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grote zoetwaterbesparing van doorspoeling van laaggelegen polders wat bijvoorbeeld voor hoog Nederland kan worden gebruikt of andere regio's.</li> <li>Dynamiek neemt toe van het natuurlijke systeem.</li> <li>Meer onderzoek naar landbouwinnovaties op het gebied van zilte/zoute teelt wat ook interessant kan zijn voor andere regio's wereldwijd die te maken krijgen met zeespiegelstijging.</li> </ul>
Negatieve neveneffecten	<ul style="list-style-type: none"> <li>Minder hoge opbrengst en verminderde concurrentiepositie van Nederland als landbouwexporteur.</li> <li>Grotere kans op muggen (brakwater ideale voedingsbodem) die malaria kunnen overbrengen.</li> </ul>
Onderzoeksvragen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Als we minder zoetwater gebruiken om verzilting tegen te gaan, hoeveel minder is dat en (mogelijk) dus beschikbaar voor andere doelen?</li> <li>Vraag of de zoutindringing bij 5 m t.o.v. 2 m zeespiegelstijging lineair, exponentieel of afvlakkend toeneemt.</li> <li>Het areaal voor waterberging (neerslag) onder verschillende scenario's van zeespiegelstijging. Wat is de hoeveelheid regenwater die moet worden geborgen?</li> </ul>







	<p>Wat is de afvoermethode, of benutten voor gebruik? Hoeveel ruimte nodig voor bufferen?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zijn de gebieden die onder water kunnen lopen, waaronder de kustzones langs het IJsselmeer, voldoende groot voor de opslag en afgesloten van zout water (compartimentering) van het benodigde zoetwater voor de landbouw als we zoute kwel willen wegdrijven?</li> </ul> <p>Voor ons gebruik van zoetwater moeten we heel genuanceerd zijn over de typen van zoetwater: wanneer is het zoet, en waarvoor kan dat worden gebruikt? Wanneer is het brak? Wat kun je daarmee? Voor verschillende functies zijn verschillende categorieën zoetwater vereist, dus de oplossing voor het ene probleem geldt niet voor het andere.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zoutwaterkwel als sluipmoordenaar –hebben we de grenzen van zoetwatergebrek eerder bereikt voordat de zeespiegelstijging leidt tot het onderlopen van gebieden?</li> <li>• De mogelijkheid van aanvoer van zoetwater uit Vlaanderen en West-Duitsland</li> <li>• Wat gebeurt er met de eilanden hoe is de zoetwaterbeschikbaarheid daar in de toekomst?</li> <li>• Verziltingskaart voor hogere zeespiegelstijging-scenario's uitzoeken.</li> </ul>
<p>Referenties</p>	<p>Relevante referenties bouwsteen:  <a href="https://www.stowa.nl/deltafacts/zoetwatervoorziening/verzilting/zoutindringing">https://www.stowa.nl/deltafacts/zoetwatervoorziening/verzilting/zoutindringing</a></p> <p>Delsman JR (2021) Totstandkoming verziltingsrisicokaart Op Waterbasis. vol Deltares memo 11206870-011. Deltares, Utrecht</p> <p>Delsman JR, America I, Mulder T (2022) Grondwaterverzilting en watervraag bij een stijgende zeespiegel vol Deltares rapport 11208039-009-BGS-0001 89. Deltares, Utrecht</p> <p>(Zie ook Memo landbouw en natuur)</p> <p><i>Schetsen eerdere hackathons voor Noord NL en Overig Laag NL:</i></p> 





## Bouwsteen N4      Ontwikkeling van natte en droge natuur

<p>Omschrijving</p> <div data-bbox="108 421 403 645" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>N4 - Natuurontwikkeling</p>  </div>	<p><i>Wijziging hydrologische randvoorwaarden: natter, brakker en droger</i></p> <p>Zeespiegelstijging en klimaatverandering hebben effecten voor (grondwaterafhankelijke) terrestrische natuur in hoog-Nederland en de Duinen (droge natuur: bos, grasland en droge heide) en voor natte natuur (rietmoeras, meren, beken, rivier uiterwaarden, vennen, kreken, kwelders).</p> <p>Tegelijkertijd kunnen zowel natte en droge natuur een natuurlijke klimaatbuffer zijn voor het omliggende rurale en urbane landschap. Over dit laatste aspect gaat deze bouwsteen. Natuurlijke klimaatbuffers (CNK, 2018) zijn gebieden waar natuurlijke processen de ruimte krijgen. Ze vervullen een rol bij het vasthouden en opvangen van water, het voorkomen van watertekorten, het temperen van hitte en het verminderen van kooldioxide in de atmosfeer. Zo groeien ze mee met klimaatverandering en verbeteren ze de leefbaarheid van Nederland. In deze bouwsteen gaan we in op de volgende aspecten:</p> <p><u>Natte natuur op organische en minerale grond</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Veengroei: De landhoogte bestendigen (stoppen bodemdaling) of zelfs omhoog in combinatie met reduceren of vastleggen van broeikasgassen (klimaatmitigatie) en het bufferen van zoetwater in oppervlaktewater (berging) en in de bodem (water conserveren). Natte natuur op organische bodems kun je lezen als: klimaat in het kwadraat (klimaatmitigatie en - adaptatie).</li> <li>• <u>Water bufferen en –bergen</u> kan op beide type bodems.</li> </ul> <p><u>Droge natuur</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wat kunnen bomen, bos, heide en niet overstroombare graslanden in natuurgebieden betekenen voor de zoetwatervoorraad in bodem, grondwater en oppervlaktewater en hoeveel water is er nodig voor het beschermen en ontwikkelen van de biodiversiteitswaarde van deze natuur?</li> <li>• Ook in droge natuur wordt koolstof opgeslagen.</li> <li>• Bomen en gras in het stedelijke gebied (Randstad) zijn ook een manier om in de stad water vast te houden. Bovendien kunnen bomen in de stad bijdragen aan de verkoeling van de stedelijke omgeving.</li> </ul> <p>De bouwsteen legt een focus op de ontwikkeling van <u>binnendijkse natuur</u> in Laag en Hoog-Nederland omdat de rol van buitendijkse natuur is omschreven in Z5.</p> <p>Voor alle vormen van natuur zijn er drie sturingsmechanismen die de bijdrage aan de opgaven bij zeespiegelstijging bepalen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• De bodem (organisch of minerale bodem).</li> <li>• De hydrologie (en daarvan afgeleid hydrologisch herstel).</li> <li>• De vegetatie (grasland, bos en waternatuur): successie, inrichting en beheer.</li> <li>• Het omliggend gebruik.</li> </ul> <p>In al deze lagen heeft zeespiegel een effect en kan er met water of natuurbeheer 'gestuurd' worden gericht op tegengaan bodemdaling in veengebieden, water vasthouden (alle bodems), water bergen (alle bodems) ten bate van omliggende economische functies zoals drinkwaterwinning of voedselproductie. Binnen deze kaders zijn er ontwikkelingskansen voor vogels, vis, zoogdieren en insecten. De sturingsmechanismen bepalen ook de ecologische veerkracht, adaptief vermogen en de gevoeligheid van de natuur in het licht van klimaatverandering. De sturingsmechanismen zijn in lijn met het concept water en bodem sturend, met daaraan toegevoegd een ecologische stuurknop (de vegetatie).</p>
--	---

Schets/plaatje/illustratie			
	Water vasthouden (spons)	Oppervlaktewater bergen	Broeikasgassen vastleggen
			
	Kust bescherming (andere bouwsteen)	Leefkwaliteit stad	Biobouwers

**Figuur 1** Functies van natte en droge natuur (CNK, 2018)



**Figuur 2** De Onlanden (Groningen) voorbeeld van natte natuur in veengebied (Foto: Bart Kruijt, WUR)



**Figuur 3** Luchtfoto van de Regge (Hoog-Nederland) met aan linkerkzijde natuur en aan de rechterzijde landbouwgrond (Foto: Waterschap Regge en Dinkel). Tijdens het Deltacongres (2019) werd uitgelegd hoe de grondwaterstanden in dit gebied verhoogd zijn. Zie <https://www.youtube.com/watch?v=FThYDj6CvYk>

Doel	Natte en droge natuur in binnendijkse gebieden zijn een natuurlijke klimaatbuffer voor het omliggende rurale en urbane landschap. Natuurlijke klimaatbuffers (CNK, 2018) zijn gebieden waar natuurlijke processen de ruimte krijgen. Ze vervullen een rol bij het vasthouden en opvangen van water, het voorkomen van watertekorten, het temperen van hitte en het verminderen van kooldioxide in de atmosfeer. Zo groeien ze mee met klimaatverandering en verbeteren ze de leefbaarheid van Nederland.
Implementatie	<p><i>Bij welke waterstanden wordt deze bouwsteen in beeld?</i></p> <p>Voor de binnendijkse natte natuur gevoed door oppervlaktewater is de <u>inundatieduur</u> en <u>waterpeil</u> van het oppervlaktewater belangrijk. Bij voorkeur volgt deze een natuurlijke dynamiek, dus: hoog waterpeil in de winter en laag waterpeil in de zomer. Bij deze natuurlijke dynamiek zijn er de beste condities voor bijvoorbeeld ontwikkeling van zoetwater rietmoeras. Voor de ontwikkeling van robuust zoetwaterrietmoeras is het peilbeheer van bijvoorbeeld het IJsselmeer en Markermeer nu niet optimaal (Verdonschot ea, 2021).</p> <p>Voor de droge natuur afhankelijk van grondwater is de grondwaterstand belangrijk, daarbij is onderscheid te maken naar laagste grondwaterstand, hoogste grondwaterstand en de grondwaterstand in het voorjaar. Tabel 1 geeft een overzicht van grondwaterafhankelijke natuur en de hydrologische randvoorwaarden voor succesvolle ontwikkeling.</p>

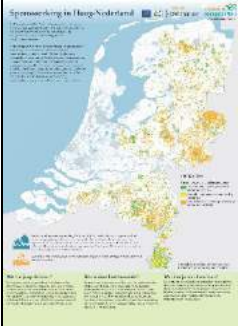
Tabel 1 Hydrologische randvoorwaarden grondwaterafhankelijke natuur op basis van de Index natuur (Bouwma et al., 2022) en de Water Wijzer Natuur

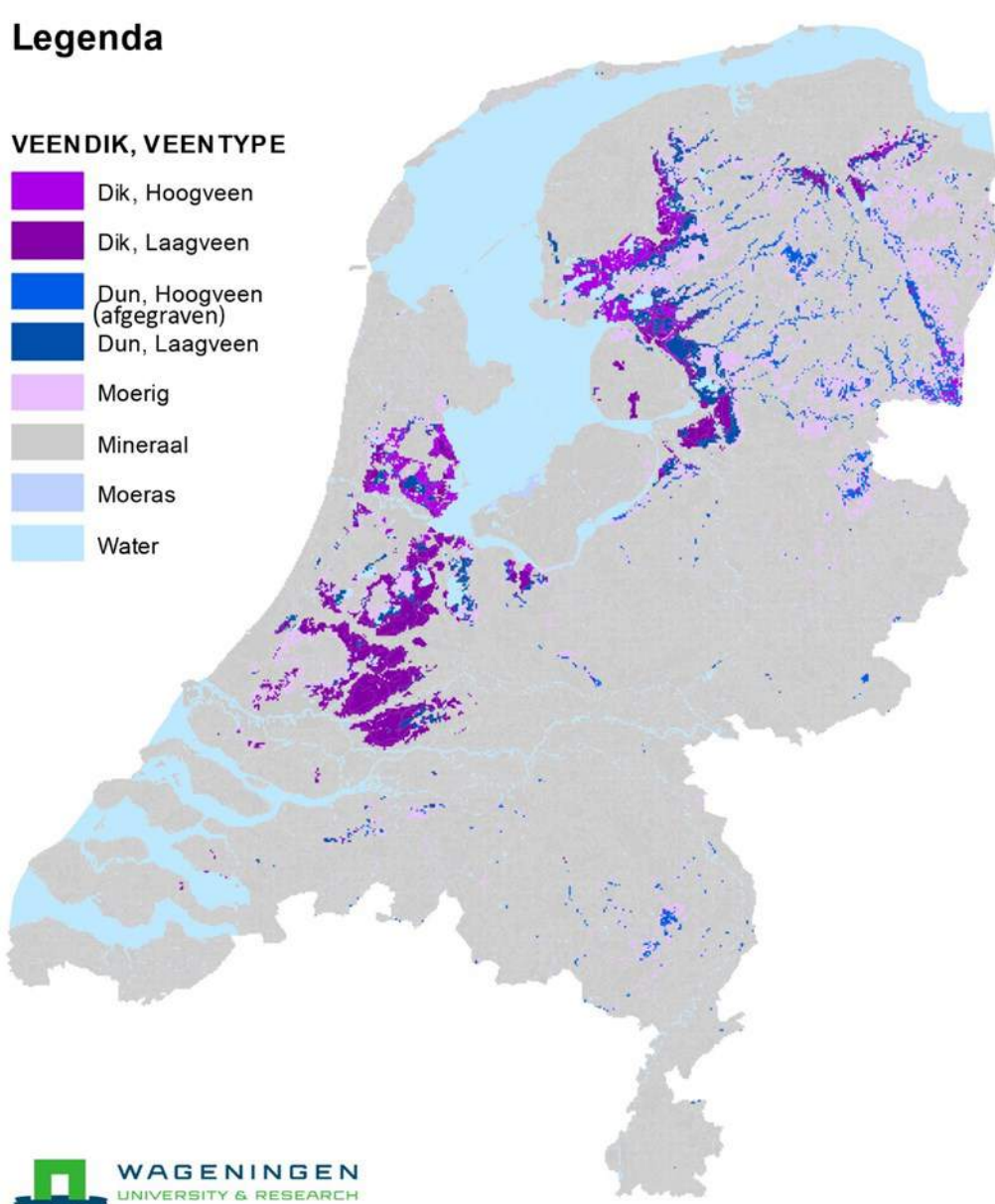
Optimale GLG/GVG per vegetatie type (in cm t.o.v. maaiveld)				
Natuurtype (met Index natuur)	GLG (WWN)	GVG optimum (WWN)	GVG (Index Natuur)	Opm. overige standplaatsfactoren
<b>Schaarse moerasnatuur</b> , stilstaand vaak op veen (<10.000 ha, Sanders & Meeuwssen, 2019) waarbij zowel terrestrische als aquatische natuur randvoorwaarden stellen aan grondwater.				
Hoogveen (N06.03)	? tot +40	-10 tot +105	-5 tot +25	Al deze vegetatie typen stellen ook hoge eisen aan de waterkwaliteit.
Trilveen (N06.02 ; H7140,A,B)	? tot +20	-10 tot +3	-20 tot +10	
Veenmosrietland en moerasheide (N06.01)	? tot +30	-8 tot 38		
Zwak gebufferd veen (N06.05; H3130)	? tot +10	19 tot 60	-5 tot ?	
Zuur veen en hoogveen veen (N06.06)	? tot +30	? tot +25	-20 tot ?	
<b>Oppervlakte water vegetatie met profijt van kwel</b> , in oppervlakte veel voorkomend leefgebied, maar er kunnen wel kwelafhankelijke vegetatie typen tussen zitten zoals bepaalde kranswier(en)				
Zoete plas en kranswierwater (N04.01/02)				
<b>Natte bostypen</b> die profijt hebben van zeer natte condities (ca 59000 ha, Sanders & Meeuwssen, 2019)				
Rivier en beek begeleidend bos (N14.01)	? tot 48	2 tot 27	-40 tot 5	Max droogvalduur 14 dagen
Hoog- en laagveenbos (N14.02)	-18 tot 28	? tot 50	-25 tot 5	
Haagbeuken en essenbos (N14.03)	0	? tot -30		
<b>Droge bostypen</b> die nadeel hebben van inundatie, maar ook droogte gevoelig zijn.				
Dennen/Eiken/Beukenbos	0	? tot -40		
<b>Rietmoerastypen langs stromende wateren</b> (ca 50000 ha, Sanders & Meeuwssen, 2019)				
Moerastypen langs rivier (rietmoeras)(N01-N02)			<-20	
Beek Moerastypen(rietmoeras) (N03)			<-20	
Moeras, Gemaaid rietland (N05.01/02)				
<b>Lage terrestrische flora (gras en struik)</b> op zand die grondwaterafhankelijk is.				
Vochtige Heide (N06.04; H4010A) Vochtige heide op laagveen Vochtige heide op zand		-12 tot 0 -29 tot -12	-5 tot +40	
Droge Heide (N07.01)	0	? tot -70		
Vochtige graslanden (N10-N13), inundeerbaar (In WWN diverse varianten)			-5 +25	
Drogere graslanden (N11-N12) (In WWN diverse varianten)				
<b>Grondwater afhankelijke kustnatuur</b>				
Duin en Kwelder landschap (N01.02) (In WWN diverse varianten)				
<b>Cultuur Natuur</b> , Ca 763000 ha in Nederland heeft de kwalificatie agrarische Natuur (Sanders & Meeuwssen, 2019). Hier kan ook grondwaterafhankelijke natuur voorkomen.				
Agrarische natuur (A1-A14)				

Ook het zoutgehalte en de waterkwaliteit stellen randvoorwaarden (tabel 2) voor de ontwikkeling van binnendijkse natuur.

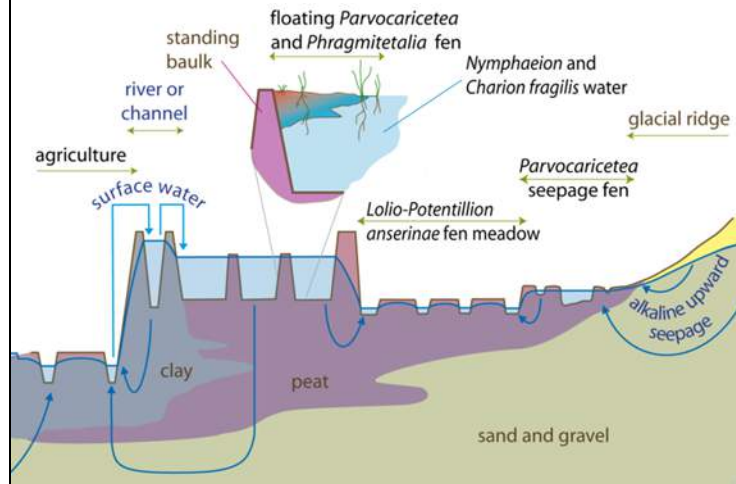
Tabel 2 Termen voor zout, gebaseerd op chloridegehalte, zoals gebruikt binnen KRW-systematiek (Evers 2007b; Evers 2007a)

Chloridegehalte (mg/l)	Binnendijkse natuur
Drinkwater	<150
Wateren 100% gevoed uit regenwater of zoet grondwater. Dit type natuur is heel gevoelig voor verzilting.	
Zoet (KRW)	<300
Water met geringe intrusie van zout water	
Licht brak (KRW)	300-1000
Sloten met kwel	
Zwak brak (KRW)	1000-3000
Sloten met kwel	
Brak (KRW)	3000-10000
Kreken (landinwaarts)	

	Sterk brak (KRW)	>10000	Kreken (bij monding)																																										
	Zeewater (KRW)	>18000	Wisselpolder																																										
	<p><i>Hoeveel tijd is er nodig om voor te bereiden / effectief te worden?</i>                  Natuurontwikkeling als inrichtingsconcept vraagt vergelijkbare planprocedures (MIRT, MER, etc.) En voorbereidingstijd als infrastructuur of bouwprojecten. Wanneer een binnendijks natuurterrein eenmaal is aangelegd dan zal daarna de natuur zich ontwikkelen in een successiereeks: van pionier tot eindstadium van een ecosysteem. Ieder stadium in de successie heeft zijn waarde voor biodiversiteit, het vastleggen van broeikasgassen, waterberging en –conservering. Een pas verdiepte uiterwaarde van een rivier heeft bijvoorbeeld meer bergingscapaciteit in vergelijking tot een uiterwaarde met volgroeid oobos. Tegelijkertijd is in het laatste systeem de vastgelegde koolstofvoorraad veel hoger en ook de sponswerking. Schaalgrootte en cyclisch beheer zijn daarom ontzettend belangrijk bij natuurontwikkeling wanneer deze natuurontwikkeling bedoeld is om de effecten van klimaatverandering op zoetwatervoorziening, waterveiligheid en water overlast in het omliggend landschap te reduceren in combinatie met winst voor biodiversiteit.</p>																																												
Omvang	<p>We geven hier indicaties uitgedrukt in oppervlakten per sturingsmechanisme van de binnendijkse natte of droge natuur:</p>  <p>Figuur 4 Hydrologie sturend: Overzicht van zandgronden die kansrijk zijn voor grondwateraanvulling bepaald basis van de verhouding tussen neerslagoverschot en percentage grondwateraanvulling in 2021 berekend door het adviesbureau Hydrologic met het Landelijk Hydrologisch Model (LHM) met data over de periode 2011-2018. Kaart is ook beschikbaar op de klimaateffectatlas (<a href="#">kaartverhaal Natuurlijke Klimaatbuffers</a>)</p> <p><b>Tabel 3 Bodem sturend: Oppervlakte (ha) van alle veenbodems in Nederland</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Kop</th> <th>Potentie Koolstof voorraad</th> <th>Laagveen</th> <th>Afgegraven</th> <th>Hoogveen</th> <th>Totaal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Dikke veengronden</td> <td>5 - hoog</td> <td>116.988</td> <td>41.055</td> <td></td> <td>158.043</td> </tr> <tr> <td>Dunne veengronden</td> <td>4</td> <td>62.250</td> <td>47.546</td> <td></td> <td>109.797</td> </tr> <tr> <td>Moerige gronden</td> <td>3</td> <td>73.312</td> <td>95.105</td> <td></td> <td>168.417</td> </tr> <tr> <td><b>Totaal veenbodem</b></td> <td></td> <td><b>252.550</b></td> <td><b>183.707</b></td> <td></td> <td><b>436.257</b></td> </tr> <tr> <td>Moerasbodem</td> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>7.816</td> </tr> <tr> <td>Mineraal</td> <td>1 - marginaal</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>2.972.957</td> </tr> </tbody> </table>			Kop	Potentie Koolstof voorraad	Laagveen	Afgegraven	Hoogveen	Totaal	Dikke veengronden	5 - hoog	116.988	41.055		158.043	Dunne veengronden	4	62.250	47.546		109.797	Moerige gronden	3	73.312	95.105		168.417	<b>Totaal veenbodem</b>		<b>252.550</b>	<b>183.707</b>		<b>436.257</b>	Moerasbodem	2				7.816	Mineraal	1 - marginaal				2.972.957
Kop	Potentie Koolstof voorraad	Laagveen	Afgegraven	Hoogveen	Totaal																																								
Dikke veengronden	5 - hoog	116.988	41.055		158.043																																								
Dunne veengronden	4	62.250	47.546		109.797																																								
Moerige gronden	3	73.312	95.105		168.417																																								
<b>Totaal veenbodem</b>		<b>252.550</b>	<b>183.707</b>		<b>436.257</b>																																								
Moerasbodem	2				7.816																																								
Mineraal	1 - marginaal				2.972.957																																								

	<p><b>Legenda</b></p> <p><b>VEENDIK, VEENTYPE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #800080; margin-right: 5px;"></span> Dik, Hoogveen</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #4B0082; margin-right: 5px;"></span> Dik, Laagveen</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #0000FF; margin-right: 5px;"></span> Dun, Hoogveen (afgegraven)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #000080; margin-right: 5px;"></span> Dun, Laagveen</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #DDA0DD; margin-right: 5px;"></span> Moerig</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #A9A9A9; margin-right: 5px;"></span> Mineraal</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #ADD8E6; margin-right: 5px;"></span> Moeras</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #ADD8E6; margin-right: 5px;"></span> Water</li> </ul>  <p><b>WAGENINGEN</b> UNIVERSITY &amp; RESEARCH</p> <p><b>Figuur 5</b> Bodemtypen uit de nationale bodemkaart die zijn meegenomen in de kanskaart <i>Natte natuur</i> (koolstof vastlegging uit Wosten et al, 2020)</p> <p><small>Er is in Nederland ≈ 183000 ha (afgegraven) hoogveen (alle typen landgebruik). Van deze oppervlakte is 9-10% gelegen in beschermd natuurgebied, waarvan 3600 ha in goede conditie. Slechts enkele hectares betreft groeiend hoogveen.</small></p>
<p>Toepasbaarheid</p>	
<p>Effectiviteit</p>	<p><i>Natte natuur op veen</i></p> <p>Inzet van natte natuur op organische bodems (veen) wordt onderzocht in het kader van het Klimaatakkoord omdat er ook een reductie van land gebonden broeikasgassen met mogelijk is en de bodemdaling in het veenweidegebied ermee geremd kan worden. Bij de huidige ontwatering stoten veenweidegebieden in Friesland, Zuid-Holland en Noord-Holland netto koolstofdioxide-equivalenten uit. Waar natte landbouw vooral leidt tot reductie van broeikasgasemissies kan natte natuur sneller leiden tot ook netto vastlegging van CO<sub>2</sub>. Een kennisleemte is de optimale grondwaterstand voor methaan en uitstoot van lachgas van natuurontwikkeling op voormalige landbouwgronden. Zelfs bodemdalingstilstand of bodemgroei (tot 1 cm per jaar) kan lokaal mogelijk zijn afhankelijk van de gerealiseerde grondwaterstandverhoging.</p>

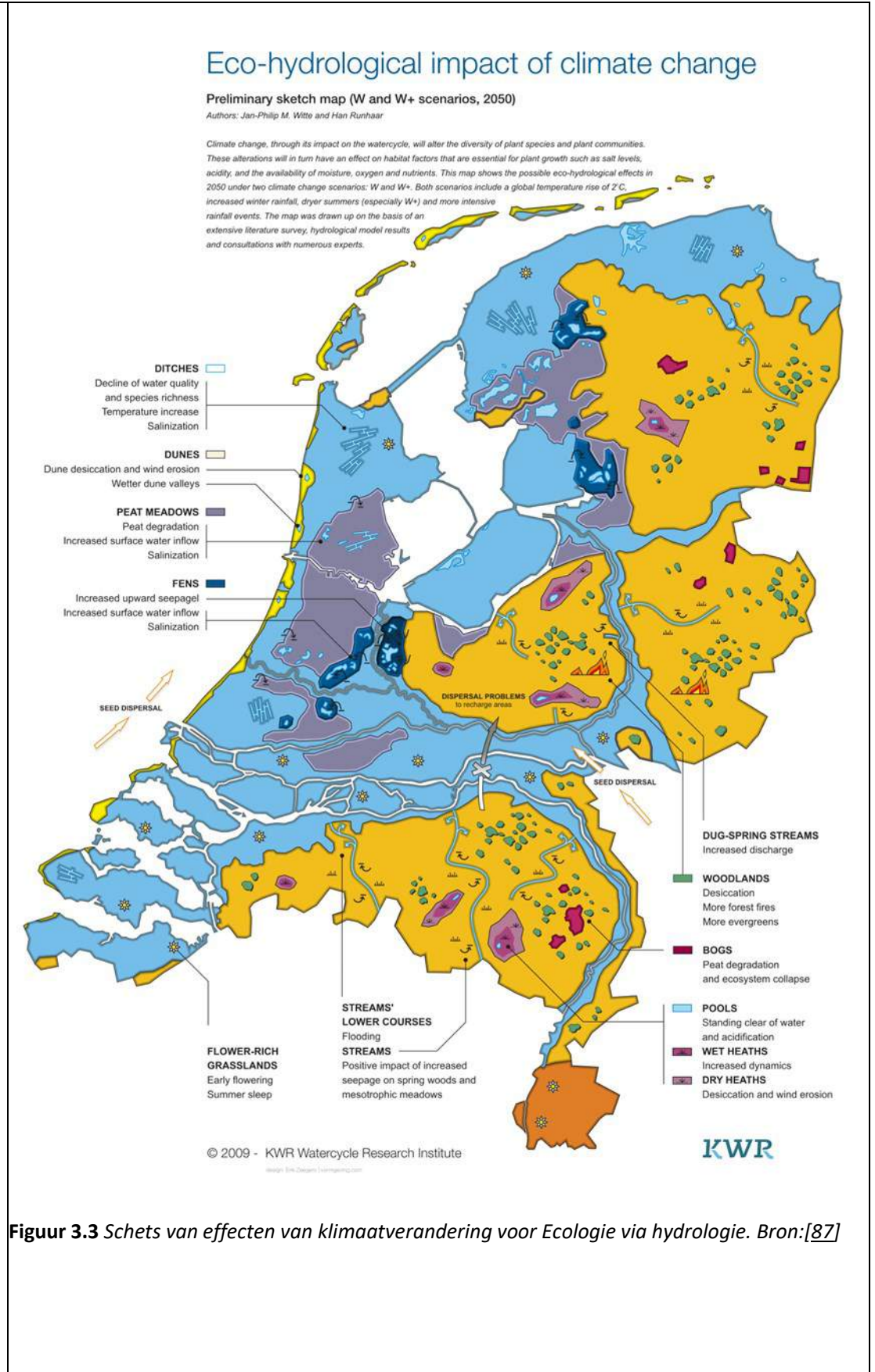
Onder deze laatste condities (stand still bodemdaling, bodemgroei) zullen natte landbouw gebieden ook netto broeikasgassen jaarlijks vastleggen.



**Figuur 3.1** Schematische weergave van de waterstromen en de daarmee samenhangende verspreiding van plantengemeenschappen in het Nederlandse laagveenlandschap (Bron: [78])



Adaptiviteit



**Figuur 3.3** Schets van effecten van klimaatverandering voor Ecologie via hydrologie. Bron: [87]

Kosten	<i>Tabel 3 Kosten van hydrologische herstelmaatregelen in een bestaand natuurgebied. Maatregelen zijn gerangschikt van lage naar hoge kosten.</i>	
	<b>Maatregel</b>	<b>Inzichten over kosten (algemeen en met voorbeelden)</b>
	Extensiveren onderhoud waterlopen in natuurgebied (b.v. hout laten liggen)	Maaibeheer extensiveren kan leiden tot minder frequent maaien (kostenbesparing), maar dat kan ook inhouden dat per maaibeurt de maaiduur hoger wordt ( <u>Waterschap Limburg, 2023</u> ). Maaien in natuurgebieden gebeurt ook vaak onder drassige omstandigheden wat duurdere machines vraagt ( <u>Veraart et al., 2019</u> ). Kostengetallen zijn lastig te vinden, maar voor het waterbeheer van de Leuvenumse beek zijn kostenbesparingen kwalitatief in beeld gebracht ( <u>Verdonschot et al., 2021</u> )
	Bevorderen natuurlijk peil en inundatie dynamiek in watergangen van natuurgebieden of verhoging van waterpeil in beek.	Kostenneutraal onder aanname dat aangepaste peilbeheer geen extra arbeid, energie kost en peilbeheer uitvoerbaar is met aanwezige infrastructuur (stuwen, inlaten, etc.) Kostengetallen voor het peilbeheer zijn niet gevonden. Er zijn wel voorbeelden waarin investeringskosten en baten in beeld zijn gebracht voor bijvoorbeeld de Klimaatbuffer de Hunze ( <u>Veraart et al., 2019</u> )
	<b>Hydrologisch isoleren (vennen, hoogveen)</b> <i>Dit kan gaan om handhaving van isolering waterbodem (vennen), het aftakken van sloten met landbouwwater. Alles is gericht op het bufferen van regenwater.</i>	Hier zijn inrichtingskosten aan verbonden. En later ook onderhoud of vervangingswerkzaamheden. In Fochteloërveen zijn bijvoorbeeld houten damwanden gebruikt die in de loop der tijd kunnen gaan rotten. Bescherming en uitbreiding hoogveen in Fochteloërveen met een herstelstrategie gericht op hydrologische isolatie door afdamming, mede omdat demping van sloten niet overal mogelijk was.
	Dempen van sloten	De kosten worden met name bepaald door het volume te transporteren grond of baggermateriaal (1-5 euro per m3) ( <u>Grondverzet, 2023</u> ). De mate van verontreiniging van de grond (extra verwerkingskosten). Generieke kengetallen zijn te vinden op de webpagina Grondverzet. Dit is toegepast in het Korenburgerveen in combinatie met het hydrologisch isoleren van het hoogveen. De houten damwanden verrotten sneller dan gedacht ( <u>Heijs, 2018</u> ).
	Herstel doorstroommoeras <i>Een doorstroommoeras is een natte laagte, waar vaak twee beken bij elkaar komen.</i>	Maatregelen betreffen o.a. dempen of aanpassen van bestaande greppels en rabatten. Als er landbouwpercelen zijn dan kan ook aanleg van nieuwe greppels of toepassing van kunstwerken aan de orde zijn.
Debiet reducerende kunstwerken	Denk aan het aanleggen van bijvoorbeeld een drempel, dam of beweegbare stuw.	

	<p>Verbeteren inundeerbaarheid van natuur in de land-waterovergangszone</p> <p>Herstel morfologie, hermeanderen van waterlopen en beken (herprofiëren van waterlopen)</p> <p>Aanleg van piek- en seizoensbergingsgebieden</p>	<p>In het project 'Waterbeheer met Boerenstuwen' ging het om een investering van 1000 tot 5000 euro per ha voor een (prijspeil 2014) (<u>Vechtstromen, 2014</u>).</p> <p>Kosten te verwachten bij o.a. het verwijderen van barrières, aanpassing van talud, zoals het natuurvriendelijker maken van oevers (vaak KRW-maatregel). <u>Wetter skip Fryslân</u> is in 2021 gestart met de aanleg van natuurvriendelijke oevers langs negen vaarten en vier meren, hierbij wordt ook extra waterberging gecreëerd door verbreding. De totale kosten bedragen c.a. 3,1 miljoen euro.</p> <p>Denk aan het ophogen van een slootbodem of het herstel van meanders in een beek. Hier zijn inrichtingskosten van toepassing zoals inhuur loonwerker, grondverzet, aan- en afvoer van bagger. Generieke kengetallen zijn te vinden op de webpagina Grondverzet.</p> <p>2-4 euro per m3 piekwaterberging in Groningen en Zuid-Holland (Veraart et al., 2019). Inzicht over kosten is gebaseerd op herinrichtingsprojecten waarbij het niet nodig was om grond aan te kopen. Natuur en waterberging Joostendam-Kockengen (<u>VBNE, 2020</u>). De inrichtingsschets geeft kwantitatieve informatie over grondbalans, waterbergingsbalans en kostenoverwegingen voor beheer.</p>																	
<p>Positieve neveneffecten</p>																			
<p>Negatieve neveneffecten</p>																			
<p>Onderzoeksvragen</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kan de watervraag van laagveen gereduceerd worden met inlaat van licht brak water?</li> <li>• Hoe groot zijn de uitstralingseffecten van natuurlijke klimaatbuffers in termen van watervolumes? Hoeveel komt ten goede voor de zoetwatervoorziening in het omliggende landschap?</li> <li>• Hoe kun je waterberging en water vasthouden slim combineren?</li> </ul> <p><i>Relevante onderzoeksprogramma's"</i></p> <table border="1" data-bbox="421 1592 1525 2089"> <thead> <tr> <th data-bbox="421 1592 971 1632"><b>Initiatief</b></th> <th data-bbox="971 1592 1525 1632"><b>Toelichting</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="421 1632 971 1695"><b><u>Waterwijzer Natuur</u></b></td> <td data-bbox="971 1632 1525 1695">Evaluatie-instrument voor hydrologische maatregelen in natuurgebieden.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="421 1695 971 1758"><b><u>Natuurlijke Klimaatbuffers</u></b></td> <td data-bbox="971 1695 1525 1758">Praktijkervaringen met hydrologisch herstel van natuurgebieden.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="421 1758 971 1800"><b><u>Klimaat-effectatlas</u></b></td> <td data-bbox="971 1758 1525 1800">Ruimtelinformatie over klimaat-effecten</td> </tr> <tr> <td data-bbox="421 1800 971 1863"><b><u>Deltaprogramma Zoet Water</u></b></td> <td data-bbox="971 1800 1525 1863">Inzicht in nat- en droogteschade uitgedrukt in economische kengetallen.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="421 1863 971 1926"><b><u>OBN-beekdalen</u></b></td> <td data-bbox="971 1863 1525 1926">Praktijkervaringen met hydrologisch herstel van natuurgebieden.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="421 1926 971 2049"><b><u>Droogtestudie Natuur Brabant Deltares</u></b></td> <td data-bbox="971 1926 1525 2049">Een praktijkvoorbeeld waarbij is gekeken naar de interactie tussen peildynamiek van grond en oppervlaktewater vanuit waterbehoeften uit verschillende sectoren.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="421 2049 971 2089"><b><u>KLIMAP</u></b></td> <td data-bbox="971 2049 1525 2089"></td> </tr> </tbody> </table>			<b>Initiatief</b>	<b>Toelichting</b>	<b><u>Waterwijzer Natuur</u></b>	Evaluatie-instrument voor hydrologische maatregelen in natuurgebieden.	<b><u>Natuurlijke Klimaatbuffers</u></b>	Praktijkervaringen met hydrologisch herstel van natuurgebieden.	<b><u>Klimaat-effectatlas</u></b>	Ruimtelinformatie over klimaat-effecten	<b><u>Deltaprogramma Zoet Water</u></b>	Inzicht in nat- en droogteschade uitgedrukt in economische kengetallen.	<b><u>OBN-beekdalen</u></b>	Praktijkervaringen met hydrologisch herstel van natuurgebieden.	<b><u>Droogtestudie Natuur Brabant Deltares</u></b>	Een praktijkvoorbeeld waarbij is gekeken naar de interactie tussen peildynamiek van grond en oppervlaktewater vanuit waterbehoeften uit verschillende sectoren.	<b><u>KLIMAP</u></b>	
<b>Initiatief</b>	<b>Toelichting</b>																		
<b><u>Waterwijzer Natuur</u></b>	Evaluatie-instrument voor hydrologische maatregelen in natuurgebieden.																		
<b><u>Natuurlijke Klimaatbuffers</u></b>	Praktijkervaringen met hydrologisch herstel van natuurgebieden.																		
<b><u>Klimaat-effectatlas</u></b>	Ruimtelinformatie over klimaat-effecten																		
<b><u>Deltaprogramma Zoet Water</u></b>	Inzicht in nat- en droogteschade uitgedrukt in economische kengetallen.																		
<b><u>OBN-beekdalen</u></b>	Praktijkervaringen met hydrologisch herstel van natuurgebieden.																		
<b><u>Droogtestudie Natuur Brabant Deltares</u></b>	Een praktijkvoorbeeld waarbij is gekeken naar de interactie tussen peildynamiek van grond en oppervlaktewater vanuit waterbehoeften uit verschillende sectoren.																		
<b><u>KLIMAP</u></b>																			

	<p><b><u>LUMBRICUS – boeiende beekdalen</u></b> Proeftuinen rondom herprofileren en verondiepen van beken/waterlopen.</p> <p>10. Kennisleemten</p>
<p>Referenties</p>	<p>Coalitie Natuurlijke Klimaatbuffers (CNK), 2019. Natuurlijke Klimaatbuffers. Beschikbaar via <a href="https://www.klimaatbuffers.nl/">https://www.klimaatbuffers.nl/</a>.</p> <p>Erkens, G., R. Melman, S. Jansen, J. Boonman, M. Hefting, J. Keuskamp, H. Bootsma, L. Nougues, M. Van den Berg, and Y. Van der Velde. 2022. Subsurface Organic Matter Emission Registration System (SOMERS). Beschrijving SOMERS 1.0, onderliggende modellen en veenweidenrekenregels. Nationaal Onderzoeksprogramma Broeikasgassen Veenweiden (NOBV) (ed.), STOWA, Amersfoort.</p> <p>Evers CHM (2007a) Getalswaarden bij de Goede Ecologische Toestand voor oppervlaktewater voor de algemene fysischchemische kwaliteitselementen temperatuur, zuurgraad, doorzicht, zoutgehalte en zuurstof. RIZA &amp; STOWA, Amersfoort</p> <p>Evers CHMe (2007b) Omschrijvingen van KRW sloten en kanalen</p> <p>Van 't Veer R (2022) Groeiend veen in Laag-Holland. Radboud Universiteit, Nijmegen</p> <p>Veraart, J. A., C. C. Vos, A. Spijkerman, and J. P. M. Witte. 2014. Meekoppelkansen tussen Natura 2000, Kaderrichtlijn Water en het Deltaprogramma in de Klimaatcorridor Veenweide - een quick scan klimaatadaptatie. Wageningen, p. 88.</p>

## **Bouwsteen G1      Draagvlak/ aanvaardbaarheid op lange termijn**

- Er zijn verschillende bouwstenen op het gebied van draagvlak /aanvaardbaarheid op lange termijn denkbaar.
- Zorg voor een heldere visie (een verhaal met perspectief) met eerlijke informatie over voor- en nadelen van deze oplossingsrichting.
  
- Zorg voor een goed werkende democratie (gezien het grote belang voor iedereen en het benodigde draagvlak) met daarin aandacht voor:
  - een continue koers op de lange termijn. Overweeg daarbij het instellen van een ‘commissie van wijzen’ (Jan Rotmans, ‘De perfecte storm’) die de lange termijnvisie borgt en waaraan de kortetermijnbeslissingen van de politiek worden getoetst;
  - participatie door burgers, marktpartijen en kennisinstellingen door bijvoorbeeld:
    - burgerberaden/ facilitatie van burgerinitiatieven/ stadslabs/ burgerpanels
    - publiek-private samenwerking op de benodigde innovaties/ experimenten/ pilots
    - prijsvragen

## **Bouwsteen G2      Organisaties / actoren / samenwerking tussen actoren**

Er zijn verschillende bouwstenen op het gebied van organisaties / actoren / samenwerking tussen actoren denkbaar.

- Zorg voor één instantie op nationaal niveau die de ruimtelijke ontwikkeling van Nederland op lange termijn op een adaptieve manier regisseert en organiseert, inclusief 'Meebewegen' in samenhang met de andere ruimte-vragende transitie en in nauwe samenwerking met de landen om ons heen.
- Deze nationale instantie is zodanig georganiseerd en wordt zodanig gecontroleerd dat de democratie aantoonbaar is geborgd, opdat het draagvlak van besluitvorming niet wordt ondermijnd (zie reflectie op de 'klimaattafels' en ook het Deltaprogramma – is het democratisch proces in dergelijke constructies wel voldoende geborgd?)
- De regio's staan aan de lat om input (regionale oplossingen) en uitvoering op regionaal niveau te regisseren. Deze taak wordt uitgevoerd door een regionale partij: mogelijk een 'omgevingsschap' ('Omarm de chaos', Jan Rotmans – blz. 87), een provincie, of een regionaal samenwerkingsverband zoals de NOVEX gebieden of de DP regio's
- De gemeenten staan aan de lat om lokale input (lokale oplossingen) en uitvoering te faciliteren, te stimuleren en te regisseren. Het gaat hierbij o.a. om burgerinitiatieven. Eventuele effecten en belemmeringen te registeren en hiermee de regio's en het nationale niveau te voeden.

## Bouwsteen G3 Juridisch beleidsmatig

Er zijn verschillende juridisch beleidsmatige bouwstenen denkbaar.

- Maak optimaal gebruik van de bestaande mogelijkheden binnen de Nederlandse en Europese wetgeving om waterveiligheid niet alleen te realiseren via laag 1 (het bouwen van dijken), maar juist ook via laag 2 (via ruimtelijke ontwikkeling) en laag 3 (evacuatie) van de meerlaagsveiligheid. Verken wat er nodig is (aanpassing van normen aan dijken in de Waterwet) om dit te kunnen doen. Zorg tijdig voor een integrale waterveiligheidsanalyse die aantoont dat het risico op overlijden (LIR van 1:100.000) niet toeneemt.
- Verken wat er nodig is binnen het eigendomsrecht om 'Meebewegen' te kunnen realiseren. Wat is bijvoorbeeld de impact van het eeuwigdurend eigendomsrecht? Wat is het gevolg van eventuele waardevermindering van assets? Welke schaderegelingen zijn er?
- Verken wat er nodig is binnen de Grondwet (artikel 21 'De zorg van de overheid is gericht op de bewoonbaarheid van het land en de bescherming en verbetering van het leefmilieu') om 'Meebewegen' mogelijk te maken.
- Verken de experimenteerruimte binnen de wetgeving van de ruimtelijke ordening en benut deze experimenteerruimte om nieuwe oplossingen te genereren voor bijvoorbeeld:
  - het beter benutten van laag 2 en laag 3 en het compenseren van eventuele schade of verplaatsingskosten/aanpassingskosten aan private of particuliere eigendommen agv het vaker voorkomen van inundaties – gebruik daarvoor het voorbeeld uit RvdR;
  - het toekennen en verlengen van een voorlopige bestemming (artikel 'Crisis en herstelwet: een proeftuin voor de energietransitie' – experiment I).
- Ga na of bovenstaande experimenteerruimte voldoende is of dat er behoefte is aan meer juridische ruimte en of dat te organiseren is via een eventuele Transitiewet naar analogie van de Crisis en Herstelwet (Jan Rotmans – Omarm de Chaos – blz. 171). Overweeg dit in overleg met de andere ruimte vragende transities en opgaven (woningbouw, ET, CE, BD etc.).
- Inventariseer juridische belemmeringen voor burgers en marktpartijen om te innoveren en lokale initiatieven te ontwikkelen en zorg voor oplossingen voor deze belemmeringen.
- Maak in laaggelegen gebieden klimaat adaptief bouwen én klimaat adaptief renoveren de norm 'geen schop de grond in ...'.
- Maak het beleid van 'water en bodem sturend' verplicht.
- Veranker de visie en maatregelen van 'Meebewegen' in de nationale/Europese visie mbt RO/ waterbeleid – reserveer de benodigde ruimte.
- Zorg voor MKBA's die passen bij 'Meebewegen', zodat we niet in de val komen van 'buy now, pay later' (artikel 'Naar een tijdssensitief bestuur voor acute en sluipende crises'):
  - zorg voor een voldoende lange tijdshorizon;
  - neem de effecten van klimaatverandering (alle vier de klimaatdreigingen) bij het uitvoeren van de oplossingsrichting 'Meebewegen' mee.

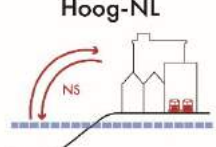
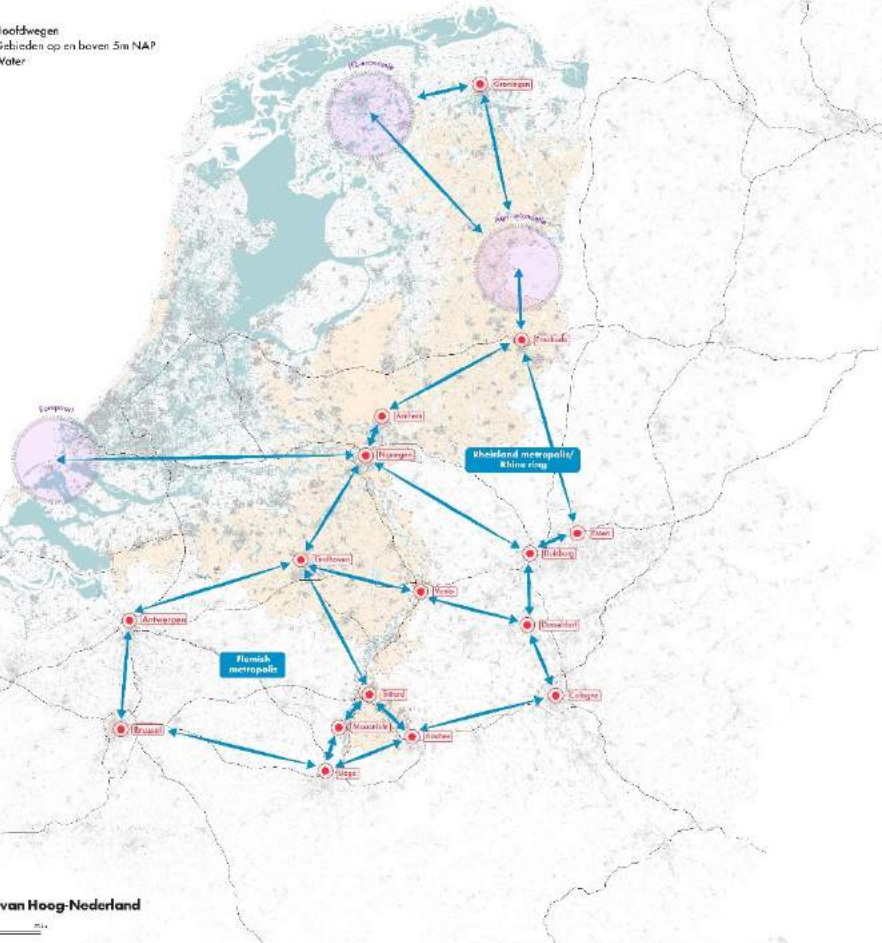
## **Bouwsteen G4      Financieel / Fiscaal**

Er zijn verschillende financieel / fiscale bouwstenen denkbaar.

- Maak optimaal gebruik van de bestaande mogelijkheden om niet alleen te investeren in laag 1, maar juist ook in laag 2 en laag 3 van de meerlaagse veiligheid. Zorg ervoor dat investeringen in laag 2 en laag 3 ook kunnen worden gefinancierd (vanuit de budgetten die bestemd zijn voor waterveiligheid, of anderszins – dit gaat over het 'ontschotten' van budgetten).
- Subsidieer private en particuliere investeringen in hooggelegen gebieden –Investeer in infrastructuur en overheidsassets in hooggelegen gebieden.
- Investeer in/ subsidieer innovaties die bijdragen aan de benodigde innovaties (drijvend wonen).
- Compenseer gedupeerden (burgers/ marktpartijen/ instellingen) in de laaggelegen gebieden.
- Belast of verbiedt private en particuliere investeringen in laaggelegen gebieden, tenzij ze passen binnen het eindbeeld van 'Meebewegen' (maw tenzij ze waterbestendig zijn).
- NB. let vooral op wanneer bedrijven en industrieën niet meer voldoen aan huidige eisen (of anderszins einde levensduur) en benut dat momentum om een eventueel rigoureuze beslissing te stimuleren (verplaatsten, stoppen of aanpassen).
- Werk aan harmonisatie van het fiscale stelsel in de EU opdat Nederlandse bedrijven eenvoudiger kunnen handelen met/ aanhaken bij agglomeraties net over de grens.



**E1a Versterken verbindingen met Hoog-Nederland**

<p>Omschrijving</p> <div data-bbox="121 421 411 636" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>E1 - Verbinding met Hoog-NL</b></p>  </div>	<p>Versterken van de verbindingen (weg, rail, water, data, energie) tussen de beoogde economische centra in Hoog-Nederland met de huidige economische centra. Het gaat in eerste instantie om verbindingen met de Randstad, maar ook om verbindingen met de economische centra in Duitsland en België. De laatste worden cruciaal om Hoog-Nederland relevant te houden in de <i>Rhine Ring Metropolis</i> en in de <i>Flemish Metropolis</i>. Voorkomen dat het periferie wordt.</p> <p>Ook de noord-zuidverbinding tussen de nieuwe economische (en woon-) centra in Hoog-Nederland versterken.</p>
<p>Schets/plaatje/illustratie</p>	<div data-bbox="454 705 1468 1680"> <p><b>Legenda</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 1px; background-color: black; margin-right: 5px;"></span> Hoofdwegen</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #f0e68c; margin-right: 5px;"></span> Gebieden op en boven 5m NAP</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #a2c4c9; margin-right: 5px;"></span> Water</li> </ul>  <p><b>De versterking van Hoog-Nederland</b></p> </div>
<p>Doel</p>	<p>Bevorderen van het versterken van de economische kracht en de aantrekkelijkheid als woongebied van Hoog-Nederland.</p>
<p>Implementatie</p>	<p>Het gaat om doelbewust beleid om investeringen in de weg-, rail-, water- en dataverbindingen met deze regio's te prioriteren. Ook als dat niet de meest economisch voordelige investeringen zijn. Draagvlak kan hierbij worden vergroot door de Randstad te verbinden met het Europese achterland en hierbij strategische tussenstations te plannen in hoog-Nederland. Op korte termijn zijn hieraan mogelijk negatieve consequenties verbonden voor Hoog-Nederland, omdat bereikbaarheid gemiddeld genomen de sterkste agglomeraties bevoordeelt. Op middellange termijn kan het, in combinatie met ander gebiedsgebonden beleid wel leiden tot het versterken van de agglomeratiekracht van deze plekken.</p> <p>Onderscheid tussen verbindingen met lokale consumenten (bewoners concentraties) en internationale verbindingen (hinterland) (interview Merten Nefs).</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Productie en logistieke knooppunten verschuiven mee naar het oosten met groeiende bevolking in hoog-Nederland.</li> <li>• Versterken van cross border samenwerking versterkt de positie van hoog-Nederland</li> </ul> <p>Het voorbereiden van politieke consensus voor dit beleid kan in 1 of 2 kabinetsperiodes. Concrete plan- en besluitvorming en uitvoering vergt per investering 10-15 jaar. Het is een geleidelijke ontwikkeling over enkele decennia. De noodzaak uitsluitend vanuit de zeespiegelstijging ontstaat als duidelijk wordt dat de mitigatiemaatregelen wereldwijd niet gaan leiden tot een beperkte zeespiegelstijging. De noodzaak kan (moet) eerder ontstaan vanuit voordelen op andere beleidsterreinen, combinaties met andere vormen van gebiedsgebonden beleid zijn hiervoor nodig (versterken kennisinfrastructuur, voorzieningen, woningbouw)</p> <p>Ook publiek georiënteerde investeerders (pensioenfondsen) kunnen bijdragen in het belang van hun leden.</p>
Omvang	Het gaat primair om interstedelijke verbindingen, waarbij bestaande agglomeraties de belangrijkste knooppunten vormen (Eindhoven, Maastricht).
Toepasbaarheid	Het meest effectief lijkt de strategie om de randstad te verbinden met economische centra in de buurlanden (elders in Europa). Dat zijn nu al haalbare (en wenselijke) verbindingen. De centra in Hoog-Nederland zijn dan tussenstation in dit Europese netwerk, hetgeen al stimulans is. Zorgdragen de beoogde toekomstige economische en woon-concentraties (Eindhoven, Arnhem-Nijmegen, Enschede) op deze corridors liggen.
Effectiviteit	De maatregel verbinding Randstad-Hoog-Nederland is effectief zolang de Randstad nog economisch en als woongebied functioneert. Dat is de transitieperiode. De verbinding met de rest van Europa is belangrijk om de agglomeraties in Hoog-Nederland te positioneren als aantrekkelijk alternatief in het geval van adaptieve migratie.
Adaptiviteit	De Randstad-Hoog-Nederland verbindingen zijn effectief in de transitieperiode (zolang de Randstad nog economisch en als woongebied functioneert). De verbindingen met Duitsland en België blijven effectief ook bij grote zeespiegelstijging.
Kosten	Vele miljarden.
Positieve neveneffecten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Versterken en verdelen van de economische kracht van Nederland over een groter gebied.</li> <li>• Omkeren van de leegloop van (delen van) de gebieden in het oosten en zuiden (hiervoor is ook aanvullend beleid nodig op het versterken van de vestigingsvoorwaarden).</li> <li>• Versterken verbindingen tussen stedelijke kernen in hoog-Nederland.</li> <li>• Rechtvaardige ruimtelijke spreiding van infrastructurele investeringen.</li> <li>• Mogelijkheid tot meer transit-oriented-development in Hoog-Nederland en daarmee stimuleren mobiliteitstransitie.</li> </ul>
Negatieve neveneffecten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Economisch suboptimale investeringen.</li> <li>• Aantasting van rust, natuurwaarden, etc. in de corridors en de te stimuleren gebieden.</li> <li>• Initieel kunnen de verbeterde verbindingen ook migratie naar en versterking van de randstad als economisch centrum veroorzaken.</li> <li>• .....</li> </ul>
Onderzoeksvragen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Welke investeringen hebben het grootste effect op de gewenste beweging.</li> <li>• Hoe voorkom (beperk) je de omgekeerde stimulans (door de betere verbinding een trek naar het westen).</li> <li>• Wat is het optimale netwerk voor de verbinding van Hoog-Nederland.</li> <li>• .....</li> </ul>
Referenties	Interview Merten Nefs - August 16th, 2023, 12:00 PM - 1:00 PM.

## Bouwsteen E1b Behoud Europoort als zeehavenverbinding voor Noordwest-Europa

Binnen de 'hybride meebewegen'-strategie houden we vast aan bescherming van de grote economische centra. Zo blijft de haven van Rotterdam in gebruik als dé zeeverbinding van Noordwest-Europa.

Voor beschrijving van de omgang met de ZSS onderscheiden we de volgende elementen:

- Zeeverbinding.
- Haven.
- Achterlandverbinding.

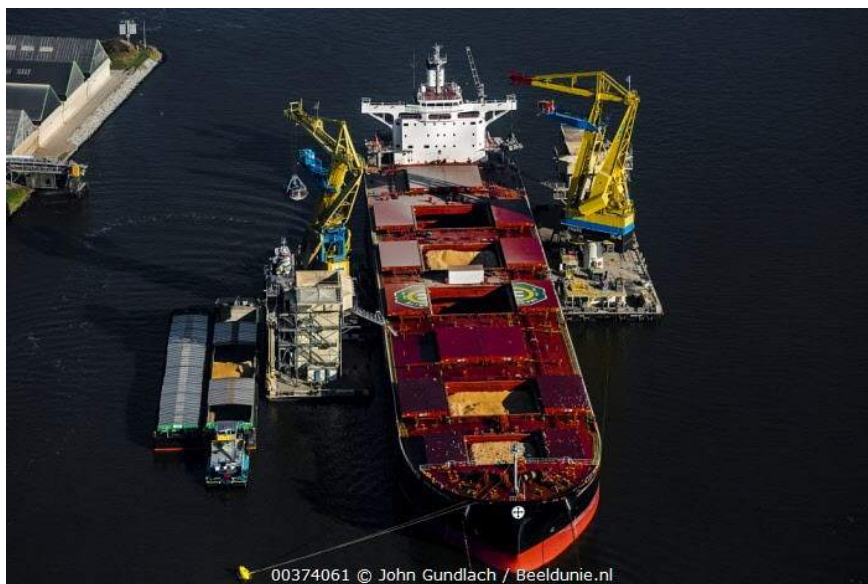
### Zeeverbinding

Zeeschepen blijven ook met toenemende ZSS ongehinderd door kunnen varen naar de Rotterdamse haventerminals.

### Haven

De haventerminals liggen momenteel grotendeels al verhoogd (Maasvlakte) of buitendijks. Met toenemende ZSS zijn de terminals op termijn ongeschikt voor (tijdelijke) opslag van goederen. Op enig moment moeten opslagterreinen worden opgehoogd of kan (waar mogelijk) overgestapt worden op drijvende overslag (rechtstreeks van zeevaart naar binnenvaart).

Voor ophogen van haventerminals is een verplaatsingsstrategie waar terminals na een vastgestelde afschrijffperiode worden verlaten, opgehoogd en opnieuw in gebruik worden genomen voor een nieuwe afschrijffperiode.



*Drijvende overslag*

### Achterlandverbinding

Voor de achterlandverbinding zijn momenteel nog drie hoofdmodaliteiten: Scheepsvervoer, Railvervoer en Wegvervoer.

Hieronder per modaliteit een aantal beelden:

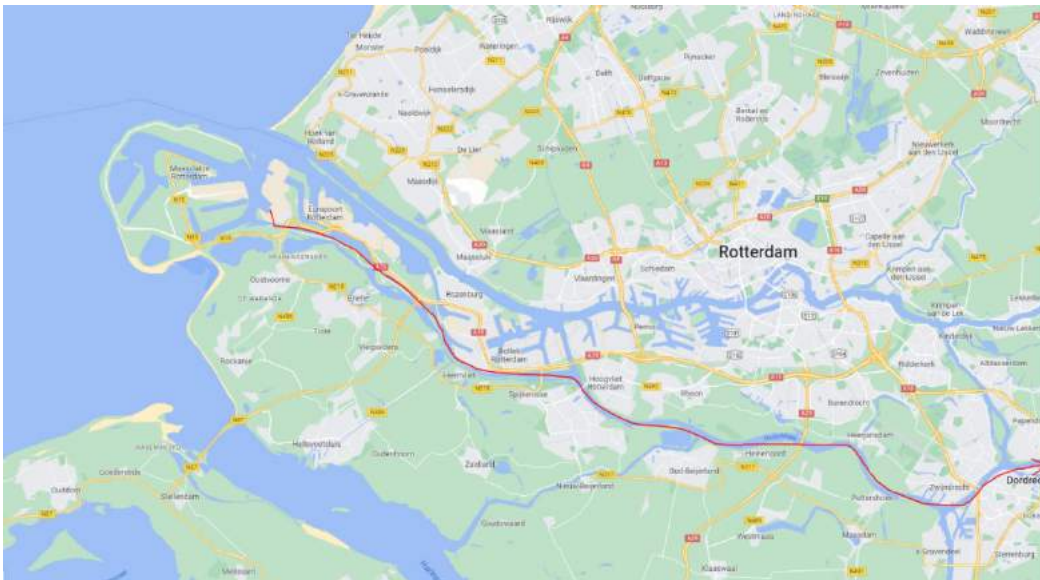
### Scheepsvervoer

Vanuit het beeld dat de zuidwestelijke delta/het riviereengebied in het scenario Meebewegen niet langer beschermd wordt, zijn aanzandingsproblemen te verwachten. Met het toenemende doorstroomoppervlak nemen stroomsnelheden af en neemt sedimentatie navenant toe.

Doordat grote delen van de uiterwaarden permanent onder water staan, zal hier eerder en vaker sediment afgezet worden. Met name bij 5 m ZSS zullen grote delen van uiterwaarden min of meer continu meestromen (onder geringer verhang dan tijdens hoogwaters in de huidige tijd). Er vindt dan dus permanent aanvoer van sediment naar de uiterwaard plaats. Omdat de stroomsnelheid boven de uiterwaarden flink lager is dan in de rivier, zal hier langdurig sedimentatie optreden. Vanwege de lage sedimentconcentratie in de Rijn bij lage rivierafvoer zal dit niet tot snelle ophoging van het bodemniveau van de uiterwaarden leiden. Niettemin zullen nevengeulen dichtslibben en ontstaan alom sedimentatie patronen zoals die nu op beperkte schaal in de Kleine Noordwaard te vinden zijn

(Bron: Verschelling et al., 2018). Schra, J., M.G. Kleinhans, K.M. Cohen, M. Haasnoot en H. Middelkoop (2022). *Wat wil de delta? Uitzicht met inzicht: neogeografische kaarten van het Nederlandse laagland in een toekomst met zeespiegelstijging. Universiteit Utrecht, Departement Fysische Geografie, i.o. Staf Deltacommissaris (rapport 31171979).*

Voor aan/afvoer naar/van de Rotterdamse haven zal de bevaarbaarheid van de achterlandverbindingen gegarandeerd moeten worden. Volgens de visie in het plan 'Tweestromenland' (EO-Wijersprijsvraag) wordt ervan uitgegaan dat de Nieuwe Maas verondiept en een meer natuurlijk karakter krijgt. Daarmee vervalt de functie als vaarweg en zal een nieuwe vaarweg gevonden moeten worden. Het plan Tweestromenland is ervoor gekozen het Calandkanaal te gebruiken als vaarwegverbinding. Schepen kunnen vanaf het Calandkanaal, via de Oude Maas richting Beneden Merwede de Waal bereiken.



Scheepvaart via Caland-kanaal zodra Bergsche Maas verondiept

Met de toenemende sedimentatie zal de hoofdvaarweg toegankelijk gehouden moeten blijven voor scheepvaart. Binnen IRM wordt voor bevaarbaarheid ingezet op het zomerbed van de Waal. Zo wordt in dat programma ingestoken op de aanleg van langsdammen.

Met de toename van extreem lage waterstanden is het echter denkbaar dat op termijn overgestapt moet worden op een kanaal buiten het zomerbed. Gedachtengang hierbij is dat bij blijvend gebruik van het zomerbed (omwille van bevaarbaarheid) de bodem van het zomerbed structureel erodeert met de bijbehorende nadelige gevolgen (grondwatereffecten). Een scheepvaartkanaal met een vast peil gevoed door rivierwater stopt dit proces. Het zomerbed blijft dan beschikbaar voor afvoer van het surplus aan rivierwater.



Andere insteek is het rivierensysteem te voorzien van stuwen waarmee de bevaarbaarheid geborgd kan worden. Bijkomend voordeel dan is dat hoogwatergolven gedempt kunnen worden en overstrooming van de bufferpolders beter gestuurd kan worden. Deze strategie zou denkbaar kunnen zijn in de eerste helft van de transitieperiode (ZSS <2m) waarin tijd wordt gekocht om de transitie plaats te laten vinden.



In de tweede helft van de transitieperiode (ZSS >2m) waarin de transitie grotendeels heeft plaatsgevonden en aanvankelijk te beschermen polders permanent onder water staan, kan dan overgestapt worden op een scheepvaartkanaal. Stuwen leveren in die situatie nauwelijks nog voordelen.

### **Railvervoer**

Voor railvervoer is er momenteel de Betuwelijn. Deze lijn ligt dwars door het rivierengebied waarvan we op termijn (ZSS: 5m) accepteren dat dit gebied permanent ondergedompeld is. Voor de railverbinding zou daarom een aanpassing moeten gebeuren. De Betuwelijn kan mogelijk op hetzelfde traject op palen worden gezet (Kennisvraag; Kunnen we doorbouwen op huidige fundering?). Het gaat dan over een traject van grofweg 150 km. Navolgende foto's zijn voorbeelden hiervan in China:



*Danyang–Kunshan Bridge 160km lang (Shanghai–Beijing) aangelegd als high speed railverbinding*



*Donghai Bridge 32km (Shanghai) aangelegd als achterlandverbinding (vrachtwagens) voor de Yangshan Deep-Water Port*

Ook de HSL in Nederland is gedeeltelijk verhoogd aangelegd.

Kostenefficiëntie van een dergelijk lange verbinding zal op termijn uitgezocht moeten worden. Snellere verbinding naar hooggelegen gronden (kortere brugverbinding) is denkbaar, echter ontstaan ook externe veiligheidsafwegingen als gevolg van gevaarlijke stoffen i.v.m. de toegenomen agglomeratie op de hoge gronden (in het scenario Meebewegen).

### **Wegvervoer**

Analoog aan de railverbinding zijn gelijke constructies voor het wegverkeer ook denkbaar (lange bruggen op palen. Waar bij de Betuweroute mogelijk kan worden doorgebouwd op de bestaande fundering, is dit voor de A15 minder denkbaar (kennisvraag!). Voordeel van gebruik van dit traject is dat de brug wellicht eenvoudiger gefaseerd kan worden aangelegd. Van West naar Oost zal dan in bouwtrajecten meebewogen moeten worden met de toenemende ZSS.

Analoog aan het afwegingskader voor alternatieve (kortere) trajecten bij de railverbinding, speelt ook voor de wegverbinding niet alleen een economisch afwegingskader, agv gevaarlijke stoffen speelt ook externe veiligheid hier een rol.


## Bouwsteen E2 Investeringen in hoog-Nederland

<p>Omschrijving</p> <div data-bbox="119 421 359 600"> <p>E2 - Investeren en Grond-posities</p> </div>	<p>Centraal (overheid) gestuurd beleid op ruimtelijke ordening en gerichte investeringen in zowel wonen als economie van Hoog-Nederland. Daarmee de geleidelijke verschuiving van de Randstad als voornaamste motor van de economie naar diversificatie van de agglomeraties en mitigatie van het economische schokeffect van het zo nodig verlaten van West-Nederland.</p>
<p>Schets/plaatje/illustratie</p>	<div data-bbox="414 660 1436 1646"> <p>Legenda</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Hoofdwegen</li> <li>Gebieden op en boven 5m NAP</li> <li>Water</li> </ul> <p>De versterking van Hoog-Nederland</p> </div>
<p>Doel</p>	<p>Eindhoven heeft als stad de beste papieren in het 5 meter scenario</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Randstad - Eindhoven – Maastricht – HSL-verbinding.</li> <li>• Eindhoven – Duits en Frans achterland.</li> </ul>
<p>Implementatie</p>	<p>De ratio van (private) investeerders heeft een tijdshorizon van maximaal 50 jaar en heeft geen specifieke binding met Nederland. Daarom is regie op het beleid (vanuit de centrale overheid) noodzakelijk.</p> <p>Kansrijke economische centra in Hoog-Nederland</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Regio Eindhoven: High tech manufacturing.</li> <li>• Regio Twente en Drenthe en Veluwe: geïndustrialiseerde landbouw en landbouwkennis (Wageningen).</li> <li>• Regio Maastricht: Health, data sciences.</li> </ul> <p>Voor het versterken van de vestigingsvoorwaarden in Hoog-Nederland is integrale sturing op het vestigingsklimaat nodig.</p>

	<p>Het louter verplaatsen van bedrijven is onvoldoende, omdat zij niet het talent vinden dat zij nodig hebben. Alleen het bouwen van woningen is ook niet genoeg, omdat er voor de nieuwe inwoners onvoldoende werk en onvoldoende voorzieningen zijn. Het simultaan investeren in: wonen, werken en voorzieningen is nodig om structureel de agglomeratiekracht te verbeteren. Glaeser et al. (2002) beschrijven deze relatie als een evenwicht. Een plek wordt structureel aantrekkelijker als gestuurd wordt op een hoger evenwicht in de driehoek van: productiviteit, woningmarkt en aantrekkelijkheid.</p> <p>Mogelijke beleidsinstrumenten: subsidies, belastingvoordelen, woningbouw, bouw culturele voorzieningen, investeringen in kennisinstellingen, opwaarderen infrastructuur.</p> <p>Ook publiek geïntendeerde investeerders (pensioenfondsen) kunnen bijdragen in het belang van hun leden. De (private) marktwerking gaat het niet doen.</p> <p>Handhaaf Europort als de toegang tot NW-Europa. Dat kan ook bij zss` &gt;&gt;5m</p> <p>Implementatietijd is ten minste decennia, en voor uiteindelijke langetermijneffecten &gt;100 jaar.</p>
Omvang	
Toepasbaarheid	
Effectiviteit	
Adaptiviteit	
Kosten	
Positieve neveneffecten	Meer rechtvaardige verdeling van wonen, werken en voorzieningen in Nederland.
Negatieve neveneffecten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beperken van de investering in West-Nederland kan/zal betekenen dat internationale investeerders eerder buiten Nederland gaan zoeken, dan in Hoog-Nederland.</li> </ul>
Onderzoeksvragen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Welk type investeringen zijn effectief (gebleken) om (nieuwe) economische centra te ontwikkelen en/of om verschuiving van economische centra te bewerkstelligen?</li> <li>• Blijft Antwerpen als haven functioneren bij 5 m zeespiegelstijging? Ontstaat een nieuw havengebied in Oost-NL, of elders in de regio?</li> <li>• Wat zal de economie van de toekomst zijn? Kunnen we daar op vooruitlopen met gerichte investeringen in Hoog-Nederland? Te denken valt aan investeringen in infrastructuur (maar werkt twee kanten op), universiteiten en andere kennisinstellingen.</li> </ul>
Referenties	



## Bouwsteen E3 Verwerven grondposities in Hoog-Nederland

<p>Omschrijving</p> 	<p>De overheid verwerft grondposities die nodig zullen zijn voor wonen en werken in Hoog-Nederland (eigendom of bestemming).</p>
<p>Schets/plaatje/illustratie</p>	
<p>Doel</p>	<p>Grondposities sturen de ruimtelijke ontwikkeling en creëren de mogelijkheden om gericht te investeren middels actief grondbeleid.</p>
<p>Implementatie</p>	<p>Een overheid kan actief grondbeleid voeren door het verwerven van gronden (Landbanking). Het verwerven van gronden biedt een (lokale) overheid extra middelen voor regie, in vergelijking met passief grondbeleid (ook wel faciliterend grondbeleid). Onder passief grondbeleid (de gronden zijn in handen van een derde partij) kan de overheid alleen sturen via het publiekrechtelijk bestel (bestemmingsplan). Kosten voor bovenplanse ontwikkelingen (ontsluiting infrastructuur) kunnen in dat geval via een anterieure overeenkomst, of via een exploitatieplan, worden verhaald. De regie blijft beperkt tot het al of niet verlenen van toestemming op de bestemming en het kostenverhaal. Door het zelfrealisatiebeginsel kan elke private partij zelf de gronden tot ontwikkeling brengen, binnen de bestemming. Voert de lokale overheid wel actief grondbeleid en koopt het gronden op, dan is de ontwikkeling ook afhankelijk van deze gronden en zit de publieke partij ook privaatrechtelijk gelijk aan tafel. De grondpositie kan worden gefinancierd met een lening bij de Bank Nederlandse Gemeenten tegen relatief gunstige voorwaarden. Wel zijn hieraan rentekosten verbonden.</p> <p>Het innemen van grondposities kan op elk moment, maar de bekostiging is cruciaal voor de vraag wanneer het juiste moment is. Overheden lenen zeer goedkoop, waarmee 'land-banking' relatief vroegtijdig mogelijk is. Tegelijkertijd zijn grondposities die lange tijd niet tot ontwikkeling komen een forse kostenpost. Wanneer gronden oprenten wordt de inbrengwaarde steeds hoger en planvorming minder haalbaar. Meer logisch is om de gronden tegen marktwaarde te blijven waarderen (en regelmatig af te boeken), dat is nu ook in de wet vereist. Een zinvolle invulling in te tussentijd kan dan argument zijn om deze kosten (alvast) te maken. Denk aan recreatie of (tijdelijke) natuurwaarde.</p>
<p>Omvang</p>	<p>Dit is niet van toepassing, er is geen directe maat. Belangrijk is dat de posities op strategische plekken liggen. Denk hierbij aan posities nabij de huidige grote kernen.</p>
<p>Toepasbaarheid</p>	<p>Nabij bestaande kernen, bij voorkeur in direct omliggend buitengebied en binnenstedelijk. Denk ook aan grondposities voor infrastructurele verbindingen.</p>
<p>Effectiviteit</p>	<p>Altijd effectief, maar denk aan bekostiging. Oprenten van gronden kan een kostbare aangelegenheid worden.</p>
<p>Adaptiviteit</p>	<p>Belangrijk is dat de gronden worden verworven op posities die langer mee kunnen.</p>
<p>Kosten</p>	<p>De kosten van grondverwerving komen op de balans van een gemeente te staan in de vorm van een asset (gronden) en een liability (lening bij de BNG). De rentekosten dienen jaarlijks bekostigd te worden. In het verleden werd er vaak voor gekozen de gronden te laten oprenten (asset wordt meer waard) om de rente terug te verdienen door ontwikkeling. Met een tijdsspanne van 10 jaar is dat voorstelbaar, met de grotere tijdspanne die met een dergelijke transitie gemoed is, is dat niet reëel.</p>

Positieve neveneffecten	n.v.t. het is een strategische positie, maar heeft geen direct effect. Indirect kun je de gronden wel inzetten voor tijdelijke functies (verpachten, natuur, recreatie).
Negatieve neveneffecten	Kosten (en opportuiniteitskosten inzet publieke middelen).
Onderzoeksvragen	Wat is nodig qua bekostiging, hoe kijkt de BNG naar dit soort langjarige leningen.
Referenties	

## Bouwsteen M1a Verhaal voor transitie – Governance perspectief

### Het verhaal/ perspectief: twee verhaalvarianten bij de hybride vorm van meebewegen

Er zijn twee varianten van de verhaallijnen denkbaar:

- Verhaalvariant 'revolutionair': Vanuit de visie dat Nederland in de toekomst echt radicaal anders moet omgaan met zeespiegelstijging, nú aan de slag met meebewegen via backcasting.
- Verhaalvariant 'evolutionair': Vanuit de huidige situatie en de huidige manier van denken, stapsgewijs en onderzoekend, adaptief toewerken naar 'meebewegen'.

De verhaalvariant 'revolutionair' is onderstaand uitgewerkt. De verhaalvariant 'evolutionair' nog niet.

### Verhaalvariant 'revolutionair'

#### Waarom

- De combinatie van zeespiegelstijging en bodemdaling zorgt ervoor dat steeds grotere delen van Nederland steeds verder onder NAP komen te liggen.
- In deze diepe delen:
  - wordt het steeds duurder om kwelwater en regenwater weg te pompen
  - neemt het risico op grote schade en slachtoffers door overstromingen toe.
- Als gevolg hiervan is het nodig/ wenselijk dat Nederland van strategie gaat veranderen:
  - niet langer het water weghouden van de mensen (laag 1 van de meerlaagsveiligheid) maar de mensen weghouden van het water (laag 2 en 3 van de meerlaagsveiligheid), én
  - niet langer het water weghouden van onze assets, maar de assets verplaatsen óf 'ongevoelig' maken voor het water (drijvende kassen, hoogbouw met waterbestendige onderbouw etc.).

Door hybride meebewegen:

- Maken we Nederland ook voor de heel lange termijn klimaatbestendig en voorkomen we dat we blijven investeren in een doodlopende weg (lock in).
- Dragen we bij aan een verantwoorde en klimaatbestendige oplossing voor andere transities (energietransitie, circulair, biodiversiteit).
- Dragen we bij aan intergenerationele rechtvaardigheid (we nemen op de korte termijn verlies t.b.v. toekomstige generaties)
- Houden we de economische motor van de Randstad zo lang mogelijk intact en voorkomen we daarmee economische, sociale en maatschappelijke disruptie.
- Dragen we bij aan (interregionale) solidariteit doordat we gezamenlijk de kosten dragen van de gehele transitie – nog voordat schade in de laaggelegen gebieden ons overkomt.
- Dragen we proactief bij aan het minimaliseren van desinvesteringen doordat we door middel van deze transitie op de lange termijn grote schade en/ of kosten van beschermingsmaatregelen in laaggelegen gebieden voorkomen – gezamenlijk streven naar een nationaal optimum in het omgaan met ZSS op de lange termijn.
- Positioneren we Nederland opnieuw als waterbouwkundig gidsland – genereren we nieuwe kennis en ervaring die internationaal waarde toevoegt.

#### Hoe

- Nederland vindt zichzelf opnieuw uit en creëert Nieuw Nederland. Een land waarbij we optimaal gebruik maken van onze hooggelegen gebieden en waarbij we het 'leven met water' in de laaggelegen gebieden optimaliseren. Innovaties spelen hierbij een grote rol – Nederland ontwikkelt zich tot gidsland op het gebied van adaptatie aan zeespiegelstijging.

- De zeespiegelstijging is een belangrijke driver achter de transitie, maar is zeker niet de enige. Nieuw Nederland wordt gestuurd door alle grote ruimtelijke opgaven, zoals de energietransitie, de landbouwtransitie, circulariteit, biodiversiteit, etc. En passant draagt de transitie ook bij aan sociaal/maatschappelijke opgaven zoals een betere verbinding tussen verschillende groepen in de samenleving, vermindering van polarisatie, vermindering van eenzaamheid, versterking van de democratie, betere samenwerking in de EU-regio, en een beter (integraal) beheer van de 'commons'.
- Tijdens de verbouwing:
  - blijft de winkel gewoon open; met de Randstad als economische motor genereren we de middelen om de transitie te realiseren. Op de zeer lange termijn, wanneer er voldoende 'motor' is ontstaan in hooggelegen gebieden zal worden overwogen om ook in de Randstad het 'leven met water' te introduceren. Tot die tijd worden de te laag gelegen delen van de Randstad opgehoogd;
  - breidt de winkel ook uit: in hooggelegen gebieden worden omstandigheden gecreëerd waardoor bestaande economische centra kunnen groeien en floreren;
  - Breiden we de samenwerking in onze Europese regio uit: aanpassingen aan wet- en regelgeving/ fiscaal stelsel maken het mogelijk voor Nederlandse bedrijven om zich te verbinden aan de bestaande agglomeraties net over de grens.
- De transitie gaat gepaard met grote investeringen en veranderingen voor iedereen. Deze ingrijpende impact wordt gedragen door iedereen:
  - eigenaren van onroerend goed en bedrijven in laaggelegen gebieden worden gecompenseerd voor de verplaatsing, aanpassing of herbouw van hun assets;
  - personen die hun werk kwijt raken worden binnen de transitie opnieuw aan werk geholpen.
- Op deze manier werken we op een sociaal rechtvaardige manier aan Nieuw Nederland en levert de transitie naast belemmeringen ook kansen voor iedereen. Tijdens de transitie ontstaat er nieuw werk, nieuwe verbintenissen, nieuwe technologie, nieuwe kennis. De transitie gaat gepaard met grote veranderingen en nadelen maar levert ook waarde op voor de maatschappij als totaal. Zowel tijdens de transitie als na afronding.
- In deze transitie hebben zowel burgers, als marktpartijen, kennisinstellingen, overheden een grote en onmisbare rol. Van alle partijen wordt inzet verwacht; top-down en bottom-up processen worden gelijktijdig ingezet, gefaciliteerd en gestimuleerd met zowel juridische, fiscale, educatieve, communicatieve als financiële middelen.
- Ten behoeve van de transitie worden de verschillende overheden anders georganiseerd: zowel lokale als regionale en nationale overheden worden georganiseerd met een focus op de lange termijn en de samenhang tussen alle ruimtelijke opgaven.

## Wanneer

- De transitie start nu – door te werken aan het ontwerp van Nieuw Nederland, het ontwikkelen en opschalen van technische, juridische en fiscale experimenten, het investeren in hooggelegen NL, het versterken van de samenwerking in de Euro regio en de reorganisatie van de overheid.
- Het tempo en afronding van de transitie worden (mede) bepaald door:
  - aanstaande grote investeringen:
    - nieuwe investeringen in grote waterbouwkundige werken die niet bijdragen aan deze nieuwe oplossingsrichting moeten worden voorkomen (zoals de vernieuwing van de Maeslantkering rondom 2070)
    - grootschalige investeringen in woningbouw/ utiliteitsbouw/ industrie/ infrastructuur in laaggelegen gebieden moeten worden voorkomen, tenzij deze aangepast worden aan de omstandigheden bij grote zeespiegelstijging
  - het tempo van de zeespiegelstijging en het optreden van andere klimaatdreigingen (toenemende droogte, extreme neerslag, hitte etc.) en de bijbehorende mogelijke ontwrichtende events (in binnen- en buitenland).

## Bouwsteen M1b Verhaal voor transitie – historisch en cultureel perspectief

### Noodzaak van een verhaallijn

De 'hybride meebewegen'-strategie bestaat uit elementen die een fundamentele verandering betekenen ten opzichte van de manier waarop we de afgelopen honderd jaar met de dreiging van overstromingen zijn omgegaan. Zeker vanaf de watersnoodramp van 1953 is vol ingezet op het buiten houden van het water. Om deze oplossingsrichting acceptabel te maken is een overtuigend verhaal nodig. Dat is daarom een belangrijke bouwsteen van de 'hybride meebewegen'-strategie.

Dit verhaal heeft de volgende elementen:

- Meebewegen is van alle tijden.
- Meebewegen kent een temporele en lokale dimensie.
- Meebewegen is het gecontroleerd toelaten van water om grootschalige rampen te vermijden.
- Meebewegen betekent: Nederland bewoonbaar en leefbaar houden voor toekomstige generaties.
- Meebewegen is hybride van karakter.
- Meebewegen is gericht op intergenerationele solidariteit.
- Op tijd meebewegen vergroot de koppelkansen.

### Verhaallijn

Nederlanders leven al eeuwenlang met water. Ze beschermen zich ertegen door dijken te bouwen en land droog te leggen. Maar Nederlanders geven soms ook ruimte terug aan het water. Meebewegen is dus van alle tijden: in de loop der tijd hebben de bewoners van deze delta tal van succesvolle strategieën ontwikkeld om bij overstromingen de overlevingskans te vergroten en de materiële schade zo klein mogelijk te houden. Denk aan het compartimenteren met dijken, het wonen op terpen en het evacueren van personen en vee over water.

Meebewegen is vanuit die optiek geen laatste redmiddel en ook geen uiterste op een glijdende schaal, maar een oplossingsrichting die geworteld is in een lange, culturele traditie. Vanuit historisch perspectief zijn meebewegen noch klimaatverandering nieuwe fenomenen. Denk bijvoorbeeld aan de Sint-Elisabethsvloed in 1421. Dordrecht kreeg mede als gevolg daarvan een belangrijke handelsfunctie en de landbouw in de omgeving veranderde in visserij. In de eeuwen daarna veranderde het klimaat ingrijpend. Als gevolg daarvan kregen Nederlanders te maken met periodes van extreme kou (de zogenaamde 'kleine ijstijd') en ernstige overstromingsrampen.

Na de Watersnoodramp van 1953 is succesvol geïnvesteerd in het beschermen van de laag gelegen gebieden van Nederland. Tegelijkertijd heeft ook het meebewegen een plaats gekregen in de langetermijnstrategie. Het programma 'Ruimte voor de rivier' (2007-2019) beoogde het water, de natuur en de ruimte voor recreatie meer ruimte te geven. Gecontroleerd meebewegen leidt zo tot een betere bescherming op de lange termijn.

De huidige klimaatverandering stelt ons voor nieuwe uitdagingen: door een stijgende zeespiegel en toenemende weersextremen lopen we tegen grenzen aan van wat we op de lange termijn kunnen beschermen. Anders dan vroeger is deze klimaatverandering mede het gevolg van menselijk handelen. Niemand weet hoe snel dit proces zal gaan en dat brengt fundamentele onzekerheden met zich mee. Wat we wel weten is dat het beschermen van de laaggelegen gebieden niet tot in het oneindige mogelijk is. Ook de leefbaarheid van bepaalde delen van Nederland zal worden aangetast. Onder andere verzilting en watertekorten nemen toe.

Hybride meebewegen wordt in dit rapport gepresenteerd als een oplossingsrichting die Nederland voor toekomstige generaties leefbaar en bewoonbaar houdt, een zekere kwaliteit van leven garandeert. Deze oplossingsrichting behelst geen radicale breuk met het verleden en moet ook niet versimpeld worden tot het idee van een massaverhuizing naar het Oosten. Integendeel, hybride meebewegen houdt in dat laag Nederland zo lang mogelijk bewoonbaar en leefbaar blijft en dat er een groot scala aan lokale maatregelen wordt getroffen. Niettemin zal deze oplossingsrichting ingrijpende welvaartseffecten hebben en tot een nieuwe inrichting van Nederland leiden.

Per regio verschilt de tijdsduur waarbinnen dit soort maatregelen houdbaar is, maar binnen een beschermd deel wordt zo lang mogelijk ingezet op het behoud ervan, met maatregelen om met de gevolgen van zeespiegelstijging om te kunnen gaan, zoals verzilting en het afvoeren van wateroverlast. Met het oog op de langere termijn zal wel meer moeten worden geïnvesteerd in hoog Nederland. De situatie bij vijf meter zeespiegelstijging is een worstcasescenario,

waarin we in een nieuw klimaat leven en veel gebieden een andere functie zullen krijgen. Deze vijf meter peiling is opnieuw geen eindstation, want ook daarna zal de zeespiegel doorstijgen.

## Literatuur

P.J.E.M. van Dam, De amfibische cultuur. Een visie op watersnoodrampen (Amsterdam 2010).

Lotte Jensen en Adriaan Duiveman (red.), Welke verhalen vertellen we? Narratieve strategieën rondom waterbeheer en zeespiegelstijging (Nijmegen 2020).

## Bijlage D Wateropgave bij 2 m en bij 5 m zeespiegelstijging

### Inleiding

De strategie voor 'meebewegen' is uitgewerkt voor 2 m en 5 m zeespiegelstijging. Een belangrijk uitgangspunt in de uitwerkingen is dat de geplande versterkingen van primaire waterkeringen tot 2050 uitgevoerd worden. Anders gezegd: In het jaar 2050 voldoen alle primaire waterkeringen aan de huidige wettelijk norm. Verder is aangenomen dat na 2050 geen versterkingen aan primaire waterkeringen worden uitgevoerd. Deze strategie kan beschouwd worden als een 'hoekpunt', waarbij volledig ingezet wordt op 'meebewegen'.

Vanwege de stijgende zeespiegel en gekoppelde toename van extreme rivierafvoeren zullen overstromingskansen in dit scenario vanaf 2050 gaan toenemen. En omdat de buitenwaterstanden bij 2 m en 5 m zeespiegelstijging (en hogere rivierafvoeren) tijdens extreme stormen en extreme rivierafvoeren hoger zullen zijn, zullen overstromingsdieptes ook gaan toenemen. Om de haalbaarheid van mogelijke maatregelen in het kader van 'meebewegen' te kunnen beoordelen is voorafgaand aan de hackathons de toename van overstromingskansen en overstromingsdieptes in kaart gebracht. In het vervolg van deze paragraaf worden de toegepaste methoden en resultaten gepresenteerd.

Vanwege het korte tijdbestek (~1 maand) dat beschikbaar was in voorbereiding op de eerste hackathon was de noodzaak om zeer pragmatisch te werk te gaan bij het kwantificeren van de overstromingskansen. Dat past ook bij de doelstelling, namelijk dat het gaat om een grofstoffelijk beeld van de effecten van de zeespiegelstijging op overstromingskansen en -dieptes, ter ondersteuning van de discussies en berekeningen tijdens de hackathons. Er zijn daarom geen uitgebreide modelsimulaties uitgevoerd en het resultaat moet beschouwd worden als een "eerste orde indicatie".

### Overstromingskansen

#### Berekeningsmethode overstromingskansen langs de rivieren

Om de overstromingskansen te kunnen bepalen langs de (beneden-)rivieren zijn de volgende gegevens gebruikt:

- [1] Berekende buitenwaterstanden bij de normfrequentie in de referentiesituatie (nu/2050) uit spoor II van het kennisprogramma zeespiegelstijging.
- [2] Berekende buitenwaterstanden bij de normfrequentie bij 2 m ZSS uit spoor II.
- [3] Berekende buitenwaterstanden bij de normfrequentie bij 5 m ZSS uit spoor II.
- [4] Decimeringshoogten.

Het betreft in principe buitenwaterstanden en decimeringshoogten langs alle primaire waterkeringen. De toename in de buitenwaterstanden bij 2 m en 5 m zeespiegelstijging zijn bepaald door het verschil te berekenen tussen [2] en [3] enerzijds en [1] anderzijds. Deze toename in waterstand is vervolgens omgezet in een toename in kans door gebruikt te maken van decimeringshoogten. Bijvoorbeeld: als de waterstand op een bepaalde locatie met 1 m toeneemt bij 2 m zeespiegelstijging en de decimeringshoogte ter plaatse gelijk is aan 0,5 m, dan is de geschatte toename in overstromingskans gelijk aan een factor 100 (een overstromingskans van 1/1000 per jaar neemt dan dus toe naar een overstromingskans van 1/10 per jaar). Immers, de toename van 1 m is twee keer de decimeringshoogte (0,5 m). Dat betekent een toename in de overschrijdingskans van de waterstand met een factor  $102=100$ . In deze analyse is toename in de overschrijdingsfrequentie van hoge waterstanden als proxy gebruikt voor de toename in overstromingskansen. De aldus geschatte toename in overstromingskans is vervolgens vermenigvuldigd met de wettelijke overstromingskansnorm, omdat is aangenomen de keringen in 2050 exact aan deze norm voldoen.

#### Berekeningsmethode overstromingskansen langs de kust

De aanpak uit de vorige paragraaf is toepasbaar voor waterstands-gedomineerde locaties. Vooral langs de kust kan een toename van de waterstand ook gepaard gaan met een substantiële verandering (vaak: toename) van de golfhoogte en dat kan aanleiding geven tot een significant grotere toename van de overstromingskans dan wanneer sec de waterstand wordt beschouwd. In Deltares (2022) zijn berekeningen van overstromingskansen uitgevoerd voor enkele kustlocaties, rekening houdend met de toename in zeespiegel en golfhoogte. De aanpak en resultaten uit de onderliggende berekeningen van dat rapport zijn hier overgenomen.

Voor het bepalen van de toename van overschrijdingskansen ten gevolge van zeespiegelstijging zijn in Deltares (2022) berekeningen uitgevoerd met het rekenprogramma-Hydra-NL. Hydra-NL is een probabilistische rekenmodule die onderdeel uitmaakt van de programmatuur die beheerders ondersteunt bij het uitvoeren van het ontwerp van waterkeringen. De volgende aanpak is gehanteerd:

- De zeespiegelstijging wordt in het rekenmodel gevarieerd van 0 m tot 2 m in stappen van 0,2 m.
- Voor elke waarde van de zeespiegelstijging wordt met Hydra-NL de overstromingskans berekend voor het faalmechanisme 'golfoverslag'; waarbij een kritiek overslagdebiet is aangenomen van 1 l/m/s.
- Uit de berekeningen wordt een relatie afgeleid tussen zeespiegelstijging enerzijds en toename in overstromingskans anderzijds.
- De toename in overstromingskans is vervolgens vermenigvuldigd met de wettelijke overstromingskansnorm, vergelijkbaar met hoe dat voor de rivieren is gedaan.

De berekeningen zijn uitgevoerd voor ongeveer 35 locaties, verspreid langs de Waddenkust, de Hollandse kust en de Deltakust.

Opmerkingen:

- De berekende overstromingskansen zijn representatief voor hoogte-gerelateerde faalmechanismen. Geotechnische faalmechanismen, falen van bekledingen en eventuele overige faalmodi zijn dus niet meegenomen in de berekeningen en analyses.
- Het programma Hydra-NL maakt gebruik van een database met resultaten van modelsimulaties met een hydrodynamisch model. Met dat model zijn geen expliciete simulaties uitgevoerd met zeespiegelstijging. Er zijn wel berekeningen uitgevoerd met verschillende maten van stormopzet. In de analyses met Hydra-NL wordt  $x$  m zeespiegelstijging daarom gerepresenteerd door  $x$  m extra stormopzet. Dat is uiteraard niet helemaal correct, maar geeft wel een goede eerste orde benadering voor de verhoging van waterstanden en golfoploop als gevolg van zeespiegelstijging. Verder geldt dat mogelijke veranderingen in de kustmorfologie die gepaard kunnen gaan met de zeespiegelstijging niet zijn meegenomen.
- Er zijn geen berekeningen uitgevoerd voor 5 m zeespiegelstijging, omdat er bij grotere waarden van de zeespiegelstijging sprake is van dusdanig grote overschrijdingskansen dat deze buiten het toepassingsbereik van Hydra-NL liggen. Overigens zijn recent in het kader van spoor II van het kennisprogramma zeespiegelstijging hydrodynamische modelsimulaties uitgevoerd waardoor ook Hydra-NL berekeningen voor grotere zeespiegelstijgingen uitgevoerd kunnen worden. Deze berekeningen waren echter niet tijdig beschikbaar voor de hackathons van het consortium Meebewegen.
- Er zijn alleen berekeningen uitgevoerd voor harde zeeweringen omdat Hydra-NL niet ontwikkeld is voor de beoordeling en ontwerp van duinen.

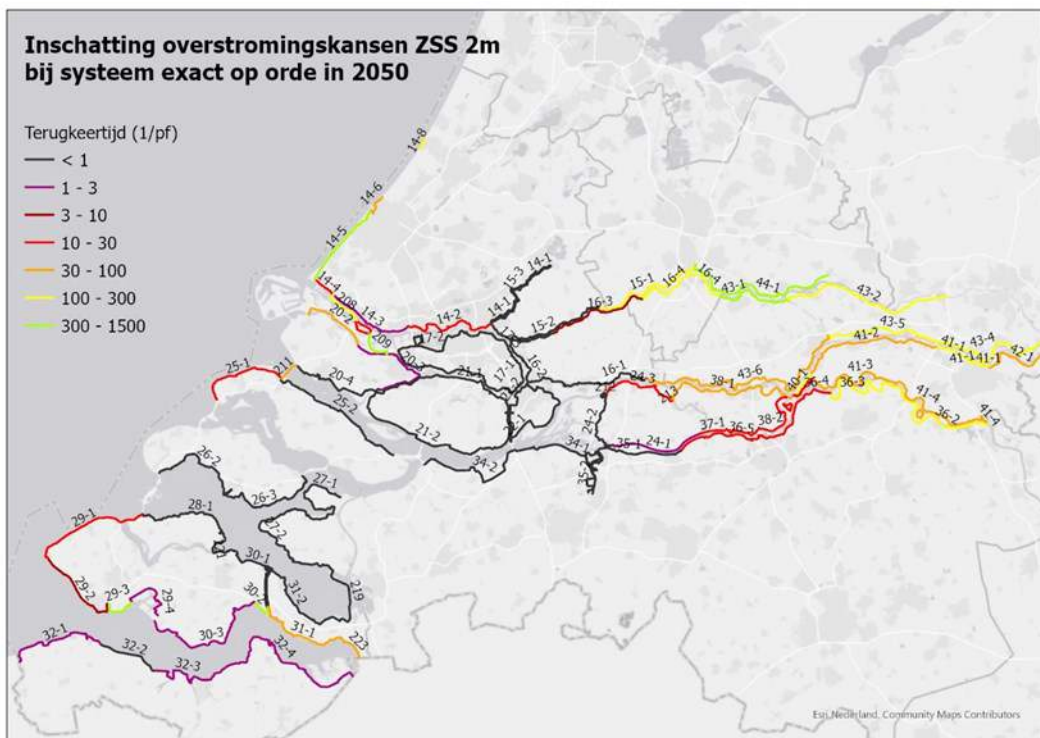
## Resultaten

*Figuur 39* en *Figuur 40* tonen berekende overstromingskansen (uitgedrukt in herhalingstijden) bij 2 m zeespiegelstijging. Hieruit blijkt dat de overstromingskansen over het algemeen substantieel toenemen. In een aantal gebieden zullen de dijken zelfs eens per jaar of zelfs vaker overstroomd (trajecten met zwarte kleur).





Figuur 39 Berekende herhalingsjiden van overstromingen in Noord-Nederland



Figuur 40 Berekende herhalingsjiden van overstromingen in Zuidwest-Nederland

## Kaarten met overstromingsdieptes

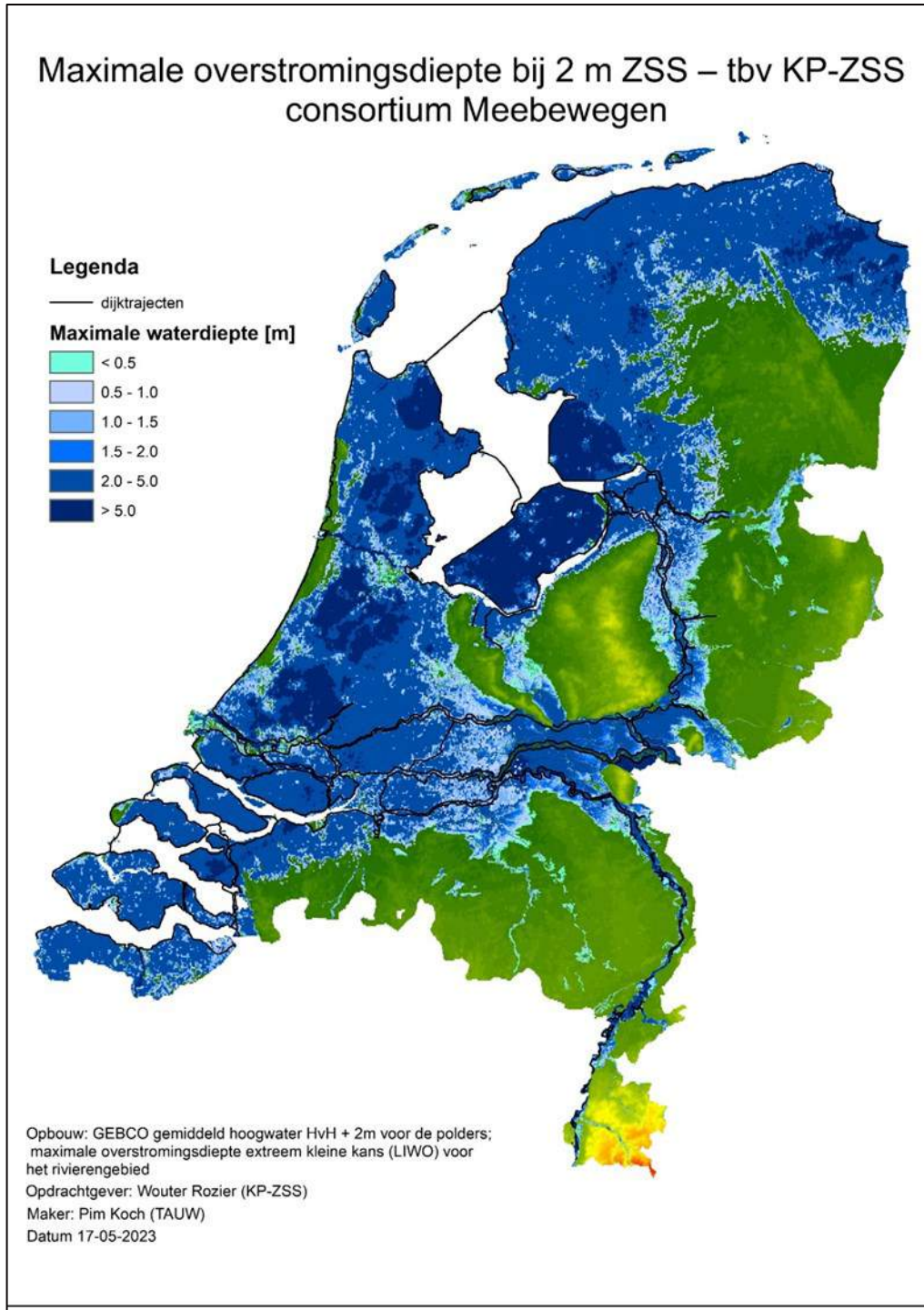
Het Landelijk Informatiesysteem Water en Overstromingen (LIWO) bevat een groot aantal kaarten met overstromingsdieptes in het geval de waterkeringen zijn bezwaken. Die zijn het resultaat van verschillende simulaties met variaties in doorbraaklocaties en buitenwaterstanden. Voor het bovenrivierengebied, waar geen invloed is van zeewaterstanden, geven de LIWO-kaarten een goede indruk van overstromingspatronen. Deze kaarten zijn daarom ook gebruikt voor dit doeleinde.

In "laag-Nederland", waar overstromingen veroorzaakt kunnen worden door zeewaterstanden, zijn in principe ook LIWO-kaarten beschikbaar. Echter deze zijn van toepassing voor de huidige toestand, dus zonder zeespiegelstijging. Bij 2m en vooral 5 m ZSS zullen de overstromingsdieptes op veel locaties significant toenemen en zullen sommige gebieden die nu nog 'droog' blijven dan wel overstroomd. Idealiter worden nieuwe dynamische overstromingssimulaties uitgevoerd om dit in kaart te brengen, maar dat zou veel meer tijd kosten dan beschikbaar was. Voor laag Nederland daarom de volgende, alternatieve, methode toegepast:

- Bereken de hoogste waterstand van een "standaard getij" bij Hoek van Holland (1,15 m+NAP).
- Tel hier de mate van zeespiegelstijging (in m) bij op. Het resultaat is een gemiddelde hoogwaterstand in m+NAP bij die mate van zeespiegelstijging.
- Trek de bodemhoogte (in m+NAP) af van de hoogwaterstand van stap 2. Het resultaat is een waterdiepte (in m).

Door een gemiddeld hoogwaterstand onder zeespiegelstijging (stap 2) te gebruiken, nemen we aan dat er genoeg volume is om het lagergelegen gebied te vullen. De waterdiepte in stap 3 is bepaald voor elke locatie in laag-Nederland.

*Figuur 41* toont de berekende overstromingsdieptes bij 2 m zeespiegelstijging én dijkdoorbraak. De overstromingsdieptes in "laag-Nederland" corresponderen met een overstroming vanuit zee; de overstromingsdieptes in "hoog-Nederland" corresponderen met overstromingen vanuit de rivier.



Figuur 41 Berekende overstromingsdieptes bij 2 m zeespiegelstijging én doorgebroken dijken

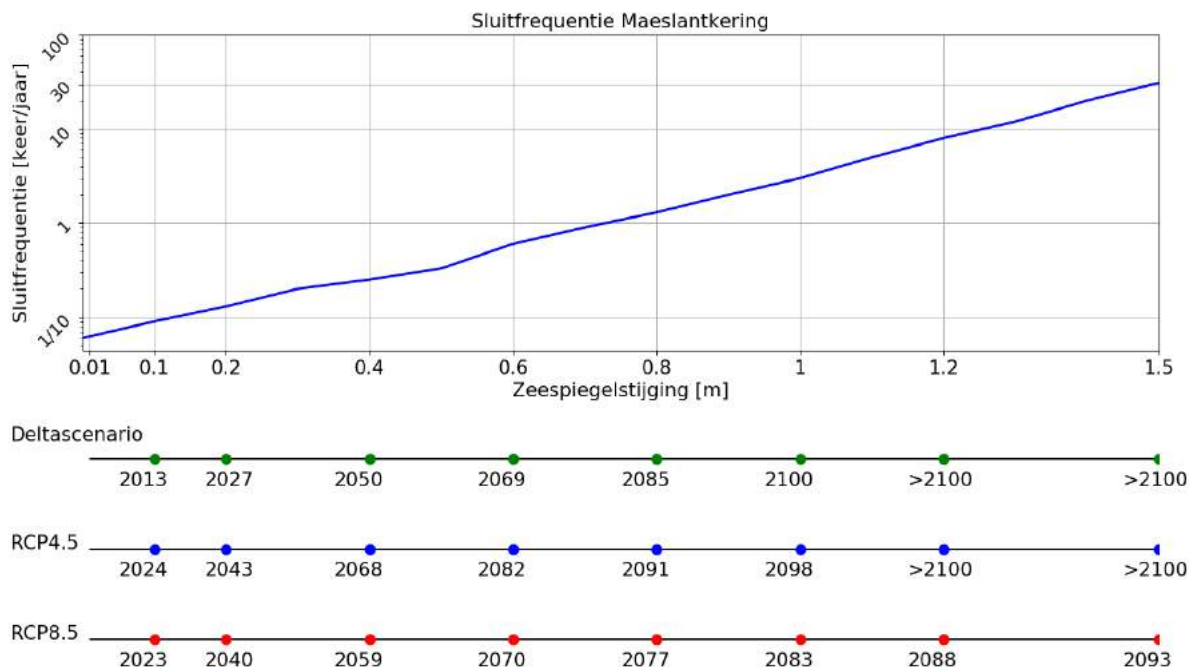
## Bijlage E Transitiestrategie aangaande voorspelbaarheid overstromingen en een zo lang mogelijke transitieperiode

Uitgangspunt is het gedeelde beeld dat Nederland bij 5 m zeespiegelstijging zonder verdere verdedigingsmaatregelen voor een belangrijk deel permanent onder water staat. De nieuwe situatie voor het rivierengebied is dan (van West naar Oost) van volledige onderdompeling, via getijdemoeras naar hoge overstroombrequentie en permanent droog.



Bron: Redesigning Delta's (2022)

Dit geeft een helder vertrekpunt om tot overgangsstrategieën te komen om van de huidige situatie naar de nieuwe situatie mee te bewegen. Omwille van leefbaarheid is het zaak om het proces richting permanente overstroming van NL zo geleidelijk en voorspelbaar mogelijk te laten verlopen. Dat geeft ruimte (tijd) om te anticiperen en zekerheid rondom hetgeen we nog wel kunnen in de tussenliggende/overgangperiode.



Bron: Haasnoot et al, 2018. Een verkenning van mogelijke gevolgen van versnelde zeespiegelstijging voor het Deltaprogramma. Rapport Deltares in opdracht van de staf Deltacommissaris en Rijkswaterstaat WVL, juli 2018.

### Werkingsprincipe adaptatiestrategie

Met het stijgen van de ZSS, neemt het aantal sluitingen toe (tot 30x per jaar bij 1,5m ZSS, zie figuur) en neemt daarmee de kans op een gelijktijdige hoge rivierafvoer. Voor de situatie waarin de zeekeringen gesloten zijn (ter bescherming tegen extreme pieken op zee) zullen we hoogwaterbuffers moeten inrichten om het overtollige rivierwater tijdelijk te kunnen bergen zolang de zeekering gesloten is. Het tijdelijk te bufferen water wordt in eerste instantie opgevangen in buitendijks gebied, de uiterwaarden en grote wateren in de Zuidwestelijke delta. Naast de uiterwaarden zijn daarvoor het Volkerak Zoommeer (45 km<sup>2</sup>), het Grevelingenmeer (140 km<sup>2</sup>) en de Oosterschelde (350 km<sup>2</sup>) beschikbaar. In deze gebieden kan een extra waterschijf van 2m tijdelijk worden opgeslagen.

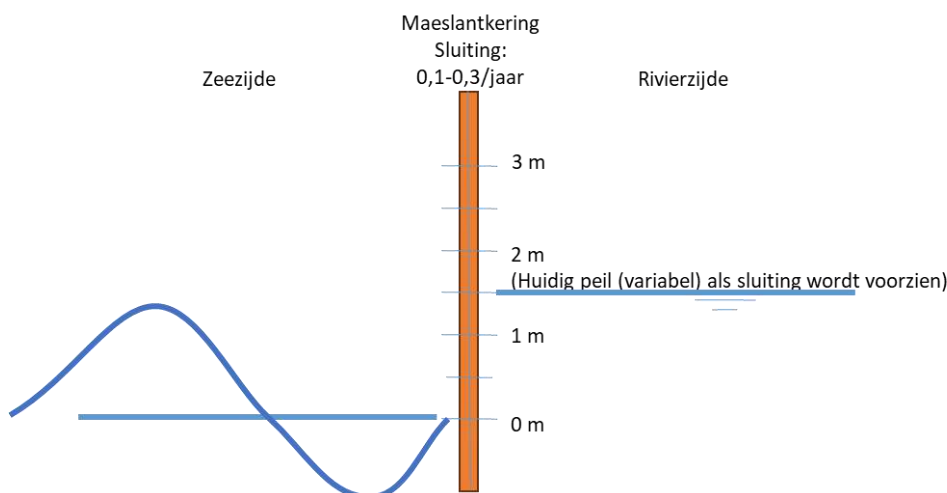
Op enig moment ontstaat de situatie dat er te weinig buffercapaciteit in de uiterwaarden en grote wateren in de Zuidwestelijke delta aanwezig is. Vanaf dat moment is aanvullend buffervolume nodig. Hiervoor worden gebieden geselecteerd met voldoende buffercapaciteit waarin gereguleerde overstroming kan plaatsvinden ten gunste van een gegarandeerd beschermingsniveau in andere gebieden, zie ook de bouwsteen Bufferpolder.

Toepassing

Door toepassing van de hierboven beschreven strategie kopen we zoveel mogelijk tijd om de voor meebewegen benodigde transitie vorm te kunnen geven. Aangezien de beschikbare tijd afhankelijk is van de mate van zeespiegelstijging, wordt hieronder de beschikbare tijd uitgedrukt in meter zeespiegelstijging.

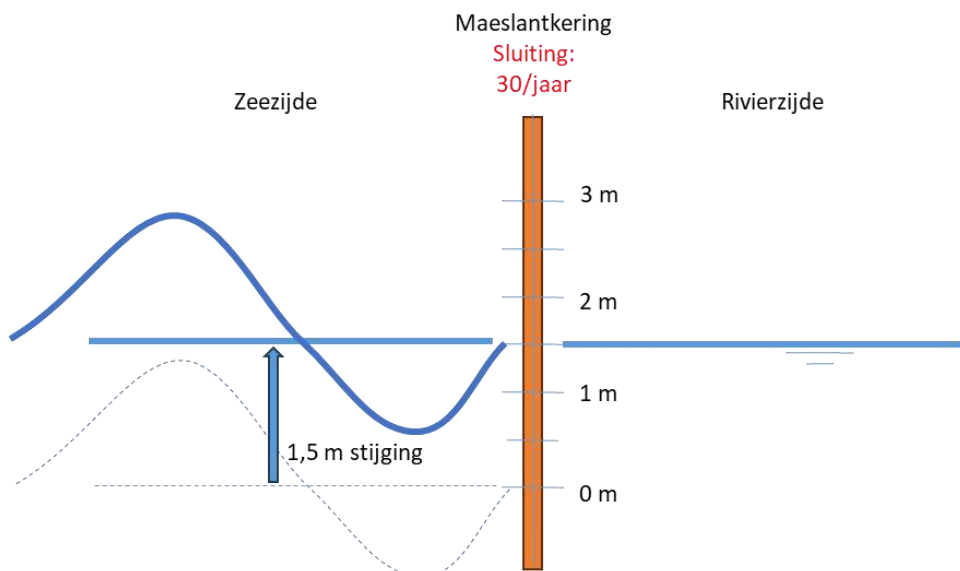
Periode ZSS 0-0,5m;

Het aantal sluitingen van de Maeslantkering zal toenemen (van 1/10jr nu naar 1/3 jaar bij 0,5m) en het hoogwaterbeschermingsniveau blijft zoals het was. Extra buffer voor rivierwater (bovenop de huidige buffers in de uiterwaarden en ZW Delta) in deze periode is niet nodig.



Periode ZSS 0,5-1,5m;

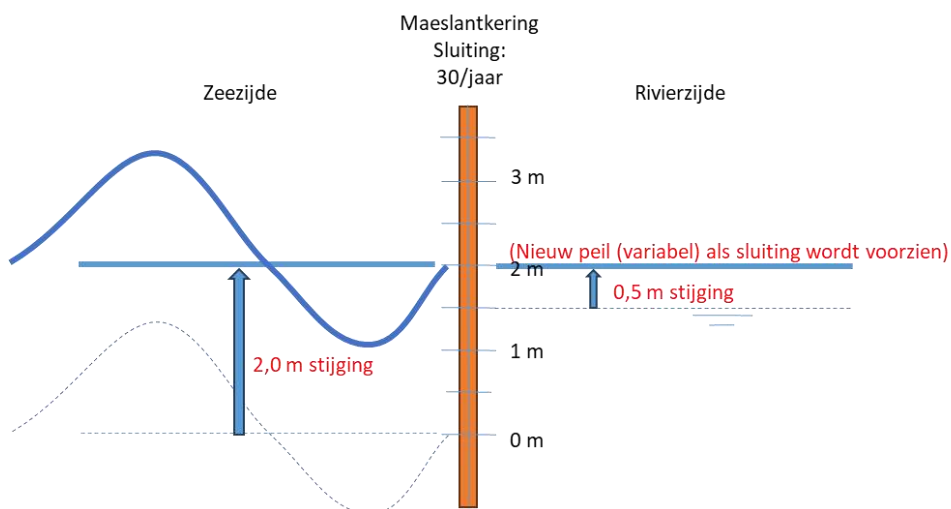
Het aantal sluitingen van de Maeslantkering zal toenemen (van 1/3jr bij 0,5m naar 30x/jaar bij 1,5m). Extra buffer voor rivierwater (bovenop de huidige buffers in de uiterwaarden en ZW Delta) in deze periode is nodig en wordt ingevuld middels bufferpolders (zie bouwsteen bufferpolder). De kans op hoog rivierwater tijdens een sluiting is immers aanzienlijk toegenomen. Het beschermingsniveau van de overige dijkringen blijft gelijk aan de situatie 2050 (Zeekeringen sluiten bij stormvloed, hoge rivierafvoeren worden gebufferd/veilig opgeslagen).



Periode ZSS 1,5-2,0m;

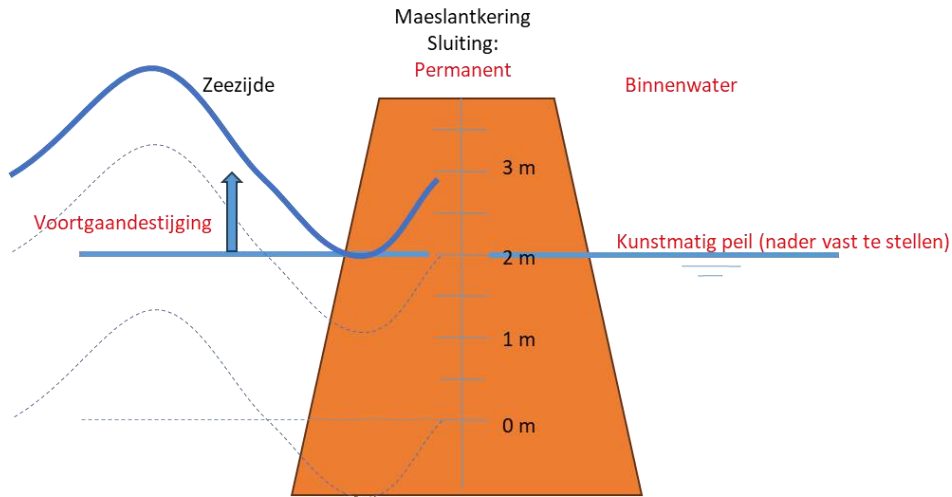
In deze periode worden voorbereidingen getroffen voor vervanging van de Maeslantkering door een dam. Tezamen met de aanleg van sluzen bij de Beneden Merwede, Dordtse Kil en het Spui vormt de dam het sluitstuk van de bescherming van het Rijnmondgebied. Het waterpeil in het Rijnmondgebied wordt vanaf dit moment op een kunstmatig, variërend peil gehouden. Rivierwater wordt vanaf deze periode via de Nieuwe Merwede en het Hollands Diep naar de zuidwestelijke delta geleid waar het wordt geloosd op zee.

Vanaf deze periode is er nauwelijks nog gelegenheid om de ingezette bufferpolders met rivierwater weer leeg te laten lopen. Het waterpeil buiten de buffers is immers vrijwel permanent even hoog als het peil in de polder en vraagt dan om geheel geforceerd leegpompen (vraagt hoge capaciteit i.v.m. korte tijd). Waterstand in de uiterwaarden en bufferpolders nemen daarom toe met de ZSS en overstromingsfrequentie van tot dan toe beschermd gebleven gebieden neemt toe.



Periode ZSS 2.0m- e.v.;

Dijkkring 14/44 en het Rijnmond gebied blijven beschermd, het rivierengebied verwordt tot een getijdengebied waarin het water vrij spel heeft. In eerste instantie slechts als stormvloed op zee hoge rivierafvoeren ontmoet, later, bij verdere toename van de ZSS permanent.



## Bijlage F Wateroverlast bij 'meebewegen'

### Analyse

Wateroverlast heeft, afhankelijk van het seizoen, verschillende oorzaken. In de zomer zijn piekbuien (intensieve neerslag), clusterbuien (meerdere opeenvolgende buien) en kwel vanuit de zee de oorzaak. In de winter gaat het met name om langdurige neerslag en kwel vanuit de zee of hoge rivierafvoer. In het klimaat van 2 m en 5 m zeespiegelstijging zullen al deze effecten toenemen door extremer weer. Voor de toename van neerslag wordt vaak 6-7% per graad opwarming aangehouden (KNMI FAQ), al is niet gezegd dat dit ook voor piekbuien geldt.

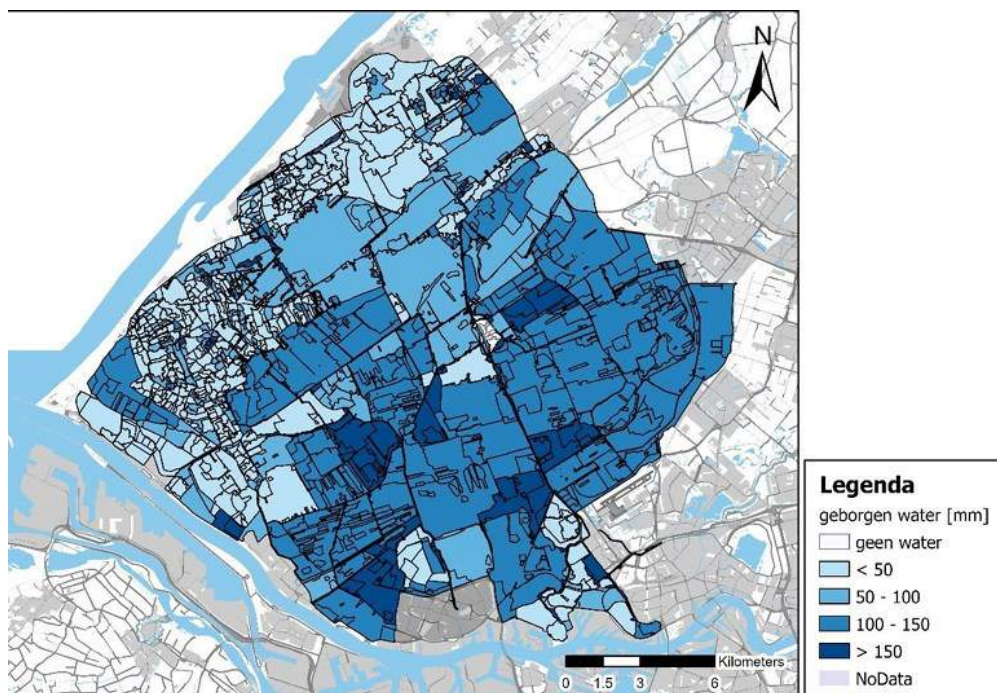
Door de verschillen in type buien, de complexiteit van lokale- en systeemeffecten en de beperkingen van bestaande modellen is het toekomstige risico van wateroverlast nog niet goed in beeld.

*“Neerslagstatistieken vormen de basis voor berekeningen van de impact van extreme neerslag op de leefomgeving. Deze berekeningen worden uitgevoerd als onderdeel van de stresstesten. KNMI is in gesprek met STOWA en de waterschappen om snel na het verschijnen van de KNMI'23-klimaatscenario's de neerslagstatistieken uit 2019 te updaten naar de laatste inzichten.”*

KNMI, 2023

Recente studies van Deltares laten de effecten zien van de 'waterbom' als deze boven andere delen van Nederland was gevallen. Met de 'waterbom' worden buien bedoeld van de ordergrootte zoals ze tijdens de overstromingen in het grensgebied van Nederland (Limburg), België en Duitsland in de zomer 2021 vielen. Hier wordt van 200 mm in 48 uur op een groot gebied uitgegaan. Deze informatie geeft een indicatie van de effecten op het boezemsysteem. Echter zijn er twee belangrijke beperkingen van de modellering ten opzichte van de realiteit:

- De modellen houden water binnen het boezemsysteem waar het water in de realiteit uit de boezem zou lopen. Mogelijke wateroverlast in aangrenzende gebieden zijn dus niet zichtbaar.
- De hoeveelheid neerslag is niet hetzelfde op een groot gebied maar varieert sterk per locatie. Omdat de kans op een hevige bui op het hele gebied klein is, is in het model een gebiedsfactor toegepast. Hierdoor worden lokale effecten van een bui mogelijk onderschat.

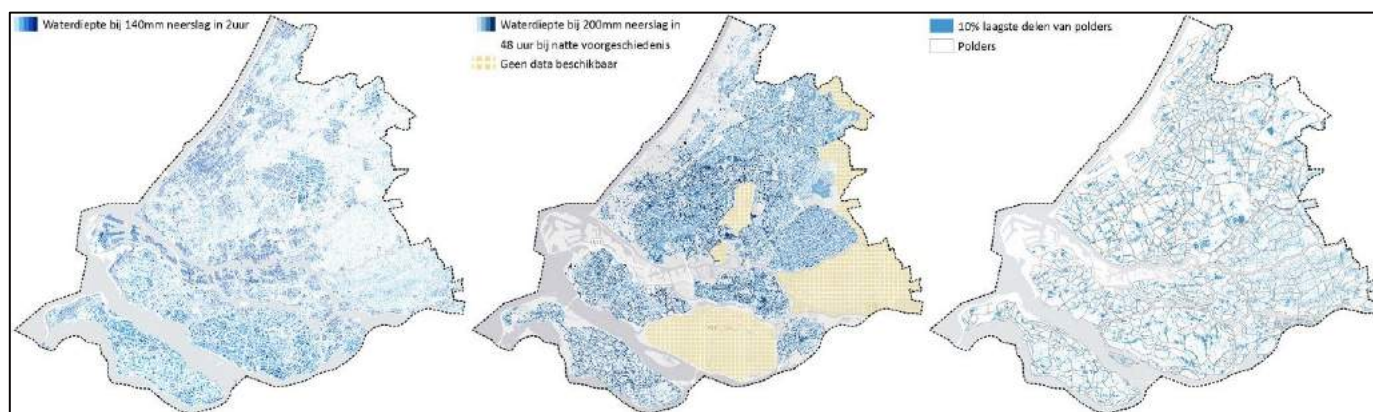


Figuur 42 Maximale waterschijf die moet worden geborgen per afwateringsgebied/peilgebied in Delfland bij het scenario met 200 mm neerslag en natte initiële condities (Bron: Deltares, 2022; [link](#))

Informatie over piekbuien van 140 mm in 2 uur geven een eerste indicatie van lokale effecten, zie Figuur 43. Echter is deze informatie gebaseerd op het maaiveld en is er geen rekening gehouden met het bestaande waterafvoersysteem.



De kamerbrief "Water en bodem sturend" (Min IenW, 2022) benoemt een reservering voor waterberging van 5-10% van de laagste delen van diepe polders om wateroverlast te voorkomen. De benodigde ruimte zal met toekomstig klimaat waarschijnlijk nog verder toenemen.



Figuur 43 Deze kaartenreeks van de provincie Zuid-Holland illustreert de verschillende beelden voor wateroverlast afhankelijk van het gebruikte scenario: (links) 140 mm in 2 uur (Deltares, 2018), (midden) waterbom 200 mm in 48 h bij natte voorgeschiedenis (Deltares, 2022) en (rechts) 10% laagste delen van polders (Defactor, 2022)

Het is nog onduidelijk met hoeveel extra neerslag wij in de toekomst rekening moeten houden en ook, hoe lokale en systeemeffecten precies in elkaar zitten. Wel kunnen we op basis van bestaande (regionale) kennis een aantal conclusies trekken voor verschillende deelgebieden binnen Nederland:

- **West-Nederland:** De kans dat storm op zee en hevige neerslag tegelijk optreden is best groot. In deze gevallen kunnen sneller knelpunten voor waterafvoer ontstaan omdat je niet meer vrij kunt afwateren, zoals bijvoorbeeld in een groot deel van het gebied van Hoogheemraadschap van Delfland.
- **Dijkkring 14/44:** Piekbuien zullen in stedelijk en landelijk gebied tot waterdieptes van 30 cm of meer leiden. De boezem met regionale keringen zitten klem, met kans op dijkdoorbraken. Het gebied rondom Amsterdam-Rijnkanaal/Noordzeekanaal (ARK/NZK) is afhankelijk van spuien en één groot gemaal bij IJmuiden. Als dat gemaal in storting staat dan ontstaan bij hogere zeewaterstanden capaciteitsproblemen bij de waterafvoer, omdat de spuicapaciteit wegvalt. Door zeespiegelstijging valt de mogelijkheid om te spuien rond 2050 weg. Om dit spuiverlies te kunnen compenseren moet er extra pompcapaciteit komen of zijn andere maatregelen nodig om bijvoorbeeld overtollig water (tijdelijk) te kunnen bergen en zo wateroverlast te beperken. Als gemalen aan het einde van hun levensduur vervangen moeten worden, moet met extra opvoerhoogte door zeespiegelstijging rekening gehouden worden. In het ARK/NZK gebied zoeken waterbeheerders nu al naar ruimte voor piekberging voor ca. 10 miljoen m<sup>3</sup> vanuit het hoofdwatersysteem en regionaal systeem. Met toekomstig klimaat zullen deze piekbergingsgebieden frequenter nodig zijn dan nu en waarschijnlijk is dan ook een groter volume nodig. Daarnaast zoekt men voor piekbuien in het stedelijk gebied naar watervasthouden in alle haarvaten van het systeem. Van daken, tuinen, straten, tot pleinen, parken, buurten zodat bij een piekbui het overtollig regenwater dat niet snel genoeg door de riolen richting oppervlaktewater kan, geen wateroverlast en schade veroorzaakt. Waterbeheerders vragen vanwege de krapte in het regionale en hoofdwatersysteem, voor waterneutrale gebiedsontwikkeling, ontwikkelingen die bij extreme regen het overtollige regenwater niet op de boezem, regionaal systeem en hoofdwatersysteem afvoeren.
- **Laag-Nederland:** Het boezemsysteem in Friesland zit klem. Vanaf 0,5 m zeespiegelstijging kan bij Delfzijl en Lauwersoog niet meer onder vrij verval afgewaterd worden, waardoor zonder aanvullende maatregelen de kans op wateroverlast toeneemt. Echter, er is in die regio meer ruimte beschikbaar (grasland) om water tijdelijk vast te kunnen houden in vergelijking met de Randstad.
- **Hoog Nederland:** Op hoge zandgronden moet zo veel mogelijk water vastgehouden en vertraagd worden, om wateroverlast in steden in overgangsgebieden tussen hoog en laag te voorkomen en water tijdens droogte te kunnen benutten.
- **Rivierengebied:** Door meer rivierkwel en neerslag kan wateroverlast toenemen. Oudere lintbebouwing op dijken en hogere zandgronden hebben er minder last van dan recentere ontwikkelingen. Hier zijn dezelfde maatregelen toepasbaar als in laag-Nederland (dijkkring 14/44 en Friesland, ...) maar met minder inspanning, omdat veel steden bijvoorbeeld al op hogere gronden liggen.
- **Voor alle gebieden:** Vitale en kwetsbare functies moeten verhoogd worden aangelegd of niet in gebieden die last gaan krijgen van wateroverlast.

## Bouwstenen

Er zijn verschillende type maatregelen mogelijk om het optreden van wateroverlast of mogelijke gevolgen hiervan te beperken. De huidige strategie is het uitbreiden van de afvoercapaciteit, meestal in de vorm van grotere gemalen. In het kader van meebewegen wil je:

- Zo veel mogelijk neerslag lokaal vasthouden om de afvoer te beperken.
- Ruimte reserveren om neerslag (tijdelijk) te kunnen bergen.
- Stedelijke en landelijke gebieden waterrobuust of waterbestendig inrichten.
- En waar mogelijk het regenwater benutten voor tijden van droogte om de drinkwatervraag te verlagen.

De volgende bouwstenen zijn relevant:

- **A1 verhoogd (terp/palen):** Verhoogd bouwen is een mogelijke maatregel om wateroverlast te reduceren. Omdat door wateroverlast beperktere waterdieptes ontstaan dan door overstromingen hoeft de verhoging minder extreem zijn. Een verhoging van 30-50 cm zal in veel gevallen al voldoende zijn om schade in de meeste gevallen te beperken.
- **A3a Schade beperkend (wetproof/dryproof):** Drempels, schotten of waterdichte deuren en gevels kunnen een nuttige investering zijn in gebieden waar frequent wateroverlast te verwachten is.
- **A5a Lokaal water vasthouden (natmakerij):** Laaggelegen gebieden kunnen aangewezen worden als piekbergingsgebieden om water (tijdelijk) te bergen totdat er weer voldoende pomp- of spuicapaciteit beschikbaar is om water af te voeren. Dit vraagt om een andere ruimtelijke inrichting.
- **A5b Lokaal water vasthouden (droog Nederland):** Door zo veel mogelijk neerslag vast te houden en te infiltreren voorkom je afstroming naar lagergelegen gebieden en zorgt tegelijkertijd voor watervoorraden in droge periodes.
- **A8 Kritische netwerken robuust maken:** Het waterrobuust maken van elektriciteitsinfrastructuur kan een groot effect hebben op het functioneren van veel andere netwerken en faciliteiten en kan vaak al met kleine aanvullende investeringen. Denk bijvoorbeeld aan het verhoogd aanleggen van lokale elektrakastjes in wijken.

Naast deze bovenstaande bouwstenen zijn er nog vele bouwstenen in het stedelijk gebied om water vast te houden en gebruiken in de openbare ruimte en op privaat terrein. Deze worden met name benut voor piekbuien en gaan in detail te ver om hier allen te benoemen.

Bronnen:

KNMI, 9 oktober 2023. KNMI'23-klimaatscenario's voor gebruikers. Achtergrond. (<https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/achtergrond/knmi-23-klimaatscenario-s-voor-gebruikers/>)

MinlenW, 15 november 2022. Kamerbrief Water en Bodem sturend.

## Bijlage G Meebewegen met water: economisch rationeel?

Adaptieve migratie door een economisch-geografische lens

Jeroen van Haaren<sup>1</sup>, Frank van Oort<sup>2</sup>, Zac Taylor<sup>3</sup> en Linde van der Ven<sup>3</sup>

September 2023

---

<sup>1</sup> Erasmus Centre for Urban Port and Transport Economics (Erasmus UPT), Erasmus University Rotterdam

<sup>2</sup> Department of Applied Economics, Erasmus School of Economics, Erasmus University Rotterdam

<sup>3</sup> Management in the Built Environment (MBE), Faculty of Architecture, TU Delft

## Managementsamenvatting

De relatie tussen adaptieve migratie en de economische structuur van Nederland vraagt om een **integrale afweging** van de korte (<30 jaar), middellange (30-100 jaar) en lange (>100 jaar) termijn. De omvang van de risico's van zeespiegelstijging, opgebouwd naar waarschijnlijkheid, impact en kwetsbaarheid, kennen **een grote mate van onzekerheid**. Dit maakt economische afwegingen in de vorm van kosten-baten analyse vooralsnog onmogelijk.

Adaptieve migratie is nog **niet urgent, maar kan dat wel worden**. Het is geen economisch rationale strategie op korte termijn, omdat Nederland de komende decennia goed is beschermd en verreweg de meeste investeringen binnen hun afschrijvingstermijn (goed) renderen. Ook op middellange termijn is adaptieve migratie op veel plekken vermoedelijk nog niet economisch rationeel. Op lange termijn kan adaptieve migratie een rationele strategie worden, maar ook dat wordt gekenmerkt door een hoge mate van onzekerheid temeer omdat menselijk handelen op het gebied van mitigatie hierin de voornaamste onzekerheid is.

Nu adaptief migreren, of daarop voorsorteren door ruimtelijke investeringen die anders niet zouden worden gedaan, wordt gekenmerkt door **prohibitief hoge opportunitetskosten** door het wegvallen van agglomeratievoordelen. Het is op korte, en vermoedelijk middellange termijn, juist economisch rationeel om **de bestaande agglomeratiekracht verder te versterken**. De huidige investeringen in (c.q. kosten van) kustbescherming staan goed in verhouding tot de waarde van de achterliggende economie die zij beschermen. Kustbescherming is daarmee meer economisch meer rationeel dan adaptieve migratie.

Theoretisch kan adaptieve migratie in de toekomst rationeel worden, vermoedelijk op lange termijn, als de economische kosten van het in stand houden van het huidige systeem prohibitief hoog worden of instandhouding niet langer mogelijk is. Wanneer afschrijvingsperiodes van investeringen het moment waarop risico's manifest (lijken te) worden overschrijden, is aanpassing rationeel. Het is zeer wenselijk dat **aanvullend onderzoek duidelijk maakt tot welk moment beschermen een goede optie is en welke kosten hiermee gemoeid zijn**.

**Strategievorming** op het thema meebewegen is echter wel noodzakelijk, want onder aanname van voortgezette zeespiegelstijging ontstaat een moment (hoe ver ook in de toekomst) waarop investeringen niet langer renderen in laag-Nederland (en later ook in de Randstad Echter, op het moment dat investeren in laag-Nederland, inclusief de Randstad, niet meer rationeel is, is het te laat voor beleidsvoering: **Hoog-Nederland is geen alternatief voor internationaal talent en grote bedrijven**. De concurrentie ten opzichte van het buitenland is hiervoor de belangrijkste reden. Dit ligt anders voor het midden- en kleinbedrijf, maar dat is voor innovatie weer afhankelijk van het grootbedrijf, waarmee in het locatiedrag ook afhankelijkheden bestaan.

**Verdienvermogen** in de Randstad is hoog (70% van BBP) en is nodig om een eventuele transitie naar adaptieve migratie te betalen. Het is daarmee wenselijk om op korte termijn en op middellange termijn een (aanzienlijk) deel van de investeringen in de Randstad te concentreren en agglomeratie op peil te houden. Dit komt de verdienpotentie van heel Nederland ten goede. Wel ontstaat hierdoor het dilemma van verdere lock-in.

**Herverdeling** van opbrengsten door investeringen in het vergroten van de **convergentie** in economische ontwikkeling tussen Hoog-Nederland en de huidige Randstad kunnen bijdragen aan het vermogen om als natie concurrerend te blijven op lange termijn. Investeringen die bijdragen aan het versterken van de kennisinfrastructuur, internationale verbindingen (HSL) en het voorzieningenaanbod zijn hierbij 'no-regret'. Bezien vanuit nationale productiviteitsgroei zijn er (voorlopig) geen dwingende redenen om deze investeringen te doen, maar deze investeringen kunnen wel worden gemotiveerd bezien vanuit een **evenwichtige verdeling van (brede) welvaart**. Investeringen in Hoog-Nederland kunnen mede worden gemotiveerd door **aansluiting (koppeling) bij de andere grote transities** waarvoor Nederland is gesteld, en ook bezien vanuit cohesiebeleid. Aansluiten bij de bestaande potenties (levenscyclus) in Hoog-Nederland verdient hierbij aanbeveling.

Investeringen in overig laag-Nederland vergen **heroverweging** op middellange (30-100 jaar) of lange termijn (>100 jaar), bezien vanuit productiviteitsperspectief onder het scenario van voortgezette zeespiegelstijging. De lange termijn rendementen van deze investeringen kunnen lager of negatief worden. Deze overweging gaat voorbij aan andere maatschappelijke overwegingen om wel in deze gebieden te (blijven) investeren.

Concluderend kunnen we stellen dat adaptieve migratie een maatschappelijk vraagstuk is dat integraal afgewogen dient te worden, waarbij disciplinaire inzichten voedend zijn en **transdisciplinaire discussie** nodig blijft om afwegingen te (blijven) verbinden.

## Inleiding

Meebewegen met het water, in de meest extreme vorm door adaptieve migratie, werpt vanuit economisch-geografisch perspectief een aantal belangrijke vragen op met betrekking tot agglomeratievoordelen, plaatsgebonden beleid en mobiliteit. Eerder onderzoek naar grootschalige verplaatsingen van productie en mensen (migratie) tonen aan dat welvaarts- en welzijnsverliezen aanzienlijk zijn, dat mitigatiestrategieën interregionale afstemming behoeven die moeilijk is vorm te geven, en dat steden en regio's als groeimotoren van de economie niet 1-2-3 met plaatsgebonden beleid zijn te behouden of verplaatsen. Het nadenken over deze processen en factoren dient nu te beginnen, zodat we later niet achter de feiten aanlopen. Het doel van deze notitie is om de regionaal-economische ordeningsprincipes te duiden die samenhangen met de adaptatiestrategie 'Meebewegen', en in het bijzonder het meest extreme scenario van adaptieve migratie. Meebewegen is een scenario waarbij Nederland wordt geconfronteerd met 2 tot 5 meter zeespiegelstijging in de periode 2100 tot 2200 en inwoners en bedrijven zich aanpassen aan het water. Overstromingen kennen dan een grotere waarschijnlijkheid, hebben een groter impact, keren sneller terug of zijn onomkeerbaar. In (kwetsbare) delen van Nederland is daarbij sprake van terugtrekking in de vorm van adaptieve migratie. Meebewegen met water heeft economische consequenties, maar deze consequenties zijn in belangrijke mate afhankelijk van het moment waarop aanpassingen urgent worden.

Meebewegen is nu nog niet economisch rationeel, aangezien de kosten van bescherming nog goed in verhouding staan tot de waarde van de Nederlandse economie. De contante waarde van de economische activiteit in Nederland kan zeer globaal worden geschat op ca. 39,1 biljoen euro, 70% daarvan bevindt zich in het gebied dat op termijn onder druk staat door zeespiegelstijging. De huidige begroting van het deltafonds (1,2 mld euro per jaar) (RWS 2023) is in absolute termen substantieel, maar in verhouding daartoe een relatief kleine fractie, alsmede de 8 mld die waterpartijen gezamenlijk steken in waterbeheer (onswater.nl 2023). Bezien als collectieve verzekering kost dit Nederland 0,25 promille van de verzekerde waarde. Het is aannemelijk dat zeespiegelstijging leidt tot toenemende kosten van bescherming, maar de omvang van deze kosten is nog hoogst onzeker in omvang en timing waarmee een kostenbatenanalyse is daarmee niet te maken. Wel is het mogelijk de strategie meebewegen te verdiepen aan de hand van economisch-geografische principes.

In deze notitie staat de vraag centraal: **Welke lange-termijn waarderingsprocessen spelen een rol en staan onder druk bij het vormgeven van een adaptieve migratie strategie?**

We benadrukken dat deze inventarisatie van principes nog geen economische afweging is: daarvoor is meer gedetailleerde informatie nodig. In deze notitie verduidelijken we eerst enkele essentiële economisch-geografische concepten met betrekking tot adaptieve migratie. Daarna zullen we dieper ingaan op de fricties en uitdagingen die zich voordoen bij adaptieve migratie, bekeken vanuit een economisch-geografisch perspectief. Tot slot interpreteren we onze bevindingen in termen van beleidsaanbevelingen.

## Belangrijke economisch-geografische concepten voor adaptieve migratie

In dit onderdeel bespreken we verschillende economische concepten die een cruciale rol spelen bij het overwegen van en vormgeven aan een adaptieve migratiestrategie. We bespreken achtereenvolgens agglomeratievoordelen (de economische oorsprong van steden), plaatsgebonden beleid (de economische beïnvloeding van het ontwikkelpad van steden) en de rol van mobiliteit van bedrijven en mensen hierin.

### Agglomeratievoordelen in regionale economieën

Agglomeratievoordelen kunnen worden gedefinieerd als 'stedelijke toenemende rendementen' of 'externe schaalvoordelen' (Rosenthal & Strange 2004, p. 2121). Deze effecten zijn het resultaat van geografische nabijheid en leiden tot een hogere kans op productieve interactie. Geografische nabijheid blijkt ook voorwaardelijk voor andere vormen van nabijheid (e.g., cognitief, organisatorisch, sociaal en institutioneel; Boschma 2005). Deze agglomeratie schaalvoordelen kunnen worden onderverdeeld in enerzijds locatievoordelen voor specifieke bedrijfssectoren, zoals kennisdeling, het gezamenlijk benutten van ondeelbare productie-infrastructuur en het bundelen van arbeidsmarkten (Marshall 1890) en anderzijds voordelen van verstedelijking die voor alle sectoren gelijk geldt, zoals schaal en diversiteit (Jacobs 1969). Belangrijk is het feit dat agglomeratie-economieën padafhankelijk zijn, om verschillende elkaar niet uitsluitende redenen: regio's kunnen hebben ingezet op specifieke (technologische) paden, dynamische toenemende rendementen vertonen (magneetwerking, cumulatieve causatie) en institutionele traagheid laten zien (Martin & Sunley 2006). Als gevolg hiervan zijn agglomeratie-effecten in economieën lokaal en afhankelijk, omdat ze geworteld zijn in netwerken van economische actoren die sociaal-cultureel zijn ingebed (Martin & Sunley 2006).

Agglomeratie-effecten, gekenmerkt door pad afhankelijkheid en traagheid, benadrukken de moeilijkheid van het beïnvloeden van de geografie van economische activiteiten zonder aanzienlijke opportuïteitskosten en verlies van lange-termijn competitiviteit. Zij vormen een sterk remmende factor op adaptieve migratie: faciliteren op de bestaande plek kan lang voordelen bieden boven verplaatsing, de prijselasticiteit voor verandering is laag.

## Plaatsgebonden beleid

Plaatsgebonden beleid richt zich op specifieke geografische (gebieden binnen) regio's met als doel lokale problemen aan te pakken of kansen te verzilveren. Plaatsgebonden beleid kan worden ingezet om regio's economisch te versterken en zo talent (mensen) en bedrijven aan te trekken en kansen te vergroten voor bestaande bewoners en bedrijven. Een lokale focus op scienceparken of innovatiedistricten is daar een voorbeeld van ('creating winners'), maar ook het verkleinen van achterstanden in buurten of regio's ('backing vulnerables'). Dit kan kostbaar zijn indien dit beleid grote verschillen wil slechten of creëren. Hoewel plaatsgebonden beleid veel wordt toegepast als convergentiestrategie tussen regio's, trekken wetenschappers de allocatieve efficiëntie van plaatsgebonden beleid in twijfel. Investerings in minder ontwikkelde agglomeraties kennen lagere absolute multipliers op productiviteit dan investeringen in meer ontwikkelde agglomeraties (ze kunnen wel relatief een groter verschil maken). Met andere woorden, investeer je in op de meest rendabele plek, of de plek die het meest achterop loopt. Het verschil kan gezien worden als de opportuïteitskosten van het plaatsgebonden beleid. Een voorbeeld van plaatsgebonden beleid dat voor de Meebewegen discussie relevant is, is "new town development", waarbij volledig nieuwe steden worden gebouwd, voorzien van essentiële infrastructuur zoals wegen, rioleringssystemen, scholen, gezondheidszorgfaciliteiten, beveiligingsservices en groene ruimtes (Dieleman 2011). Dit kan door sociaaleconomische structuren in zijn geheel te verplaatsen, of door nieuwe structuren te vormen. Ervaringen uit het verleden laten zien dat de tweede optie, nieuwe structuren, effectief kan zijn maar kostbaar is en een proces van lange adem vergt.

Plaatsgebonden beleid kan worden ingezet om mensen en bedrijven te simuleren om te bewegen van overstromingsgevoelige naar overstromingsveilige gebieden, om over tijd de economie te verplaatsen naar overstromingsveilige agglomeraties. Ervaringen met plaatsgebonden beleid laten echter zien dat hieraan (forse) opportuïteitskosten zijn verbonden. Deze kosten zijn hoger als (te) vroeg wordt ingezet op plaatsgebonden beleid. Voorsortend beleid is daarom moeilijk economisch te onderbouwen, omdat op middellange termijn de kostenbaten balans niet Meebewegen maar Adaptief Blijven meer waarde toedicht.

## De mobiliteit van mensen en bedrijven

Agglomeratievoordelen in economieën zijn heterogeen wat betreft zowel mensen en bedrijven (Ottaviano 2011) als verschillende industrieën (Ehrl 2013). Ook bedrijfsgrootte werkt verschillend uit op economisch-geografische ordening: het midden- en kleinbedrijf (MKB) in Nederland is van aanzienlijke omvang (Ministerie van EZ, 2022), maar is vaker lokaal gebonden en gevoeliger voor externe schokken (De Bok & Van Oort, 2011). Dit komt doordat het veelal familiebedrijven betreft (Kramer & Noorderhaven 2021), die meer gefocust zijn op de lokale markt en leveranciers (Van Oort et al., 2015), en omdat deze bedrijven vaker beperkte (financiële) middelen hebben en in de lokale cultuur geworteld zijn. Daarentegen hebben grote multinationals meer middelen en flexibiliteit voor verplaatsing en diversificatie over plekken voor hun productie.

De heterogene mobiliteit van mensen en bedrijvigheid kan ertoe leiden dat bestaande verschillen in adaptieve capaciteit worden versterkt. Het verschil tussen internationaal mobiele bedrijven en talent enerzijds (in wereldsteden), en lokaal gewortelde bedrijven, ondernemers en mensen anderzijds (in middelgrote verzorgende steden), kan daarmee toenemen, hetgeen de brede welvaart onder druk zet.

## Fricities en uitdagingen voor adaptieve migratie

In deze sectie zullen een aantal van de potentiële fricities en uitdagingen worden besproken die zich voordoen wanneer we adaptieve migratie beschouwen door de lens van de economische geografie.

Ten eerste, kan **padafhankelijkheid leiden tot een 'lock-in'**; Nederland heeft een geschiedenis van technische oplossingen om water te beheren, waarbij eerdere beslissingen het land op een traject hebben gezet dat moeilijk te veranderen kan zijn, zelfs wanneer er diepe onzekerheid bestaat over de toekomstige haalbaarheid. Bovendien wordt deze padafhankelijkheid versterkt door agglomeratiekrachten, zoals in de vorige paragraaf duidelijk werd.

Het grootste deel van het Nederlandse bbp en de bevolking is geconcentreerd in laaggelegen regio's die risico lopen door zeespiegelstijging; dit zijn de meest productieve regio's van het land die bedrijven, talent en investeringen aantrekken. Fysieke investeringen in steden kunnen binnen adaptieve migratie worden gezien als verzonken kosten, die door hun aard (grondgebonden en kapitaal duurzaam) onomkeerbaar zijn. Kosten door zeespiegelstijging moeten wel erg hoog stijgen om deze te overtreffen. Daarnaast zijn er belangrijke lokale en internationale netwerken die in steden worden gevormd op professioneel, sociaal en familievlak. Netwerken van handel, kennis en investeringen zijn interregionaal belangrijke brandpunten van economische dynamiek, maar zijn vaak zelf-organiserend en moeilijk te sturen met gebiedsgericht of migratiebeleid.

Ten tweede, **kan plaatsgebonden beleid worden gebruikt als onderdeel van een aanpassingsstrategie, maar dit brengt kosten met zich mee.** De ruimtelijke herverdeling van economische activiteit als gevolg van de zeespiegelstijging kan niet worden beschouwd als een zuiver herverdelingsvraagstuk. Het verplaatsen van economische activiteiten van dichtbevolkte gebieden naar minder dichtbevolkte gebieden leidt tot maatschappelijke verliezen in de vorm van verloren agglomeratievoordelen in economieën. Bovendien zijn plaatsgebonden beleidsmaatregelen die als doel hebben de ongelijkheid tussen regio's te verminderen, mogelijk niet altijd effectief, vooral als ze geen rekening houden met de dynamische aard van agglomeratievoordelen, regionale expertises en pad afhankelijkheden van gebieden. Daarnaast zullen beleidseffecten economisch beperkt effectief zijn, in ieder geval totdat markten risico's van zeespiegelstijging in de prijzen verwerken en hun locatiedrag aanpassen. Zogenaamde 'big-push interventions' of grootschalige vormen van gebiedsgericht beleid waarbij grote delen van de bevolking en economie worden verplaatst over grotere afstand (Duranton & Venables, 2018) blijken in China, Egypte en Argentinië, niet te leiden tot structuurverbeteringen of agglomeratie-effecten in doelregio's. Ondanks grote sommen geld die worden geïnvesteerd in geleide mobiliteit van miljoenen migranten en industriële productie (vanuit provincies bij de zee meer landinwaarts in alle drie de voorbeelden, een beleid gericht op migratie en bron-en doelgebieden), treden grote verliezen in welvaart en welzijn op in plaats van de beoogde winsten (Gerritse et al., 2023). Dit plaatst duidelijk vraagtekens bij de economische rationale van dergelijke grote relocatieprogramma's.

Ten derde, zijn **timing en matching cruciaal.** Het westelijke deel van Nederland, dat een aanzienlijk deel van het nationale bruto binnenlands product (BBP) genereert, loopt op de lange termijn (>100 jaar) risico door zeespiegelstijging. Op de middellange termijn (30-100 jaar) vereist adaptieve migratie aanzienlijke investeringen, waarvan de belastingbasis voornamelijk wordt gegenereerd in de dichtstbevolkte delen van het land. Op korte termijn (<30 jaar) kan de focus van publieke investeringen op overstromingsveilige gebieden leiden tot onder-investering in de Randstad. Bedrijven, voornamelijk die sterk verbonden zijn met specifieke geografische locaties, zoals havens of natuurlijke hulpbronnen, worden geconfronteerd met aanzienlijke economische uitdagingen als plaatsgebonden beleid hun locatievoordelen zou verminderen. Een vergelijkbaar argument kan worden gemaakt voor infrastructuur. Nederland heeft zwaar geïnvesteerd in infrastructuur in zijn kwetsbare regio's en vroegtijdige terugtrekking kan een deel van deze infrastructuur overbodig maken. Dit zou leiden tot verliezen omdat verzonken kosten niet worden terugverdiend, doordat de infrastructuur niet optimaal meer wordt benut voordat deze volledig afgeschreven is. Bovendien kan de verstoring van de natuurlijke ordening van de kennis-economie leiden tot het verlies van kennisoverdracht, die cruciaal is voor duurzame economische groei.

Ten vierde, is de **identificatie van causaliteit** essentieel om een succesvolle strategie voor adaptieve te bepalen: De vraag: "volgen banen mensen of volgen mensen banen" is cruciaal voor het overwegen van een adaptieve migratiestrategie (Gerritse e.a., 2023). De dynamiek van deze relatie kan invloed hebben op het succes van strategieën voor gecontroleerde terugtrekking. Migratie is ongelijk, waarbij hoogopgeleiden betere kansen hebben. Migratie van hoogopgeleiden kan de innovatie en productiviteit van ontvangende gebieden stimuleren, wat positieve effecten kan hebben op de lokale economieën en kennisoverdracht voor deze agglomeraties (Kerr et al., 2017). Echter de urgentie van klimaatgerelateerde migratie is net zo hoog voor niet-hoogopgeleiden met minder kansen, terwijl de netwerken van deze arbeid veel lokaler zijn georiënteerd (McCann, 2013). Verschillen kunnen hierdoor worden vergroot. Bovendien kan deze migratie ook nadelige gevolgen hebben voor beroepsgroepen die gedwongen verplaatsen naar gebieden waar weinig of geen additionele vraag is naar hun expertise. Daarnaast kan klimaatgerelateerde migratie ongelijkheden vergroten en prijsdruk uitoefenen op ontvangende gemeenschappen in de vorm van klimaatgentrificatie (Forsyth & Peiser, 2021). Dus, als mensen worden verplaatst vóór banen, of vice versa, kan er een mismatch ontstaan tussen de vaardigheden van de lokale bevolking en de beschikbare banenkansen, wat kan leiden tot werkloosheid of onderbenutting van economisch potentieel (Gerritse et al., 2023).

Ten vijfde, kunnen de gevolgen voor **het welzijn, rechtvaardigheid en inclusieve welvaart** van adaptieve, negatief zijn (ondanks vaak positieve welvaartseffecten in GDP en verdienvermogen). Doordat de kosten en baten van geplande terugtrekking mogelijk niet gelijk verdeeld zijn, kunnen economische ongelijkheden ontstaan of kunnen bestaande ongelijkheden worden vergroot.

Dit heeft te maken met verschillende aanpassingsvermogens: verschillende regio's, sectoren, bedrijven en mensen hebben verschillende capaciteiten om zich aan te passen. Bijvoorbeeld, kennisintensieve sectoren die niet gebonden zijn aan specifieke geografische locaties kunnen gemakkelijker verhuizen dan productiesectoren die wel aan bepaalde gebieden zijn gebonden. Productie en diensten hebben elkaar ook nodig, en diensten worden dan vaak "geconsumeerd" op de productieplek (Jacobs et al, 2014). Een vergelijkbaar argument kan worden gemaakt voor multinationale ondernemingen versus kleine en middelgrote ondernemingen. Bovendien kan het vooruitzicht op de uitvoering van gecontroleerde terugtrekking leiden tot aanzienlijke schommelingen in grondwaarden (speculatie), wat mogelijk economische verliezen voor vastgoedeigenaren in kwetsbare gebieden kan veroorzaken. Bovendien kunnen verschillende belanghebbende in diverse regio's andere prioriteiten hebben binnen adaptieve migratie en kunnen gebieden waar gemeenschappen naar toe verhuizen verschillende culturele, institutionele of economische normen hebben.

Ten zesde, kan adaptieve migratie invloed hebben op **de lokale investeringsonzekerheid**, in het bijzonder bij terugtrekking zonder heldere strategie in tijd. Gebieden die worden aangewezen voor terugtrekking (of waarvan het vermoeden heerst) kunnen moeite krijgen met het aantrekken van investeerders, wat kan leiden tot vroegtijdige economische achteruitgang. Bovendien kan het verzekeren van activa in gebieden die kwetsbaarder zijn (of zo gezien worden) kostbaarder worden. Adaptieve migratie heeft ook impact op de interregionale concurrentiepositie voor gebieden die als kwetsbaar beschouwd worden, doordat ze hun competitieve positie voor bedrijven en talent verliezen wat leidt tot economische neergang. Tijdens een expertsessie met partijen uit de financiële sector in Nederland bleek eveneens een sterke behoefte voor een duidelijke strategie op stedelijke, regionale en nationale niveau om te verzekeren dat investeerders blijven investeren (Reflection Finance Economics of Climate Adaption in NL, 2023). Een hoge onzekerheid (e.g., geen duidelijkheid over de uitkomst en kans van een event) leidt tot conservatieve houdingen vanuit investeerders (Al-Thaqeb en Algharabali, 2019). Maatregelen die zekerheid vergroten en risico verminderen, kunnen hiervoor effectief blijken (Polzin, Egli, Steffen en Schmidt, 2019). In het bijzonder kunnen dit soort maatregelen onzekerheden in kennis adresseren, maar ook de (financiële) voordelen van risicomanagement strategieën, zoals een eenduidige, integraal nationaal ruimtelijk plannings- en investeringsstrategie. Verder lijkt er momenteel een mismatch tussen korte termijn focus en lange termijn belangen. De publieke sector en semipublieke lange termijn kapitaalverstrekkers, zoals pensioenfondsen, kunnen een belangrijke rol kunnen spelen bij het faciliteren van transitie, vanwege hun beleid met een langere tijdshorizon (100 jaar) en betrokkenheid bij het maatschappelijk welzijn.

Tenslotte, **de dichtheid van professionele, sociale en familiere netwerken en de afhankelijkheid daarvan leiden tot traagheid**. Economieën zijn afhankelijk van elkaar, en klimaatschokken overschrijven de administratieve grenzen (Benzie et al., 2019). Het verplaatsen van belangrijke knooppunten (bedrijven, infrastructuur, clusters) kan zodoende nationale en zelfs mondiale toeleveringsketens verstoren. Als één regio terugtrekking ondergaat, kan dit een cascaderend effect hebben op afhankelijke regio's (Mühlhofer et al., 2023) en op internationaal niveau.

## Aanbevelingen

Vanuit economisch geografisch perspectief zijn er enkele cruciale overwegingen met betrekking tot Meebewegen of Strategische Beheerde Terugtrekking (SBT). In deze sectie zullen de aanbevelingen op basis van de mogelijk fricties en uitdaging vanuit economisch geografisch perspectief gepresenteerd worden.

- Regionaal beleid moet rekening houden met interregionale economische afhankelijkheden. Governance die tegemoetkomt aan deze complexiteit is moeilijk te realiseren, en investeren in overleg- en samenwerkingsmodellen is nu al noodzakelijk (Edelenbos, 2023, Thissen et al., 2023).
- Plaatselijk beleid worden afgestemd en aangepast aan de specifieke regionale troeven (binnen het grotere systeem van regio's) om hun impact te vergroten. Voor de korte termijn (30 jaar) betekent dit dat rekening gehouden moet worden met de levenscyclus van economische clusters in overstromingsgevoelige gebieden. Economische activiteiten die in een uitfaseringsfase zitten, kunnen beter worden afgebouwd of elders nieuw leven worden ingeblazen dan in de bedreigde gebieden. Voor de lange termijn (100 jaar) betekent dit inzetten op agglomeraties die veilig voor overstromingen zijn.
- De kosten van adaptieve migratie zijn aanzienlijk en moeten zorgvuldig worden afgewogen tegen de potentiële lange termijn voordelen, waarvan de timing en omvang een grote mate van onzekerheid kennen. De productiviteit van de huidige economische structuur in Nederland dient gemaximaliseerd moet worden, ook om de transitie naar adaptieve migratie te betalen. Te vroeg het primaat van investeringen verschuiven van overstromingsgevoelige naar overstromingsveilige gebieden zet de (financiële) haalbaarheid van deze transitie onder druk.



Tegelijkertijd is agglomeratie een proces van lange adem, daarmee verdient het aanbeveling om in te zetten op 'no regret' maatregelen die agglomeratievoordelen in Hoog-Nederland versterken. Het motief van deze maatregelen kan gekoppeld worden aan andere vraagstukken op het gebied van cohesie en energietransitie. Het devies is daarmee, blijven verdienen in heel Nederland, maar ook slim investeren in de lange termijn ontwikkeling van Hoog-Nederland. Investerings in fysieke infrastructuur (connectiviteit), kennisinfrastructuur (kennisinstellingen) en kwaliteit van de leefomgeving (voorzieningen) vallen daar onder.

- Stadsontwikkeling op nieuwe locaties, ook wel "new town development" genoemd, inclusief agglomeratie-economieën, lijkt mogelijk maar zeer kostbaar te zijn. Rekening moet worden gehouden met aanzienlijke welvaarts- en welzijnsverliezen, en economische structuurverandering wordt er niet automatisch mee gerealiseerd. Dit mitigeren vergt veel tijd en additionele infrastructuur en is afhankelijk van bestaande ruimtelijke structuren. Het lijkt daarmee voordeliger om bestaande agglomeraties te versterken. "Big-push interventies" met miljoenen huishoudens die migreren, leiden tot nu toe niet aanwijsbaar tot economische structuurverbeteringen en nieuwe bronnen voor agglomeratiedynamiek (Duranton & Venables, 2018, Gerritse et al., 2023).
- Verder is het belangrijk om causaliteit te identificeren, waarbij adaptieve migratie afgestemde verschuivingen van (geschoolde) arbeid, consumentenbasis en productiestructuren vereist. Bijscholing en omscholing worden cruciaal (en kunnen nu al worden ingezet), en vertragingen kunnen welzijnsschokken veroorzaken.
- De integratie van de verhuizende bevolking kan leiden tot spanningen met de bestaande bevolking, en er zijn risico's op het verergeren van economische ongelijkheid. Structuurverbeteringen zijn niet vanzelfsprekend (Gerritse et al., 2023).
- De strategie met betrekking tot de integratie van bevolkingsgroepen, het evenwichtig verdelen van kosten, baten, en vastgoedwaarden vergt zorgvuldige afweging van verschillende belangen en uitgangspunten. Dit kan de vorm aannemen van een duidelijk en goed geïntegreerd nationaal ruimtelijk ordenings- en infrastructuurinvesteringsbeleid, dat rekening houdt met regionale, sectorale en eindgebruikersperspectieven.
- Het is belangrijk om rekening te houden met verschillende tijdslijnen. Op korte termijn (30 jaar) moet het probleem worden geconcretiseerd, en de timing van de benodigde transitie moet duidelijker worden. Tegelijkertijd moet er een strategie worden ontwikkeld en geïmplementeerd voor de meest kwetsbare gebieden en de meest kwetsbare sectoren en bevolkingsgroepen. Op middellange termijn (binnen 30-100 jaar) dienen belangrijke beslissingen worden genomen over langetermijninvesteringen. Strategievorming is belangrijk om op langere termijn (>100 jaar) niet in een situatie van lock-in te blijven hangen.
- De publieke sector en semi-publieke langetermijnkapitaalverstrekkers, zoals pensioenfondsen, kunnen in deze discussie bijdragen aan het wegen van inter-temporale spanningsvelden gezien hun langetermijnfocus, hoewel dit verder onderzocht moet worden. Analyse van de historische rol van pensioenkapitaal bij de financiering van de wederopbouw van Nederland kan inspiratie bieden voor een nieuwe strategie.
- Tot slot moet de strategie rekening houden met het feit dat regio's met elkaar verbonden zijn en afhankelijk zijn van elkaar; adaptieve migratie kan dus een cascade-effect hebben (Mühlhofer et al, 2023) maar kan ook leiden tot substitutie van economische productie tussen regio's (Thissen et al, 2023). Bovendien zijn er transnationale afhankelijkheden en zullen de effecten op handelsnetwerken (bijvoorbeeld de haven van Rotterdam) en de aansluiting van overstromingsveiligere steden (bijvoorbeeld Eindhoven) op economieën in omliggende landen bestudeerd moeten worden.

Samengevat, adaptieve migratie in Nederland is geen eenvoudige verhuizing, het vergt een economisch-geografische herordening van een complex systeem. Het is een wicked-problem waarbij padafhankelijkheid, lock-in, brede welvaart afwegingen, coördinatie en timing samen moeten gaan. De overkoepelende conclusie is duidelijk: als adaptieve migratie serieus wordt overwogen, vereist het een lange termijn aanpak, die vorm krijgt onder diepe onzekerheden, met potentieel grote offers in welvaart en welzijn, en met aanzienlijke vragen die daarom nog beantwoord moeten worden. Deze notitie maakt duidelijk dat overhaast aanpassen een succesvolle transitie in de weg kan staan. Adaptieve migratie vereist een coördinatiecapaciteit van de overheid, met nauwe samenwerking met betrokken partijen lokaal, nationaal en Europees. Eerdere studies naar het adaptievermogen van (regionale) overheden tijdens Covid19 laten zien dat coördinatie moeilijk ("wicked") is, en niet snel leidt tot effectieve adaptatie (Thissen et al., 2023, Edelenbos et al., 2023). De aanzet tot een strategie zal moeten beginnen bij het vaststellen van de (technische) houdbaarheid van het watersysteem, en vanuit dat punt kunnen investeringen strategisch worden gepland. Verreweg de meeste investeringen kennen een tijdshorizon die het nu nog economisch rationeel maakt om niet mee te bewegen in de vorm van adaptieve migratie. Echter, zonder beleidsvorming kan een punt in de tijd ontstaan waarop investeren in zowel overstromingsgevoelig als overstromingsveilig Nederland niet langer economisch rationeel is. Het veilige, geagglomereerde buitenland is dan een optie.

## Literatuurverwijzingen

- Al-Thaqeb, S. A. en Algharabali, B. G., "Economic policy uncertainty: A literature review," *The Journal of Economic Asymmetries*, vol. 20, p. e00133, 2019.
- Benzie, M., Carter, T.R., Carlsen, H. & Taylor, R. (2019) Cross-border climate change impacts: implications for the European Union. *Regional Environmental Change*, 19():763–776.
- De Bok, M. & F. van Oort (2011), "Agglomeration economies, accessibility and the spatial choice behavior of relocating firms". *Journal of Transport and Land Use* 4: 5-24.
- Boschma, R.A. (2005) Proximity and Innovation: A Critical Assessment, *Regional Studies*, 39(1): 61–74.
- Dogaru, T., Oort, F., & Thissen, M. (2011). Agglomeration Economies In European Regions: Perspectives For Objective 1 Regions. *Tijdschrift voor economische en sociale geografie*, 102: 486-494.
- Duranton, G. & A.J. Venables (2018), Place-based policies for development. National Bureau for Economic Research, discussion paper no. 24562.
- Edelenbos, J., Van Popering-Verkerk, J., M. Stouten & M. Taanman (2023), *Differentiatie in crisistijd. Essays over (on)mogelijkheden van regionale differentiatie tijdens de Coronacrisis*. Rotterdam: GovernEUR.
- Ehrl, P. (2013). Agglomeration economies with consistent productivity estimates. *Regional Science and Urban Economics*, 43: 751-763.
- Faggio, G., Silva, O. & Strange W.C. (2017) Heterogeneous Agglomeration. *The Review of Economics and Statistics*, 99(1): 80–94.
- Forsyth, A. & Peiser, R. (2021) Lessons from planned resettlement and new town experiences for avoiding climate sprawl, *Landscape and Urban Planning*, 205(): 103957.
- Gerritse, M., Z. Wang & F. van Oort (2023), Industrial transfer policy in China: migration and regional development. TI Working paper.
- de Groot, H.L.F., Poot, J. & Smith, M.J. (2009) Agglomeration externalities, innovation and regional growth: theoretical perspectives and meta-analysis. In: *Handbook of Regional Growth and Development Theories*, 256-281, Edward Elgar.
- Jacobs, W., H. Koster & F. van Oort (2014), "Co-agglomeration of knowledge-intensive business services and multinational enterprises". *Journal of Economic Geography* 14: 443-475.
- Kerr, S.P., Kerr, W., Özden, Ç., Parsons, C. (2017) High-Skilled Migration and Agglomeration, *Annual Review of Economics*, 9: 201-234.
- Lu, Y., Wang, J., & Zhu, L. (2019). Place-Based Policies, Creation, and Agglomeration Economies: Evidence from China's Economic Zone Program. *American Economic Journal: Economic Policy*, 11(3): 325-60.
- Marshall, A. (1890) *Principles of economics*, Macmillan: Cambridge.
- Martin, R. & Sunley, P. (2006) Path dependence and regional economic evolution, *Journal of Economic Geography*, 6(4): 395–437.
- McCann, P. (2013), *Modern urban and regional economics*. Oxford: University Press.
- Mühlhofer, E., Koks, E. E., Kropf, C. M., Sansavini, G. & Bresch, D. N. (2023) A generalized natural hazard risk modelling framework for infrastructure failure cascades, In: *Reliability Engineering and System Safety*. 234, p. 1-18 18 p., 109194.

Ottaviano, G. (2011). 'New' new economic geography: firm heterogeneity and agglomeration economies. *Journal of Economic Geography*, 11(): 231–240.

Polzin, F., Egli F., Steffen B., and Schmidt T. S., “How do policies mobilize private finance for renewable energy?—a systematic review with an investor perspective,” *Applied Energy*, vol. 236, pp. 1249–1268, 2019.

Rosenthal, S. & Strange, W. (2004). Evidence on the nature and sources of agglomeration economies. In: *Handbook of regional and urban economics*, 4: 2119-2171, Elsevier.

Thissen, M., F. van Oort, A. Weterings, O. Ivanova & J. Bastiaansen (2023), *Het economisch belang van regionaal gedifferentieerd beleid. Geïllustreerd met vermindering van economische schade door regionaal gedifferentieerd Covid-19 beleid*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

Van Oort, F.G., Meijers, E.J., Thissen, M., Hoogerbrugge, M. & Burger, M.J. (2015). “De concurrentiepositie van Nederlandse steden: Van agglomeratiekracht naar netwerkkracht”.

## Bijlage H Governance: sturingsmodellen

Zeespiegelstijging – zeker als die oploopt tot 2 m of veel meer – vereist ingrepen en maatregelen die zeer ingrijpend zijn voor de maatschappij. Onvermijdelijk heeft dat ook ingrijpende consequenties voor de manier waarop plannen en besluiten worden voorbereid en genomen. Dat geldt voor alle denkbare oplossingsrichtingen, maar zeker voor 'hybride meebewegen'. Deze oplossingsrichting heeft veel elementen die fundamentele veranderingen betekenen van de manier waarop we al meer dan honderd jaar omgaan met de bedreiging van overstromingen. Zeker vanaf de watersnoodramp van 1953 is vol ingezet op het buiten houden van het water.

## Sturingsmodellen

Verschiede sturingsmodellen zijn denkbaar

- Reactief.
- Top down sturing: overheid in the lead.
- Marktgestuurd.
- Participatieve sturing.

### Reactief

#### Belangrijkste benodigdheden voor deze vorm van sturing

- Plannen voor reactie bij verschillende rampen en incidenten
- Klaar hebben staan van benodigde middelen (geld, kennis, grondposities etc.) en uitvoeringspartijen

#### Meest kenmerkende effecten (tempo, kosten, draagvlak)

##### Nadelen

- Tempo van realisatie afhankelijk van rampen en incidenten.
- Sturing op bovenregionale maatregelen is lastig (bijvoorbeeld om maatregelen te nemen in het oosten van het land die ten gunste komen van het westen van het land).
- Schade door rampen en incidenten mogelijk hoog.
- Kosten van maatregelen mogelijk hoog omdat ze ad hoc moeten worden uitgevoerd en niet efficiënt kunnen worden mee gekoppeld met andere opgaven en niet tijdig kunnen worden ingepland bij de uitvoerende partijen (aannemers)
- Grote verschillen in effecten voor verschillende groepen mensen in de samenleving (elite kan zich veroorloven tijdig te verhuizen/ eigen maatregelen te nemen).
- Minder investeringen door private partijen in risicogebieden: sterfhuizenconstructie
- Oplossingsrichting sterker afhankelijk van ad-hoc beslissingen onder druk van gedupeerden (gebieden/ sectoren); mogelijkheid bestaat dat er ad-hoc alsnog gekozen wordt voor 'beschermen'.
- Waardering van dit beleid door (potentieel) gedupeerden laag – draagvlak voor dit sturingsmodel naar verwachting laag.

##### Voordelen

- Kosten voor maatregelen worden pas gemaakt wanneer er noodzaak toe is.
- Draagvlak voor eventuele impopulaire fysieke maatregelen op het moment van uitvoeren hoog: urgentie is zichtbaar.
- Markt en (welvarende) burgers investeren meer in hooggelegen gebieden en realiseren daarmee een deel van de oplossingsrichting.

## Top down sturing: overheid in the lead

### Belangrijkste benodigdheden voor deze vorm van sturing

- **Sterk leiderschap vanuit de overheid op alle niveaus en tussen de niveaus (nationaal, regionaal en lokaal)**
- **Duidelijke en consistente lange termijnvisie en doelen**
- **Legitimiteit en draagvlak gedurende lange termijn vanuit de maatschappij**
- **Inzet van diverse beleidsinstrumenten zoals heldere normen, regelgeving, subsidies, facilitatie van de markt, stimuleren van kennisontwikkeling, bewustwording, bijpassende investeringen in infrastructuur en andere overheidsassets, zoals waterkerende kunstwerken (Maeslantkering) en sturing in de woningbouw etc.**

### Meest kenmerkende effecten (tempo, kosten, draagvlak)

- Tempo wordt bepaald door de visie en daadkracht van de overheid en de mate waarin het de overheid lukt om markt, kennisinstellingen en burgers te activeren. Dit kan enerzijds een voordeel zijn doordat de overheid dan stuur heeft op de realisatie van de gekozen oplossingsrichting. Anderzijds kan het een nadeel zijn aangezien de overheid in complexe transities niet altijd voldoende snel kan handelen.

#### Voordelen

- Schade door rampen en incidenten zijn lager dan bij 'reactief' sturingsmodel doordat maatregelen eerder worden genomen.
- Mogelijkheid om bovenregionaal te sturen (bijv. maatregelen nemen in het oosten die nodig zijn voor het westen).
- Kosten van maatregelen mogelijk niet te hoog door tijdige planning en mogelijkheid om mee te koppelen met andere opgaven.
- Uniformiteit/ consistentie in planuitwerking op nationaal niveau.
- Minder grote verschillen tussen groepen mensen dan bij reactief model.
- Mogelijkheid om andere maatschappelijke opgaven mee te koppelen: tegengaan van vereenzaming, tegengaan van polarisatie, versterking van de democratie, verbetering van de samenwerking in Europa.

#### Nadelen

- Investeringen mogelijk 'te vroeg' (voordat het strikt noodzakelijk is).
- Mogelijk gebrek aan motivatie om bijdrage te leveren bij andere partijen (markt en burgers – 'not invented here') met minder effectieve/ efficiënte oplossingen tot gevolg.

## Marktgestuurd

### Belangrijkste benodigdheden voor deze vorm van sturing

- **beleid dat investeringen in duurzame oplossingen aanmoedigt en faciliteert (subsidies, belastingvoordelen, leningen, buyergroups, duidelijke normen/wetten en standaarden)**
- **Beleid dat niet passende activiteiten ontmoedigt**
- **Faciliteren van onderzoek, innovaties, samenwerking tussen markt, overheid en kennisinstellingen (PPS) (Maeslantkering) en sturing in de woningbouw etc.**

### Meest kenmerkende effecten (tempo, kosten, draagvlak)

- Tempo wordt bepaald door de (innovatie, ontwikkelkracht en motivatie van de) markt.
- Schade door rampen en incidenten afhankelijk van tempo en effectiviteit van de markt.
- Kosten van de realisatie sterk afhankelijk van de innovatie en ontwikkelkracht van de markt.

#### Voordelen

- Effectief gebruik van innovatie en ontwikkelkracht van de markt.

#### Nadelen

- Mogelijk inconsistenties/ minder uniformiteit per sector en regio.
- Mogelijke weerstand vanuit burgers en overheden door:
  - ongewenste neveneffecten van innovaties;
  - werkwijze die als minder democratisch kan worden ervaren (meer macht bij de markt dan bij de overheid en daardoor minder herleidbaar/ controleerbaar door burgers);
  - Lastig om bovenregionaal te sturen.

## Participatieve sturing

### Belangrijkste benodigheden voor deze vorm van sturing

- **Facilitatie vanuit de overheid burgers: ondersteuning van burgerinitiatieven die bijdragen aan deze oplossingsrichting**
- **Actieve, creatieve burgers**

### Meest kenmerkende effecten (tempo, kosten, draagvlak)

#### Voordelen

- Optimaal gebruik van unieke inzichten en ideeën die kunnen bijdragen aan nieuwe oplossingen – veel creativiteit en innovatie – leidt tot veerkrachtige/adaptieve maatschappij die waarschijnlijk goed met nieuwe inzichten om kan gaan.
- Veel draagvlak vanuit de maatschappij.
- Community building en de mogelijkheid om te koppelen met andere opgaven die betrokkenheid van burgers nodig hebben (tegengaan van eenzaamheid, zorg voor ouderen).

#### Nadelen

- Lastig om bovenregionaal te sturen.
- Tempo wordt bepaald door de initiatieven vanuit burgers en gemeenschappen – de aanname is dat dit minder snel gaat dan via een top-down aansturing gegeven het feit dat burgers geen professionals zijn en minder tijd beschikbaar hebben dan professionals.
- Schade door rampen en incidenten afhankelijk van tempo en effectiviteit van burgers- de aanname is dat dit minder snel gaat dan via een top-down aansturing.
- Mogelijk inconsistenties/ minder uniformiteit per sector en regio.
- Inefficiënt: in verschillende regio's moeten oplossingen en werkwijzen worden uitgedacht, zowel procesmatig (hoe ontwikkel je een burgerinitiatief) als inhoudelijk (hoe ziet een doelmatig initiatief eruit?).

## Gewenst sturingsmodel voor 'meebewegen'

De oplossingsrichting 'meebewegen' kenmerkt zich door de volgende zaken:

- Het gaat om een systeemverandering met grote impact op de hele maatschappij.
- De opgave is groot, de neveneffecten zijn bovenregionaal.
- De opgave kent sterke verwevenheid met andere ruimtelijke opgaven die door de overheid worden aangestuurd (energieovergang, circulariteit, biodiversiteit etc.).

Gegeven de complexiteit van de transitie (de grote investeringen, de negatieve neveneffecten, de onzekerheden in het benodigde tempo, de mogelijke grote schades als het niet op tijd wordt gerealiseerd, etc.) lijkt een gecombineerd en adaptief sturingsmodel het meest voor de hand liggend. In een dergelijk sturingsmodel zijn de partijen als volgt aan zet:

1. Overheid (in samenwerking met burgers, markt, kennisinstellingen en in nauwe afstemming met de EU):
  - a. Realiseren van een heldere en aantrekkelijke visie op het eindbeeld van 'meebewegen' én de weg ernaar toe.
  - b. Inzet van effectieve beleidsinstrumenten (fiscaal, juridisch, educatief, communicatief, financieel) om markt, burgers en kennisinstellingen zoveel mogelijk te stimuleren, te faciliteren, te verbinden, belemmeringen weg te nemen en te compenseren voor eventuele schade.
  - c. Monitoren en evalueren, plannen en aanpassen van de transitie op basis van de veranderingen in de omstandigheden en nieuwe inzichten (adaptief sturen).
2. Burgers en gemeenschappen:
  - a. Ontwikkelen van lokale initiatieven en experimenten.
  - b. Identificeren van lokale uitdagingen en mogelijke oplossingsrichtingen.
3. Markt en kennisinstellingen: ontwikkeling en implementatie van nieuwe technologieën en innovatieve oplossingen; bijdragen aan veerkrachtige systemen en economische groei.

## Bijlage I Deelnemende organisaties aan de brede hackatons

- Arcadis
- B+B
- BAM
- Boskalis
- Bureau Stroming
- De Waterwerkers
- Defacto
- Staf Deltacommissaris
- Deltares
- Dutch Green Buildings
- Erasmus Universiteit
- Heijmans
- HKV
- Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier
- Miami University
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
- Ministerie van OCW; Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
- Nationaal Water Traineeship
- One Architecture
- Overlegorgaan Fysieke Leefomgeving
- Provincie Fryslân en Deltaprogramma Waddengebied
- Provincie Zeeland
- Radboud Universiteit
- Rijkswaterstaat
- Royal Haskoning DHV
- Sweco
- Tauw
- Technische Universiteit Delft
- Universiteit Twente
- University of Pennsylvania
- Verbond van Verzekeraars
- Wageningen Universiteit
- Waternet
- Waterschap Drents Overijsselse Delta
- WWF

## Bijlage J Auteurs voorgaande plannen, initiatieven, beelden, gedachten

- The Deltares Climate Adaptation Strategies. Visualisatie door Carolien Feldbrugge en Ilse van den Broek (© Carof Beeldleveranciers). Deltares, Delft, 2017-2019.
- The Deltares Climate Adaptation Pathways. Visualization by Ilse van den Broek. Deltares, 2019.
- Nieuw Nederlandje. G. J. M. van der Meulen, TU Delft. Visualisatie door Carolien Feldbrugge (© Carof Beeldleveranciers). Delft, 2018.
- Kaart van Nederland in 2300 onder extreme zeespiegelstijging. Kim Cohen, University of Utrecht. Utrecht, 2019.
- Plan B: NL2200. The nation formerly known as the Netherlands. Eric-Jan Pleijster, Lola Landscape Architects, Rotterdam, 2018-2020.
- NL 2120. Wageningen University and Research. Wageningen, 2020.
- NL 2121: Land met een Plan. Gijs van den Boomen, KuyperCompagnons. Rotterdam, 2021.
- Een nieuw tijdperk begint. BRO. Boxtel, 2017.
- Nederland in 2300. Remco Rolvink, Berrie van Elderen, Eleni Chronopoulou, Maria Sachsamanoglou; VE-R Landscape architecture and Urban design. Haarlem, 2019.
- Elysium. Tim Hoogkamp, Gino Schier, Patrick van Zweden met Lukas Papenborg, HZ, Vlissingen, 2019.
- Mondriaandelta. Buro Lubbers. Vught, 2019.
- Het Achter-gelaten-land. Rijnboutt (Annemiek Wiggers en Tomasz Crompton). Amsterdam, 2019.
- Verdronken land. Tiffany Pergens en Rémon Mulder. Rotterdam, 2019.
- Forest City: Hengelo, Enschede, Gronau. Eduardo Martinez and Chanju Yang, Weitzman School of Design, University of Pennsylvania. Philadelphia, 2022.
- Regio Arnhem Nijmegen Nu. College van Rijksadviseurs. Toekomstatelier NL 2100, Polyfern Landscape Architects. Utrecht, 2022.
- Naoberschap Met Een Grensoverschrijdende Blik, inzending E.O. Wijers prijsvraag, ONE Architecture & Urbanism, 2023,
- Verscheidene regioateliers Kennisprogramma Zeespiegelstijging, Defacto urbanism, 2022-2023.
- Multifunctional Water Storages, Central Holland. Visualisatie door Defacto Urbanism, In samenwerking met: Royal Haskoning-DHV.
- Zeelandia, Redesigning deltas. Visualisatie door Studio Hartzema, Feddes-Olthof Landschapsarchitecten, Witteveen & Bos, 2022-ongoing.
- National productive park Delftland, Redesigning deltas. Visualisatie door ZUS [Zones Urbaines Sensibles], Flux landscape architecture, Sweco, 2022-ongoing.
- Tweestromenland – zelfrijzende deltastad, inzending E.O. Wijers prijsvraag, Deltastand, H+N+S Landschapsarchitecten, Palmbout Urban Landscapes, 2023.
- Analyse verandering grondgebruik in verschillende 'meebewegen' plannen door McHarg Center, University of Pennsylvania (RA Shengqian Wang), 2023



## Colofon

OPLOSSINGSRICHTING 'MEEBEWEGEN'  
VERKENNEND ONDERZOEK VOOR HET KENNISPROGRAMMA ZEESPIEGELSTIJGING

### AUTEURS

Harm Albert Zanting en Matthijs Bouw  
Kernteam consortium 'Meebewegen'

### PROJECTNUMMER

30158273

### ONZE REFERENTIE

AKDRXCACJ4FW-990297605-866:1.0

### DATUM

10 november 2023

### STATUS

Definitief Concept

Deze publicatie maakt deel uit van het **Kennisprogramma Zeespiegelstijging**, een initiatief van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat en de Deltacommissaris. Het programma levert kennis op over de gevolgen van zeespiegelstijging en hoe Nederland daarmee kan omgaan. Deze kennis wordt gebruikt bij de herijking van het Deltaprogramma in 2026.

Meer informatie over het kennisprogramma en een overzicht van alle publicaties staat op [kennisprogrammazeespiegelstijging.nl](https://kennisprogrammazeespiegelstijging.nl).



Rijkswaterstaat  
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat



Deltacommissaris

