

DE NOORDZEEWERING

NEDERLAND VEILIG MET NIEUWE KANSEN VOOR NU EN LATER (een haalbaarheidsstudie)

(Ing. J.L. (Hans) van de Velde¹, definitief conceptversie 7, dd. 6 februari 2026)

"The most important factor in survival is neither intelligence nor strength but adaptability." ~ Charles Darwin



Start aanleg Noordzeewering in 2099, mijn kleinzoon Morris is dan 76 jaar

"Niet lullen maar poetsen." ~ Rotterdams gezegde

¹ Hans van de Velde is eigenaar van A+ Adviesbureau Hans van de Velde (www.aplusadviesbureauhansvandevelde.nl) en heeft ruim 45 jaar nationale en internationale ervaring op de gebieden dijkenbouw, funderingstechniek, civiele techniek, woning- en utiliteitsbouw, (milieu-)geotechniek, (milieu)geotechnisch grond- en laboratoriumonderzoek, ruimtelijke ordening en energietransitie. Hans stelt zich momenteel ten doel om met zijn inbreng en innovatieve ideeën een maatschappelijk toegevoegde waarde te bereiken voor de BV Nederland.



Inhoudsopgave

1 Verantwoording	4
2 Management samenvatting	7
3 Inleiding en probleemschets	29
3.1 Klimaatverandering en zeespiegelstijging	31
3.2 Het natuurlijk en extra broeikaseffect	33
3.3 Het stilvallen van de Golfstroom, wordt het kouder?	36
4 Beoordelen Waterveiligheid in Nederland	39
5 Planning en politieke strategie	43
6 De Noordzee	46
6.1 Inleiding	46
6.2 Geologie en bodem	46
6.3 Getijden	47
6.4 Kustbescherming	48
6.5 Archeologie en paleontologie	49
6.6 Biotopen	49
6.7 Militaire stortplaatsen	49
6.8 Havens rond de Noordzee vanuit Nederlands perspectief gezien	49
6.9 Politieke status	50
6.10 Olie en gas	50
6.12 Kabels en leidingen	51
6.13 Verdere feiten	52
7 Haalbaarheidsstudie Noordzeewering	54
7.1 Inleiding en hoofdpunten	54
7.2 Het ruimtelijk alignement	56
7.3 Het dwarsprofiel	65
7.3.1 De benodigde zandhoeveelheid	71
7.4 Bijzondere kunstwerken	75
7.4.1 Inleiding	75
7.4.2 Consequenties voor bestaande primaire waterkeringen	76
7.4.3 Nieuwe 'harde' primaire waterkeringen c.q. kunstwerken	78
7.5 Landaanwinning door inpolderingen van binnenmeren	82
7.5.1 Inleiding	82
7.5.2 Inpolderingen en hoogte polder- en compartimenteringsdijken	83
7.5.3 Bouwrijp maken polders in relatie tot bebouwing	86



8 Hydraulische en morfologische aspecten	87
9 Geotechnische aspecten	90
10 Benodigde onderzoeken	92
11 Mogelijkheden voor synergie, meeliftkansen	94
11.1 Inleiding	94
11.2 Aanstipping meeliftkansen	97
12 De consequenties voor natuur en visserij	111
13 Kosten - batenanalyses	114
13.1 Inleiding, business cases en kostensystematiek	114
13.2 Baten	119
13.3 Kapitaalsinvestering Noordzeewering inclusief kunstwerken	132
14 Financiële dekking Noordzeewering	142
14.1 Resume kosten en baten	142
14.2 Financiële dekking	144
15 Governance, communicatie en onderwijs	147
16 Start aanleg Noordzeewering/ultieme kansen	149
17 Innovaties	155
18 Literatuur	158
19 Verspreiding rapport	169
Bijlage 1 Natuurlijke en extra klimaatverandering en natuurlijke en extra broeikasgassen	174
<i>Inleiding</i>	<i>174</i>
<i>Klimaatverandering</i>	<i>174</i>
<i>Natuurlijke gassen en natuurlijke broeikasgassen in de atmosfeer</i>	<i>176</i>
<i>Typering broeikasgassen</i>	<i>178</i>
<i>Industriële ontwikkeling en wereldbevolkingsgroei</i>	<i>181</i>
<i>Koolstofdioxide (CO₂, ook wel koolzuurgas genoemd)</i>	<i>181</i>
<i>Extra CO₂-uitstoot door de mens/industrie en CO₂-metingen</i>	<i>182</i>
<i>Minder CO₂-opname door menselijke invloed</i>	<i>184</i>
<i>Waterdamp (H₂O)</i>	<i>184</i>
<i>Samenvattend</i>	<i>185</i>
Bijlage 2 Grondprijzen bij uitgifte poldergrond	190



1 Verantwoording

Medio 2024 had ik contact met Bob van Persie², die mij vertelde dat hij in de negentiger jaren een idee had voor de aanleg van een dijk in de Noordzee om Nederland te beschermen tegen overstroming. Als sterk geïnteresseerde (pensionado) in weg- en waterbouwkunde vond ik dit een visionair idee om de komende eeuwen Nederland te beschermen tegen de te verwachten zeespiegelstijging van meer dan 5 meter, mondiaal wordt zelfs wel 15 meter genoemd³. Ik ben vervolgens gaan (om)denken, onderzoeken, mijn ideeën tegen het daglicht gaan houden en gaan schrijven. Hierbij geïnspireerd door mijn kennis over en bijdragen bij onder andere het onderzoek naar de Maeslantkering, de hoofdwaterkering in Jakarta Bay ter bescherming van Jakarta, de bouw van kunstmatige eilanden in de Beaufort Sea Canada, de ondergrondse opslag van kernafval, aan het ontwerp, de aanleg, de toetsing en de calamiteitenbestrijding van vele (hoofd)waterkeringen in Nederland, aan innovaties zoals Versterkt sediment en de doorontwikkeling van kunstgrasmatten als dijkbekleding, en aan de uitvoering van een scala aan bodem- en laboratoriumonderzoeken voor welke infrastructuur dan ook.

Dit heeft na 1,5 jaar denkwerk geresulteerd in onderhavige haalbaarheidsstudie, dat gefocuseerd is op de aanleg van de Noordzeewering op 12 zeemijl uit de Nederlandse kust om Nederland veilig te houden tegen overstroming door de Noordzee. Uiteraard ontdekte ik tijdens mijn onderzoek dat vele anderen, inclusief Nederlandse organisaties, ook ideeën hebben geopperd dan wel onderzoek doen naar maatregelen tegen zeespiegelstijging⁴. Echter hierbij is (nagenoeg) niet ingegaan op de grote kapitaalsinvesteringen die hiermee zullen zijn gemoeid, op de baten in de vorm van al dan niet complexe en synergetische meeliftkansen en niet ten laatste op de financiële dekking van al deze plannen. Ik ben hierop wel ingegaan, want een plan zonder financiële dekking is naar mijn mening geen plan.

Ik focusseer in deze studie uitsluitend op de Noordzeewering als harde oplossing, omdat ik vind dat minder harde plannen op den duur niet toereikend zullen zijn om ons land (de inwoners en het gigantisch geïnvesteerd vermogen in West-Nederland) adequaat en robuust te beschermen tegen overstroming. Bovendien zullen minder harde plannen - naar mijn gevoel - op den duur duurder zijn dan de aanleg van de Noordzeewering. Hierbij speelt mee dat nagenoeg alle huidige stormvloedkeringen, zoals de Maeslantkering en de Oosterschelde stormvloedkering, niet zijn ontworpen op voornoemde zeespiegelstijging, een beperkte technische levensduur hebben en op den duur toch vervangen moeten worden.

In de bijtitel staat 'met nieuwe kansen'. Ja, gezien de maatschappelijke uitdagingen waar Nederland nu voor staat, focusseer ik ook op nieuwe kansen (voor de korte, middellange en lange termijn) die de aanleg van de Noordzeewering biedt: door inpolderingen achter de Noordzeewering voor bijvoorbeeld woningbouw, bedrijfshuisvestingen, kern-/thoriumreactoren, de verplaatsing van Schiphol en Tata Steel en de uitbreiding van de Maasvlakte, zal het westen van Nederland anders worden. Hierbij moet worden bedacht dat Nederland, naar verwachting, in 2070 een bevolking zal hebben van nagenoeg 21 miljoen inwoners, 3 miljoen meer dan nu.

² Bob van Persie is beeldend kunstenaar. In zijn werk toont hij visionaire inzichten. Zo schetste hij omstreeks 1990 al een visionair ontwerp van een hoofdwaterkering in de Noordzee met geïntegreerde hotels onder water met uitzichten op de zeebodem.

³ Voor het jaar 2300 geeft het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) aan dat mondiaal gezien de zeespiegel tussen de 0,3 en 3 m zal stijgen bij lage CO₂-emissies en tussen de 1,7 en 6,8 m bij hoge emissies. Als rekening wordt gehouden met een mogelijk versnelde smelting van Antarctica kan dit oplopen tot zelfs 15 m.

⁴ Dankbaar heb ik gebruik gemaakt van de resultaten van deze ideeën en onderzoeken. Zie de literatuurlijst.



Voor de verzilvering van deze kansen is politieke wil nodig. Evenwel, daar is nog veel onderzoek, uit te voeren door de Overheid in samenwerking met vele (non)private organisaties, en vervolgens politieke besluitvorming voor nodig. Maar dan staat Nederland wel gesteld voor de uiteindelijk te prefereren oplossing om de Waterwolf te weerstaan. Vandaar op het voorblad ook het Rotterdams gezegde 'Niet lullen maar poetsen'. De start van de uiteindelijk gekozen maatregel zal afhankelijk zijn van de mate en snelheid van zeespiegelstijging. Hierbij dient te worden bedacht dat het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) in zijn laatste rapport al heeft gemeld dat de mondiale zeespiegelstijging reeds sneller gaat dan eerst werd gedacht.

Waar opportuun heb ik bij het opstellen van dit rapport mij niet laten weerhouden door Wetgeving en dergelijke en heb ik het principe van 'Out-of-the-box denken' toegepast.

Voor nu: er zal voor de komende 10 jaar in de Rijksbegroting € 250 miljoen als no-regret geld dienen te worden gealloceerd voor de in dit rapport genoemde en al lopende onderzoeken naar de maatregelen tegen overstroming door de Noordzee.

Ik sta uiteraard open voor uw reactie. En hoewel onderhavig onderzoek geen wetenschappelijk onderzoek is, ook voor peerreviews. Hiermee wordt dit rapport alleen maar beter; het is dan ook een definitief concept.

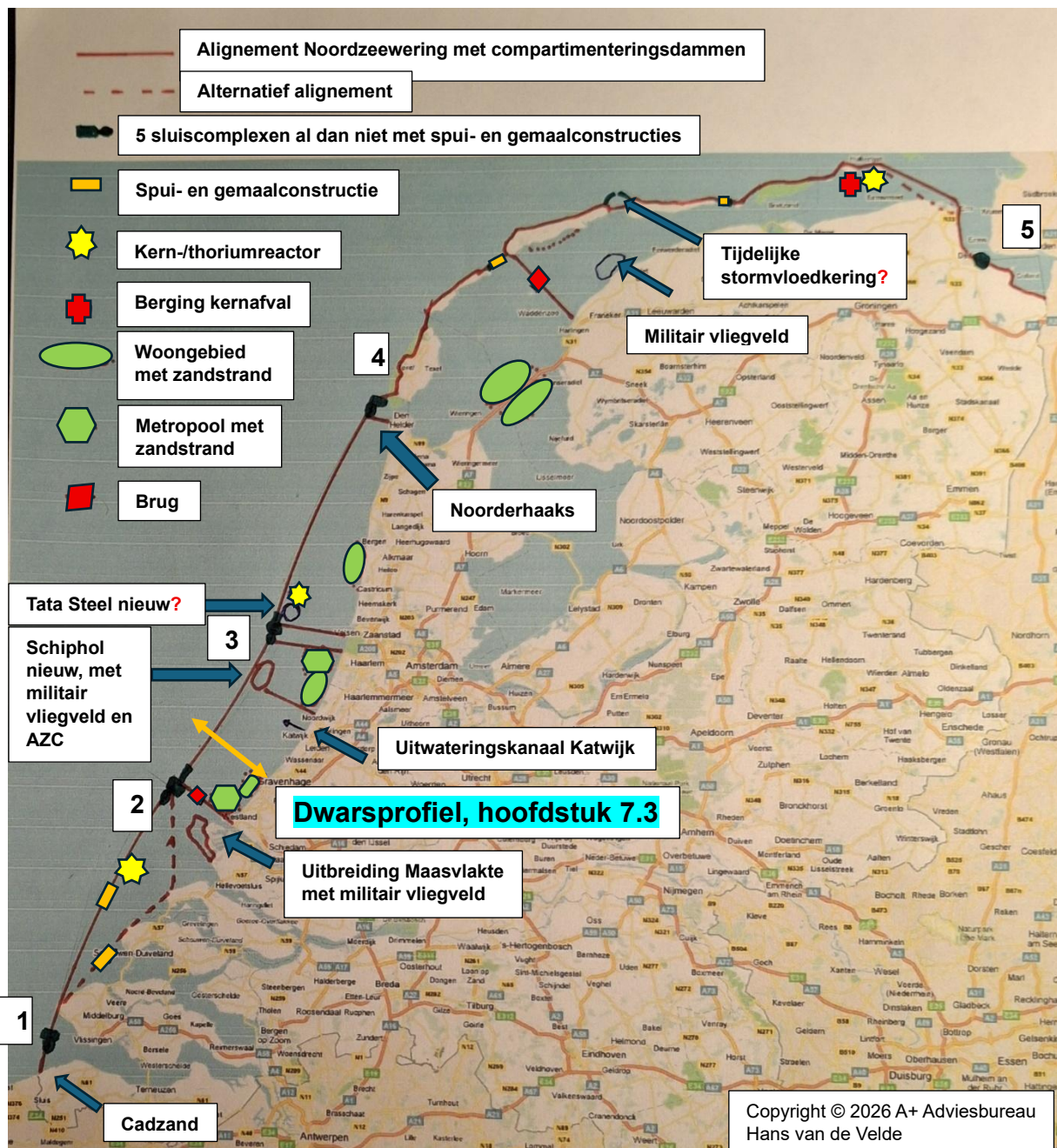
Ing. J.L. (Hans) van de Velde

<https://aplusadviesbureauhansvandevelde.nl/>

KvK nr.: 97891983

Btw nr.: NL005294883B92

Copyright © 2026 A+ Adviesbureau Hans van de Velde



De volledige Noordzeewering met compartimenteringsdammen en mogelijke meeliftkansen (schematisch ingetekend)



2 Management samenvatting

Inleiding

Diverse gezaghebbende organisaties en wetenschappers hebben aangegeven dat, als gevolg van klimaatverandering, de zeespiegel - mondiaal gezien - de komende 3 eeuwen fors zal stijgen met 5 tot wel 8 meter, zelfs mogelijk met 15 meter bij een versnelde smelting van Antarctica. Hoeveel deze stijging uiteindelijk zal zijn, met name in de Noordzee, is (nog) niet bekend. Dergelijke stijgingen kunnen onze hoofdwaterkeringen langs de kust en in het Benedenrivierengebied en onze bijzondere waterkerende kunstwerken, zoals de Oosterschelde stormvloedkering en Maeslantkering, niet aan. Verder is al geconstateerd, dat momenteel de mondiale zeespiegel, ook die van de Noordzee, sneller stijgt dan eerder werd verwacht.

Deze haalbaarheidsstudie gaat over de aanleg van een nieuwe hoofdwaterkering in de Noordzee - de Noordzeewering - op 22 km uit de huidige kust, juist op de grens van het Nederlands continentaal plat. Dit om in de toekomst Nederlanders en het in West-Nederland geïnvesteerd vermogen te beschermen tegen overstromingen door de Noordzee. Met de aanleg van de Noordzeewering wordt de huidige kustlijn van 526 km ingekort tot 366 km, 160 km winst, dus een (bijkomend) groot financieel voordeel (minder beheers- en onderhoudskosten). Een alignement op 22 km uit de kust vergt ten opzichte van andere dicht bij de kust gelegen alignementen de grootste kapitaalsinvestering, geeft het grootste areaal voor waterberging van afstromend rivierwater en het spuien hiervan op de Noordzee en de mogelijkheid voor de hierna genoemde inpolderingen: meer ruimte, dus ook kansen.

De Noordzeewering voorkomt dat de huidige hoofdwaterkeringen langs de kuststrook, benedenrivierdijken, gemalen en bruggen steeds aan de stijgende zeespiegel moeten worden aangepast dan wel vervangen, zorgt voor voldoende zoet water in droge tijden en zal de verzilting van landbouwgrond tegengaan, en ook dat strandsuppleties niet meer nodig zijn. De hoofdwaterkeringen in het Bovenrivierengebied behouden hun primaire functie voor overstroming vanuit de rivieren, maar dienen wellicht wel te worden versterkt als gevolg van te verwachten hogere rivierafvoeren door klimaatverandering; die in het Benedenrivierengebied moeten wellicht ook nog verder worden versterkt als gevolg van deze rivierafvoeren.

Door de aanleg van de Noordzeewering ontstaat hierachter tot de huidige kuststrook een areaal van 8000 km² aan binnenmeren voor (zoet)waterberging en inpoldering. Hierdoor krijgt Nederland veel meer ruimte en leidt dit tot synergie tussen vele forse maatschappelijke uitdagingen waarvoor Nederland nu staat, bijvoorbeeld voor oplossingen op het gebied van woningbouw, elektrificatie/energietransitie, milieu- en geluidsoverlast, beschikbaarheid van drinkwater, geschikte locaties voor militaire vliegvelden en asielopvang. Deze oplossingen, hierna 'meeliftkansen' genoemd, zijn gemakkelijker te realiseren dan tot nu toe. Vele meeliftkansen kunnen worden verzilverd, bijvoorbeeld:

- ✓ De binnenmeren achter de Noordzeewering bieden alle ruimte - in combinatie met nieuwe economische activiteiten - voor de bouw van nieuwe woongebieden. Als bijvoorbeeld 500 km² van het beschikbare areaal van 8000 km² wordt benut, kunnen hier afhankelijk van de woondichtheid 1,25 tot 3 miljoen woningen (bovenop de 1 miljoen woningen die nu al worden voorzien) worden gebouwd en 2,5 tot 6 miljoen mensen wonen, werken en recreëren. Een nieuwe metropool-achtige omgeving (zie als voorbeeld onderstaande foto's), met uitzicht over de Noordzee, misstaat Nederland niet;

- ✓ 100 km² voor bedrijfshuisvestingen, kern-/thoriumreactoren, berging van radioactief afval, verplaatsing van de luchthaven Schiphol en Tata Steel, uitbreiding van de Maasvlakte, militaire doeleinden, een nationaal Asielzoekers Centrum (NAC), et cetera.
- ✓ De rest van het areaal (7400 km²) is nodig voor waterberging van de rivierafvoeren bij een gesloten Noordzeewering en kan ook dienen voor extra zoetwater reservoirs.



Foto Dubai (bron: WorldpaperAccess)



Foto Singapore (bron: Travel Insider)

Dit alles is nodig gezien voornoemde maatschappelijke uitdagingen, maar ook gezien de te verwachten bevolkingsgroei⁵ tot nagenoeg 21 miljoen inwoners in 2070. Een tabel van de mogelijke meeliftkansen is op bladzijde 13 aangegeven. De aanleg van een aantal meest opportune meeliftkansen in de Noordzee kan al binnen enkele jaren starten, zelfs zonder de aanwezigheid van de Noordzeewering.

In het vlekkenplan van de voorgaande situatieschets zijn een aantal voorbeelden, niet meer dan dat, voor de locaties van voornoemde kansen gegeven. Dit is gestoeld is op enige kennis over ruimtelijke ordeningsaspecten. Hierbij dienen natuurlijk ook de benodigde verkeersstromen te worden onderzocht, opdat in de toekomst de juiste verkeersinfrastructuur - mede gezien voornoemde bevolkingsgroei - kan worden gewaarborgd. In dit verband is het wenselijk om ook de mogelijkheid van openbaar vervoerssystemen met bijvoorbeeld lightrail constructies te onderzoeken.

Net zoals bij de aanleg van de Deltawerken gebeurde, na de stormvloedramp van 1953, bestaat tevens het vooruitzicht van ook economische groei, zie ook het filmpje aan het einde van deze samenvatting. Deze groei werd toen becijferd op meer dan 8%.

De Noordzeewering (kosten⁶ maximaal 365 miljard euro) en de polders (met een netto-opbrengst van minimaal 80 miljard euro door uitgifte van de poldergronden, afhankelijk van de locatie en de uitwerking van de meeliftkansen) kunnen kostendekkend worden aangelegd. Hiervoor is in deze studie een financieel dekkingsplan voorgesteld, en ook een voorstel voor de uitgifteprijs van de poldergronden. Voor de realisatie van de meeliftkansen dienen de daarvoor verantwoordelijke stakeholders - onder regie van en no-regret betaald door de Overheid - business cases op te stellen om te bezien of de in overleg met hen gedachte meeliftkansen uitvoerbaar en financieel gezien aantrekkelijk zijn.

Nederland komt met de aanleg van de Noordzeewering en de polders wederom op de wereldkaart als inventieve waterbouwer. Dit is om trots op te zijn.

Binnen het tot 2050 lopende Deltaprogramma c.q. Hoogwater Beschermingsprogramma (HWBP) worden - naast een harde oplossing zoals ook de Noordzeewering is - ook minder harde mitigerende maatregelen tegen zeespiegelstijging onderzocht. Naar mijn stellige

⁵ Verwacht wordt dat de wereldbevolking in 2085 zal zijn gegroeid tot meer dan 10 miljard inwoners. Een vertienvoudiging ten opzichte van 1750 (start pre-industriële tijdperk) en 25% meer dan nu. Ook het aantal (zoog)dieren is t.o.v. 1750 al fors toegenomen.

⁶ Alle in dit rapport genoemde kosten en bedragen zijn op prijsniveau 2025.



overtuiging zal op den duur alleen de Noordzeewering de beste en goedkoopste maatregel zijn om de bevolking te beschermen en het geïnvesteerd vermogen in West-Nederland zeker te stellen.

De Noordzeewering met zijn meeliftkansen raakt voor de korte, middellange en lange termijn menig beleidsveld (zoals Waterveiligheid, woningbouw, infrastructuur, energie/elektrificatie, economie/financiën, defensie, regel- en wetgeving, onderwijs, werkgelegenheid, visserij en natuur, asiel) van het (demonstratie dan wel komend nieuwe) kabinet, met name voor de huidige ministeries:

- Ministerie van Algemene Zaken.
- Ministerie van Buitenlandse Zaken.
- Ministerie van Defensie.
- Ministerie van Financiën.
- Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap.
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat.
- Ministerie van Economische Zaken en Klimaat.
- Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid.
- Ministerie van Justitie en Veiligheid.
- Ministerie van Asiel en Migratie.
- Ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur.

De vraagstelling en het proces

Het kabinet, met als trekker het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, wordt gevraagd onderhavige plannen uit te werken in samenwerking met de aan het einde van deze samenvatting (als voorbeeld genoemde) (non)private organisaties. Uitgegaan wordt van uitsluitend Nederlandse⁷ partijen en onderhandse aanbestedingen. Europese aanbestedingen vergen namelijk te lange procedures en bovenal is (nagenoeg) alle benodigde kennis in Nederland aanwezig. Het een en ander kan parallel aan het lopende Deltaprogramma gebeuren. Voor de kosten van alle uit te werken plannen, ook de huidige binnen het Deltaprogramma, wordt een no-regret bedrag geschat van 250 miljoen euro voor de komende 10 jaren. Aan het kabinet wordt gevraagd dit bedrag te alloceren voor deze periode.

Het zal hierbij nodig zijn om de nu lopende plannen voor de maatregelen tegen zeespiegelstijging financieel gezien ook te waarderen, inclusief alle maatschappelijke consequenties en mogelijke (meelift)kansen. Op deze wijze ontstaat inzicht in alle plannen, kunnen bepaalde plannen verlaten worden en blijven de meest kansrijke plannen over, waarna - na ook gevoerd overleg met de buurlanden België en Duitsland en mogelijk ook Denemarken - politieke besluitvorming kan plaatsvinden. Dit zal voornoemde periode van 10 jaren vergen, waarbij ook de huidige waargenomen zeespiegelstijging kan worden gemonitord. Nederland staat dan gesteld om wanneer dan ook nodig maatregelen te nemen.

Met betrekking tot onderhavig plannen kunnen evenwel ook bepaalde unieke meeliftkansen versneld en no-regret worden onderzocht en daarna - indien geschikt - in uitvoering worden genomen. Dat is hierna onder het kopje ultieme kansen aangegeven. In die zin is het voor de Noordzeewering en zijn meeliftkansen belangrijk, dat in aanvang grove ruimtelijke ordeningsplannen - inclusief verkeersstromen en openbaar vervoerssystemen - worden opgesteld. Ook voor de versterking van de economische ontwikkeling van Noord-Nederland. Deze plannen kunnen als input worden gebruikt voor door stakeholders c.q. marktpartijen op te stellen business cases over de (unieke) meeliftkansen. De doorlooptijd voor het onderzoek

⁷ Mogelijk dient voor wat betreft kern-/thoriumenergie ook expertise worden betrokken uit het buitenland.



naar de ultieme meeliftkansen en de business cases kan hierbij, bij een goede organisatie van het proces, ongeveer 2 jaren zijn. Zo de Overheid en stakeholders deze ultieme kansen uitvoerbaar en financieel gezien aantrekkelijk vinden, kan politieke besluitvorming hierover volgen en kunnen deze ultieme kansen vervolgens worden verzilverd.

Het plan voor de Noordzeewering (zie voorgaande schematische schets)

Dit complex en synergetisch plan is geen sinecure: gebouwd moet worden onder near- en offshore condities en rekening moet worden gehouden met een zeer lange bouwtijd. Dit kan gebeuren met bewezen technieken, waarbij mogelijk ook enkele innovatieve technieken, zoals ontwikkeld dan wel nog te ontwikkelen⁸ binnen het HWBP-programma, kunnen worden toegepast.

In deze haalbaarheidsstudie wordt gefocust op een *volledige* Noordzeewering, liggend op het Nederlands continentaal plat op maximaal 22 km uit de huidige westelijke kuststrook. Het alignement lopend vanaf de Belgische grens nabij Cadzand naar het eilandje Noorderhaaks (liggend voor de kust bij Den Helder), vervolgens lopend over de koppen van de Waddeneilanden tot Rottumeroog en hier over de Waddenzee weer verbinding krijgt met het vaste land juist ten oosten van de Eemshaven, om tenslotte over de te versterken hoofdwaterkeringen in de provincie Groningen aan te sluiten op de Duitse grens. Een doortrekking over de Duitse Waddeneilanden en de Deense Noordzee-eilanden behoort tot de mogelijke opties, waarover later meer.

In deze haalbaarheidsstudie is rekening gehouden met een zeespiegelstijging van 8 meter voor de komende 3 eeuwen, een stormvloed van 5 meter (inclusief golfaanval en -oploop) en een 'droge' zone hierboven van 2 meter. Dit betekent dat de Noordzeewering op een hoogte van 15 m + NAP moet worden aangelegd. Bij een Noordzeediepte op 22 km uit de huidige kuststrook van 20 meter komt de werping dus 35 meter boven de Noordzeebodem, 15 meter boven het huidige gemiddeld zeeniveau. Bij een ligging van de bodem van de Waddenzee op globaal 0 m + NAP komt de werping op 15 meter boven de Waddenzeebodem. Op de Noordzeewering is voorzien in een verkeersweg. Een principe voorontwerp is gegeven.

Voor de bouw van de Noordzeewering zal 1 miljard m³ bouwstof nodig zijn, voornamelijk zand. Voor de nu gedachte polders is 7 miljard m³ bouwstof nodig. Totaal een immense hoeveelheid van 8 miljard m³. Aanbevelingen zijn gedaan voor onderzoek om deze hoeveelheid te krijgen. Het ontwerp van de werping moet bovendien zeer robuust en zelfs overgedimensioneerd zijn. Daarnaast moet worden gecompartmenteerd.

- ✓ Robuust en overgedimensioneerd: de Noordzeewering moet te allen tijde buitenwaarts uitbreidbaar zijn. Dit voor het geval de zeespiegelstijging groter is dan 8 meter, maar ook voor de eventuele noodzaak van uitbreiding na 300 jaar. Tegen no-regret geld.
- ✓ Compartimenteringsdijken zijn noodzakelijk voor de beperking van het overstromingsrisico, de mogelijkheid van gefaseerde aanleg (ook voor wat betreft de polders) en voor verkeersontsluiting, ook vanuit oogpunt van calamiteitenbestrijding.

De Noordzeewering en de polders kunnen op deze wijze stapsgewijs worden aangelegd naar gelang de snelheid van zeespiegelstijging, wetenschappelijke en technische vooruitgang en de wensen voortkomend uit de door de Overheid geaccordeerde business cases van de voornoemde stakeholders. Stapsgewijs ook, omdat gewerkt dient te worden in near- en offshore condities, waarbij rekening moet worden gehouden met perioden van

⁸ Zoals Versterkt sediment als bouwstof voor en kunstgras als bekledingsmateriaal van waterkeringen. Met deze beide innovaties kan al tijdens het lopende HWBP-programma ervaring worden opgedaan.



onwerkbaar weer- en zee condities. Downtime in het stormseizoen kan voorkomen. Sprake zal zijn van een zeer lange bouwtijd. Echter, de start van de aanleg van bepaalde inpolderingen voor verzilpering van de meest opportune meeliftkansen, zelfs zonder de aanwezigheid van de Noordzeewering, kan al binnen een aantal jaren zijn. Dit is een ultieme kans voor bijvoorbeeld woningbouw.

Bovenrivierdijken

Op aspecten de Bovenrivierdijken betreffende, die door klimaatverandering hogere rivieraftoeren zullen krijgen te verduren, wordt in dit rapport niet ingegaan. Wel is aangegeven dat bij een gesloten Noordzeewering voldoende waterberging achter de wering aanwezig moet zijn om al het rivierwater te kunnen afvoeren op de Noordzee. Dit is het geval bij het gegeven voorontwerp.

Consequenties voor de bestaande hoofdwaterkeringen, inclusief kunstwerken

Door de aanleg van de Noordzeewering zullen alle hoofdwaterkeringen langs de huidige kust, inclusief de daarin aanwezige kunstwerken, behalve die aan de zeezijde van de Waddeneilanden en ten oosten van de Eemshaven, hun primaire functie verliezen, zijnde de veiligheid tegen overstrooming door de Noordzee. Ook bijzondere kunstwerken zoals de Oosterscheldekering, de Haringvlietdam en de Maeslantkering en bijvoorbeeld het sluis- en pompcomplex in IJmuiden. Deze kunstwerken zijn namelijk niet ontworpen op de te verwachten zeespiegelstijging en hebben bovendien een levensduur van 100 jaar. Dit kan betekenen - om misinvesteringen te voorkomen bij bijvoorbeeld de huidige geplande versterking van sluizen en gemalen - het huidige HWBP-budget van 16,9 miljard euro (stand 2025) voor de versterking van nu afgekeurde hoofdwaterkeringen te herverdelen ten bate van het ontwerp en de aanleg van de Noordzeewering. Dit kan ook gelden voor de beheers- en onderhoudskosten van al deze huidige hoofdwaterkeringen. Tenzij wordt besloten om deze hoofdwaterkeringen en kunstwerken als 2^e verdedigingsring, met een lagere hoogte dan de Noordzeewering, tegen overstrooming vanuit de Noordzee qua waterkerende functie te behouden. Dat is uiteraard een politieke keuze.

Nieuwe kunstwerken

In de Noordzeewering zullen 5 grote nieuwe sluiscomplexen en, al dan niet hiermee gecombineerd, ook grote pomp- en spuicomplexen moeten worden gebouwd voor de ontsluiting van alle havens en om al het afstromend rivierwater op de Noordzee te kunnen spuien bij het afsluiten van de wering bij stormvloed, alsook definitief bij een bepaalde hoogte van de zeespiegelstijging. Het sluitpeil zal nog moeten worden bepaald, maar een hoogte van NAP +3.00 meter lijkt in het gerede te liggen.

Consequenties voor de Waddenzee en voor de natuur, mogelijk ook voor de Waddeneilanden

Met bovengenoemd alignement zal bijvoorbeeld de Waddenzee niet meer in verbinding staan met de Noordzee, zullen Natura-2000 gebieden worden doorkruist dan wel verloren gaan, gaan visserijgronden verloren en zullen veerdiensten van en naar de Waddeneilanden niet meer nodig zijn. Consequenties zijn te verwachten voor met name de bestaande flora en fauna. Veranderingen hierin zijn echter op termijn ook te verwachten bij een open Waddenzee. Als gevolg van de voorziene zeespiegelstijging en een open Waddenzee, dus zonder Noordzeewering, zijn ook verregaande gevolgen voor het ecosysteem te verwachten; immers de Waddenzee zal op termijn niet meer droog komen te liggen bij eb. In onderhavige studie zijn alternatieven voor het tijdelijk behoud van de Waddenzee beschreven, maar deze zullen naar mijn mening op den duur niet houdbaar zijn. Bovendien zullen de Waddeneilanden bij een open Waddenzee dan ook allen aan de zuidoostzijde moeten worden versterkt. Politieke keuzes zullen nodig zijn voor het al dan niet behoud van de



Waddenzee en de Waddeneilanden. Vanuit cultuur-historisch, toeristisch en financieel oogpunt is in deze studie ervan uitgegaan dat de Waddeneilanden worden versterkt door op de koppen ervan dijken verborgen in de duinen aan te leggen en de zeegaten tussen de eilanden af te sluiten met dammen.

Inpolderingen en (ultieme) kansen

Zoals in de inleiding hiervoor gesteld, ontstaat door de aanleg van de Noordzeewering een scala aan meeliftkansen om ook het hoofd te bieden aan de maatschappelijke uitdagingen waarvoor Nederland nu staat en in de nabije toekomst zal komen te staan. Immers, naar verwachting zal de bevolking in 2070 zijn gegroeid tot nagenoeg 21 miljoen inwoners, met alle extra uitdagingen vandoen. En 2070 is al snel. De meeliftkansen staan (tezamen met de Noordzeewering en bepaalde consequenties) in de onderstaande tabel. Wellicht zijn er meer kansen, die niet in deze studie zijn geadresseerd.

Woningbouw/bedrijfsterreinen

Zoals hiervoor gesteld, kunnen in de binnenmeren achter de Noordzeewering polders worden gerealiseerd voor de bouw van nieuwe woongebieden en bedrijventerreinen. Voor een impuls aan de economische ontwikkeling van de noordelijke provincies kunnen ook woningbouwlocaties in het binnenmeer van de Waddenzee aantrekkelijk zijn, mits er ook voldoende werkgelegenheid komt. Om het interessant voor (opeenvolgende) kopers van woningen en voor ondernemers/organisaties voor vestiging van bedrijfsterreinen en dergelijke mogelijk te maken zijn voor de gronduitgifte van de poldergronden concurrerende uitgifteprijsen voorgesteld met een anti-speculatiebeding, dat bij wet dient te worden geregeld. Deze prijzen drukken de stichtingskosten, waardoor het aandeel van woningen in de huursector kan stijgen naar bijvoorbeeld 50%. Anderzijds zullen mogelijk, door het grotere aanbod van grond c.q. ruimte voor Nederland en de lagere stichtingskosten, de grond- en huizenprijzen (los van stijging van loonkosten en van materialen) in West-Nederland stabiliseren dan wel dalen.

De opbrengst voor de Overheid van de uitgifte van ongeveer 600 km² netto poldergrond kan op termijn € 200 miljard bedragen bij een (deels) voorgefinancierde kostenpost voor de aanleg van de polders van € 120 miljard. De netto-opbrengst van € 80 miljard kan ten goede komen aan de aanleg van de Noordzeewering en de aanleg van infrastructuur en natuur/bossen (voor opname van CO₂) in de polders. Deze bedragen zijn conservatief afgeschat, zodat de netto-opbrengst van € 80 miljard wellicht hoger is.

Verplaatsing Schiphol en Tata Steel

De vraag kan worden gesteld of het opportuun is om de luchthaven Schiphol (en het vervallen van Rotterdam The Hague Airport) en Tata Steel te verplaatsen. Dat hangt ook van de te maken (politieke) keuzes af, ondersteund door de op te stellen business cases, maar ook gegeven voornoemde bevolkingsgroei, van Nederland en de wereld. Hierbij kan meespelen, dat Schiphol tot 2035 € 10 miljard euro wenst te investeren in de luchthaven voor een nieuwe terminal, verbeterde bereikbaarheid en duurzamere pieren. Mogelijk dat dit geld ook kan worden ingezet voor de verplaatsing van de luchthaven.

De voordelen zijn evident: een veel efficiëntere luchthaven met mogelijk ook nachtelijke vliegbewegingen en een Tata Steel met een efficiënter productieproces met betere milieueffecten dan nu. Mogelijk dat de door het (demissionaire) kabinet toegezegde steun aan Tata Steel van 2 miljard euro om de staalfabriek duurzamer te maken, hierbij kan worden betrokken. De vrijgekomen gebieden kunnen dan voor woningbouw en/of natuurontwikkeling/bossen (voor opname CO₂) worden gebruikt.

Nr	Onderwerp	Stakeholder(s)	Geld, prijspeil 2025 €
	Aanleg volledige Noordzeewering met effecten, rijksoverheid trekkend		
1	Aanleg wering, veiligheid NL, 1 miljard m ³ bouwstof nodig, inclusief zandmotoren	Overheid (Nederlanders)	Maximaal - € 365 miljard. Zie paragrafen 13.3 en 14.1; financiële dekking zie paragraaf 14.2
2	Kortere kustlijn met minder hoge faalkans, verkorting van bestaande kustlijn met ongeveer 160 km	Overheid/waterschappen	Vrijkomend geld door verkorting, uit budgetten HWBP en waterschappen
3	Vervanging/onderhoud bestaande keringen	Overheid (HWBP), water- en havenschappen	Vrijkomend geld door geen vervanging en minder beheer/onderhoud, uit budgetten HWBP, water- en havenschappen
4	Aanleg 5 nieuwe sluis- en pomp/spuiccomplexen, zonder stormvloedkering(en) tussen de Waddeneilanden ¹⁾	Overheid	- € 16 miljard, zie paragraaf 13.3
5	Aanleg polders en uitgifte 600 km ² grond, 7 miljard m ³ bouwstof nodig	Overheid	Netto-opbrengst groter dan + € 80 miljard
6	Minder verzilting	Overheid, waterschappen, Land- en Tuinbouw Organisatie Nederland (LTO)	Leverd geld op, moeilijk te kwantificeren, door LTO?
7	Belastingen	Overheid, waterschappen	Leverd veel geld op, door economen te bepalen
8	Werkgelegenheid	Overheid, werklozen	Leverd veel geld op, door economen te bepalen
9	PAC ²⁾	Overheid	- € 15 miljard
	Meeliftkansen, stakeholders verantwoordelijk, rijksoverheid initiërend		
10	Zoet- en drinkwaterreservoirs	Overheid, waterschappen, drinkwaterbedrijven	Kost per stuk afhankelijk van de situatie € 200 miljoen, maar levert ook geld op, dus minstens neutraal
11	Kern/thoriumreactoren (meerdere zijn nodig)	Energieconcerns	Kost per stuk afhankelijk van de situatie € 11,5 miljard, maar levert ook geld op, dus minstens neutraal
12	Eindberging kernafval (1 nodig)	COVRA	Kost afhankelijk van de situatie € 4 miljard, maar levert ook geld op, dus minstens neutraal
13	Ondergrondse CO ₂ -opslag onder de Noordzee, 2,5 megaton CO ₂	Industrieën	Kost per stuk afhankelijk van de situatie € 600 miljoen, maar levert ook geld op, dus minstens neutraal
14	Verplaatsing Schiphol en vervallen Rotterdam The Hague Airport, levert 180.000 woningen op voor ongeveer 360.000 mensen. Uitbreiding	Schiphol/Rotterdam The Hague Airport, NS/Prorail, projectontwikkelaars. Ministerie van Defensie.	Door economen, projectontwikkelaars en Ministerie van Defensie te bepalen.



	met militaire faciliteiten. In gebruik name Lelystad Airport.		Levert uiteindelijk geld op
15	Nieuwe woongebieden in binnenmeren, meer dan 1,25 - 3 miljoen woningen voor 2,5 - 6 miljoenen mensen	Projectontwikkelaars, NS/Prorail	Door projectontwikkelaars en NS/Prorail te bepalen, levert geld op
16	Bedrijventerreinen en industrieparken	Ondernemers	Door ondernemers te bepalen, levert geld op
17	Verplaatsing Tata Steel	Tata Steel	Door Tata Steel in overleg met de Overheid te bepalen, vooralsnog neutraal
18	Uitbreidingen Maasvlakte en Amsterdams havengebied met zo nodig militaire faciliteiten	Port of Rotterdam, Port of Amsterdam, NS/Prorail, Ministerie van Defensie	Door de havenschappen, Ministerie van Defensie en NS/Prorail te bepalen, levert geld op
19	Grote stortplaatsen in binnenmeren en/of in te dempen zandwinputten	Provincies, gemeenten	Door provincies en gemeenten te bepalen, vooralsnog neutraal
20	Windmolenparken (met subsidiestromen)	Energieconcerns	Rendement onduidelijk, kost Overheid miljarden aan subsidies
21	Nationaal asielzoekerscentrum	Overheid (Centraal Orgaan opvang Asielzoekers (COA))	Levert minder kosten op dan nu, door COA te bepalen
22	Recreatieve voorzieningen	Koninklijke Horeca Nederland (KHN), Vereniging van Recreatieondernemers Nederland (Recron), ondernemers	Levert geld op, door ondernemers te bepalen
23	Meeliftkansen van andere partijen!?	?	?
	Nadelige consequenties		
24	De visserij en de flora/fauna	Nederlandse Vissersbond, natuurverenigingen, Overheid	Kost geld, afhankelijk van mitigerende maatregelen
25	Verleggen kabels en leidingen, ontbinden contracten	Alle in aanmerking komende stakeholders, Overheid	Kost geld, afhankelijk van de situatie

¹⁾ De bouw van 1 of meer stormvloedkeringen in de zeegaten tussen de Waddeneilanden als mitigerende maatregel voor het tijdelijk handhaven van de Waddenzee is niet meegenomen. De kosten van overige mitigerende maatregelen zullen binnen de bandbreedten van de overige overheidskosten vallen.

²⁾ Pomp Accumulatie Centrale.

Energie versus verkrijgen extra locaties voor woningbouw/natuur/bossen

In dit rapport worden energiebronnen besproken zoals kerncentrales, thorium reactoren, Pomp Accumulatie Centrales (PAC's) en windmolen- en zonnepaneelparken. Elke bron heeft zijn merites. Het verdient aanbeveling om - gegeven de afbouw van het gebruik van fossiele brandstoffen, de toename van de elektrificatie (door onder andere elektrische voertuigen en de toepassing van nieuwe technologieën zoals kunstmatige intelligentie) - de gewenste verhouding en de maatschappelijke consequenties tussen respectievelijk van al deze bronnen te bepalen om tot de juiste politieke beslissingen, de juiste vestigingslocaties en dus tot goede kapitaalsinvesteringen te kunnen komen. Hierbij zal ook geanticipeerd moeten worden op de te verwachten maatschappelijke veranderingen, zoals de demografische ontwikkeling van Nederland tot 2070 met nagenoeg 21 miljoen mensen.

Recent is bekend gemaakt dat Nederland, tezamen met 8 andere landen en bedrijven, gezamenlijk 1.000 miljard euro gaan investeren in de bouw van nieuwe windturbineparken in de Noordzee. Dat hebben ze aangekondigd op de Noordzeetop van januari 2026 in Hamburg. Het doel is om tegen 2050 300 gigawatt windenergie op de Noordzee te realiseren (8 keer zo veel windenergie als nu). Dit gaat met miljarden aan subsidies gepaard, voor Nederland nu € 4 miljard.



Echter, bij keuze voor de bouw van voldoende veilige en stabiel energieleverende kern-/thoriumcentrales in inpolderingen van de binnenmeren, op strategisch gekozen locaties zonder dat de Noordzeewering er al ligt, kan geheel Nederland ook redelijk snel volledig worden voorzien van energie. Windmolenparken (op zee en op land) en zonnepanelenparken zullen dan niet meer nodig zijn en (na einde levensduur) worden ontmanteld. Het hiermee vrijkomende land, buiten de 600 km² die Nederland er al in potentie verkrijgt door de aanleg van de Noordzeewering en de inpolderingen, komt dan weer vrij voor andere functies, zoals woningbouw en/of natuurgebieden/bossen (voor opname van koolstofdioxide). Onteigening van land voor woningbouw behoeft dan niet meer plaats te vinden.

Deze keuze zal afhangen van de nucleaire ambities van de Overheid. Bij keuze voor kernenergie zal de planning belangrijk zijn, gegeven dat de polders voor kern-/thoriumreactoren eerst moeten worden gerealiseerd en de bouw van elke kern- dan wel thoriumreactor minstens 10 jaar in beslag neemt. In ieder geval ontstaat er dan een geheel andere (subsidie)geldstroom en continu leverende schone energie, zonder afhankelijk te zijn van zon en wind.

De aanleg van een nationaal Asielzoekerscentrum (AZC)

Een gevoelig onderwerp. Maar het is evident, dat - als in de toekomst nog opportuun - een modulair opgezette, veilige en stabiele opvanglocatie vele voordelen biedt, mits ook voldoende voorzieningen worden gecreëerd. Op de dag van vandaag is er een versnippering van klein- dan wel grootschalige (nood)opvanglocaties in ons land, dus (kosten)inefficiënt, legt dit druk op gemeenten en hun bewoners en nemen deze locaties gebouwen en ruimten in beslag waarvoor betere bestemmingen voor gevonden kunnen worden. Bijvoorbeeld voor huisvesting voor mensen uit deze gemeenten.

Een dergelijk nationaal AZC in een gebied in de binnenmeren kent deze nadelen niet en levert een beheersbaar en snel proces van intake van asielzoekers tot eventuele huisvesting en integratie in een Nederlandse gemeente dan wel uitplaatsing op. Dit alles schept structuur en duidelijkheid en zal uiteindelijk ook goedkoper zijn dan nu gebeurt.

Kosten en financiering

Een plan zonder financiële dekking is geen plan. Daarom is in deze studie veel aandacht gegeven aan dit belangrijke aspect (zie ook de kostenschattingen in de voorgaande tabel). Dit zal, zoals eerder gesteld, ook moeten gebeuren voor andere plannen die worden ontwikkeld als maatregel tegen zeespiegelstijging. Dan kunnen een goede vergelijking en keuzes worden gemaakt voor de meest haalbare plannen, inclusief een beoordeling van de maatschappelijke consequenties en de mogelijke (meelift)kansen behorend bij elk plan.

De aanleg van de Noordzeewering en de polders (600 km², afhankelijk van de uitwerking van de plannen) kosten maximaal € 365 respectievelijk € 120. De opbrengst voor de Overheid van de uitgifte van de poldergrond kan op termijn € 200 miljard bedragen. De netto-opbrengst van € 80 miljard op de uitgifte van de poldergrond is conservatief afgeschat en kan ten goede komen aan de aanleg van de Noordzeewering en de aanleg van infrastructuur en natuur/bossen (voor opname van CO₂) in de polders.

De benodigde financiële dekking van de aanleg van de Noordzeewering is verzekerd door een extra heffing van € 10/jaar op de watersysteemtaak van de waterschapsbelasting voor alle nu ongeveer 11 miljoen belastingplichtigen. Dit is uitlegbaar. Deze extra heffing dient door de waterschappen te worden geïnd, waarbij de gelden in het op te zetten 'Fonds Noordzeewering' komen. De netto-opbrengst van € 80 miljard voor de kosten van de polders en de uitgifte van de poldergronden kan ook in dit Fonds komen. Dit Fonds dient onder het



beheer van het Ministerie van Financiën te komen. Deze financiële constructie dient bij wet te worden geregeld.

De groei van dit Fonds, exclusief de genoemde € 80 miljard, is als volgt bij beleggingen over verschillende periodes:

Contante waarde in 2025 bij verhoging bedrag watersysteemtaak met € 10/jaar voor 11 miljoen belastingplichtigen					
Rendement 6%/jaar over 50 jaar	Rendement 8%/jaar over 50 jaar	Rendement 6%/jaar over 75 jaar	Rendement 8%/jaar over 75 jaar	Rendement 6%/jaar over 10 jaar	Rendement 8%/jaar over 10 jaar
€ 101 miljard	€ 258 miljard	€ 652 miljard	€ 2650 miljard	€ 2 miljard	€ 2,4 miljard

Financiële dekking Noordzeewering

Deze groeicijfers zijn in feite veel hoger, want er is nog geen rekening gehouden met het door het kabinet ingezette beleid om de komende jaren totaal 1 miljoen woningen te bouwen en ook niet met de verwachting dat Nederland in 2070 nagenoeg 21 miljoen mensen zal tellen, dus ongeveer 3 miljoen meer dan nu.

Met de volgende financiële baten is geen rekening gehouden voor de financiële dekking van de aanleg van de Noordzeewering, deze worden beschouwd als reserves:

- ✓ De netto-opbrengst van de poldergronden van minimaal € 80 miljard.
- ✓ De huidige kustlijn wordt met 160 km ingekort, een groot financieel kostenvoordeel in termen van beheers- en onderhoudskosten. De waardering hiervan dient te worden bepaald tussen en in overleg met de waterschappen/havenschappen en het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat.
- ✓ Belastingen (bijvoorbeeld btw en vennootschaps- en vermogensbelasting) en de werkgelegenheid zullen toenemen. Dit laatste betekent voor het Ministerie van Financiën per saldo minder werkloosheidsuitkeringen en meer loonbelasting. Deze extra inkomsten dienen te worden gewaardeerd.

De kosten en financiële dekking van de meeliftkansen dienen te volgen uit de business cases van de stakeholders. Er wordt vanuit gegaan, dat de Port of Rotterdam en Port of Amsterdam de uitbreiding van de Maasvlakte respectievelijk de eventueel gewenste herontwikkeling van het Amsterdams havengebied zelf financieren.

Zoals uit de titelpagina blijkt, zal de start van de aanleg van de Noordzeewering wellicht ergens aan het eind van deze eeuw liggen (mits de versnelling van de zeespiegelstijging niet doorzet). Uit de in voorgaande tabel vermelde dekkingen en bovengenoemde reserves blijkt, dat het onderzoek, het ontwerp en de aanleg van de Noordzeewering inclusief kunstwerken en de inpolderingen (ongeveer 600 km²) financieel gezien zijn te dekken. De voorgestelde reservering van € 250 miljoen voor het 10-jarig onderzoek naar de diverse maatregelen tegen overstroming is hierbij ook ruimschoots gedekt. Zo wordt besloten om al binnen een aantal jaren te starten met de verzilvering c.q. de aanleg van de hierna genoemde ultieme kansen, kan ook uit het Fonds Noordzeewering worden geput.

Ultieme kansen

Voor de verzilvering van de kansen zijn inpolderingen nodig, zoals toentertijd ook is gedaan in de Zuiderzee, achter de Afsluitdijk. De polderdijken worden beschermd door de Noordzeewering en kunnen in die zin een hoogte krijgen op 5 m + NAP. In geval besloten wordt voor voornoemde 2^e verdedigingsring moeten de polderdijken op 10 m + NAP worden



aangelegd, alsmede moeten dan ook alle huidige hoofdwaterkeringen in het kustgebied deze hoogte hebben. Zo dit nog niet zo is, geeft dit een extra benodigde kapitaalsinvestering welke niet is opgenomen in dit rapport. De polderdijken moeten ook op 10 m + NAP worden aangelegd, indien besloten wordt om de meest opportune meeliftkansen al snel in uitvoering te nemen, dus nog zonder de aanwezigheid van de Noordzeewering. Ultieme kansen dus, waarvoor politieke wil nodig is. In dit rapport zijn alles overziende en mede gegeven de vraag naar woningbouw en energie en de wens van de Port of Rotterdam, de volgende pilots voorgesteld, ook om ervaring op te doen bij het werken in near- en offshore condities:

- 1 De uitbreiding van de Maasvlakte, met ook een militair vliegveld en faciliteiten voor de aanlanding en verplaatsen van geallieerd militair materieel. Gefinancierd door de Port of Rotterdam, Ministerie van Defensie en Prorail.
- 2 Woningbouw in een polder op de reeds voor de kust van Kijkduin c.q. Ter Heide ontwikkelde zandlichamen als gevolg van de al aangelegde zandmotor.
- 3 De compartimenterings- c.q. polderdijken ten westen van IJmuiden en het gedeelte van de Noordzeewering hiertussen, en ook de polder voor woningbouw voor de kust van IJmuiden en zandlichamen voor de verplaatsing van Schiphol, inclusief een militair vliegveld, en een nationaal AZC.
- 4 Zandlichamen en een zandmotor voor de kust van Velsen voor een kern-/thoriumreactor en Tata Steel.
- 5 Zandlichamen ten zuiden van Rottumeroog voor een kern-/thoriumreactor en een opslag voor kernafval, zo bij deze laatste in de diepe ondergrond een goede laag Boomse klei aanwezig is.

De punten 2 tot en met 5 dienen hierbij te worden (voor)gefinancierd door de Overheid. Dit naar gelang de Rijksbegroting dit nu toelaat, waarbij aangetekend dat sprake kan zijn van andere dan wel verplaatsing van geld- en miljarden subsidiestromen (zie onder andere de huidige geldreservering voor woningbouw en energietransitie en de subsidies voor Tata Steel en windmolenturbineparken) en enige dekking uit het Fonds Noordzeewering. Wellicht kunnen ook andere partijen (voor)investeringen doen.

Het verdient aanbeveling om de voornoemde verhoging van € 10 per jaar voor de watersysteemtaak zo snel als mogelijk bij wet te regelen. Dit geeft de mogelijkheid voor een snelle groei van het Fonds Noordzeewering.

Governance, communicatie en onderwijs

Zo het onderhavig plan voor de Noordzeewering en inpolderingen wordt omarmd, zo ook de verzilvering van voornoemde ultieme kansen, dient/dienen:

- ✓ De diverse overheden en (non-)private partijen gezamenlijk te werken aan de onderzoeken naar de mogelijke maatregelen tegen overstroming en alle mogelijke meeliftkansen. Dit vooral om ook de baten inzichtelijk te maken: voor de Overheid en de private partijen.
- ✓ De huidige Governance te worden gehandhaafd met het Ministerie van Infrastructuur als verantwoordelijk lichaam voor het Nationaal Deltaprogramma en uitvoering hiervan onder leiding van de Deltacommissaris. Het onderzoek naar de haalbaarheid van de Noordzeewering evenwel parallel aan het huidig lopend onderzoek. Met een begeleidingscommissie gevormd door top-experts uit de ministeries en (non-)private partijen, waaronder top-ingenieurs die hun sporen hebben verdiend op het gebied van de civiele, bouw- en elektrotechniek. Daarmee wordt elk beleids- en kennisveld gedekt.



- ✓ Een goede communicatiestrategie te worden opgezet met:
 - Nederlanders, met name met die die in de kustgemeenten wonen. Het onderwerp Waterveiligheid is immers belangrijk genoeg. De stormvloedramp van 1953 zit bij vele Nederlanders niet meer in het hoofd en voorkomen moet worden dat 'het mijn tijd wel zal duren'.
 - de buurlanden België en Duitsland, mogelijk ook Denemarken,
 - natuur- en visserijorganisaties,
 - de kustprovincies, -waterschappen en -gemeenten ook voor wat betreft het latere bevoegd gezag met betrekking tot de inpolderingen en de binnenmeren (nieuwe provincie, gemeenten en waterschappen?), waarbij het Rijk te zijner tijd voor de overdracht van met name de inpolderingen dient te zorgen.
- ✓ Onderzoek te worden uitgevoerd naar de te volgen procedures, vooral om verdragende wet- en regelgeving zo veel als mogelijk te voorkomen en waar nodig vooraf aan te passen. Vooral de regelgeving rond bijvoorbeeld de visserijwetten, Natura 2000 gebieden, veerdiensten, militaire oefengebieden, zeerecht en eerder aangegane contracten over bijvoorbeeld concessies voor zandwinning⁹ en delfstoffenwinning (gas en olie en dergelijke) verdienen aandacht om te bespreken met de daarvoor in aanmerking komende partijen. Daarnaast dient rekening te worden gehouden met het voorkomen van belemmeringen die bijvoorbeeld nieuwe windmolenparken of andere grote infrastructuur projecten op zee kunnen geven bij de aanleg van de Noordzeewering en inpolderingen.

Zo is recent op de Noordzeetop in Hamburg bekend gemaakt, dat Nederland, tezamen met 8 andere landen en bedrijven, gezamenlijk tot 2050 1.000 miljard euro gaan investeren in de bouw van nieuwe windturbineparken in de Noordzee.

Verder is het zogenaamde Porthos-project (Shell et al) voor CO₂-opslag onder de Noordzee op 20 circa km uit Hoek van Holland mogelijk reeds gestart dan wel gerealiseerd en heeft het Ministerie van Klimaat en Groene Groei in september 2025 zijn voornemen gepubliceerd om ondergrondse buisleidingen voor waterstof en koolstofdioxide aan te leggen in de zogenaamde Delta Rhine Corridor (DRC). Het is evident dat dergelijke grote projecten kunnen conflicteren met de aanleg van de Noordzeewering en inpolderingen.
- ✓ Op het beleidsveld Onderwijs - gezien het grote tekort aan (goed opgeleid) personeel voor vele sectoren, zoals in de technische sectoren, de zorg en defensie - adolescenten, studenten, jongvolwassenen en werklozen te worden gestimuleerd om zich te laten (her)scholen in beroepen die ertoe zullen gaan doen.

Itererend proces samenwerking Overheid met marktpartijen, met business cases

Om langdurige en tijdrovende procedures te vermijden, kunnen voornoemde ultieme meeliftkansen, onder regie van en betaald (al dan niet via alliantie- dan wel samenwerkingscontracten) door het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, met behulp van business cases worden ontwikkeld door marktpartijen. Dit in eendrachtige samenwerking met de Overheid en waar nodig met andere (non)private partijen. Hierbij kunnen bijvoorbeeld de volgende partijen worden betrokken (in willekeurige volgorde genoemd):

- ✓ Investeerders zoals pensioenfondsen, banken en verzekeringsmaatschappijen.
- ✓ Projectontwikkelaars.

⁹ In 2027 lopen de vergunningen voor de huidige zandwinningsperiode af en zullen beslissingen moeten worden genomen over de zandwinningstrategie in de Noordzee. Het zal nodig zijn, gegeven de mogelijke aanleg van de Noordzeewering en de realisatie van de meeliftkansen, de beperkingen voor zandwinning zo veel als mogelijk op te heffen.



- ✓ Stakeholders van mogelijke meeliftkansen, zoals bijvoorbeeld energieconcerns, industrieën, luchthaven Schiphol, havenschappen (met name de Port of Rotterdam), NS/Prorail.
- ✓ Grote aannemers in de weg- en waterbouw en bouwsector.
- ✓ Ingenieurs- en adviesbureaus op het gebied van onder andere ruimtelijke ordening, planologie, stedenbouw, verkeerskunde, civiele techniek en ecologie.
- ✓ Kennisinstituten en universiteiten.
- ✓ Provincies, waterschappen en gemeenten.
- ✓ Milieuorganisaties.
- ✓ De daarvoor in aanmerking komende ministeries (zie hiervoor)

In aanmerking komende en uitsluitend Nederlandse marktpartijen¹⁰ dienen hierbij na een marktconsultatie (met transparante eisen en met uniforme tariefstelling) onderhands te worden uitgenodigd, waardoor een tijdrovende Europese aanbesteding wordt voorkomen. De vooral unieke meeliftkansen kunnen via business cases worden ontwikkeld. Deze ontwikkeling dient op basis van in eerste instantie grove ruimtelijke ordeningsplannen te starten, waarna de marktpartijen hun business cases gaan opzetten. Door deze plannen en business cases verder te verfijnen en vervolgens vice versa te communiceren tussen de betrokken partijen ontstaat een itererend proces om uiteindelijk de haalbaarheid en financiering van de plannen voor de Overheid en de (unieke) meeliftkansen voor de marktpartijen goed te kunnen beoordelen. Dit lijkt een efficiënte aanpak voor de verzilvering van de unieke meeliftkansen en voorkomt langdurige, jarenlange, procedures. Zodra de plannen gereed zijn, kunnen deze onderhands en met marktwerking op de Nederlandse markt worden aanbesteed.

Met het voorgaande hebben alle partijen alle aspecten in samenhang met elkaar beoordeeld. De totale vraag naar ruimte en de stapsgewijze ontwikkeling daarvan worden afgewogen in relatie tot bijvoorbeeld ondernemen, planning, energie, verduurzaming, economie c.q. kapitaalsinvestering, mobiliteit, landschap, milieu en leefomgeving (wonen, werken en recreëren). Wat past wel of niet en onder welke voorwaarden?

Filmpje Deltawerken en Maeslantkering, economische groei

Graag nodig ik u uit om het volgende Engelse filmpje 'How the Dutch Realized this Insane Megaproject' te bekijken

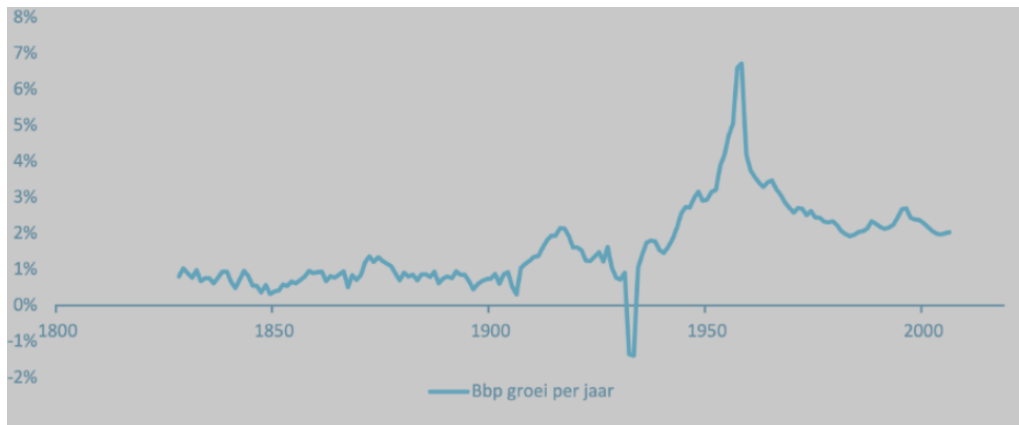
<https://youtu.be/76sFFiwPJ9E?si=a87ZtWypKLIDF6by>

dat gaat over de aanleg van de Deltawerken en Maeslantkering (op de reclame kunt u doorklikken). De bouwtijden hiervan waren 34 jaren (1953 - 1987) respectievelijk 6 jaren (1991 - 1997). De Deltawerken werden onder aanvoering van ir. Johan van Veen ontworpen om ons land na de Stormvloedramp van 1953 te beschermen tegen hoogwater vanuit de Noordzee. Het bestaat uit 5 stormvloedkeringen, 2 sluizencomplexen en 6 dammen. De Maeslantkering is 's werelds grootste stormvloedkering met bewegende deuren en automatische sluiting bij hoogwater. Voor die tijden technische hoogstandjes. Deze werken zijn een voorbeeld van samenwerking tussen ingenieurs, aannemers en overheden en zijn wereldwijd erkend als een meesterwerk van menselijke vindingrijkheid.

Zoals in de voorgaande inleiding gesteld, bestaat tevens het vooruitzicht van ook economische groei bij de aanleg van de Noordzeewering en de inpolderingen. Ter illustratie:

¹⁰ Mogelijk dient met name expertise op het gebied van kern-/thoriumenergie uit het buitenland te worden betrokken.

kort na de Stormvloedramp van 1953 was de economische groei meer dan 8%, zoals in het filmpje is aangegeven en ook door het Centraal Planbureau (CPB) is gepubliceerd.



Bbp¹¹ groei per jaar sinds 1800 (bron: CPB)

Innovaties

In het Nationaal Delta- dan wel HWBP-programma bestaat de mogelijkheid om kansrijke innovaties in de tot 2050 geplande en nog in te plannen versterkingen van de hoofdwaterkeringen in uitvoering te nemen. Het gaat dan om bijvoorbeeld proces- en technische innovaties. In deze studie komen de volgende mogelijk interessante innovaties voor, die tot kostenreducties dan wel een andere synergetische en minder tijdrovende aanpak van (grootschalige) projecten kunnen leiden. Indien succesvol kunnen deze innovaties worden ingezet bij ook de aanleg van de Noordzeewering en de inpolderingen:

- ✓ **Onderzoek indringing lengte wateroverspanningen in het Basisveen**
Onderzoek naar de indringing van het - tijdens hoog water - overspannen diepe grondwater vanuit het Pleistocene zand in de erboven gelegen grondlagen kan meer realistische waarden geven, waardoor een gunstigere veiligheidsfactor wordt verkregen en waterkeringen niet behoeven te worden afgekeurd en versterkt. Dit scheelt veel geld.
- ✓ **Versterkt sediment**
Versterkt sediment is een innovatieve bouwstof waarmee al ervaring is opgedaan. Afhankelijk van de gewenste toepassing kan van bagger c.q. een ingangssediment een klei- dan wel steenachtige bouwstof worden gemaakt. Er kan bijvoorbeeld gebruik worden gemaakt van het opgebaggerd sediment uit de havens en vaargeulen (jaarlijks 30 miljoen m³), dat nu in de Noordzee wordt gestort. Als toepassing kunnen bijvoorbeeld kernen van waterkeringen ondoorlatend worden gemaakt. Op dit moment bevindt deze innovatie zich op Technology Readiness Levels (TRL) 9 niveau.
- ✓ **Kunstgras^{®12}**
Thans vindt een doorontwikkeling van kunstgras plaats naar de toepassing van bekledingsmateriaal op binnenbelopen van waterkeringen, met uitzicht op ook toepassing op buitenbelopen. Het voordeel ten opzichte van conventioneel gras op klei is, dat kunstgrasmatten veel minder onderhoud behoeven. Daarnaast wordt verwacht dat kunstgrasmatten sterker, erosiebestendiger en dus overloopbestendiger zijn dan grasmatten. Zo uit onderzoek zal blijken dat dit laatste zo is, kunnen

¹¹ Het bbp, of bruto binnenlands product, is de totale toegevoegde waarde van alle in een land geproduceerde goederen en diensten gedurende een bepaalde periode, meestal een jaar. Het bbp wordt gebruikt als een belangrijke indicator voor de economische prestaties van een land en omvat de waarde van de productie van zowel bedrijven als de overheid. Een stijging van het bbp kan wijzen op economische groei, terwijl een daling kan duiden op een krimp van de economie.

¹² © Patent pending.



waterkeringen wat lager worden aangelegd, wat tot een grote kostenbesparing en minder ruimtebeslag leidt. Op dit moment bevindt deze innovatie zich op Technology Readiness Levels (TRL) 6 - 7.

✓ **Zandbanken onder water volgens het principe van Bouwen met de Natuur**

Het idee is geopperd om - op de voorziene plaats van compartimenterings- en polderdijken - met de aanleg van zandbanken (al dan niet met ook Versterkt sediment voor de erosiebestendigheid van de zandbanken) onder water sediment uit de zeestroming in te winnen. Op deze wijze wordt ter plaatse van toekomstige voorziene locaties 'gratis materiaal' voor onder andere landaanwinning ingewonnen. Dit met het principe van Bouwen met de Natuur, zoals ook gebeurd is met bijvoorbeeld de zandmotor voor de kust van Kijkduin. Dit vergt hydraulisch onderzoek.

✓ **Itererend proces samenwerking Overheid met marktpartijen met business cases**

Deze procesinnovatie lijkt vooral geschikt als wordt besloten om binnen een aantal jaren, dus onder tijdsdruk, te starten met de aanleg van de voornoemde ultieme meeliftkansen. Gezien het grote tekort aan woningen, komen met name inpolderingen in de Noordzee, in de Waddenzee en langs de Afsluitdijk voor woningbouw en bedrijfshuisvesting als ultieme meeliftkansen in aanmerking.

In het algemeen dienen bij de ontwikkeling van (grootschalige) projecten alle relevante aspecten in samenhang met elkaar te worden beoordeeld. De totale vraag naar ruimte en de stapsgewijze ontwikkeling daarvan worden afgewogen in relatie tot bijvoorbeeld ondernemen, planning, energie, verduurzaming, economie c.q. kapitaalsinvestering, mobiliteit, landschap, milieu en leefomgeving (wonen, werken en recreëren). Wat past wel of niet en onder welke voorwaarden? Een dergelijke ontwikkeling is complex, maar bij een goede organisatie ervan haalbaar.

Ultieme kansen kunnen worden ontwikkeld en verzilverd via business cases in samenwerking tussen onderhands uitgenodigde marktpartijen en de Overheid. De ontwikkeling dient op basis van in eerste instantie grove ruimtelijke orderingsplannen te starten, waarna marktpartijen hun business cases opstellen. Door deze plannen en business cases verder te verfijnen en vervolgens vice versa tussen betrokken partijen te communiceren, ontstaat een itererend proces om uiteindelijk de haalbaarheid en financiering van de plannen voor de Overheid en de meeliftkansen voor de marktpartijen goed te kunnen beoordelen. Dit lijkt een efficiënte aanpak in grootschalige projecten met tijdsdruk. Het voorkomt langdurige, jarenlange, procedures. Zodra de ontwikkeling gereed is, kunnen de hieruit voortkomende plannen onderhands en met marktwerking op de Nederlandse markt worden aanbesteed. Een tijdrovende Europese aanbesteding wordt hiermee voorkomen.

Overleg met andere landen

Er zijn ook ideeën geopperd om Noordwest-Europa te beschermen tegen overstroming, zoals het afdammen van het gehele Noordzeebekken tussen Engeland en Noorwegen en Engeland en België/Frankrijk, met een grove kostenschatting van 1.000 miljard euro. Het lijkt thans een utopie, dat binnen het huidige Europese bestel, gegeven de huidige geopolitieke problemen met zeer hoge kosten, onder andere voor substantiële extra defensie uitgaven, landen gaan meebetalen aan de Waterveiligheid van Nederland. Het is dus in eerste instantie zaak dat Nederland zelf het voortouw neemt in zijn eigen bescherming tegen overstroming vanuit de Noordzee voor de komende eeuwen. Dit door alle mogelijke maatregelen goed in beeld te brengen.

Het voorgaande kan leiden tot de strategie dat, met goede communicatie, mogelijk ook andere landen, waaronder België, Duitsland en Denemarken, zullen aansluiten bij de

Nederlandse planvorming over de Noordzeewering. Een voorbeeld kan hierbij zijn de toegankelijkheid van de havens van Antwerpen en Hamburg. Deze laatste om de Noordzeewering over de Duitse Waddeneilanden door te trekken naar bijvoorbeeld Cuxhaven en mogelijk zelfs tot en met de Deense eilanden in de Noordzee.



Kaart Duitse en Deense eilanden in de Wadden- en Noordzee (bron: Wadkanovaren.nl)

Dit heeft dan consequenties voor de Eemshaven en de haven van Delfzijl, maar betekent ook een gehele afsluiting van de Waddenzee.

Het is ook mogelijk dat een ander Europees plan voor de bescherming van Noordwest-Europa tegen overstroming vanuit zee zal volgen. Dit zal dan gezien de te doorlopen procedures gekoppeld aan politieke besluitvorming zeker een vertragende factor als consequentie hebben. Moet Nederland niet zelf kunnen beslissen over zijn Waterveiligheid en moet Nederland daarop wachten, vooral als de zeespiegel sneller stijgt dan eerder werd aangenomen? In ieder geval ontstaat er dan de mogelijkheid dat de kosten van de maatregelen zullen moeten worden gedeeld, in welke vorm dan ook. De tijd zal het leren.

Klimaatverandering en daardoor zeespiegelstijging zijn van alle tijden, maar wordt het warmer of kouder in Noordwest-Europa? Wat is de invloed van klimaatverandering op de warme Golfstroom? Wat met het (natuurlijk en extra) broeikaseffect? Wat is het aandeel van waterdamp versus extra CO₂-uitstoot en methaan versus extra CO₂-uitstoot bij het extra broeikaseffect?

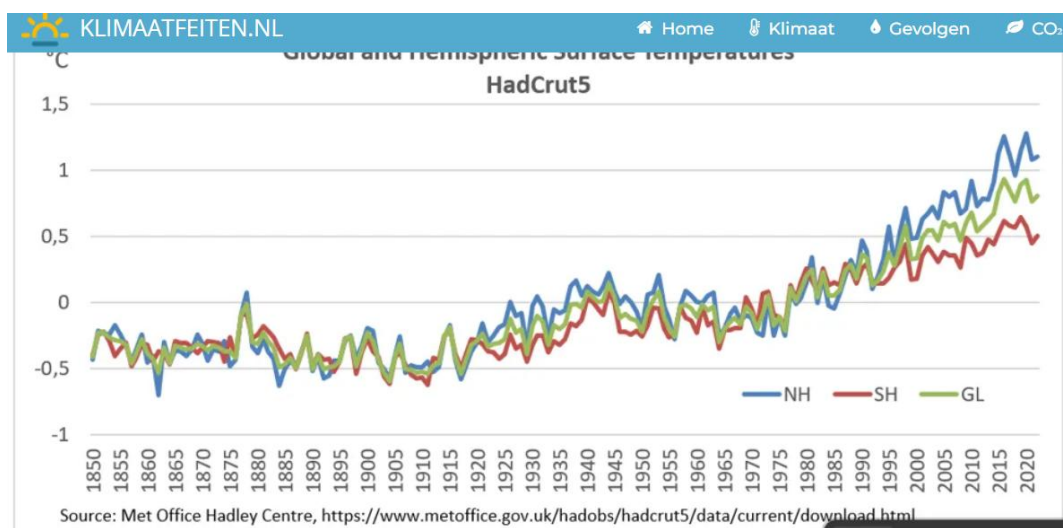
Hoewel ik geen klimaatwetenschapper ben, heb ik in deze studie ook aandacht gegeven aan deze aspecten. Vanwege het begrijpen wat er (is) gebeurt(d). Maar ook omdat er vele voor-

en tegenstanders zijn, bijvoorbeeld voor wat betreft de kostbare maatregelen tegen de extra menselijk/industriële koolstofdioxide (CO₂-) uitstoot. Waar opportuun heb ik na bestudering van de door mij doorgenomen literatuur ook mijn perceptie hiervan *in cursieve tekst* aangegeven.

In ieder geval is mijn aanbeveling - alvorens grote kapitaalsinvesteringen te doen in mitigerende en/of adaptieve maatregelen tegen klimaatverandering, de aanleg van de Noordzeewering uitgezonderd - dat de Overheid diepgaand onderzoek laat uitvoeren naar de afname in kracht van de Golfstroom en wat voor invloed dat heeft op het klimaat van met name Noordwest-Europa. Want het zou tegen de verwachtingen in wel eens kouder kunnen gaan worden. Dit onderzoek kost no regret geld, maar kan grote misinvesteringen voorkomen.

Wordt het warmer?

De wereldwijde temperatuur is sinds 1850 gemiddeld gestegen met 1,5 graad Celsius, het wordt dus momenteel wat warmer, zie onderstaande illustratie. Deze temperatuurstijging wordt door klimaatwetenschappers geweten aan het extra broeikaseffect, door met name de door de mens/industrie geïnitieerde extra koolstofdioxide (CO₂-) uitstoot vanaf de (pre-)industriële ontwikkeling (vanaf ongeveer 1750).



Afbeelding 1: Wereldtemperatuur over de afgelopen 170 jaar. De grafiek is gebaseerd op de gegevens van HadCRUT5, een wereldwijde temperatuurgegevensset van temperatuurafwijkingen van over de hele wereld. Het is goed te zien dat de temperatuur op het noordelijk halfrond sinds 1990 sneller is gestegen dan op het zuidelijk halfrond

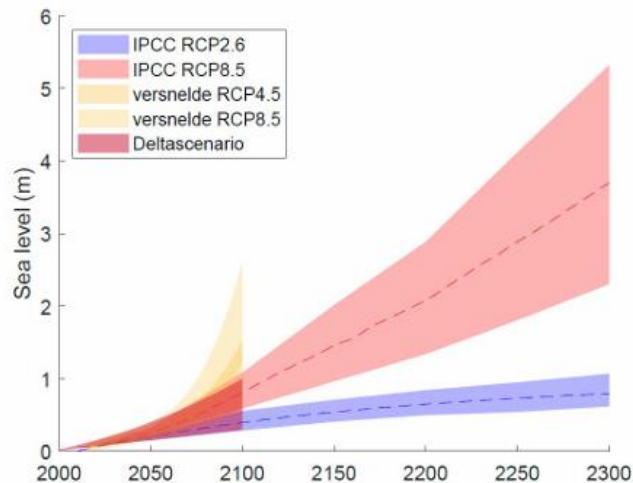
Gemiddelde wereldtemperatuur, ook op het noordelijk en zuidelijk halfrond (bron: Kennisplatform Klimaat)

Zeespiegelstijging

Door de opwarming van de aarde ontstaat klimaatverandering en hierdoor zeespiegelstijging. Klimaatverandering is geen nieuw fenomeen, het is een natuurlijk proces. De aarde heeft tot nu toe minstens vijf belangrijke ijstijden doorgemaakt. Binnen een ijstijd zijn er verschillende koudere en warmere klimatologische omstandigheden. We zitten nu in een zogenaamde interglaciale periode, welke ongeveer 2,6 miljoen jaar geleden begon met in aanvang een koude periode gevolgd door een warmere periode. Deze warmere periode startte ongeveer 12.000 jaar geleden en kenmerkt onze huidige situatie van klimaatverandering met stijgende temperaturen en zeespiegelstijging. Onderzoek heeft aangetoond dat aan het begin van deze warmere periode het twee keer is voorgekomen dat de wereldwijde zeespiegel met meer dan een meter per eeuw steeg, ook dat de zeespiegel tussen 11.000 en 13.000 jaar geleden met 37,70 meter steeg. Voor het jaar 2300 geeft het Intergovernmental Panel on



Climate Change (IPCC, het klimaatpanel van de Verenigde Naties) aan dat mondiaal gezien de zeespiegel tussen de 0,3 en 3 m zal stijgen bij lage extra CO₂-emissies en tussen de 1,7 en 6,8 m bij hoge emissies. Als rekening wordt gehouden met een mogelijk versnelde smelting van Antarctica kan dit oplopen tot zelfs 15 m. In dit verband heeft het IPCC al gemeld dat de (mondiale) zeespiegel sneller stijgt dan eerder werd aangenomen. Deze stijging is al ook gesignaleerd in de Noordzee.



Zeespiegelstijging tot 2300 volgens verschillende klimaatscenario's (bron: Waddenacademie, vanuit het IPCC)

De zeespiegelstijging voor de Nederlandse kust tussen 1900 en 2020 was ongeveer 25 cm. De scenario's voor de zeespiegel rond 2100 lopen sterk uiteen van 34 cm tot 1,25 meter boven NAP (afhankelijk van hoe sterk de ijskappen smelten en de uitstoot van broeikasgassen vermindert).

De diverse scenario's wijzen nu voor de korte termijn nog niet op grote risico's op overstroming van Nederland door de Noordzee. Gezien de hoge bevolkingsdichtheid, het in Nederland geïnvesteerd vermogen en de ligging van het westen van Nederland onder zeeniveau, hangt veel af van hoe hoog de zeespiegel zal stijgen en moeten we ondanks de onzekerheden ook rekening houden met extreme klimaatscenario's.

Het natuurlijk en extra broeikaseffect

Broeikasgassen zijn van nature voorkomende gassen. Door een deel van het zonlicht te absorberen, van de door de aarde uitgestraalde c.q. teruggekaatste warmte vast te houden en om vervolgens deze warmte in alle richtingen weer af te geven, zijn broeikasgassen de voorwaarden voor het leven op onze aarde. Ze dragen bij aan het vasthouden van warmte in de atmosfeer en daarmee aan het in stand houden van de evenwichtstemperatuur. Dit wordt het broeikaseffect¹³ genoemd. Het broeikaseffect dat zij veroorzaken is dus een natuurlijk verschijnsel. De belangrijkste natuurlijke broeikasgassen in de atmosfeer zijn waterdamp, koolstofdioxide, methaan, lachgas en ozon. Industriële broeikasgassen zijn gefluoreerde koolwaterstoffen, zwavelhexafluoride en stikstoftrifluoride. Zonder natuurlijke broeikasgassen, waaronder waterdamp als de belangrijkste, zou de gemiddelde temperatuur op aarde zo'n 33 graden lager zijn: - 18 °C in plaats van de huidige +15 °C.

De CO₂-concentratie in de atmosfeer neemt toe. Dit wordt mede veroorzaakt door menselijke/industriële handelingen - voornamelijk door verbranding van fossiele

¹³ Anders gezegd: doordat bijvoorbeeld koolstofdioxide infrarode straling absorbeert, vermindert het de uitstraling naar de ruimte van zonnewarmte die de aarde bereikt. Dit wordt het broeikaseffect genoemd, omdat in een kas een vergelijkbaar effect optreedt: kortegolfstraling kan naar binnen waar ze wordt omgezet in langegolfstraling, die niet meer kan ontsnappen.



brandstoffen, *maar ook door mens en dier via de ademhaling* - met extra klimaatverandering en extra broeikaseffect als gevolg. De extra uitstoot van CO₂ door deze handelingen geeft volgens klimaatwetenschappers de grootste bijdrage aan het versterkte c.q. extra broeikaseffect.

In bijlage 1 van dit rapport wordt nader ingegaan op deze broeikasgassen en het natuurlijk en extra broeikaseffect. Ik heb hierbij de volgende perceptie:

De 4% extra menselijke/industriële CO₂-uitstoot van de totale aardse natuurlijke CO₂-uitwisseling c.q. op een natuurlijk CO₂-voorkomen van 0,038% in de atmosfeer betekent een stijging van het totale CO₂-gehalte in de atmosfeer van 0,00152%. Deze extra uitstoot is volgens klimaatwetenschappers verantwoordelijk voor meer dan 50% van het versterkte broeikaseffect.

Het gaat er in dezen niet direct om 'hoeveel' extra CO₂-uitstoot er procentueel gezien in de atmosfeer komt, maar meer om 'wat doet de stof?' om de natuurlijke koolstofcyclus te verstoren c.q. over te belasten en dus in dit geval mede extra aardse opwarming te veroorzaken. En 'hoe en hoelang' evolueert zich deze verstoring tot er een nieuwe balans in de koolstofkringloop is, maar ook hoe past de natuur en de mens zich hierop aan. In vroegere tijden waren er ook schommelende CO₂-concentraties in de atmosfeer, waarop de natuur en de mens en het dier zich geleidelijk aanpasten. In mijn perceptie dienen juist de klimaatwetenschappers deze aspecten beter te duiden.

Het lijkt een goede zaak dat mitigerende maatregelen worden genomen om het extra broeikaseffect door extra menselijke/industriële CO₂-uitstoot op de natuurlijke klimaatverandering en het natuurlijk broeikaseffect zo veel als mogelijk te minimaliseren. Er zijn vele voor- en tegenstanders tegen deze maatregelen. Maar een extra CO₂-uitstoot van nul is niet mogelijk, alleen al door de verwachte toename van de wereldbevolking (en (zoog)dieren), wat in 2085 een vertienvoudiging is van de wereldbevolking in 1750. In 2050 klimaatneutraal zijn, is niet mogelijk.

Echter, nu komt natuurlijk waterdamp in de atmosfeer tot 185 (7/0,038) keer zo veel voor als natuurlijk CO₂ en meer dan 4600 (7/0,00152) keer als door de mens/industrie extra c.q. geïnitieerde CO₂, is waterdamp verantwoordelijk voor 80 tot 90% van het totale natuurlijk broeikaseffect op aarde en heeft waterdamp een significant aardopwarmingsvermogen. De invloed van de mens op het voorkomen van waterdamp is (nauwelijks of) niet mogelijk. Het versterkte broeikaseffect door waterdamp is hierbij sterker dan de directe invloed van extra uitstoot van koolstofdioxide. Deze invloed is wel mogelijk op de extra CO₂-uitstoot, wat nu ongeveer 0,00152% van de totale hoeveelheid koolstofdioxide op aarde is, maar volgens klimaatwetenschappers wel een versturende invloed heeft op de koolstofcyclus met extra aardse opwarming tot gevolg. Het gaat bij het voorgaande, zoals hiervoor al gesteld, niet direct om de hoeveelheid van een broeikasgas in de atmosfeer in bijvoorbeeld procenten, maar meer om wat het effect¹⁴ van dit gas doet. Maar hoe zit het met het effect c.q. de invloed van waterdamp op de aardse opwarming? Dit aspect dienen klimaatwetenschappers ook beter te duiden.

Met andere woorden: natuurlijke klimaatverandering met hogere temperaturen en dus het smelten van de ijskappen op de Zuid- en Noordpool en in het hooggebergte zal niet wezenlijk veranderen. Klimaatverandering c.q. het opwarmen van de aarde en dus zeespiegelstijging zijn vaststaande natuurlijke verschijnselen en van alle tijden. De mensheid moet zich hierop aanpassen en indien nodig hiertoe adaptatie maatregelen nemen. Het is zelfs niet bekend hoe hoog de temperaturen op aarde werkelijk zullen stijgen bij alleen

¹⁴ Misschien geen goed voorbeeld, maar een mens kan een infusie krijgen van een behoorlijke hoeveelheid voedingsvloeistof, wat goed is c.q. kan zijn, echter niet van een giftige stof waarvan een heel kleine concentratie al dodelijk kan zijn.



natuurlijke klimaatverandering, dus zonder maatregelen tegen extra klimaatverandering als gevolg van de uitstoot van extra door de mens/industrie geïnitieerde koolstofdioxide en extra waterdamp c.q. andere extra broeikasgassen.

In dit verband lijkt ook nader onderzoek nodig naar de effecten op de klimaatverandering door:

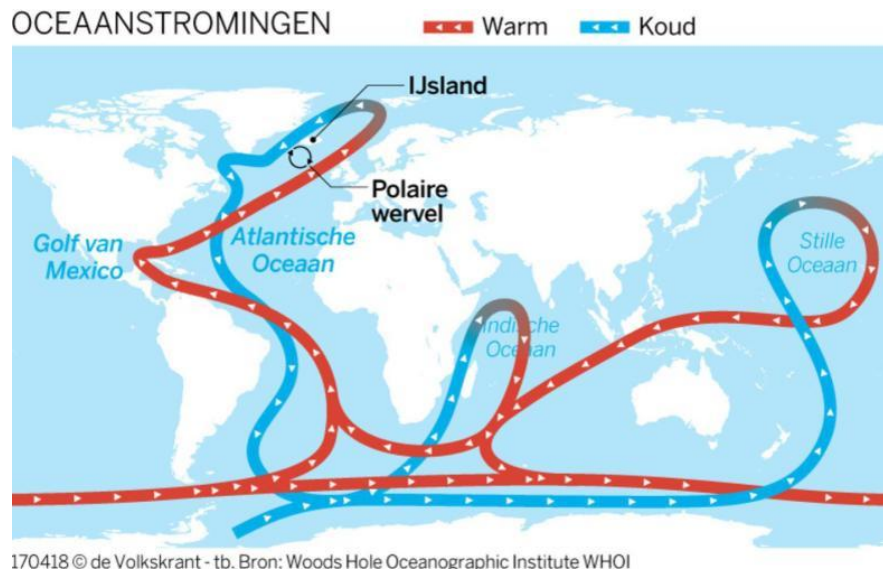
- *Oorlogshandelingen (zie de temperatuur variaties in voorlaatste grafiek van 1938 - 1945 en na 2014, met name op het noordelijk halfrond).*
- *Ontbossingen (zie Zuid-Amerika) en het verlies van mangrovebossen (zie Zuidoost-Azië) over zeer grote oppervlakten van de aarde, met als gevolg dus minder CO₂-opnamecapaciteit. Het platbranden van bossen leidt juist tot extra CO₂-uitstoot. Een dubbel effect.*
- *Wat zal het effect van het natuurlijk ontstaan van extra methaan in de atmosfeer door het ontdooien van de permafrost zijn op het broeikaseffect?*
- *En niet in de laatste plaats door de verachtvoudiging van de wereldbevolking naar 8 miljard mensen (en (zoog)dieren zeker ook) ten opzichte van 1750 en de te verwachten groei van de wereldbevolking naar 10 miljard mensen (en (zoog)dieren) in 2085.*

De effecten hiervan heb ik niet gevonden in de door mij geraadpleegde literatuur. Klimaatwetenschappers dienen voornoemde effecten beter te duiden in relatie tot de menselijke/industriële extra CO₂-uitstoot, maar ook deze uitstoot versus waterdamp als ook elk ander broeikasgas, zoals bijvoorbeeld methaan.

Zoals hierna beschreven, is het ook nog maar de vraag of het in Noordwest-Europa wel warmer wordt, mogelijk kouder door het stilvallen van de warme Golfstroom. Het onderzoek naar dit fenomeen is volgens mij prioritair.

Wordt het kouder in Noordwest-Europa?

Klimaatverandering heeft naar alle waarschijnlijkheid invloed op de processen van de oceaanstromingen, waaronder de Atlantische Meridionale Overturning Circulatie (AMOC) en daardoor de warme Golfstroom, die langs West-Europa stroomt. De Golfstroom zorgt voor het milde, zachte klimaat in Noordwest-Europa. Als de AMOC stilvalt dan wel verzwakt, zal dat ook het geval zijn voor de Golfstroom, met als gevolg een kouder klimaat, minder regenval, meer zeespiegelstijging, meer stormvloeden en lagere landbouwopbrengsten in Noordwest-Europa. Wetenschappers hebben aangetoond dat de AMOC en Golfstroom al in sterkte zijn afgenomen.



Oceaanstromingen (bron: Volkskrant)

De Golfstroom kan al in 2063 een kritisch kantelpunt bereiken. Dat is een stuk eerder dan het IPCC had aangegeven. Bij het voorgaande dient te worden bedacht, dat de natuurlijke klimaatverandering gewoon doorgaat, dus ook de zeespiegelstijging.

Alvorens grote kapitaalsinvesteringen te doen in mitigerende en/of adaptieve maatregelen tegen klimaatverandering, de aanleg van de Noordzeewering uitgezonderd, is het verstandig dat de Overheid diepgaand onderzoek laat uitvoeren naar de ontwikkeling van de Golfstroom en wat voor invloed deze bij verandering heeft op het klimaat van met name Noordwest-Europa. Dit onderzoek is naar mijn mening prioritair en kost no regret geld, want het kan grote misinvesteringen voorkomen. Zo gaat IJsland een strategie opstellen om zich op het ergste scenario voor te bereiden.

Tenslotte

Samenvattend geeft onderhavige rapport handreikingen om met de Noordzeewering en de inpolderingen voor de komende eeuwen gesteld te staan, met al op de korte termijn te verzilveren van nieuwe kansen voor Nederland.

Bij het verwoorden van deze haalbaarheidsstudie heb ik dankbaar gebruik gemaakt van de inhoud van de aangegeven literatuur aan het einde van dit rapport. Ik heb zo min mogelijk verwijzingen hiernaar gegeven, opdat eenieder zelf op onderzoek kan uitgaan naar de merites van het in deze studie gestelde.

Leeswijzer

Na mijn verantwoording waarom ik dit rapport heb opgesteld en de management samenvatting, gaat hoofdstuk 3 op de probleemschets in, met name op klimaatverandering, zeespiegelstijging en broeikaseffect. Hoofdstuk 4 beschrijft hoe de Waterveiligheid in Nederland is georganiseerd en geregeld. Hierna worden in hoofdstuk 5 de nog niet te bepalen planning van de aanleg van de Noordzeewering kort besproken en het benodigde overleg met België, Duitsland en mogelijk ook Denemarken. Vervolgens wordt in hoofdstuk 6 de merites van de Noordzee beschreven, met onder andere de objecten en dergelijke die hierin voorkomen.

Hoofdstuk 7 gaat in op het mogelijk alignement en dwarsprofiel van de Noordzeewering. En ook op de benodigde zandhoeveelheid, de consequenties voor de bestaande hoofdwaterkeringen en kunstwerken, de benodigde nieuwe kunstwerken en de inpolderingen tussen de Noordzeewering en de huidige kuststrook. Deze polders geven meer ruimte voor Nederland en bieden nieuwe kansen voor bebouwing.

De hoofdstukken 8 tot en met 10 beschrijven achtereenvolgens de hydraulische, morfologische en geotechnische aspecten die gepaard gaan met de aanleg van de Noordzeewering, en ook de benodigde onderzoeken daartoe.

In hoofdstuk 11 worden de mogelijke kansen voor Nederland aangestipt.

Hoofdstuk 12 geeft de consequenties van de aanleg van de Noordzeewering voor de natuur en de visserij.

Hierna wordt in de hoofdstukken 13 en 14 uitgebreid ingegaan op de kosten, baten en financiële dekking van de aanleg van de Noordzeewering en de inpolderingen.

Hoofdstuk 16 gaat vooral in op de verzilvering van ultieme kansen waarmee al binnen een aantal jaren kan worden gestart, zonder de aanwezigheid van de Noordzeewering. Hierbij kunnen al ontwikkelde en ook nog te ontwikkelen innovaties worden toegepast, welke laatsten kort in hoofdstuk 17 zijn beschreven.

In de hoofdstukken 18 en 19 is de door mij geraadpleegde literatuur en dergelijke respectievelijk een namenlijst genoemd waarnaar dit rapport is verstuurd.

Bijlage 1 gaat uitgebreid in op de aspecten die bij klimaatverandering spelen, waarop ik ook mijn perceptie heb gegeven.

Tenslotte is in bijlage 2 een voorstel gegeven voor de uitgifteprijs van de grond van de inpolderingen.



3 Inleiding en probleemschets

Diverse gezaghebbende organisaties en wetenschappers hebben aangegeven dat, als gevolg van klimaatverandering, de zeespiegel - mondiaal gezien - de komende 3 eeuwen fors zal stijgen met 5 tot wel 8 meter, zelfs mogelijk met 15 meter bij een versnelde smelting van Antarctica. Hoeveel deze stijging uiteindelijk zal zijn, met name in de Noordzee, is (nog) niet bekend, dus onzeker. Dergelijke stijgingen kunnen onze hoofdwaterkeringen langs de kust en in het Benedenrivierengebied en onze bijzondere waterkerende kunstwerken, zoals de Oosterschelde stormvloedkering en Maeslantkering, niet aan. Verder is al geconstateerd, dat momenteel de mondiale zeespiegel, ook die van de Noordzee, sneller stijgt dan eerder werd verwacht.

In deze haalbaarheidsstudie wordt dan ook een plan gepresenteerd voor een nieuwe hoofdwaterkering in de Noordzee), hierna genoemd de Noordzeewering, op zo'n 22 km uit de huidige kuststrook. Deze wering kan gefaseerd worden aangelegd, voorkomt dat onze huidige waterkeringen, gemalen en bruggen steeds aan de stijgende zeespiegel moeten worden aangepast dan wel vervangen, zorgt voor voldoende zoet water in droge tijden en zal de verzilting van landbouwgrond tegengaan, en ook dat strandsuppleties niet meer nodig zijn.

Daarnaast zijn er in Nederland een aantal forse maatschappelijke issues, bijvoorbeeld op het gebied van woningbouw, elektrificatie c.q. energietransitie, milieu- en geluidsoverlast, beschikbaarheid van drinkwater, geschikte locaties voor militaire vliegvelden, asielopvang en niet in de laatste plaats op het gebied van klimaatadaptatie en -mitigatie¹⁵. Dit alles geeft politieke onrust.

Door de aanleg van de Noordzeewering worden binnenmeren tussen de wering en de huidige kuststrook gevormd. Deze binnenmeren kunnen worden gebruikt voor maatschappelijk gezien gewenste meeliftkansen met economische voordelen, door deze kansen te verzilveren met gedeeltelijke inpolderingen van de binnenmeren. De meest opportune meeliftkansen, zoals de realisatie van woningbouw in deze inpolderingen, kunnen al binnen een aantal jaren in uitvoering worden genomen, zelfs zonder de aanwezigheid van de Noordzeewering.

Naar mijn stellige overtuiging is een harde oplossing als de Noordzeewering de beste en goedkoopste maatregel tegen overstroming door de Noordzee, mede gezien de mogelijke combinatie met oplossingen voor voornoemde issues.

Voor het ontwerp van de Noordzeewering en de meeliftkansen dient veel onderzoek te worden uitgevoerd. Dit kan binnen een periode van 10 jaar om daarna eventueel te starten met de aanleg ervan. De start van de aanleg van de Noordzeewering zal vooral afhankelijk zijn of de zeespiegel daadwerkelijk sneller gaat stijgen, wat in deze periode van 10 jaar goed kan worden gemonitord, en de verdere verwachtingen van de zeespiegelstijging voor de langere termijn. In ieder geval zal Nederland dan na deze periode gesteld staan, ook voor wat betreft andere mogelijke maatregelen tegen overstroming vanuit de Noordzee.

Ondanks de onzekerheden over de toekomstige zeespiegelstijging zijn de gepresenteerde plannen realistisch, maar complex, en vergen zeer grote kapitaalsinvesteringen. De plannen zijn te zien als no regret oplossingen. Vooral gezien de noodzakelijke toekomstige bescherming van de Nederlanders en het in West-Nederland geïnvesteerd vermogen. De

¹⁵ Klimaatadaptatie en klimaatmitigatie zijn twee strategieën in de strijd tegen (extra) klimaatverandering, waarbij mitigatie zich richt op het verminderen van de oorzaken (in dit geval tegen zeespiegelstijging) en adaptatie op het aanpassen aan de gevolgen.



plannen zijn technisch en financieel gezien. Hoewel onder off en nearshore condities zijn de plannen goed uitvoerbaar, met bewezen technieken. Het vraagt om politieke wil en om vertrouwelijke samenwerking tussen de Overheid en Nederlandse (non)private organisaties, maar ook om een goede communicatie met lagere overheden en de Nederlanders, met name die die in de kuststrook wonen.

Naar mijn stellige overtuiging is een harde oplossing als de Noordzeewering de beste en goedkoopste maatregel tegen overstroming door de Noordzee, mede gezien de mogelijke combinatie met oplossingen voor voornoemde issues.

Al in de jaren dertig van de vorige eeuw opperde ingenieur Van Veen (de voorspeller van de stormvloedramp van 1953 en de grondlegger van de Deltawerken) het idee om Nederland te beschermen met een waterkering voor de kust. Omstreeks 1990 schetste Bob van Persie, beeldend kunstenaar, een visionair ontwerp van zo'n waterkering met geïntegreerde hotels onder water met uitzichten op de zeebodem.

De afgelopen decennia hebben meerdere partijen plannen aangereikt van een hoofdwaterkering in de Noordzee dan wel de afsluiting van het Noordzeebekken (tussen Engeland en Noorwegen en tussen Engeland en Frankrijk) om de consequenties van klimaatverandering op de waterveiligheid van Nederland dan wel Noordwest-Europa het hoofd te bieden.

Vele onderzoeken voor maatregelen tegen overstroming vanuit de Noordzee zijn nu in uitvoering binnen de Kennisagenda van het Deltaprogramma. Nederland heeft in 2014 het (nieuwe) Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP) in gang gezet met als doel dat in 2050 minimaal 1.500 kilometer aan dijken en ongeveer 500 sluizen en gemalen zo versterkt worden, dat ze voldoen aan de huidige veiligheidsnormen die een uitvloeisel zijn van de Waterwet. Daarmee wordt geacht dat Nederland tot 2050 veilig is tegen overstromingen. Binnen het adaptief deltamanagement en voornoemde Kennisagenda wordt onderzocht wat te doen na 2050 bij een verdere zeespiegelstijging.

Nagenoeg alle gepubliceerde ideeën en maatregelen tegen overstroming door de Noordzee ontberen echter een kostenbatenanalyse en zijn daarmee (nog) niet geschikt voor korte dan wel lange termijn beslissingen op politiek niveau. In dit rapport zijn op hoofdlijnen ook de mogelijke baten van de aanleg van de Noordzeewering en inpolderingen aangegeven, en ook een plan voor de financiële dekking ervan.

Daarnaast is het evident dat Nederland - zoals te doen gebruikelijk - zelf beslissingen neemt over zijn Waterveiligheid. Daarmee is de Nederlandse waterbouwsector toonaangevend in de wereld geworden. Overleg binnen Europees verband kan echter ook tot andere planvorming leiden, maar zal zeker vertragend werken.

De Noordzeewering en de meeliftkansen kunnen parallel aan het lopende onderzoek binnen het Deltaprogramma worden onderzocht c.q. ontwikkeld. Vele onderzoeken zullen echter nodig zijn, en ook business cases voor alle maatschappelijke gezien aanvaardbare meeliftkansen. Deze onderzoeken en business cases dienen binnen de komende 10 jaar gereed te zijn voor politieke besluitvorming en kosten naar schatting 250 miljoen euro. Geadviseerd wordt dat het kabinet dit bedrag alloceert.

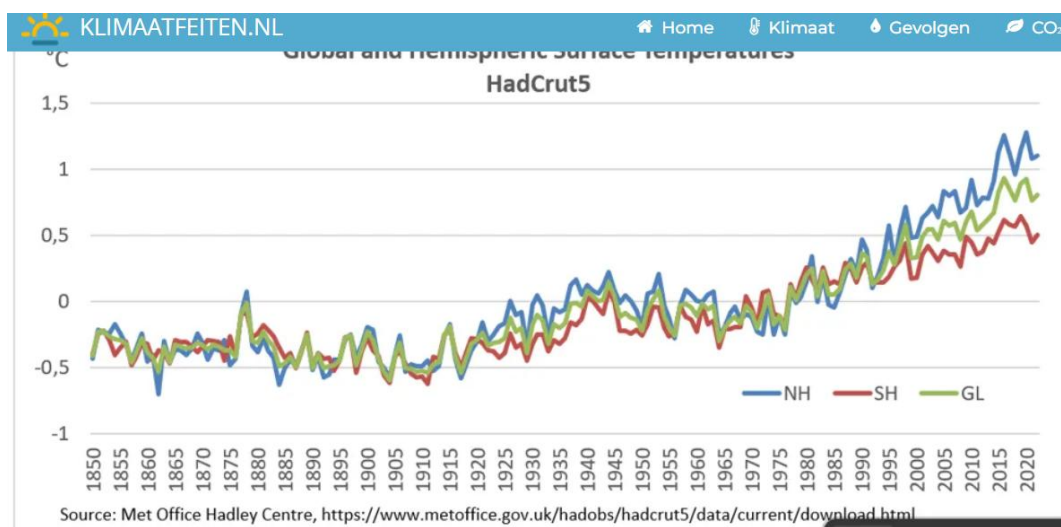
Deze studie focusteert alleen op het mogelijk alignement en ontwerp van de Noordzeewering als maatregel tegen overstroming door de Noordzee in met name de kuststrook en het Benedenrivierengebied en welke mogelijkheden er zijn voor de meeliftkansen. Op minder harde oplossingen als de Noordzeewering en op de benodigde maatregelen om het Bovenrivierengebied te beschermen tegen door klimaatverandering

veroorzaakte hogere rivierafvoeren wordt niet ingegaan. Wel op de berging van deze rivierafvoeren bij een gesloten Noordzeewering.

3.1 Klimaatverandering en zeespiegelstijging

Hoewel ik geen klimaatwetenschapper ben, heb ik in deze studie ook aandacht gegeven aan deze aspecten. Vanwege het begrijpen wat er (is) gebeurt(d). Maar ook omdat er vele voor- en tegenstanders zijn, bijvoorbeeld de maatregelen tegen de extra menselijk/industriële koolstofdioxide (CO₂-) uitstoot. Waar opportuun heb ik na bestudering van de door mij doorgenomen literatuur ook mijn perceptie hiervan in cursieve tekst aangegeven.

De wereldwijde temperatuur is sinds 1850 gemiddeld gestegen met 1,5 graad Celsius, zie onderstaande illustratie. Deze temperatuurstijging wordt door klimaatwetenschappers geweten aan de menselijke/industriële invloed vanaf de (pre-)industriële ontwikkeling (vanaf ongeveer 1750).



Afbeelding 1: Wereldtemperatuur over de afgelopen 170 jaar. De grafiek is gebaseerd op de gegevens van HadCRUT5¹⁶, een wereldwijde temperatuurgegevensset van temperatuurafwijkingen van over de hele wereld. Het is goed te zien dat de temperatuur op het noordelijk halfrond sinds 1990 sneller is gestegen dan op het zuidelijk halfrond

Gemiddelde wereldtemperatuur, ook op het noordelijk en zuidelijk halfrond (bron: Kennisplatform Klimaat)

Klimaatverandering is geen nieuw fenomeen. De aarde heeft tot nu toe minstens vijf belangrijke ijsstijden¹⁶ doorgemaakt. Binnen een ijsstijd zijn er verschillende pulsen van koudere en warmere klimatologische omstandigheden. Nu zitten we in een geologisch tijdperk dat ongeveer 2,6 miljoen jaar geleden begon met in aanvang een koude periode en gevolgd werd door een warmere periode. Deze warmere periode, in geologische termen het Holocene genoemd, startte ongeveer 12.000 jaar geleden en kenmerkt onze huidige situatie van klimaatverandering met stijgende temperaturen. In het Holocene is ons land gevormd met in het westen van Nederland een bodempakket van ongeveer 15 meter dik, dat is opgebouwd met een diversiteit aan geologische afzettingen als zand, klei en veen. Tot hoever de stijgende temperaturen zullen reiken, is niet bekend, dus onzeker. Deze

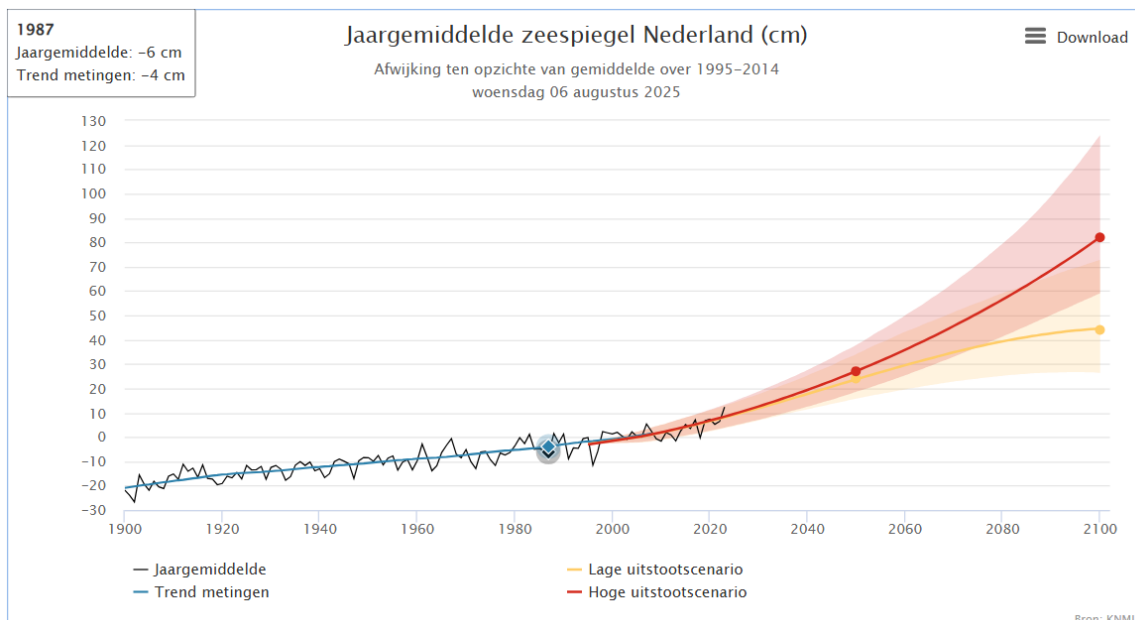
¹⁶ De belangrijkste ijsstijden in de geschiedenis van de aarde zijn:
Huronian ijsstijd: Ongeveer 2,4 miljard jaar geleden.
Cryogene ijsstijd: Van 720 tot 635 miljoen jaar geleden.
Andes-Sahara ijsstijd: Van 460 tot 430 miljoen jaar geleden.
Karoo-ijstijd: Van 360 tot 260 miljoen jaar geleden.
Kwartaire ijsstijd: Begon 2,58 miljoen jaar geleden en duurt tot heden.



temperatuurstijging is (nauwelijks) niet te beïnvloeden door de mens, ondanks huidige de mitigerende maatregelen hiertoe, waarover later meer.

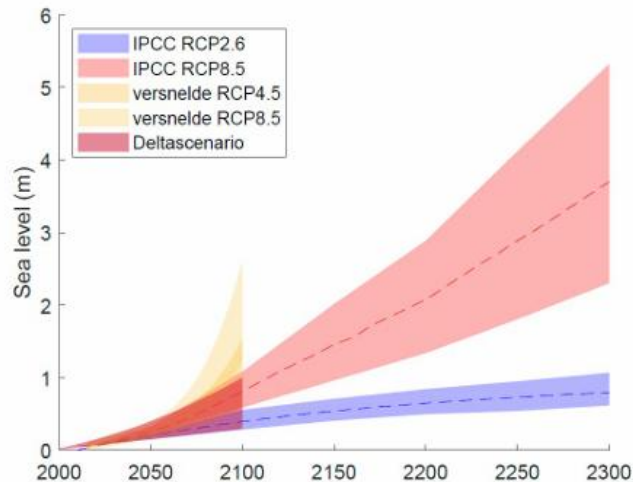
Na de laatste ijstijd liep c.q. loopt - dus in het Holoceen, als gevolg van de opwarming van de aarde - onder andere de Noordzee vol met smeltwater. Onderzoek heeft aangetoond dat in het vroege Holoceen het twee keer eerder is voorgekomen dat de wereldwijde zeespiegel met meer dan een meter per eeuw steeg. Dit onderzoek wees ook uit, dat de zeespiegel tussen elf- en drieduizend jaar geleden met 37,70 meter steeg. De snelheid van de huidige zeespiegelstijging neemt naar verwachting toe: het Integrated Pollution Prevention and Control (IPCC, het klimaatpanel van de Verenigde Naties) verwacht zelfs dat de stijging vroeg-Holoceense proporties zou kunnen aannemen.

De zeespiegelstijging voor de Nederlandse kust tussen 1900 en 2020 is ongeveer 25 cm. De scenario's voor de zeespiegel rond 2100 lopen sterk uiteen van 34 cm tot 1,25 meter boven NAP (afhankelijk van hoe sterk de ijskappen smelten en de uitstoot van broeikasgassen vermindert).



Zeespiegelstijging tot 2100 volgens verschillende klimaatscenario's (bron: KNMI)

In de onderstaande figuur staat het verloop van de huidige en mondiaal gemiddelde zeespiegelstijging in de komende eeuwen volgens verschillende scenario's, die uitgaan van het smelten van de ijskappen. Meer is niet uitgesloten vanwege de onzekerheden over het tempo van het smelten van de ijskappen van Groenland en West-Antarctica. Een zeespiegelstijging van 5 meter tot 2300 is mogelijk, maar kent vele onzekerheden.



Zeespiegelstijging tot 2300 volgens verschillende klimaatscenario's (bron: Waddenacademie, vanuit het IPCC)

De diverse scenario's wijzen nu voor de korte termijn nog niet op grote risico's op overstrooming van Nederland door de Noordzee. Gezien het in Nederland geïnvesteerd vermogen, de hoge bevolkingsdichtheid en de ligging van het westen van Nederland onder zeeniveau hangt veel af van hoe hoog de zeespiegel zal stijgen en moeten we ondanks de onzekerheden ook rekening houden met extreme klimaatscenario's. Het IPCC heeft echter wel aangegeven dat de mondiale zeespiegelstijging al sneller stijgt dan eerder werd aangenomen. Deze versnelde stijging is al ook signaleerd voor de Noordzee.

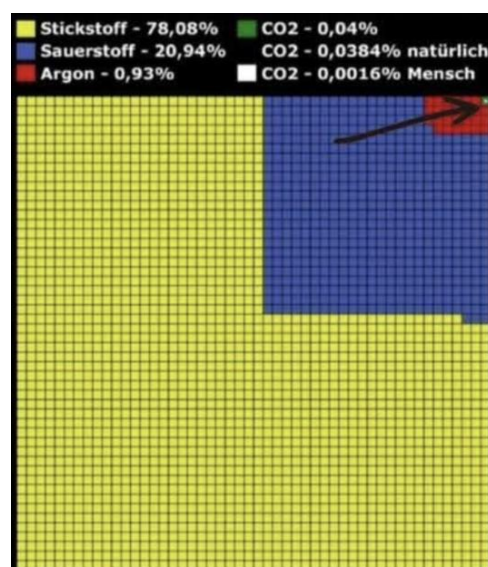
Voor het jaar 2300 geeft het IPCC aan dat de wereldwijd gemiddelde zeespiegel tussen de 0,3 en 3 m zal stijgen bij lage koolstofdioxide (CO₂) -emissies en tussen de 1,7 en 6,8 m bij hoge emissies. Als rekening wordt gehouden met een mogelijk grotere bijdrage van Antarctica kan dit oplopen tot zelfs 15 m.

3.2 Het natuurlijk en extra broeikaseffect

De in de atmosfeer voorkomende natuurlijke gassen staan in onderstaande tabel aangegeven, waarbij de belangrijkste 4 daarnaast in verhouding tot elkaar zijn geïllustreerd:

Droge atmosfeer	
N ₂ Stikstof	78,08%
O ₂ Zuurstof	20,95%
Ar Argon	0,93%
CO ₂ Koolstofdioxide	0,038%
Sporengassen	
Ne Neon	0,0018%
He Helium	0,00052%
CH ₄ Methaan	0,00022%
Kr Krypton	0,0001%
N ₂ O Lachgas	0,00005%
H ₂ Waterstof	0,00005%
Xe Xenon	0,000008%
Overige	0,001%
Niet in droge atmosfeer	
H ₂ O Waterdamp	0% tot 7%

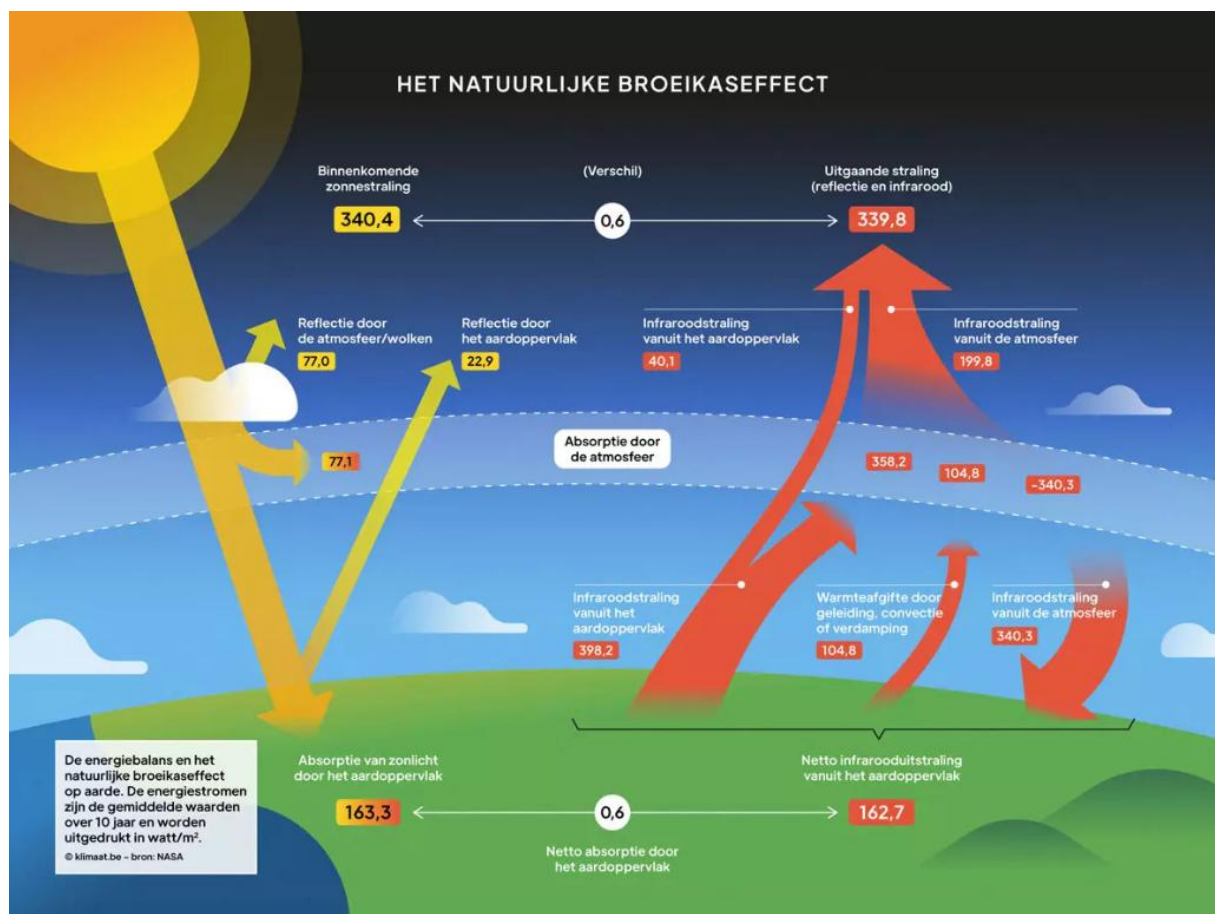
Gassen in de atmosfeer (bron: Wikipedia)



Illustratie voorkomen in de atmosfeer van de eerste 4 gassen (bron: niet bekend)

De belangrijkste natuurlijke broeikasgassen in de atmosfeer zijn waterdamp, koolstofdioxide, methaan, lachgas en ozon. Door een deel van het zonlicht te absorberen, van de door de aarde uitgestraalde c.q. teruggekaatste warmte vast te houden en om vervolgens deze warmte in alle richtingen weer af te geven, zijn broeikasgassen de voorwaarden voor het leven op onze aarde. Ze dragen bij aan het vasthouden van warmte in de atmosfeer en daarmee aan het in stand houden van de evenwichtstemperatuur. Dit wordt het broeikaseffect¹⁷ genoemd. Het broeikaseffect dat zij veroorzaken is dus een natuurlijk verschijnsel, zie onderstaande illustratie.

Industriële broeikasgassen zijn gefluoreerde koolwaterstoffen, zwavelhexafluoride en stikstoftrifluoride. Zonder natuurlijke broeikasgassen, waaronder waterdamp als de belangrijkste, zou de gemiddelde temperatuur op aarde zo'n 33 graden lager zijn: - 18 °C in plaats van de huidige +15 °C.



Het natuurlijk broeikaseffect (bron: Klimaat.be)

In bijlage 1 wordt nader ingegaan op deze broeikasgassen en het natuurlijk en extra broeikaseffect. Ik ben geen klimaatwetenschapper, maar ik begrijp uit de door mij bestudeerde literatuur wat in bijlage 1 is aangegeven. Daar waar voor mij opportuun heb ik *mijn interpretatie in cursieve tekst weergegeven*. Deze bijlage geeft ook een verkorte beschrijving van een aantal complexe en in elkaar vervlochten wereldse processen, zoals

¹⁷ Anders gezegd: doordat bijvoorbeeld koolstofdioxide infrarode straling absorbeert, vermindert het de uitstraling naar de ruimte van zonnewarmte die de aarde bereikt. Dit wordt het broeikaseffect genoemd, omdat in een kas een vergelijkbaar effect optreedt: kortegolfstraling kan naar binnen waar ze wordt omgezet in langegolfstraling, die niet meer kan ontsnappen.



natuurlijk broeikaseffect, fotosynthese, koolstofkringloop en waterkringloop. Tenslotte wordt in deze bijlage voornamelijk gefocust op de broeikasgassen koolstofdioxide en waterdamp.

Mijn perceptie is hierbij als volgt:

De 4% extra menselijke/industriële CO₂-uitstoot van de totale aardse natuurlijke CO₂-uitwisseling c.q. op een natuurlijk CO₂-voorkomen van 0,038% in de atmosfeer betekent een stijging van het totale CO₂-gehalte in de atmosfeer van 0,00152%. Deze extra uitstoot is volgens klimaatwetenschappers verantwoordelijk voor meer dan 50% van het versterkte broeikaseffect.

Het gaat er in dezen niet direct om 'hoeveel' extra CO₂-uitstoot er procentueel gezien in de atmosfeer komt, maar meer om 'wat doet de stof?' om de natuurlijke koolstofcyclus te verstoren c.q. over te belasten en dus in dit geval extra aardse opwarming te veroorzaken. En 'hoe en hoelang' evolueert zich deze verstoring tot er een nieuwe balans in de koolstofkringloop is, maar ook hoe past de natuur en de mens zich hierop aan. In vroegere tijden waren er ook schommelende CO₂-concentraties in de atmosfeer, waarop de natuur en de mens en het dier zich geleidelijk aanpasten. In mijn perceptie dienen klimaatwetenschappers dit beter te duiden.

Het lijkt een goede zaak dat mitigerende maatregelen worden genomen om het extra broeikaseffect door extra menselijke/industriële CO₂-uitstoot op de natuurlijke klimaatverandering en het natuurlijk broeikaseffect zo veel als mogelijk te minimaliseren. Er zijn vele voor- en tegenstanders tegen deze maatregelen. Maar een extra CO₂-uitstoot van nul is niet mogelijk, alleen al door de hiervoor vermelde verwachte toename van de wereldbevolking (en (zoog)dieren), wat in 2085 een vertienvoudiging is van de wereldbevolking in 1750. In 2050 klimaatneutraal zijn, is dus niet mogelijk. Echter, nu komt natuurlijk waterdamp in de atmosfeer tot 185 (7/0,038) keer zo veel voor als natuurlijk CO₂ en meer dan 4600 (7/0,00152) keer als door de mens/industrie extra c.q. geïnitieerde CO₂, is waterdamp verantwoordelijk voor 80 tot 90% van het totale natuurlijk broeikaseffect op aarde en heeft waterdamp een significant aardopwarmingsvermogen. De invloed van de mens op het voorkomen van waterdamp is nauwelijks of niet mogelijk. Het versterkte broeikaseffect door waterdamp is hierbij sterker dan de directe invloed van extra uitstoot van koolstofdioxide. Deze invloed is wel mogelijk op de extra CO₂-uitstoot, wat nu ongeveer 0,00152% van de totale hoeveelheid koolstofdioxide op aarde is, maar volgens klimaatwetenschappers wel een versturende invloed heeft op de koolstofcyclus met extra aardse opwarming tot gevolg. Het gaat bij het voorgaande niet direct om de hoeveelheid van een broeikasgas in de atmosfeer in bijvoorbeeld procenten, maar meer om wat het effect¹⁸ van dit gas doet. Maar hoe zit het met het effect c.q. de invloed van waterdamp op de aardse opwarming? Dit aspect dienen klimaatwetenschappers ook beter te duiden.

Met andere woorden: natuurlijke klimaatverandering met hogere temperaturen en dus het smelten van de ijskappen op de Zuid- en Noordpool en in het hooggebergte zal niet wezenlijk veranderen. Klimaatverandering c.q. het opwarmen van de aarde en dus zeespiegelstijging zijn vaststaande natuurlijke verschijnselen en van alle tijden. De mensheid moet zich hierop aanpassen en indien nodig hiertoe adaptatie maatregelen nemen. Het is zelfs niet bekend hoe hoog de temperaturen op aarde werkelijk (anders dan met klimaatmodellen) zullen stijgen bij alleen natuurlijke klimaatverandering, dus zonder

¹⁸ Misschien geen goed voorbeeld, maar een mens kan een infusie krijgen van een behoorlijke hoeveelheid voedingsvloeistof wat goed is, echter niet van een giftige stof waarvan een heel kleine concentratie al dodelijk kan zijn.



maatregelen tegen extra klimaatverandering als gevolg van de uitstoot van extra door de mens/industrie geïnitieerde koolstofdioxide en extra waterdamp c.q. extra broeikasgassen.

In dit verband lijkt ook nader onderzoek nodig naar de effecten op de klimaatverandering door:

- *Oorlogshandelingen (zie de temperatuur variaties in voorlaatste grafiek van 1938 - 1945 en na 2014, met name op het noordelijk halfrond).*
- *Ontbossingen (zie Zuid-Amerika) en het verlies van mangrovebossen (zie Zuidoost-Azië) over zeer grote oppervlakten van de aarde, met als gevolg dus minder CO₂-opnamecapaciteit. Het platbranden van bossen leidt juist tot extra CO₂-uitstoot. Een dubbel effect.*
- *Wat zal het effect van het natuurlijk ontstaan van extra methaan in de atmosfeer door het ontdooien van de permafrost zijn op het broeikaseffect?*
- *En niet in de laatste plaats door de verachtvoudiging van de wereldbevolking naar 8 miljard mensen (en (zoog)dieren zeker ook) ten opzichte van 1750 en de te verwachten groei van de wereldbevolking naar 10 miljard mensen (en (zoog)dieren) in 2085.*

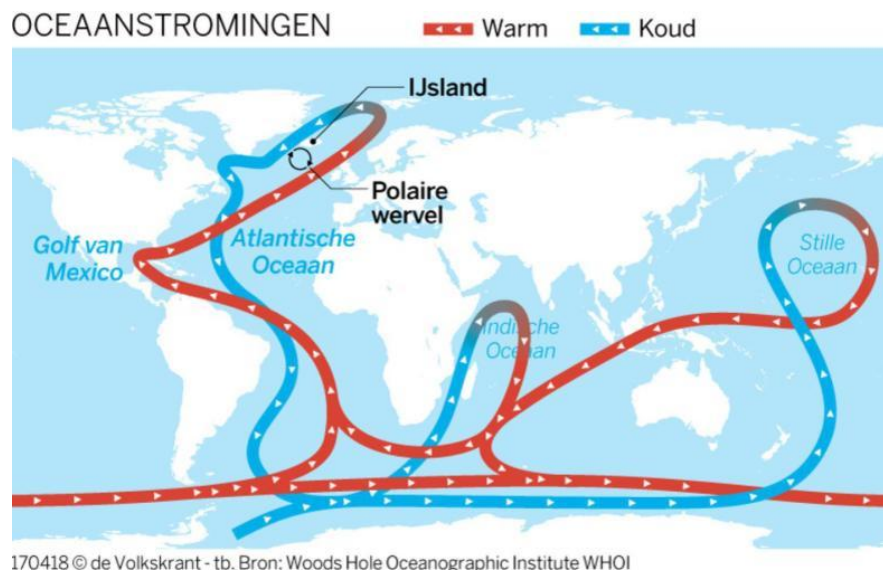
De effecten hiervan heb ik niet gevonden in de door mij geraadpleegde literatuur. Klimaatwetenschappers dienen voornoemde effecten beter te duiden in relatie tot de menselijke/industriële extra CO₂-uitstoot, maar ook deze uitstoot versus waterdamp als ook een broeikasgas

Zoals in de volgende paragraaf beschreven, is het ook nog maar de vraag of het in Noordwest-Europa wel warmer wordt, mogelijk kouder door het stilvallen van de warme Golfstroom. Het onderzoek naar dit fenomeen is volgens mij prioritair.

3.3 Het stilvallen van de Golfstroom, wordt het kouder?

In de voorgaande paragrafen is aangegeven dat nu sprake is van een wereldwijd opwarmend klimaat. Maar is dat overal wel zo, met name in Noordwest-Europa? Wordt het kouder? Ik doel hierbij op studies van klimaatwetenschappers in de jaren 1980, Deens onderzoek in 2023 en een recente studie van Nederlandse klimaatwetenschappers.

West-Europa heeft te maken met de warme Golfstroom. Dit is een oceaanstrooming die vanuit de Golf van Mexico de Atlantische Oceaan oversteeft, langs West-Europa komt en vervolgens afbuigt om via IJsland weer richting Groenland en Canada te gaan. Deze strooming transporteert als een soort lopende band warmte over de aarde, zorgt voor het milde, zachte klimaat in Noordwest-Europa, en wordt aangedreven door zout- en temperatuurverschillen. De Golfstroom wordt daarnaast ook door de wind aangedreven. Als deze stroom stilvalt, daalt de temperatuur in Noordwest-Europa, met koudere winters, minder regenval en meer zware winterstormen. Op het Zuidelijk Halfrond zal het juist warmer worden.



Oceaanstromingen (bron: Volkskrant)

Het lijkt het erop dat de klimaatverandering c.q. opwarming van de aarde hier mee te maken heeft. Het water in de warme Golfstroom koelt af terwijl het zich naar de Noord-Atlantische Oceaan verplaatst en bevroert in de winter gedeeltelijk tot zee-ijs. Omdat zout niet mee bevroert, wordt het omringende zeewater zouter. Zout, koud water is zwaarder dan zoet, warm water. Ten zuidwesten van Groenland en ten noorden van IJsland zinkt het water 2 tot 3 kilometer naar beneden en stroomt hierna weer terug naar het zuiden. Zo stroomt aan het oppervlak relatief licht, warm water noordwaarts en stroomt zwaarder, koud water op diepte naar het zuiden. Deze stroming heet de Atlantische Meridionale Overturning Circulatie (AMOC) en bepaalt mede de sterkte van de Golfstroom. Als de AMOC verzwakt, verzwakt daardoor ook de Golfstroom.

Door het smelten van steeds meer ijs op Groenland en door een toename van de neerslag wordt het water rond Groenland steeds zoeter en daarmee lichter. Ook de hogere watertemperaturen zorgen ervoor dat het water minder zwaar wordt. Het gevolg is dat minder water afzinkt. De AMOC is sinds het midden van de vorige eeuw al met zo'n 15 procent vertraagd c.q. verzwakt. Metingen geven aan dat de zeewatertemperatuur afneemt in het gebied waar het water naar beneden zinkt ten zuidoosten van Groenland, precies zoals voorspeld bij een afzwakking van de AMOC. Indirecte metingen aan bijvoorbeeld sediment en ijsboorkernen wijzen uit dat de AMOC in de afgelopen duizend jaar niet zo zwak is geweest als nu. Deze afzwakking zet door naarmate de aarde verder opwarmt.

De klimaatverandering heeft dus naar alle waarschijnlijkheid invloed op de processen van de oceaanstromingen, waardoor de AMOC en Golfstroom de afgelopen jaren in sterkte zijn afgenomen. Klimaatmodellen voorspellen al jaren deze afname. Het is echter nog niet helemaal bekend welk effect dit zal hebben op het klimaat van Noordwest-Europa.

Een omslagpunt in het klimaat ligt echter mogelijk veel dichterbij dan voorheen werd gedacht. Nederlandse klimaatwetenschappers hebben recent in hun klimaatmodellen aangetoond dat de Golfstroom al in 2063¹⁹ een kritisch kantelpunt kan bereiken. Dat is een stuk eerder dan het IPCC had gedacht, waarbij aangetekend dat wetenschappers al eerder

¹⁹ De onderzoekers hebben twee verschillende toekomstscenario's doorgerekend om te kijken wanneer de Golfstroom stil kan vallen. Bij een opwarming van de aarde met vier graden Celsius kantelt de Golfstroom al in 2055. Bij een gemiddeld scenario, met zo'n 3 graden opwarming in 2100, dan komt het kantelpunt in 2063.



hadden aangetoond dat de Golfstroom ten opzichte van 1950 is verzwakt. Bij het voorgaande dient te worden bedacht, dat de natuurlijke klimaatverandering gewoon doorgaat, zoals al in bijlage 1 is aangegeven, dus ook de zeespiegelstijging.

Dat de AMOC kan kantelen is bekend uit het aardse verleden. Zo kwam aan het einde van de laatste ijstijd, zo'n 12.000 jaar geleden, in korte tijd ontzettend veel smeltwater in de Atlantische Oceaan terecht, afkomstig van de smeltende ijskap op Noord-Amerika. Dit zoete water was te licht om af te zinken naar de diepzee. De motor van de AMOC haperde en de AMOC kwam nagenoeg tot stilstand doordat het kantelpunt werd overschreden. Een tijdelijke afkoeling van het klimaat op het noordelijk halfrond was het gevolg. Dit is in het verleden herhaaldelijk gebeurd.

Alvorens grote kapitaalsinvesteringen te doen in mitigerende en/of adaptieve maatregelen tegen klimaatveranderingen te doen, de aanleg van de Noordzeewering uitgezonderd, is het verstandig dat de Overheid grotere inspanningen laat doen in het onderzoek naar de hiervoor beschreven processen en wat voor invloed deze hebben op het klimaat van met name Noordwest-Europa. Dit onderzoek is volgens mij prioritair en kost no regret geld, want het kan grote misinvesteringen voorkomen. De gevolgen van het stilvallen van de Golfstroom voor Noordwest-Europa kunnen namelijk groot zijn, zoals - buiten een kouder klimaat om - extra zeespiegelstijging, meer stormvloed en veel lagere landbouwopbrengsten. Zo gaat IJsland een strategie opstellen om zich op het ergste scenario voor te bereiden.



4 Beoordelen Waterveiligheid in Nederland

Nederland ligt grotendeels onder de zeespiegel, waarbij met name het westen dicht bevolkt is. Het in West-Nederland geïnvesteerd vermogen, zoals bijvoorbeeld in de mainports Rotterdam en Schiphol, is gigantisch. Nederland heeft bij wet het hoogste beschermingsniveau van de hele wereld: het is het best beveiligde land ter wereld tegen overstromingen, vanuit de Noordzee en vanuit de rivieren. Dit is van levensbelang. De kern van de Deltabeslissing Waterveiligheid is dat de kans op overlijden door een overstroming voor iedereen achter de primaire waterkeringen uiterlijk in 2050 niet groter is dan 1 op 100.000 per jaar. Dit is het zogeheten 'basisbeschermingsniveau'. Het beschermingsniveau is hoger op plekken waar de mogelijke gevolgen van overstroming heel groot zijn, bijvoorbeeld als er mogelijk veel slachtoffers vallen, veel economische schade zal zijn en/of schade zal ontstaan aan vitale infrastructuur die van nationaal belang is.

De 3500 km aan primaire waterkeringen (dijken, duinen, dammen, sluiscomplexen en stormvloedkeringen) beschermen ons land tegen de Noordzee, de Waddenzee, de grote rivieren, het IJsselmeer, het Markermeer en nog enkele andere meren. Deze keringen moeten voldoen aan veiligheidsnormen die vaststaan in de Waterwet. De waterveiligheid wordt eens in de 12 jaar beoordeeld. Deze veiligheidsnormen zijn ontstaan in nauwe samenwerking met Nederlandse kennisinstituten, universiteiten en de organisaties die binnen het Deltaprogramma werken aan waterveiligheid.

Het dagelijkse beheer en onderhoud van de primaire waterkeringen gebeurt door Rijkswaterstaat en de waterschappen, mede onder toezicht van de provincies. Eens per 12 jaar wordt beoordeeld of deze keringen nog aan de gestelde veiligheidsnorm voldoen, dus of de overstromingskansen klein genoeg zijn. Is dat niet het geval, dan wordt de waterkering opgenomen in het Hoogwaterbeschermingsprogramma²⁰ (HWBP) om vervolgens versterkt dan wel vervangen te worden.

Nederland heeft sinds 2014 een (nieuw) HWBP dat geldig is tot 2050 en anticipeert op een zeespiegelstijging van ongeveer 0,5 meter tot 2050. In 2050 moeten al onze primaire waterkeringen voldoen aan de normen die sinds 1 januari 2017 van kracht zijn.

Onderstaand de HWBP-projecten voor de periode 2025 - 2030 en het HWBP in cijfers. De totale opgave sinds 2014 bestaat uit de versterking van 2000 km hoofdwaterkeringen en 400 sluizen en gemalen, waarvan op stand 2025 223 km waterkeringen en 138 sluizen en gemalen is gerealiseerd. 8000 dijkwerkers zijn hiermee bezig. De kosten van het totale programma bedragen 16,9 miljard euro (stand 2025). Een grote opgave waar onze maatschappij voor staat met vele uitdagingen op het gebied van regelgeving (onder andere het issue stikstof), kostenstijgingen, de krapte op de arbeidsmarkt en de problemen met de levering van materialen.

²⁰ Het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP) is een alliantie tussen de 21 waterschappen en Rijkswaterstaat. Deze 22 organisaties werken samen in de uitvoering om alle primaire waterkeringen in Nederland in 2050 aan de waterveiligheidsnormen te laten voldoen.

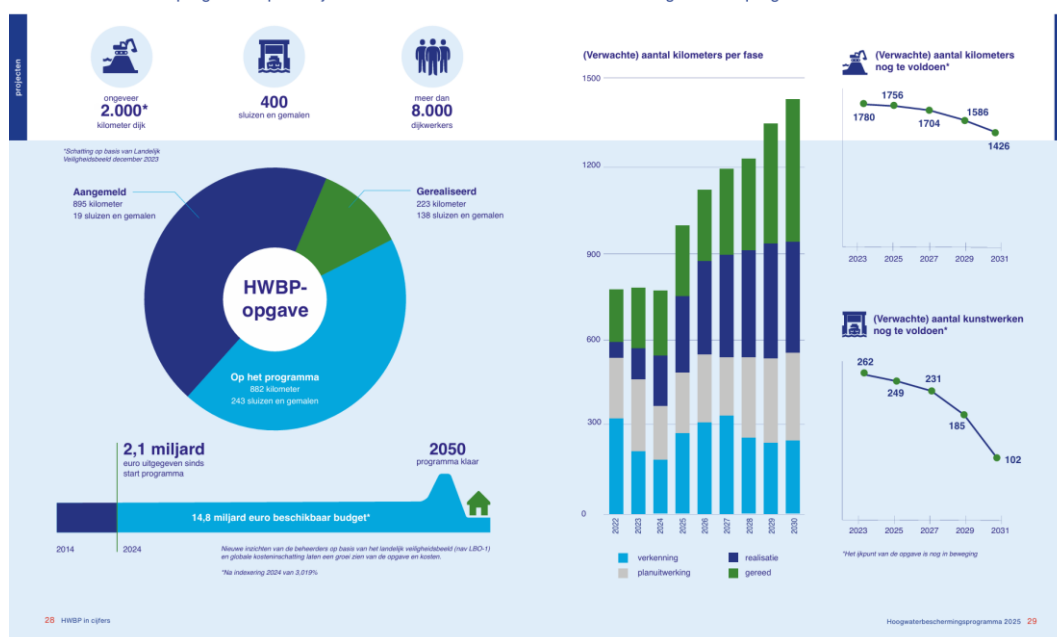


HWBP-projecten 2025 - 2030 (bron: HWBP projectenboek 2025)

HWBP in cijfers

De stand van het programma per 30 juni 2024

Ontwikkelingen in het programma



HWBP in cijfers (bron: HWBP projectenboek 2025)

De Maeslantkering, sluitpeil

De Maeslant stormvloedkering is ontworpen om een vloedgolf van 5 meter boven NAP aan te kunnen en behoort tot de grootsten ter wereld. De kering maakt samen met de Hartelkering en de dijken nabij Rozenburg deel uit van de Europoortkering.

De Maeslantkering blijft normaal gesproken openstaan. Bij een verwachte waterstand van de Nieuwe Maas te Rotterdam ter hoogte van het Boerengat van ten minste NAP +3.00 meter of in Dordrecht van tenminste 2,90 meter boven NAP wordt de kering gesloten. Dan wordt ook de Hartelkering gesloten. Naast de periodieke proefsluitingen is dit sinds het gereedkomen van de Maeslantkering in 1997 tot 2023 3 keer gebeurd onder stormcondities.

Deltaprogramma en adaptief deltamanagement

De bijzondere kunstwerken, zoals bijvoorbeeld de Maeslantkering, de Oosterscheldekering en het sluizencomplex bij IJmuiden, hebben veelal een levensduur van 100 jaar. Zij werden ontworpen op een stormvloedpeil dat veel lager is dan het te verwachten zeepeil in de komende 3 eeuwen. Dat geldt ook voor de afsluiting van alle zeegaten in Zeeland en tussen Zeeland en Zuid-Holland, in feite voor alle primaire waterkeringen in het Benedenrivierengebied. Zo duurde het bijvoorbeeld meer dan 80 jaar (aanvankelijk met vanaf ongeveer 1930 onderzoeken tot daadwerkelijk de stormvloed van 1953 plaatsvond) eer het sluitstuk van de Deltawerken door de aanleg van de Maeslantkering gereed was. Het een en ander betekent dat over 50 - 100 jaar zeker alle bijzondere kunstwerken moeten worden aangepast dan wel vervangen. Daarnaast zullen tijdens het HWBP, met het continue voortschrijdend inzicht, wellicht plannen moeten worden bijgesteld voor de versterking van alle hoofdwaterkeringen in het Benedenrivierengebied, als ook in het Bovenrivierengebied door de hogere rivierafvoeren uit het achterland. Dit onder de aanname dat het wettelijk beschermingsniveau met ook de nu gehanteerde overstromingskansen ten gevolge van overslag en overloop gelijk blijft. Het is evident dat al deze versterkingsmaatregelen veel geld kosten.

De toekomst van alle primaire waterkeringen, waaronder ook die in het Bovenrivierengebied, wordt mede bepaald door de werkwijze binnen het Deltaprogramma: adaptief deltamanagement. Het Deltaprogramma kent een Kennisagenda (2020) met vele Kennisprogramma's. Hierbij wordt, naast vele onderzoeken, gewerkt met strategieën en maatregelen, die flexibel kunnen inspelen op nieuwe metingen en inzichten in bijvoorbeeld de klimaatverandering en zeespiegelstijging. Een onderdeel van de Kennisagenda is ook een onderzoek naar Project Overschrijdende Verkenningen (POV). De ontwikkelde kennis wordt geïmplementeerd in de Kennis en Innovatieagenda van het HWBP.

Het uit het adaptief deltamanagement te voeren beleid wordt hierbij niet gericht op de meest extreme zeeniveaus met een onbekende kans van voorkomen. De strategie is om bij een snellere zeespiegelstijging oplossingen c.q. maatregelen voor de primaire waterkeringen en dus ook de bijzondere kunstwerken te laten groeien met nieuwe inzichten en omstandigheden. De maatregelen (inclusief eventuele vervanging van keringen) verschillen per kering en hangen ook af van de 12-jaarlijkse beoordelingen.

Zo heeft Deltares in het kader van het Kennisprogramma Zeespiegelstijging het rapport 'Analyse van bouwstenen en adaptatiepaden voor aanpassen aan zeespiegelstijging in Nederland' (2022, in opdracht van staf Deltacommissaris²¹, DG Water en Bodem, Rijkswaterstaat WVL,) opgesteld. Hierin worden een groot aantal adaptiepaden beschreven

²¹ De Deltacommissaris is de onafhankelijke regeringscommissaris voor het Deltaprogramma voor water.



met 'zachte' tot 'harde' maatregelen. De meest harde maatregel betreft de lange termijn oplossingsrichting 'Zeewaarts' in de vorm van het aanleggen van een Noordzeedam om het hoofd te bieden tegen de zeespiegelstijging. Deze oplossing raakt het onderwerp van onderhavige rapport.



5 Planning en politieke strategie

Uit het voorgaande blijkt wel dat de procedures inclusief politieke besluitvorming voor de vervanging van grootschalige waterstaatswerken tientallen jaren in beslag nemen. In onderhavig rapport zal blijken dat het onderzoek, het ontwerp, de aanleg en de financiële dekking van de Noordzeewering, in welke vorm dan ook, een grote opgave is met een zeer hoge kapitaalsinvestering. Maar ook dat meeliftkansen, die maatschappelijk gezien gewenst zijn, voor extra financiële dekking kunnen zorgen. Daarnaast zal overleg met België en Duitsland noodzakelijk zijn en wellicht ook met andere landen.

Het is dus zaak om te starten met het verdere onderzoek naar, het ontwerp van en de financiële dekking van de Noordzeewering, alsook de maatschappelijk gezien gewenste meeliftkansen. Het is dan de bedoeling om de benodigde onderzoeken, het ontwerp, de financiële dekking en de meeliftkansen over 10 jaar rond te hebben. Het zal blijken, dat bepaalde ultieme meeliftkansen, bijvoorbeeld voor woningbouw in de Noordzee, eerder verzilverd kunnen worden. Wellicht zal in deze periode van 10 jaar het effect van een al dan niet versnelde zeespiegelstijging meer duidelijk zijn. Ook zal het nodig zijn om de andere oplossingen tegen deze stijging - met 'zachte' tot minder 'harde' maatregelen - in beeld te hebben. Voor alle oplossingsrichtingen is het nodig om met marktpartijen business cases op te stellen met een inventarisatie van de opbrengsten van de maatschappelijk kansen, die elke oplossingsrichting kan hebben. Een technische, economische en maatschappelijke waardering van alle oplossingsrichtingen bestrijkt vele beleidsgebieden van het kabinet en een afweging is dan goed te maken, gevolgd door een kabinetsbeslissing welke oplossingsrichtingen opportuun zijn. Deze periode van 10 jaar betekent een no-regret tijdwinst en dat Nederland dan gesteld staat.

Het zal hierbij nodig zijn om ook te onderzoeken of veelbelovende innovaties dan wel doorontwikkeling van bestaande technieken, die de veiligheidsopgave kunnen doen verminderen en/of tot forse kostenreducties kunnen leiden, mogelijk zijn. Dit kan goed binnen de kaders van de Project Overstijgende Verkenningen (POV's) van de Kennisagenda van het Deltaprogramma en/of het innovatieprogramma van het HWBP. Bij goede resultaten kunnen deze innovaties direct worden geïmplementeerd in toekomstige werken om zo ook verder ervaring op te doen voor de aanleg van bijvoorbeeld de Noordzeewering.

Afhankelijk van de kabinetsbeslissing en de stand van zaken met betrekking tot klimaatverandering en (versnelde) zeespiegelstijging, kan dan in het geval van de Noordzeewering op zeker moment worden gestart met de aanleg ervan. Dit kan gefaseerd en gecompartmenteerd worden uitgevoerd. Of er kan worden gewacht, met welke maatregel dan ook, in het geval de zeespiegelstijging niet doorzet dan wel nog niet voldoende is doorgezet. In dit laatste geval zal het nodig zijn om tijdens voornoemde onderzoeken een zeespiegelniveau vast te stellen, waarbij zeker met een maatregel zal moeten worden gestart.

Overleg met andere landen, een strategie

In onderhavige studie zal worden voorgesteld om de Noordzeewering op het Nederlands continentaal plat aan te leggen, maximaal tot 12 zeemijl uit de kust, de territoriale grens waar de Nederlandse wetgeving geldt. Hiermee behoudt Nederland zijn zeggenschap over zijn Waterveiligheid.

Zoals al eerder gesteld zijn er ook andere ideeën geopperd om Europa te beschermen tegen overstroming, zoals het afdammen van het gehele Noordzeebekken tussen Engeland en Noorwegen en Engeland en België/Frankrijk. Ook worden in andere landen maatregelen

onderzocht, maar op een veel kleinere schaal. De status van dit alles is mij niet bekend. Wel lijkt het erop dat Nederland heel ver is met zijn gedachtenvorming rond zijn Waterveiligheid, zie onder andere het Deltaprogramma.

Het lijkt thans een utopie, dat binnen het huidige Europese bestel, gegeven de huidige geopolitieke problemen met zeer hoge kosten, onder andere voor substantiële extra defensie uitgaven, landen gaan meebetalen aan de Waterveiligheid van Nederland voor de komende eeuwen. Het is dus in eerste instantie zaak dat Nederland zelf het voortouw neemt in zijn eigen bescherming tegen overstroming vanuit de Noordzee voor de komende eeuwen. Dit door alle mogelijke maatregelen goed in beeld te brengen.

Het voorgaande kan leiden tot de strategie dat, met goede communicatie, mogelijk ook andere landen, waaronder België, Duitsland en Denemarken, zullen aansluiten bij de Nederlandse planvorming over de Noordzeewering. Een voorbeeld kan hierbij zijn de toegankelijkheid van de havens van Antwerpen en Hamburg. Deze laatste om de Noordzeewering over de Duitse Waddeneilanden door te trekken naar bijvoorbeeld Cuxhaven en mogelijk zelfs tot en met de Deense eilanden in de Noordzee.



Kaart Duitse en Deense eilanden in de Wadden- en Noordzee (bron: Wadkanovaren.nl)

Dit heeft dan consequenties voor de Eemshaven en de haven van Delfzijl, maar betekent ook een gehele afsluiting van de Waddenzee.

Het is ook mogelijk dat een ander Europees plan voor de bescherming van Noordwest-Europa tegen overstroming vanuit zee zal volgen. Dit zal dan gezien de te doorlopen procedures gekoppeld aan politieke besluitvorming zeker een vertragende factor als



consequentie hebben. Moet Nederland niet zelf kunnen beslissen over zijn Waterveiligheid en moet Nederland daarop wachten, vooral als de zeespiegel sneller stijgt dan eerder werd aangenomen? In ieder geval ontstaat er dan de mogelijkheid dat de kosten van de maatregelen zullen moeten worden gedeeld, in welke vorm dan ook. De tijd zal het leren.



6 De Noordzee

6.1 Inleiding

Dit hoofdstuk geeft een beschrijving van de Noordzee met zijn (on)mogelijkheden en regelgevingen. Dit is van belang om goed in kaart te brengen waar het alignement van de Noordzeewering kan komen te liggen, maar ook om de benodigde onderzoeken te kunnen uitvoeren (zie hoofdstuk 10).

De Noordzee is een randzee van de Atlantische Oceaan. De gemiddelde diepte is 94 meter, maar ten zuiden van de Doggersbank is de diepte veelal minder dan 50 meter. Het Nederlandse deel van de Noordzee is 58.500 km² groot en een van de drukste vaarwegen ter wereld; hiervan is 3.600 km² scheepvaartroute. Rijkswaterstaat zet zich hierbij in voor veilig en vlot verkeer op deze zee en het kust- en zeebodemonderhoud ervan. Rijkswaterstaat onderzoekt ook de water- en bodemkwaliteit en spoort verloren lading en scheepswrakken op. Van deze laatste liggen er ruim 3.000 op de zeebodem. De kustlijn is ongeveer 523 km lang.

De wind aan de kust is vaak matig tot vrij krachtig uit het zuidwesten met windkracht 5 - 6 Beaufort.

6.2 Geologie en bodem

De huidige Noordzee is geologisch gezien een jonge zee, die ontstond nadat aan het einde van de laatste ijstijd (ongeveer 12.000 jaar geleden) het zeeniveau begon te stijgen. Daarvoor kon mens en dier zo naar Engeland lopen. In de ondergrond onder het Noordzeebekken liggen gesteenten en structuren die het gevolg zijn van geologische processen tijdens de laatste 350 miljoen jaar. Sinds halverwege het Tertiair (de laatste 20 miljoen jaar) is de tektonische daling van het Noordzeebekken vergelijkbaar met nu. De ligging van bodemdalingsgebieden ten opzichte van nauwelijks dalende gebieden langs de bekkenrand bepaalt de grootte van de Noordzee bij wisselende zeespiegelhoogte.

De huidige grootte van de Noordzee is enige duizenden jaren na het einde van de laatste IJstijd bereikt. Het is een stadium met relatief hoge zeespiegelstand. Tot zo'n 6000 jaar geleden was er sprake van zeespiegelstijging naar min of meer de huidige stand. Doordat de Noordzeebodem zakt, stijgt de zeespiegel relatief nog steeds, over de laatste 6000 jaar in totaal zo'n 5 meter, waarvan ongeveer 50 centimeter in de laatste 1000 jaar. In de laatste anderhalve eeuw was de zeespiegelstijging 20 tot 25 centimeter.

In de laatste ijstijd (het Weichselien) en in eerdere ijstijden lag de Noordzee grotendeels droog. De zeespiegel was tientallen meters lager, doordat wereldwijd veel water als gletsjerijs en ijskappen lag opgeslagen. Het zuidelijke deel van de Noordzee (waaraan Nederland grenst) is het ondiepste gedeelte en lag in de ijstijden geregeld droog. Ongeveer 9000 jaar geleden verdronk de zuidelijke Noordzee voor het laatst, in de aanloop naar de huidige toestand. Op het hoogtepunt van de laatste ijstijd stond de zeespiegel tot 120 meter onder de huidige stand en liep de kustlijn ongeveer 600 kilometer noordelijker (Doggerland). Delen van de Noordzee nabij Schotland en Scandinavië/Denemarken waren met landijs bedekt. In enkele eerdere ijstijden was dat in nog veel sterkere mate het geval, vooral in het Saalien en Elsterien. Alleen het uiterste zuiden van de Noordzee is nooit met landijs bedekt geweest.

In de laatste millennia van het Weichselien (22.000-12.000 jaar geleden) steeg de zeespiegel van ongeveer 120 naar ongeveer 60 meter onder het huidige zeeniveau. De



Noordzeekustlijn lag toen direct noordelijk van de Doggersbank. De rivier de Elbe mondde er in uit. De zuidelijke Noordzee was land, waar dieren en mensen leefden en verder westelijk gelegen gebieden zoals de Britse Eilanden konden koloniseren. Het uiterste zuiden werd doorkruist door de Rijn met de Maas als zijrivier. In het Nauw van Calais mondde de Noordzee in Het Kanaal uit. In de daaropvolgende millennia bleef het water stijgen, uiteindelijk tot de huidige hoogte.

De rivierdalen van Elbe en Rijn verdrongen in de Noordzee. Rond 9000 jaar geleden maakten de Noordzee en het Nauw van Calais contact. In het millennium daarna werd de Noordzee door de tsunami van de Storegga-aardverschuiving getroffen. De Nederlandse kustlijn inclusief Waddenzee vormden zich vanaf 6000 jaar geleden. Langs de zandige zuidoostkust van de Noordzee vormden zich strandwallen. Tussen de strandwallen en het land boven zeeniveau lagen lagunes. Veel lagunes slibden deels dicht met klei en groeiden met veen vol. Andere gebieden bleven waddengebied.

5000 jaar geleden lag de zeespiegel binnen vier meter onder het huidige niveau. 2000 jaar geleden was dat bijna twee meter lager dan nu. De strandwallen in Nederland bouwden zich van 6000 tot 1500 jaar geleden zeewaarts uit. Sindsdien is de kustlijn tot de huidige positie afgeslagen.

De Waddeneilanden zijn barrière-eilanden. Ze ontstonden waarschijnlijk op brandingsruggen, hoge zandbanken die onder andere werden gevormd door de branding en die uiteindelijk alleen nog door stormvloed overstromd werden. Met de groei van de eerste planten vormde zich vervolgens land. Hoewel het tegenwoordig vaste eilanden zijn, zijn de Waddeneilanden nog steeds in beweging (wandelen). Op het Oost-Friese Juist zijn bijvoorbeeld sinds 1650 vijf verschillende Kerkpleinen geweest, aangezien de kerk steeds verplaatst moest worden in verband met de veranderende vorm van het eiland. Juist bestond vroeger uit twee eilanden, maar deze groeiden uiteindelijk aan elkaar. In 2005 moest in Nederland de grens van Friesland met Groningen worden gecorrigeerd in verband met de verplaatsing van Schiermonnikoog over de provinciegrens.

De bodem van de Noordzee bestaat uit zandgolven, zandbanken en geulen, bedekt met zand en slib. Er zijn ook grindbanken en keien, overblijfselen uit de laatste ijstijd. Het water is vaak troebel door slib en zand, die door sterke stromingen en golven continu worden opgewerveld.

6.3 Getijden

De Noordzee is te klein voor het ontstaan van een eigen getij. De getijden komen voort uit de getijgolf in de Noordelijke Atlantische oceaan. Eb en vloed wisselen zich af in een ritme van 12 uur en 25 minuten. De getijgolf komt de Noordzee binnen via Het Kanaal en via de brede noordelijke ingang van de Noordzee. Beide getijgolven bewegen zich, vanwege het Corioliseffect, in de Noordzee tegen de klok in. In de zuidelijke Noordzee versmelt de getijgolf uit het zuiden met een deel van de golf uit het noorden. De golf uit het noorden loopt eerst langs de Engelse kust zuidwaarts en het grootste deel ervan komt ongeveer 12 uur later bij de Duitse Bocht aan. De getijgolf loopt rondom drie amfidromische punten (getijloze gebieden). Eén amfidroom ligt op dezelfde breedte als IJmuiden, in het smalle deel van de Noordzee tussen het zuiden van Engeland en Nederland. Het andere amfidromische systeem bestaat uit een punt midden in het centrale deel van de Noordzee en een punt niet ver van de kust van zuidelijk Noorwegen.



Getijdelijnen en amfidromische punten in de Noordzee
(bron: Atlas der Elemente des Tidenhubs und der Gezeitenströme/Wikipedia)

De gemiddelde zeespiegel schommelt thans zo rond 0 m + NAP. De getijdenstanden variëren sterk en zijn afhankelijk van de locatie en de fase van de maan, met amfidromische punten (waar dus getij nauwelijks is) en variërend verval, zoals bij Texel 1,5 meter en Schiermonnikoog 2,5 meter. Bij Vlissingen kan het verval wel meer dan 5 meter bedragen. Bij springtij zijn deze waarden hoger.

Tijdens de stormvloed van 1953 werden in Vlissingen, Hoek van Holland, IJmuiden en Harlingen waterstanden gemeten van respectievelijk 4,55, 3,85, 3,85 en 3,85 m + NAP, de hoogste standen in 100 jaar tijd. Vanaf 1986 werd bij de Oosterscheldekering op 27 februari 1990 een hoogste stormvloedstand van 3,69 m + NAP gemeten. De in dit rapport aangenomen 5 meter voor de stormvloedhoogte met golfoploop bij een zeespiegelstijging van 8 meter lijkt in die zin een redelijk veilige aanname. Hydraulische en klimaatdeskundigen dienen over deze aanname uitsluitsel te geven.

6.4 Kustbescherming

De kusten van Nederland, België, Duitsland en Denemarken zijn zeer vatbaar voor stormvloeden. Deze kusten zijn relatief vlak en een geringe stijging in het waterpeil is voldoende om grote stukken land onder water te zetten. Daarnaast zijn westelijke stormen over de Noordzee vaak erg heftig, waarbij de zuidoostelijke kusten het grootste gevaar lopen.

De vroegst bekende stormvloed in Nederland is die van 838, waarbij een groot deel van Noordwest-Nederland onderliep. De bekendste overstroming is de Watersnood van 1953, waarbij door een combinatie van noordwesterstorm en springvloed grote stukken land in Engeland, West-Vlaanderen, Zeeland, West-Brabant en Zuid-Holland onder water kwamen te staan. In Nederland kwamen daarbij meer dan 1800 mensen om het leven.

Waar vroeger de kusten gekenmerkt werden door een moerasachtig landschap met stroompjes, beken en rivieren die het land opdeelden in allerlei kleine eilandjes, begonnen enkele Nederlandse notabelen eind 17e eeuw met het aanleggen van onze hedendaagse dijken en het inpolderen van stukken land. Na de grote ramp van 1953 werden deze dijken



nogmaals verhoogd. De omvangrijkste projecten waren de Zuiderzeewerken, bedacht door ingenieur Lely, en de Deltawerken, bedacht door ingenieur Van Veen.

6.5 Archeologie en paleontologie

Er worden veel archeologische en paleontologische vondsten gedaan in de Noordzee. Botten van mensen en dieren uit de steentijd worden er met grote regelmaat aangetroffen. Daarnaast worden onder meer nederzettingen en vuurstenen vuistbijlen gevonden.

De Noordzee bergt duizenden scheepswrakken, maar ook vliegtuigwrakken. De scheepswrakken betreffen boomstamboten uit de prehistorie, Vikingsschepen, VOC-schepen, stoomschepen, onderzeeërs, voorpostboten, vissersboten en vrachtschepen. Ze geven inzicht in de maritieme geschiedenis van de Noordzee en gelden als archeologisch erfgoed. De wrakken zijn gelokaliseerd op wrakkenkaarten.

6.6 Biotopen

De Noordzee biedt een reeks zeer uiteenlopende biotopen. Zo zijn verschillende kusttypen te onderscheiden, zoals steile kusten, rotskusten en (de Nederlandse) zandkusten, die het aquatische leven bepalen. Belangrijke overgangsgebieden worden in de Noordzee gevormd door de kwelders en de wadden, waarin eb en vloed van grote invloed zijn op het leven. In de Noordzee ligt het grootste en soortenrijkste waddegebied ter wereld. Ook de bereiken van de grote riviermondingen, de estuaria, die zich onderscheiden door een doormenging van instromend zoet water en het zoute zeewater, vormen een eigen biotoop.

Verder zijn er biotopen te onderscheiden in het water van de volle zee (pelagisch leven) en op de zeebodem (benthische levensvormen). De benthische biotopen zijn verder te onderscheiden op grond van de diepte van de bodem of op grond van de bodemsamenstelling. In het overgrote deel van de Noordzee is door de visserij met sleepnetten het bodemleven vrijwel verdwenen. Zo is van de rijke oesterbanken niets over, en zijn de grind- en steenrotsbodems van vroeger veranderd in zandvlaktes.

6.7 Militaire stortplaatsen

In de Noordzee zijn meer dan 30 munitiestortplaatsen voor oorlogsmunitie en ligt los verspreid munitie geborgen. Een munitiestortplaats ligt op dertig kilometer uit de kust van IJmuiden en Hoek van Holland, en een ander ligt in de Oosterschelde in 'het gat van Zierikzee' (30.000 ton militair afval). De aftakeling van munitie door corrosie duurt 300 tot 500 jaar (zo stelde de staatssecretaris van Defensie in 2019); daarentegen hebben duikers al wel lekkend springstof geconstateerd. De gestorte conventionele oorlogsresten bevatten giftige stoffen, zoals de springstof TNT of fosfor. De derde munitiestortplaats is de meest gevaarlijke en bevindt zich boven de zandbank de Paardenmarkt. Er ligt rond de 35.000 ton op slechts 200 meter van de kust.

6.8 Nederlandse havens rond de Noordzee

Vele havens liggen aan of bij de Noordzee, waaronder de haven van Rotterdam en de haven van Antwerpen, beiden wereldhavens die voor een drukke scheepvaart zorgen. De belangrijkste Nederlandse havens aan of bij de Noordzee zijn: Rotterdam (Europoort en Maasvlakte via de Eurogeul), Amsterdam, Vlissingen (Vlissingen-Oost), Terneuzen, Stellendam, Katwijk, de Eemshaven, IJmuiden (via de IJgeul), Delfzijl, Lauwersoog, Harlingen, Den Helder, Hoek van Holland (Berghaven en Poortershaven), Scheveningen (Den Haag). Verder liggen aan de Waddenzee de havens van de Waddeneilanden.

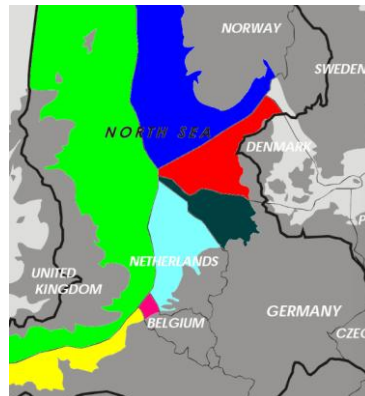


Vanuit diverse havens worden veerbootverbindingen onderhouden met andere landen en ook varen cruiseschepen naar al dan niet verre oorden.

6.9 Politieke status

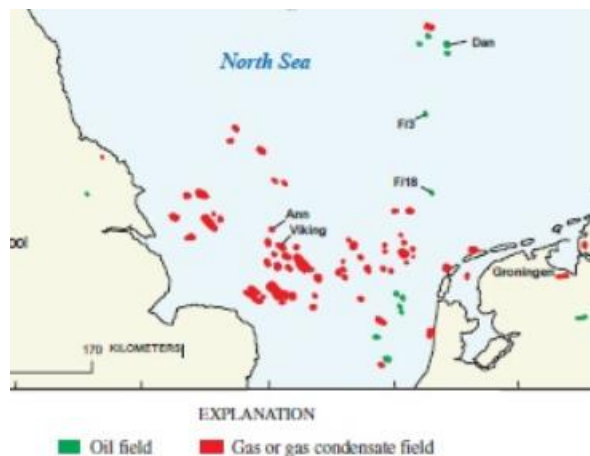
De landen die aan de Noordzee grenzen claimen allemaal een zone van 12 zeemijl als territoriale wateren, waarbinnen zij de exclusieve visrechten hebben.

Na de ontdekking van aardolie en aardgas in de Noordzee werd het Verdrag over het continentaal plat gesloten om de rechten van de landen te verdelen.



De exclusieve economische zones in de Noordzee en het Kanaal (bron: Inwind/Wikipedia)

6.10 Olie en gas



Olie- en gaswinning (bron: Gautier, D.L./Wikipedia)

Al in respectievelijk 1859 en 1910 werden aardolie en aardgas ontdekt in de kustgebieden rond de Noordzee. De exploitatie van de oliereserves in de Noordzee begon net voor de oliecrisis van 1973. De Noordzee bevat de grootste olie- en aardgasreserves van West-Europa en is een van 's werelds belangrijkste productieregio's die geen deel van de OPEC uitmaken.

De landen om de Noordzee hebben in het OSPAR-verdrag afspraken gemaakt met betrekking tot de energie-infrastructuur in de Noordzee. Als de olie- en gasvelden zijn uitgeput bestaat de verplichting de infrastructuur, zoals productieplatforms en pijpleidingen, te verwijderen. Shell heeft begin 2015 al plannen bekendgemaakt voor het verwijderen van de platforms van het Brentveld, die tot de grootste installaties op de Noordzee behoren.

Van de 148 gasvelden waar in 2015 gas werd gewonnen zal een groot deel in enkele jaren uitgeput raken. De bijbehorende infrastructuur zal daardoor op den duur moeten verdwijnen.



Deze infrastructuur kan eventueel nog nodig zijn voor rendabele winning uit andere kleine velden.

Er staan in de Noordzee 160 (deels verouderde en verlaten) olie- en gasplatforms.

6.12 Kabels en leidingen

In het Nederlandse en Belgische gebied van de Noordzee liggen de volgende elektriciteitskabels:

COBRA-kabel

Nemo Link, vanuit Zeebrugge.

En de volgende onderzeese kabels voor telecommunicatie:

TAT-14, vanuit de kust bij Katwijk

Concerto 1, vanuit de kust bij Zandvoort en Zeebrugge

ODIN, richting Alkmaar

Rembrandt 1, vanuit de kust bij Bakkum/Castricum

Rembrandt 2, vanuit de kust bij Domburg

Atlantic Crossing 1 (AC-1), vanuit de kust bij Beverwijk

Pan European Crossing, vanuit Bredene naar het VK

BT North Sea en Tangerine, vanuit Oostende naar het VK

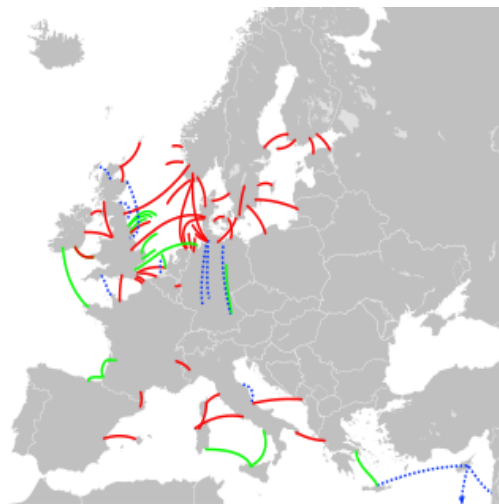
SeaMeWe-3, vanuit Oostende.

En de volgende onderzeese pijpleidingen voor gas of olie:

Rotterdam Antwerpen Pijpleiding (olie), vanuit de kust bij Rotterdam

BBL-pijpleiding (Balgzand Bacton Line) (gas), vanuit de kust bij Anna Paulowna.

In het Nederlandse deel van de Noordzee liggen samengevat duizenden kilometers pijpleidingen voor gas en olie en kabels voor elektriciteit en telecommunicatie.



Internationale stroomverbindingen in Europa (bron: Rijkswaterstaat)

- bestaande
- in opbouw
- - - gepland

6.13 Verdere feiten

- ✓ Er zijn en worden vele windmolenparken op de Nederlandse Noordzee gebouwd, met bijbehorende kabelroutes naar de kust, voor de transitie naar duurzame energievoorziening. Het demissionaire kabinet heeft tijdens de Prinsjesdag van 16 september 2025 aangegeven weer subsidies te verstrekken voor de bouw van windmolens in de Noordzee. Sinds kort blijkt evenwel dat niet meer wordt ingeschreven voor de bouw van nieuwe windmolenparken: het is te risicovol voor de bedrijven.
Evenwel, recent is bekend gemaakt dat Nederland, tezamen met 8 andere landen en bedrijven, gezamenlijk 1.000 miljard euro gaan investeren in de bouw van nieuwe windturbineparken in de Noordzee. Dat hebben ze aangekondigd op de Noordzeetop in Hamburg. Het doel is om tegen 2050 8 keer zo veel windenergie te kunnen opwekken als nu, om zo minder afhankelijk te worden van landen zoals Rusland of de Verenigde Staten.
- ✓ Er zijn gebieden aangewezen voor natuurontwikkeling (zie hoofdstuk 12).
- ✓ Ongeveer 7 procent van het Nederlandse deel van de Noordzee is beschikbaar voor militaire doeleinden. Het betreft onder meer schietgebieden voor de Koninklijke Marine en de Koninklijke Luchtmacht.
- ✓ Mogelijk dat het zogenaamde Porthos-project (Shell et al) voor CO₂-opslag onder de Noordzee op 20 ongeveer km uit Hoek van Holland reeds is gestart dan wel gerealiseerd. In september 2025 heeft het Ministerie van Klimaat en Groene Groei in de media zijn voornemen gepubliceerd om ondergrondse buisleidingen voor waterstof en koolstofdioxide aan te leggen in de zogenaamde Delta Rhine Corridor (DRC).



Terinzagelegging Delta Rhine Corridor West (bron: De Havenloods, Ministerie van Klimaat en Groene Groei)

- ✓ In de Noordzee liggen zandwinputten en vindt zandwinning plaats, onder andere voor de huidige strandsuppleties en commerciële doeleinden. Op deze zandwinning wordt in paragraaf 7.3 teruggekomen.

De aanleg van de Noordzeewering zal veel impact hebben op de voorgaande beschrijvingen en feiten. Grote projecten kunnen conflicteren met de Noordzeewering. Zo zullen er wellicht ook zandwinputten bijkomen.

Daarnaast stromen een aantal rivieren uit in de Noordzee. Onderstaand de loop van het rivierwater vanuit het achterland dat uiteindelijk in de Noordzee stroomt.



De loop van het water uit het achterland (bron: Neeltje Jans)

Tenslotte is bij Katwijk een uitwateringskanaal aanwezig dat uitmondt op de Noordzee.

Bij het organiseren en vervolgens uitvoeren van de benodigde hydraulische, morfologische en geotechnische onderzoeken voor het ontwerp en de aanleg van de Noordzeewering dient rekening te worden gehouden met al het voorgaande.

Daar waar het nodig zal zijn, moet de regelgeving worden aangepast, moeten contracten worden gewijzigd en moeten hinderlijke objecten worden verwijderd. Dit ten nutte van de Noordzeewering en de in deze haalbaarheidsstudie aangegeven meeliftkansen (zie hoofdstukken 11 en 13).

7 Haalbaarheidsstudie Noordzeewering

7.1 Inleiding en hoofdpunten

Dit hoofdstuk gaat in op een mogelijk ontwerp van de Noordzeewering. De zeewering kan tussen de 6 en 12 zeemijl zone op het Nederlands plat worden ontworpen en gecompartmenteerd en gefaseerd worden aangelegd waardoor grote binnenmeren ontstaan. Deze gecompartmenteerde binnenmeren hebben een gezamenlijke oppervlakte van ongeveer 8.000 km².

De Noordzeewering voorkomt dat de huidige hoofdwaterkeringen langs de kuststrook, benedenrivierdijken, gemalen en bruggen steeds aan de stijgende zeespiegel moeten worden aangepast dan wel vervangen, zorgt voor voldoende zoet water in droge tijden en zal de verzilting van landbouwgrond tegengaan, en ook dat strandsuppleties niet meer nodig zijn. De bovenrivierdijken behouden hun primaire functie voor overstroming vanuit de rivieren.

Door de aanleg van de Noordzeewering komt in principe de primaire functie van alle huidige hoofdwaterkeringen en bijzondere kunstwerken te 'vervallen': zij zijn dan de 'tweede verdedigingsring' tegen overstroming vanuit de Noordzee. Bij een *volledige* Noordzeewering wordt de huidige kustlijn van 526 km ingekort tot 366 km, een winst van 160 km.

Het zal uit hoofdstuk 11 blijken dat de hoofdfunctie van de Noordzeewering, zijnde de bescherming tegen overstrooming vanuit de Noordzee, gecombineerd kan worden met vele andere (secundaire) functies en maatschappelijk gezien mogelijk meeliftkansen. Deze kansen kunnen worden verzilverd door landaanwinning in de vorm van inpolderingen van de binnenmeren. In deze studie is ervan uitgegaan dat 600 km² van het beschikbare areaal van 8.000 km² wordt verzilverd voor deze landaanwinning. Hierdoor ontstaat voor Nederland meer ruimte en dit leidt ook tot synergie tussen vele maatschappelijke vraagstukken.

Alle in dit rapport beschreven infrastructuur en constructies en dergelijke zijn technisch gezien goed uitvoerbaar met (nagenoeg volledig) bewezen technieken.

De in deze haalbaarheidsstudie beschreven mogelijkheden voor synergie zijn complex en vergen grosse mode - samen met de Noordzeewering - kosten - batenanalyses op haalbaarheidsniveau niveau, waarop later in dit rapport nader zal worden ingegaan (zie hoofdstuk 13), en ook op de financiële dekking voor het ontwerp en de aanleg van de zeewering en inpolderingen (zie hoofdstuk 14).

Het ontwerp van de Noordzeewering moet zeer robuust en zelfs overgedimensioneerd zijn. Daarnaast moet worden gecompartmenteerd.

- ✓ Robuust en overgedimensioneerd: de Noordzeewering moet te allen tijde uitbreidbaar zijn. Dit voor het geval de zeespiegelstijging groter is dan 8 meter, maar ook voor de eventuele noodzaak van uitbreiding na 300 jaar. Tegen no-regret kosten. Immers de mate van zeespiegelstijging, golfaanval, -overslag en -overloop zijn (nog) niet bekend. Golfoverslag en -overloop moeten minimaal zijn, omdat ervan wordt uitgegaan dat op de Noordzeewering een verkeersweg wordt aangelegd. Vooralsnog reken ik gezien de huidige kennis conservatief (?) met een zeespiegelstijging van 8 meter voor de komende 3 eeuwen. Voor golfaanval en -oploop wordt 5 meter aangehouden en voor een 'droge' zone hierboven 2 meter.
- ✓ Compartimenteringsdijken zijn noodzakelijk voor de beperking van het overstromingsrisico, de mogelijkheid van gefaseerde aanleg (ook voor de



inpolderingen) en voor verkeersontsluiting, ook vanuit oogpunt van calamiteitenbestrijding.

De Noordzeewering en de inpolderingen kunnen op deze wijze stapsgewijs worden aangelegd naar gelang de snelheid van zeespiegelstijging, veranderend inzicht, wetenschappelijke en technische vooruitgang en de wensen voortkomend uit de door de Overheid geaccordeerde business cases van stakeholders c.q. marktpartijen (zie hoofdstuk 13). Stapsgewijs ook, omdat gewerkt dient te worden in near- en offshore condities, waarbij rekening moet worden gehouden met perioden van onwerkbaar weer- en zee condities. Downtime in het stormseizoen kan voorkomen. Sprake zal zijn van een lange bouwtijd. Echter, de start van de aanleg van bepaalde inpolderingen voor verzilvering van de meest opportune meeliftkansen, zelfs zonder de aanwezigheid van de Noordzeewering, kan al binnen een aantal jaren zijn. Dit is een ultieme kans voor bijvoorbeeld woningbouw.

No-regret geld

Het is met alle wetenschappelijke inzichten thans wel bekend dat de zeespiegel de komende eeuwen zal stijgen, maar hoeveel precies? Het overgedimensioneerd zijn betekent dat als de zeespiegelstijging hoger wordt dan gedacht, er nog ruimte is om de Noordzeewering buitenwaarts verder uit te breiden en dus te versterken. In uiterste noodzaak is een verdere zeewaartse versterking altijd mogelijk, ook als de zeespiegel met veel meer dan 8 meter zal stijgen. Bij een lagere zeespiegelstijging dan gedacht, moet de aangelegde Noordzeewering als een no-regret oplossing worden gezien. Dit laatste zou impliceren dat een te grote kapitaalsinvestering is gedaan. Maar bedacht moet worden of er wel tijd voldoende is om bij een aanvankelijk snel stijgende zeespiegel met latere onverwachte afvlakking wel tijd genoeg is om maar af te wachten, want in het andere geval zou een afvlakking wel eens niet kunnen optreden. Dit is naar mijn mening de spagaat waarin nu wordt verkeerd.

Door de aanleg van de Noordzeewering zullen vele bestaande sluiscomplexen, stormvloedkeringen (zoals de Maeslantkering) en hoofdwaterkeringen hun primaire functie, zijnde de beveiliging tegen overstroming vanuit de Noordzee, 'verliezen'. In de Noordzeewering zullen vele andere nieuwe kunstwerken moeten worden gebouwd, ook voor de ontsluiting van de havens.

De nieuwe kunstwerken voor de ontsluiting van de havens zullen, gelijk aan de Maeslantkering, normaal gesproken openstaan. Het lijkt verstandig om ze bij een verwachte waterstand van de Nieuwe Maas te Rotterdam van NAP +3.00 meter te sluiten. Immers, dit is nu ook het sluitpeil van de Maeslantkering. In hoeverre dit sluitpeil opportuun is gezien de consequenties van de te verwachten zeespiegelstijging op bijvoorbeeld alle huidige zeekeringen, sluiscomplexen, stranden en Benedenrivierdijken en dergelijke is een belangrijk punt van onderzoek. Hierbij dient ook het effect van klimaatverandering op de te verwachten hogere afstroming van de rivieren en dus ook op de stabiliteit van de Bovenrivierdijken nadrukkelijk te worden meegenomen. Dit is echter nu niet de focus van dit rapport. In ieder geval zullen in de Noordzeewering ook grote spui- en pompcomplexen moeten worden gebouwd om al het afstromend rivierwater in de Noordzee te kunnen spuien c.q. pompen. Al met al denk ik dat een sluitpeil van NAP +3.00 meter thans een redelijke aanname is.

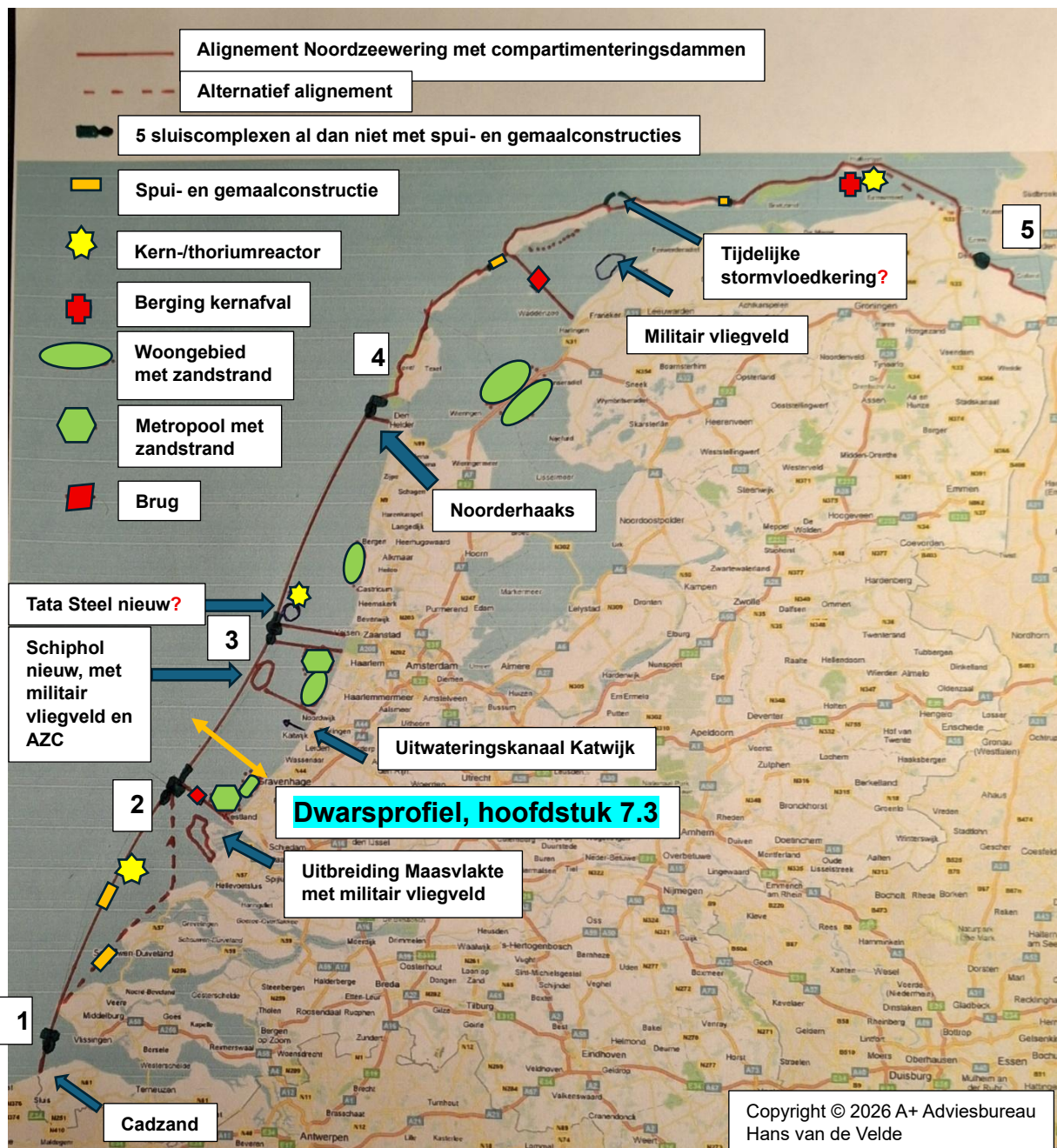
Achtereenvolgens wordt ingegaan op:

- Het ruimtelijk alignement.
- Het dwarsprofiel.
- Bijzondere kunstwerken.
- De landaanwinning door inpolderingen.



7.2 Het ruimtelijk alignement

De aanleg van een *volledige* Noordzeewering lopend van ongeveer Cadzand in Zeeuws Vlaanderen (op de grens van België met Nederland) tot juist ten oosten (of als alternatief ten westen) van de Eemshaven in de provincie Groningen, waarbij de Noordzeewering over het eilandje Noorderhaaks en de Waddeneilanden (met de zeewering verborgen in hoge duinen en met dammen in de zeegaten tussen de Waddeneilanden) loopt, en de huidige hoofdwaterkeringen ten oosten (c.q. ten westen) van de Eemshaven tot de grens met Duitsland moeten worden versterkt, betekent per saldo een verkorting van de huidige kustlijn met 160 km. De verkorting is vooral in Zeeland, Friesland, Groningen, in de kop van Noord-Holland, op de Waddeneilanden en door het in principe 'vervallen geraken' van de Afsluitdijk als primaire hoofdwaterkering. In hoeverre een *volledige* Noordzeewering mogelijk is, dient te worden onderzocht. Deze haalbaarheidsstudie geeft handreikingen hiertoe, maar ook alternatieven.

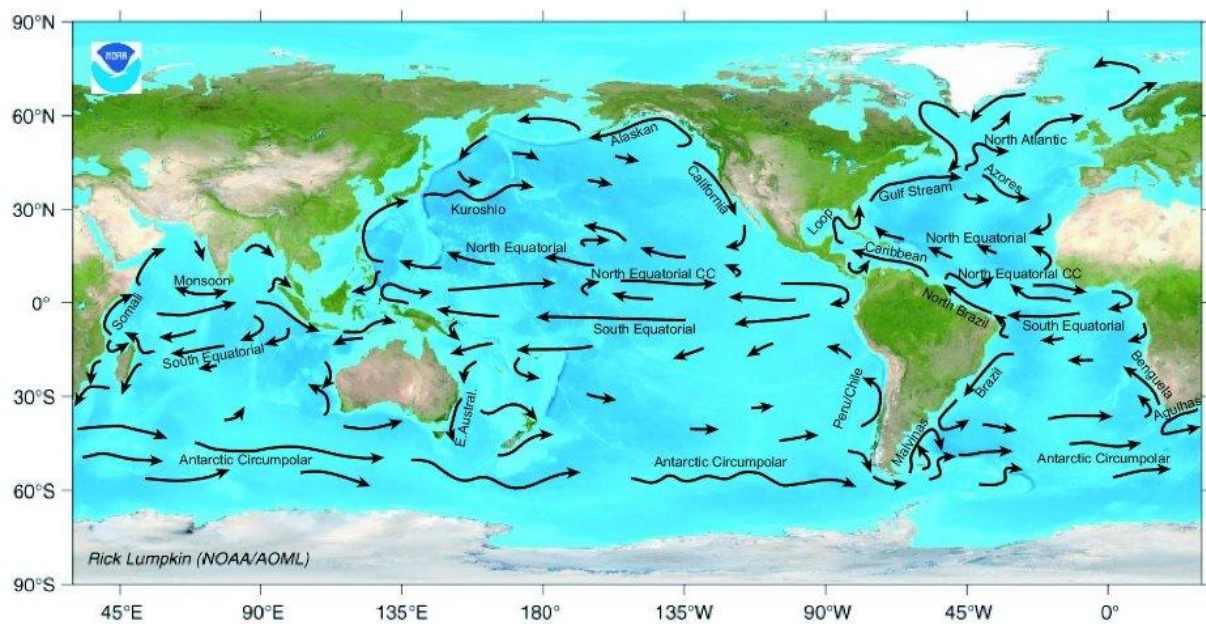


De volledige Noordzeewering met compartimenteringsdammen en mogelijke meeliftkansen (schematisch ingetekend)

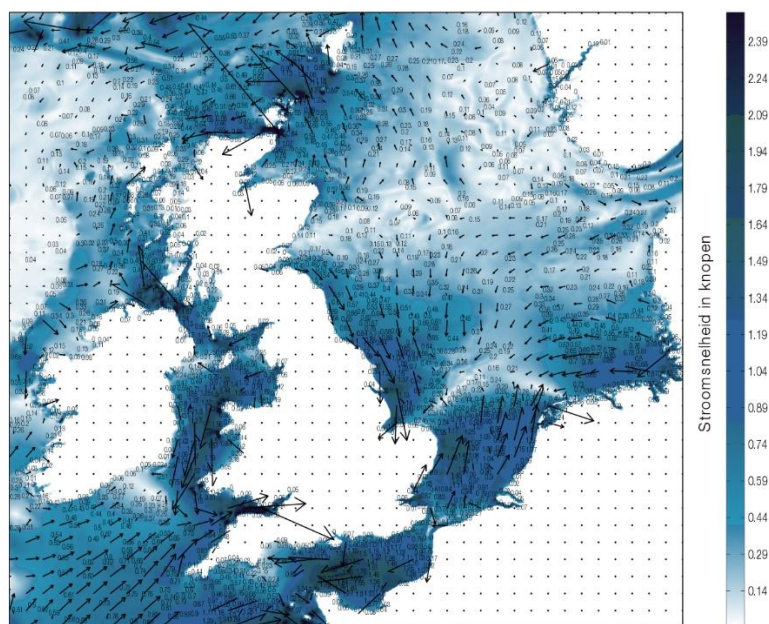
Omdat rekening moet worden gehouden met de zeestromingen in de Noordzee, welke voornamelijk noordwaarts zijn gericht, dient de Noordzeewering in principe zo strak en glad als mogelijk te worden ontworpen en aangelegd. Het hydraulisch ontwerp zal hierbij een belangrijke bouwsteen zijn. De ontwikkelde kennis over de zandmotor kan geïntegreerd worden in het ontwerp, waardoor op een natuurlijke wijze een gedeelte van het benodigde zand kan worden gewonnen, en ook kan helpen bij de voorziene landaanwinning c.q. inpolderingen van gedeelten van de binnenmeren (zie ook hoofdstuk 16).



De zandmotor nabij Den Haag (bron Rijkswaterstaat)



Mondiale zeestromen (bron: NOAA)



Verwachte stroomsnelheid in knopen

Rijkswaterstaat/KNMI Harmonie-model, run: 0021229JUL2025

Geldt op: 30 JUL 2025, 4 uur UTC (05 uur MET)

Kaart (c) Waterkaart Live | Waterkaart.net

Momentopname stroomsnelheden op 30 juli 2025 (bron: Rijkswaterstaat/KNMI)

De zeewering zal tussen België en de kop van Noord-Holland het beste tussen de 6 en 12 zeemijl zone op het Nederlands plat kunnen worden ontworpen en aangelegd. Dus tussen de 11 en 22 km uit de huidige kust. Enerzijds is de Noordzee hier nog vrij ondiep met een gemiddelde diepte van 20 - 25 meter en anderzijds ontstaan hierdoor meeliftkansen achter de Noordzeewering in de ontstane en gecompartmenteerde binnenmeren. In hoeverre de Waddenzee als werelderfgoed in stand kan worden gehouden, dient te worden onderzocht. Als niet, dan zijn ook andere functies voor de Waddenzee aanwezig. Dan zijn er ook mogelijkheden voor de economische ontwikkeling van Noord-Nederland. Al deze functies c.q. meeliftkansen en de verkorting van de kustlijn leveren baten op.

Vooralsnog wordt in deze studie uitgegaan van de aanleg van de Noordzeewering op 12 zeemijl uit de kust. Dit zal mede afhankelijk zijn van de mate van golfwerking in de gecompartmenteerde binnenmeren door zeer sterke winden op de huidige kuststrook.

De aansluiting van de Noordzeewering in het zuid Nederland, wel of niet met België



Kaart Zeeland (bron: Blokplan cartografie)

Aan de zuidzijde dient de zeewering aan te sluiten op de kust van Walcheren. Hierdoor blijft de Westerschelde in stand en blijven de havens van onder andere Vlissingen, Terneuzen en Antwerpen open. Een en ander betekent dat de hoofdwaterkeringen in Zeeuws-Vlaanderen, Walcheren en Zuid-Beveland versterkt moeten worden. Alternatieven zijn om een stormvloedkering in de Westerschelde aan te leggen of de Noordzeewering aan te laten sluiten op Zeeuws-Vlaanderen. Een en ander vergt met name overleg met België. Met name zal hierbij ook moeten overlegd in hoeverre de aansluiting van de Noordzeewering op Zeeuws-Vlaanderen (op de grens tussen België en Nederland) en de dijken nabij de havenmond van Antwerpen aansluiten op veilige hoofdwaterkeringen in België. Bij een

aansluiting op Zeeuws-Vlaanderen zal een sluizencomplex in de Noordzeewering moeten worden aangelegd om de voornoemde havens bereikbaar te houden. Tenslotte heeft het een en ander ook invloed op de zeestromen vanuit het nauw van Calais en de getijdewerking rond de gekozen optie.

Een kosten - batenanalyse van wat de beste optie is, zal noodzakelijk zijn. Hierbij moet worden meegewogen dat bij een gesloten zeewering in het sluizencomplex - dat met name voor de bereikbaarheid van Antwerpen dient - België zal dienen mee te investeren in dit complex. Immers, België heeft voordelen bij een gesloten zeewering en bij rustiger water op de Westerschelde onder normale omstandigheden.

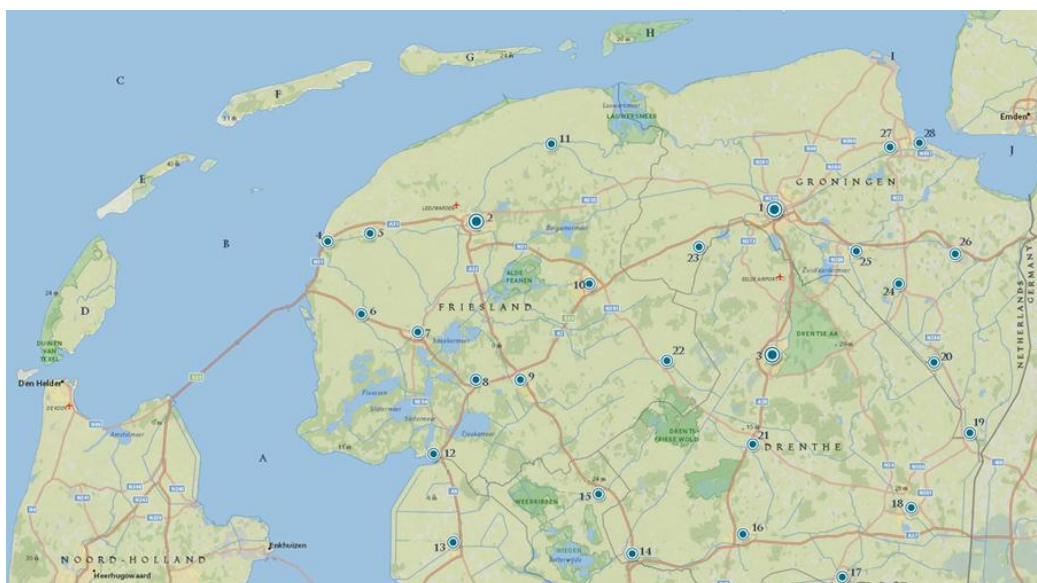
Op de Noordzeewering en op eventueel noodzakelijke verbindingsdammen tussen de wering en het vaste land, in de gecompartmenteerde binnenmeren, kan een verkeersweg worden aangelegd voor de ontsluiting van de meeliftkansen (zie hoofdstuk 11, zoals militaire vliegvelden en een locatie met kerncentrales). Deze verkeersweg kan zorgen voor snellere verbindingen tussen de zuidwestelijke provincies en met België. Uiteraard dient deze verkeersweg in eerste instantie voor het noodzakelijk onderhoud aan de Noordzeewering en voor eventuele calamiteitenbestrijding.

Alternatief Noordzeewering langs de kuststrook van Zeeland en Zuid-Holland

Zoals hiervoor aangegeven kan de zeewering tussen 11 en 22 km uit de huidige kust worden ontworpen en dient de zeewering zo strak en glad als mogelijk te worden aangelegd. Hierdoor ontstaat een binnenmeer van 11 tot 22 km breed.

Een alternatief is om de Noordzeewering over de koppen van de eilanden te laten lopen. Een kosten - baten analyse, inclusies consequenties, zal moeten uitmaken wat het beste is. Ook dan is voornoemde verkeersweg noodzakelijk.

De Noordzeewering in Noord-Nederland en het effect op de Waddenzee, aansluiting met Duitsland en mogelijk ook met Denemarken



Kaart Noord-Nederland (bron: National Geographic Interactive MapMaker)

Behoud Waddenzee

De Noordzeewering kan worden aangesloten op de kuststrook in de kop van Noord-Holland.



Dit betekent dat de marinehaven van Den Helder openblijft. Of dit een goede optie is, dient te worden nagegaan, ook gezien vanuit een strategie dat de marinevloot snel moet kunnen uitvaren. Het voordeel van deze optie is dat het Werelderfgoed De Waddenzee in stand blijft. Maar of dit vanuit waterveiligheidsoogpunt verstandig is, dient te worden onderzocht. Immers, de Waddeneilanden worden dan van alle zijden bedreigd.

De consequentie van deze optie is dat de hoofdwaterkeringen op de Waddeneilanden, die in de kop van Noord-Holland, Friesland en Groningen en de Afsluitdijk moeten worden versterkt. Overleg met Duitsland zal moeten plaats vinden voor de aansluiting van de Nederlandse hoofdwaterkering op een veilige waterkering in Duitsland langs of nabij de Dollard.

Verder zullen bij een stijgende zeespiegel de zandbewegingen c.q. de zandhonger van de Waddenzee veranderen. Bovendien zal bij eb de Waddenzee niet meer droogvallen. De flora en fauna zullen daardoor veranderen.

Technisch gezien kunnen de Waddeneilanden worden gespaard, maar daarmee zijn grotere kapitaalsinvesteringen benodigd dan in het geval van een *volledige* Noordzeewering, waarbij de wering over de koppen van de eilanden loopt met afsluiting van de zeegaten, zie voorgaande schets. In hoeverre de niet bewoonde Waddeneilanden moeten worden gespaard, is een vraag. Dit alles is een politieke keuze.

Geen behoud Waddenzee

Bij een *volledige* Noordzeewering sluit deze via het eilandje Noorderhaaks aan op Texel, steekt dan via de Waddeneilanden en Rottemeroog over naar het meest noordoostelijke punt van de provincie Groningen juist ten oosten (als alternatief ten westen) van de Eemshaven. In dat geval wordt een sluizencomplex voorzien in de Noordzeewering op het eilandje Noorderhaaks voor de ontsluiting van de marinehaven van Den Helder, de Eemshaven (zo de wering hiervan ten oosten komt te liggen) en alle havens in de Waddenzee en achter de Afsluitdijk. Vanuit kosten oogpunt is het verstandig dat alle min of meer 'afgesloten' havens (zoals Harlingen, (eventueel ook de Eemshaven), van de Waddeneilanden en alle havens achter de Afsluitdijk) ook gebruik gaan maken van dit sluizencomplex. In dit geval zal een te onderhouden vaargeul in met name de Waddenzee voor de scheepvaart van en naar de havens nodig zijn, tot het sluizencomplex.

De hoofdwaterkeringen op de Waddeneilanden (te verbergen in duinen en met dammen in de zeegaten tussen de Waddeneilanden) en die ten oosten (of ten westen) van de Eemshaven tot de grens met Duitsland dienen te worden versterkt. Overleg met Duitsland zal moeten plaats vinden voor de aansluiting van de Nederlandse hoofdwaterkering op een veilige waterkering in Duitsland in de Dollard.

In dit voorontwerp wordt dan voorzien dat de haven van Delfzijl een open verbinding via de Eems met de Noordzee blijft houden. Voor wat betreft de Eemshaven hangt deze open verbinding af of de Noordzeewering ten oosten of ten westen van deze haven met het vaste land verbinding krijgt. Dit zal een kosten - baten analyse moeten uitwijzen. In ieder geval zullen bij open verbindingen de sluiscomplexen en dergelijke van deze havens moeten worden vervangen.

Op de Noordzeewering en op de verbindingsdammen tussen de zeewering en het vaste land, in gecompartmenteerde binnenmeren, kan een verkeersweg worden aangelegd voor de ontsluiting van de Waddeneilanden naar Den Helder c.q. Noord-Holland en de provincies Friesland en Groningen vice versa. Deze verkeersweg dient dan ook voor de ontsluiting van de meeliftkansen (zie hoofdstuk 11, zoals een locatie met kerncentrales en een locatie voor

de opslag van kernaafval). Deze verkeersweg zorgt voor snellere verbindingen tussen de Waddeneilanden onderling en met voornoemde provincies dan nu aanwezig is. De huidige veerdiensten kunnen mogelijk daardoor komen te vervallen. Uiteraard dient deze verkeersweg in eerste instantie voor het noodzakelijk onderhoud aan de Noordzeewering en voor eventuele calamiteitenbestrijding.

De Waddenzee zal uit gecompartmenteerde binnenmeren komen te bestaan en zijn natuurlijke habitat verliezen, zie ook hoofdstuk 12. Bij een open Waddenzee zullen evenwel de zandbewegingen c.q. zandhonger ook veranderen en zal de Waddenzee bij eb niet meer droogvallen, waardoor er ook ecologische consequenties zijn te verwachten. Immers, met een zeespiegelstijging van meer dan 5 meter dient rekening te worden gehouden; in onderhavige studie is evenwel uitgegaan van een stijging van 8 meter.

Aansluiting met Duitsland en mogelijk ook met Denemarken

Het is goed mogelijk om de Noordzeewering vanaf de Nederlandse Waddeneilanden over de Duitse Waddeneilanden door te trekken naar bijvoorbeeld Cuxhaven en mogelijk zelfs meer zeewaarts naar Deense eilanden in de Noordzee. Hiermee worden deze eilanden en alle havens beschermd, bijvoorbeeld de haven van Hamburg, gelegen in het Duitse binnenland aan de Elbe.



Kaart Duitse en Deense eilanden in de Wadden- en Noordzee (bron: Wadkanovaren.nl)

De Eemshaven en de haven van Delfzijl zijn dan ook beschermd, echter behoeven een sluiscomplex voor hun ontsluiting. Deze oplossing betekent een gehele afsluiting van de

Waddenzee. Op deze aansluiting wordt in deze studie niet verder ingegaan. Het is evident, dat hierover met Duitsland en Denemarken overleg nodig is.

De effecten van een volledige Noordzeewering op de provincies Noord-Holland, Friesland en Groningen

Een groot deel van bovengenoemde hoofdwaterkeringen en de Afsluitdijk 'verliezen' hun primaire functie, met dien verstande dat zich in de nieuw ontstane binnenmeren nog golfaanvallen kunnen voordoen bij ongunstige winden. Tenzij wordt besloten dat zij onderdeel worden van een 2^e verdedigingsring tegen overstroming vanuit zee; dit wordt beschreven in hoofdstuk 16.

De Afsluitdijk wordt voornamelijk een verkeersweg. In principe kunnen de sluiscomplexen in de Afsluitdijk worden vervangen door een hoge verkeersbrug, waaronder scheepvaart vrij kan plaats vinden. Ook het sluizencomplex in de Houtribdijk kan komen te vervallen en vervangen worden door een hoge verkeersbrug.

In bovenstaande beschreven situatie met een *volledige* Noordzeewering ontstaat als het ware een groot areaal aan vrij water gevormd door de Waddenzee, het IJsselmeer en het Markermeer met alle aansluitende randmeren, wat enerzijds gunstig is voor de scheepvaart en anderzijds mogelijkheden biedt voor grootschaligere opslag van zoet water dan nu aanwezig is in het IJsselmeer en het Markermeer. Dit vergt wel in eerste instantie wel verzoeting van de binnenmeren in de Waddenzee.



Kaart IJsselmeer en Markermeer (bron: Dedalus)

Alternatief alignement Noordzeewering voor tijdelijk behoud Waddenzee

Een tijdelijk behoud van de Waddenzee, ook na aanleg van een *volledige* Noordzeewering, is in theorie mogelijk. Door 1 of meer dammen tussen de Waddeneilanden weg te laten en het zeegat c.q. de zeegaten te voorzien van (een) stormvloedkering(en), zoals bijvoorbeeld de Maeslantkering of de Oosterschelde stormvloedkering, kan de Noordzee 'vrij' in de Waddenzee komen en wordt de Waddenzee (tijdelijk) behouden. Afhankelijk van het aantal stormvloedkeringen zal de ontsluiting van de Waddeneilanden met een verkeersweg op de Noordzeewering beperkter zijn in het geval voor een kering als de Maeslantkering wordt gekozen. Veerdiensten kunnen dan blijven gehandhaafd.



Het waddengebied met zijn eilanden (bron: Leven Met Water)

Dit alternatief is natuurlijk een veel duurdere oplossing dan de in dit rapport voorziene dammen, maar is een oplossing voor het tijdelijk behoud van de Waddenzee. Tijdelijk, omdat mettertijd bij doorgaande zeespiegelstijging de stormvloedkering(en) bij een gegeven sluitpeil altijd dicht zal (zullen) staan. De tijdelijkheid hangt af van de mate van de zeespiegelstijging en de versnelling daarvan.

Bij deze alternatieve oplossing met 1 of meer stormvloedkeringen moet het volgende worden onderzocht:

- De veranderingen van de zeestromen en zandtransporten langs de Waddeneilanden;
- Het effect hiervan op de stormvloedkering(en), met name het risico van verzanding dan wel diepe geulvorming en daardoor (bagger)onderhoud respectievelijk het aanstorten van de zeegaten opdat de kering(en) operationeel blijven; dit wellicht ondersteunt door modelonderzoek;
- Het ecologisch effect op de flora en fauna van de Waddenzee: het op termijn niet meer droogvallen van de Waddenzee bij eb, de zandhonger, het foerageren van watervogels, het verblijf van zeehonden en vissen, en dergelijke;
- Meeliftkansen in de Waddenzee niet meer mogelijk zijn en daarmee de mogelijke economische ontwikkeling van Noord-Nederland, waarop in de hoofdstukken 11 en 13 wordt teruggekomen.

Slotopmerkingen bij het alignement mede gegeven de meeliftkansen (zie hoofdstuk 11)

De locaties en het aantal benodigde en mogelijk opportune:

- ✓ Sluiscomplexen al dan niet met spui- en pompconstructies (zie paragraaf 7.4.3).
- ✓ Compartimenteringsdammen dan wel verbindingsdammen tussen de Noordzeewering en het vaste land, al dan niet voorzien met (hoge) bruggen voor de doorvaart van schepen uit enkele van de voornoemde (kleinere) havens.

- ✓ Woningbouwlocaties.
- ✓ Kerncentrales.
- ✓ Militaire vliegvelden.
- ✓ Et cetera.

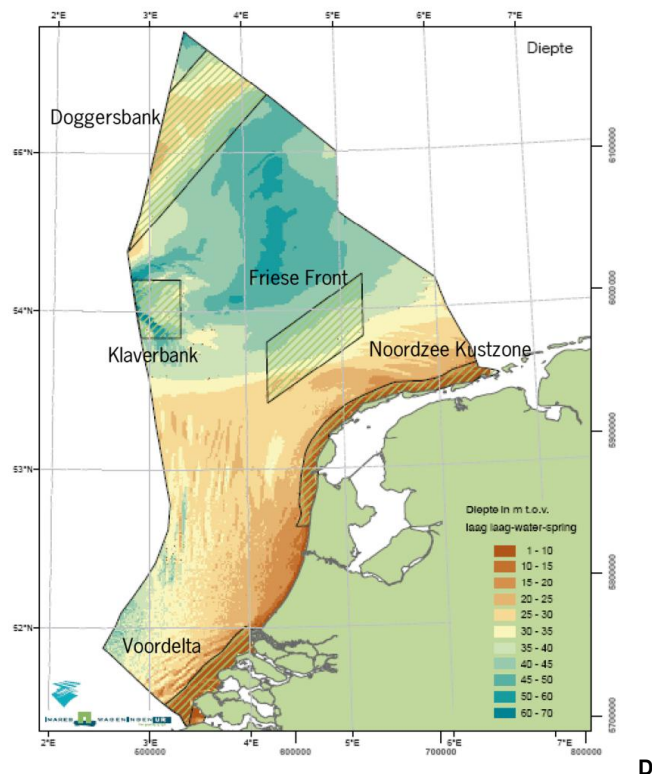
dienen uiteraard nog te worden bepaald; deze studie geeft handreikingen en voorbeelden daartoe, zie de schematische schets in paragraaf 7.2. Wel is naar mijn mening een goede afweging gemaakt om 5 sluiscomplexen aan te leggen, zie paragraaf 7.4.3.

Verder kan de vraag worden gesteld of het opportuun is om de luchthaven Schiphol en Tata Steel te verplaatsen. Dat hangt van de te maken keuzes af, ondersteund door de op te stellen business cases, maar ook gegeven dat Nederland in 2070 volgens het Centraal Bureau voor de Statistiek zal groeien naar een bevolking van nagenoeg 21 miljoen mensen (zie de hoofdstukken 11 en 13). Ik heb daarom wat fantasie gebruikt, hetgeen gestoeld is op enige kennis over ruimtelijke ordeningsaspecten, mede gegeven de huidige maatschappelijke vraagstukken c.q. issues over de behoefte c.q. noodzaak voor woningbouw en voor wat betreft Schiphol en Tata Steel de milieueffecten (geluid- en stankhinder en dergelijke).

Zo ook dienen verkeersstromen te worden onderzocht, opdat in de toekomst de juiste verkeersinfrastructuur - mede gezien voornoemde bevolkingsgroei - kan worden gewaarborgd. In dit verband is het wenselijk om ook de mogelijkheid van openbaar vervoerssystemen met bijvoorbeeld lightrail constructies te onderzoeken.

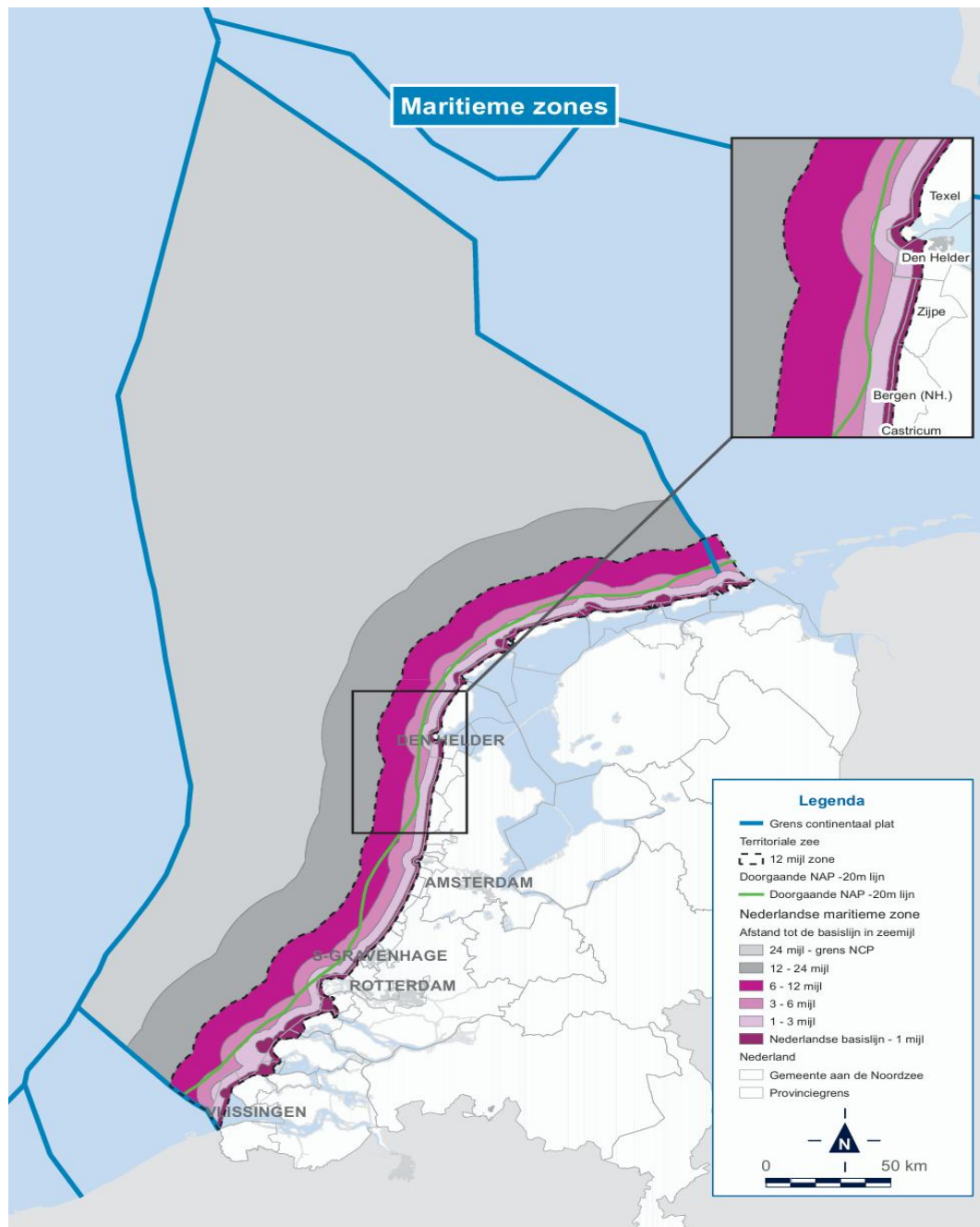
7.3 Het dwarsprofiel

Het Nederlandse deel van de Noordzee heeft een gemiddelde diepte van zo'n 30 meter.



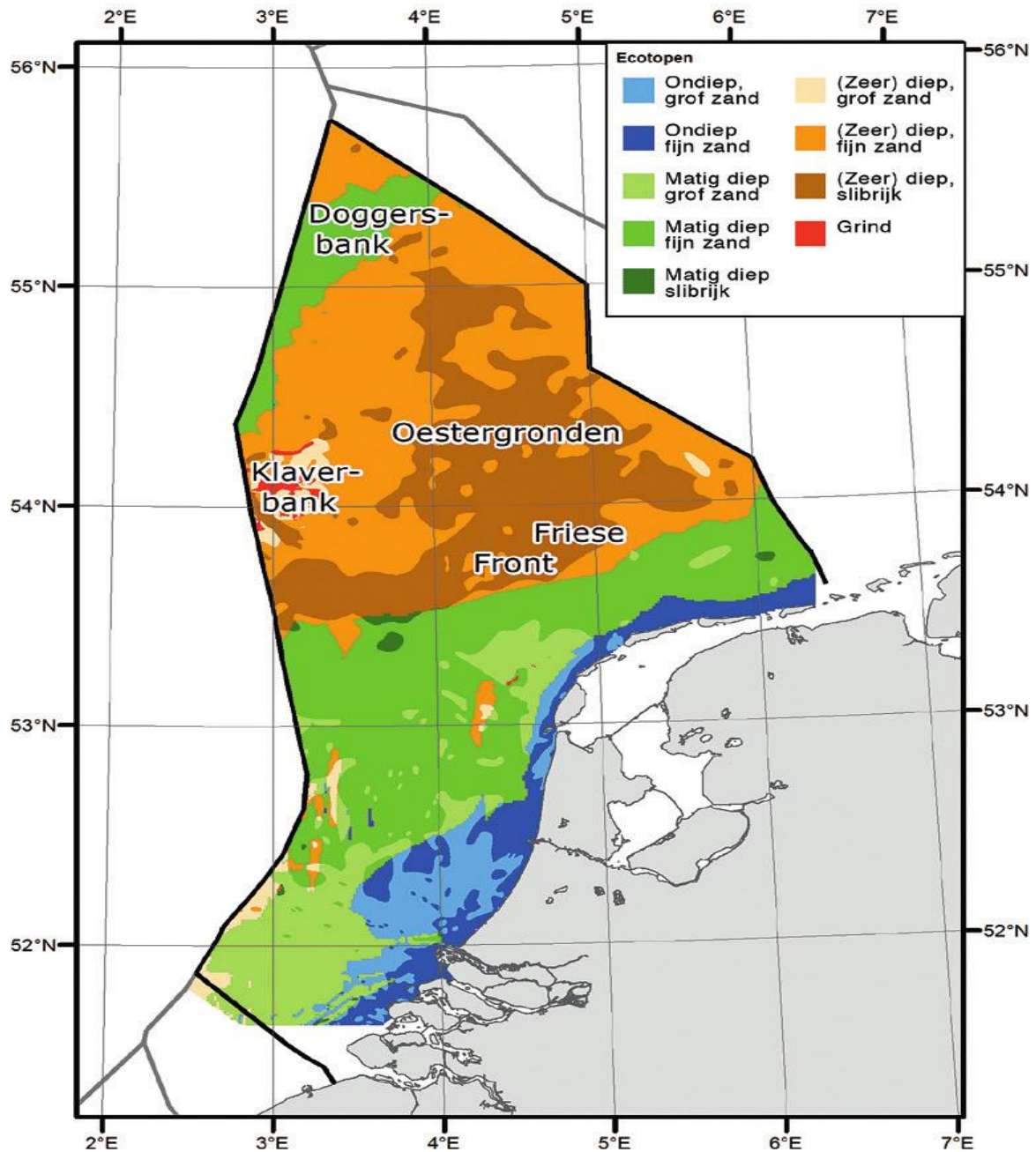
Dieptekaart van het Nederlands Continentaal Plat (NCP) (bron: Oscar Bos)

Toegesplitst op een Noordzeewering ter hoogte van Zuid- en Noord-Holland op 6 tot 12 zeemijl (11 - 22 km) uit de huidige kuststrook is de waterdiepte hier gemiddeld zo'n 20 - 25 meter en bestaat de zeebodem c.q. de ondergrond voornamelijk uit zandlagen. Binnen de 12 zeemijl zone geldt Nederlandse wetgeving²².

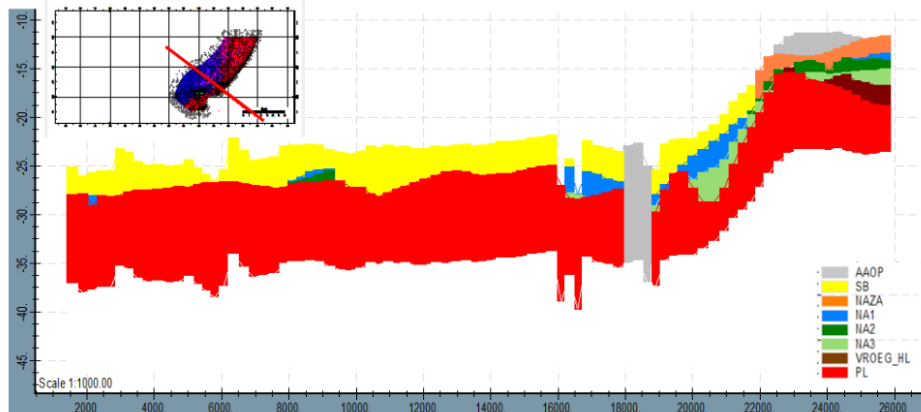


Maritieme zones in de Noordzee (bron: Rijkswaterstaat Noordzeeloket)

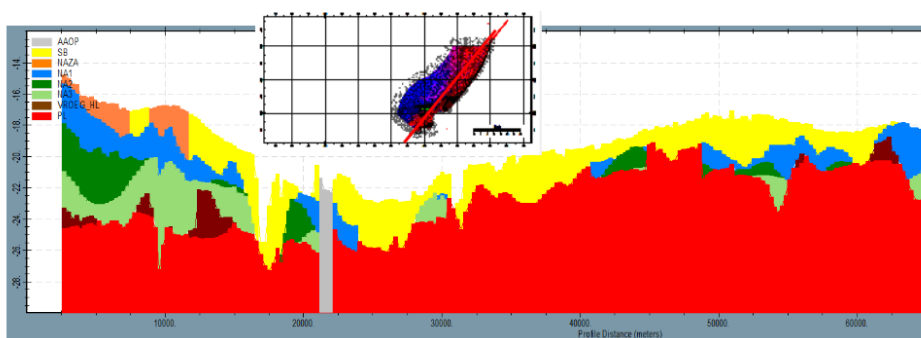
²² De Nederlandse territoriale zee: deze strekt zich uit tot 12 zeemijl gemeten vanaf de basislijn die gevormd wordt door de rechte basislijn vastgelegd in de Wet grenzen territoriale zee en de 0 meter dieptelijn, dit is het gebied waar de Nederlandse wetgeving geldt (volledige rechtsmacht).



Kaart van de Noordzee met zandvoorkomens (bron: www.noordzeeatlas.nl)



Dwarsdoorsnede lagenmodel, ongeveer haaks op de kust (noordwest-zuidoost) (bron: TNO)



Langsdoorsnede lagenmodel, ongeveer parallel aan de kust (zuidwest-noordoost) (bron: TNO)

Op deze ondergrond is de Noordzeewering goed te bouwen. Het ontwerp van de zeewering en de erin te bouwen kunstwerken moet robuust en overgedimensioneerd zijn. Immers de mate van zeespiegelstijging, de stormvloedstand (SV), de golfaanval, -overslag en -oploop en de te verwachten hogere rivierafvoeren door klimaatverandering in de komende eeuwen zijn niet bekend. Robuust en overgedimensioneerd: de zeewering moet uitbreidbaar zijn en ook de te bouwen kunstwerken erin. Dit is een uitdaging. De kunstwerken moeten worden ontworpen op een levensduur van stel 200 jaar (nu is 100 jaar gebruikelijk).

Vooralsnog wordt met de huidige kennis conservatief (?) gerekend op een zeespiegelstijging van 8 meter voor de komende 3 eeuwen. Voor de stormvloedhoogte en golfoploop boven deze zeespiegelstijging wordt 5 meter²³ aangehouden en voor een 'droge' zone hierboven 2 meter. In geval de Noordzeewering op de 12 zeemijl zone wordt aangelegd, dient rekening te worden gehouden met een waterdiepte van zo'n 20 meter, wat conservatief lijkt. Dit betekent een hoogte van de Noordzeewering op 35 meter boven de zeebodem langs de huidige kuststrook en 15 meter boven de bodem van de Waddenzee, waarbij is gesteld dat de bodem van de Waddenzee op ongeveer NAP 0 meter ligt.

Uitgegaan wordt van buitentaluds onder 1:4, een buitenberm van 10 meter breed op NAP + 8 meter (dus op een hoogte die correspondeert met de zeespiegelstijging), een kruin met een breedte van 16 meter, binnentaluds onder 1:3 en een binnenberm van 10 meter breed op

²³ Tijdens de stormvloed van 1953 werden in Vlissingen, Hoek van Holland, IJmuiden en Harlingen waterstanden gemeten van respectievelijk 4,55, 3,85, 3,85 en 3,85 m + NAP, de hoogste standen in 100 jaar tijd. Vanaf 1986 werd bij de Oosterscheldekering op 27 februari 1990 een hoogste stormvloedstand van 3,69 m + NAP gemeten. De genoemde 5 meter voor de stormvloedhoogte met golfoploop lijkt in die zin een redelijke aanname. Experts dienen hier nader uitsluitsel over te geven.



Deze bouwstof dan onder water aan te brengen.

Grondwaterstromingsmodellen dienen aan te geven wat het effect is van een 'ondoorlatende' kern op het verloop van de grondwaterstand in het dwarsprofiel. Dit om het risico van uittrekking van zeewater vanuit het binnenbeloop in het achterliggende binnenmeer te beoordelen.

- 2 Het overgrote deel van de Noordzeewering kan, vooralsnog onder water, ook met Versterkt sediment worden opgebouwd. Het gewonnen Noordzeezand en/of het opgebaggerd sediment en/of het opgebaggerd zand uit de toegangsgeulen op de Noordzee, zoals de Euro-Maasgeul, naar de haven van Rotterdam, en de IJgeul, naar de havens van IJmuiden en Amsterdam, wordt dan versterkt en ondoorlatend gemaakt met toeslagstoffen. Zo wordt bijvoorbeeld jaarlijks 12 miljoen m³ sediment uit de Rotterdamse havens en 20,7 miljoen m³ zand uit de bovengenoemde vaargeulen opgebaggerd.
Het voordeel van Versterkt sediment is dat de Noordzeewering mogelijk steiler kan worden opgebouwd, wat kostenbesparend is. Met de toepassing van Versterkt sediment kan de komende jaren ervaring worden opgedaan voor latere grootschalige toepassing.
- 3 De buitenbelopen tot het niveau van de golfaanval met zwaar stortsteen en/of zwaar breuksteen en/of zware betonblokken zoals bijvoorbeeld toegepast bij de havendammen van IJmuiden, een en ander als filterconstructie uit te voeren met al dan niet zinkstukken, eindigend met zetsteen of gelijkwaardig geplaatst op een laag zand met filterdoek of klei. Onderwater kan ook Versterkt sediment voor het opbouwen van de buitenbelopen een mogelijke oplossing zijn.
- 4 De binnenbelopen kunnen tot het te handhaven peil van de binnenmeren, rekening houdend met golfaanval ten gevolge van windgolven bij ongunstige windrichting, worden beschermd met stortsteen en/of breuksteen, een en ander als filterconstructie uit te voeren met al dan niet zinkstukken, eindigend met zetsteen of gelijkwaardig geplaatst op een laag zand met filterdoek of klei. Hierbij kan onderwater Versterkt sediment ook een mogelijke oplossing zijn.
- 5 Bovenin het buiten- en binnenbeloop - boven het gebied van de golfaanval - kan de Noordzeewering worden verdedigd met een kleilaag met grasbegroeiing. Voor het binnenbeloop kunnen als innovatie kunstgrasmatten²⁵ een goed alternatief zijn. Hiernaar wordt thans onderzoek gedaan. Op basis van de resultaten hiervan kunnen mogelijk ook kunstgrasmatten op het buitenbeloop worden toegepast.
- 6 Op de kruin dient een wegconstructie te worden gemaakt.
- 7 Ter plaatse van de aansluitingen van de Noordzeewering met de noodzakelijke bijzondere constructies, zoals sluizen, dient grote aandacht te zijn voor een goede en robuuste aansluiting.

²⁵ Op dit moment bevindt deze innovatie zich op Technology Readiness Levels (TRL) 6 - 7. Het voordeel ten opzichte van conventioneel gras op klei is, dat kunstgrasmatten veel minder onderhoud behoeven. Daarnaast wordt verwacht dat ze sterker zijn dan grasmatten, dus overloopbestendiger. Uit onderzoek moet dit laatste nog blijken en of een dijk daardoor lager kan worden aangelegd. De matten kunnen desgewenst in kleur worden uitgevoerd.



Gekleurd kunstgras

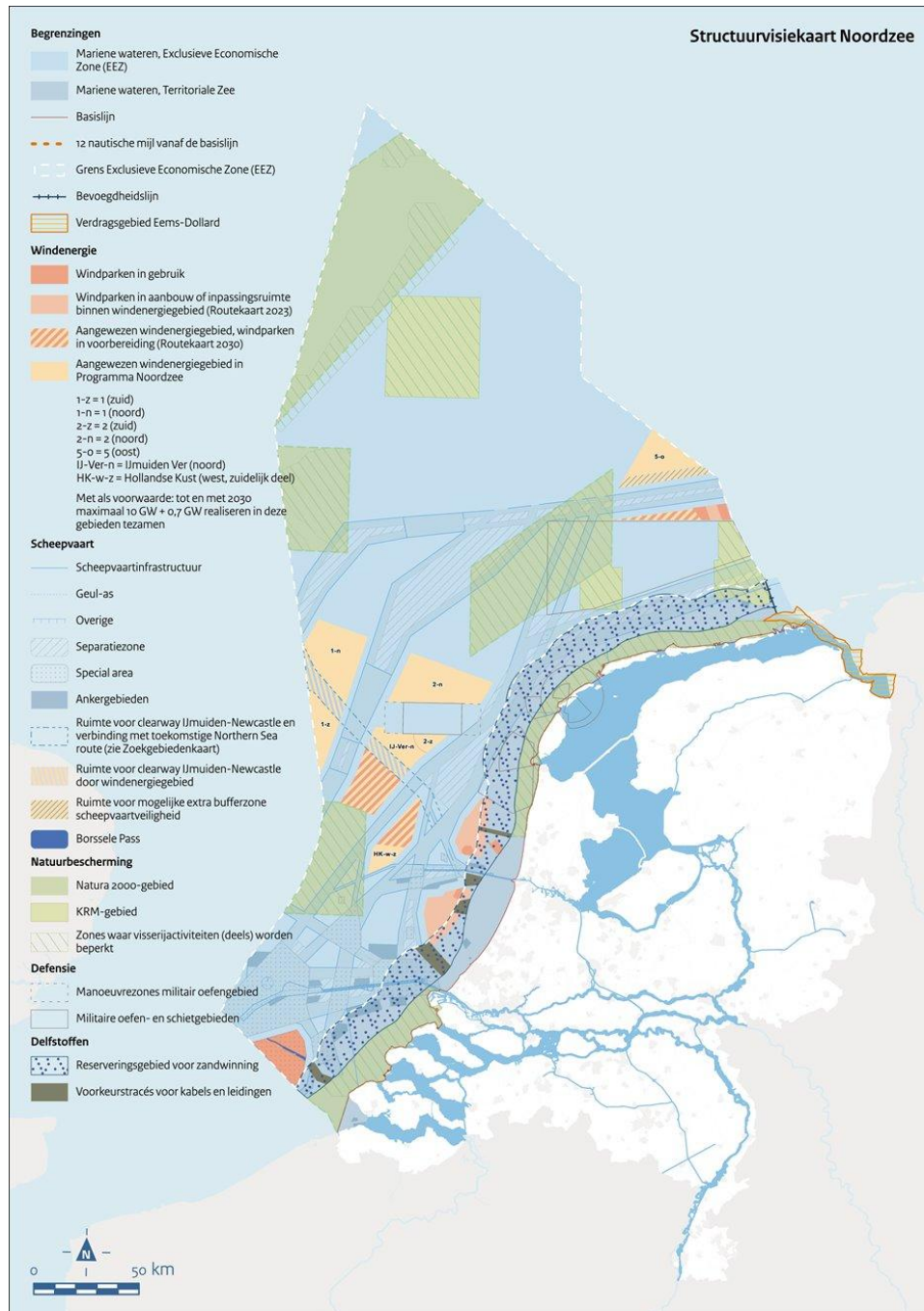


Impressie aanzicht van het binnenbeloop van een binnenmeerdijk met gekleurd kunstgras
(bron foto: Mark Klein Breteler)

7.3.1 De benodigde zandhoeveelheid

De benodigde hoeveelheid bouwstof bedraagt bij het voorgestelde alignement en dwarsprofiel voor een *volledige* Noordzeewering naar grove schatting 1 miljard m³. Deze hoeveelheid hangt af van het alignement (nu aangehouden op 12 zeemijl uit de huidige kustlijn) en ontwerp van de zeewering. Daarnaast zal uit de hoofdstukken 11 en 13 blijken, dat rekening dient te worden gehouden met grof geschat 7 miljard m³ bouwstof voor de

aanleg van 600 km² land in poldervorm voor bijvoorbeeld woningbouwlocaties, bedrijfsactiviteiten en de daarbij benodigde infrastructuur, zie de hoofdstukken 11 en 13. De vraag is dan of er voldoende zand beschikbaar is voor de aanleg van de Noordzeewering en de inpolderingen.



Structuurvisie kaart Noordzee met reserveringsgebied voor zandwinning (gestippeld) (bron: ZanduitZee)

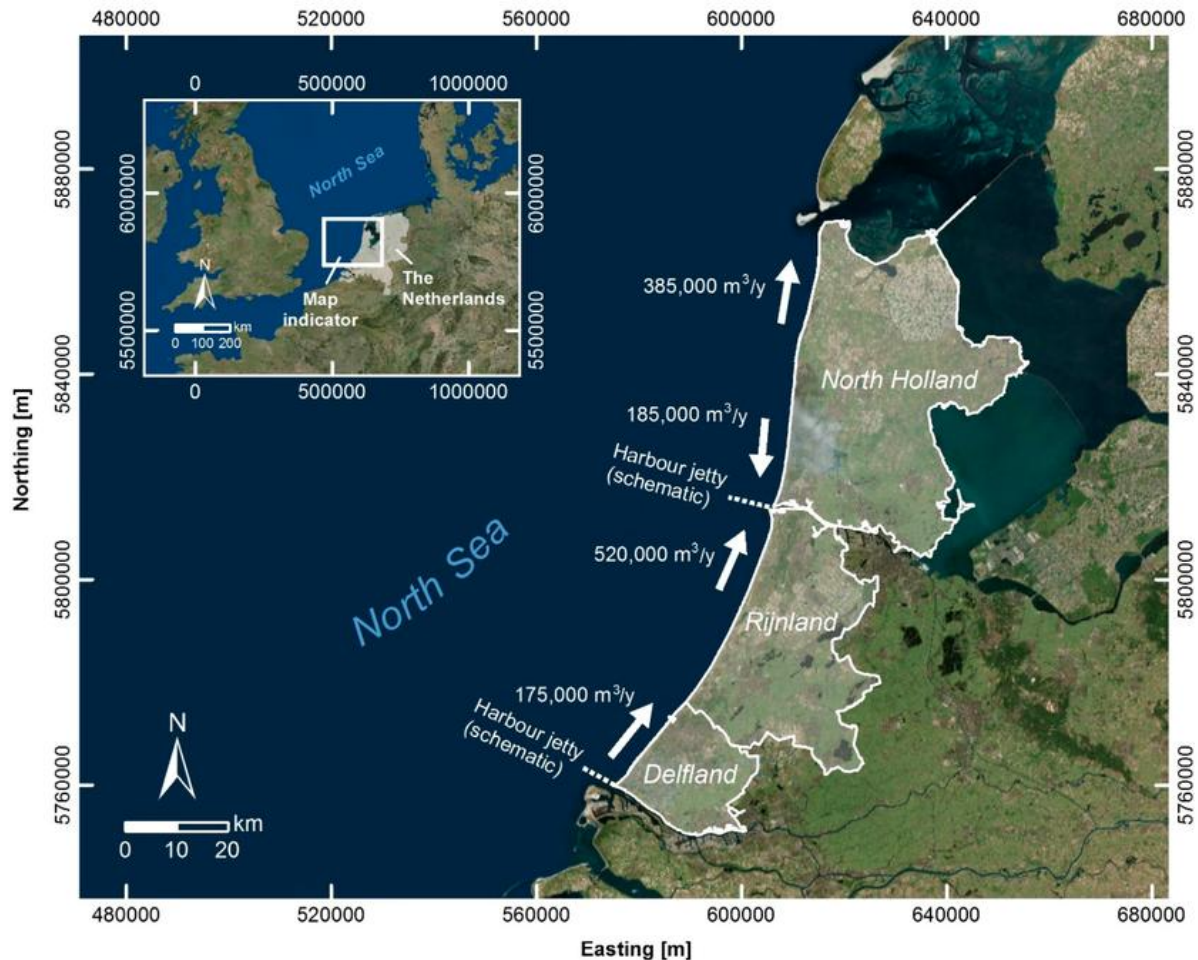
Het huidige beleid is dat zeezand op ruime afstand van de kust wordt gewonnen met bijvoorbeeld sleephopperzuigers. Het gebied dat voor zandwinning is gereserveerd, loopt parallel aan de kust en heeft een oppervlakte van 5.134 km² en wordt begrensd door de 12-zeemijlszone en de doorgaande NAP - 20 m diepteliijn. In dit gebied heeft zandwinning prioriteit, al zijn andere gebruiksfuncties niet uitgesloten. Grootschalige zandwinning met windiepten van meer dan 2 meter is toegestaan vanaf 2 km zeewaarts vanaf de doorgaande NAP -20 m diepteliijn.



In 2027 lopen de vergunningen voor de huidige zandwinningsperiode af en zullen beslissingen moeten worden genomen over de zandwinningstrategie in de Noordzee. Het zal nodig zijn, gegeven de mogelijke aanleg van de Noordzeewering en de inpolderingen, de beperkingen voor zandwinning, zoals onder andere hieronder aangegeven, zo veel als mogelijk op te heffen.

Hierbij kan voor de planning en winning van voornoemde 8 miljard m³ voor de aanleg van de Noordzeewering worden gesteld, dat:

- 1) De Noordzeewering gefaseerd en gecompartmenteerd kan worden aangelegd. Dus er is nog tijd, mits op tijd wordt gestart met de aanleg ervan. Dit is afhankelijk van de mate van zeespiegelstijging en vooral van de al waargenomen versnelling daarvan.
- 2) Nu voor de bescherming van de Nederlandse kust en voor commerciële doeleinden jaarlijks ongeveer 25 miljoen m³ zand uit de Noordzee wordt gewonnen.
- 3) Jaarlijks meer dan 30 miljoen m³ sediment (zand en slib) uit de zeehavens en geulen wordt opgebaggerd (en zo in de Noordzee wordt gestort).
- 4) Totaal wordt gezien de punten 2 en 3 in 100 jaar tijd dus 5,5 miljard m³ sediment verplaatst.
- 5) De huidige zandsuppleties voor het onderhoud van de huidige kust bij aanleg van de Noordzeewering niet meer nodig zijn.
- 6) Sediment uit de Waddenzee mogelijk ook kan worden gebruikt bij de aanleg van de Noordzeewering.
- 7) Versterkt sediment als onderwater toepassing ook een bouwstof kan zijn.
- 8) Het gebruik van op land gewonnen zand niet hoeft te worden uitgesloten, bijvoorbeeld voor het aanleggen van de compartimenteringsdammen tussen de huidige kuststrook en de Noordzeewering en de inpolderingen met polderdijken, waarop ook ontsluitingswegen kunnen worden aangelegd met ook een verbinding naar de verkeersweg op de Noordzeewering.
- 9) Ter plaatse van de binnenmeren, daar waar geen meeliftkansen worden voorzien, kan ook zandwinning plaats vinden binnen de 12-zeemijlszone. Eventueel kunnen de aldus gevormde zandwinputten aan de onderzijde c.q. de bodem en op de onderwatertaluds ervan worden voorzien van een dikke laag ondoorlatend Versterkt sediment voor de aanleg van grote stortplaatsen, zie hoofdstuk 11.
- 10) Tenslotte kunnen het principe van de zandmotor en zandbanken worden gebruikt om een gedeelte van het benodigde zand 'gratis' in te winnen, zie ook hoofdstuk 16. Met de zandmotor is vanaf 2011 kennis opgedaan doordat voor de kust van Kijkduin 21,5 m³ zand werd aangebracht dat vervolgens door de zeestroming is verworden tot een schiereiland. Dit volgens het principe van Bouwen met de Natuur. Wind en stroming verspreiden het zand langs de kust en richting de duinen. In de luwte van de zandmotor en door de toepassing van aangelegde zandbanken onder water, kan dan ook zeezand door sedimentatie worden ingewonnen. Dit vergt uiteraard tijd. Het is dan de bedoeling om een aantal zandmotoren en/of zandbanken voor de huidige kuststrook aan te leggen.



Jaarlijks netto zandtransport in m^3/jaar langs de huidige kust ter hoogte van Delfland, Rijnland en Noord-Holland (bron: ResearchGate.net)

Totaal is dan dus ongeveer 8 miljard m^3 bouwstof nodig, voornamelijk zand, een immense hoeveelheid. Het huidige reserveringsgebied voor zandwinning is vermoedelijk niet voldoende. In theorie bevat het Nederlandse deel van de Noordzee voldoende zand, echter wanneer er rekening wordt gehouden met alle huidige praktische beperkingen (zoals de aanwezigheid en mogelijk toekomstige bouw van windmolenparken en (deels verouderde en verlaten) olie- en gasplatforms, scheepvaartroutes, Natura-2000 gebieden, ankergebieden, militaire oefen- en schietgebieden en locaties met niet-opgeruimde explosieven), blijft er niet veel ruimte over voor zandwinning. Het is dan zaak om deze beperkingen zo veel als mogelijk op te heffen, immers de veiligheid van Nederland tegen overstromen staat voorop. Dat betekent dat het beleid voor de zandwinning dient te worden aangepast. Dit kan gezien de bovengenoemde punten 4 tot en met 10 en het opheffen dan wel aanpassen van voornoemde beperkingen. Naar mijn idee zijn er dus genoeg mogelijkheden om de benodigde hoeveelheid zand c.q. bouwstof te halen.

Studies naar de beschikbaarheid van zand zijn al gaande. Voorgesteld wordt om

1. Het onderzoek naar winbaar zand voor de Noordzeewering, de inpolderingen en de andere (commerciële) doeleinden op deze studies te laten aansluiten. Hierbij dient dan rekening te worden gehouden met voornoemde grondstromen en het opheffen dan wel aanpassen van voornoemde beperkingen. Dit met een tijdhorizon van ongeveer 50 jaar.

2. Binnen het lopende HWBP-programma Versterkt sediment waar mogelijk als onderwater toepassing te gebruiken, opdat hiermee voldoende ervaring wordt opgedaan.

7.4 Bijzondere kunstwerken

7.4.1 Inleiding



De Deltawerken (bron: Rijkswaterstaat)

De Deltawerken zijn Nederlands grootste verdedigingssysteem tegen hoogwater vanuit zee, uniek in de wereld. Deze waterkeringen bestaan uit 5 stormvloedkeringen, 2 sluiscomplexen en 6 dammen. Daarnaast beschermt de Afsluitdijk het daarachterliggende land. De Deltawerken, de Afsluitdijk en alle andere hoofdwaterringen beschermen Nederland niet alleen tegen hoogwater uit zee (dan wel tegen overstroming vanuit de rivieren), ze dragen ook bij aan een betere waterhuishouding en zoetwatervoorziening; de Philipsdam en Oesterdam zijn hierbij compartimenteringsdammen. Daarnaast hebben de Deltawerken en de Afsluitdijk de bereikbaarheid van Zeeland respectievelijk de noordelijke provincies verbeterd en zijn er nieuwe natuur- en recreatiegebieden aangelegd. Ook hebben zij Nederland internationaal op de kaart gezet als toonaangevend waterbouwland.



De Noordzeehavens (bron: <https://www.hollandlandofwater.com/nl/noordzeehavens/>)

De Noordzeehavens betreffen die van Vliissingen, Rotterdam, Scheveningen, Katwijk (ook als afwateringsvoorziening), IJmuiden, Amsterdam, Den Helder en Delfzijl. Verder zijn er nog de havens van Terneuzen, Stellendam en Hoek van Holland. In het waddenzeegebied liggen de havens van Harlingen, Lauwersoog, de Waddeneilanden en de Eemshaven. Achter de Afsluitdijk zijn havens aanwezig waarvan de schepen ook buitengaats gaan.

Al deze waterkeringen c.q. havens zullen in principe hun al dan niet aanwezige functie van primaire waterkering verliezen dan wel beïnvloed worden door de aanleg van de *volledige* Noordzeewering.

7.4.2 Consequenties voor bestaande primaire waterkeringen

Alle 'harde' primaire waterkeringen, zoals de Oosterscheldekering, de Maeslantkering en de Haringvlietdam met zijn spuisluizen en de sluiscomplexen in de voornoemde havens hebben in principe een levensduur van ongeveer 100 jaar. Daarvan zijn veelal per kering al vele tientallen jaren opgesoupeerd. De zeespiegelstijging zal in de komende 3 eeuwen naar verwachting met minimaal 5 meter toenemen. Het is niet te verwachten dat de technische levensduur van deze 'harde' waterkeringen en sluiscomplexen structureel kan worden verlengd. Daar zijn zij niet voor ontworpen. Zij zullen dus te zijner tijd moeten worden vervangen, waarbij met het oog op de zeespiegelstijging met hoge (onnodige?) kapitaalsinvesteringen rekening moet worden gehouden. Eenzelfde denkrichting zal ook gelden voor de hiervoor genoemde havens en voor het versterken en ophogen van het overgrote deel van de dijken, duinen en dammen langs de kust en de Waddenzee in de provincies Zeeland, Zuid en Noord-Holland, Friesland en Groningen en in het

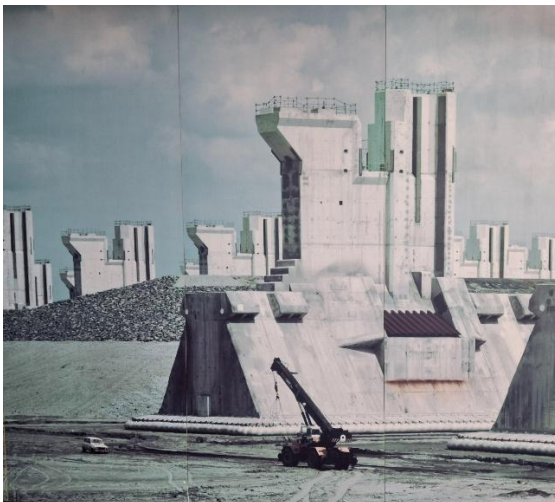
Benedenrivierengebied. Alsook voor de Afsluitdijk met zijn hierin liggende sluiscomplexen, welke onlangs zijn versterkt. Bij het versterken en ophogen van met name de rivierdijken dient dan bovendien rekening te worden gehouden met de aanwezigheid van dorpen dan wel steden en gemalen en dergelijke. Het behoud van bebouwing vergt in de regel bijzondere constructies, en ook dienen gemaalcomplexen voor het polderwater achter de rivierdijken te worden aangepast dan wel vervangen; dit zal ook hoge (onnodige?) kapitaalsinvesteringen vergen.

Bij een *volledige* Noordzeewering verliezen al de genoemde primaire waterkeringen in het Benedenrivierengebied (dijken, duinen, dammen, sluiscomplexen en stormvloedkeringen) in principe hun primaire functie, namelijk de bescherming tegen overstroming bij de nu voorziene zeespiegelstijging van 5 meter binnen 300 jaar. Tenzij de politieke keuze wordt gemaakt om hun primaire functie te laten behouden als extra verdedigingsgordel tegen overstromen vanuit zee. Dat zal een zeer grote kapitaalsinvestering vergen, naar mijn inschatting veel hoger dan de aanleg van de Noordzeewering. Uiteraard behouden de rivierdijken hierbij hun primaire functie voor overstroming door de rivieren.

Gezien hun secundaire functies kunnen vele van de voornoemde primaire waterkeringen echter nog waardevol blijven en in stand worden gehouden, voor een goede waterhuishouding, als wateropslagbekken, voor zoetwatervoorziening, voor de bereikbaarheid van Zeeland en de noordelijke provincies en voor de aanleg van nieuwe natuur- en recreatiegebieden.

Gegeven het voorgaande zijn de consequenties bij een (*volledige*) Noordzeewering met aansluiting op het vaste land op Zeeuws-Vlaanderen en ten oosten van de Eemshaven als volgt:

- ✓ De volgende bijzondere 'harde' kunstwerken komen qua primaire functie te vervallen:
 - de Bathse spuisluis
 - de Oosterscheldekering



De bouwput van de Oosterschelde stormvloedkering (bron: Neeltje Jans)

- de Haringvlietdam
- de Hartelkering
- de Maeslantkering
- de Hollandsche IJsselkering
- de sluiscomplexen bij Vlissingen, Scheveningen, Katwijk (met afwateringsconstructie), IJmuiden, Den Helder, Harlingen, de Eemshaven en

- Lauwersoog en die in de Afsluitdijk
- gemaalcomplexen in de rivierdijken dienen wellicht te worden aangepast, rekening houdend met hogere rivierafvoeren.
- ✓ De havens van Vlissingen, Scheveningen, Katwijk, IJmuiden, Den Helder, Harlingen, Lauwersoog, de Eemshaven en die in de Waddenzee komen in rustiger water te liggen.
- ✓ De haven van Delfzijl blijft door de open Eems in stand en dient te worden aangepast voor de zeespiegelstijging.
- ✓ De volgende dammen komen al dan niet qua primaire functie te vervallen: Zandkreekdam, Veerse Gatdam, Oesterdam, Volkerakdam, Philipsdam, Grevelingendam, Brouwersdam en de Afsluitdijk. Deze komen in rustiger water te liggen.
- ✓ Het overgrote deel van de volgende (zee)dijken langs de kust en de Waddenzee komen qua primaire functie te vervallen: die in de provincies Zeeland, Zuid en Noord-Holland, Noord-Brabant, Friesland en Groningen (behalve die ten oosten van de Eemshaven), inclusief die van de Waddeneilanden. Deze komen in rustiger water te liggen. De rivierdijken in het Benedenrivierengebied behouden hierbij hun primaire functie tegen overstroming door de rivieren.

7.4.3 Nieuwe 'harde' primaire waterkeringen c.q. kunstwerken

Het is evident dat in een al dan niet *volledige* Noordzeewering nieuwe kunstwerken moeten worden aangelegd. Hierbij valt te denken aan:

- 1 Noordzeewering sluit aan op Walcheren
De Westerschelde blijft open. Nieuwe sluiscomplexen en gemalen in de hoofdwaterkeringen langs de Westerschelde zijn dan nodig. Dit voor de ontsluiting van de havens in het Westerschelde bekken (onder andere Vlissingen, Terneuzen en Antwerpen) en voor de waterhuishouding van het achterland. Dit betekent vanzelfsprekend ook dat de Westerschelde op diepte moet worden gehouden. De dijken in dit bekken moeten worden versterkt.
- 2 Noordzeewering sluit aan op de kop van Noord-Holland
De Waddenzee blijft in stand, maar zal consequenties ondervinden van de zeespiegelstijging. Nieuwe sluiscomplexen en gemalen in de hoofdwaterkeringen langs de Waddenzee en in de Afsluitdijk zijn dan nodig. Dit voor de waterhuishouding van het achterland en voor de ontsluiting van de havens van onder andere Den Helder, Delfzijl, Harlingen, Lauwersoog, de Waddeneilanden, de Eemshaven en alle havens achter de Afsluitdijk. Dit betekent vanzelfsprekend ook dat de desbetreffende vaargeulen op diepte moeten worden gehouden. De dijken ten oosten van het aansluitpunt en de Afsluitdijk dienen te worden versterkt.
- 3 Aanleg volledige Noordzeewering
Nieuwe sluiscomplexen en/of stormvloedkeringen en grote spui- en pompgemalen in de Noordzeewering zijn nodig. Dit voor de waterhuishouding van het achterland en voor de ontsluiting van de havens van onder andere Vlissingen, Terneuzen, Antwerpen, die van de rest van de Westerschelde, Stellendam, Rotterdam, Hoek van Holland, Scheveningen, Katwijk, IJmuiden, Amsterdam, Den Helder, Harlingen, de Eemshaven, Lauwersoog, de Waddeneilanden en alle havens achter de Afsluitdijk. De haven van Delfzijl blijft via de Eems verbinding houden met de Noordzee. Dit laatste ook als de zeewering op het vaste land aansluit ten westen van de Eemshaven, maar dan moet ook het sluiscomplex van de Eemshaven worden vervangen.

Hierbij kan worden gedacht aan de volgende 5 (vanuit kosten oogpunt deels gezamenlijke) sluiscomplexen dan wel stormvloedkeringen die pas worden gesloten bij het bereiken van een nader vast te stellen zee- dan wel sluitpeil:

- 1 voor alle havens in de Westerschelde, dus ook voor Antwerpen.
- 1 voor de havens van Stellendam, Rotterdam, Scheveningen en Katwijk (met uitwateringskanaal).
- 1 voor de havens van IJmuiden en Amsterdam.



Uitwateringskanaal en berghaven Katwijk (bron: Aerophotostock)



De sluizen van IJmuiden met links van het midden het gemaal en de spuisluis (bron: Debot at Dutch Wikipedia)

- 1 op het eilandje Noorderhaaks (groot circa 4 km² met een hoogte op circa 1,3 - 1,6



- m + NAP) voor de havens van Den Helder, Harlingen, de Eemshaven (zo de Noordzeewering ten oosten hiervan aansluit op het vaste land), Lauwersoog, de Waddeneilanden en voor alle havens achter de Afsluitdijk.
- 1 voor de haven van Delfzijl, die openblijft door de open verbinding van de Eems met de Noordzee.

Dit betekent dat de desbetreffende vaargeulen op diepte moeten worden gehouden dan wel nieuwe vaargeulen in de binnenmeren (die in de kuststrook tussen de Noordzeewering en de bestaande kust en die in de (vervallen) Waddenzee) moeten worden aangelegd en in stand gehouden.

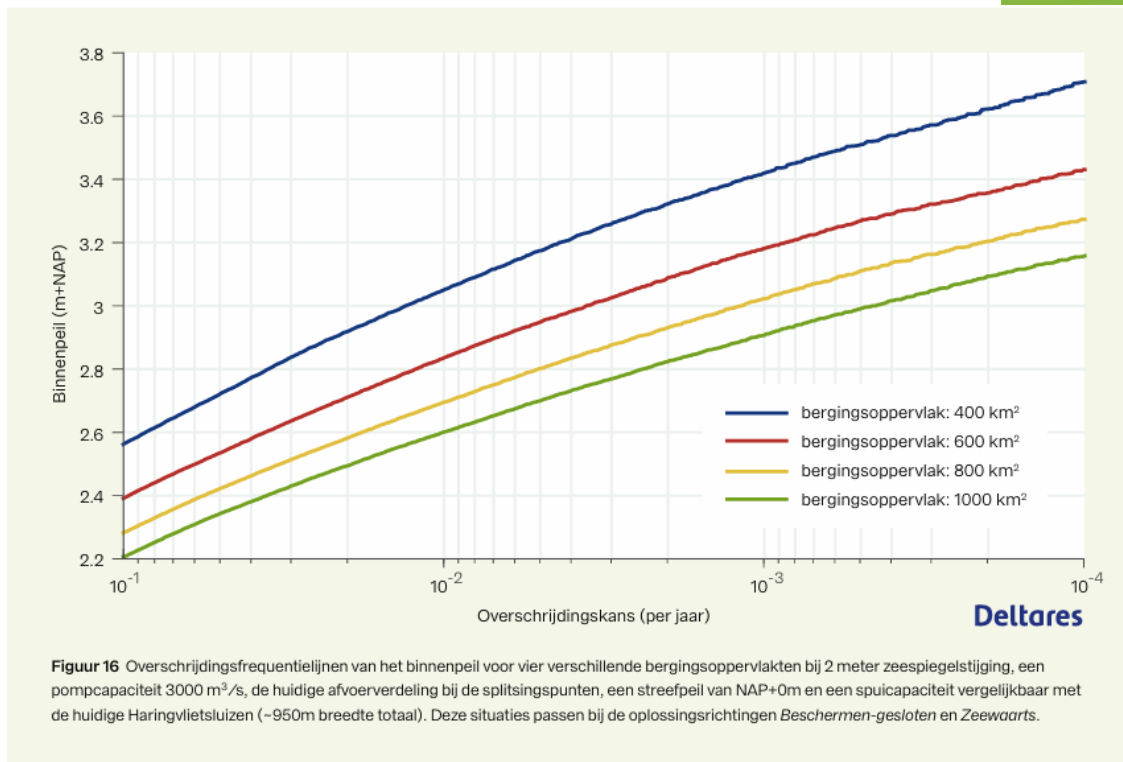
Bij het eerder beschreven alternatief voor het tijdelijk behoud van de Waddenzee dient bovendien voorzien te worden in de bouw van 1 of meer stormvloedkeringen in een zeegat dan wel zeegaten tussen de Waddeneilanden.

Grote spui- en pompcomplexen

Daarnaast moeten grote spui- en pompgemalen in de Noordzeewering worden gebouwd. Immers, de grote rivieren zoals de Waal, Lek en Maas zullen bij een sluiting van de Noordzeewering gaan afwateren op de binnenmeren, die op zich wel een groot bergingsoppervlak hebben. Een te hoog sluitpeil zal consequenties hebben voor de stranden langs de kust, de polderdijken van de inpolderingen, de Benedenrivierdijken en de hierin liggende gemaalcomplexen voor het spuien/pompen van overtollig water uit de achter de rivieren liggende polders. Daarnaast zal door klimaatverandering rekening moeten worden gehouden met een hogere rivierwaterafvoer vanuit het achterland.

Grote spui- en/of pompconstructies in de Noordzeewering met een grote capaciteit zullen nodig zijn, vooral bij een grote zeespiegelstijging, om al het water van de rivieren te kunnen afvoeren op de Noordzee. De totale spui- en pompcapaciteit van deze constructies zal met name afhangen van het totaal van de te verwachten toekomstige hoge rivierafvoeren en het totaal beschikbare bergingsoppervlak, waarbij rekening moet worden gehouden met de grootte van de compartimenten achter de *volledige* Noordzeewering. Bij een bekend alignement van de wering en indeling van de compartimenten, dus het beschikbare bergingsoppervlak per compartiment, blijft de vraag over hoe hoog de rivierafvoeren over 300 jaar zullen zijn. Daar zit thans een grote onzekerheid in. Het is dus aan te raden om een grote onzekerheidsmarge aan te houden bij de bepaling van de grootte van de benodigde compartimenten, dus uiteindelijk bij het alignement van de volledige Noordzeewering.

Onderstaande figuur geeft een indruk van de overschrijdingskansen gerelateerd aan te handhaven sluitpeilen met de daarbij benodigde bergingsoppervlakken. Hierbij is nog niet de afwatering van bijvoorbeeld de Westerschelde meegenomen.



Overschrijdingskans bij gegeven sluitpeil en bergingsoppervlak (bron: Deltares)

Zoals eerder beschreven lijkt het verstandig om bij een verwachte waterstand van de Nieuwe Maas te Rotterdam van ten minste NAP +3.00 meter de Noordzeewering te sluiten. Immers, dit is nu ook het sluitpeil van de Maeslantkering. In hoeverre dit sluitpeil opportuun is gezien de consequenties van de te verwachten zeespiegelstijging op bijvoorbeeld alle huidige hoofdwaterkeringen, sluis- en pompcomplexen, stranden en dergelijke is een belangrijk punt van onderzoek. Hierbij dient ook het effect van klimaatverandering op de te verwachten hogere afstroming van de rivieren en dus ook op de stabiliteit van de Bovenrivierdijken nadrukkelijk te worden meegenomen. Dit is echter nu niet de focus van dit rapport.

Bij de aanleg van de Noordzeewering op 12 zeemijl uit de kust ontstaat grofweg becijferd een areaal van 8000 km² in de binnenmeren. Hiervan is in onderhavig rapport (zie paragraaf 13.2) voorgesteld om 600 km² te benutten voor inpolderingen c.q. meeliftkansen (zie hoofdstuk 11) en dient mogelijk nog rekening te worden gehouden met maatregelen voor natuurbehoud (zie hoofdstuk 12, in de vorm van bijvoorbeeld eilandjes in de binnenmeren). Al met al blijft dan ruim 7000 km² over voor de benodigde berging van al het afstromend rivierwater. Dit lijkt voldoende. Bij een Noordzeewering op 6 zeemijl uit de huidige kuststrook zal het bergingsoppervlak natuurlijk veel minder zijn.

Samengevat: In de Noordzeewering moeten ook grote pomp- en spuicomplexen worden gebouwd om al het afstromend rivierwater op de Noordzee te kunnen spuien bij het afsluiten van de Noordzeewering tijdens stormvloed alsook definitief bij een bepaalde hoogte van de zeespiegelstijging. Al met al denk ik dat een sluitpeil van NAP +3.00 meter goed is, maar dient te worden nagegaan. Het gehele complex aan pomp- en spui voorzieningen zal naar mijn inschatting een breedte moeten hebben van minstens 1000 meter, wat vergelijkbaar is met de Haringvlietsluizen. Deze voorzieningen kunnen worden verdeeld over de compartimenten en kunnen naar mijn inschatting het beste in combinatie met de voornoemde 5 sluiscomplexen worden gebouwd.



Geadviseerd wordt om zodra zicht is op de diverse mogelijke alignementen van de Noordzeewering, de benodigde grootte van de compartimenten en de benodigde capaciteit van de pomp- en spuicomplexen per compartiment, gegeven diverse scenario's van rivierafvoeren en sluitpeilen, te bepalen.

Resume

De grote spui- en pompcomplexen en 5 nieuwe sluiscomplexen dan wel stormvloedkeringen van voornoemd punt 3 (aanleg *volledige* Noordzeewering) lijken hierbij goedkoper dan de minstens 12 benodigde sluiscomplexen en (de aanpassing dan wel nieuwbouw van) vele mij niet bekende gemalen achter of in de rivierdijken van de punten 1 en 2 (geen *volledige* Noordzeewering).

Met name voor de grote kunstwerken in de Noordzeewering zal een keuze moeten worden gemaakt voor grote sluiscomplexen (verminderde doorvaart) dan wel veelal open stormvloedkeringen, zoals de Maeslantkering (met een betere doorvaart). Dit vergt zeer grote kapitaalsinvesteringen. Echter, bij een zeespiegelstijging hoger dan het sluitpeil hebben stormvloedkeringen, zoals bijvoorbeeld de Maeslantkering, geen zin meer. Hiermee is het duidelijk dat alleen sluiscomplexen in aanmerking komen voor de ontsluiting van de havens.

Daarnaast moet voor een eventueel gewenst tijdelijk behoud van de Waddenzee voorzien worden in 1 of meer stormvloedkeringen in een zeegat dan wel zeegaten tussen de Waddeneilanden. Ook hier geldt dat bij een zeespiegelstijging hoger dan het sluitpeil deze kering(en) geen zin meer heeft (hebben).

Zoals al eerder gesteld moet het ontwerp van de Noordzeewering en de erin te bouwen kunstwerken zeer robuust en zelfs over gedimensioneerd zijn. Immers de mate van zeespiegelstijging, de stormvloedstand, de golfaanval, -oploop, -overslag en -overloop en hoge rivierafvoeren zijn voor de komende eeuwen (nog) niet bekend. Robuust en overgedimensioneerd: de zeewering moet uitbreidbaar zijn en ook de te bouwen kunstwerken erin. Dit is een uitdaging. De kunstwerken moeten worden ontworpen op een levensduur van stel 200 jaar (nu is 100 jaar gebruikelijk).

In dit rapport wordt verder alleen gesproken over het plan voor de aanleg van de *volledige* Noordzeewering op ongeveer 22 km uit de huidige kust, van Cadzand, over de koppen van de Waddeneilanden heen, aansluitend op het vaste land ten oosten van de Eemshaven en eindigend op de grens met Duitsland. Dit alignement vergt ten opzichte van andere alignementen de grootste kapitaalsinvestering, geeft het grootste areaal voor waterberging van afstromend rivierwater en het spuien hiervan op de Noordzee en voor de inpolderingen.

7.5 Landaanwinning door inpolderingen van binnenmeren

7.5.1 Inleiding

Een areaal van ongeveer 8.000 km² binnenmeren wordt gecreëerd bij een *volledige* Noordzeewering op 22 km uit de huidige kuststrook, met name voor waterberging van het rivierwater van de rivieren als de sluiscomplexen zijn gesloten, maar ook voor landaanwinning c.q. inpolderingen in deze binnenmeren. Hierdoor krijgt Nederland meer ruimte. Woningbouw en bedrijfsvestigingen en dergelijke worden veel gemakkelijker dan nu.

Bij een zeespiegelstijging hoger dan het nu door mij aangenomen sluitpeil op 3,00 m + NAP zullen sowieso deze complexen definitief zijn gesloten om de belastingen op de Benedenrivierdijken en de huidige hoofdwaterringen langs de huidige kuststrook aanvaardbaar te houden. Al het scheepvaartverkeer dient dan te worden geschut, de havens

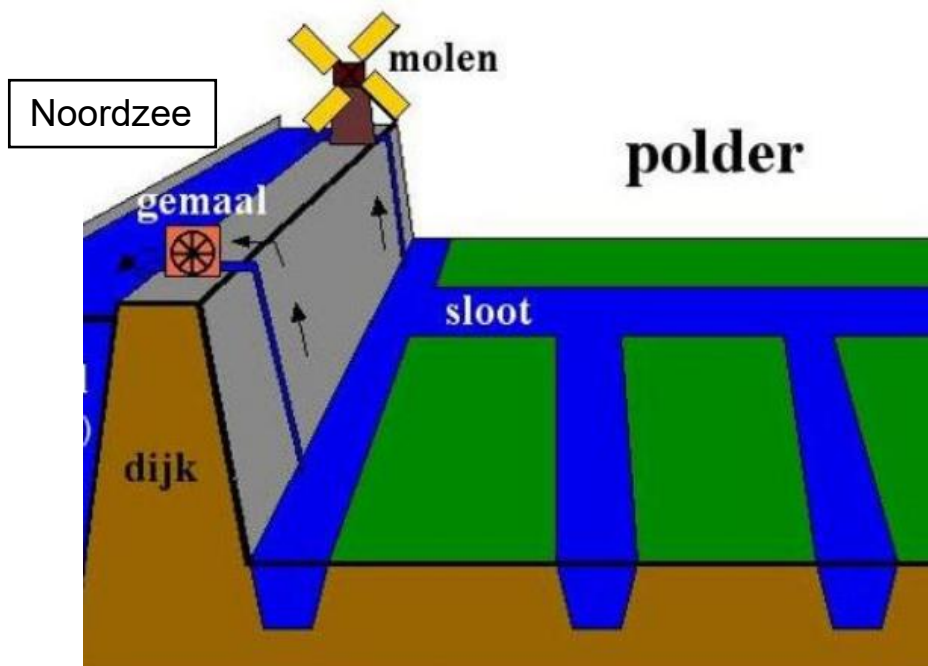
blijven bereikbaar. Bij een zeespiegelstijging lager dan 3,00 m + NAP, maar met stormvloed, worden de sluiscomplexen ook, tijdelijk, gesloten. Scheepvaartverkeer is dan niet mogelijk.

In deze studie is gerekend met een zeespiegelstijging van 8 meter voor de komende 3 eeuwen. Voor de stormvloedhoogte en golfwerking boven deze zeespiegelstijging wordt 5 meter aangehouden en voor een 'droge' zone hierboven 2 meter. In geval de Noordzeewering op de 12 zeemijl uit de kust wordt aangelegd, dient rekening te worden gehouden met een waterdiepte van zo'n 20 meter, wat conservatief lijkt. Dit betekent een hoogte van de Noordzeewering op 35 meter boven de zeebodem langs de huidige kuststrook en 15 meter boven de bodem van de Waddenzee, waarbij is gesteld dat de bodem van de Waddenzee op ongeveer NAP 0 meter ligt.

Al voornoemde aannamen geven een mogelijke conservatieve inschatting van de nodigde kapitaalsinvesteringen van de Noordzeewering en dienen dus te worden nagegaan.

7.5.2 Inpolderingen en hoogte polder- en compartimenteringsdijken

Landaanwinning kan plaats vinden in de binnenmeren door inpolderingen, een beproefde Nederlandse techniek. In de polders kunnen de in dit rapport genoemde meeliftkansen worden verzilverd, zie hoofdstuk 11. Geschematiseerde voorbeelden zijn gegeven in de situatietekening van paragraaf 7.2. Wellicht zijn er meer ideeën aan kansen. In dit rapport is gerekend met 600 km² aan te creëren polders, voor woningbouw en bedrijfshuisvestingen en dergelijke, maar er kan meer. Een grote extra ruimte voor Nederland.



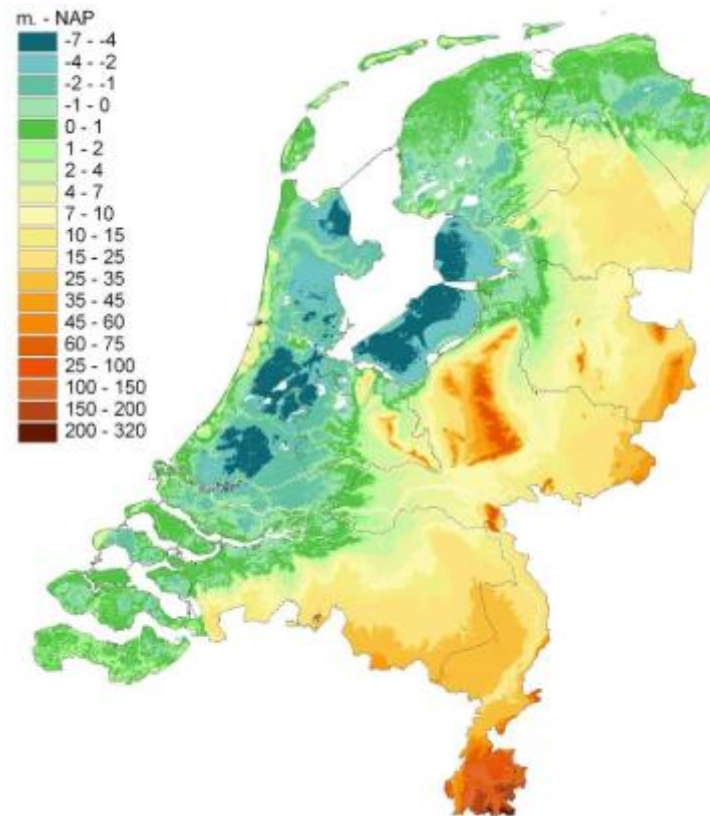
Geschematiseerde polder (bron: Joost de Vree)

Vanuit waterbeheersingsoogpunt lijkt een hoogte van de polders op 2 m + NAP voldoende, bij een peilbeheer op 1 m + NAP, dus iets boven het huidige gemiddeld zeeniveau. Het ontwerp van de polder, met gemalen en dergelijke, laat ik verder in het midden. Maar het overstromingsrisico en dus de hoogte van de polderdijken en de compartimenteringsdijken (met beiden hierop wegen) in de binnenmeren, gelegen achter de Noordzeewering, zijn interessant vanuit kosten oogpunt. Hierbij dient ook de hoogte van de huidige hoofdwaterkeringen (inclusief duinen), kunstwerken en Benedenrivierdijken, te worden



betrokken. In feite het gehele stelsel van waterkeringen achter de Noordzeewering. Er zijn dan 3 mogelijkheden voor de hoogte van dit stelsel:

1. Zodra de zeespiegelstijging ergens in de komende eeuwen 3 meter (het nu aangenomen sluitpeil van 3 m + NAP) of meer bedraagt, wordt Nederland beschermt door de Noordzeewering, die dan wordt gesloten, en zal het gehele stelsel worden belast, continue als de wering definitief wordt gesloten. De aan te houden hoogte van dit stelsel dient dan te worden afgeleid van de hoogte van het sluitpeil + golfhoogte, -oploop, -overslag en -overloop door ongunstige winden. Stel dat hieruit een hoogte van 5 m + NAP komt. De polderdijken en de compartimenteringsdijken moeten dan op minimaal 5 m + NAP worden aangelegd, exclusief zetting en klink. Ik ga er hierbij vanuit dat alle huidige hoofdwaterkeringen (inclusief duinen) en kunstwerken al op minimaal 5 + m NAP liggen, alsmede de Benedenrivierdijken thans ook voldoende hoogte hebben. Dit moet worden nagegaan.
2. De tweede mogelijkheid betreft in feite de vraag of een tweede verdedigingsring tegen overstroming vanuit zee nodig is. Dat is een politieke keuze. Want in geval van een zeespiegelstijging van 8 meter met een stormvloed van 5 meter (inclusief golfwerking) is er altijd een zeker (klein) risico dat de Noordzeewering ergens zal falen, lopen 1 of meer compartimenten vol en worden deze dan belast met een waterstand van minstens 8 meter. Bij falen zal/zullen zeker een polder of meerdere polders onderlopen als de polderdijkhoogte van punt 1 op 5 m + NAP is aangehouden. Vanuit dat oogpunt zou kunnen worden besloten om het gehele voornoemde stelsel aan te houden op een hoogte van 8 meter + golfwerking door ongunstige winden. Stel dat hieruit een hoogte van 10 m + NAP komt. De polderdijken en de compartimenteringsdijken moeten dan op 10 m + NAP worden aangelegd, exclusief zetting en klink. Dit zal dan ook moeten gelden voor alle huidige hoofdwaterkeringen (inclusief duinen) en kunstwerken achter de *volledige* Noordzeewering. De vraag rijst - gezien een snelle beoordeling van de hoogtekaart van Nederland - of de huidige hoofdwaterkeringen van de Waddeneilanden wel allen voldoende hoog zijn. En ook werpt dit de vraag op of de Benedenrivierdijken dan ook wel voldoende hoog zijn, wat alleen geldig is voor het getroffen compartiment waarop (rivier)water wordt afgevoerd in het desbetreffende binnenmeer. Dus met name in c.q. bij de monding bij de Nieuwe Waterweg, de Zeeuwse eilanden en bij de Afsluitdijk. Dit zijn interessante vragen vanuit het oogpunt voor de beheersing van het overstromingsrisico, hoe klein ook. Moet er vanuit dit oogpunt een tweede verdedigingsring zijn? Dit moet worden nagegaan. Zo ja, dan moet het voornoemde stelsel overal een hoogte hebben van 10 m + NAP. Dit zal vermoedelijk niet overal zo zijn.



Topografische kaart Nederland (bron: Newwebcreations)

De eventuele beslissing voor een tweede verdedigingsring is een politieke keuze en kost veel meer geld, maar behoeft pas later te worden genomen. Mogelijk zelfs pas na de aanleg van de Noordzeewering. Immers tegen die tijd zal meer bekend zijn over de mate van zeespiegelstijging. Dus de polderdijken en compartimenteringsdammen kunnen volgens punt 1 (met hoogte op stel 5 m + NAP) worden aangelegd, maar zo dat ze te allen tijde kunnen worden versterkt tot het niveau van punt 2 (met hoogte op stel 10 m + NAP). Dat zal dan ook moeten gelden voor alle huidige hoofdwaterkeringen (inclusief duinen) en kunstwerken achter de *volledige* Noordzeewering, de huidige hoofdwaterkeringen van de Waddeneilanden en de Benedenrivierdijken nabij de kustzone en de Afsluitdijk.

Bij voornoemde beslissing moet ook rekening worden gehouden met het volgende. Zoals in hoofdstuk 16 is aangegeven kunnen vanuit maatschappelijk oogpunt bepaalde ultieme meeliftkansen al snel in uitvoering worden genomen (dus zonder de aanwezigheid van de Noordzeewering). Bijvoorbeeld de start van woningbouw op het schiereiland dat gevormd is bij de zandmotor voor Kijkduin - Huis ter Heijde en de aanleg van beide compartimenteringsdammen ten westen van IJmuiden voor woningbouw en een zandlichaam als voor bereiding voor de verplaatsing van de luchthaven Schiphol. Hier kunnen dan de eerste inpolderingen plaatsvinden. Daarnaast kan ook alvast een 1^e stuk van de Noordzeewering tussen deze 2 dammen worden aangelegd, zie de situatietekening van paragraaf 7.2. De verzilvering van deze meeliftkansen zal dan in near- c.q. offshore condities moeten plaatsvinden (waarbij gedeelten van de werken ook vanuit het vaste land kunnen worden gerealiseerd). De vraag komt dan naar boven wat de hoogte van de polderdijken en deze 2 compartimenteringsdammen moet zijn, omdat zij nog niet worden beschermd door De Noordzeewering: naar mijn mening op 10 m + NAP. In ieder geval zal zodra meer duidelijkheid komt over het alignement van de Noordzeewering en de haalbaarheid van de vele meeliftkansen een tijdplanning moeten worden opgezet voor de realisatie van al deze



werken. Dan kan mede hiermee ook een beslissing worden genomen over de hoogte van de latere polderdijken en compartimenteringsdammen.

Bij een zeespiegelstijging van meer dan 3 meter zullen vele huidige stranden verdwijnen dan wel veel smaller dan nu worden. Stranden in de binnenmeren langs de polder- en compartimenteringsdijken zouden kunnen worden aangelegd, dan wel aan de buitenzijde van de Noordzeewering als deze dicht langs de huidige kuststrook, dus met minder zeediepte, wordt aangelegd. Het voordeel van deze stranden is ook, dat de standzekerheid van deze dijken en de Noordzeewering beter zal zijn, omdat de golfaanval en -oploop wordt afgeremd. Dit kan leiden tot een iets lagere aanleghoogte van met name de polder- en compartimenteringsdijken, dus een goedkoper ontwerp.

Het voordeel van eerdergenoemde eilandjes in de binnenmeren en voornoemde stranden is ook, dat zij kunnen dienen als compensatiemaatregel voor het verlies van natuur: foerageren van vogels en buitengaats nieuw leefgebied voor zeehonden en dergelijke.

Het zal in ieder geval noodzakelijk zijn om, wat de hoogten van de polderdijken en alle huidige hoofdwaterkeringen ook zijn, na te gaan of bij een continue belasting van meer dan 3,00 of 8,00 m + NAP het risico bestaat op piping dan wel opdrijven. Ik doel hierbij bijvoorbeeld op de Waddeneilanden en op laag gelegen polders achter de huidige hoofdwaterkeringen en Benedenrivierdijken.

Hoewel de binnenmeren op den duur zullen verzoeten, is het ook nodig om de mogelijke toename van verzilting bij een hoge zeespiegelstijging na te gaan. Hierbij doel ik met name op de Waddeneilanden waar aan de zuidoostzijde veelal polders zijn gelegen. Voor wat betreft de inpolderingen zal met grondwaterstromingsberekeningen moeten worden nagegaan in hoeverre in eerste instantie verzilting van de polders zal optreden, ervan uitgaande dat op termijn de binnenmeren zullen verzoeten.

7.5.3 Bouwrijp maken polders in relatie tot bebouwing

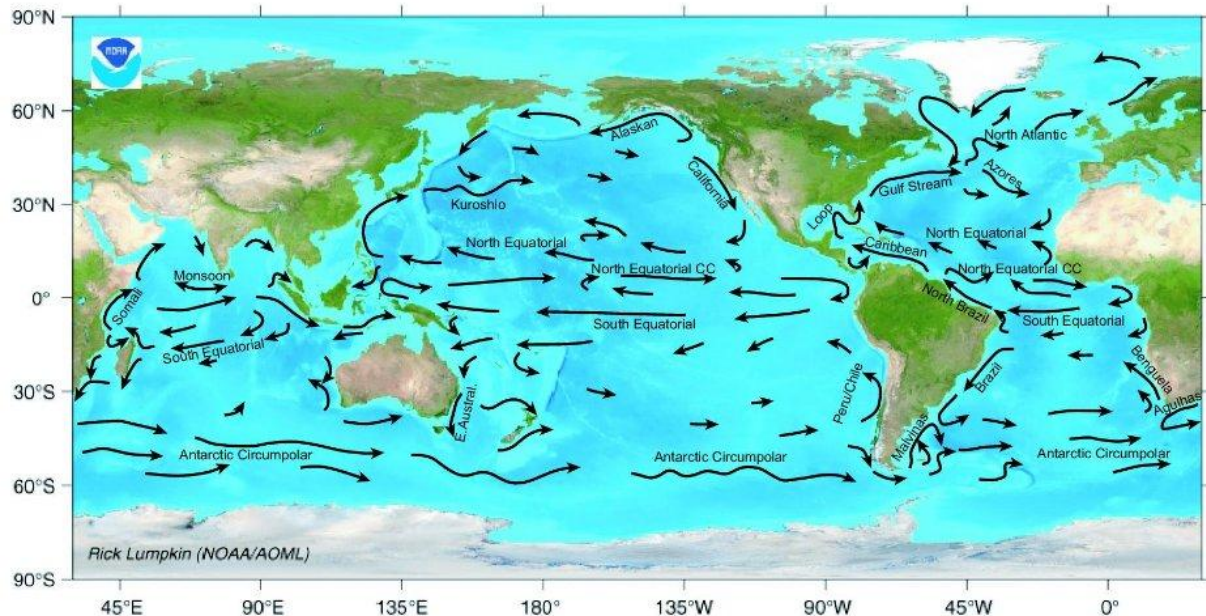
Aangenomen is een landaanwinning tot een niveau van 2,00 m + NAP met zand op een zee ondergrond welke overwegend uit zand bestaat. Dit betekent dat nagenoeg geen sprake zal zijn van zakkingen. Het bouwrijp maken kan dan dus snel plaatsvinden en hierna al snel het realiseren van woningbouw en dergelijke. Dit komt gezien de huidige vraag naar woningbouw goed uit.

Bovendien kan bij laagbouw worden volstaan met funderingen op staal in plaats van op palen. Dit bespoedigt ook de woningbouw en leidt ook tot lagere stichtingskosten, veelal in de orde van 10% van de bouwsom.

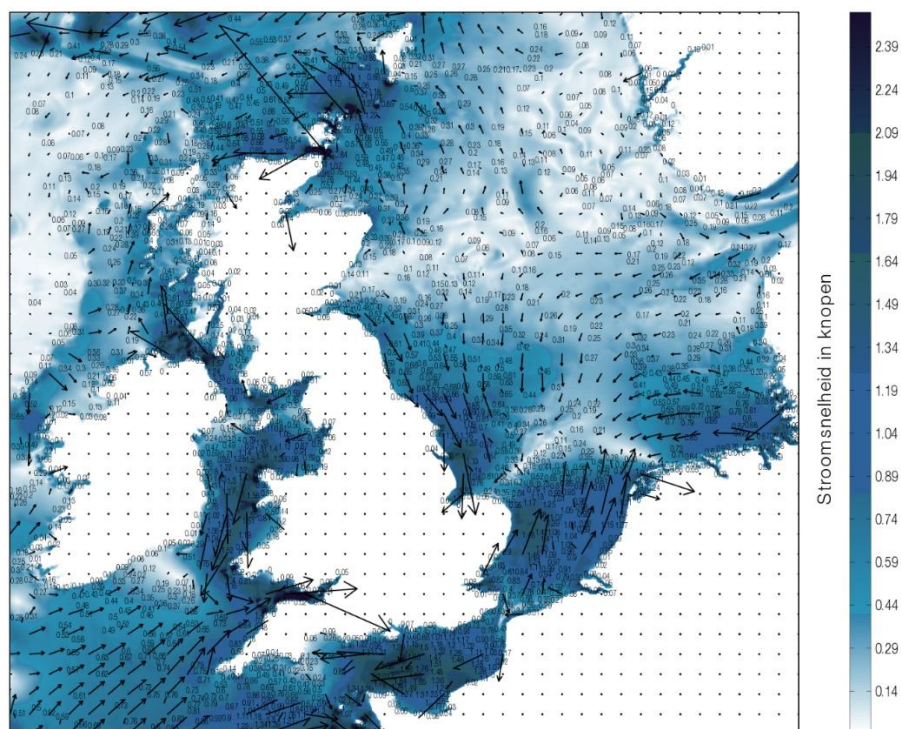
Het verdient dan ook aanbeveling om zo mogelijk nu al woningbouw te creëren op locaties in de Noordzee waar nu al zandplaten en dergelijke liggen. Deskundigen op het gebied van ruimtelijke ordening, planologie, stedenbouw- en verkeerskunde kunnen hiertoe de eerste aanzetten voor geven. Mij lijkt een start op de locatie van de zandmotor gelegen ten zuiden van Den Haag een ultieme kans hiertoe.

8 Hydraulische en morfologische aspecten

Het mogelijk ontwerp van de Noordzeewering moet hydraulisch worden gecontroleerd. In onderhavig rapport is al aangegeven dat rekening moet worden gehouden met de zeestromingen in en rond de Noordzee, welke voornamelijk noordwaarts zijn gericht. De zeewering dient zo strak en glad als mogelijk te worden ontworpen en aangelegd. Het hydraulisch ontwerp zal hierbij maatgevend zijn.



Mondiale zeestromen (bron: NOAA)



Verwachte stroomsnelheid in knopen

Geldt op: 30 JUL 2025, 4 uur UTC (05 uur MET)

Rijkswaterstaat/KNMI Harmonie-model, run: 0021Z29JUL2025

Kaart (c) Waterkaart Live | Waterkaart.net

Momentopname stroomsnelheden op 30 juli 2025 (bron: Rijkswaterstaat/KNMI)



Dit rapport gaat (verder) uit van de aanleg van de *volledige* Noordzeewering tussen de 6 en 12 zeemijl zone op het Nederlands plat en tussen Cadzand, over de koppen van de Waddeneilanden, aangesloten op het vaste land ten oosten van de Eemshaven en eindigend bij de grens met Duitsland. Dit betekent per saldo een verkorting van de huidige kustlijn met ongeveer 160 kilometer. Evenwel kan ook gekozen worden voor een alternatief alignement met een aansluiting op Walcheren en de kop van Noord-Holland; hiermee is in het onderstaande rekening gehouden.

De hydraulische en morfologische aandachtspunten zijn dan als volgt:

- Onderzoek naar de zeestromingen vanuit het nauw van Calais en de effecten op de getijdewerking met name ter hoogte van Vlissingen en omgeving.
- Onderzoek naar de rivierstromen van alle rivieren die uitmonden in het binnenmeer tussen de Noordzeewering en de huidige kuststrook.
- Onderzoek naar de vorming van een zoetwater- en wateropslagbekken in (een deel van) de binnenmeren, zijnde die tussen de Noordzeewering en de huidige kuststrook en die in de (vervallen) Waddenzee, al dan niet gecompartmenteerd. Alsook bij een open verbinding met het IJsselmeer en Ketelmeer, bij vervallen sluiscomplexen in de Afsluitdijk.
- Onderzoek naar de effecten van een *volledige* Noordzeewering op alle waterbewegingen inclusief sedimenttransporten in alle havens gelegen in het kustgebied, gegeven ook dat door de klimaatverandering te verwachten is dat in de komende eeuwen alle rivierafvoeren vanuit het achterland zullen toenemen.

Indien evenwel gekozen wordt voor een aansluiting van de Noordzeewering op de kop van Noord Holland, dus voor het open houden van de Waddenzee, dienen de waterbewegingen inclusief sedimenttransporten worden onderzocht bij de open noordelijk gelegen zeehavens Den Helder, Delfzijl, Harlingen, Lauwersoog, Den Oever en Eemshaven en die van de Waddeneilanden.

- In het laatste geval dienen ook de effecten te worden nagegaan op alle huidige spuien/of pompconstructies gelegen in of achter de hoofdwaterkeringen in de kop van Noord-Holland, de Afsluitdijk en de hoofdwaterkeringen op de Waddeneilanden en in Friesland en Groningen.
- Gegeven dat ook de Bovenrivierdijken de komende eeuwen zullen moeten worden versterkt, kan het zijn dat ook een nieuw plan voor meer ruimte voor de rivier zal moeten worden opgezet. Het is dan evident dat de effecten hiervan op met name alle havens in de kuststrook, waar doorheen deze rivieren stromen, dienen te worden meegenomen.
- Onderzoek naar de effecten van een gedeeltelijke Noordzeewering met een aansluiting op de kust van Walcheren op alle waterbewegingen inclusief sedimenttransporten in de Westerschelde en in de havens van onder andere Vlissingen en Antwerpen.
- Onderzoek naar de effecten van de zeestromingen en zandstromen c.q. zandtransporten op de sluis- en spui-pompcomplexen die in de Noordzeewering komen. Hierbij dient het mogelijk zandbezwaar (met als gevolg veel baggerwerk) dan wel de mogelijke vorming van diepe geulen (met als gevolg ondermijning) in en direct rond deze grote kunstwerken te worden nagegaan.
- Onderzoek naar de effecten van zandhonger achter deze grote kunstwerken en in de Waddenzee, bij dit laatste als de Noordzeewering in de kop van Noord-Holland eindigt.



- Onderzoek naar het morfologisch evenwicht achter de Noordzeewering in de binnenmeren.

Bij de eerdergenoemde alternatieve oplossing voor het (tijdelijk) behoud van de Waddenzee met 1 of meer stormvloedkeringen in de zeegaten tussen de Waddeneilanden dient ook het volgende te worden onderzocht. Deze onderzoeken zijn ook nodig indien besloten wordt voor een Noordzeewering die aansluit op de kop van Noord-Holland, wat tot consequenties leidt voor de hoofdwaterkeringen in de kop van Noord-Holland, de Afsluitdijk en de hoofdwaterkeringen op de Waddeneilanden en in Friesland en Groningen en voor alle havens in dit gebied. De Waddenzee zal dan onder invloed komen van de autonome zeespiegelstijging:

- De zeestromen en sedimenttransporten langs de Waddeneilanden en in de Waddenzee, in het bijzonder het benodigde onderhoud van alle hierboven genoemde hoofdwaterkeringen op deze eilanden en het effect op de wadplaten;
- Het effect hiervan op de stormvloedkering(en), met name het risico van verzanding dan wel diepe geulvorming en daardoor het onderhoud respectievelijk het aanstorten van de zeegaten opdat de kering(en) operationeel blij(ft)(ven);
- Het morfologisch en ecologisch effect op de flora en fauna van de Waddenzee: de zandhonger, het foerageren van watervogels, het verblijf van zeehonden en vissen, de afname en/of toename van plantensoorten en dergelijke.

Bij al deze onderzoeken zal waar nodig ook modelonderzoek nodig zijn. Hydraulische en morfologische experts kunnen mogelijk meerdere benodigde onderzoeken duiden.



9 Geotechnische aspecten

Zoals al eerder gesteld kan op de Noordzeebodem de Noordzeewering tussen de 6 en 12 zeemijl zone goed worden gebouwd. Het in dit rapport gegeven robuuste, gecompartmenteerde en overgedimensioneerd mogelijk ontwerp dan wel elk ander ontwerp dient geotechnisch gezien te worden gecontroleerd. De bijzondere aandachtspunten hierbij zijn de risico's op piping, zettingsvloeiing en sinkites. Kunstgras lijkt sterker dan gewoon gras, daarnaar moet nog onderzoek worden gedaan. Zo dit zo is, kan wellicht meer golfoverloop worden toegelaten dan te doen gebruikelijk, met daardoor een iets lagere kruinhoogte, dus kostenreductie. Deze lagere kruinhoogte valt evenwel teniet in de (huidige) onzekerheid over de mate van zeespiegelstijging, golfaanval en -oploop.

Piping

Het gegeven ontwerp gaat onder andere uit van een aanleg van de Noordzeewering op de 12 zeemijl zone, op een zandbodem, een zeespiegelstijging van 8 meter voor de komende 3 eeuwen en een waterdiepte van 20 meter. De basis van de zeewering bedraagt dan op zeebodemniveau langs de kuststrook ongeveer 280 meter en in en rond de Waddenzee ongeveer 140 meter. De eerste breedte is ruim voldoende om piping te voorkomen. Echter bij de tweede breedte en daar waar de waterdiepte structureel minder is dan 20 meter en dus ook de basis van de Noordzeewering, dient het risico op piping een belangrijk aandachtspunt te zijn.

Zettingsvloeiing²⁶

In Zeeland zijn in het verleden 1000'en zettingsvloeiingen opgetreden. Naar de oorzaak van dit fenomeen is al veel onderzoek gedaan. Zo'n 15 jaar geleden werden ontgrondingen waargenomen aan weerszijden van de Oosterscheldekering en in geulen langs de hoofdwaterkeringen in de Waddenzee, die risicovol waren voor de stabiliteit van deze keringen. Grootschalige bestortingen met staalslakken waren het gevolg.

Zettingsvloeiing is vermoedelijk een combinatie van verwekingsvloeiing en bresvloeiing. Gegeven enerzijds dat de Noordzeewering gebouwd wordt op min of meer gelijke zanden zoals die in Zeeland voorkomen en anderzijds rekening moet worden gehouden met een stormvloed met een veel grotere waterstandsverlaging dan tot op heden is voorgekomen (meer dan 8 meter rekening houdend met ook nog eens de kans op laag-laag-water) en naar verwachting een sterkere getijdewerking vanuit het nauw van Calais, is de onderkenning van dit fenomeen een belangrijk aandachtspunt.

Daarnaast kunnen aardbevingen, al dan niet als consequentie van gaswinning, een zettingsvloeiing induceren. Hierop zal de Noordzeewering ook moeten worden ontworpen.

Bij mogelijke risico's op zettingsvloeiing kan als maatregel de buitenteen van de Noordzeewering extra worden beschermd met een zogenaamde 'falling apron'. Hierbij wordt extra stortsteen over een bepaalde breedte aan/op de teen aangebracht, dat zal zakken zodra de teen wordt ondermijnd door erosie c.q. uitschuring. De storting van goedkopere staalslakken is ook mogelijk, met name als de discussie rond de mogelijke milieu-hygiënische bezwaren rond de toepassing van staalslakken geëvolueerd is.

Sinkites

Wetenschappers van de Universiteit van Manchester hebben onlangs honderden gigantische zandstructuren ontdekt op de bodem van de Noordzee. Deze zogenoemde 'sinkites' zijn

²⁶ Onder zettingsvloeiing wordt het spontaan instabiel worden van een onderwatertalud verstaan, waarbij het talud zeer sterk verflauwt en terugschrijdt in het talud. Hierbij kunnen zeer grote volumes zand spontaan worden verplaatst. Dit kan in het ergste geval leiden tot een dijkval, dus tot het bezwijken van de Noordzeewering.



eigenlijk omgekeerde zandheuveld van miljoenen jaren oud. Deze zandformaties passen niet in de tot nu toe bekende geologische processen: er ligt jonger zand onder ouder materiaal. Dit oudere materiaal is een licht slib dat miljoenen jaren geleden werd afgezet op de zeebodem. Later kwam er zwaarder zand bovenop. Aardbevingen maakten dit zand mogelijk tijdelijk vloeibaar, waardoor het door het lichtere slib heen zakte. Dit is de hypothese van voornoemde wetenschappers hoe deze ongewone omkering in de aardlagen ontstond.

Deze sinkites zijn nog nooit op deze schaal waargenomen. Ze zijn kilometers breed en honderden meters hoog. In hoeverre deze sinkites de stabiliteit van de Noordzeewering kunnen beïnvloeden is dus een belangrijk aandachtspunt, vooral in het geval er aardbevingen optreden.

10 Benodigde onderzoeken

Hier wordt bedoeld op hydraulisch, morfologisch, ecologisch en geotechnisch (grond)onderzoek, veelal in situ maar ook op modelonderzoek in een laboratorium. Deze onderzoeken zijn van cruciaal belang voor een eerste afschatting van mogelijke alignementen, het ontwerp van de Noordzeewering en de ecologie van de zeebodem en het zeeleven. De start van deze onderzoeken dient na het in kaart brengen van de diverse objecten, regelgevingen en contracten de Noordzee betreffende (zie hoofdstuk 6) zo snel als mogelijk aan te vangen. Dit, omdat de resultaten van deze onderzoeken nodig zijn voor de genoemde afschatting, waarna ruimtelijke ordeningsplannen kunnen worden ontwikkeld (maar ook input kunnen zijn voor andere maatregelen tegen zeespiegelstijging, inclusief kostenschattingen en financiële dekking, dan onderhavig plan). Vervolgens kan een meer nauwkeurige kostenschatting worden gemaakt voor de aanleg van de Noordzeewering dan in onderhavig rapport is aangegeven (zie hoofdstuk 13), alsook business cases kunnen worden opgesteld voor de meeliftkansen van de marktpartijen (zie hoofdstukken 11 en 13). De kosten van deze onderzoeken kunnen als no-regret worden gezien.

Er wordt vanuit gegaan dat nu al voldoende ecologisch onderzoek en hydraulische en morfologische metingen zijn/worden gedaan naar onder andere de ecologie, zeespiegelstijging, de zeestromen, de sedimenttransporten en geulvormingen in en rond de Noordzee, langs de huidige kuststrook, en in de Waddenzee, de Eems en de Dollard, alsook naar de stromingspatronen bij de monding van de rivieren. Deze onderzoeken c.q. metingen dienen vooral door te gaan en waar nodig te worden uitgebreid. Of deze onderzoeken voldoende toereikend zijn voor het bepalen van het alignement en het hydraulisch ontwerp van de Noordzeewering en voor het inwinnen van de benodigde ecologische gegevens zal door hydraulische en ecologische experts moeten worden beoordeeld.

Hierbij dient aangetekend te worden, dat wetenschappers hebben aangegeven dat de Golfstroom mogelijk over enkele decennia een kritiek kantelpunt kan bereiken. Dit kan gevolgen hebben voor het klimaat van Noordwest-Europa. Zo stellen deze wetenschappers dat - gepaard gaande met de zeespiegelstijging - de temperatuur zou kunnen dalen met koude winters, droogte en hevigere stormen. In hoeverre een veranderende Golfstroom effect heeft op voornoemde zeestromen en sedimenttransporten, alsook op de morfologische dynamiek, zal ook door hydraulische en morfologische experts moeten worden beoordeeld.

Het uitvoeren van geotechnisch en seismologisch (grond)onderzoek geeft waardevolle en harde informatie over de diepte, verspreiding, opbouw, samenstelling, sterkte, samendrukbaarheid, doorlatendheid en korrelverdeling van de diverse grondlagen onder het bodemoppervlak van de Noordzee en Waddenzee. Deze informatie is nodig voor het bepalen van het geotechnisch ontwerp van de Noordzeewering, en ook voor een inschatting van mogelijke zandwingebeden, voor de fundering van bijzondere constructies zoals de benodigde sluis- en pompcomplexen in de Noordzeewering en bijvoorbeeld voor de fundering van zware constructies zoals kerncentrales. Op de Noordzee is wel al enig grondonderzoek uitgevoerd, maar de diepte en verspreiding daarvan is veelal te beperkt.

De volgende geotechnische en seismologische onderzoeken zullen nodig zijn en gefaseerd te worden uitgevoerd:

- ✓ Voor- c.q. archiefonderzoek: wat is bruikbaar van vroegere onderzoeken en voor het opzetten van een plan van aanpak. Dit plan moet worden opgesteld door experts op het gebied van geologie, seismologie, geotechniek, hydrografie, morfologie en ecologie.



Aandachtspunten zijn hierbij ook:

- het onderzoek naar winbaar kwalitatief goed zand²⁷ voor de Noordzeewering alsmede voor de mogelijke inpolderingen voor de meeliftkansen (zie hoofdstukken 11 en 13);
- het voorkomen van sinkites onder de bodem van de Noordzee;
- waar lagen met Boomse klei (kunnen) voorkomen met het oog op de opslag van nucleair afval;
- de ligging van olie- en gasplatforms, windmolenparken, kabels en leidingen, mijnenvelden, munitiedepots, scheepswrakken et cetera (zie hoofdstuk 6) en mogelijk ook de CO₂-opslag (Shell et al) op circa 20 km uit Hoek van Holland;
- de magnitude van aardbevingen als ontwerpparameter voor de Noordzeewering.
- ✓ Bathymetrisch/hydrografisch onderzoek, ook voor het opsporen van omgevingsvreemde objecten (detectie van objecten zoals scheepswrakken, kabels en/of leidingen en mogelijke mijnenvelden en munitiedepots).
- ✓ 2D/3D seismisch onderzoek tot 1000 meter diepte met als aandachtspunten het voorkomen van sinkites en Boomse klei.
- ✓ Op basis van de resultaten en gevonden anomalieën van voorgaande onderzoeken een sondeonderzoek tot minstens 50 meter diepte onder de zeebodem (met ook gebruik van piëzo-conussen voor de detectie van dunne cohesieve bodemlagen en magnetometer conussen met het oog op de aanwezigheid van mijnen en munitie).
- ✓ Op basis van de resultaten van voorgaande onderzoeken het uitvoeren van boringen met ook ongeroerde monsternamen tot 50 meter diepte met enkele boringen tot grofweg 500 meter diepte voor ook de bepaling van de aanwezigheid en dikte van Boomse klei alsook boringen tot 10 meter diepte voor winbaar kwalitatief goed zand. Deze laatste boringen ook ter bevestiging van het lopend onderzoek naar dit zand.
- ✓ Op basis van de resultaten van voorgaande onderzoeken laboratoriumonderzoek, zowel geotechnisch als milieukundig, op geroerde en ongeroerde monsters.

De resultaten van deze onderzoeken dienen te worden vastgelegd in feitelijke rapporten, inclusief de opstelling van geotechnische en seismologische profielen. Deze rapporten dienen beschikbaar te worden gesteld aan daarvoor in aanmerking komende stakeholders c.q. marktpartijen.

Na de uiteindelijke vaststelling van het alignement van de Noordzeewering en de locaties waar meeliftkansen kunnen worden verzilverd, zullen voornoemde onderzoeken moeten worden verdicht.

²⁷ Deltares/TNO verrichten al studies hiernaar, los van de Noordzeewering en meeliftkansen.

11 Mogelijkheden voor synergie, meeliftkansen

11.1 Inleiding

Een (*volledige*) Noordzeewering - met de erachter gelegen binnenmeren - biedt een scala aan meeliftkansen, die nagenoeg alle een maatschappelijk toegevoegde waarde geven en baten opleveren voor de financiële dekking van de Noordzeewering. Deze synergetische kansen raken nagenoeg elk beleidsterrein van de Nederlandse Overheid. Zo kunnen de volgende kansen worden genoemd, die na de opsomming en na van belang zijnde algemene aandachtspunten verder worden aangestipt en geresumeerd. In hoofdstuk 13 worden vervolgens de baten c.q. meeliftkansen wederom genoemd en getabellariseerd; in die tabel worden waar mogelijk de geschatte kosten dan wel opbrengsten voor de aanleg van de *volledige* Noordzeewering en de meeliftkansen vermeld. De meeliftkansen liggen voornamelijk in de binnenmeren tussen de Noordzeewering en de huidige kuststrook en zijn als volgt:

- ✓ De aanleg van een Pomp Accumulatiesystemen (PAC) voor energieopslag.
- ✓ De aanleg van grote zoetwaterreservoirs.
- ✓ De aanleg van kern-/thoriumcentrales.
- ✓ De aanleg van een ondergrondse berging van kernafval.
- ✓ De aanleg van een ondergrondse CO₂ opslag.
- ✓ De verplaatsing van luchthaven Schiphol en het vervallen van vliegveld Rotterdam The Hague Airport. Hierbij mogelijk ook de aanleg van een militair vliegveld.
- ✓ De aanleg van nieuwe woongebieden c.q. dorpen en/of steden c.q. metropolen.
- ✓ De verdere uitbreiding van De Maasvlakte. Hierbij mogelijk ook de aanleg van een militair vliegveld, en ook de aanleg met faciliteiten voor aanlanding en verplaatsing van (geallieerd) militair materieel. Indien wenselijk ook de uitbreiding dan wel verplaatsing van economische activiteiten rond het Noordzeekanaal en het Amsterdams havengebied.
- ✓ De aanleg van grote stortplaatsen.
- ✓ De meer 'simpele' aanleg van windmolenparken (maar is dat wel nodig?).
- ✓ De aanleg van een nationaal Asielzoekerscentrum (AZC).
- ✓ De aanleg van een scala aan recreatieve voorzieningen.
- ✓ Het tegengaan van de verzilting van het land achter de huidige kuststrook.
- ✓ De aanleg van industrieparken.
- ✓ De verplaatsing Tata Steel, als dit voor Nederland wenselijk is.
- ✓ Mogelijk dat andere partijen meerdere meeliftkansen onderkennen.

Als algemene aandachtspunten bij deze meeliftkansen dient te worden bedacht, dat:

- Bij een *volledige* Noordzeewering op 12 zeemijl uit de huidige kuststrook in potentie een areaal van grofweg 8000 km² land beschikbaar komt ter plaatse van de binnenmeren achter de Noordzeewering tussen Cadzand en de kop van Noord-Holland en achter de afdamming van een groot deel van de Waddenzee. De landaanwinning kan worden gerealiseerd door een gedeelte van deze binnenmeren in te polderen.
- De start van de aanleg van de Noordzeewering (of welke andere maatregel dan ook als antwoord op de zeespiegelstijging) afhankelijk is van de mate van zeespiegelstijging en vooral de snelheid daarvan, welke laatste nu voor wetenschappers sneller is dan verwacht. De Noordzeewering zal gezien zijn omvang en de weer- en zee condities gefaseerd en gecompartmenteerd moeten worden



aangelegd. De meest opportune meeliftkansen kunnen hierbij al binnen een aantal jaren worden verzilverd (zie hoofdstuk 16), zelfs zonder aanwezigheid van de Noordzeewering. Zo zal het nu bijvoorbeeld niet nodig zijn om bij een goed ontwerp, goede compartimentering en planning van de aanleg van de Noordzeewering, (mis)investeringen te doen in bijvoorbeeld windmolenparken en de in de toekomst benodigde vervanging van grote waterbouwkundige kunstwerken zoals de Maeslant- en Oosterschelde stormvloedkering. In dit laatste geval kunnen - zo hiervoor nog tijd is en de veiligheid tegen overstromen voldoende goed blijft - belangrijke budgetverschuivingen binnen het HWBP-programma worden gedaan ten nutte van de aanleg van de Noordzeewering.

- De start van de aanleg van de Noordzeewering vermoedelijk nog tientallen zo niet bij een 'langzame' zeespiegelstijging meer dan 75 jaar zal duren. In hoeverre dan nog de huidige maatschappelijke uitdagingen over de realisatie dan wel oplossing van bijvoorbeeld voldoende woningbouw en de energietransitie inclusief bouw kerncentrales en dergelijke nog gelden, kan nu niet worden voorspeld. In het bijzonder is het nu niet duidelijk in hoeverre de komende 10 jaar de vigerende woningbouwplannen voor de bouw van 1 miljoen woningen en dergelijke worden gerealiseerd. Wel dat het Centraal Bureau voor de Statistiek heeft voorspeld dat de bevolkingsgroei tot 2070 nog zal toenemen tot nagenoeg 21 miljoen mensen.
- Door de uitgifte van aan te leggen land in de binnenmeren via inpolderingen in ieder geval veel ruimte vrijkomt voor woningbouw en bedrijfshuisvestingen en dergelijke.
- Vanuit oogpunt van ruimtelijke ordening bij het verzilveren van de in aanmerking komende meeliftkansen in eerste instantie vlekkenplannen c.q. grove ruimtelijke ordeningsplannen dienen te worden gemaakt voor de inrichting van de binnenmeren waarbij alle in aanmerking komende ruimtelijke ordeningsaspecten door experts zoals planologen, stedenbouwkundigen en verkeerskundigen dienen te worden beoordeeld. Dit is van belang voor de door stakeholders c.q. marktpartijen op te stellen business cases, zie hoofdstuk 13. Hierbij dient uiteraard ook te worden gedacht aan nieuwe verkeersinfrastructuur, wellicht over de compartimenteringsdammen en polderdijken door de binnenmeren vanaf de huidige kuststrook naar de Noordzeewering, waarbij de Noordzeewering ook dienst kan doen als grote verkeersweg.
- Het bouwrijp maken van het aan te leggen land, de inpolderingen, door de naar verwachting betere ondergrond minder kapitaalsinvesteringen vergt dan te doen gebruikelijk in het westen van het land, waar veelal slappe bodemlagen van veen en klei voorkomen.
- De beschikbaarheid van geschikt, winbaar en niet te duur zeezand een belangrijk vraagstuk is. Anderzijds zijn er ook nog andere grondstromen dan wel een bouwstof als Versterkt sediment mogelijk (zie paragraaf 7.3.1).
- De aan te leggen infrastructuur dan wel lage bebouwing op deze betere ondergrond veelal op staal kan worden gefundeerd, wat grofweg een kostenreductie oplevert van 10% op de te plegen kapitaalsinvesteringen ervan (geen paalfunderingen en dergelijke).
- Het van belang is om de uitgifte van dit land tegen een lagere prijs aan te bieden dan de op dat moment vigerende marktprijzen om vestigingen van woningen en bedrijfsactiviteiten en dergelijke aantrekkelijk te maken. In contante waarde kan de uitgifteprijs direct ten goede komen aan de aanleg van de inpolderingen en de Noordzeewering. Het is zaak dat de verantwoordelijke ministeries hiertoe in overleg gaan met de relevante stakeholders van elke meeliftkans. Deze ministeries dienen de

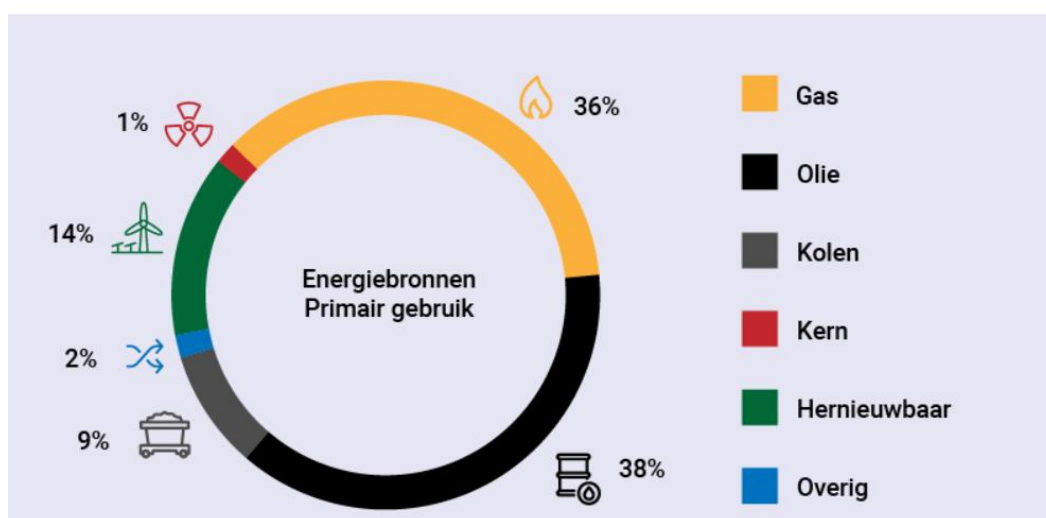
business cases aan te sturen onder regie van het Ministerie van Verkeer en Infrastructuur welke verantwoordelijk is voor het Delta programma.

- Vele meeliftkansen (wellicht) niet gehinderd worden door het NIMBY-principe (Not In My Backyard).
- In die zin - naar mijn mening - ook soepel dient te worden omgegaan met regelgeving c.q. papierwerk om voornoemde meeliftkansen snel te kunnen realiseren. Regels die bouwprojecten vertragen dienen te worden vermeden.
- In dit rapport energiebronnen worden besproken zoals kerncentrales, thorium reactoren, Pomp Accumulatie Centrales (PAC's), en windmolenparken (los van zonnepaneelparken, fossiele brandstoffen, kolencentrales, afvalverbrandingsinstallaties voor warmtenetten en dergelijke), die allemaal kunnen worden aangelegd in of op of achter de Noordzeewering. Elke bron heeft hierbij zijn merites. Het verdient aanbeveling om voor geheel Nederland - gegeven de in de toekomst te leveren vermogens, de afbouw van het gebruik van fossiele brandstoffen, de toename van de elektrificatie (door onder andere elektrische voertuigen en de toepassing van nieuwe technologieën zoals kunstmatige intelligentie (AI), et cetera - de gewenste verhouding tussen al deze bronnen te bepalen teneinde tot de juiste politieke beslissingen, de juiste vestigingslocaties en dus goede kapitaalsinvesteringen te kunnen komen. Hierbij zal tevens geanticipeerd moeten worden op andere toekomstige en te verwachten maatschappelijke veranderingen, zoals de demografische ontwikkeling van Nederland tot 2070, maar ook voor de komende pakweg 100 jaar. Hierbij wordt het volgende aangegeven:

Het energieverbruik van Nederland

In 2023/2024 verbruikte Nederland - met onder andere de industrie, huishoudens, vervoerssector en landbouw bij elkaar - ruim 2600 PJ (Peta joule) aan energie. De laatste jaren komt steeds meer energie uit hernieuwbare bronnen zoals wind en zon. De verbruikte energie per bron (bijvoorbeeld voor industrie, verwarming en elektriciteit) bedroeg toen als volgt:

	Gas	Olie	Kolen	Kern	Duurzaam	Overig
2024	36%	38%	9%	1%	14%	2%



Energiebronnen en verbruikte energie, opgesplitst naar bron in 2024 (bron: Energievergelijk.nl)

- Vele werkgelegenheidsaspecten mede een belangrijke rol spelen, ook als het binnenmeer van de Waddenzee benut wordt voor (nieuwe) economische activiteiten. Een impuls voor Noord-Nederland!
- De aanleg c.q. bouw van de Noordzeewering en de meeliftkansen zeer veel capaciteit vergt van de daarvoor in aanmerking komende c.q. betrokken Nederlandse ondernemingen zoals bagger- en bouwbedrijven. Het zal daarbij maar de vraag zijn of al deze capaciteit beschikbaar is, vooral als de zeespiegel veel sneller stijgt dan nu gebeurt.

11.2 Aanstipping meeliftkansen

De aanleg van een Pomp Accumulatie Centrale (PAC) voor de opwekking van energie

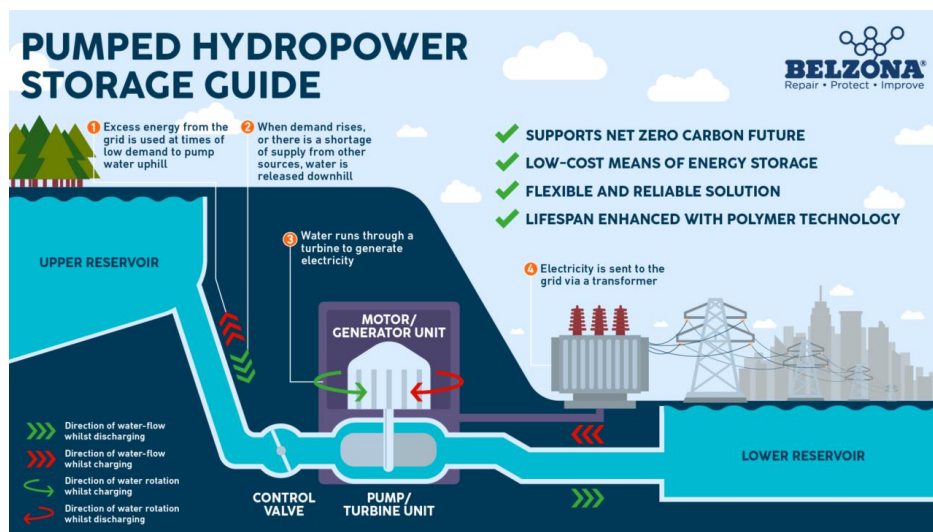


Diagram of pumped hydro storage power plant (bron: Belzona).

Door de aanleg van de Noordzeewering zijn er mogelijkheden voor het in 1981 presenteerde Plan Lieveense voor energieopslag. De kern van dit plan is het creëren van een waterbuffer voor de productie van elektriciteit. Dit kan gebeuren met een PAC: een efficiënte waterkrachttechnologie voor energieopslag, netwerkbeheer en waterbeheer. Een PAC kan worden geïntegreerd in een waterkering. De locatie kan zijn ergens in de Noordzeewering en/of in een dijk van het Marker- en/of IJsselmeer en/of in een dam tussen de Zeeuwse en Zuid Hollandse eilanden. Dat dient te worden onderzocht.



A schematic set-up of plan Lieveense (bron: TU Delft)

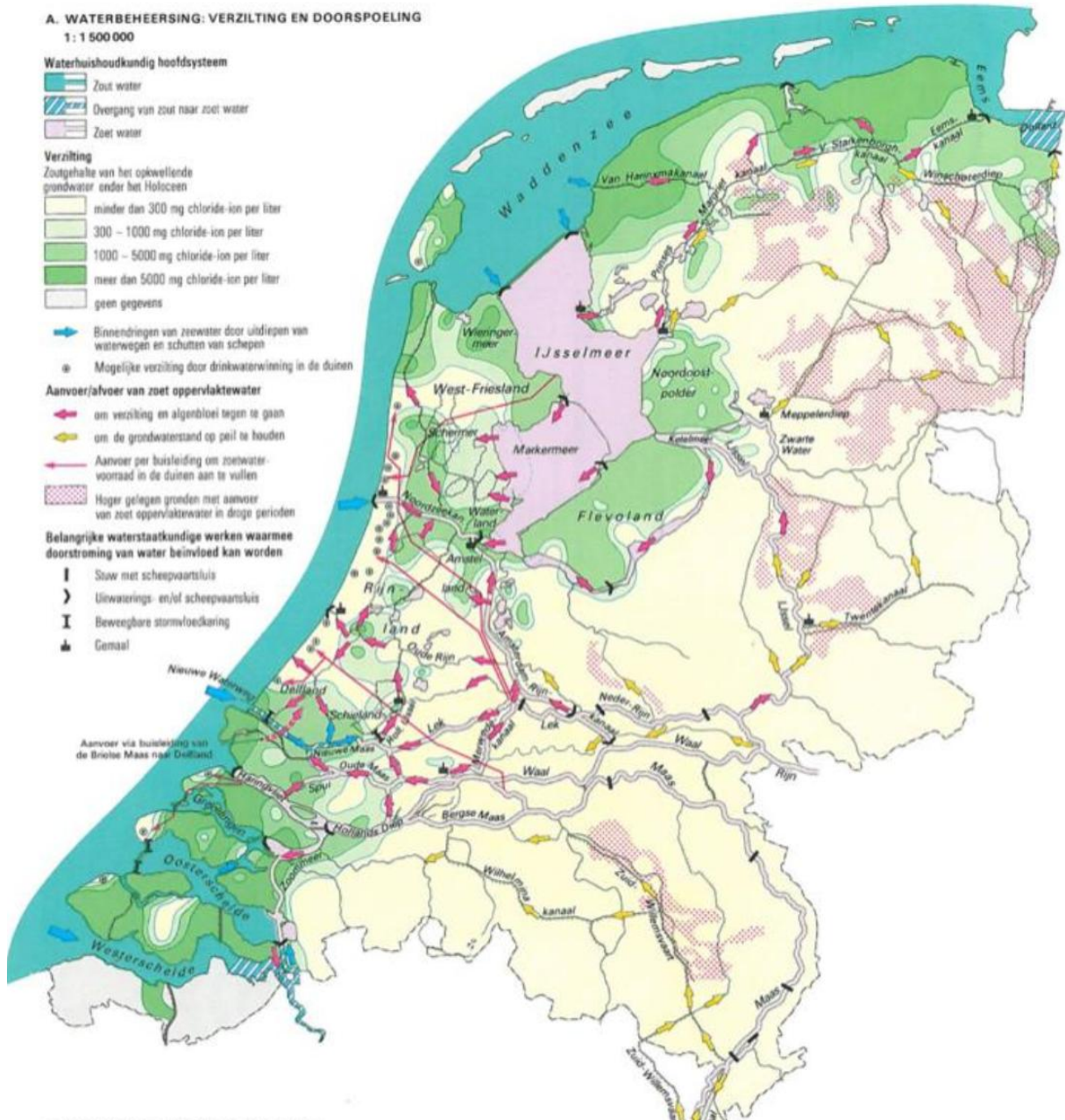


In geval van het Marker- en/of IJsselmeer moeten mogelijk de huidige dijken erlangs worden verhoogd, want het meerwater moet wellicht hoger worden opgezet om een efficiënte PAC te verkrijgen. Dit is natuurlijk kostenverhogend, waardoor andere locaties interessanter kunnen zijn. Anderzijds dient in dat geval - maar ook in het algemeen gezien - het effect te worden nagegaan wat de invloed is van een hogere wateropzet van meren op de grondwaterstroming richting het omliggende land. Hiervoor zijn voor het Marker- en/of IJsselmeer in het verleden al studies verricht.

In 1985 heeft Rijkswaterstaat et al onderzoek gedaan naar een PAC, in onder andere de Brouwersdam en het Haringvliet, met een vermogen van 2000 MW en een verval van 70 meter water.

De aanleg van grote zoet- en drinkwaterreservoirs

In de binnenmeren ergens achter de Noordzeewering en/of in de meren in Zuid-Holland en Zeeland kunnen, al dan niet in combinatie met PAC's, grote zoet- en drinkwaterbuffers worden aangelegd. Dit zal het (drink)waterbeheer in Nederland ten goede komen alsook de verzilting terugdringen. Het Marker- en IJsselmeer dienen al als zoetwaterbuffers. De volgende illustratie geeft het waterdistributienetwerk in Nederland aan.



Waterdistributenetwerk in Nederland (bron: Bosatlas, 2010)

In 2025 is een studie afgerond naar de technische haalbaarheid van de verzoeting van het Grevelingenmeer (groot 108 km²), zijn de kosten hiervoor onderzocht en zijn aanvullende functies verkend, zoals inzet van het meer als drinkwaterwinningsgebied. Door verzoeting van het meer wordt ook de verziltig teruggedrongen en wordt de waterkwaliteit verbeterd.



Overzichtskaart Grevelingenmeer (bron: Horvat & Partners)

Een zoet meer kan een extra schakel zijn in de productie van drinkwater. Drinkwaterbedrijven voorzien de komende decennia toenemende uitdagingen om (kwalitatief) voldoende drinkwater te leveren. Een zoetwaterlichaam kan als drinkwaterbron worden ingezet, eventueel aangevuld met spaarbekkens in het meer voor wateropslag en (natuurlijke) voorzuivering. Een voordeel van deze spaarbekkens is dat die gevuld kunnen worden op momenten waarop de waterkwaliteit in het meer optimaal is met bijvoorbeeld lage chloridegehalten. De aanwezigheid van duinen biedt kansen om zoetwater te infiltreren en natuurlijk te zuiveren.

De bouw van kerncentrales en thoriumreactoren als mogelijk realistisch alternatief

Nu levert kernenergie nog maar een klein percentage van de huidige Nederlandse energiebehoefte. Dit kan belangrijk vermeerderen. Het demissionaire kabinet heeft besloten tot de bouw van vier nieuwe kerncentrales in Nederland. Voor de eerste twee faciliteiten zijn vier locaties in beeld: Borssele en Terneuzen in Zeeland, het Eemshavengebied in Groningen en de Tweede Maasvlakte.



Voorbeeld kernreactor (bron: Volkskrant)



In de binnenmeren achter de Noordzeewering kunnen veilige en stabiel energieleverende kerncentrales (desgewenst meerdere in een kerncentralepark) worden aangelegd (zie de voorbeeldsituaties in de schets van paragraaf 7.2), waardoor Nederland zelfs volledig voorzien kan worden van energie. Ervan uitgaande dat het gehele Nederlandse energienet over enkele decennia geheel up to date is, is het aan te bevelen om met meer kerncentrales rekening te houden dan nu wordt voorzien, gebouwd in polders achter de Noordzeewering, zelfs zonder de aanwezigheid van de wering (zie ook hoofdstuk 16). De huidige windmolen- en zonnepanelenparken kunnen hierbij na einde levensduur worden ontmanteld. Hiermee komt dan weer land vrij voor andere functies, zoals woningbouw en/of natuurgebieden/bossen (voor opname van koolstofdioxide).

Een kerncentralepark kan bestaan uit meerdere kernreactoren, die al dan niet identiek zijn. De bouwtijd en de levensduur van een kerncentrale bedraagt ongeveer 10 jaar respectievelijk 40 tot 60 jaar. Een gemiddelde kerncentrale heeft een vermogen van 1000 - 1500 MW (megawatt) elektrisch. De kerncentrale van Borssele heeft een vermogen van 485 MW. In Frankrijk staan kerncentrales tot 5200 MW.

Mogelijk dat SMR's (small modular reactors) een goed alternatief²⁸ zijn voor grote kerncentrales. Dit zijn kleine modulaire kernreactoren met elk een maximaal vermogen van 300 MW.

Bij de opwekking van kernenergie met uranium komen nagenoeg geen CO₂ en andere broeikasgassen vrij. Er komen wel gassen vrij tijdens de bouw en ontmanteling van een kerncentrale, bij winning en transport van uranium en het transport, de verwerking en opslag van het radioactief afval. Als die uitstoot wordt meegerekend komen er bij kernenergie nog steeds veel minder (broeikas)gassen vrij dan bij elektriciteitsproductie met fossiele brandstoffen, ongeveer evenveel als bij zonne- of windenergie.

In vergelijking met andere vormen van energietransitie neemt een kernreactor relatief gezien weinig ruimte in beslag, heeft hij een groot vermogen, is hij duurzaam en stoot hij zoals gesteld nauwelijks (broeikas)gassen uit. Kernreactoren kunnen veilig worden gebouwd. Bovendien is een kerncentrale een constante bron van stroom, hij is stabiel in de levering van energie. De stroomproductie is niet afhankelijk van het weer, zoals bij zonne- of windenergie. Wel komt er kernaafval vrij, ook in het sloopaafval na sluiting van een centrale.

Anderzijds is de voorraad uranium, de grondstof voor kernenergie, op aarde niet oneindig. Het economisch winbare deel op aarde beslaat thans een voorraad van 130 jaar. Dit leidt tot de vraag in hoeverre windmolen- en zonnepanelenparken op den duur toch nodig zijn, die evenwel minder vermogen leveren, veel grondstoffen vergen en veel meer ruimtebeslag innemen dan kerncentrales. Deze vraag geldt ook voor een PAC, die vermoedelijk duurder is dan een kerncentrale maar wellicht meer vermogen levert. De tijdplanning van de aanleg van de Noordzeewering, de keuze van de verschillende mogelijkheden tot energielevering en het vinden van meer geschikte winlocaties van uranium op aarde zijn dan belangrijke aspecten.

Al gedurende jaren stijgt de energievraag door elektrificatie, warmtepompen, elektrisch rijden, nieuwe technologieën als kunstmatige intelligentie, et cetera. Daarnaast moet rekening worden gehouden met de toekomstige demografische ontwikkeling van Nederland, 3,6 miljoen mensen meer in Nederland in 2070 dan nu.

Anderzijds kunnen gezien voorgaande vragen mogelijk ook thoriumreactoren een oplossing zijn. Thorium is een licht radioactief metaal, dat kan worden gebruikt als brandstof in zogeheten gesmolten zoutreactoren. Dit materiaal is ruim beschikbaar, relatief goedkoop en

²⁸ De Programmadirectie Kernenergie van het ministerie van Economische Zaken bereidt een visie voor over de mogelijkheden van SMR's voor Nederland. De status daarvan ken ik niet.

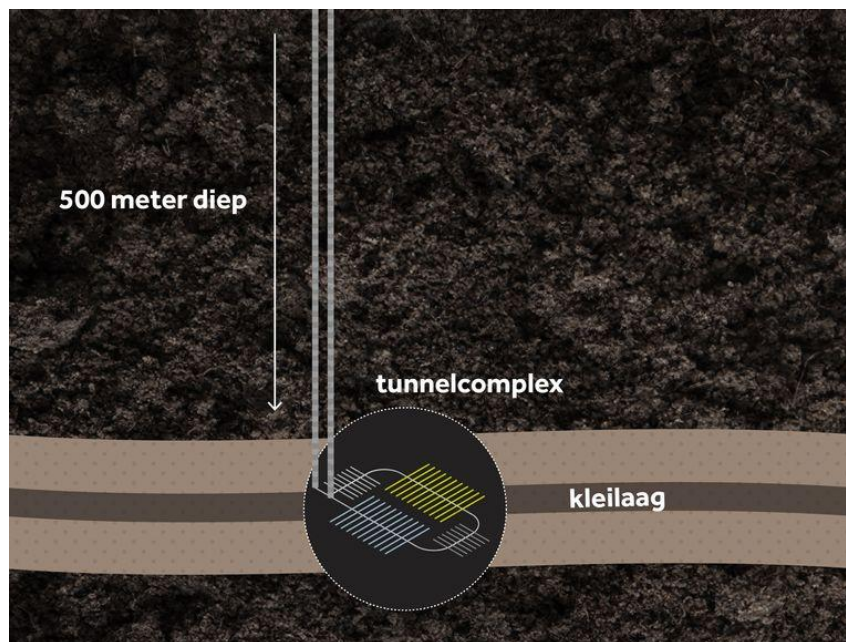
volgens wetenschappers nog veiliger dan traditionele kernenergie. Thorium komt drie keer zo vaak voor als uranium en betreft grotendeels een afvalproduct uit de mijnbouw. Dat maakt het aantrekkelijk als energiebron voor de lange termijn.

Gesmolten zoutreactoren werken fundamenteel anders dan klassieke kerncentrales. In plaats van vaste brandstofstaven onder hoge druk, gebruiken ze vloeibaar zout waarin de brandstof is opgelost. Dat zorgt voor een aantal voordelen. Het belangrijkste punt is veiligheid. Als de reactor te heet wordt, stopt het proces vanzelf doordat het zout afkoelt en de kernreactie afneemt. Daarnaast kunnen deze reactoren bestaand kernafval gebruiken als brandstof, wat het probleem van langdurige opslag verkleint.

Deze technologie is op zich niet nieuw, ook Nederlandse partijen zijn er mee bezig. In China is in 2025 met succes thorium gebruikt in een werkende gesmolten zoutreactor.

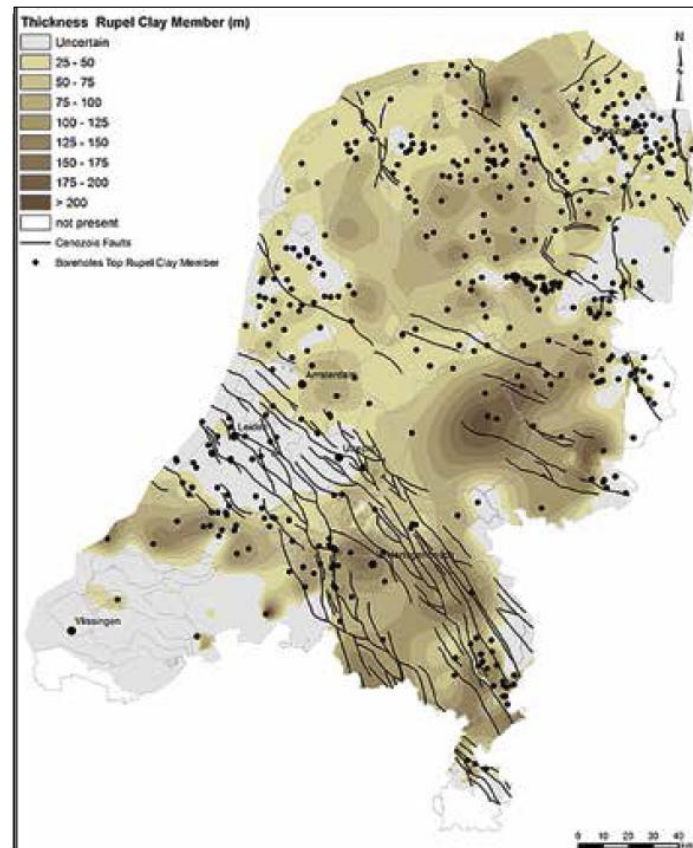
De aanleg van een ondergrondse eindberging van kernafval

In Nederland is de Centrale Organisatie Voor Radioactief Afval (COVRA) verantwoordelijk voor de opslag van kernafval. Voorlopig gebeurt dat nog bovengronds, nabij Borssele. De Nederlandse Overheid heeft besloten dat COVRA binnen de komende 100 jaar radioactief afval moet opslaan in een eindberging. Met het oog op de toekomst zoekt COVRA dan ook naar opslagplaatsen in diepe klei- en zoutlagen. Daarbij is het voor de ondergrondse opslag van kernafval vooral belangrijk om een stabiele aardlaag te vinden die niet beweegt.



Schematische weergave eindberging in Boomse klei (bron: NOS Nieuws)

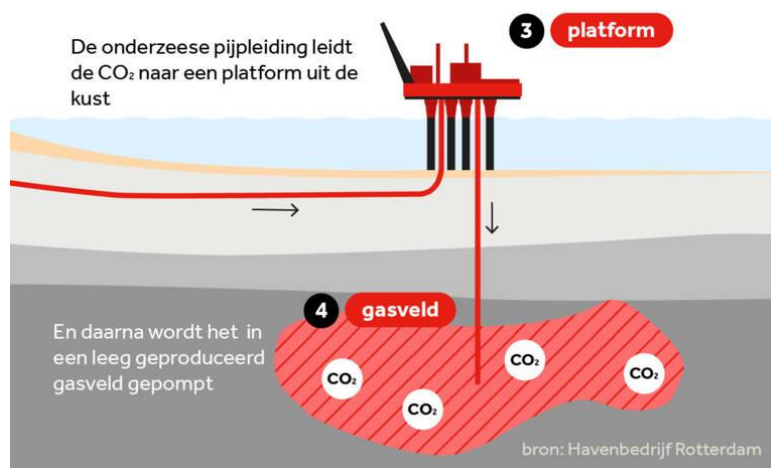
In de binnenmeren langs de Noordzeewering kan een ondergrondse eindberging van kernafval in de Boomse klei als geologische opslagplaats op honderden meters diepte in de ondergrond worden aangelegd (zie als voorbeeldlocatie de schets van paragraaf 7.2, mits daar een goede laag Boomse klei aanwezig is). Het eerder voorgestelde 3D seismisch onderzoek en booronderzoek kan hierbij eerste aanwijzingen voor de aanwezigheid en dikte van Boomse klei aangeven.



De dikte van de ondergrondse laag Boomse klei (bron: De Ingenieur 2018)

De aanleg van een ondergrondse koolstofdioxide (CO₂)-opslag

Nederland wil in 2050 een CO₂-vrij energiesysteem hebben, wat is afgesproken in het Klimaatakkoord. Een van de oplossingen is om de CO₂ af te vangen en daarna op te slaan in bijvoorbeeld lege gasvelden op zee. De Overheid heeft geen plannen voor CO₂-opslag onder land. De Noordzee en de afgedamde Waddenzee zijn veelbelovende plekken voor de opslag van CO₂ ondergronds. Daarom stimuleert de regering de CO₂-opslag onder (nu) de Noordzee.



CO₂-opslag onder de Noordzee (bron: Havenbedrijf Rotterdam)

In de binnenmeren langs de Noordzeewering kan mogelijk een ondergrondse CO₂-opslag worden gerealiseerd, diep in de ondergrond. Het is hierbij van belang om gedetailleerde kennis te hebben van de daarvoor in aanmerking komende geologische formaties en hoe vloeistoffen bewegen: sinkites en floatites spelen hierbij een interessante rol. Het eerder voorgestelde 3D seismisch onderzoek en booronderzoek kan daarvoor eerste aanwijzingen geven.

In 2021 kwam van de Nederlandse Overheid 2 miljard subsidie voor CO₂-opslag in een leeg gasveld onder de Noordzee op 20 kilometer uit de kust van Hoek van Holland, ook met geld vanuit de Europese Unie beschikbaar. Jaarlijks moet hierbij 2,5 megaton CO₂ worden afgevangen en opgeslagen. Shell, ExxonMobil, Air Liquide en Air Products leggen deze opslag in samenwerking met het Havenbedrijf van Rotterdam aan. Dit alles onder de naam Porthos-project. De locatie van dit project kan conflicteren met de aanleg van de Noordzeewering.

Onlangs werd bekend, dat Shell werelds eerste commerciële CO₂-opslag ondergronds heeft gestart. De opgeslagen CO₂ wordt hierbij permanent bewaard in een reservoir 2600 meter onder het Noorse deel van de Noordzee. Het gaat om afgevangen koolstofdioxide dat via een industrieel proces vloeibaar wordt gemaakt voordat deze ondergronds verdwijnt. De eerste fase van deze opslag kan 1,5 miljoen ton CO₂ per jaar opslaan. In maart 2025 bevestigden de stakeholders definitieve plannen voor een tweede fase, die minimaal vijf miljoen ton CO₂ per jaar moet kunnen opslaan. Met diverse bedrijven uit Nederland, Denemarken en Zweden zijn al commerciële overeenkomsten afgesloten.

De verplaatsing van luchthaven Schiphol en het vervallen van vliegveld Rotterdam The Hague Airport. Hierbij ook de aanleg van een militair vliegveld.

Schiphol wenst tot 2035 € 10 miljard euro te investeren in de luchthaven voor een nieuwe terminal, verbeterde bereikbaarheid en duurzamere pieren. Mogelijk dat dit geld ook kan worden ingezet voor het verplaatsen van de luchthaven naar de Noordzee.

Al in het verleden zijn plannen gemaakt om Schiphol naar de Noordzee te verplaatsen. In bijvoorbeeld Japan en Hong Kong zijn (met hulp van Nederlandse baggerbedrijven) al vliegvelden in zee gebouwd.

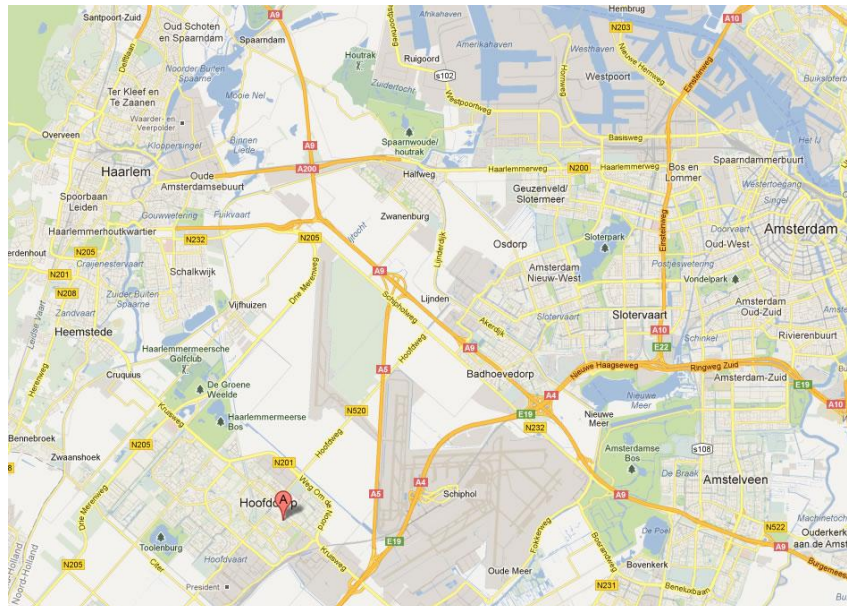


Kansai International Airport (foto Royal HaskoningDHV)

Een binnenmeer achter de Noordzeewering tussen Den Haag en IJmuiden biedt alle ruimte voor de bouw van een nieuwe nationale luchthaven in een polder, met alle voordelen vandoen (zie als voorbeeldlocatie de schets van paragraaf 7.2). De nieuwe luchthaven Schiphol wordt daarbij volledig beschermd door de Noordzeewering dan wel

compartimenterings- en/of polderdijken. Een alternatief zou kunnen zijn om Schiphol te verplaatsen naar het binnenmeer van de Waddenzee. Dit geeft een grote impuls aan de noordelijke provincies en is vanuit het oogpunt van ruimtelijke ordening wellicht veel interessanter.

Op het huidige Schiphol komt dan een groot gebied beschikbaar voor woningbouw en/of natuurontwikkeling/bossen (voor opname van koolstofdioxide). Een groot gedeelte van de hoofdinfrastructuur is al aanwezig.



Kaart Haarlemmermeerpolder met luchthaven Schiphol (bron: World Map)

Zo ook door het vliegveld Rotterdam The Hague Airport te laten vervallen ten nutte van woningbouw.

Gezamenlijk hebben beide luchthavens een oppervlakte van ongeveer 30 km² wat goed is voor ongeveer 180.000 woningen (bij een woondichtheid van 60 woningen per hectare) en waar ongeveer 360.000 mensen kunnen wonen.

De verplaatsing van luchthaven Schiphol is geen sinecure, maar ontlast de Haarlemmermeerpolder en de rond Schiphol gelegen stedelijke agglomeratie aanzienlijk. De nieuwe luchthaven kan volledig ingericht worden naar de modernste inzichten en een efficiëntere afhandeling van vliegtuigbewegingen opleveren.

Bovendien kan, indien militair strategisch gezien mogelijk, de nieuwe luchthaven ook uitgebreid worden met een (apart) militair vliegveld. Dit voorkomt de aanleg van militaire vliegvelden die nu worden voorzien op een aantal locaties in het binnenland.

Om geluidsoverlast zo veel als mogelijk te voorkomen, is het zaak om alle vliegtuigbewegingen zo te laten plaatsvinden dat geland wordt vanuit de Noordzee en opgestegen wordt naar de Noordzee. Mogelijk dat dan ook vliegtuigbewegingen 's nachts kunnen plaatsvinden, wat dan ook dient te worden onderzocht.

Lelystad Airport (onderdeel van Royal Schiphol Group) kan goed dienen voor commercieel handelsverkeer (vakantievluchten), waarbij medegebruik door Defensie, zoals het huidige kabinet wenst, tot efficiëntie leidt.

De aanleg van nieuwe woongebieden c.q. dorpen en/of steden c.q. metropolen.

De binnenmeren langs de Noordzeewering tussen Cadzand en de kop van Noord-Holland en

die in het binnenmeer van de Waddenzee bieden alle ruimte - in combinatie met nieuwe economische activiteiten - voor de bouw van nieuwe woongebieden. Als bijvoorbeeld 500 km² van het beschikbare areaal hiervoor wordt benut, kunnen hier ongeveer 1.250.000 woningen (bovenop de nu voorziene 1 miljoen woningen) worden gebouwd (bij een woondichtheid van 25 woningen per hectare) en ongeveer 2.500.000 mensen wonen, werken en recreëren. Daarnaast misstaat een nieuwe metropool-achtige omgeving met uitzicht over de Noordzee, zoals bijvoorbeeld in Dubai en Singapore is gecreëerd, Nederland niet. De woondichtheid kan dan veel groter zijn dan 25 woningen per hectare, bijvoorbeeld minstens 60 woningen per hectare. Dat betekent woonruimte voor veel meer dan de genoemde 2,5 miljoen mensen.

Dit voorziet dan ook in de te verwachten demografische ontwikkeling van Nederland, waarbij Nederland groeit naar een bevolking van nagenoeg 21 miljoen mensen in 2070.



Foto Dubai (bron: WorldpaperAccess)



Foto Singapore (bron: Travel Insider)

De verdere uitbreiding van De Maasvlakte en indien wenselijk ook de uitbreiding dan wel verplaatsing van economische activiteiten rond het Noordzeekanaal en het Amsterdams havengebied. Hierbij mogelijk ook de aanleg van een militair vliegveld op de Maasvlakte, en ook de aanleg met faciliteiten voor aanlanding en verplaatsing van militair materieel van geallieerden.

Het areaal aan nieuw gebied biedt ook mogelijkheden om de Maasvlakte verder uit te breiden, wat een wens is van de Port of Rotterdam. Zo ook om economische activiteiten rond het Noordzeekanaal en het Amsterdams havengebied uit te breiden dan wel te verplaatsen.

Daarnaast kan op de uitbreiding van de Maasvlakte ook voorzien worden in de mogelijke behoefte aan militaire faciliteiten: een vliegveld en een landingsplaats van militair materieel vanuit het buitenland voor transport naar het achterland. Hiertoe kan de Betuwelijn worden benut, en ook Rijksweg A15.

In hoeverre de aanleg van de Noordzeewering invloed heeft op het reeds eerder in hoofdstuk 6 beschreven Porthos-project (Shell et al) voor CO₂-opslag onder de Noordzee op 20 ongeveer km uit Hoek van Holland en het voornemen van het Ministerie van Klimaat en Groene Groei om ondergrondse buisleidingen voor waterstof en koolstofdioxide aan te leggen in de zogenaamde Delta Rhine Corridor (DRC) zal moeten worden onderzocht. Dit geldt uiteraard ook voor andere plannen zoals de realisatie van nieuwe windmolenparken.

De aanleg van grote (huisvuil)storten

Stortmateriaal kan ook dienen als 'bouwstof' voor het opvullen van een gedeelte van de binnenmeren of voor het dichten van zandwinputten. De technieken voor de aanleg van dergelijke stortingen zijn genoegzaam bekend, zodat de milieurisico's tot een minimum kunnen worden beperkt. Als onderafdekking kan bijvoorbeeld (ondoorlatend) Versterkt sediment

worden gebruikt. Op de storten kunnen bijvoorbeeld bossen en/of golfbanen worden aangelegd.



Stortplaats IJsseloog in het Ketelmeer (bron: Omroep Flevoland)

Gemeenten kunnen gezamenlijk en in overleg met de provincies deze storten ontwikkelen. Locaties kunnen bijvoorbeeld gelegen zijn naast de in deze studie voorgestelde metropolen. Dit is efficiënt, ontlast het stedelijk gebied en de noodzaak voor de bouw van afvalverbrandingsinstallaties zal minder nodig zijn.

De meer 'simpele' aanleg van windmolenparken (maar is dat wel nodig?)

Nu worden op de Noordzee windmolenparken aangelegd onder offshore condities. Nieuwe uitvragen hebben - ondanks de subsidies hiervoor - tot nu toe niet tot succes geleid, gezien de risico's die bedrijven zien.

Recent is bekend gemaakt dat Nederland, tezamen met 8 andere landen en bedrijven, gezamenlijk 1.000 miljard euro gaan investeren in de bouw van nieuwe windturbineparken in de Noordzee. Dat hebben ze aangekondigd op de Noordzeetop van januari 2026 in Hamburg. Het doel is om tegen 2050 300 gigawatt windenergie op de Noordzee te realiseren (8 keer zo veel windenergie als nu). Dit gaat met miljarden aan subsidies gepaard.

Echter, als de keuze zal vallen op de bouw van voldoende veilige en continu energieleverende kern-/thoriumcentrales in polders in de binnenmeren, zonder dat de Noordzeewering er al ligt, kan geheel Nederland volledig worden voorzien van energie. Zonder afhankelijk te zijn van zon en/of wind. Windmolenparken (op zee en op land) en zonnepanelenparken zullen dan niet meer nodig zijn. Deze keuze zal afhangen van de nucleaire ambities van de Overheid, de mix van energielevering door kern-/thoriumreactoren, PAC's, windmolen- en zonnepanelenparken en de vraag naar energie van het bedrijfsleven en de groeiende bevolking tot nagenoeg 21 miljoen mensen in 2070.

De planning zal dan belangrijk zijn, gegeven dat de polders voor kern- dan wel thoriumreactoren eerst moeten worden gerealiseerd en de bouw van elke kern- dan wel thoriumreactor minstens 10 jaar in beslag neemt. In ieder geval ontstaat er dan een geheel andere geldstroom en energielevering zonder afhankelijk te zijn van zon en wind.

Het is in ieder geval evident dat de aanleg van windmolens op en/of achter de Noordzeewering minder zal gaan kosten dan bij bouw in open zee.



De aanleg van een nationaal Asielzoekerscentrum (AZC)

Een gevoelig onderwerp. Maar het is evident dat - als in de toekomst nog opportuun - een modulair opgezette, veilige en stabiele opvanglocatie vele voordelen biedt, mits ook voldoende voorzieningen worden gecreëerd. Op de dag van vandaag is er een versnippering van klein- dan wel grootschalige (nood)opvanglocaties in ons land, dus (kosten)inefficiënt, legt dit druk op gemeenten en hun bewoners en nemen deze locaties gebouwen en ruimten in beslag waarvoor betere bestemmingen voor gevonden kunnen worden. Bijvoorbeeld voor huisvesting voor mensen uit deze gemeenten.

Een dergelijk nationaal AZC in een gebied in de binnenmeren kent deze nadelen niet en levert een beheersbaar en snel proces van intake van asielzoekers tot eventuele huisvesting en integratie in een Nederlandse gemeente dan wel uitplaatsing op. Dit alles schept structuur en duidelijkheid en zal uiteindelijk ook goedkoper zijn dan nu gebeurt.

De aanleg van een scala aan recreatieve voorzieningen

De huidige kuststrook blijft bij de aanleg van de Noordzeewering nagenoeg geheel in stand, maar zal veel veiliger zijn. Dit betekent ten eerste minder gevallen van verdrinking en ten tweede dat exploitanten van recreatieve voorzieningen, zoals strandpaviljoens, jaarlijks geen voorzieningen meer behoeven te treffen voor hun opstallen dan wel deze tijdelijk moeten afbreken en later weer opbouwen.

Zoals ook het geval is geweest bij de meren rond de vroegere inpolderingen van de Zuiderzee, zullen de binnenmeren achter de Noordzeewering uitstekend geschikt zijn voor allerlei (extra) recreatieve voorzieningen en/of sporten, zoals bijvoorbeeld de aanleg van jachthavens, hotelfaciliteiten, zeilen, pleziervaart, duiksport en allerlei andere (water)sporten. Zoals al hiervoor beschreven kunnen golfbanen worden aangelegd op vuilstorten.

Het is dan de bedoeling om de in dit rapport beschreven inpolderingen voor de meeliftkansen op enige afstand komen van de huidige kuststrook, waardoor randmeren ontstaan. Dit schept een dynamisch land- en waterlandschap waar wonen en werken hand in hand gaan met vele recreatieve voorzieningen. Zowel voor de bewoners van de nieuwe polders als voor bewoners die nu en in de toekomst in de huidige kuststrook leven.

Het tegengaan van de verzilting van het land achter de huidige kuststrook

Door de aanleg van de Noordzeewering is dit ook een belangrijke meeliftkans. Enerzijds zullen de binnenmeren verzoeten en anderzijds zal het intreepunt van de zoutindringing kilometers verder zeewaarts verschuiven: de indringing van zout water in zoetwaterlichamen zal meer en meer worden voorkomen.

Zoals hiervoor reeds beschreven kunnen in de binnenmeren langs de Noordzeewering tussen Cadzand en de kop van Noord-Holland en/of in het binnenmeer van de Waddenzee en/of in de meren in Zuid-Holland en Zeeland grote zoet- en drinkwaterbuffers worden aangelegd, die ook mee zullen helpen aan de verdringing van de verzilting.

Al met al zal de verzilting dan terug worden gedrongen, wat van groot belang is voor de landbouw en ook voor het (drink)waterbeheer. Het effect van de terugdringing van de verzilting kan worden nagegaan met grondwaterstromingsmodellen. De economische waarde van deze kans zal groot doch wellicht moeilijk kwantificeerbaar en/of meetbaar zijn.

De aanleg van industrieparken

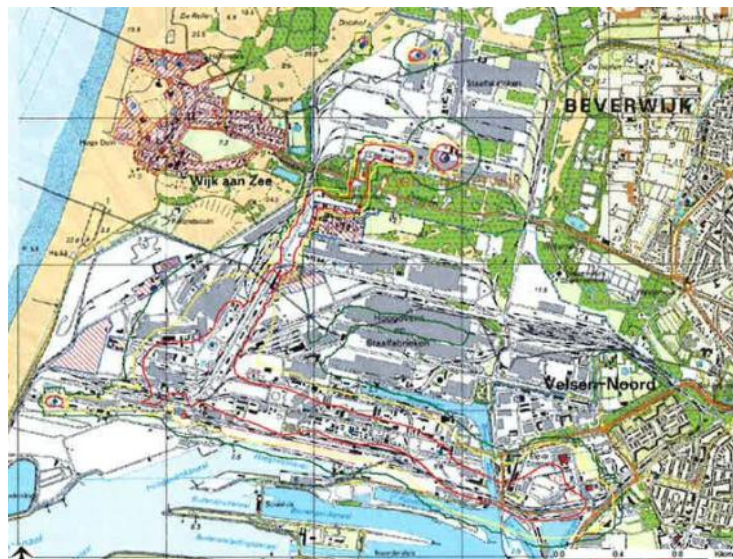
In de buurt van mogelijk nieuwe woongebieden kunnen in de inpolderingen van de binnenmeren ook nieuwe milieuvriendelijke industrieparken worden gerealiseerd. Dit bevordert de werkgelegenheid.

Verplaatsing Tata steel

Zo kan bijvoorbeeld ook - indien gewenst - de transitie van Tata Steel beter worden uitgevoerd door dit bedrijf te verplaatsen naar een locatie achter de Noordzeewering. Dit leidt ontegenzegglijk tot een betere leefomgeving voor de woongebieden rond de huidige Tata Steel locatie.



Huidige locatie Tata Steel IJmuiden (bron: Alamy)



Kaart Tata Steel met stedelijke agglomeratie (bron: Rho)

Het behoeft geen betoog dat een verplaatsing van Tata Steel achter de Noordzeewering (zie voorbeeldlocatie op de schets van paragraaf 7.2) met een goede ontsluiting naar de Noordzee en het achterland tot de mogelijkheden behoort en vele gunstige milieuaspecten kent, mits staal binnen de milieutechnische grenzen wordt geproduceerd. Bijvoorbeeld naar een locatie juist achter de Noordzeewering en nabij een nieuw sluiscomplex voor de ontsluiting van het Amsterdamse havengebied. Hiermee worden de huidige vestigingsproblemen met onder andere milieubezwarende aspecten opgelost. De stedelijke agglomeratie rond Tata Steel, met plaatsen zoals Beverwijk, Heemskerk, Velsen, Wijk aan Zee en IJmuiden, wordt ontlast.

Tata Steel zal de wenselijkheid van deze kans in overleg met de provinciale en rijksoverheid dienen te bepalen. De huidige bedrijfslocatie kan dan worden herontwikkeld in bijvoorbeeld



natuur/bossen (voor meer CO₂-opname) en/of voor woningbouw. Mogelijk dat de door het (demissionaire) kabinet toegezegde steun aan Tata Steel van 2 miljard euro om de staalfabriek duurzamer te maken, hierbij kan worden betrokken.

Resume

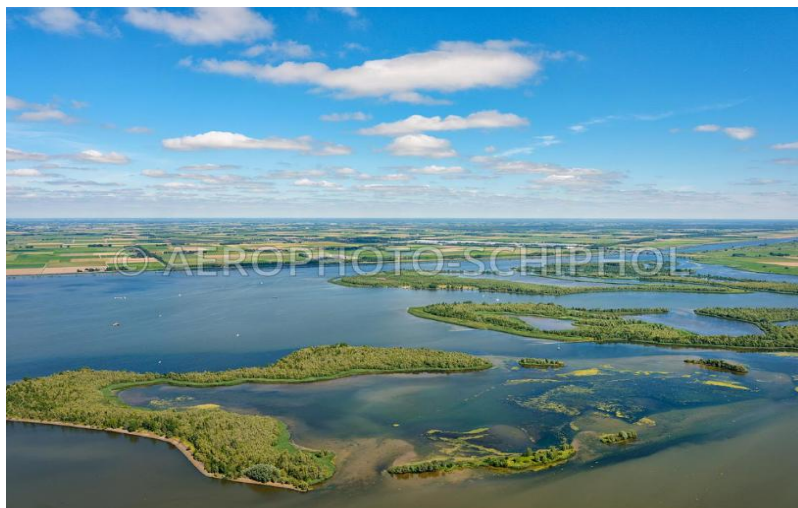
Al met al biedt het areaal van grofweg 8000 km² water achter de Noordzeewering meeliftkansen door inpolderingen, dus nieuw land en meer ruimte voor Nederland. Vermoedelijk zijn er meer kansen dan in deze studie genoemd en hebben al deze kansen synergetische aspecten met elkaar. Veelal worden de huidige problemen in het binnenland, waaronder geschikte woningbouwlocaties en bedrijfshuisvestingen, opgelost dan wel geminimaliseerd, bieden deze kansen veel werkgelegenheid door hernieuwde dan wel nieuwe economische activiteiten en niet ten laatste bieden de inpolderingen een extra kostendekkende component voor de realisatie van de Noordzeewering.

12 De consequenties voor natuur en visserij

Het is evident dat de aanleg van de Noordzeewering grote consequenties heeft voor de flora en fauna en de visserij en een groot deel van de Natura-2000 gebieden verloren zullen gaan. Echter, de vraag kan worden gesteld wat een autonome ontwikkeling met een stijgende zeespiegel, tot wellicht meer dan 5 meter, de komende 300 jaar betekent voor alle natuur, de visserij en met name voor de Waddenzee? Een open Waddenzee, dus zonder Noordzeewering, zal niet meer droog komen te liggen bij eb, wat ook verregaande gevolgen kan hebben voor het lokale ecosysteem.

De Noordzeekustzone bestaat uit open zee, de zeegaten tussen de Waddeneilanden, zandbanken en platen voor de eilanden en strandvlaktes met jonge duintjes op de eilanden. De Voordelta is rijk aan geulen, ondieptes en zandbanken en heeft een gevarieerd bodemleven. Deze gebieden hebben allerlei plantsoorten en zijn een uniek leefgebied voor duizenden vissen, vogels en zeezoogdieren. De Waddenzee is het grootste intergetijdengebied ter wereld en staat op de Werelderfgoedlijst.

Na aanleg van de Noordzeewering zal zich mettertijd in de binnenmeren een zoet watermilieu instellen. Gezien de ervaringen met de Deltawerken en de aanleg van de Afsluitdijk zal zich in de binnenmeren een aangepaste fauna en flora ontwikkelen.



Ketelmeer, luchtfoto vanuit het Keteldiep met de eilanden Ketelplaat, Kattenplaat en Schokkerplaat (bron: Aerophotostock)

Daarnaast is gebleken, dat zich op de onderwater buitenbelopen van de Noordzeewering, tussen het stortsteen en dergelijke, andere vormen van biodiversiteit c.q. fauna kan ontwikkelen.

Visserij

De zone tot 3 zeemijl uit de kust is exclusief voor Nederlandse vissers. De Nederlandse territoriale zee tot 12 zeemijl uit de kust is tot op zekere hoogte (afhankelijk van de vissoort) ook toegankelijk voor vissers uit aangrenzende landen.

Verder is visserij niet toegestaan in windturbineparken, binnen een zone van 500 meter rond mijnbouwplatforms, in scheepvaartroutes, in aanloopgebieden en zogenaamde 'clearways', boven gronden waar veel munitie ligt en in bepaalde delen van Natura 2000-gebieden. Dit alles is bij elkaar slechts een relatief klein deel van de totale ruimte van de Noordzee. Maar voor visserijen die min of meer aan een bepaald gebied gebonden zijn (bijvoorbeeld

garnalenvisserij langs de kust), is hierdoor thans een wezenlijk deel van hun visgebied moeilijk toegankelijk.

In dit rapport wordt uitgegaan van de aanleg van de *volledige* Noordzeewering tussen de 6 en 12 zeemijlszone. Gezien het voorgaande betekent dat een aantasting van de huidige visgebieden. Garnalenvisserij zal wellicht (nagenoeg) niet meer mogelijk zijn. Het ministerie van Landbouw en Visserij zal hierover met de visserijsector overleg dienen te voeren.

Flora en fauna in de Natura-2000 gebieden en in de Waddenzee

De aanleg van een *volledige* Noordzeewering heeft grote consequenties voor de Waddenzee, de Noordzeekustzone en de Voordelta voor de kust van de Zuid-Hollandse en Zeeuwse eilanden. Deze gebieden zijn door Nederland als Natura 2000-gebieden aangewezen en maken deel uit van een Europees netwerk van beschermde gebieden waar specifieke habitats (leefgebieden van planten en dieren) beschermd moeten worden. Bovendien staat de Waddenzee op de Werelderfgoedlijst.



Natura-2000 gebieden (bron: Rijkswaterstaat)

Overleg zal nodig zijn tussen alle belanghebbende organisaties. Waar mogelijk kunnen mitigerende maatregelen worden getroffen. Zo kunnen bijvoorbeeld:

- ✓ Eilandjes voor de Noordzeekustzone buiten de Noordzeewering worden aangelegd, waarop bijvoorbeeld weer vogels kunnen foerageren en zeehonden kunnen leven;
- ✓ In de binnenmeren ook eilandjes worden aangelegd, zie bijvoorbeeld de aanleg van de Marker Wadden, waarbij natuureilanden van klei en slib in het Markermeer zijn aangelegd;
- ✓ Mede omdat bij een zeespiegelstijging van meer dan 3 meter vele huidige stranden zullen verdwijnen dan wel veel smaller dan nu aanwezig worden, stranden in de binnenmeren langs de polder- en compartimenteringsdijken worden aangelegd, dan wel aan de buitenzijde van de Noordzeewering. Dit heeft ook als voordeel dat de standzekerheid van deze dijken en de Noordzeewering beter zal zijn en de golfaanval en -oploop afremt;

- ✓ Oesterriffen worden aangelegd (zie ook: <https://www.onzenatuur.be/artikel/vaarwel-oester-waarom-het-herstel-van-oesterbedden-van-internationaal-belang-is> en [Microsoft Word - 19-0626 field report def.docx](#));
- ✓ Zie ook: [Nature-based Solutions gegroepeerd in tien categorieën - WUR](#).

Alternatief tijdelijk behoud Waddenzee

Dit is goed mogelijk door in de *volledige* Noordzeewering ter plaatse van de zeegaten 1 of meer stormvloedkeringen te bouwen.



Het waddengebied met zijn eilanden (bron: Leven Met Water)

Dat is natuurlijk een veel duurdere oplossing dan de in dit rapport voorziene dammen, maar is een mooie oplossing voor het tijdelijk behoud van de Waddenzee. Tijdelijk, omdat mettertijd bij doorgaande zeespiegelstijging de stormvloedkering(en) bij een gegeven sluitpeil altijd dicht zal (zullen) staan. De tijdelijkheid hangt af van de mate van de zeespiegelstijging en de versnelling daarvan.

Daarnaast dient dit alternatief te worden afgewogen tegen een autonome ontwikkeling van de Waddenzee met dus doorgaande zeespiegelstijging. In dat geval eindigt de Noordzeewering bij Den Helder, met consequenties voor de hoofdwaterkeringen in de kop van Noord-Holland, de Afsluitdijk en de hoofdwaterkeringen op de Waddeneilanden en in Friesland en Groningen.



13 Kosten - batenanalyses

13.1 Inleiding, business cases en kostensystematiek

Tijdens mijn onderzoek heb ik vrij beschikbare literatuur bestudeerd van vele andere geïnteresseerden, inclusief Nederlandse organisaties, die ook ideeën hebben ontwikkeld dan wel onderzoek doen of hebben gedaan naar maatregelen tegen zeespiegelstijging. Echter hierbij is nagenoeg niet ingegaan op de grote kapitaalsinvesteringen die hiermee zullen zijn gemoeid. Ook is (nagenoeg) niet ingegaan op de baten in de vorm van al dan niet complexe en synergetische meeliftkansen, die een oplossing als de Noordzeewering in zich bergt. En niet ten laatste is ook niet ingegaan op de financiële dekking van al deze plannen, in het bijzonder voor de aanleg van een dijk voor de kust met al zijn nieuwe kunstwerken, of een andere maatregel tegen zeespiegelstijging. Naar mijn optiek gaat het ook om de baten, ook van andere mogelijke maatregelen tegen overstroming, en de financiering daarvan.

Zo worden voor de aanleg van dammen om het gehele Noordzeebekken af te sluiten schattingen genoemd tot 1000 miljard euro om 25 miljoen mensen wonend in 14 landen langs de Europese kuststrook, waarvan de helft in Nederland, te beschermen tegen overstroming vanuit de zee.

In dit hoofdstuk zullen op haalbaarheidsniveau eerst (paragraaf 13.2) de mogelijke kostenreducties, baten c.q. meeliftkansen en consequenties worden gewaardeerd en geschat waarna (paragraaf 13.3) zal worden ingegaan op de benodigde kapitaalsinvestering voor de *volledige* Noordzeewering inclusief de te bouwen kunstwerken hierin. In hoofdstuk 14 zal vervolgens een voorstel worden gedaan voor de financiële dekking van de Noordzeewering.

Geen aandacht zal worden gegeven aan de ruimtelijke ordeningsaspecten, omdat dat in dit stadium van de haalbaarheidsstudie (nagenoeg) niet mogelijk is. Wel zijn mogelijke voorbeelden gegeven, zie de schets in paragraaf 7.2. Gezien het alignement van de Noordzeewering in combinatie met een stapsgewijze gebiedsontwikkeling van de binnenmeren c.q. inpolderingen, zal het nodig zijn om voor de op te stellen business cases (zie hierna) in eerste instantie een grof ruimtelijk ordeningsplan met de mogelijke meeliftkansen op te stellen. Dit grove ruimtelijk ordeningsplan kan vervolgens dienen om door daarvoor in aanmerking komende stakeholders c.q. marktpartijen, aangestuurd en betaald door de Nederlandse Overheid, business cases met kosten - batenanalyses op te (laten) stellen van alle mogelijke meeliftkansen. Dit met medewerking van bijvoorbeeld (in willekeurige volgorde genoemd) uitsluitend Nederlandse bedrijven²⁹ c.q. organisaties (immers de op te bouwen kennis moet in Nederland blijven):

- ✓ Investeerders zoals pensioenfondsen, banken en verzekeringsmaatschappijen.
- ✓ Projectontwikkelaars.
- ✓ Stakeholders van mogelijke meeliftkansen, bijvoorbeeld energieconcerns, industrieën, luchthaven Schiphol, havenschappen (met name de Port of Rotterdam), NS/Prorail.
- ✓ Grote aannemers in de weg- en waterbouw en bouwsector.
- ✓ Ingenieurs- en adviesbureaus op het gebied van onder andere ruimtelijke ordening, planologie, stedenbouw, verkeerskunde, civiele techniek en ecologie.
- ✓ Kennisinstituten en universiteiten.
- ✓ Provincies, waterschappen en gemeentes.

²⁹ Wellicht zal voor de bouw van kern-/thoriumreactoren expertise vanuit het buitenland nodig zijn.



- ✓ Milieuorganisaties.
- ✓ En diverse ministeries, zoals het
 - Ministerie van Algemene Zaken (coördineert het kabinetsbeleid; verantwoordelijk voor onder andere de communicatie van de Overheid naar het publiek);
 - Ministerie van Buitenlandse Zaken (verantwoordelijk voor onder andere internationale samenwerking);
 - Ministerie van Defensie (verantwoordelijk voor onder andere de krijgsmacht);
 - Ministerie van Financiën (verantwoordelijk voor onder andere de nationale begroting, belastingen en het financieel beleid);
 - Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap (verantwoordelijk voor onder andere onderwijsbeleid, cultuur en wetenschappelijk onderzoek);
 - Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (verantwoordelijk voor onder andere infrastructuur, transport en waterbeheer);
 - Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (verantwoordelijk voor onder andere economische groei, innovatie en klimaatbeleid);
 - Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid (verantwoordelijk voor onder andere werkgelegenheid);
 - Ministerie van Justitie en Veiligheid (verantwoordelijk voor onder andere wetgeving);
 - Ministerie van Asiel en Migratie (verantwoordelijk voor onder andere asiel- en migratiebeleid);
 - Ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur (verantwoordelijk voor onder andere natuur, visserij en landbouw).

Onderwijl zal het huidig lopend onderzoek naar elke maatregel tegen overstroming vanuit zee (zie het vigerend Deltaprogramma) voort moeten gaan. Het in dit rapport voorgestelde onderzoek naar de Noordzeewering en de meeliftkansen kan parallel aan dit lopend onderzoek worden uitgevoerd. Belangrijke resultaten van de onderzoeken dienen direct te worden geïmplementeerd in het grove ruimtelijk ordeningsplan en in de business cases. Een itererend proces dus.

Op deze wijze ontstaat gevoel waarover we spreken in termen van geld en (on)mogelijkheden en kunnen bepaalde maatregelen tegen overstroming vanuit zee, al dan niet na politieke beslissingen hierover, afvallen. Dit resulteert vervolgens in de meest kansrijke maatregelen tegen overstroming, alsook de in aanmerking komende meeliftkansen. Dit alles dan in afwachting of de versnelling van de zeespiegelstijging zal doorzetten en welke nieuwe inzichten over klimaatverandering ontstaan, inclusief nieuwe prognoses over de te verwachten maximale zeespiegelstijging. Hierbij dient de veranderende afvoer van de rivieren vanuit het achterland en de consequenties hiervan op de Boven- Benedenrivierdijken te worden meegewogen.

Aandachtspunt is dat het IPCC in zijn laatste rapport heeft gemeld dat de mondiale zeespiegelstijging sneller gaat dan eerst werd gedacht. Als deze versnelling zich doorzet en zelfs extremer wordt dan wordt de tijd voor de te nemen maatregelen kort, mede gegeven de nog benodigde onderzoeken en de te volgen politieke processen. Vandaar mijn aanbeveling om de komende 10 jaar alle onderzoeken af te ronden, zodat Nederland gesteld staat.

Het is dus zaak om voornoemde (en mogelijk extra) partijen nadrukkelijk te laten aanhaken op dit gehele proces. Immers, als de tijd daadwerkelijk te kort wordt, moet snel kunnen worden gehandeld. Dit heeft zeker consequenties voor de capaciteit van de Overheid en de meeste van deze partijen, met name - naar mijn inschatting - voor de bagger- en bouwbedrijven. Dit aanhaken kan inhouden om met daarvoor in aanmerking komende (gecertificeerde en kwalitatief gezien goed presterende) partijen alliantie- dan wel



samenwerkingscontracten af te sluiten in de vorm van onderhandse aanbestedingen. Inhoudend dat deze partijen hun capaciteit beschikbaar stellen tegen gegarandeerde rendementen van stel 5% op hun kostprijzen. Deze prijzen dienen dan vooraf te worden overeengekomen en kunnen worden geïndexeerd. Op deze wijze lijkt de beschikbare capaciteit verzekerd, en ook het rendement van deze partijen. Deze aanpak vraagt om wederzijds vertrouwen en open communicatie. Maar ook om (om)scholing van jongvolwassenen en werklozen om uiteindelijk de benodigde capaciteit zo veel als mogelijk te mobiliseren en te verzekeren. Een uitdaging dus.

Het is hierbij raadzaam om niet Europees aan te besteden, wat alleen maar tot vertragingen leidt. Ik ga er hierbij vanuit dat de Overheid de voornoemde alliantie- dan wel samenwerkingscontracten afsluit met uitsluitend Nederlandse partijen. Gezien de benodigde baggercapaciteit zal het vermoedelijk wel nodig zijn om 's werelds 4 grootste baggerbedrijven samen te laten werken, aangestuurd door de Nederlandse.

Voor dit alles dient dus een periode van 10 jaar te worden uitgetrokken. De no-regret kosten hiervan worden grof geschat op € 250 miljoen, inclusief de kosten van het lopende HWBP-programma. Van dit bedrag dienen ook de kosten van voornoemde (non-)private Nederlandse partijen te worden bekostigd, met name voor het opstellen van de business cases. Dit verstevigt het voornoemde aanhaken: de diverse overheden, kennisinstituten, universiteiten en (non-)private partijen dienen gezamenlijk te werken aan de onderzoeken naar de mogelijke maatregelen tegen overstroming.

Voor de diverse algemene aandachtspunten en de aanstipping van de diverse meeliftkansen wordt verwezen naar hoofdstuk 11.

Business cases, itererend proces samenwerking Overheid met marktpartijen

Het is dus zaak dat alle meeliftkansen op hun merites worden gewaardeerd door het gezamenlijk met partijen opstellen van business cases voor iedere kans, waarbij de huidige vigerende plannen (voor zover nu aanwezig) worden vergeleken met de in dit rapport en wellicht ook door andere partijen aangereikte ideeën. Dit vooral om de baten inzichtelijk te maken: voor de Overheid en genoemde partijen.

Zoals al eerder gesteld kan de contante waarde van de uitgifteprijs voor het nieuw te realiseren land ter plaatse van de binnenmeren, de inpolderingen, direct ten goede komen aan de aanleg van de Noordzeewering en de inpolderingen. Het is hierbij zaak dat de verantwoordelijke ministeries hiertoe in overleg gaan met de relevante partijen c.q. stakeholders van elke meeliftkans. Deze ministeries dienen de business cases aan te sturen onder regie van het Ministerie van Verkeer en Infrastructuur, welke verantwoordelijk is voor het Delta programma.

De meeliftkansen - en vooral de verzilvering van de ultieme kansen (zie hoofdstuk 16) - kunnen via business cases worden ontwikkeld onder regie van en betaald (al dan niet via de hiervoor genoemde alliantie- dan wel samenwerkingscontracten) door de Overheid (inclusief betrokken provincies, waterschappen en gemeentes) in samenwerking met daarvoor geïnteresseerde stakeholders c.q. marktpartijen, zoals deze als voorbeeld hiervoor zijn genoemd. Deze uitsluitend Nederlandse marktpartijen dienen hierbij na een marktconsultatie (met transparante eisen en met uniforme tariefstelling) onderhands te worden uitgenodigd. Een tijdrovende Europese aanbesteding wordt hiermee voorkomen.

Deze ontwikkeling dient op basis van in eerste instantie grove ruimtelijke ordeningsplannen te starten, waarna de stakeholders c.q. marktpartijen hun business cases gaan opzetten. Door deze plannen en business cases verder te verfijnen en vervolgens vice versa te



communiceren tussen de betrokken partijen ontstaat een itererend proces om uiteindelijk de haalbaarheid en financiering van de ruimtelijke ordeningsplannen voor de Overheid en de meeliftkansen voor de stakeholders c.q. marktpartijen goed te kunnen beoordelen. Dit lijkt een efficiënte aanpak in grootschalige projecten en is wellicht een opwaardering van de huidige methodiek met Ontwerptafels³⁰ of gelijkwaardig. Het voorkomt langdurige, jarenlange, procedures, met name met het oog op de verzilvering van de ultieme meeliftkansen. Zodra de plannen gereed zijn, kunnen deze onderhands en met marktwerking op de Nederlandse markt worden aanbesteed.

Met het voorgaande hebben alle partijen alle aspecten in samenhang met elkaar beoordeeld. De totale vraag naar ruimte en de stapsgewijze ontwikkeling daarvan worden afgewogen in relatie tot bijvoorbeeld ondernemen, planning, energie, verduurzaming, economie c.q. kapitaalsinvestering, mobiliteit, landschap, milieu en leefomgeving (wonen, werken en recreëren). Wat past wel of niet en onder welke voorwaarden? Een mooi voorbeeld daarvan is momenteel de aanpak bij de ontwikkeling van de regio Moerdijk.

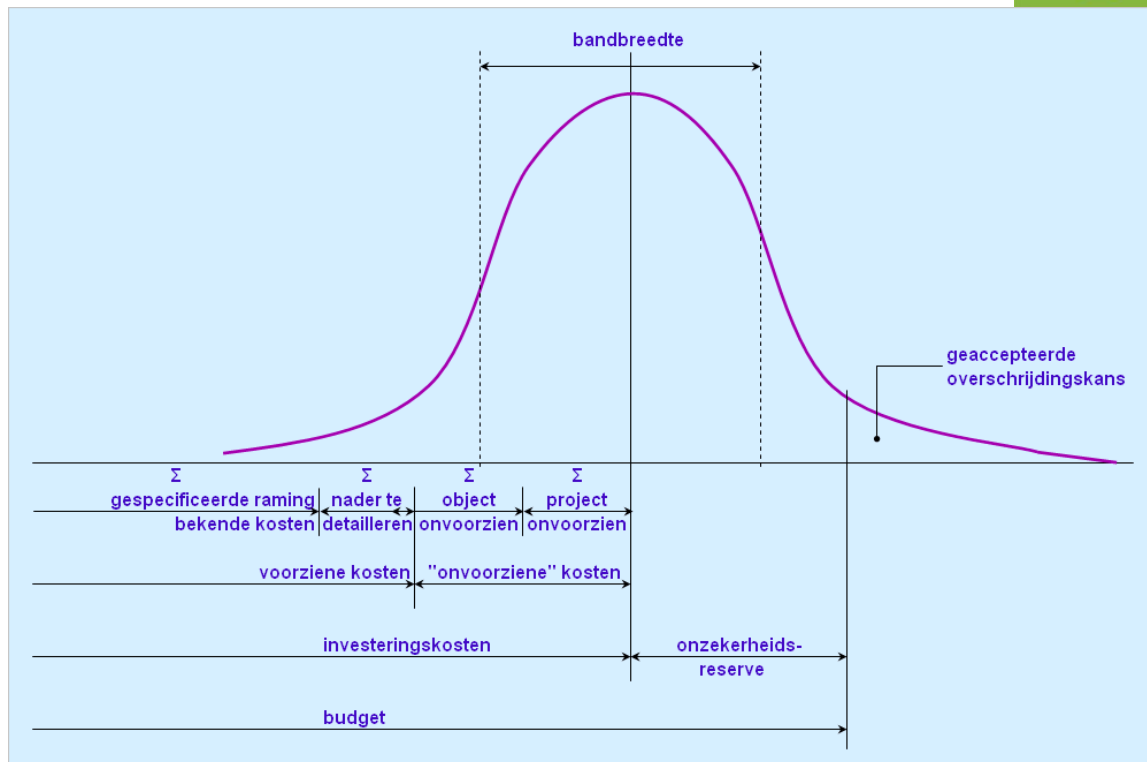
Kostensystematiek

Veelal wordt gebruik gemaakt van de Standaard Systematiek Kostenramingen (SSK). Hiermee kan bepaald worden of een project of in dit geval het ontwerp en de aanleg van de Noordzeewering inclusief kunstwerken en een PAC haalbaar en realistisch is. Onderhavig rapport betreft een haalbaarheidsstudie. Dat betekent dat er geen 'exacte' kostenberekeningen nodig zijn. Ik heb bij dit haalbaarheidsonderzoek daarom een grove inschatting van de kosten en baten, mits mogelijk, gemaakt. Dat is voldoende voor dit onderzoek. Bij het afschatten van de kosten heb ik gebruik gemaakt van de kosten van al eerder gerealiseerde en (nagenoeg) soortgelijke projecten en algemeen beschikbare kentallen over kosten. Hierbij is geen rekening gehouden met kosten voor beheer en onderhoud, wat in het algemeen hooguit maximaal 1% per jaar is van de kapitaalsinvestering, wellicht voor de Noordzeewering inclusief kunstwerken hooguit 2% per jaar gezien de locatie (aan zee met salt spray winden) en de extreme omstandigheden die zich kunnen voordoen.

Daarnaast dient bij dergelijke kostenschattingen met een reserve rekening te worden gehouden, bijvoorbeeld voor:

- Ontwerpwijzigingen die binnen de scope en het programma van eisen vallen;
- Een hogere complexiteit tijdens de uitvoering dan voorzien (wat in dit geval is te verwachten);
- Voortschrijdend inzicht;
- De uitkomsten van risicoanalyses, zoals kansen op
 - onwerkbaar weer (wat zeker bij de aanleg van de Noordzeewering inclusief kunstwerken zal optreden)
 - ontwerpfouten
 - defecten aan materieel.

³⁰ Een mooi voorbeeld hiervan is de aanpak ontwerptafel Powerport van de gemeente Moerdijk.



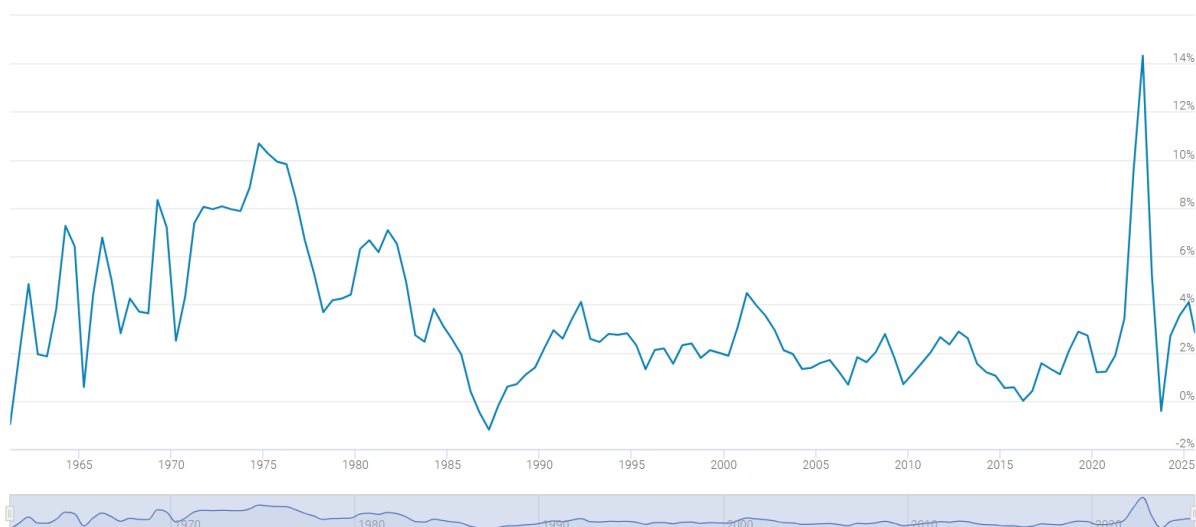
Samenhang van begrippen behorend bij SSK-ramings (bron: Peter Markensteijn)

Anderzijds kunnen er ook meevallers zijn. Gegeven het voorgaande ga ik uit van een bandbreedte in mijn grove kostenschattings van 30%.

De gegeven kosten en baten zijn hierbij op prijspeil 2025, waarbij rekening is gehouden met een jaarlijkse inflatie van 3%. Bij rendementsberekeningen is een rendement van 6 en 8% (exclusief dividendrendement) per jaar aangehouden.

Gemiddelde inflatie op basis van de consumentenprijsindex (CPI)

In onderstaande grafiek is de gemiddelde inflatie in Nederland gegeven vanaf ongeveer 1960 tot en met 2025. Bij onderhavige haalbaarheidsstudie wordt een realistisch gemiddelde inflatie van 3% per jaar aangehouden.



Historische inflatie Nederland op basis van de CPI (bron: Global rates)



Gemiddeld rendement op aandelen

Het rendement van de Amsterdam Exchange Index (AEX) was in de periode van 1984 tot en met 2024 gemiddeld 6,26% per jaar, doch exclusief dividendrendement. Het rendement van de AEX was de afgelopen 10 jaar gemiddeld 7,58% per jaar, ook exclusief dividendrendement. Vanaf 2000 is data beschikbaar van de AEX inclusief dividend. Het gemiddelde dividendrendement van de AEX lag hierbij rond de 3%. Het totale AEX-rendement (het dividendrendement (3%) + de koerswinst (6,26%)) geeft het gemiddeld rendement op aandelen, dus 9,26% per jaar van 1984 tot en met 2024.

In onderhavige studie wordt uitgegaan van een gemiddeld rendement op aandelen van 6 en 8% per jaar, exclusief dividendrendement.

13.2 Baten

In voorgaande hoofdstukken zijn al mogelijke kostenreducties aangestipt en zijn in hoofdstuk 11 de mogelijkheden voor synergie c.q. de meeliftkansen op hoofdlijnen besproken. In onderstaande tabel zijn bij een aanleg van de *volledige* Noordzeewering en de inpolderingen de hiermee gemoeide kosten en alle in dit rapport genoemde mogelijke kostenreducties, baten c.q. meeliftkansen en dergelijke genoemd. Deze zijn voorzien van een waardering en waar mogelijk een kwalificering en/of kwantificering in euro's. Deze waardering is mijn persoonlijke inschatting en is dan ook voor discussie vatbaar. Na de tabel wordt elk onderwerp nader aangestipt, met de aantekening dat elk onderwerp, waar relevant, technisch gezien goed uitvoerbaar is.

Nr	Onderwerp	Stakeholder(s)	Waardering P of N €	Geld, prijspeil 2025 €
	Aanleg volledige Noordzeewering met effecten, rijksoverheid trekkend			
1	Aanleg wering, veiligheid NL, 1 miljard m ³ bouwstof nodig, inclusief zandmotoren	Overheid (Nederlanders)	PPP/-€€€	Maximaal - € 250 miljard Zie paragrafen 13.3 en 14.1
2	Kortere kustlijn met minder hoge faalkans, verkorting van bestaande kustlijn met ongeveer 160 km	Overheid/waterschappen	PPP/ +€€€	Vrijkomend geld door verkorting, uit budgetten HWBP en waterschappen
3	Onderhoud/vervanging bestaande keringen	Overheid (HWBP), water- en havenschappen	PP/+€€	Vrijkomend geld door geen vervanging en minder beheer/onderhoud, uit budgetten HWBP, water- en havenschappen
4	Aanleg 5 nieuwe sluis- en pomp/spuiccomplexen	Overheid	PPP/-€€€	- € 16 miljard, zie paragraaf 13.3
5	Aanleg polders en uitgifte 600 km ² grond, 7 miljard m ³ bouwstof nodig	Overheid	PPP/+€€€	Netto-opbrengst groter dan + € 80 miljard
6	Minder verzilting	Overheid, waterschappen, Land- en Tuinbouw Organisatie Nederland (LTO)	PP/+€	Levert geld op, moeilijk te kwantificeren, door LTO?
7	Belastingen	Overheid, waterschappen	0/€€	Levert veel geld op, door economen te bepalen
8	Werkgelegenheid	Overheid, werklozen	P/+€€	Levert veel geld op, door economen te bepalen
9	PAC	Overheid	P/-€€	- € 15 miljard
	Meeliftkansen, stakeholders verantwoordelijk, rijksoverheid initieënd			



10	Zoet- en drinkwaterreservoirs	Overheid, waterschappen, drinkwaterbedrijven	PP/0	Kost per stuk afhankelijk van de situatie € 200 miljoen, maar levert ook geld op, dus minstens neutraal
11	Kern-/thoriumreactoren (meerdere zijn nodig)	Energieconcerns	P/0	Kost per stuk afhankelijk van de situatie € 11,5 miljard, maar levert ook geld op, dus minstens neutraal
12	Eindberging kernafval (1 nodig)	COVRA	P/0	Kost afhankelijk van de situatie € 4 miljard, maar levert ook geld op, dus minstens neutraal
13	Ondergrondse CO ₂ -opslag onder de Noordzee, 2,5 megaton CO ₂	Industrieën	P/0	Kost per stuk afhankelijk van de situatie € 600 miljoen, maar levert ook geld op, dus minstens neutraal
14	Verplaatsing Schiphol en vervallen Rotterdam The Hague Airport, levert 180.000 woningen op voor ongeveer 360.000 mensen. Uitbreiding met militaire faciliteiten. In gebruik name Lelystad Airport.	Schiphol/Rotterdam The Hague Airport, NS/Prorail, projectontwikkelaars. Ministerie van Defensie.	PPP/+€	Door economen, projectontwikkelaars en Ministerie van Defensie te bepalen. Levert uiteindelijk geld op
15	Nieuwe woongebieden in binnenmeren, meer dan 1,25 - 3 miljoen woningen voor 2,5 - 6 miljoenen mensen	Projectontwikkelaars, NS/Prorail	PPP/+€€	Door projectontwikkelaars en NS/Prorail te bepalen, levert veel geld op
16	Bedrijventerreinen en industrieparken	Ondernemers	P/+€	Door ondernemers te bepalen, levert geld op
17	Verplaatsing Tata Steel	Tata Steel	PPP/0	Door Tata Steel in overleg met de Overheid te bepalen, vooralsnog neutraal
18	Uitbreidingen Maasvlakte en Amsterdams havengebied met zo nodig militaire faciliteiten	Port of Rotterdam, Port of Amsterdam, NS/Prorail, Ministerie van Defensie	PP/+€	Door de havensschappen, Ministerie van Defensie en NS/Prorail te bepalen, levert geld op
19	Grote stortplaatsen in binnenmeren en/of in te dempen zandwinputten	Provincies, gemeenten	P/0	Door provincies en gemeenten te bepalen, vooralsnog neutraal
20	Windmolenparken (met subsidiestromen)	Energieconcerns	0/0	Rendement onduidelijk, kost Overheid miljarden aan subsidies
21	Nationaal asielzoekerscentrum	Overheid (Centraal Orgaan opvang Asielzoekers (COA))	PP/+€	Levert minder kosten op dan nu, door COA te bepalen
22	Recreatieve voorzieningen	Koninklijke Horeca Nederland (KHN), Vereniging van Recreatieondernemers Nederland (Recron), ondernemers	P/+€	Levert geld op, door ondernemers te bepalen
23	Meeliftkansen van andere partijen!?	?	?	?
	Nadelige consequenties			
24	De visserij en de flora en fauna	Nederlandse Vissersbond, natuurverenigingen, Overheid	N/-€	Kost geld, afhankelijk van mitigerende maatregelen
25	Verleggen kabels en leidingen, ontbinden contracten	Alle in aanmerking komende stakeholders, Overheid	P/-€	Kost geld, afhankelijk van de situatie

Tabel kosten, baten en waardering per onderwerp

**Verklaring:**

De vergelijking met de huidige situatie is mijn inschatting.

De waardering is ook mijn inschatting en drukt de maatschappelijk toegevoegde waarde uit.

PPP	: zeer hoge waardering
PP	: hoge waardering
P	: goede waardering
N	: geen goede waardering
+€€€	: levert zeer veel geld op
+€€	: levert veel geld op
+€	: levert geld op
0	: neutraal/geen waardering/waardering in geld moeilijk in te schatten
-€€€	: kost zeer veel geld
-€€	: kost veel geld
-€	: kost geld

1 Aanleg Noordzeewering inclusief zandmotors, veiligheid NL, Overheid (Nederlanders), PPP/-€€€

Het is evident dat dit de allerbelangrijkste bate is: de *volledige* Noordzeewering heeft als primaire functie het voorkomen van overstromingen vanuit de zee, waarmee slachtoffers en schade aan het in West Nederland geïnvesteerd vermogen worden voorkomen. Dit raakt alle Nederlanders. Vandaar dat dit onderwerp zeer hoog wordt gewaardeerd, maar ook dat dit van oudsher gezien (zoals bijvoorbeeld de aanleg van bijvoorbeeld de Deltawerken) zeer veel geld kost, zie paragraaf 13.3. Voor besparingen op het ontwerp, de aanleg en het onderhoud van deze zeewering en budgetverschuivingen zie de punten 2 en 3.

2 Kortere kustlijn dan nu met minder hoge faalkans, Overheid/waterschappen, PPP/+€€€

De huidige kustlijn is 526 km lang. Door de aanleg van de *volledige* Noordzeewering wordt deze met 160 km verkort tot ongeveer 366 km, grofweg in vogelvlucht gemeten. Dit levert direct een zeer hogere waardering op.

Een verkorting van de kustlijn met 160 km betekent direct ook minder kosten voor beheer en onderhoud. Het vrijkomend geld door deze verkorting dient gekwantificeerd te worden vanuit de budgetten van het HWBP en de waterschappen.

Anderzijds betekent een kortere kustlijn gevormd door de Noordzeewering met compartimenteringsdammen ook een lagere faalkans. Het ontwerp van de Noordzeewering wordt uiteraard zo gedimensioneerd, dat wordt voldaan aan de dan vigerende wettelijke normering. Door - indien mogelijk - meer (overslag en/of) overloop toe te laten, kan de normering iets worden versoepeld. Ook met veelbelovende innovaties als bijvoorbeeld een (binnen)bekleding van de Noordzeewering met kunstgrasmatten, wat nu in onderzoek is, kan de normering wellicht scherper worden gesteld. Dit alles levert een goedkoper ontwerp dus een goedkopere aanleg van de Noordzeewering op (en voor een groot deel ook voor de Boven- en Benedenrivierdijken als de toepassing van kunstgrasmatten een succesvolle innovatie blijkt te zijn).

3 Onderhoud/vervanging bestaande hoofdwaterkeringen, Overheid (HWBP), water- en havenschappen, PP/+€€

De harde kunstwerken zoals bijvoorbeeld de Maeslantkering, de Haringvlietdam en de Oosterschelde stormvloedkering zullen te zijner tijd moeten worden vervangen, omdat zij niet ontworpen zijn voor de te verwachten zeespiegelstijging. Anderzijds verliezen de huidige hoofdwaterkeringen inclusief de harde kunstwerken na de aanleg van de Noordzeewering hun primaire functie en hebben zij in die zin minder beheer en onderhoud nodig, want ze liggen dan achter de Noordzeewering. Zij worden secundaire keringen, waarbij het belangrijk is om een goed sluitpeil van de Noordzeewering te hanteren.

In paragraaf 7.5 is de vraag gesteld of nog een tweede verdedigingsring tegen overstroming

vanuit zee nodig is. Dat is een politieke keuze. Zo ja, dan is daarbij gesteld dat de huidige hoofdwaterkeringen langs de kust dan op een hoogte van ongeveer 10 m + NAP dienen te liggen c.q. te komen. Dit zal dan ook dienen te gelden voor de dijken in het Benedenrivierengebied met een afgeleide hoogte. In het geval van een tweede verdedigingsring zal daarvoor in tegenstelling tot hiervoor wel het reguliere beheer en onderhoud moeten worden voortgezet. In ieder geval behouden deze dijken hun primaire functie tegen overstroming vanuit de rivieren.

Binnen het lopende HWBP worden nu tot 2050 hoofdwaterkeringen, die zijn afgekeurd, versterkt op basis van de huidige normen. Ik stel voor de versterking dan wel vervanging van de kunstwerken (een paar honderd sluizen en gemalen) met een primaire functie in het Benedenrivierengebied te bevriezen voor de komende 10 jaar om misinvesteringen te vermijden. Dit zal in principe een besparing geven op het huidige HWBP-budget van 16,9 miljard euro. De precieze besparing kan door het HWBP worden aangegeven. Na deze periode van 10 jaar zal min of meer bekend zijn wat de mate van zeespiegelstijging kan zijn en vooral of de versnelling ervan doorzet. Dan zal wellicht ook bekend zijn welke maatregelen tegen de zeespiegelstijging nodig zijn. Uiteraard dienen 'slechte' kunstwerken wel binnen het lopende HWBP-programma te worden aangepakt.

Dit alles levert een hoge waardering en veel geld op. Dit geld moet worden gekwantificeerd vanuit de budgetten van het HWBP, waterschappen en havenschappen en komt vrij voor de aanleg van de Noordzeewering.

4 Aanleg nieuwe kunstwerken, Overheid, PPP/-€€€

In de Noordzeewering moeten vanzelfsprekend ook grote nieuwe kunstwerken worden aangelegd. In paragraaf 7.4.3 is aangegeven dat bij de aanleg van de *volledige* Noordzeewering grote pomp- en spuingemalen en 5 nieuwe sluiscomplexen moeten worden gebouwd, die goedkoper lijken dan de minstens 12 benodigde sluiscomplexen in geval van de aanleg van een gedeeltelijke Noordzeewering tussen Walcheren en de kop van Noord-Holland.

Evenals onderwerp 1 levert dit een zeer hoge waardering op, echter vergt dit ook veel geld (zie paragraaf 13.3).



Zeesluis IJmuiden, de grootste ter wereld (bron: Rijkswaterstaat)

Zoals al eerder gesteld moet het ontwerp van de zeewering en de erin te bouwen kunstwerken zeer robuust en zelfs over gedimensioneerd zijn. Immers de mate van



zeespiegelstijging, de stormvloedstand (SV), de golfaanval en de te verwachten hogere rivierafvoeren door klimaatverandering in de komende eeuwen zijn niet bekend. Robuust en overgedimensioneerd: de zeewering moet uitbreidbaar zijn en ook de te bouwen kunstwerken erin. Dit is een uitdaging. De kunstwerken moeten worden ontworpen op een levensduur van stel 200 jaar (nu is 100 jaar gebruikelijk).

5 Aanleg polders en uitgifte 600 km² grond, Overheid, PPP/+€€€

Bij dit onderwerp wordt becijferd c.q. geschat hoeveel de kosten van de inpolderingen en de opbrengsten van de uitgifte van poldergronden kunnen bedragen. Alles is hierbij fictief, waarbij slechts voorbeelden met vele aannames zijn gegeven, die uiteraard voor discussie vatbaar zijn. De uitkomst bedraagt, zoals zal blijken, een positief resultaat van € 80 miljard. Dit kan op termijn ten goede komen aan de aanleg van de Noordzeewering en de inpolderingen. Daarmee wordt dit onderwerp zeer hoog gewaardeerd.

Door de aanleg van de *volledige* Noordzeewering komt een areaal van 8000 km² oppervlak beschikbaar. Gesteld dat bij een gedeeltelijke opvulling van de binnenmeren met inpolderingen 500 km² beschikbaar komt voor de aanleg van nieuwe woongebieden en 100 km² voor overige meeliftkansen³¹, dan blijft er nog 7400 km² over voor de berging van het van de rivieren afstromend water bij sluiting van de Noordzeewering en de aanleg van zoetwater waterreservoirs. Op deze 500 km² kunnen tussen 1,25 tot 3 miljoen woningen bij een woondichtheid van 25 respectievelijk 60 worden gerealiseerd. Het percentage woningbouw voor de sociale huursector kan hierbij structureel omhoog, bijvoorbeeld naar 50%. Bij onderstaande schattingen ben ik verdergegaan met de realisatie van 1,25 miljoen woningen.

Kosten aanleg polders

De polders kunnen redelijk dicht bij de huidige kuststrook worden aangelegd, waar de waterdiepte van de Noordzee ongeveer 10 meter bedraagt. Hierdoor ontstaan randmeren zoals deze ook werden gevormd bij de inpolderingen van de Zuiderzee na de aanleg van de Afsluitdijk in 1932. Dit tast de huidige kuststrook zo min mogelijk aan. Bij de aanleg moet rekening worden gehouden met het sluitpeil van de Noordzeewering en ook dat een groot gedeelte van het restant van de binnenmeren (en ook de voornoemde randmeren), bij een gesloten Noordzeewering, als waterberging van het van de rivieren afstromend water dient. Ik ga hierbij uit van omdijkte polders met een polderniveau op stel NAP + 2 meter, omdat dit het goedkoopst lijkt. De bedijkingen rond de polders dienen dan ruim boven het sluitpeil te worden aangelegd (zie paragraaf 7.5). Voor de genoemde 600 km² is dan aan bouwstof c.q. zand een hoeveelheid nodig van grofweg, exclusief zetting en inklinking:

$$(10+2) \times 600 \text{ km}^2$$

7 miljard m³

De Noordzeewering vergt, zoals eerder afgeschat, ongeveer 1 miljard m³ aan bouwstof. Hier komt dan 7 miljard m³ bij. De uitdaging is om voor de aanleg van dit alles goede bouwstof, vooral zand, te hebben. In paragraaf 7.3 is al aandacht geschonken aan de winning van zeezand en de mogelijkheden om ook het thans opgebaggerd sediment voor zandsuppleties en commerciële doeleinden en het sediment uit de zeehavens en geulen te gebruiken, wat in bijvoorbeeld 100 jaar tijd 5,5 miljard m³ aan bouwstof oplevert. Ook is het wellicht mogelijk zeezand uit de Waddenzee te gebruiken, en ook Versterkt sediment. Verder is in paragraaf 7.3 geadviseerd om de lopende onderzoeken naar geschikt zand op deze onderzoeken aan te laten sluiten met een tijdhorizon van ongeveer 100 jaar.

Bij een opvulling tot NAP + 2 meter moet dan zand worden gewonnen, aangevoerd en aangebracht over een oppervlakte van 600 km², en ook moeten de polderdijken worden

³¹ De huidige oppervlakten van Schiphol, Tata Steel, Maasvlakte 2 en de bouw van 4 kerncentrales bedraagt totaal ongeveer 60 km² en nemen dus niet meer dan 100 km² in beslag, inclusief infrastructuur als wegen en eventueel benodigde havenfaciliteiten.



gerealiseerd. Bij een geschatte kostprijs van ongeveer € 200,00/m² exclusief btw (afgeleid van de kosten van de 1^e fase aanleg van Maasvlakte 2 in 2013 en gecorrigeerd met 3%/jaar) bedragen de kosten van de inpoldering:

600.000.000 x 200 =

€ 120 miljard exclusief btw

Deze schatting is wellicht aan de hoge kant, omdat bij de kosten van de 1^e fase Maasvlakte 2 ook de aanleg van 12 km lange kademuren, 10 km lange spoor/wegen/leidingen, 10 zeemijlen lange vaargeulen met een diepgang van 20 meter en een 4 km lange harde zeewering zijn verdisconteerd. Dit alles is niet altijd nodig bij de aanleg van de polders, maar dekt in die zin wellicht wel de te maken kosten voor de benodigde infrastructuur voor de ontsluiting van deze polders.

De polderdijken behoeven niet met harde constructies te gebeuren. Bij de 1^e fase Maasvlakte 2 is bijvoorbeeld ook gebruik gemaakt van een zeewering die bestaat uit een dijk met een laag kiezels en keien in plaats van bijvoorbeeld stort- en zetsteen. Immers, de polderdijken liggen achter de Noordzeewering en hebben met name golfaanvallen vanuit de binnenmeren te verduren. Als alternatief kunnen wellicht ook kunststof grasmatten en/of Versterkt sediment worden toegepast. Dit kan een besparing opleveren op de aanlegkosten van de polderdijken, maar ook op de toekomstige beheer- en onderhoudskosten hiervan.

Opbrengst uitgifte poldergrond

De benodigde 600 km² aan gebied voor woningbouw en bedrijfsactiviteiten en dergelijke kan door inpolderingen worden bereikt. Gefaseerd en gecompartmenteerd de aanleg van de *volledige* Noordzeewering volgend. Dit naar gelang de behoefte. De uitkomst van de voorgestelde business cases kan leiden tot prioritering van de meest succesvolle meeliftkansen. Anderzijds kan de verzilvering van ultieme meeliftkansen al binnen enkele jaren starten, zie hoofdstuk 16, zonder dat de Noordzeewering al aanwezig is.

In bijlage 2 is een voorstel voor grondprijzen gegeven. Geadviseerd wordt om uit te gaan van de volgende prijzen voor de gronduitgifte van de poldergronden:

- 1 Voor woningbouw € 500/m² exclusief btw, inclusief bouwrijp maken;
- 2 Voor maatschappelijke voorzieningen € 200/m² exclusief btw, inclusief bouwrijp maken;
- 3 Voor bedrijventerreinen ook € 200/m² exclusief btw, inclusief bouwrijp maken.

Om latere prijsopdrijving te voorkomen dient bij de gronduitgifte contractueel (via een notariële levering) te worden vastgelegd, dat bij (door)verkoop van de grond de voornoemde uitgifteprijzen nimmer verhoogd mogen worden, met uitzondering van correctie op basis van de inputprijsindex bouwkosten Nieuwbouwwoningen dan wel het inflatiecijfer van de consumentenprijsindex (zoals beiden jaarlijks worden gepubliceerd door het CBS). Mijn advies is om dit ook bij wet te regelen. Dit om speculatie te voorkomen en dus de grondprijzen aantrekkelijk te houden voor (latere) potentiële kopers van woningen en ondernemingen en dergelijke voor bedrijfshuisvesting. Maar ook voor de uitgifte van grond voor bijvoorbeeld de verplaatsing van de luchthaven Schiphol, de aanleg van kern-/thoriumreactoren en de verplaatsing van Tata Steel.

Hierdoor en door het grotere aanbod van grond c.q. ruimte voor Nederland zullen naar mijn inschatting de grond- en huizenprijzen (los van stijging van loonkosten en van materialen) stabiliseren dan wel dalen.

Naar mijn mening lijken de bovengenoemde uitgifteprijzen sterk concurrerende prijzen ten opzichte van de vigerende marktprijzen in het westen van Nederland. Dit om het voor bijvoorbeeld projectontwikkelaars, bouwbedrijven, (op te richten) ondernemingen en



bedrijfsverplaatsingen aantrekkelijk te maken om plannen voor woningbouw en bedrijfsvestigingen dan wel industrieën in de polders te ontwikkelen. Bij bedrijfsverplaatsingen is het in die zin aantrekkelijk, dat dan bij verkoop van de bestaande bedrijfslocatie een positief saldo overblijft op de grondprijs, ervan uitgaande dat die dan hoger is dan de te betalen prijs voor de grond in een polder. Dit zal stimulerend werken.

Voor een impuls aan de economische ontwikkeling van de noordelijke provincies kunnen locaties in het binnenmeer van de Waddenzee aantrekkelijk zijn, mits er ook voldoende werkgelegenheid komt (zie een aantal meeliftkansen).

Met de voorbeelden uit bijlage 2 volgen de volgende opbrengsten van de poldergronden:

Opbrengst uitgifte grond voor woningbouw

Bij een woondichtheid van 25 woningen per hectare: **€ 187,5 miljard**

Als metropolen worden ontwikkeld kan de woondichtheid minstens 60 woningen per hectare zijn. De totale opbrengst is dan veel meer dan € 187,5 miljard.

Opbrengst uitgifte grond voor maatschappelijke voorzieningen

Deze voorzieningen zijn binnen het woonareaal van 500 km² nodig: **€ 100 miljoen**

Bij een hogere woondichtheid dan 25 woningen per hectare is deze opbrengst hoger.

Opbrengst uitgifte grond voor bedrijventerreinen

Gesteld dat 70% van het areaal van 100 km² voor deze terreinen wordt uitgegeven aan bedrijven, industrieën en mogelijk ook een nieuwe luchthaven Schiphol en de overige 30% aan infrastructuur en eventueel benodigde havenfaciliteiten, dan levert dat een uitgifteprijs van grond op van: **€ 14 miljard**

De totale opbrengst aan de uitgifte van grond bedraagt bij de in bijlage 2 aangegeven voorbeelden c.q. aannames: **circa € 200 miljard exclusief btw**

Bij hogere woondichtheden is dit bedrag belangrijk hoger.

Resumerend

De opbrengst voor de Overheid van de uitgifte van grond kan op termijn € 200 miljard bedragen bij een (deels) voorgefinancierde kostenpost voor de aanleg van de polders van € 120 miljard. De netto-opbrengst van € 80 miljard exclusief btw kan ten goede komen aan de aanleg van de Noordzeewering en de aanleg van infrastructuur en natuur/bossen (voor opname van CO₂). Gezien het hiervoor en in bijlage 2 gestelde zijn de schattingen conservatief en is de netto-opbrengst van € 80 miljard wellicht hoger.

Het latere bevoegd gezag (nieuwe provincie, gemeenten en waterschappen?) is later een punt van aandacht, waarbij het Rijk voor de overdracht daarvan dient te zorgen.

6 Minder verzilting, Overheid, waterschappen, Land- en Tuinbouw Organisatie Nederland (LTO), PP/+€

De binnenmeren zullen op termijn verzoeten en het intreepunt van de zoutindringing zal kilometers verder zeewaarts verschuiven: de indringing van zout water in zoetwaterlichamen zal meer en meer worden voorkomen. De aanleg van zoet- en drinkwaterbuffers, zoals in onderstaand onderwerp 10 beschreven, kan verzilting ook terugdringen.

De verzilting zal dus minder worden, wat van groot belang is voor de landbouw en de (drink)watervoorziening. Het effect hiervan kan worden nagegaan met grondwaterstromingsmodellen. De economische waarde van deze kans zal groot doch



wellicht moeilijk kwantificeerbaar en/of meetbaar zijn, wellicht wel door LTO. Dit alles levert een hoge waardering en levert geld op.

7 Belastingen, Overheid, waterschappen, 0/€€

De aanleg van de Noordzeewering en de realisatie van alle in dit rapport en mogelijk ook door andere partijen aangereikte ideeën leveren belastinggeld op. Hierbij valt bijvoorbeeld te denken aan btw, vermogensbelasting, loonbelasting, kadasterkosten, waterschapsbelasting, onroerendzaakbelasting, rioolbelasting en wat dies meer zij. De waardering is neutraal. Dit onderwerp zal veel geld opleveren, dat ook kan dienen voor de aanleg van de Noordzeewering. Economen en andere financiële experts kunnen dit inschatten.

8 Werkgelegenheid, Overheid, werklozen, P/+€€

De aanleg van de Noordzeewering en de realisatie van alle in dit rapport en mogelijk ook door andere partijen aangereikte ideeën leveren veel werkgelegenheid op; de waardering is dan ook goed. Bij een goede (om)scholing kunnen veel mensen maar ook werklozen ingezet worden voor de realisatie van de benodigde werken. Dit levert voor de Overheid een reductie van uitkeringen en veel geld in de vorm van loonbelasting op. Economen en andere financiële experts kunnen dit inschatten.

9 Pomp Accumulatie Centrale (PAC), Overheid, P/-€€

Door de aanleg van de Noordzeewering zijn er mogelijkheden voor het in 1981 presenteerde Plan Lieveense voor een PAC: voor duurzame energieopslag met waterkracht, netwerkbeheer en waterbeheer. Opslag van energie krijgt een goede waardering, maar een PAC kost veel geld. De PAC kan worden aangesloten dan wel geïntegreerd in de Noordzeewering, de binnenmeren, in sommige huidige grote waterbouwkundige kunstwerken of in een dijk aan het binnenmeer van het Marker- en/of IJsselmeer.

Zo werd omstreeks 2015 ook een OPAC (Ondergrondse Pomp Accumulatie Centrale) in de Limburgse bodem als innovatief idee gepresenteerd om duurzaam opgewekte energie op te slaan. De kosten hiervan werden toentertijd geschat op € 1,8 miljard. Hierbij werd gebruik gemaakt van een verval van het water van 1400 meter. Dat is in West-Nederland evenwel niet mogelijk.

Interessant zijn de resultaten van de (kosten)onderzoeken in 1985 van Rijkswaterstaat et al voor een PAC met een vermogen van 2000 MW onder andere in de Brouwersdam en het Haringvliet met een verval van 70 meter water, de aanleg van bekkendammen, de aansluiting op de hoofdwaterringen en op het energienet. De PAC werd toen begroot op € 4 - 5 miljard exclusief btw. Op prijspeil 2025 bedraagt dit, rekening houdend met 3% inflatie, ongeveer **€ 15 miljard exclusief btw**.

10 Zoet- en drinkwaterreservoirs, Overheid, waterschappen, drinkwaterbedrijven, PP/0

In de binnenmeren langs de Noordzeewering tussen Cadzand en de kop van Noord-Holland en/of in het binnenmeer van de Waddenzee en/of de meren tussen de Zuid Hollandse en Zeeuwse eilanden kunnen grote zoet- en drinkwaterbuffers worden aangelegd. De aanleg van deze buffers zal het (drink)waterbeheer in Nederland ten goede komen, vooral in tijden van droogte, en ook verzilting kunnen terugdringen. Daarmee verkrijgt dit onderwerp een hoge waardering.

Zoals al eerder aangegeven is in 2025 de verzoeting van het Grevelingenmeer onderzocht. Hiervoor zijn vele waterbouwkundige ingrepen nodig, die specifiek voor dit meer zijn en dus niet direct kunnen worden vertaald naar andere voor buffers in aanmerking komende locaties. De investeringskosten in het Grevelingenmeer voor deze ingrepen zijn globaal geschat **€ 200 miljoen exclusief btw en exclusief voorzieningen voor**



drinkwaterwinning. Bij een oppervlakte van het Grevelingenmeer van 108 km² komt dit neer op globaal € 2/m². Deze investeringskosten zullen moeten worden opgebracht door de genoemde partijen. Daartegenover staan kostenneutrale inkomsten, zodat de geldelijke waardering zeker neutraal is.

11 Kern-/thoriumreactoren, Energieconcerns, P/O

Zoals eerder gesteld kunnen veilige parken met een of meerdere kern-/thoriumreactoren in de binnenmeren langs de Noordzeewering tussen Cadzand en de kop van Noord-Holland en/of in het binnenmeer van de Waddenzee worden aangelegd, veilig in polders achter de Noordzeewering. Echter, deze kunnen ook worden gebouwd in polders zonder de aanwezigheid van de Noordzeewering. De bouw van deze centrales kan dan al binnen een paar jaren starten.

Het demissionaire kabinet heeft besloten tot de bouw van vier nieuwe kerncentrales in Nederland. Voor de eerste twee faciliteiten zijn vier locaties in beeld: Borssele en Terneuzen in Zeeland, het Eemshavengebied in Groningen en de Tweede Maasvlakte. Gezien het hiervoor gestelde kunnen desgewenst meer kerncentrales worden gebouwd, die Nederland volledig voorzien van energie. Ervan uitgaande dat het gehele Nederlandse energienet over enkele decennia geheel up to date is, is het dus aan te bevelen om meer kerncentrales te bouwen.

Als hiervoor zal worden gekozen, op strategisch gekozen locaties zonder dat de Noordzeewering er al ligt, kan op termijn geheel Nederland volledig worden voorzien van energie. Zonder afhankelijk te zijn van zon en/of wind. Windmolenparken (op zee en op land) en zonnepanelenparken zullen dan niet meer nodig zijn en kunnen (na einde levensduur) worden ontmanteld. De met de bouw van windmolenparken gemoeide miljarden aan subsidies zijn dan niet meer nodig, zodat de (subsidie)geldstromen geheel anders kunnen lopen. De vrijgekomen gronden kunnen dan worden gebruikt voor woningbouw/natuurgebieden/bossen (voor opname CO₂).

Het voorgaande leidt tot een goede waardering. Kerncentrales zijn wel duur, hebben een bouwtijd van ongeveer 10 jaar en een levensduur van 40 tot 60 jaar. De kosten van een kerncentrale worden geschat op **€ 11,5 miljard** inclusief ontmanteling na einde levensduur. Dat is veel geld maar een kerncentrale levert ook geld op, zodat de geldelijke waardering zeker neutraal is.

12 Eindberging kernafval, COVRA, P/O

De Nederlandse Overheid heeft besloten dat COVRA binnen de komende 100 jaar radioactief afval moet opslaan in een eindberging. In de binnenmeren langs de Noordzeewering tussen Cadzand en de kop van Noord-Holland of in het binnenmeer van de Waddenzee kan een ondergrondse eindberging van kernafval veilig in zoutlagen of in de Boomse klei als geologische opslagplaatsen op honderden meters diepte in de ondergrond worden aangelegd. Dit kan dus nabij een kern-/thoriumcentrale, waardoor transport en dergelijke tot een minimum wordt beperkt.

Een goede ondergrondse berging levert een goede waardering op. In 2025 onder leiding van COVRA uitgevoerd onderzoek heeft uitgewezen dat een ondergrondse berging ongeveer € 3,5 miljard zal kosten. Dit bedrag is afhankelijk van de nucleaire ambities van de Overheid (aantallen kern-/thoriumcentrales), de precieze locatie van een eindberging en de uitkomst van nog uitstaande kennisvragen. Ik houd daarom **€ 4 miljard** aan. Producenten van kernafval behoren voor de opslag van hun kernafval te betalen, dus afgezien van de kosten van voorfinanciering door de Overheid is de geldelijke waardering neutraal.



13 Ondergrondse CO₂-opslag, Industrieën, P/0

In de binnenmeren langs de Noordzeewering tussen Cadzand en de kop van Noord-Holland en in het binnenmeer van de Waddenzee kan mogelijk een ondergrondse CO₂-opslag worden gerealiseerd. Een dergelijke opslag geeft een goede waardering.

Het eerdergenoemde Porthos-project (Shell et al), voor een jaarlijkse opslag van 2,5 megaton CO₂ onder de Noordzee op ongeveer 20 km uit de kust voor Hoek van Holland, werd in 2021 begroot op zo'n € 400 tot 500 miljoen. Op prijspeil 2025 bedraagt dit grofweg **€ 600 miljoen**. Het ligt voor de hand dat bij een nieuwe opslag aanbieders van CO₂ hierbij voor de opslag betalen en geen overheidssubsidie (meer) nodig is. De geldelijke waardering is dan neutraal.

14 Verplaatsing Schiphol en vervallen Rotterdam The Hague Airport, 180.000 woningen voor 360.000 mensen, Schiphol/Rotterdam The Hague Airport, NS/Prorail, Ministerie van Defensie en projectontwikkelaars, PPP/+€

Schiphol wenst tot 2035 € 10 miljard euro te investeren in de luchthaven voor een nieuwe terminal, verbeterde bereikbaarheid en duurzamere pieren. Mogelijk dat dit geld ook kan worden ingezet voor de verplaatsing van Schiphol. De binnenmeren achter de Noordzeewering tussen Cadzand en de kop van Noord-Holland bieden namelijk alle ruimte voor de bouw van een nieuwe nationale luchthaven met alle voordelen vandoen.

De verplaatsing van luchthaven Schiphol is geen sinecure, maar ontlast de Haarlemmermeerpolder en de rond Schiphol gelegen stedelijke agglomeratie aanzienlijk. Op het huidige Schiphol komt dan een groot gebied beschikbaar voor woningbouw en natuur/bossen (voor opname CO₂). Zo ook door het vliegveld Rotterdam The Hague Airport te laten vervallen. Dit levert een zeer hoge waardering op. De verplaatsing van Schiphol zal zeer veel geld kosten, maar mijn inschatting is dat deze kans uiteindelijk geld oplevert. Immers, de nieuwe luchthaven kan volledig en efficiënt ingericht worden naar de modernste inzichten en een efficiëntere afhandeling van vliegtuigbewegingen opleveren. Mogelijk dat ook vliegtuigen in de nacht mogen landen dan wel opstijgen,

Bovendien kan, indien militair strategisch gezien mogelijk, de nieuwe luchthaven ook uitgebreid worden met een apart militair vliegveld. Dit voorkomt de aanleg van een aantal militaire vliegvelden die nu worden voorzien op een aantal locaties in het binnenland. Lelystad Airport kan in gebruik worden genomen voor commercieel handelsverkeer waarbij medegebruik door Defensie tot efficiëntie leidt.

15 Nieuwe woongebieden in binnenmeren, 1,25 - 3 miljoen woningen voor enkele 2,5 - 6 miljoenen mensen, projectontwikkelaars en NS/Prorail, PPP/+€€

De binnenmeren achter de Noordzeewering tussen Cadzand en de kop van Noord-Holland en in de Waddenzee bieden alle ruimte - in combinatie met nieuwe economische activiteiten - voor de bouw van nieuwe woongebieden. Hier kunnen, zie onderwerp 5, in potentie 1,25 - 3 miljoen woningen, afhankelijk van de woondichtheid, in polders worden gebouwd, waar 2,5 - 6 miljoen mensen kunnen wonen, werken en recreëren. Dit voorziet dan ook in de te verwachten demografische ontwikkeling van Nederland, waarbij Nederland groeit naar een bevolking van nagenoeg 21 miljoen mensen. Deze kans levert een zeer hoge waardering en veel geld op. Projectontwikkelaars en NS/Prorail dienen de woningbouwplannen in overleg met de Overheid te ontwikkelen.

16 Bedrijventerreinen en industrieparken, ondernemers, P/+€

In de buurt van nieuwe woongebieden kunnen in de polders ook nieuwe milieuvriendelijke bedrijventerreinen dan wel industrieparken worden gerealiseerd. Dit bevordert de



werkgelegenheid en levert een goede waardering en geld op. Ondernemers zullen hun kansen dienen te bepalen.

17 Verplaatsing Tata steel, Tata Steel, PPP/0

De verplaatsing van Tata Steel naar een gebied bijvoorbeeld juist achter de Noordzeewering en nabij een nieuw sluiscomplex voor de ontsluiting van het Amsterdamse havengebied lost de huidige vestigingsproblemen met onder andere milieubezwarende aspecten op. Dit geeft een zeer hoge waardering, maar kost uiteraard veel geld. Tata Steel zal de wenselijkheid van deze kans in overleg met de provinciale en rijksoverheid dienen te bepalen. Mogelijk dat de door het (demissionaire) kabinet toegezegde steun aan Tata Steel van € 2 miljard om de staalfabriek duurzamer te maken, hierbij kan worden betrokken. Het vrijgekomen gebied kan dan voor woningbouw en/of natuurontwikkeling/bossen (voor opname CO₂) worden gebruikt.



18 Uitbreidingen Maasvlakte en Amsterdams havengebied met zo mogelijk militaire faciliteiten, Port of Rotterdam, Port of Amsterdam, NS/Prorail, Ministerie van Defensie, PP/+€

Deze uitbreidingen zal de economie van deze havengebieden versterken en kan voor wat betreft het Amsterdams havengebied in combinatie met de transitie van Tata Steel worden ontwikkeld. De uitbreiding van de Maasvlakte is al een wens van de Port of Rotterdam.

Bij de Maasvlakte mogelijk ook de aanleg van een militair vliegveld, en ook de aanleg met faciliteiten voor aanlanding en verplaatsing van militair materieel. De Betuwelijn en Rijksweg A15 kunnen hierop aansluiten.

Deze kansen leveren een hoge waardering en geld op. De geldelijke waardering is minstens neutraal en dient door de stakeholders te worden bepaald. Er wordt vanuit gegaan dat de Port of Rotterdam, Port of Amsterdam, NS/Prorail en het Ministerie van Defensie deze uitbreidingen bekostigen.

19 Grote stortplaatsen, Provincies en gemeenten, P/0

Zoals eerder beschreven kan stortmateriaal ook dienen als bouwstof voor het opvullen van een gedeelte van de binnenmeren of voor de demping van zandwinputten. Op de storten kunnen bijvoorbeeld bossen en/of golfbanen worden aangelegd. Dit levert een goede waardering op. De vervuiler betaalt, dus de geldelijke waardering is neutraal. De gemeenten en provincies zullen deze stortplaatsen verder dienen te ontwikkelen.

20 Windmolenparken, Energieconcerns, 0/0

Recent is bekend gemaakt dat Nederland, tezamen met 8 andere landen en bedrijven, gezamenlijk 1.000 miljard euro gaan investeren in de bouw van nieuwe windturbineparken in de Noordzee. Dat hebben ze aangekondigd op de Noordzeetop van januari 2026 in Hamburg. Het doel is om tegen 2050 300 gigawatt windenergie op de Noordzee te realiseren (8 keer zo veel windenergie als nu). Dit gaat met miljarden aan subsidies gepaard. Voor Nederland nu € 4 miljard.

Los van de mogelijkheid dat de voorziene locaties van deze windturbineparken kunnen conflicteren met de locatie van de Noordzeewering en de inpolderingen, is het evident dat de aanleg van windmolens op en/of achter de Noordzeewering minder zal gaan kosten dan nu gebeurt onder offshore condities.

Echter, indien gekozen zal worden voor de bouw van voldoende veilige en continu energieleverende kern-/thoriumcentrales in polders in de binnenmeren, op strategisch gekozen locaties zonder dat de Noordzeewering er al ligt, kan op termijn geheel Nederland volledig worden voorzien van energie. Zonder afhankelijk te zijn van zon en/of wind. Windmolenparken (op zee en op land) en zonnepanelenparken zullen dan niet meer nodig zijn en kunnen (na einde levensduur) worden ontmanteld. Zo ook zullen de voornoemde miljarden aan subsidies niet meer nodig zijn en kunnen de (subsidie)geldstromen geheel anders lopen.

Met andere woorden, Nederland kan ook redelijk snel volledig worden voorzien van kernenergie. Het vrijkomende land, buiten de 600 km² die Nederland er al in potentie bij krijgt door de aanleg van de Noordzeewering en de inpolderingen, komt dan weer vrij voor andere functies, zoals woningbouw en/of natuurgebieden/bossen (voor opname van koolstofdioxide). Onteigening van land voor woningbouw behoeft dan niet meer plaats te vinden.

Deze keuze zal afhangen van de nucleaire ambities van de Overheid, mede gegeven de vraag naar energie van het bedrijfsleven en de groeiende bevolking tot nagenoeg 21 miljoen

mensen in 2070. De planning zal belangrijk zijn, omdat de polders voor kern-/thoriumreactoren eerst moeten worden gerealiseerd en de bouw van elke kern- dan wel thoriumreactor minstens 10 jaar in beslag neemt. In ieder geval ontstaat er dan continu leverende schone energie.

Gezien het voorgaande kan nog geen waardering worden gegeven, ook niet omdat windmolenparken nu nog niet rendabel blijken te zijn. Het een en ander zal door energieconcerns in overleg met de Overheid moeten worden bepaald.

21 Nationaal asielzoekerscentrum, Overheid (Centraal Orgaan opvang Asielzoekers (COA)), PP/+€

Een nationaal modulair opgezet AZC in een gebied in de binnenmeren levert een beheersbaar en snel proces van intake van asielzoekers tot eventuele huisvesting en integratie in een Nederlandse gemeente dan wel uitplaatsing op. Dit schept structuur en duidelijkheid en zal uiteindelijk ook goedkoper zijn dan nu gebeurt. Dit levert een hoge waardering en geld (lees: minder kosten) op. De Overheid zal deze kans dienen te verzilveren.

22 Recreatieve voorzieningen, Koninklijke Horeca Nederland (KHN), Vereniging van Recreatieondernemers Nederland (Recron), ondernemers, P/+€

De huidige kuststrook blijft bij de aanleg van de Noordzeewering nagenoeg geheel in stand. Zoals eerder beschreven zullen de binnenmeren uitstekend geschikt zijn voor een scala aan recreatieve voorzieningen en/of sporten. Ondernemers kunnen hierop inspringen. Deze kans levert een goede waardering en geld op.

23 Meeliftkansen van andere partijen

Uiteraard zullen er nog vele andere kansen kunnen worden verzilverd dan in het onderhavig rapport beschreven. Dit zal nog blijken.

24 Visserij, flora en fauna, Nederlandse Vissersbond, natuurverenigingen, N/-€

Zoals in hoofdstuk 12 beschreven, is het evident dat de aanleg van de Noordzeewering consequenties heeft voor de visserij en de flora en fauna. Echter ook is de vraag gesteld wat een autonome ontwikkeling met een stijgende zeespiegel, tot wellicht meer dan 5 meter, de komende 300 jaar betekent voor alle natuur en de visserij, met name voor de Waddenzee?

Overleg zal nodig zijn tussen alle belanghebbende organisaties. Waar mogelijk kunnen aanvullende maatregelen worden getroffen.



Foto Marker Wadden (bron: Natuurmonumenten)



Het afsluiten van de zeegaten tussen de Waddeneilanden met stormvloedkeringen is mogelijk voor een tijdelijk behoud van de Waddenzee, maar is een zeer dure maatregel.

Ondanks dat een autonome ontwikkeling (wellicht) niet gunstig zal zijn, met name voor de Waddenzee, levert de aanleg van de Noordzeewering met zijn binnenmeren een negatieve waardering op. Aanvullende maatregelen zullen geld kosten.

25 Verleggen kabels en leidingen, alle in aanmerking komende stakeholders, Overheid, P/-€

Door de aanleg van de Noordzeewering zullen bestaande kabels en leidingen en dergelijk moeten worden verlegd. Wellicht is het beste deze via de te maken sluiscomplexen te leiden. Hiermee zijn ze te allen tijde bereikbaar. Het een en ander geeft de mogelijkheid om ook structuur aan te brengen in de ondergrondse infrastructuur in de bodem van de Noordzee en de binnenwateren achter de Noordzeewering, wat op zich een positieve waardering kan geven. De verleggingen kosten afhankelijk van de situatie geld, dat in overleg tussen de Rijksoverheid en de betrokken stakeholders c.q. eigenaren zal moeten worden overeengekomen.

13.3 Kapitaalsinvestering Noordzeewering inclusief kunstwerken

Deze paragraaf gaat in op de benodigde kapitaalsinvestering voor de aanleg van de *volledige* Noordzeewering inclusief benodigde kunstwerken, robuust en overgedimensioneerd, op gemiddeld 20 meter waterdiepte, lopend van Cadzand tot Den Helder, vervolgens over de Waddeneilanden tot Rottumeroog om daarna over te steken tot juist ten oosten van de Eemshaven en tenslotte te eindigen met de versterking van de huidige hoofdwaterkering tot de grens met Duitsland. Dit in het westen op 12 zeemijl (ongeveer 22 kilometer) uit de huidige westelijke kuststrook. Dit betekent een maximale kapitaalsinvestering in vergelijking met een onvolledige Noordzeewering of een zeewering dichter onder de huidige kuststrook met minder zeebodemdiepte. De aanleg van deze *volledige* Noordzeewering inclusief benodigde kunstwerken is technisch gezien goed uitvoerbaar en betekent een verkorting van de kuststrook met ongeveer 160 km, met alle voordelen vandoen. Zoals eerder door mij aangegeven, is een *volledige* Noordzeewering als harde oplossing en ontworpen volgens de huidige normen uiteindelijk goedkoper dan andere minder harde plannen c.q. oplossingen om de veiligheid tegen overstromen vanuit de Noordzee te garanderen.

De kostenschatting op voorhaalbaarheidsniveau is:

- Op niveau prijspeil 2025;
- Zonder alle in dit rapport genoemde meeliftkansen;
- Zonder besparingen op het huidige HWBP-programma;
- Zonder alle kostenbesparingen op bestaande hoofdwaterkeringen en bijzondere kunstwerken die als gevolg van de aanleg van de Noordzeewering hun primaire functie verliezen;
- Zonder het in rekening brengen van innovaties die zich nog moeten bewijzen, zoals Versterkt sediment en kunstgrasmatten, die kunnen leiden tot een scherper en goedkoper ontwerp;
- Zonder een gefaseerde en gecompartmenteerde aanleg;
- Zonder de aanleg van falling aprons;
- Zonder dempingen van c.q. het aanleggen van polders in de binnenmeren;
- Zonder belastingtechnische kostenvoordelen, alsook minder kosten aan werkloosheidsuitkeringen voor de overheid.

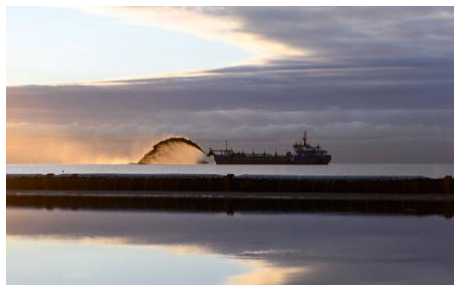
Een aantal van deze punten zijn al in paragraaf 13.2 afgeschat en komen terug in hoofdstuk 14 dat over de financiële dekking gaat van de Noordzeewering.

Planning

De planning is met de kennis van nu niet te geven. Belangrijke aandachtspunten bij de planning zijn:

- ✓ De Noordzeewering en de inpolderingen kunnen gefaseerd en gecompartmenteerd worden aangelegd. De planning van de fasering is belangrijk. Immers, gewerkt dient te worden in near- en offshore condities, waarbij rekening moet worden gehouden met perioden van onwerkbaar weer- en zee condities. Downtime in het stormseizoen kan voorkomen. Sprake zal zijn van een lange bouwtijd. Een start eind deze eeuw ligt in de verwachting, mits de versnelling van de zeespiegelstijging niet doorzet.
- ✓ Bij de planning dient rekening te worden gehouden met de verzilving van de (meest opportune) meeliftkansen door inpoldering van de binnenmeren. De start hiervan kan al binnen een aantal jaren, zie hoofdstuk 16. De totaal benodigde bouwgrond is in paragraaf 13.2 geschat op 7 miljard m³ aan bouwstof voor een oppervlakte van 600 km².
- ✓ Zoals in paragraaf 7.3 beschreven lopen in 2027 de vergunningen voor de huidige zandwinningsperiode af en zullen beslissingen moeten worden genomen over de zandwinningstrategie in de Noordzee. Het zal nodig zijn, gegeven de mogelijke aanleg van de Noordzeewering en de inpolderingen van de binnenmeren, de beperkingen voor zandwinning, zoals in paragraaf 7.3 aangegeven, zo veel als mogelijk op te heffen, maar ook om andere grondstromen te beoordelen.

Kosten aanleg volledige Noordzeewering



Foto's (bagger)werkzaamheden op zee (bronnen resp. De Ingenieur, Istockphotos, PxHere en T. van Kolfschoten)

In de paragrafen 7.2 en 7.3 zijn het mogelijke alignment respectievelijk het dwarsprofiel van de Noordzeewering gegeven. De benodigde hoeveelheid bouwstof bedraagt hierbij naar grove schatting 1 miljard m³, afhankelijk van het ontwerp van de zeewering op en tussen de Waddeneilanden en van Rottumeroog naar de Eemshaven. Deze schatting is exclusief mogelijk noodzakelijke falling aprons.

De Noordzeewering is ongeveer 358 km lang, grofweg in vogelvlucht gemeten. Een



dergelijke lange zeewering op een waterdiepte van ongeveer 20 meter is in de wereld nog nimmer aangelegd. Kentallen voor kostenschattingen zijn niet beschikbaar.

Zand voor de kern van de Noordzeewering moet worden gewonnen, aangevoerd en opgespoten/aangebracht evenals (zwaar) stortsteen/breuksteen en/of (zware) betonblokken, zetsteen en klei voor de belopen. Op de kruin moet een wegconstructie worden aangebracht. Het overgrote deel van de 1 miljard m³ aan bouwstof is zand. Maasvlakte 2 heeft op prijspeil 2025 ongeveer € 200,00/m² exclusief btw gekost (afgeleid van de kosten van de 1^e fase aanleg van Maasvlakte 2 in 2013 en gecorrigeerd met 3%/jaar). Deze prijs was inclusief de aanleg van 12 km lange kademuuren, 10 km lange spoor/wegen/leidingen, 10 zeemijlen lange vaargeulen met een diepgang van 20 meter en een 4 km lange harde zeewering. Dit is niet geheel vergelijkbaar met de aanleg van de Noordzeewering, maar het overgrote deel van de totaalprijs van Maasvlakte 2 van € 3 miljard werd gevormd door het winnen, transporteren en verwerken van zeezand.

De winning van zeezand voor Maasvlakte 2 gebeurde vanuit een zandwininput ongeveer 10 km vóór de kust van de provincie Zuid-Holland, waar vanaf een diepte van 10 - 20 meter tot 40 meter ongeveer 240 miljoen m³ sediment is opgezogen met zandhopperzuigers, dat vervolgens getransporteerd is richting de kust en vervolgens op de nieuwe bestemming is gestort door middel van opspuiten of transport door pijpleidingen. Winplaatsen voor het zeezand voor de Noordzeewering zijn uiteraard nog niet bekend, maar vermoedelijk liggen die verder uit de kust (en mogelijk ook wat dieper) dan de zandwininput voor Maasvlakte 2. Dit zal tot een hogere prijs leiden. Anderzijds kan ook zand uit de Waddenzee of uit de toekomstige binnenmeren worden gewonnen. Alles overwegende houd ik € 250,00/m² exclusief btw aan voor de aanleg van de Noordzeewering, inclusief stortsteen, klei en de verkeersweg op de wering.

De kapitaalsinvestering voor de aanleg van de *volledige* Noordzeewering komt dan op:

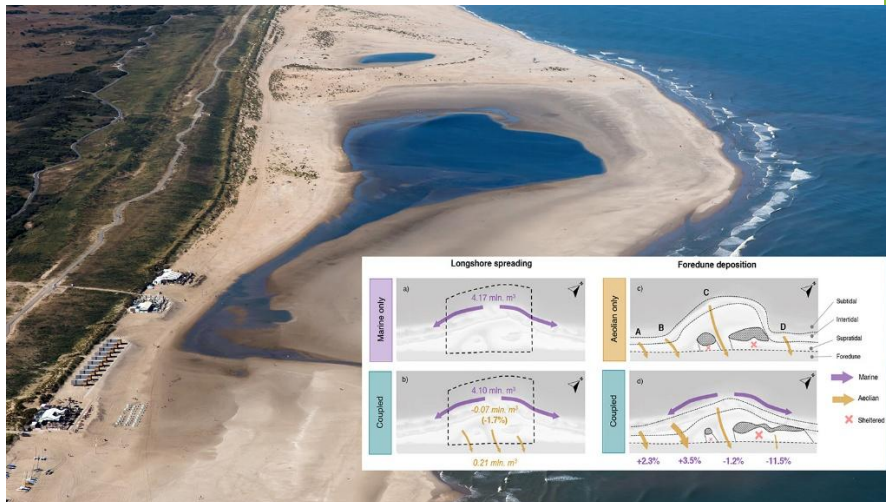
$$1 \text{ miljard m}^3 \times € 250,00/\text{m}^2 = \quad \quad \quad \mathbf{€ 250 \text{ miljard}}$$

Bij een alignement dicht onder de huidige kust zal minder zand nodig zijn, zodat dit bedrag min of meer als een maximale investering kan worden gezien. Hierbij ga ik er gemakshalve vanuit dat eventuele kostenreducties ten gevolge van mogelijk toekomstige innovaties zullen wegvallen tegen eventuele kostenverhogingen voor de aanleg van falling aprons.

Het verdient aanbeveling deze kostenschatting te laten toetsen door de baggermaatschappijen Koninklijke Boskalis en Koninklijke Van Oord.

Kosten aanleg zandmotoren

In 2011 werd voor € 70 miljoen voor de kust van Kijkduin een schiereiland van 21,5 miljoen kuub zand aangelegd volgens het principe van Bouwen met de Natuur. Wind en zeestroming verspreidden het zand langs de kust en richting de duinen. Het doel was om de kust op de lange termijn te versterken en een dynamisch natuur- en recreatiegebied te creëren.



De Zandmotor: een ingewikkeld spel van wind en water (bron: H2O.waternetwerk)

In de situatieschets van hoofdstuk 16 (aanleg ultieme meeliftkansen) zijn als voorbeeld 2 locaties voor de aanleg van zandmotoren gegeven. Hierbij wordt als doel nagestreefd om met behulp van de wind en de zeestroming het zand te laten verspreiden, maar ook om stroomopwaarts ‘gratis’ zand uit de zeestroming in te winnen. Of dit laatste mogelijk is, zal door hydraulische experts door vergelijking c.q. meting van de nul situatie en de situatie van tegenwoordig dienen te worden nagegaan. Twee zandmotoren kosten op prijspeil 2025 ongeveer € 210 miljoen. Vooralsnog wordt deze investering in voornoemd bedrag van € 250 miljard te zijn verdisconteerd.

Kosten aanleg nieuwe kunstwerken in de volledige Noordzeewering

Zoals in paragraaf 7.4.3 is aangegeven zullen bij de aanleg van de Noordzeewering grote spui- en pompcomplexen en 5 nieuwe sluiscomplexen moeten worden gebouwd.

Het ontwerp van de Noordzeewering en van de erin te bouwen kunstwerken moeten zeer robuust en zelfs over gedimensioneerd zijn. Immers de mate van zeespiegelstijging, de stormvloedstand (SV), de golfaanval en de te verwachten hogere rivierafvoeren door klimaatverandering in de komende eeuwen zijn niet bekend. Robuust en overgedimensioneerd: de zeewering moet uitbreidbaar zijn en ook de te bouwen kunstwerken erin. Dit is een uitdaging. De kunstwerken moeten worden ontworpen op een levensduur van stel 200 jaar (nu is 100 jaar gebruikelijk).





De Maeslantkering (bron: Wikipedia)



De Haringvlietsluizen (bron: Rijkswaterstaat)



Foto Nieuwe Sluis bij Terneuzen vanaf de Westerschelde naar het Kanaal Gent-Terneuzen (bron: ANP)

De Zeesluis van IJmuiden is de grootste sluis ter wereld, de Nieuwe Sluis bij Terneuzen is een van de grootste sluizen ter wereld en de Maeslantkering heeft de grootste bewegende delen ter wereld. Het hieronder beschreven spui- en pompcomplex in de Afsluitdijk is het grootste van Europa. Verdere feiten over de volgende in dit rapport beschreven bijzondere kunstwerken zijn:

Kunstwerk	Breedte [m]	Lengte [m]	Diepte [m]	Geopend [jaar]	Kosten, prijspeil 2025 ¹⁾
Nieuwe Sluis bij Terneuzen	55	427	16,44	2024	€ 1.290 miljoen
Zeesluis IJmuiden (met gemaal)	70	500	18	2022	€ 930 miljoen
Maeslantkering	420, totale breedte deuren		Ca. NAP - 16,30 ²⁾	1997	€ 1.030 miljoen
Haringvlietsluizen (zonder pompen)		1000 ³⁾		1970	€ 1.035 miljoen ⁵⁾
Spui- en pompcomplex in de Afsluitdijk ⁴⁾		??		2025/2026	??

Tabel voorbeeld feiten kunstwerken

¹⁾ Met correctie 3%/jaar na opening.

²⁾ Via de Eurogeul met een maximale diepte van 26 meter kunnen diepstekende schepen aanleggen in de diepe havenbekkens op de Maasvlakte en in de Europoort.

³⁾ Dit is wellicht inclusief de Haringvlietdam. De uitwateringssluizen voeren thans jaarlijks 30 miljard m³ water af, tot 70% van het Rijn- en Maaswater verlaat Nederland hier; 17 spuiopeningen, elk 56,5 m breed, 34 schuiven en een aparte sluis voor de scheepvaart: de Goereese sluis; bouw tussen 1956 en 1970, bouwtijd 14 jaar; de Haringvlietdam werd in 1971 geopend; vanaf 2018 functioneren de Haringvlietsluizen ook als stormvloedkering in plaats van alleen als sluizen.

⁴⁾ In de circa 90 jaar oude en versterkte Afsluitdijk liggen vijf spui groepen met ieder vijf spui kokers: drie in Den Oever, twee in Kornwerderzand. Als het water in de Waddenzee lager staat dan in het IJsselmeer, wordt het overtollige water uit het IJsselmeer gespuid in de Waddenzee. Deze spuisluizen worden versterkt om te voldoen aan de huidige normen voor Waterveiligheid.



Grootste gemaal van Europa in de Afsluitdijk bij Den Oever (bron: Rijkswaterstaat)



De spuisluizen in de Afsluitdijk bij Den Oever (bron: Rijkswaterstaat)

Het gemaal c.q. spui- en pompcomplex bij Den Oever bestaat uit twee pompgroepen met elk drie gigantische pompen. Daarnaast is hier voorzien in twee extra spuisluizen (acht nieuwe spui kokers) in de tusseneilanden van het complex. Bij eb wordt het overtollige water van het IJsselmeer via de spuisluizen gespuid naar de Waddenzee. Door zeespiegelstijging en extreem weer wordt het natuurlijk verval tussen IJsselmeer en Waddenzee steeds kleiner en kan er op termijn minder tot niet

meer worden gespuid. Dan worden de pompen ingezet en wordt het water uit het IJsselmeer in de Waddenzee gepompt. De zes pompen zijn elk ongeveer 12 meter hoog en kunnen het water 3,4 meter hoog oppompen. Op vol vermogen wordt 275.000 liter water per seconde uit het IJsselmeer in de Waddenzee gepompt. Zo wordt voorkomen dat het waterpeil in het IJsselmeer te hoog wordt. De energie die de spuisluizen en pompen gebruiken, wordt duurzaam opgewekt met zonne-energie op en rond de Afsluitdijk.

⁵⁾ Gerekend vanaf 1986, zie onderstaande tekst.

De sluiscomplexen, gemalen dan wel stormvloedkeringen moeten evenals de Noordzeewering fungeren als hoofdwaterkering. Zij moeten zijn gesloten bij een stormvloed en worden gesloten bij het bereiken van een nader vast te stellen zee- dan wel sluitpeil. Immers, enerzijds ligt het in de verwachting dat de zeespiegelstijging hierboven zal komen en anderzijds moet rekening worden gehouden met bijvoorbeeld de standzekerheid van de Benedenrivierdijken, de pompcapaciteiten van de achter deze dijken liggende polders, de bedijkingen rond en van de pompcapaciteiten van de ingepolderde binnenmeren en de toegankelijkheid van stranden en dergelijke, maar ook met het voorkomen van verzilting van het achterland. Het hand te haven sluitpeil is een belangrijk punt van onderzoek. Hierbij dient ook het effect van klimaatverandering op de te verwachten hogere afstroming van de rivieren en dus ook op de stabiliteit van de Bovenrivierdijken nadrukkelijk te worden meegenomen. Dit is echter nu niet de focus van dit rapport.

Het lijkt raadzaam om de aanleg van de 5 grote sluiscomplexen te combineren met de spui- en pompgemalen, zoals nu bij de Afsluitdijk wordt gedaan. Deze gecombineerde complexen dienen zwaarder te worden ontworpen dan bijvoorbeeld de Zeesluis te IJmuiden, waarbij het niet uitgesloten is dat meerdere sluiskolken moeten worden aangelegd om het scheepvaartverkeer zo min mogelijk te hinderen onder 'normale' zee condities (gegeven dat de zeespiegelstijging zich heeft doorgezet).

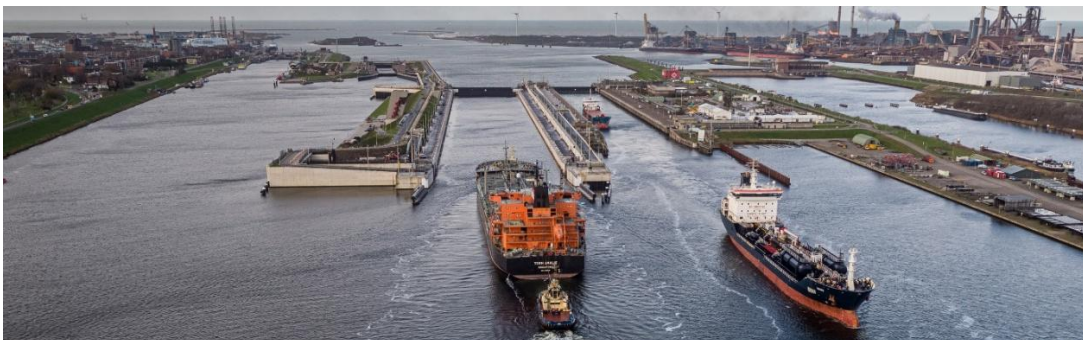
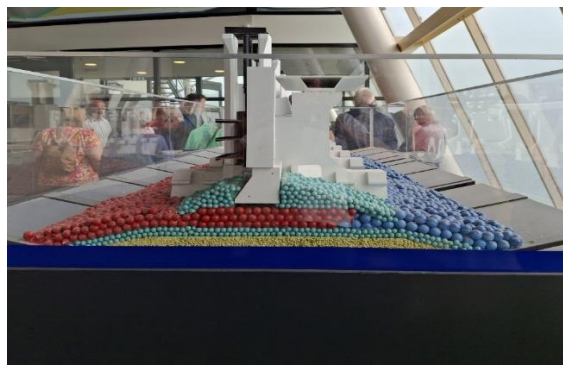


Foto Zeesluis te IJmuiden (bron: IJmuiden.nl)

Bij het ontwerp en de aanleg moet veel aandacht worden geschonken aan de fundering van deze nieuwe kunstwerken: er moet worden gebouwd in stromend water en rekening moet worden gehouden met losgepakte zanden. Omstandigheden die ook golden bij de bouw van de Oosterschelde Stormvloedkering.



Illustratie fundering Oosterschelde Stormvloedkering (bron: Neeltje Jans)



Bovendien moeten alle nieuwe gecombineerde complexen onder near/offshore condities worden gebouwd met aansluiting op de Noordzeewering, met dien verstande dat het complex ten westen van Den Helder op het eilandje Noorderhaaks kan worden gerealiseerd. Vooral in zuidwest Nederland zal dat met de daar heersende getijdeverschillen geen sinecure zijn. Daarnaast moeten deze kunstwerken robuust en overgedimensioneerd zijn met een levensduur van 200 jaar, dus uitbreidbaar zijn mocht dat nodig blijken in de toekomst. Dit alles werkt sterk kostenverhogend. Daarom schat ik de kosten van de belangrijkste sluiscomplexen op € 2,5 miljard/stuk.

Zoals eerder beschreven kan gedacht worden aan de volgende 5 gecombineerde zeesluiscomplexen, met de bijbehorende grove kostenschatting:

- | | |
|---|----------------------|
| 1) Voor alle havens in de Westerschelde, dus ook voor Antwerpen: | € 2,5 miljard |
| 2) Voor de havens van Stellendam, Rotterdam en Scheveningen: | € 2,5 miljard |
| 3) Voor de havens van Katwijk, IJmuiden en Amsterdam: | € 2,5 miljard |
| 4) Voor de havens van Den Helder, Harlingen, de Eemshaven, Lauwersoog, Den Oever, alle Waddeneilanden en alle havens achter de Afsluitdijk: | € 2,5 miljard |
| 5) Voor de vervanging van de zeesluis van Delfzijl in de te versterken hoofdwaterkering | € 1 miljard |

Het verdient aanbeveling om de hiervoor genoemde schattingen te laten controleren door ingenieursbureaus en/of bouwbedrijven.

Voor het tijdelijk behoud van de Waddenzee kan het nodig zijn dat 1 of meer stormvloedkeringen in een zeegat dan wel zeegaten tussen de Waddeneilanden moet(en) worden gebouwd in de Noordzeewering. Dit als alternatief voor het afdammen van deze zeegaten. De kosten per stormvloedkering zal in de orde liggen van **€ 2,5 miljard**. Hiermee zal verder in dit rapport evenwel geen rekening mee worden gehouden.

Kosten aanleg grote spui- en pompcomplexen in de Noordzeewering

Daarnaast moeten grote spui- en pompcomplexen in de Noordzeewering worden gebouwd. Immers, bij een sluiting van de Noordzeewering zal het rivierwater van de grote rivieren zoals de Waal, Lek en Maas en dat afkomend van het IJsselmeer en zijn randmeren en al het bemalen water vanuit de polders (ook die vanuit de polders in de binnenmeren) geborgen moeten worden in de binnenmeren. Deze meren hebben op zich wel een groot bergingsoppervlak, maar het rivierwater zal op de Noordzee moeten worden gespuid c.q. gepompt. Dit oppervlak bedraagt ongeveer 8000 km² minus de reservering voor compensatiemaatregelen voor de flora en fauna (bijvoorbeeld eilandjes in de binnenmeren) in c.q. van inpolderingen van de binnenmeren voor de meeliftkansen. Dit laatste is aangenomen op 600 km². Dit betekent een bergingscapaciteit van ruim 7000 km².

Ook hier geldt dat het te handhaven sluitpeil van de Noordzeewering met de erin liggende kunstwerken uiterst belangrijk is. Zoals eerder al beschreven heeft een te hoog sluitpeil consequenties voor de waterkeringen langs de rivieren in het Benedenrivierengebied en het pompen van overtollig water uit de achter de rivieren liggende polders en uit de inpolderingen van de binnenmeren. Bovendien zal rekening moeten worden gehouden met hogere rivierafvoeren vanuit het achterland door klimaatverandering. Al met al zullen spui- en pompconstructies in de Noordzeewering met een grote capaciteit nodig zijn, vooral bij een grote zeespiegelstijging dan wel stormvloed om al het water van de rivieren et cetera te kunnen bergen en te kunnen spuien en uiteindelijk continue, bij een te hoge zeespiegelstijging, af te moeten pompen op de Noordzee.



Haringvlietssluzen, het werkeiland in 1965 (bron: Rijkswaterstaat)

Door het ontbreken van het overzicht van het totaal mogelijke aanbod van af te pompen water en betrouwbare vroegere investeringen in spui- en pompcomplexen is de benodigde kapitaalsinvestering moeilijk af te schatten. Van de huidige werken aan het spui- en pompcomplex in de Afsluitdijk zijn mij geen cijfers bekend. Niettemin ga ik van het volgende uit:

- 1) De benodigde breedte van alle complexen in de Noordzeewering is 2000 meter, te verdelen in verschillende complexen over het alignement van de Noordzeewering, bij voorkeur in combinatie met de 5 voornoemde sluiscomplexen, wat kostenefficiënt lijkt.
- 2) Deze complexen dienen ook robuust en overgedimensioneerd te worden ontworpen en uitbreidbaar te zijn. Andermaal een grote uitdaging.
- 3) De kosten van de Haringvlietssluzen waren volgens onderstaand kaartje NLG 720 miljoen in 1986. Dit is vermoedelijk inclusief de kosten van de Haringvlietdam en van de Goereese sluis, maar is exclusief de kosten van pompen. Op prijspeil 2025 met 3% inflatie/jaar bedraagt dit bedrag € 1.035 miljoen. De lengte van de Haringvlietdam bedraagt ongeveer 1000 meter. Bij 2000 meter zou dit bedrag ongeveer € 2 miljard zijn.



Kaartje Algemeen Dagblad kostenoverzicht Deltawerken van 4 oktober 1986 (bron: Stichting Erfgoedhuis Zuid-Holland)

- 4) De spui- en pompcomplexen moeten grotendeels onder near/offshore condities worden gebouwd met aansluiting op de Noordzeewering. Vooral in zuidwest Nederland zal dat met de daar heersende getijdeverschillen geen sinecure zijn. De Nederlandse marktpartijen zijn hierbij inventief, zie de aanleg van de Deltawerken. Mogelijk kan worden gebouwd binnen bouwkuipen dan wel werkeilanden, zoals bij de aanleg van de Haringvlietssluzen is gedaan (zie de foto op de vorige bladzijde). Daarnaast moeten deze kunstwerken robuust en overgedimensioneerd zijn met een levensduur van 200 jaar, dus uitbreidbaar zijn, mocht dat nodig blijken in de toekomst. Dit alles werkt sterk kostenverhogend.

Alles overwegende doe ik een grove schatting voor de bouw van 2000 meter spui- en pompcomplexen in de Noordzeewering van **€ 5 miljard**

Het verdient aanbeveling om dit bedrag te laten controleren door ingenieursbureaus en/of bouwbedrijven.

Samengevat

Resumerend komen de kosten voor de aanleg van 5 zeesluizen en spui- en pompcomplexen, waar mogelijk gecombineerd, in de *volledige* Noordzeewering op een kapitaalsinvestering van **€ 16 miljard**



14 Financiële dekking Noordzeewering

In dit hoofdstuk zal een voorstel worden gedaan voor de financiële dekking van de aanleg van de *volledige* Noordzeewering inclusief de erin liggende en benodigde kunstwerken. Dit onder mijn credo: “Een plan zonder financiële dekking is geen plan.” Dit zal ook nodig zijn voor alle andere thans mogelijke en in onderzoek zijnde minder harde plannen c.q. maatregelen tegen overstroming vanuit zee. Eerst wordt in de volgende paragraaf ingegaan op de kosten en baten en dergelijke, waarna in de paragraaf daarna wordt ingegaan op de financiële dekking.

14.1 Resume kosten en baten

In hoofdstuk 13 zijn voor zover mogelijk de consequenties, kosten, baten en (mijn) waardering gegeven, dan wel afgeschat van de aanleg van de *volledige* Noordzeewering, inclusief benodigde kunstwerken, en de meeliftkansen. De resultaten staan hieronder samengevat:

Nr	Onderwerp	Stakeholder(s)	Geld, prijspeil 2025 €
	Aanleg volledige Noordzeewering met effecten, rijksoverheid trekkend		
1	Aanleg wering, veiligheid NL, 1 miljard m ³ bouwstof nodig, inclusief zandmotoren	Overheid (Nederlanders)	Maximaal - € 250 miljard Zie paragrafen 13.3 en 14.1
2	Kortere kustlijn met minder hoge faalkans, verkorting van bestaande kustlijn met ongeveer 160 km	Overheid/waterschappen	Vrijkomend geld door verkorting, uit budgetten HWBP en waterschappen
3	Onderhoud/vervanging bestaande keringen	Overheid (HWBP), water- en havenschappen	Vrijkomend geld door geen vervanging en minder beheer/onderhoud, uit budgetten HWBP, water- en havenschappen
4	Aanleg 5 nieuwe sluis- en pomp/spuicomplexen, zonder stormvloedkering(en) tussen de Waddeneilanden ¹⁾	Overheid	- € 16 miljard, zie paragraaf 13.3
5	Aanleg polders en uitgifte 600 km ² grond, 7 miljard m ³ bouwstof nodig	Overheid	Netto-opbrengst groter dan + € 80 miljard
6	Minder verzilting	Overheid, waterschappen, Land- en Tuinbouw Organisatie Nederland (LTO)	Leverd geld op, moeilijk te kwantificeren, door LTO?
7	Belastingen	Overheid, waterschappen	Leverd veel geld op, door economen te bepalen
8	Werkgelegenheid	Overheid, werklozen	Leverd veel geld op, door economen te bepalen
9	PAC	Overheid	- € 15 miljard
	Meeliftkansen, stakeholders verantwoordelijk, rijksoverheid initiërend		
10	Zoet- en drinkwaterreservoirs	Overheid, waterschappen, drinkwaterbedrijven	Kost per stuk afhankelijk van de situatie € 200 miljoen, maar levert ook geld op, dus minstens neutraal

11	Kern-/thoriumreactoren (meerdere zijn nodig)	Energieconcerns	Kost per stuk afhankelijk van de situatie € 11,5 miljard, maar levert ook geld op, dus minstens neutraal
12	Eindberging kernafval (1 nodig)	COVRA	Kost afhankelijk van de situatie € 4 miljard, maar levert ook geld op, dus minstens neutraal
13	Ondergrondse CO ₂ -opslag onder de Noordzee, 2,5 megaton CO ₂	Industrieën	Kost per stuk afhankelijk van de situatie € 600 miljoen, maar levert ook geld op, dus minstens neutraal
14	Verplaatsing Schiphol en vervallen Rotterdam The Hague Airport, levert 180.000 woningen op voor ongeveer 360.000 mensen. Uitbreiding met militaire faciliteiten. In gebruik name Lelystad Airport.	Schiphol/Rotterdam The Hague Airport, NS/Prorail, projectontwikkelaars. Ministerie van Defensie.	Door economen, projectontwikkelaars en Ministerie van Defensie te bepalen. Levert uiteindelijk geld op
15	Nieuwe woongebieden in binnenmeren, meer dan 1,25 - 3 miljoen woningen voor 2,5 - 6 miljoenen mensen	Projectontwikkelaars, NS/Prorail	Door projectontwikkelaars en NS/Prorail te bepalen, levert veel geld op
16	Bedrijventerreinen en industrieparken	Ondernemers	Door ondernemers te bepalen, levert geld op
17	Verplaatsing Tata Steel	Tata Steel	Door Tata Steel in overleg met de Overheid te bepalen, vooralsnog neutraal
18	Uitbreidingen Maasvlakte en Amsterdams havengebied met zo nodig militaire faciliteiten	Port of Rotterdam, Port of Amsterdam, NS/Prorail, Ministerie van Defensie	Door de havenschappen, Ministerie van Defensie en NS/Prorail te bepalen, levert geld op
19	Grote stortplaatsen in binnenmeren en/of in te dempen zandwinputten	Provincies, gemeenten	Door provincies en gemeenten te bepalen, vooralsnog neutraal
20	Windmolenparken (met subsidiestromen)	Energieconcerns	Rendement onduidelijk, kost Overheid miljarden aan subsidies
21	Nationaal asielzoekerscentrum	Overheid (Centraal Orgaan opvang Asielzoekers (COA))	Levert minder kosten op dan nu, door COA te bepalen
22	Recreatieve voorzieningen	Koninklijke Horeca Nederland (KHN), Vereniging van Recreatieondernemers Nederland (Recron), ondernemers	Levert geld op, door ondernemers te bepalen
23	Meeliftkansen van andere partijen!?	?	?
	Nadelige consequenties		
24	De visserij en de flora en fauna	Nederlandse Vissersbond, natuurverenigingen, Overheid	Kost geld, afhankelijk van mitigerende maatregelen
25	Verleggen kabels en leidingen, ontbinden contracten	Alle in aanmerking komende stakeholders, Overheid	Kost geld, afhankelijk van de situatie

Kosten en baten aanleg Noordzeewering

¹⁾ Zoals eerder gesteld, wordt als mitigerende maatregel de bouw van 1 of meer stormvloedkeringen in de zeegaten tussen de Waddeneilanden voor het tijdelijk handhaven van de Waddenzee niet verder meegenomen. De kosten van overige mitigerende maatregelen zullen binnen de bandbreedten van de overige overheidskosten vallen.



Resumerend bedragen de geschatte kosten voor de Overheid $250 + 16 + 15 = € 281$ miljard voor de aanleg van de Noordzeewering inclusief bijzondere kunstwerken en een PAC. Dit is exclusief de kosten voor het verleggen van kabels en leidingen en zonder positieve baten als de vrijkomende gelden uit de budgetten van het HWBP en de water- en havenschappen, de opbrengsten voor de uitgifte van in dit geval 600 km^2 grond, de extra inkomsten van belastingen en loonbelastingen, de reductie van werkeloosheidsuitkeringen en de minderkosten op het budget voor de opvang van asielzoekers.

Conservatief gezien is dus € 281 miljard nodig aan overheidsgeld. Met een bandbreedte van 30% komen de geschatte kosten voor de Overheid op ongeveer **€ 200 tot € 365 miljard**. Alle positieve baten, waaronder de netto-opbrengst van **€ 80 miljard** voor de uitgifte van poldergrond minus de kosten voor de aanleg van de polders (600 km^2), worden verder niet meegenomen voor de financiële dekking van de aanleg van de Noordzeewering inclusief kunstwerken.

14.2 Financiële dekking

Dit betekent dat voor € 365 miljard dekking moet worden gevonden om de aanleg van de *volledige* Noordzeewering inclusief kunstwerken en een PAC te kunnen realiseren. Hierbij moet worden bedacht dat dit bedrag een maximumbedrag is, want:

- ✓ De realisatie van de zeewering inclusief kunstwerken en een PAC dichter onder de kust zal goedkoper zijn.
- ✓ Rekening is gehouden met een (risico)toeslag van 30% op de geschatte kosten.
- ✓ Met alle positieve baten, waaronder die van € 80 miljard voor de uitgifte van grond, is geen rekening gehouden.

Er zullen wellicht meer mogelijkheden zijn om dit bedrag van € 365 miljard te dekken, maar mijn voorstel is om de aanleg van de *volledige* Noordzeewering inclusief bijzondere kunstwerken en een PAC te dekken uit een extra heffing op de waterschapsbelasting. Dit is naar mijn mening het gemakkelijkst en snelst te organiseren en is bovendien uitlegbaar. Deze financieringsmogelijkheid vergt een politiek besluit, waarbij vervolgens de Overheid in overleg met de provincies en de waterschappen deze heffing bij wet moet regelen. Naar mijn mening dient de extra heffing door de waterschappen te worden geïnd en afgedragen aan het Ministerie van Financiën, die het beheer van een dan te vormen fonds, bijvoorbeeld genoemd 'Fonds Noordzeewering', zal moeten voeren.

Waterschapsbelasting wordt betaald door huishoudens, boeren, natuurterreinbeheerders en bedrijven in het gebied van een waterschap. Bekend is, dat de waterschappen in 2025 ongeveer € 2,3 miljard verwachten te heffen voor de uitvoering van hun watersysteemtaak, wat bescherming tegen hoogwater en wateroverlast en het zorgen voor voldoende water inhoudt. Het gaat daarbij bijvoorbeeld om de aanleg en het beheer van waterkeringen.

Om het onderzoek, het ontwerp en de aanleg van de *volledige* Noordzeewering inclusief kunstwerken en een PAC te financieren kan gedacht worden aan een verhoging van de waterschapsbelasting voor de uitvoering van de watersysteemtaak. Immers, de Waterveiligheid gaat iedere Nederlander, ieder bedrijf en iedere natuurterreinbeheerder aan. Zoals al hiervoor gesteld komt deze verhoging 'rechtstreeks' in voornoemd Fonds.

Volgens diverse bronnen (van onder andere het CBS, het Kadaster en Probos, peiljaar 2025) waren er in Nederland 9.843.892 adressen en 8.274.478 woningen. 57% van de woningen in Nederland is een koopwoning. De woningen hadden een gemiddelde WOZ-waarde van (toen) € 398.000. Er woonden 18.044.027 inwoners in Nederland en Nederland telde



8.374.404 huishoudens van gemiddeld 2,1 personen. Verder waren er 2.551.540 bedrijfsvestigingen (inclusief landbouw en visserij) en ongeveer 1.600 terreinbeheerders geregistreerd in Nederland. Het aantal huishoudens, boeren, natuurterreinbeheerders en bedrijven bedroeg toen totaal $8.374.404 + 2.551.540 + 1.600 = 10.927.544$, dus belastingplichtigen voor de watersysteemtaak.

Om de gedachte te bepalen van het effect van een dergelijke verhoging en groei van het Fonds Noordzeewering zijn zes voorbeelden in onderstaande tabel gegeven. Ik ga er hierbij vanuit dat de gelden van het Fonds worden belegd. Dividendrendement is niet van toepassing, want de staat is de enige belegger. Voor de beleggingen van de gelden uit en het beheer van de gelden van dit Fonds verdient het aanbeveling om hierbij bancaire en verzekeringsdeskundigheid te betrekken. Ik hanteer een jaarlijks rendement van 6 en 8% (dus exclusief dividendrendement) over een periode van 50 en 75 jaar, maar op prijspeil 2025, dus inflatie is dan niet van toepassing.

Hoewel de rijksoverheid de komende 10 jaar nog veel onderzoeken moet (laten) uitvoeren om de meest in aanmerking komende maatregelen tegen overstroming vanuit zee te kunnen bepalen (en dan min of meer gesteld dient te staan) en politieke besluitvorming over deze maatregelen in de regel lange processen kennen, is mijn inschatting dat de start van de aanleg van de Noordzeewering - zo deze maatregel het meest in aanmerking komt - pas over 75 jaar zal zijn (zie de voorpagina van dit rapport), zijn ook in onderstaande tabel berekeningen gepresenteerd voor perioden van 50 en 10 jaar vanaf heden. Zo de mate en versnelling van de zeespiegelstijging groter is dan nu wordt verwacht, zal de start van de aanleg van de Noordzeewering (veel) eerder dan over 75 jaar zijn. Anderzijds kunnen enkele meeliftkansen, zoals de realisatie van woongebieden (immers de bevolking neemt tot 2070 toe met naar verwachting ongeveer 3 miljoen mensen, dus er zijn veel meer woningen nodig dan nu door het kabinet gedacht), kern-/thoriumreactoren en de uitbreiding van de Maasvlakte, dermate belangrijk zijn, dat besloten kan worden voor een eerdere gefaseerde en gecompartmenteerde aanleg (dus start) van de Noordzeewering en de landaanwinning in de binnenmeren. Dit is in hoofdstuk 16 uitgewerkt.

In de volgende tabel is een aparte verhoging van € 10 per jaar voor de 10.927.544 belastingplichtigen van 2025 voor de watersysteemtaak aangehouden.

Contante waarde in 2025 bij verhoging bedrag watersysteemtaak met € 10/jaar voor 11 miljoen belastingplichtigen					
Rendement 6%/jaar over 50 jaar	Rendement 8%/jaar over 50 jaar	Rendement 6%/jaar over 75 jaar	Rendement 8%/jaar over 75 jaar	Rendement 6%/jaar over 10 jaar	Rendement 8%/jaar over 10 jaar
€ 101 miljard	€ 258 miljard	€ 652 miljard	€ 2650 miljard	€ 2 miljard	€ 2,4 miljard

Tabel financiële dekking aanleg Noordzeewering te putten uit het Fonds Noordzeewering

Afgezien van de eventueel benodigde voorfinancieringen, blijkt uit de in de tabel vermelde dekkingen dat het onderzoek, het ontwerp en de aanleg van de *volledige* Noordzeewering inclusief kunstwerken en een PAC ten koste van maximaal € 365 miljard financieel gezien is te dekken. De voorgestelde reservering van € 250 miljoen voor het 10-jarig onderzoek naar de diverse maatregelen tegen overstroming is hierbij ook ruimschoots gedekt. Daarnaast kan binnen een aantal jaren de start van de aanleg van de meest opportune c.q. unieke meeliftkansen - zie hoofdstuk 16 - ook gedeeltelijk uit dit Fonds Noordzeewering worden gefinancierd. De gegeven dekkingen zijn in feite veel hoger, want er is nog geen rekening gehouden met het door het kabinet ingezette beleid om de komende jaren 1 miljoen woningen te bouwen en ook niet met de verwachting dat Nederland in 2070 nagenoeg 21 miljoen mensen zal tellen, dus ongeveer 3 miljoen meer dan nu.



Financieel c.q. bancaire en verzekeringsdeskundigen kunnen voornoemde berekeningen meer preciseren met diverse scenario's, met andere heffingen op de watersysteemtaak, diverse te verwachten rendementen, verschillende looptijden en met de te verwachten aantallen belastingplichtigen gegeven de groei van het aantal woningen en van de bevolking. In ieder geval kan worden geconcludeerd dat de maximale kosten van € 365 miljard voor de aanleg van de *volledige* Noordzeewering inclusief kunstwerken en een PAC financieel gezien is te dekken, mits geen versnelling van de zeespiegelstijging zal optreden.

Overigens dient naar mijn mening de extra heffing op de watersysteemtaak bij voorkeur gelijk te zijn voor elk(e) huishouden, boer, natuurbeheerder en bedrijf. De bedrijfsheffingen moeten namelijk niet te hoog worden, anders wordt de extra heffing verwerkt in de kostprijs van de producten van bedrijven en betaalt elk huishouden in feite de bedrijfsheffingen.

Verder lijkt het verstandig om de extra heffing los te koppelen van de WOZ-waarde van het onroerend goed en dus uit te gaan van een vast bedrag voor de heffing, welke jaarlijks al dan niet wordt geïndexeerd.

Tenslotte: het verdient aanbeveling om de voornoemde verhoging van € 10 per jaar voor de watersysteemtaak zo snel als mogelijk bij wet te regelen. Dit geeft de mogelijkheid voor een snelle groei van het Fonds Noordzeewering.



15 Governance, communicatie en onderwijs

Zo het onderhavig plan voor de Noordzeewering wordt omarmd, schat ik dat dit de komende 10 jaar € 250 miljoen aan onderzoek kost, inclusief de huidige onderzoeken binnen het Deltaprogramma naar de maatregelen tegen overstroming. Dit zijn naar mijn mening no-regret kosten. Zoals in paragraaf 13.1 aangegeven dienen van dit bedrag ook de inspanningen van de genoemde (non-)private Nederlandse partijen te worden bekostigd, met name voor het opstellen van de voor hen aangaande business cases. Dit via alliantie dan wel samenwerkingsovereenkomsten: de diverse overheden, kennisinstituten, universiteiten en (non-)private partijen dienen gezamenlijk te werken aan de onderzoeken naar de mogelijke maatregelen tegen overstroming en alle mogelijke meeliftkansen. Dit vooral om ook de baten inzichtelijk te maken: voor de Overheid en de (non-)private partijen. Het verdient aanbeveling om voor de inspanningen van al deze partijen een uniform (uur)tarief voor top-experts te hanteren.

Het is naar mijn mening dan ook logisch dat de huidige Governance wordt voortgezet onder regie van het Ministerie van Verkeer en Infrastructuur, welke verantwoordelijk is voor het nationaal Deltaprogramma. Dit ministerie dient de overige betrokken ministeries aan te sturen, die verantwoordelijk dienen te zijn voor het initiëren en aansturen van de business cases. De Deltacommissaris zorgt hierbij voor het politiek-bestuurlijke proces van het Deltaprogramma en wordt daarbij ondersteund door de Stuurgroep Deltaprogramma en de Programmadirectie van het HWBP. Het onderzoek naar de haalbaarheid van de Noordzeewering evenwel parallel aan het huidig lopend onderzoek. Met een begeleidingscommissie gevormd door top-experts uit de verantwoordelijke ministeries, kennisinstituten en (non-)private partijen, waaronder top-ingenieurs die hun sporen hebben verdiend op het gebied van de civiele en bouwtechniek. Daarmee wordt elk beleids- en kennisveld gedekt.

Voor het uitvoeren van alle onderzoeken zal veel menscapaciteit nodig zijn. Gesteld dat 10% van het genoemde bedrag van 250 M€ voor de inzet van modelonderzoek en voor schepen en ander materieel ten behoeve van de diverse grond- en hydraulische en morfologische onderzoeken en dergelijke benodigd is, betekent dat een gemiddelde inzet van grofweg 150 - 200 onderzoekers van alle betrokken partijen per jaar (uitgaande van 1000 uren/mensjaar tegen € 150/uur).

Het verdient aanbeveling om de merites van de lopende onderzoeken en het onderhavig plan voor de Noordzeewering te communiceren met de Nederlanders, met name met die die in de kustgemeenten wonen, met de buurlanden België en Duitsland en met natuur- en visserijorganisaties. Het onderwerp Waterveiligheid is immers belangrijk genoeg. De stormvloedramp van 1953 zit bij vele Nederlanders niet meer in het hoofd en voorkomen moet worden dat 'het mijn tijd wel zal duren'. Communicatie met de kustprovincies, - waterschappen en -gemeenten zal in die zin zeker nodig zijn.

Ook dient communicatie te worden gevoerd voor wat betreft het latere bevoegd gezag met betrekking tot de inpolderingen en de binnenmeren (nieuwe provincie, gemeenten en waterschappen?) waarbij het Rijk voor de overdracht van met name de inpolderingen dient te zorgen. Het beste is dat dan vooraf te regelen, opdat provincies, gemeenten en waterschappen hierop voorbereid zijn en dit zo nodig kunnen gaan organiseren.

Daarnaast verdient het aanbeveling om nu al te starten met het onderzoeken van de te volgen procedures, vooral om verdragende wet- en regelgeving zo veel als mogelijk te voorkomen en waar nodig vooraf aan te passen. Vooral de regelgeving rond bijvoorbeeld de



visserijwetten, Natura 2000 gebieden, veerdiensten, militaire oefengebieden, zeerecht en eerder aangegane contracten over bijvoorbeeld concessies voor zandwinning en delfstoffenwinning (gas en olie en dergelijke) verdienen aandacht om te bespreken met de daarvoor in aanmerking komende partijen.

Tenslotte zal, zo het tot een daadwerkelijke uitvoering van de Noordzeewering met meeliftkansen komt, veel meer menscapaciteit nodig zijn dan thans beschikbaar is. Er is momenteel een groot tekort aan (goed opgeleid) personeel in de bouw- en civiele sector, mede omdat het Ministerie van Defensiepersoneel werft, de energietransitie ook meer capaciteit nodig heeft en de zorginstellingen met grote tekorten aan personeel kampen. Op het beleidsveld Onderwijs dienen in die zin adolescenten, studenten, jongvolwassenen en werklozen te worden gestimuleerd om zich te laten (her)scholen in beroepen die ertoe zullen gaan doen.



16 Start aanleg Noordzeewering/ultieme kansen

De start van de aanleg van de *volledige* Noordzeewering is natuurlijk nog niet bekend. Daarvoor zijn naast het nu lopende Deltaprogramma nog vele studies nodig, zoals die in dit programma en in deze haalbaarheidsstudie zijn geadresseerd en mogelijk nog moeten worden uitgebreid. Deze studies kunnen een looptijd hebben van 10 jaar, waarbij tevens de (mogelijke verdere) versnelling van de zeespiegelstijging, zoals door het IPCC werd gerapporteerd en ook in de Noordzee is gemeten, kan worden gemonitord. Op basis van de resultaten van alle studies dient vervolgens nog politieke besluitvorming plaats te vinden wat de beste oplossing is om de zeespiegelstijging het hoofd te bieden. In dit rapport wordt ervan uitgegaan dat de aanleg van de Noordzeewering de beste en goedkoopste oplossing is, met financiële dekking, mede gezien de vele meeliftkansen die deze oplossing tegen het risico van overstromen vanuit zee biedt.

Zoals eerder gesteld, kan de Noordzeewering stapsgewijs c.q. gefaseerd worden aangelegd. Zo de mate en versnelling van de zeespiegelstijging groter is dan nu wordt verwacht, zal de start van de aanleg van de Noordzeewering eerder zijn dan in 2099, zoals op de titelpagina van dit rapport is aangegeven. Anderzijds kunnen enkele meeliftkansen, zie hoofdstuk 11, gegeven de huidige issues en wensen op het gebied van bijvoorbeeld woningbouw, energietransitie en de uitbreiding van de Maasvlakte nopen om nu al te starten. Dit vergt daadkracht.

Als daadwerkelijk de (meelift)kansen voor Nederland worden gezien, is het interessant om een vooruitblik te werpen op een versnelde aanleg van de compartimenterings- en polderdijken en inpolderingen voor de meest opportune meeliftkansen. Deze kansen kunnen worden verzilverd op basis van:

1. De resultaten van de studie naar de nu liggende objecten en dergelijke in de Noordzee.
2. De resultaten van de studie naar de zandwinning en overige grondstromen ten behoeve van de aanleg van de meeliftkansen en gedeelten van de Noordzeewering en compartimenterings- en polderdijken.
3. De resultaten van de ruimtelijke ordening studies.
4. Vooral de resultaten van de business cases van de in dit rapport genoemde stakeholders c.q. marktpartijen.
5. En de politieke besluitvorming daaromtrent.

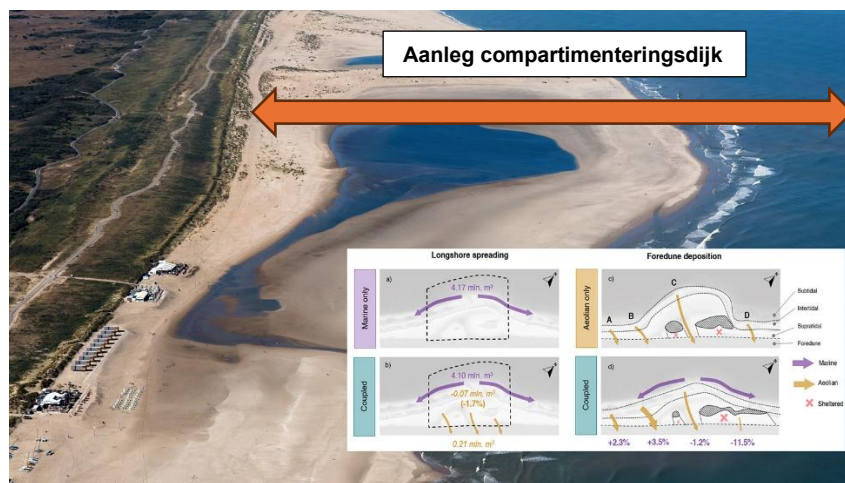
Voor genoemde studies behoeven niet meer dan 1 tot 2 jaar in beslag te nemen.

Immers, op hoofdlijnen zijn het studiegebied, het alignement en dwarsprofiel van de Noordzeewering en de mogelijke meeliftkansen al beschreven. Het definitieve alignement en dwarsprofiel van de wering zijn qua ligging ten opzichte van de huidige kust dan wel nog niet exact bekend, maar dat neemt niet weg dat op korte termijn (binnen een aantal jaren) al met de aanleg van de gewenste compartimenterings- en polderdijken en inpolderingen voor de meest opportune meeliftkansen kan worden gestart. Daarom onderstaand een gedachtenvorming waarmee dit kan, als no-regret oplossing, vanuit maatschappelijk wenselijk oogpunt. Deze gedachtevorming dient te worden gedragen door deskundigen op het gebied van ruimtelijke ordening, planologie, stedenbouw- en verkeerskunde en op basis van de uitkomsten van de business cases van de in dit rapport genoemde stakeholders. De gedachtevorming:

- ✓ De aanleg van compartimenterings- en polderdijken, al dan niet met zandmotor en/of zandbanken onder water om zand c.q. sediment in te vangen.

- ✓ De realisatie van polders met daarin woongebieden³² (immers de bevolking neemt tot 2070 toe met naar verwachting ongeveer 3 miljoen mensen, dus er zijn veel meer woningen nodig dan nu door het kabinet gedacht; 2070 is al dichtbij).
- ✓ De aanleg van kern-/thoriumreactoren en een ondergrondse berging van kernafval.
- ✓ De uitbreiding van de Maasvlakte.
- ✓ De aanleg van zandlichamen voor de latere verplaatsing van de luchthaven Schiphol, woongebieden, een nationaal asielzoekerscentrum en militaire vliegvelden.

Met betrekking tot zandbanken onder water wordt het principe gevolgd van Bouwen met de natuur, waarbij de natuur een handje helpt. Dit laat zich als volgt verklaren, met als voorbeeld foto's van de zandmotor voor Ter Heijde/Kijkduin en van een zandbank:



De zandmotor, een ingewikkeld spel van wind en water (bron: H2O/Waternetwerk)



Zandbank onder water aangelegd (bron: Dreamtime)

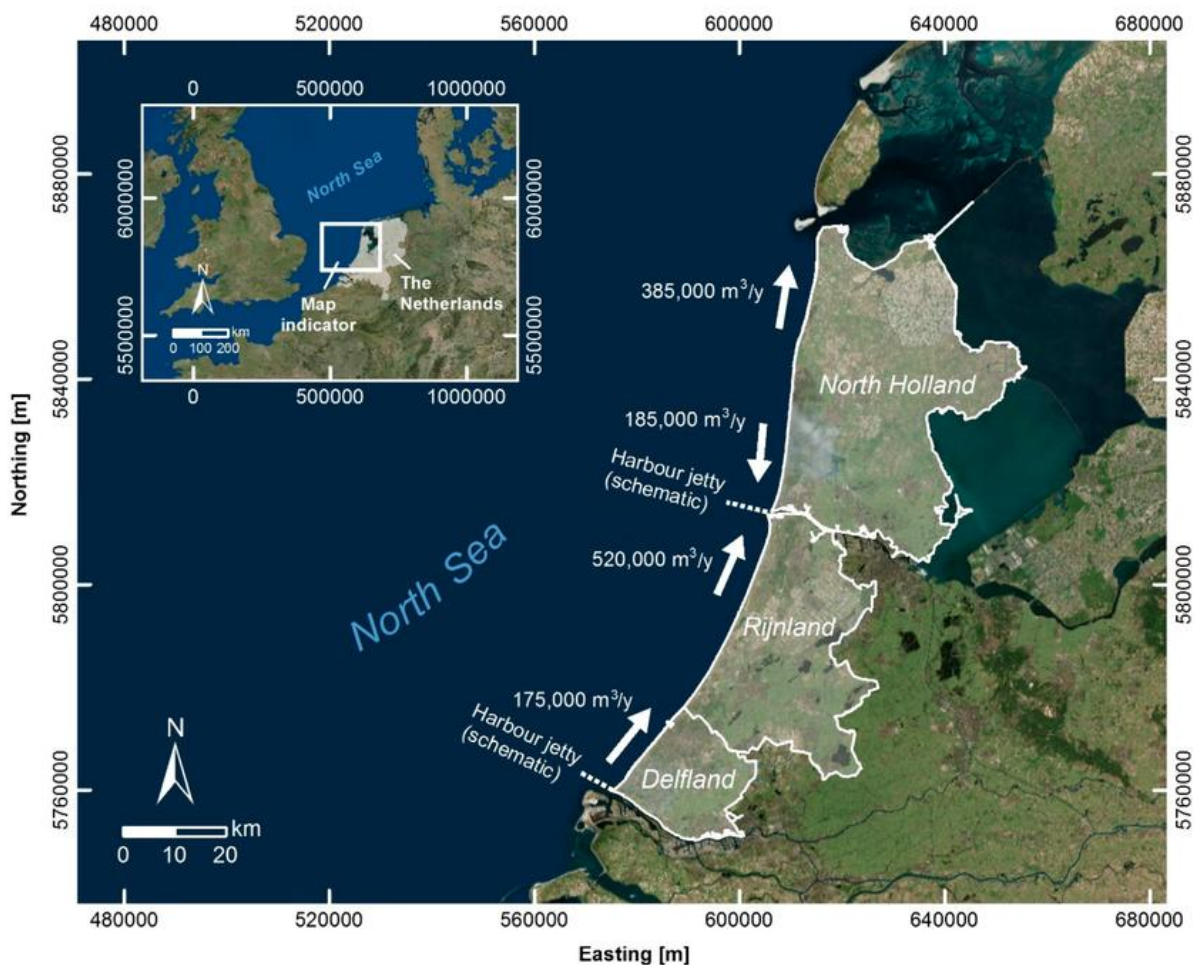
Met de zandmotor is al ervaring opgedaan. Het toentertijd aangebrachte zand is door wind en water verspreid langs de kust, zoals is te zien op de bovenste foto, waarbij mogelijk ook

³² Het is gebleken dat de huidige geplande bouwproductie van 100.000 woningen per jaar bij lange niet haalbaar is. Bouwtijden duren veel langer dan men vroeger gewend was. Dit door vele factoren, waaronder regelgeving, het gebrek aan personeel en bouwmaterialen, gestegen bouwkosten en cetera. Dit ook tegen het licht bezien van het tekort aan betaalbare woningen gegeven ook het overschot aan migratie, remigratie en immigratie, wat tot een hogere bouwproductie noopt.

extra zand en slib zijn gesedimenteerd uit de zeestroming.

Door de aanleg van voorziene compartimenterings- en polderdijken kan sediment worden ingewonnen vanuit de zeestroming. Immers bij een opwaartse stromingsrichting zal de stroming achter de dijk minder zijn en kan het materiaal uit de zeestroming sedimenteren. Het is hierbij no-regret dat een compartimenteringsdijk te lang wordt aangelegd, want een latere Noordzeewering meer richting de kust zal hiervan voordelen plukken omdat de sedimentatie dan zal plaats vinden langs het buitenbeloop van de wering.

Door de aanleg van zandbanken onder water, zowel in lengterichting van als haaks op de kust, en op de voorziene plaats van compartimenterings- en polderdijken kan ook materiaal worden ingewonnen. De banken kunnen ook worden gemaakt van (meer) erosiebestendig Versterkt sediment afkomstig van het baggeronderhoud van de havens en vaargeulen.



Jaarlijks netto zandtransport in m³/jaar langs de huidige kust ter hoogte van Delfland, Rijnland en Noord-Holland (bron: ResearchGate.net)

Gezien de netto zandtransporten langs de kust, is het hierbij de bedoeling om de zandbanken daar aan te leggen waar het meeste rendement valt te verwachten van sedimentatie, dus zandinwinning. Dit vergt nader hydraulisch onderzoek. Hierbij is mijn aanname dat er langs de kust dichtheidsverschillen bestaan in het aanwezige zand van de zeestromingen. Door dit te meten, kan hierover kennis worden verkregen.

Op deze wijze wordt ter plaatse van toekomstige voorziene locaties 'gratis materiaal' voor onder andere landaanwinning ingewonnen met het principe van Bouwen met de natuur. Hydraulische experts dienen deze gedachte aanpak dus nader te adresseren, al dan niet met modelonderzoek. Zo deze aanpak kan, lijkt het verstandig om ook verdere ervaring op te



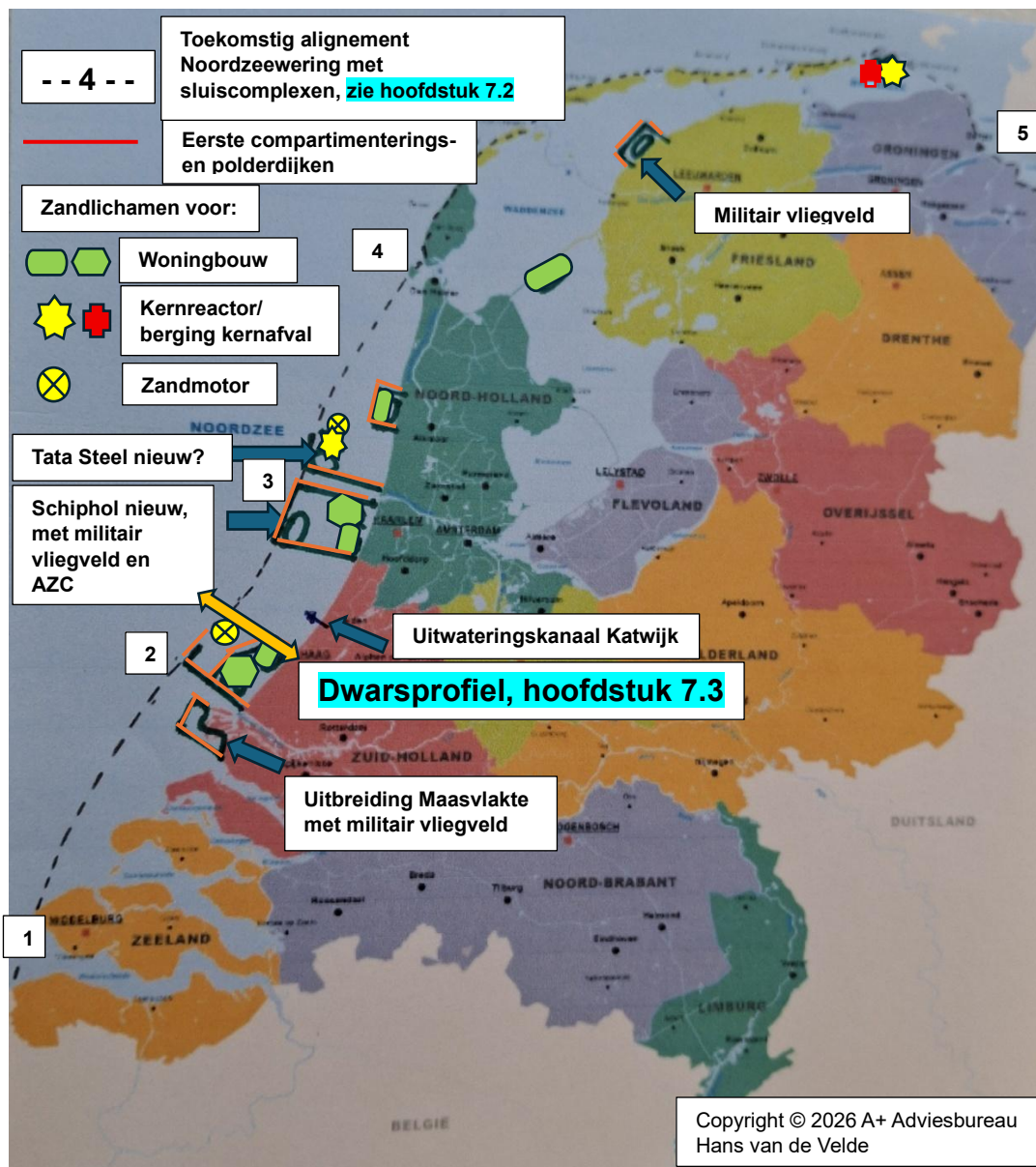
doen met Versterkt sediment versus het gebruik van alleen zand voor en stortsteen voor de bescherming van de zandbanken. Dit met name om ook kennis te verkrijgen voor de latere aanleg van de Noordzeewering zelf.

Meer concreet is voor de verzilvering van de meest opportune c.q. ultieme meeliftkansen de volgende opsomming niet meer dan een idee c.q. gedachtegang om zo snel als mogelijk, veelal mede als onderdelen van de Noordzeewering, de volgende meeliftkansen, compartimenterings- en polderdijken, polders en zandlichamen dan wel zandbanken verder uit te werken en in uitvoering te nemen voor (zie ook onderstaande schets):

- Zandbanken ter plaatse van toekomstige compartimenterings- en polderdijken voor de polders van meest opportune meeliftkansen.
- Meeliftkans: de uitbreiding van de Maasvlakte, met ook een militair vliegveld.
- Zandlichamen: het aanbrengen van zandmotors ten westen van Hoek van Holland en ten westen van Velsen.
- Zandlichamen: voor de toekomstige locatie van de luchthaven Schiphol, een militair vliegveld en een nationaal AZC.
- Meeliftkansen: voor woningbouw, een extra militair vliegveld, kern-/thoriumreactoren, een opslag voor kernafval en indien gewenst en mogelijk de verplaatsing van Tata Steel, meer concreet:
 - voor de kust van Hoek van Holland (woningbouw en metropool)
 - op de reeds voor de kust van Kijkduin c.q. Ter Heide ontwikkelde zandlichamen als gevolg van de al aangelegde zandmotor (woningbouw)
 - ten noorden van Noordwijk (woningbouw)
 - voor de kust van IJmuiden (woningbouw en metropool)
 - voor de kust ten zuiden van Bergen aan zee (woningbouw)
 - voor de kust van Velsen (zandlichamen voor een kern-/thoriumreactor en Tata Steel in combinatie met ook een zandmotor)
 - ten zuidoosten langs de Afsluitdijk (zandlichamen voor woningbouw)
 - ten westen van de Waddenkust nabij Het Bildt (zandlichaam voor een militair vliegveld)
 - ten zuiden van Rottumeroog (zandlichamen voor een kern-/thoriumreactor en een opslag voor kernafval).

Hierbij dient ook ruimte te worden gereserveerd voor de bouw van de latere kunstwerken die in de Noordzeewering dienen te komen, al dan niet op werkeilanden.

Voorgaande gedachtegang is geïllustreerd in de volgende afbeelding:



Gedachtegang aanleg eerste deel Noordzeewering, eerste meeliftkansen, eerste compartimenterings- en polderdijken en zandlichamen voor meeliftkansen (schematisch ingetekend) (bron kaart: Blogger Template)

In deze schets is al een gedeelte van de Noordzeewering met een lengte van ongeveer 20 km ingetekend, namelijk tussen de compartimenterings- c.q. polderdijken ten westen van IJmuiden. Dit enerzijds voor de latere verplaatsing van Schiphol (met militair vliegveld) en voor de metropool en woongebieden ten westen van IJmuiden en anderzijds om zo snel als mogelijk ervaring op te doen met het bouwen van dit stuk Noordzeewering in near- en offshore condities, alsook met innovaties zoals Versterkt sediment en kunstgras. Bepaalde gedeelten van de werken kunnen hierbij ook vanuit het vaste land worden gerealiseerd).

Bovengenoemde opsomming van zandlichamen voor woningbouw en dergelijke behoeven dan compartimenterings- en polderdijken op een niveau van stel 10 m + NAP, immers de Noordzeewering is dan nog niet aanwezig, zie paragraaf 7.5.2.



Alles overziende en mede gegeven de vraag naar woningbouw en energie en de wens van de Port of Rotterdam, lijken mij de volgende pilots kansrijk om ervaring op te doen met onderhavige plannen (in willekeurige volgorde opgesomd):

- 6 De uitbreiding van de Maasvlakte, met ook militaire faciliteiten. Gefinancierd door de Port of Rotterdam, Ministerie van Defensie en Prorail.
- 7 Woningbouw in een polder op de reeds voor de kust van Kijkduin c.q. Ter Heide ontwikkelde zandlichamen als gevolg van de al aangelegde zandmotor.
- 8 De compartimenterings- c.q. polderdijken ten westen van IJmuiden en het gedeelte van de Noordzeewering hiertussen, en ook de polder voor woningbouw voor de kust van IJmuiden en zandlichamen voor de verplaatsing van Schiphol, inclusief militair vliegveld, en een nationaal AZC.
- 9 Zandlichamen en een zandmotor voor de kust van Velsen voor een kern-/thoriumreactor en Tata Steel.
- 10 Zandlichamen ten zuiden van Rottumeroog voor een kern-/thoriumreactor en een opslag voor kernafval, zo bij deze laatste in de diepe ondergrond een goede laag Boomse klei aanwezig is.

De punten 2 tot en met 5 dienen hierbij te worden (voor)gefinancierd door de Overheid. Dit naar gelang de Rijksbegroting dit nu toelaat, waarbij aangetekend dat sprake kan zijn van andere dan wel verplaatsing van geld- en miljarden subsidiestromen (zie onder andere de huidige geldreservering voor woningbouw en energietransitie en de subsidies voor Tata Steel en windmolenturbineparken) en enige dekking uit het Fonds Noordzeewering. Wellicht kunnen ook projectontwikkelaars en pensioenfondsen investeringen doen.

Tenslotte: het verdient aanbeveling om de in paragraaf 14.2 voorgestelde verhoging van € 10 per jaar voor de watersysteemtaak zo snel als mogelijk bij wet te regelen voor het eerdergenoemde Fonds Noordzeewering. Dit geeft ten eerste de mogelijkheid om met het verloop van de jaren een grote reservering te maken voor dit Fonds, maar ook om de versnelde aanleg van het voornoemde eerste deel van de Noordzeewering en de eerste compartimenterings- en polderdijken, polders en zandlichamen gedeeltelijk te financieren uit dit Fonds.



17 Innovaties

In het Nationaal Delta dan wel HWBP-programma bestaat de mogelijkheid om kansrijke innovaties in de tot 2050 geplande en nog te plannen versterkingen van de hoofdwaterkeringen in uitvoering te nemen. Het gaat dan om bijvoorbeeld proces- en technische innovaties. In deze studie komen de volgende mogelijk interessante innovaties voor, die tot kostenreducties dan wel een andere synergetische aanpak van (grootschalige) projecten kunnen leiden en indien succesvol kunnen worden ingezet bij de aanleg van de Noordzeewering en de inpolderingen:

Onderzoek indringinglengte wateroverspanningen in het Basisveen

Op basis van de resultaten van toetsingen zijn, dan wel mogelijk worden, waterkeringen afgekeurd op bijvoorbeeld de geotechnische macro-stabiliteit. Dit omdat diepe en dus lange glijcirkels door diepe veenlagen een (iets) te lage veiligheidsfactor tonen. Zo zijn naar mijn mening in de stabiliteitsberekeningen van de meerdijken in Noord-Holland de opgebouwde wateroverspanningen in de boven het Pleistocene zand liggende veenlaag te conservatief in rekening gebracht. Onderzoek naar de mate van indringing van het overspannen diepe grondwater vanuit het Pleistocene zand in deze veenlaag kan meer realistische waarden geven, waardoor een gunstigere veiligheidsfactor kan worden verkregen en deze waterkeringen niet behoeven te worden versterkt. Dit onderzoek vergt specialistisch grondonderzoek met speciale sondes gevolgd door een evaluatie van de resultaten daarvan.

Versterkt sediment

Versterkt sediment is een innovatieve bouwstof waarmee al ervaring is opgedaan. Op basis van onderzoek kan worden geconcludeerd, dat - afhankelijk van de gewenste toepassing - van bagger c.q. een ingangssediment - zoet dan wel zout, met een hoog organisch stofgehalte tot zeer zandig - met toevoeging van geaccepteerde bouwstoffen zoals cement en waterglas een klei- dan wel steenachtige bouwstof kan worden gemaakt. Versterkt sediment kan zacht tot sterk, doorlatend tot ondoorlatend en erosiebestendig worden gemaakt.

Zoals in deze studie beschreven, kan - waar opportuun - in de Noordzeewering, de compartimenterings- en polderdijken en inpolderingen, versterkt sediment worden toegepast. In paragraaf 7.3.1 is aangegeven dat jaarlijks meer dan 30 miljoen m³ sediment (zand en slib) uit de zeehavens en geulen wordt opgebaggerd (en veelal zo in de Noordzee wordt gestort). Daarnaast kan het sediment (zand en slib) uit de Waddenzee worden gebruikt.

Op basis van alle al uitgevoerde onderzoeken kan worden gesteld dat Versterkt sediment beantwoordt aan de milieu-hygiënische eisen qua uitloogkarakteristieken en samenstellingswaarden. Voor de toepassing van Versterkt sediment kan worden gefocuseerd op een onderwatertoepassing. Op dit moment bevindt deze innovatie zich op Technology Readiness Levels (TRL) 9 niveau.

Kunstgras³³

Kunstgras bestaat al enkele tientallen jaren en wordt toegepast in de particuliere sector, en ook in sport- en voetbalvelden onder strenge regelgeving. Gezien de eigenschappen, van Kunstgras (zoals duurzaamheid, sterkte en recyclebaarheid), vindt op dit moment een doorontwikkeling plaats naar de toepassing van bekledingsmateriaal op de binnenbelopen van waterkeringen, met uitzicht op ook toepassing op buitenbelopen. Het voordeel ten opzichte van conventioneel gras op klei is, dat kunstgrasmatten veel minder onderhoud behoeven. Daarnaast wordt verwacht dat ze erosiebestendiger dus overloopbestendiger zijn

³³ © Patent pending.



dan grasmatten. Uit in situ onderzoek moet dit laatste nog blijken. Zo dat zo is, kan een waterkering ook wat lager worden aangelegd, wat tot een grote kostenbesparing en minder ruimtebeslag kan leiden. De matten kunnen desgewenst in kleur worden uitgevoerd. Op dit moment bevindt deze innovatie zich op Technology Readiness Levels (TRL) 6 - 7.

Zandbanken onder water volgens het principe van Bouwen met de Natuur

In hoofdstuk 16 is het idee geopperd om - op de voorziene plaats van compartimenterings- en polderdijken - met de aanleg van zandbanken onder water 'gratis' sediment uit de zeestroming in te winnen. Dit vergt nader hydraulisch onderzoek. Hierbij is mijn aanname dat er langs de kust dichtheidsverschillen bestaan in het aanwezige zand in de zeestromingen. Door dit te meten, kan hierover kennis worden verkregen.

Op deze wijze wordt ter plaatse van toekomstige voorziene locaties 'gratis materiaal' voor onder andere landaanwinning ingewonnen. Dit met het principe van Bouwen met de Natuur, zoals ook gebeurd is met bijvoorbeeld de zandmotor voor de kust van Kijkduin. Hydraulische experts dienen deze gedachte aanpak nader te adresseren, al dan niet met modelonderzoek.

Zo deze aanpak kan, lijkt het verstandig om bij de aanleg van de zandbanken ook verdere ervaring op te doen met het meer erosiebestendige Versterkt sediment versus het gebruik van alleen zand en stortsteen. Dit om ook kennis te verkrijgen voor de latere aanleg van de Noordzeewering zelf. Voor het Versterkt sediment kan dan bijvoorbeeld gebruik worden gemaakt van het opgebaggerd sediment uit de havens en vaargeulen.

Itererend proces samenwerking Overheid met marktpartijen met business cases

In deze studie is verwoord, dat de meeliftkansen - en vooral de verzilvering van de ultieme kansen - via business cases kunnen worden ontwikkeld onder regie van en betaald (al dan niet via alliantie- dan wel samenwerkingscontracten) door de Overheid (inclusief betrokken provincies, waterschappen en gemeentes) in samenwerking met daarvoor geïnteresseerde stakeholders c.q. marktpartijen. Deze uitsluitend Nederlandse marktpartijen dienen hierbij na een marktconsultatie (met transparante eisen en met uniforme tariefstelling) onderhands te worden uitgenodigd. Een tijdrovende Europese aanbesteding wordt hiermee voorkomen.

Deze ontwikkeling dient op basis van in eerste instantie grove ruimtelijke ordeningsplannen te starten, waarna de stakeholders c.q. marktpartijen hun business cases gaan opzetten. Door deze plannen en business cases verder te verfijnen en vervolgens vice versa te communiceren tussen de betrokken partijen ontstaat een itererend proces om uiteindelijk de haalbaarheid en financiering van de ruimtelijke ordeningsplannen voor de Overheid en de meeliftkansen voor de stakeholders c.q. marktpartijen goed te kunnen beoordelen. Dit lijkt een efficiënte aanpak in grootschalige projecten en is wellicht een opwaardering van de huidige methodiek met Ontwerptafels³⁴ of gelijkwaardig. Het voorkomt langdurige, jarenlange, procedures. Zodra de plannen gereed zijn, kunnen deze onderhands en met marktwerking op de Nederlandse markt worden aanbesteed.

Met het voorgaande hebben alle partijen alle aspecten in samenhang met elkaar beoordeeld. De totale vraag naar ruimte en de stapsgewijze ontwikkeling daarvan worden afgewogen in relatie tot bijvoorbeeld ondernemen, planning, energie, verduurzaming, economie c.q. kapitaalsinvestering, mobiliteit, landschap, milieu en leefomgeving (wonen, werken en recreëren). Wat past wel of niet en onder welke voorwaarden? Een mooi voorbeeld daarvan is momenteel de aanpak bij de ontwikkeling van de regio Moerdijk.

³⁴ Een mooi voorbeeld hiervan is de aanpak ontwerptafel Powerport van de gemeente Moerdijk.



Hiermee kan bijvoorbeeld geoefend worden in de huidige HWBP-projecten.



18 Literatuur

[Komt het ooit zover? Ambitieuws plan voor dijk rond Noordzee om Europa te beschermen tegen stijgende zeespiegel | VRT NWS: nieuws, VRT NWS.](#)

<https://share.google/RJ7wFnjRNliFDSYG0>, De Morgen, het voorkomen van sinkites in de Noordzee (2025).

<https://www.ark-maarheeze.nl/een-nooit-eerder-waargenomen-geologisch-fenomeen-onder-de-noordzee-omgekeerde-bergen-geven-wetenschappers-kopzorgen/>, Ark Maarheeze (2025).

[What Are 'Sinkites and Floatites'? Here's How North Sea's Mysterious Giant Structures Challenge Earth's Geological Rules | Republic World, Republic \(2025\).](#)

[Stormvloedkering Oosterschelde: ontwikkeling, ontgrondingskuilen en stabiliteit bodembescherming - Rijkswaterstaat Publicatie Platform, Rijkswaterstaat.](#)

[Geulbeheer in de Waddenzee SO VV AP.pdf, LAND+Water.](#)

[Technische haalbaarheid en kosten Vitaal Zoet Grevelingen, Horvat & Partners.](#)

[Technology Read 1207938 006.pdf iness Levels \(TRL\) | RVO.nl, Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.](#)

[1207938 006.pdf, Deltares.](#)

WO2013048236A1 PROCESS DESIGN FOR SOLIDIFYING SLUDGE, Versterkt sediment, publicatie patent Vereenigde Octrooibureaux N.V.

WO2009058011A1 METHOD FOR PREPARING A STRUCTURE IN A BODY OF WATER, Versterkt sediment, publicatie patent Vereenigde Octrooibureaux N.V.

Zettingsvloeiing tegengaan met innovatieve methoden, LAND+WATER (2013).

[Artikel Inw versterkt sediment.pdf, Land + Water](#)

[Overheid stimuleert CO2-opslag | Duurzame economie | Rijksoverheid.nl, Rijksoverheid.](#)

[Rapport 'Analyse van bouwstenen en adaptatiepaden voor aanpassen aan zeespiegelstijging in Nederland \(2022\), Deltares, in opdracht van staf Deltacommissaris, DG Water en Bodem, Rijkswaterstaat WVL, in het kader van het Kennisprogramma Zeespiegelstijging.](#)

[Kennis- en innovatieprogramma ReThink the Delta | Deltares, Deltares \(2023\).](#)

[h2389 technischrapportgolfoploopengolfoverslagbijrijken.pdf, Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen](#)

<https://www.startpagina.nl/blog/waterschapsbelasting-en-weer-valt-het-fors-hoger-uit>, Startpagina (2025).

<https://www.vandaagmorgen.nl/nieuws/11755/grote-verschillen-in-hoogte-waterschapsbelasting#:~:text=Waterschapsbelasting%20wordt%20betaald%20door%20huishoudens%2C%20boeren%2C%20natuurterreinbeheerders%20en,wegenheffing.%20Na%20huishoudens%20betalen%20boeren%20het%20meeste%20waterschapsbelasting>, Vandaag morgen (2025).



[de-kerncentrale-in-het-belgische-doel \(1200×630\), Volkskrant.](#)

[COVRA Masterplan 2050: ruimte voor nucleaire ambities - Nucleair Nederland, COVRA \(2024\).](#)

[https://www.hwbp.nl/over-hwbp/governance#:~:text=Het%20Hoogwaterbeschermingsprogramma%20%28HWBP%29%20is%20een%20alliantie%20tussen%20de,in%202050%20aan%20de%20waterveiligheidsnormen%20te%20laten%20voldoen, HWBP.](https://www.hwbp.nl/over-hwbp/governance#:~:text=Het%20Hoogwaterbeschermingsprogramma%20%28HWBP%29%20is%20een%20alliantie%20tussen%20de,in%202050%20aan%20de%20waterveiligheidsnormen%20te%20laten%20voldoen, HWBP)

[DP2021+E+Kennisagenda+Deltaprogramma \(1\).pdf, Rijkswaterstaat.](#)

[zeespiegelmonitor 2022.pdf, Deltares.](#)

[https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/chapter/chapter-9/, IPCC.](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/chapter/chapter-9/)

[Wereldprimeur voor Finland met ondergrondse opslag van kernafval - Climategate Klimaat, Climate gate \(2024\)](#)

[Zo gaat de ondergrondse berging in zijn werk - Artikelen - De Ingenieur, De Ingenieur \(2018\).](#)

[Eindberging - COVRA N.V., COVRA.](#)

[Koolstofafvangen en opslaan: waar staan we nu? - IO, GREEN+ \(2024\).](#)

[Tata Steel Nederland, Tata Steel.](#)

[Port of Rotterdam | Rotterdam Port Authority, Port of Rotterdam.](#)

[Port of Amsterdam | Informatie en services van de Amsterdamse haven, Port of Amsterdam.](#)

[COA - Centraal Orgaan opvang asielzoekers, Centraal Orgaan opvang Asielzoekers.](#)

[KHN | Koninklijke Horeca Nederland, Koninklijke Horeca Nederland.](#)

[RECRON.nl, hét recreatie platform van Nederland, Recron.](#)

[Home - Vissersbond, Nederlandse Vissersbond.](#)

[Grondprijzenbrief 2025 | Lokale wet- en regelgeving, Overheid.nl.](#)

[Zelfbouw Informatiepunt – Jouw gids voor het zelf bouwen van een woning, Zelfbouw Informatiepunt.](#)

[Hoe zit het eigenlijk met de grondprijzen in Nederland? | Je ontdekt het hier, Wat is mijn huis waard?](#)

[grondprijzen bedrijventerreinen Nederland - Zoeken, Algemeen.](#)

[marktprijzen grond - Zoeken, Algemeen.](#)

[woningdichtheid per hectare - Zoeken, Algemeen.](#)

[gemiddelde woonoppervlakte per m2 - Zoeken, Algemeen.](#)

[Woonoppervlakte in Nederland | CBS, Centraal Bureau voor Statistiek.](#)

[Referentienormen: hulpmiddel bij kiezen van juiste voorzieningen - Platform31 | Kennis en netwerk voor stad en regio, Platform31.](#)



[Shell start werelds eerste commerciële CO2-opslag ondergronds | Het laatste binnenlandse en buitenlandse nieuws - upday News, Upday.](#)

[Miljardensubsidie voor CO2-opslag onder Noordzee is rond, NOS Nieuws.](#)

[Bedrijven Rotterdamse haven tekenen voor CO2-opslag, NOS Nieuws.](#)

[Zeeland vraagt inwoners mee te denken over kerncentrales | Het laatste binnenlandse en buitenlandse nieuws - upday News, Upday.](#)

[Referentienormen: hulpmiddel bij kiezen van juiste voorzieningen - Platform31 | Kennis en netwerk voor stad en regio, Platform 31.](#)

[Zuiderzee - Wikipedia, Wikipedia.](#)

[Tweede Maasvlakte 150 miljoen euro goedkoper | Economie | NU.nl, Nu.nl.](#)

[Tweede Maasvlakte - Wikipedia, Wikipedia.](#)

[Pomp accumulatie centrale Noordzeekust - Rijkswaterstaat Publicatie Platform, Rijkswaterstaat](#)

[Energieopslag met waterkracht in Limburgse bodem - Change Inc., Change Inc.](#)

[OPAC project, DavData.](#)

[Kernenergie: veelbesproken energiebron | Milieu Centraal, Milieu Centraal.](#)

[Ontmanteling van een kerncentrale - Wikipedia, Wikipedia.](#)

[Hoeveel energie gebruikt Nederland? - Nederland in cijfers 2024 | CBS, CBS.](#)

[vermogen kerncentrale - Zoeken, Algemeen.](#)

[Nieuwe ontwerpen voor 'veilige en haalbare' berging Nederlands kernaafval, NOS Nieuws.](#)

[<https://www.deltaprogramma.nl/themas/waterveiligheid/deltabeslissing>, Rijkswaterstaat.](#)

[<https://www.klimaatfeiten.nl/gevolgen/zeespiegel/ipcc-2019>, IPCC \(2019\).](#)

[\[\\[Onderzoek: Ook na laatste ijstijd steeg zeespiegel snel - Artikelen - De Ingenieur, De Ingenieur.\\]\\(#\\)\]\(https://www.pbl.nl/publicaties/zeespiegelstijging-in-ipcc-rapport-betekenis-voor-nederland#:~:text=Uit%20het%20zojuist%20verschenen%20IPCC%20rapport%20en%20de,afsmelting%20van%20de%20ijskappen%20van%20Groenland%20en%20West-Antarctica, Planbureau voor de Leefomgeving \(2007\).</u></p></div><div data-bbox=\)](#)

[\[https://www.waddenacademie.nl/fileadmin/inhoud/pdf/04-bibliotheek/2020-05_An_assessment_of_present_day_and_future_sea_level_rise_at_the_Dutch_coast.pdf\]\(https://www.waddenacademie.nl/fileadmin/inhoud/pdf/04-bibliotheek/2020-05_An_assessment_of_present_day_and_future_sea_level_rise_at_the_Dutch_coast.pdf\), Waddenacademie \(2020\).](#)

[<https://www.knmi.nl/over-het-knmi/nieuws/nu-ook-zeespiegelstijging-te-zien-in-het-klimaatdashboard>, KNMI \(2022\).](#)

[Kerncentrale - Wikipedia, Wikipedia.](#)



[Energiecijfers Nederland – Energievergelijk.nl](#), Energievergelijk.nl.

<https://www.nporadio1.nl/nieuws/binnenland/5fdfe7a9-ceb2-44cd-bdd4-dcdc41aa488f/zandhonger-laait-waddenzee-dichtslibben-hoe-blijven-de-eilanden-bereikbaar>,

De-nieuws-bv BNNVARA (2021).

<https://nl.wikipedia.org/wiki/Zandhonger>, Wikipedia.

<https://open.rijkswaterstaat.nl/@20388/zandhonger-oosterschelde-verkenning/>, Rijkswaterstaat (2005).

[Oosterscheldekering - Wikipedia](#), Wikipedia.

[Watersnood van 1953 - Wikipedia](#), Wikipedia.

<https://www.ta-survey.nl/pdf/Diep%20Seismisch%20onderzoek.pdf>, T&A Survey Ondergrondse Duurzame Energie (ODE).

<https://www.ebn.nl/wp-content/uploads/2022/10/Hoe-werkt-seismisch-onderzoek-flyer1.pdf>

<https://www.ark-maarheeze.nl/een-nooit-eerder-waargenomen-geologisch-fenomeen-onder-de-noordzee-omgekeerde-bergen-geven-wetenschappers-kopzorgen/>, Ark Maarheeze (2025).

<https://nl.distance.to/>, Stephan Georg - c/o Distance.tools.

<https://schiertravel.blogspot.com/2013/06/dagexcursie-naar-Rottumeroogeroog.html>, Rock Brasiliano (2013).

<https://www.waddenzee.nl/thema/duurzame-economie/havens/>, Waddenzee.nl.

<https://www.hollandlandofwater.com/nl/noordzeehavens/>, HLW.

<https://www.rijkswaterstaat.nl/water/waterbeheer/bescherming-tegen-het-water/waterkeringen/deltawerken>, Rijkswaterstaat.

[https://publicwiki.deltares.nl/spaces/BOK/pages/213124092/Delfstoffen+Informatie+Systeem?preview=/213124092/294372883/R12744%20DIS3.1 Zuid-Holland lagen en voxelmodel.pdf](https://publicwiki.deltares.nl/spaces/BOK/pages/213124092/Delfstoffen+Informatie+Systeem?preview=/213124092/294372883/R12744%20DIS3.1+Zuid-Holland+lagen+en+voxelmodel.pdf)
TNO (2023).

<https://www.deltares.nl/expertise/projecten/zand-uit-de-noordzee>, Deltares.

<https://noordzeeloket.nl/beheer/maritieme-zones/binnen-territoriale/#:~:text=Strekt%20zich%20uit%20tot%20%EE%80%8012>, Rijkswaterstaat.
20141111_1410-0334-013_maritieme_zone_d02_893.pdf

[Visserij - Noordzeeloket](#), Rijkswaterstaat.

https://www.azquotes.com/author/3658-Charles_Darwin, AZ Quotes.

<https://nl.wikipedia.org/wiki/Zetsteen>, Wikipedia.

https://www.bing.com/search?pglt=299&q=volume+opgebaggerd+slib+uit+de+Rotterdamse+havens&cvid=72fc95c39eb74f8da3070b58aff50ee1&gs_lcrp=EgRIZGdlKqYIABB



[FGDkyBggAEEUYOTIHCAEQ6wcYQNIBCTlwNTAxajBqMagCCLACQ&FORM=ANNTA1&PC=HCTS](https://www.fgd.nl/FGDkyBggAEEUYOTIHCAEQ6wcYQNIBCTlwNTAxajBqMagCCLACQ&FORM=ANNTA1&PC=HCTS) , Rijkswaterstaat.

https://www.researchgate.net/figure/Figuur-4-Dieptekaart-van-het-Nederlands-Continental-Plat-NCP_fig2_40792872 , Oscar Georg Bos.

<https://www.rijkswaterstaat.nl/water/vaarwegenoverzicht/noordzee> , Rijkswaterstaat.

https://www.upday.com/nl/binnenland/gl-pvda-schraapt-luchthavens-rotterdam-en-maastricht-voor-woningen/92z8whj?utm_campaign=yana , Upday.

https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&ccid=8Kp8XPaS&id=32B8D4A75A9EE1531B475DE4206F08EC514E1A89&thid=OIP.8Kp8XPaSe889117q-9iYKgAAAA&mediaurl=https%3a%2f%2fwww.keesfloor.nl%2fart%2fopzet_bestanden%2f2.gif&cdnurl=https%3a%2f%2fth.bing.com%2fth%2fid%2fR.f0aa7c5cf6927bcf3d975eeafbd8982a%3frik%3diRpOUewlbyDkXQ%26pid%3dImqRaw%26r%3d0&exph=704&expw=472&q=de+waterdiepte+van+de+Noordzee&mode=overlay&FORM=IQFRBA&ck=657AF67E5FEC06C79A6993B62E4E73B0&selectedIndex=0&idpp=serp&simid=608049353178624225 , Kees Floor.

https://www.researchgate.net/figure/Figuur-2-Kaart-van-de-Noordzee-Bron-wwwnoordzeeatlasnl-Figure-2-Map-of-the-North_fig1_260407144 , David Tempelman.

<https://nl.wikipedia.org/wiki/Noordzee> , Wikipedia.

<https://www.geologischendienst.nl/researches/kartering/> , TNO Geologische Dienst Nederland.

<https://www.geologischendienst.nl/researches/noordzee/> , TNO Geologische Dienst Nederland.

<https://www.bing.com/search?q=boomse%20klei%20in%20nederland&FORM=R5FD2> , Wikipedia.

<https://backoftheenvelope.science/plan-lieverse-recalculated/> , Admin (2017).

<https://blog.belzona.com/how-to-improve-pumped-hydro-storage-efficiency/> , Belzona (2021).

<https://www.thermal-engineering.org/nl/pompaccumulatiecentrales-netwerk-en-waterbeheer/>
Thermal Engineering (2025).

<https://nl.wikipedia.org/wiki/Hoogwaterbeschermingsprogramma> , Wikipedia.

<https://nl.wikipedia.org/wiki/Markermeer#/media/Bestand:Zuiderzeewerken-NL.png> , Wikipedia.

https://nl.wikipedia.org/wiki/Plan_Lieverse , Wikipedia.

<https://www.kaartenplattegrond.nl/store/p155/zeeland-provincie.html> , Blokplan.

<https://nl.wikipedia.org/wiki/Zeestroom> , Wikipedia.

[Gebieden | Natura 2000 Rijkswaterstaat](#). Rijkswaterstaat.

<https://waterkaart.net/gids/stroomatlas-noordzee.php?p=knopen> , Surfcheck.

<https://www.worldhistory.org/trans/nl/1-19/ijsstijden/> , World History Encyclopedia.



<https://outlook.office.com/local/path/file:///C:/Users/jl-ha/Downloads/Executive%20summary%20-%20European%20Climate%20Risk%20Assessment.pdf> , Rapport EU (2024).

https://commission.europa.eu/about/organisation/college-commissioners/wopke-hoekstra_en
European Commission (2025).

https://civil-protection-humanitarian-aid.ec.europa.eu/what/civil-protection/eu-civil-protection-mechanism_en , European Commission (2025).

https://climate.ec.europa.eu/climate-change/consequences-climate-change_nl , Europese Commissie.

[Dammen, sluizen en stuwen](#), Rijkswaterstaat.

<https://www.deltares.nl/expertise/onze-expertises/zeespiegelstijging> , Deltares (2025).

<https://www.hln.be/milieu/stijgende-zeespiegel-bedreigt-drie-keer-meer-mensen-dan-gedacht~acb4e63c/> , HLN (2019).

<https://www.nature.com/articles/s41467-020-15665-3> , Nature Communications (2020).

https://www.upday.com/nl/binnenland/gl-pvda-schrap-luchthavens-rotterdam-en-maastricht-voor-woningen/92z8whj?utm_campaign=yana , Upday (2025).

[zeevliegvelden - KIJK Magazine](#), Kijk (2018).

[Maeslantkering - Wikipedia](#), Wikipedia.

www.aplusadviesbureauhansvandevelde.nl

[Alle fractievoorzitters | Tweede Kamer der Staten-Generaal](#), Tweede kamer

[Haarlemmermeer Map - Netherlands, World Map](#).

[Dubai Desktop Wallpapers - Top Free Dubai Desktop Backgrounds - WallpaperAccess](#), WallpaperAccess.

[How to See Another Side of Singapore | Travel Insider](#), Travel Insider.

[Tata Steel IJmuiden Kaart - Zoeken Afbeeldingen](#), Holland Luchtfoto.

[Opening voor vakantievluchten op Lelystad Airport](#), Lelystad Airport.

[Business Park IJmond: Toelichting](#), Rho Adviseurs voor leefruimte.

[Aerophotostock | Ketelmeer, luchtfoto vanuit het Keteldiep met de eilanden Ketelplaat, Kattenplaat en Schokkerplaat](#), Aerophotostock.

[Boskalis start aanleg eerste natuureiland Marker Wadden - Change Inc.](#), Change Inc.

[Nature-based Solutions gegroepeerd in tien categorieën - WUR](#), Wageningen universiteit.

<https://www.onzenatuur.be/artikel/vaarwel-oester-waarom-het-herstel-van-oesterbedden-van-internationaal-belang-is>, Onze natuur.

[Microsoft Word - 19-0626 field report def.docx](#), Bureau Waardenburg.



[Gemaalproblemen bij Zeesluis IJmuiden - Artikelen - De Ingenieur](#), De Ingenieur.

[Baggeren: kan het ook duurzamer? - Artikelen - De Ingenieur](#), De Ingenieur.

[foto's baggeren op zee - Zoeken Afbeeldingen](#), Istockphoto

[G-H2014nr4-5 art395-Kuitens-Kolfschoten-MV2Zandwingebied.pdf](#), Grondboor & Hamer.

[Gratis Afbeeldingen : kust, oceaan, bouw, voertuig, uitrusting, jachthaven, bulldozer, graafmachine, Cyprus, arbeiders, zware machine, Ayia Napa, booreiland, baggeren, bouwuitrusting, boren op zee 4608x2592 - - 1191280 - Mooie Afbeeldingen - PxHere](#), PxHere.

[Zandwinning en zandtransport - Zanduitzee.nl](#), ZanduitZee.

[De zeespiegel stijgt: kunnen we nog genoeg zand uit de Noordzee halen om onze kust te beschermen? - Follow the Money - Platform voor onderzoeksjournalistiek](#), Follow the Money.

[Ongekend grote zeesluis kostte meer dan een miljard, maar Nederland betaalde daar slechts een klein deel van | Binnenland | AD.nl](#), Algemeen Dagblad.

[Zeesluis IJmuiden nog eens 64 miljoen duurder](#), NOS Nieuws.

[Het project Marker Wadden | Natuurmonumenten](#), Natuurmonumenten.

[Maeslantkering closed - Maeslantkering - Wikipedia](#), Wikipedia.

[De waddeneilanden - leven met water](#), Leven met water.

[Deltawerk Haringvlietsluizen](#), Rijkswaterstaat.

[Haringvlietsluizen](#), Rijkswaterstaat.

[De aanleg van de Deltawerken - Geschiedenis van Zuid-Holland](#), Stichting Erfgoedhuis Zuid-Holland.

[Grootste gemaal van Europa voorbereid op extreem hoogwater - De Afsluitdijk](#), Rijkswaterstaat.

[Nieuwe spuisluizen krijgen zestien kolossale spuischuiven - De Afsluitdijk](#), Rijkswaterstaat.

[Gemaal \(waterbouwkunde\) - Wikipedia](#), Wikipedia.

[Gemaal IJmuiden - Wikipedia](#), Wikipedia.

[Renovatie Afsluitdijk nóg duurder: kosten al 2 miljard euro](#), RTL Nieuws.

[Nauwkeurig kosten begroten – 3 typen begrotingen – Projectbeheersing](#), Cleopatra Enterprise.

[DuboCalc](#), Rijkswaterstaat

[Standaard Systematiek Kostenramingen \(SSK\) bij infrastructuur. | RWSeconomie.nl](#), Rijkswaterstaat.

[Projectraming](#), Peter Markensteijn.



[Kosten van maatregelen : Informatie ten behoeve van het project Waterveiligheid 21e eeuw - Rijkswaterstaat Publicatie Platform, Rijkswaterstaat.](#)

[kosten van maatregelen.pdf, Deltares.](#)

[Actuele en historische inflatie in Nederland \(CPI\), Global rates.](#)

[Gemiddeld rendement AEX index \[1984 - 2024\] - Finansjaar, Finansjaar.](#)

[Nederland in cijfers en grafieken | AlleCijfers.nl, AlleCijfers.nl.](#)

[Terreinbeheerders – Bos en Hout Cijfers, Probos.](#)

[Zijn kleine modulaire kernreactoren wel de oplossing? - Artikelen - De Ingenieur, De Ingenieur.](#)

[Omroep Flevoland - Nieuws - 'Stortplaats IJsseloog loopt sneller vol door verontreinigde bagger', Omroep Flevoland.](#)

[Over de Zandmotor - Zandmotor, Rijkswaterstaat.](#)

[Aerophotostock | Katwijk, luchtfoto Uitwateringskanaal, Berghaven en Binnenwatering, Aerophotostock.](#)

[Map of Holland, the Netherlands, including the three subregions... | Download Scientific Diagram, ResearchGate.net.](#)

[Noorderhaaks - De razende bol Waddeneilanden Bezienswaardigheden | Toerisme eiland | 2025, Eilandeninfo.](#)

[polder, Joost de Vree.](#)

[Geographical map of Netherlands: topography and physical features of Netherlands, Newwebcreations.](#)

[Noordzee - Wikipedia, Wikipedia.](#)

[De Zandmotor: een ingewikkeld spel van wind en water, H2O/Waternetwerk.](#)

[Haven En Grijs Verbindingen Op Een Zandbank Stock Foto - Image of wild, europa: 35231888, Dreamstime.](#)

[HWBP+Projectenboek+2024.pdf, HWBP.](#)

[HWBP Projectenboek 2025-2030.pdf, HWBP.](#)

[Zuiderzeeland en HWPB testen sterkte vijf overgangen IJsselmeerdijk, Waterforum.](#)

[Stabiliteit bij golfoverslag | Waterschap Rivierenland, WSRL.](#)

[Onderzoek erosiebestendigheid met de overslagsimulator | Haskoning, Haskoning.](#)

[<https://nl.wikipedia.org/wiki/Golfoverslag>, Wikipedia.](#)

[NL ST NL 462 2019 web.jpg \(1984×2835\), Blogger Template.](#)

[Eindrapport+fase+1+Zandige+Kust+def+voor+publicatie+met+rijkslogo.pdf, Deltares.](#)

[Location of excavation at Oosterlandpolder dike \(clay from beneath the... | Download Scientific Diagram, Mark Klein Breteler.](#)



[Tokyo Oka2 - Lijst van grootste agglomeraties - Wikipedia](#), Okajun.

[Huangpu Park 20124-Shanghai \(32208802494\) - Lijst van grootste agglomeraties - Wikipedia](#), Xiquinhosilva.

<https://nieuwsnl.azontree.com/ze-doet-het-opnieuw-lidewij-de-vos-presenteert-de-oplossing-waar-iedereen-op-wachtte-voor-de-energiecrisis-3-hn4116/?fbclid=IwdGRzaAOuZHNjbGNrA65jpXNydgMGYXBwX2IkDDM1MDY4NTUzMTcyOAABHv0-mphPcqdvrrGVjoMWCdlgkSK25MvvQgNBPqYKM5PqPHdN2ja4LNT9FVTV&brid=oPWFOTWtSURHT3YXI-9wgg&sfnsn=mo>, Nieuwsnl.azontree.com

[Thoriumreactor - Wikipedia](#), Wikipedia.

[de Nederlandse ministeries - Zoeken](#), Rijksoverheid.

[Nieuwbouwwoningen; inputprijsindex bouwkosten 2000=100, vanaf 1990 | CBS](#), Centraal Bureau voor de Statistiek.

[Jaarmutatie consumentenprijsindex; vanaf 1963 | CBS](#), Centraal Bureau voor de Statistiek.

[Nieuw model SnapWave moet sneller en betrouwbaarder inzicht geven op kustgolven, H₂O](#).

[Offshore Werk & Zeerecht binnen de EU – Wanneer geldt welk recht? - Kennisbank8](#), Kennisbank8.

[Aardatmosfeer - Wikipedia](#), Wikipedia.

[Broeikasgas - Wikipedia](#), Wikipedia.

[Verschillende broeikasgassen](#), Klimaat.be.

[Koolstofdioxide - Wikipedia](#), Wikipedia.

[De groei van de wereldbevolking | Biologielessen.nl](#), Biologielessen.

[CO₂ uitstoot: wat is het en is het schadelijk? – Energievergelijk.nl](#), Energievergelijk.

[Opwarming van de Aarde - Wikipedia](#), Wikipedia.

[Hapering van de warme zeestroom](#), Geowijs.

[Golfstroom op kantelpunt in 2060, ‘Nederlandse winter kan –20 graden Celsius worden’ | BNR Nieuwsradio](#), BNR.

[Physics-Based Indicators for the Onset of an AMOC Collapse Under Climate Change - Westen - 2025 - Journal of Geophysical Research: Oceans - Wiley Online Library](#), American Geophysical Union.

[Gevreesd kantelpunt in de Golfstroom mogelijk al halverwege deze eeuw bereikt](#), NOS.

[KNMI - Is het mogelijk dat de Golfstroom plotseling sterk verzwakt?](#), KNMI.

[IJsland vreest voor extreme kou door mogelijke stilval oceaanstroming: ‘Bedreiging voor nationale veiligheid’ | Buitenland | AD.nl](#), Algemeen Dagblad.



[IJsland vreest een AMOC-ineenstorting: temperaturen in Nederland tot -20°C | Het laatste binnenlandse en buitenlandse nieuws - upday News, Upday.](#)

[Hoofdstuk 9: Oceaan, Cryosfeer en verandering in zeeniveau | Klimaatverandering 2021: De Natuurwetenschappelijke Basis, IPCC.](#)

[aardopwarmingsvermogen waterdamp - Zoeken, Copilot Search.](#)

[Koude feiten over opwarming van de aarde, T.J. Nelson.](#)

[wereldwijde temperatuurstijging vanaf 1850 - Zoeken, Fity club.](#)

[Globale temperatuurstijging bereikt voor het eerst 1.5°C, NoodweerBenelux.](#)

[wereldwijde temperatuurstijging vanaf 1850 - Zoeken, IPCC.](#)

[Temperatuur sinds 1850, Kennisplatform Klimaat.](#)

[Hoeveel dieren zijn er in de wereld? Ontdek fascinerende feiten!, Narviks.](#)

[CPB-Publicatie-De-Nederlandse-economie-in-historisch-perspectief, CPB.](#)

[3.1 Ontwikkeling van de Nederlandse economie | Ministerie van Financiën - Rijksoverheid, Ministerie van Financiën.](#)

[CPB-Publicatie-De-Nederlandse-economie-in-historisch-perspectief, Centraal Planbureau.](#)

[Aanpak ontwerptafel Powerport | Gemeente Moerdijk, gemeente Moerdijk.](#)

[Getijdentabel Duitse Wad huidige jaar, Wadkanovaren.nl.](#)

[1.000 miljard euro: 9 landen slaan handen ineen voor mega-investering in windenergie op Noordzee | VRT NWS: nieuws, VRT nieuws.](#)

[The Hamburg Declaration, niet getekende versie.](#)

[https://share.google/gge8OITrRlpzoxUqf, Rijksoverheid.](https://share.google/gge8OITrRlpzoxUqf)

[2 miljard voor Tata Steel, maar de helft van de CO2-uitstoot blijft | Het laatste binnenlandse en buitenlandse nieuws - upday News, Upday.](#)

[Over de Zandmotor - Zandmotor, Rijkswaterstaat.](#)

[De Zandmotor: een ingewikkeld spel van wind en water, H2O.waternetwerk.](#)

[Het bouwen van een huis duurt nu bijna 2 jaar: woningtekort loopt verder op | Het laatste binnenlandse en buitenlandse nieuws - upday News, Upday.](#)

[Nieuwe kerncentrales bieden kansen voor toeleveringsketen - Artikelen - De Ingenieur, De Ingenieur.](#)

[Schiphol investeert 10 miljard: Amsterdam vreest groei | Het laatste binnenlandse en buitenlandse nieuws - upday News, Upday.](#)

[Nieuwe kennis voor oude kunstwerken | Deltares, Deltares.](#)

[Bodemdaling vaak sneller dan zeespiegelstijging in delta's | Deltares, Deltares.](#)

[Economische gevolgen van de zeespiegelstijging - Artikelen - De Ingenieur, De Ingenieur.](#)



[Tata Steel bouwt door - Artikelen - De Ingenieur, De Ingenieur.](#)

[Natuur helpt bij bescherming tegen zeespiegelstijging | Deltares, Deltares.](#)



19 Verspreiding rapport

Dit rapport is verspreid naar:

Bob van Persie.

De ministeries van:

Algemene Zaken

Asiel en Migratie

Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties

Buitenlandse Zaken

Defensie

Economische Zaken

Financiën

Infrastructuur en Waterstaat

Justitie en Veiligheid

Klimaat en Groene Groei

Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur

Onderwijs, Cultuur en Wetenschap

Sociale Zaken en Werkgelegenheid

Volksgesondheid, Welzijn en Sport

Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening

Voorzitter 1^e kamer

Voorzitter 2^e kamer

De fractieleiders van alle huidige politieke partijen:

BoerBurgerBeweging (BBB)

GroenLinks-PvdA

Volkspartij voor Vrijheid en Democratie (VVD)

Christen-Democratisch Appèl (CDA)

Democraten 66 (D66)

Partij voor de Vrijheid (PVV)

Partij voor de Dieren (PvdD)

JA21

Socialistische Partij (SP)

ChristenUnie (CU)

Forum voor Democratie (FVD)

Staatkundig Gereformeerde Partij (SGP)

Volt

50PLUS

Onafhankelijke Politiek Nederland (OPNL)

Fractie-Walenkamp

Fractie-Van de Sanden

Fractie-Visseren-Hamakers

Fractie-Beukering

Groep Markuszower



Deltaprogramma, HWBP:

Deltacommissaris

Innovatie coördinator HWBP

De alliantiepartners van het HWBP, dijkgraven:

Waterschap Noorderzijlvest

Wetterskip Fryslân

Waterschap Hunze en Aa's

Waterschap Drents Overijsselse Delta

Waterschap Vechtstromen

Waterschap Vallei en Veluwe

Waterschap Rijn en IJssel

Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden

Waterschap Amstel, Gooi en Vecht

Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier

Hoogheemraadschap van Rijnland

Hoogheemraadschap van Delfland

Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard

Waterschap Rivierenland

Waterschap Hollandse Delta

Waterschap Brabantse Delta

Waterschap De Dommel

Waterschap Aa en Maas

Waterschap Limburg

Waterschap Zuiderzeeland

Rijkswaterstaat

Commissarissen van de Koning:

Provincie Zeeland

Provincie Zuid-Holland

Provincie Noord-Holland

Provincie Friesland

Provincie Groningen

Provincie Brabant

Geïnteresseerde partijen

Deltares

Ecoshape

STOWA

Bosch Slabbers

LOLA

Kuijper Compagnons

One Architecture

Hydrologic

Aveco de Bondt

Fugro

KPMG

TU Delft

Erasmus universiteit

Universiteit Utrecht

Wageningen Universiteit & Research

SWECO

HKV Lijn in Water



Geodon
Blue21
Vrije Universiteit Amsterdam
Universiteit Twente
Tygron
Viktor
Gemeente Dordrecht
Nelen & Schuurmans
Royal Haskoning DHV
Studio Hartzema
HAN University of Applied Sciences
Blue Energy Concepts
Stichting Nieuw Holland
Zee Plaats Werk Lan
NIOZ
Gemeente Rotterdam
The Green Village
BZ Ingenieurs & Managers
Slow Mill, Hogeschool van Rotterdam
Hogeschool van Amsterdam
HZ University of Applied Sciences
Platform 31
PWC
ABN AMRO
NWB Bank
Nationale Nederlanden
Vereniging van Waterbouwers
Achmea
NPRC
Rode Kruis
Port of Rotterdam
Rabobank
TAUW
Provincie Zeeland
Gemeente Almere
Verbond voor Verzekeraars
Kenniscommunity Oosterschelde
Unie van Waterschappen
Het College van Rijksadviseurs
Programmabureau Zuidwestelijke Delta
Resilient Delta
Nederlandse Vereniging van Banken
De Nederlandsche Bank
Witteveen + Bos
A.S.R
De Topsector Water en Maritiem
De TKI Deltatechnologie
Smart Port
Programmadirectie Kernenergie
Vereniging Nucleair Nederland



Tennet
Thorizon
ULC-Energy
BAM Groep
Port of Amsterdam
Vereniging van Kust en Oeverwerken
Vereniging Bouwend Nederland
VolkerWessels
Strukton
TBI Holdings
Dura Vermeer
Koninklijke Boskalis
Koninklijke Van Oord
Koninklijke Heijmans
Ballast Nedam
Prorail
Nederlandse Spoorwegen
Tata Steel
Luchthaven Schiphol
Rotterdam The Hague Airport
Covra
ING Bank
Koninklijke Shell Groep
Vereniging van Beleggers
Spoorwegpensioenfond
ING Pensioenfond
Stichting Shell Nederland Pensioenfond
ABN AMRO Pensioenfond
Rabobank Pensioenfond
Stichting Bedrijfstakpensioenfond voor de Grafische Bedrijven
Pensioenfond Vervoer
PME Pensioenfond Metaal Elektro
Stichting Bedrijfstakpensioenfond voor de Bouwnijverheid (BPF Bouw)
Pensioenfond Metaal & Techniek (PMT)
PFZW Pensioenfond Zorg en Welzijn
ABP
Pensioenfond Zorg en Welzijn
Redactie NOS journaal
Redactie RTL Nieuws
Het Algemeen Dagblad
De Telegraaf
NRC Handelsblad
De Volkskrant
De Ingenieur
Land en Water
H2O
Koninklijke Horeca Nederland (KHN)
Vereniging van Recreatieondernemers Nederland (Recron)
Nederlandse Vissersbond
Natuurmonumenten



Waddenvereniging
Arcadis
Antea Group
Bilfinger Tebodin

Bijlage 1 Natuurlijke en extra klimaatverandering en natuurlijke en extra broeikasgassen

Inleiding

Zoals in de hoofdtekst aangegeven ben ik geen klimaatwetenschapper. Daarom heb ik in deze bijlage ook aandacht gegeven aan deze aspecten. Vanwege het begrijpen wat er (is) gebeurt(d). Maar ook omdat er vele voor- en tegenstanders zijn, bijvoorbeeld de maatregelen tegen de extra menselijk/industriële koolstofdioxide (CO₂-) uitstoot. Waar opportuun heb ik na bestudering van de door mij doorgenomen literatuur ook *mijn perceptie hiervan in cursieve tekst aangegeven. Deze perceptie heb ik aan het einde van deze bijlage gegeven.*

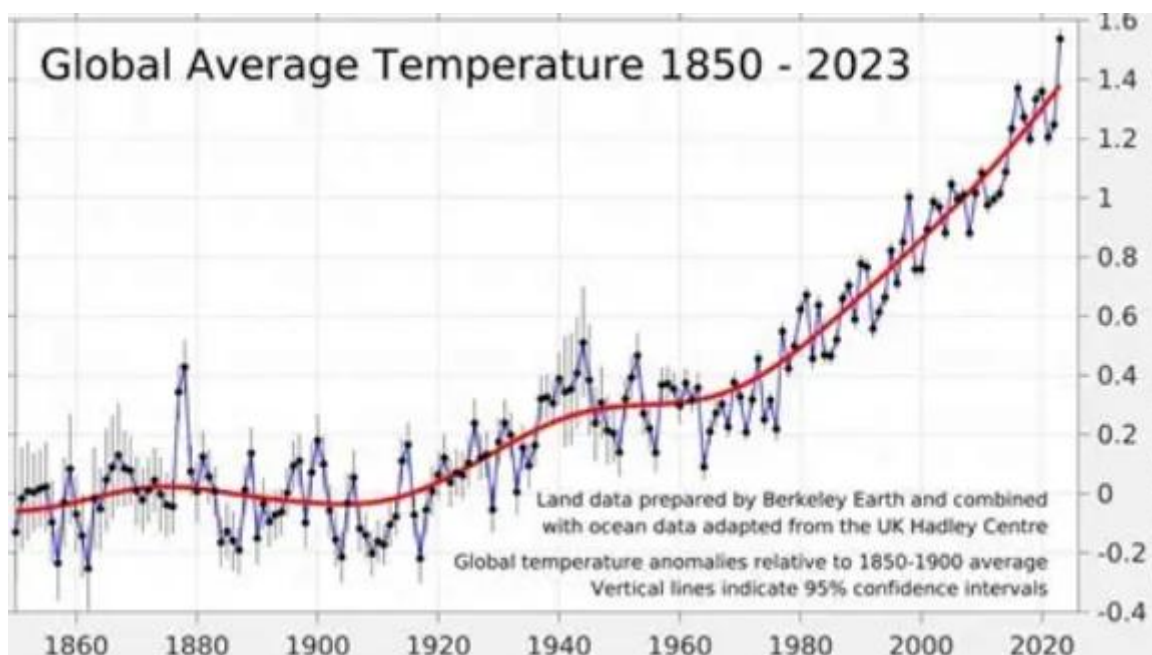
Voor een goed begrip in deze bijlage, er is/zijn:

1. Een natuurlijke en extra c.q. versterkte klimaatverandering,
2. Natuurlijke en extra broeikasgassen, en
3. Een natuurlijk en extra c.q. versterkt broeikaseffect.

Deze bijlage geeft ook een verkorte beschrijving van een aantal wereldse processen, zoals natuurlijk broeikaseffect, fotosynthese, koolstofkringloop en waterkringloop. Tenslotte wordt in deze bijlage voornamelijk gefocust op de broeikasgassen koolstofdioxide en waterdamp.

Klimaatverandering

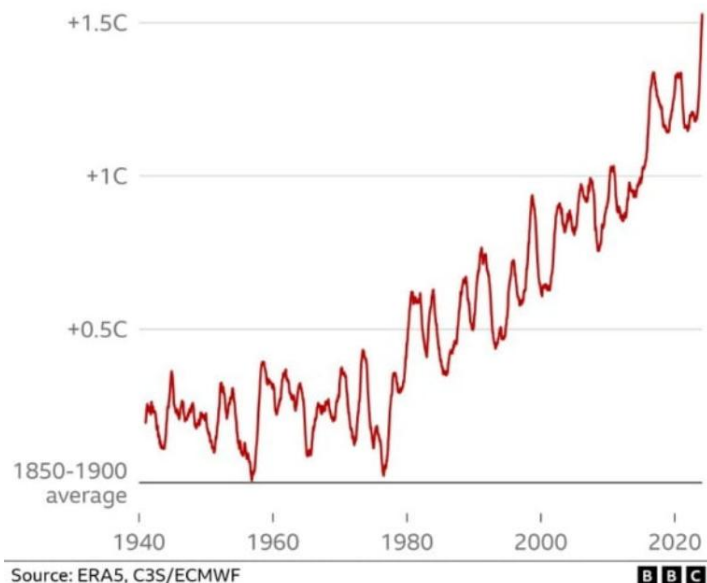
De wereldwijde temperatuur is sinds 1850 gemiddeld gestegen met 1,5 graad Celsius, zie onderstaande illustraties. Deze temperatuurstijging wordt door klimaatwetenschappers geweten aan de menselijke/industriële invloed vanaf de (pre-)industriële ontwikkeling (vanaf ongeveer 1750).



Gemiddelde wereldse temperatuurstijging ((bron: Fity club, 2024)

Temperature rises pass 1.5C for full year

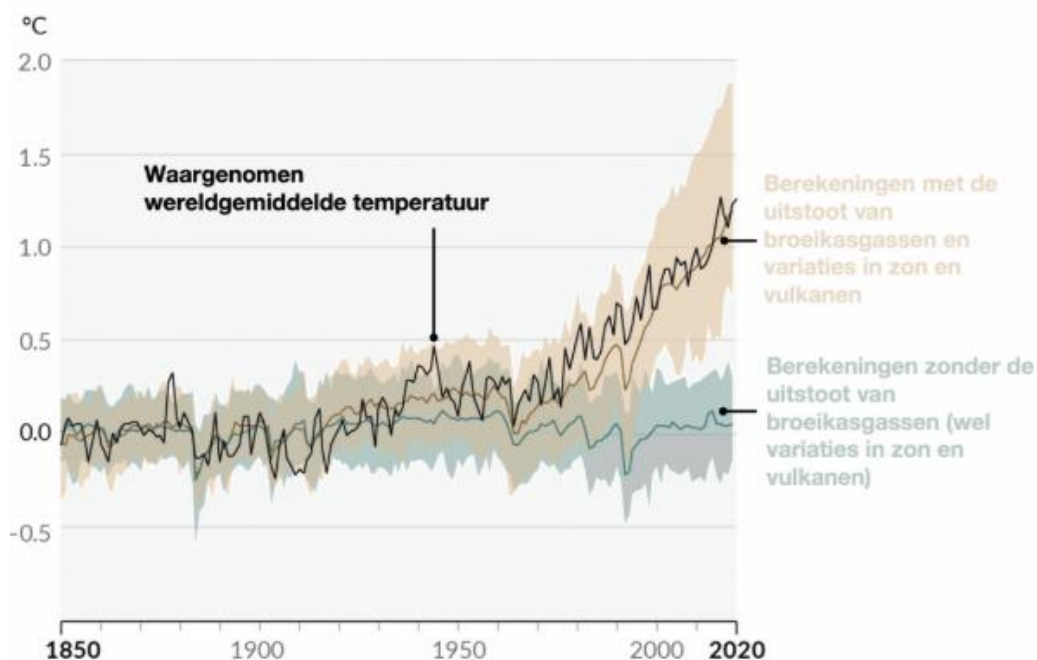
Average global air temperature compared with pre-industrial levels, running average of 365 days



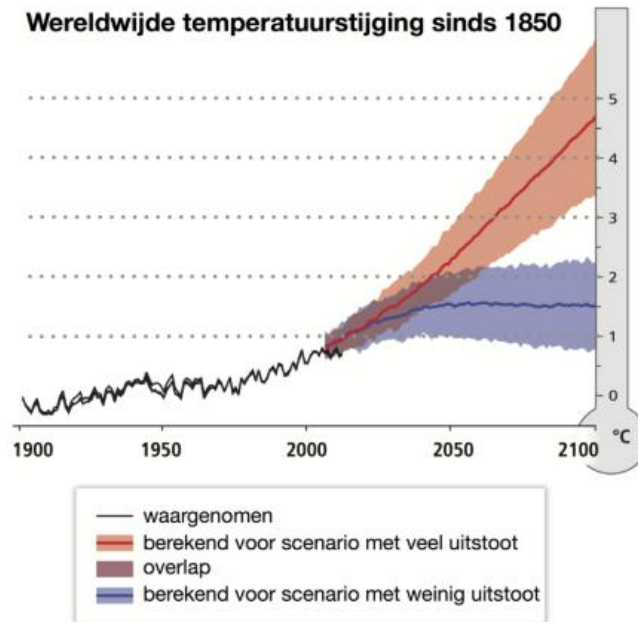
Gemiddelde wereldse luchttemperatuur (bron: NoodweerBenelux, 3 maart 2024)

Natuurlijke oorzaken kunnen de gemeten opwarming niet verklaren

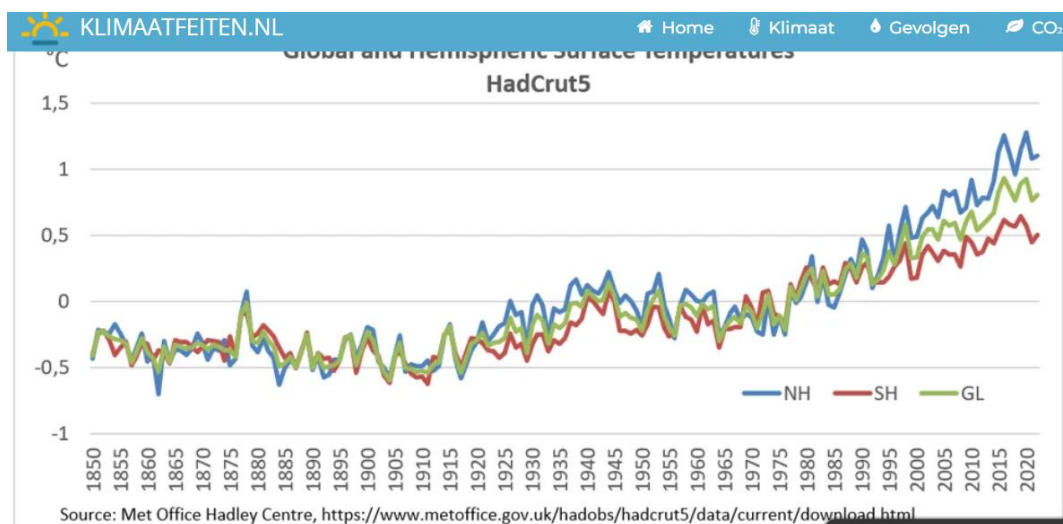
De toename in broeikasgassen kan de gemeten opwarming wel verklaren



Waargenomen wereldgemiddelde temperatuur (bron: KNMI, 25-10-2024)



Wereldwijde temperatuurstijging sinds 1850 (bron IPCC, 2017)



Afbeelding 1: Wereldtemperatuur over de afgelopen 170 jaar. De grafiek is gebaseerd op de gegevens van [HadCRUT5](https://www.metoffice.gov.uk/hadobs/hadcrut5/data/current/download.html), een wereldwijde temperatuurgegevensset van temperatuurafwijkingen van over de hele wereld. Het is goed te zien dat de temperatuur op het noordelijk halfrond sinds 1990 sneller is gestegen dan op het zuidelijk halfrond

Gemiddelde wereldtemperatuur, ook op het noordelijk en zuidelijk halfrond (bron: Kennisplatform Klimaat)

Het is frappant - zie bijvoorbeeld de laatste grafiek - dat tijdens de 2^e wereldoorlog ook sprake is geweest van een stijging van de temperatuur, waarna de temperatuur weer daalde. In de door mij gelezen literatuur wordt dit niet geadresseerd. Ook na ongeveer 2014 is een stijging te zien. *De vraag komt dan op of oorlogshandelingen, zoals die er toentertijd met name op het noordelijk halfrond waren en nog zijn, met veel uitstoot van mij niet bekende gassen, ook de oorzaak waren dan wel zijn van deze temperatuurswisselingen.*

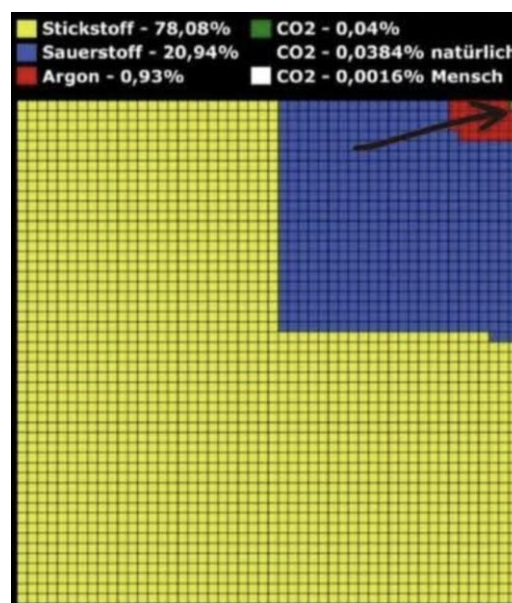
Natuurlijke gassen en natuurlijke broeikasgassen in de atmosfeer

De in de atmosfeer voorkomende natuurlijke gassen staan in onderstaande tabel aangegeven.

Droge atmosfeer	
N ₂ Stikstof	78,08%
O ₂ Zuurstof	20,95%
Ar Argon	0,93%
CO ₂ Koolstofdioxide	0,038%
Sporengassen	
Ne Neon	0,0018%
He Helium	0,00052%
CH ₄ Methaan	0,00022%
Kr Krypton	0,0001%
N ₂ O Lachgas	0,00005%
H ₂ Waterstof	0,00005%
Xe Xenon	0,000008%
Overige	0,001%
Niet in droge atmosfeer	
H ₂ O Waterdamp	0% tot 7%

Gassen in de atmosfeer (bron: Wikipedia)

Stikstof en zuurstof komen dus voor meer dan 99% voor in de atmosfeer en deze gassen zijn onschadelijk respectievelijk van levensbelang voor het leven op aarde. Een illustratie van



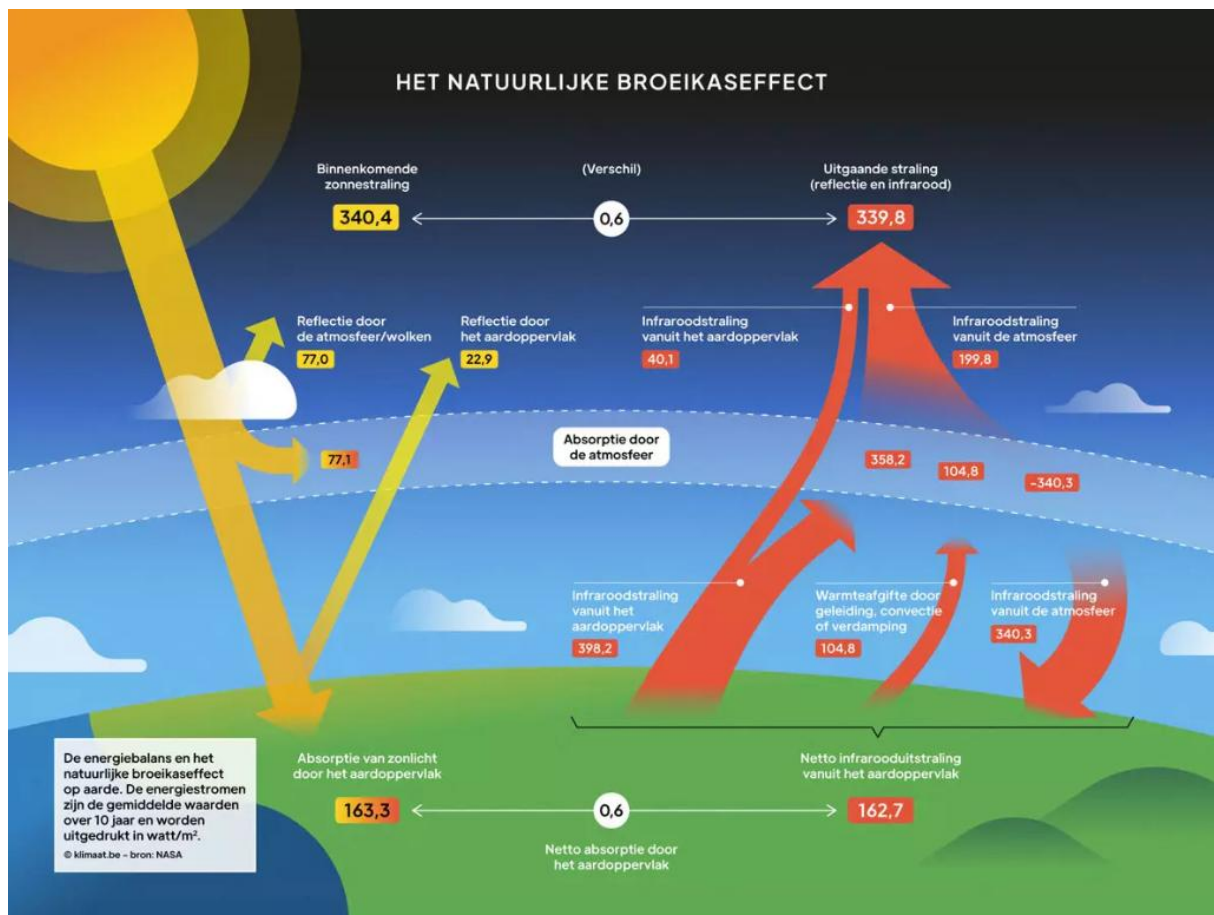
Illustratie voorkomen in de atmosfeer van de eerste 4 gassen in voorgaande tabel (bron: niet bekend)

de verhoudingen tussen de eerste 4 in voorgaande tabel genoemde natuurlijke gassen is hierboven gegeven.

De belangrijkste natuurlijke broeikasgassen in de atmosfeer zijn waterdamp (H₂O), koolstofdioxide (CO₂), methaan (CH₄) en lachgas (en ozon, dat niet in de bovenstaande lijst staat). Door een deel van het zonlicht te absorberen, van de door de aarde uitgestraalde c.q. teruggekaatste warmte vast te houden en om vervolgens deze warmte in alle richtingen weer af te geven, zijn natuurlijke broeikasgassen de voorwaarden voor het leven op onze aarde. Ze dragen bij aan het vasthouden van warmte in de atmosfeer en daarmee aan het in stand houden van de evenwichtstemperatuur. Dit wordt het natuurlijk broeikaseffect³⁵ genoemd.

³⁵ Anders gezegd: doordat bijvoorbeeld (natuurlijke en extra) koolstofdioxide infrarode straling absorbeert, vermindert het de uitstraling naar de ruimte van zonnewarmte die de aarde bereikt. Dit wordt het broeikaseffect genoemd, omdat in een kas een vergelijkbaar effect optreedt: kortegolfstraling kan naar binnen waar ze wordt omgezet in langegolfstraling, die niet meer kan ontsnappen.

Het broeikaseffect dat zij veroorzaken is dus een natuurlijk verschijnsel, zie onderstaande illustratie.



Het natuurlijk broeikaseffect (bron: Klimaat.be)

Naast de genoemde natuurlijke broeikasgassen in de atmosfeer zijn er ook industriële extra broeikasgassen, zoals gefluoreerde koolwaterstoffen, zwavelhexafluoride en stikstoftrifluoride.

De bronnen van broeikasgassen zijn dus natuurlijke en door de mens/industrie veroorzaakte extra uitstoot van broeikasgassen. De door de mens/industrie veroorzaakte uitstoot is met name afkomstig uit de sectoren energie (25%), landbouw en veeteelt (20,4%), industrie (18%) en transport (14%), maar ook gassen die gebruikt worden in de gezondheidszorg leveren een bijdrage. Zo is het effect van bijvoorbeeld het narcosemiddel desfluraan maar liefst 3714 maal zo sterk als dat van koolstofdioxide.

Een natuurlijke bron van CO₂ zijn bijvoorbeeld vulkanen. Een biologische bron van methaan zijn bijvoorbeeld anaerobe bacteriën in moerassen. De concentraties en de uitstoot van broeikasgassen worden wereldwijd gemeten en bijgehouden door meetstations.

Typering broeikasgassen

Door menselijke activiteiten is de concentratie van een aantal van de voornoemde natuurlijke broeikasgassen toegenomen en zijn ook een aantal synthetische stoffen in de atmosfeer terecht gekomen, wat het natuurlijke broeikaseffect versterkt en de aarde extra opwarmt. De mate waarin een bepaalde hoeveelheid broeikasgas kan bijdragen aan het broeikaseffect



wordt het opwarmingsvermogen³⁶ (ten opzichte van CO₂, met CO₂ gesteld op een factor 1 GWP (global warming potential)) genoemd. De typering van de belangrijkste natuurlijke en industriële broeikasgassen is als volgt:

- **Koolstofdioxide (CO₂):** Dit ontstaat bij de natuurlijke afbraak van plantaardig of dierlijk materiaal, maar wordt ook opgenomen door planten in de fotosynthese (omzetting van CO₂ en water tot suikers onder invloed van zonlicht). Dit gas wordt echter ook door menselijke activiteiten geproduceerd, voornamelijk bij:
 - de opwekking van energie, door verbranding van fossiele brandstoffen (steenkool, aardolie en aardgas),
 - ontbossing, vooral in de tropen voor omschakeling naar landbouw (door platbranden),
 - industriële processen, zoals de productie van cement en kalk,
 - activiteiten in de petrochemie en de metaalnijverheid.De CO₂-concentratie is sinds 1750 met meer dan 45 % gestegen. Dit gas heeft van alle broeikasgassen het grootste aandeel in het extra broeikaseffect (meer dan 50%). Mensen en (zoog)dieren stoten via de ademhaling ook CO₂ (en H₂O) uit en de wereldbevolking is sinds 1750 fors, 8-voudig, toegenomen. Dit zal ook het geval zijn voor (zoog)dieren³⁷ zijn. Op CO₂ wordt hierna teruggekomen.
- **Methaan (CH₄):** Dit gas ontstaat bij de ontbinding van plantaardig materiaal in vochtige gebieden. Iets meer dan de helft van de totale uitstoot is afkomstig van menselijke activiteiten, voornamelijk bij:
 - de landbouw en veeteelt (in rijstvelden, door darmgisting bij herkauwers, het gebruik van mesthopen en drijfmest),
 - de behandeling van huishoudelijk afval (storten en compostering),
 - de exploitatie en distributie van aardgas (lekken, onvolledig of niet verbrand gas).De concentratie van methaan is sinds 1750 met zo'n 150% gestegen en is verantwoordelijk voor ongeveer 20% van het broeikaseffect. Dit gas is veel krachtiger dan CO₂ (28 GWP keer hoger opwarmend vermogen), maar komt in kleinere hoeveelheden dan CO₂ voor.
- **Lachgas (N₂O):** De uitstoot van lachgas door menselijke activiteiten is afkomstig van:
 - de landbouw (het gebruik van stikstofhoudende meststoffen),
 - de chemische industrie (bijvoorbeeld de productie van salpeterzuur),
 - de verbranding van fossiele brandstoffen voor huisverwarming en transport.De huidige concentratie is ongeveer 16% hoger dan in 1750. Het gas is verantwoordelijk voor ongeveer 6% van het broeikaseffect en is 273 GWP keer hoger qua opwarmend vermogen dan CO₂, maar komt in veel kleinere hoeveelheden dan CO₂ voor.
- **Waterdamp (H₂O):** Dit ontstaat door verdamping van water op het aardoppervlak en is het meest voorkomende broeikasgas in de atmosfeer (0 - 7%), zie voorgaande tabel). Het gehalte aan water in de atmosfeer is sterk wisselend. Het komt voor als

³⁶ Aardopwarmingsvermogen is een aanduiding voor de mate waarin een broeikasgas kan bijdragen tot de klimaatopwarming. De internationaal gebruikte afkorting is GWP (global warming potential). Het is een relatieve maat, die het aardopwarmingsvermogen van een broeikasgas aangeeft vergeleken met dat van koolstofdioxide (CO₂); meer bepaald, het opwarmingsvermogen in een periode van 100 jaar van 1 kg van het gas ten opzichte van 1 kg CO₂.

³⁷ Wetenschappers schatten dat er wereldwijd ongeveer 8,7 miljoen dierlijke soorten zijn. Dit omvat zowel bekende als onbekende soorten. Tot nu toe zijn ongeveer 1,5 miljoen soorten beschreven. De resterende 7,2 miljoen soorten wachten nog op ontdekking. Verschillende dieren leven in verschillende habitats en de meeste dieren leven in specifieke gebieden. Hun aantal hangt af van hun omgeving. Een paar voorbeelden:
In de oceanen zwemmen ongeveer 230.000 bekende vissoorten.
Op het land vinden we meer dan 5.500 zoogdiersoorten.
In de lucht vliegen ongeveer 10.000 verschillende vogelsoorten.
In de insectenwereld zijn er naar schatting 10 miljoen soorten.



gas in de vorm van waterdamp, als vloeistof (condens) in de vorm van mist, terwijl wolken (condens of ijskristallen) en neerslag (regen, sneeuw, hagel) als vloeibaar of als vast water kunnen voorkomen. Water heeft een grote invloed op de energiebalans in de atmosfeer en speelt, naast voornoemde broeikasgassen, een rol bij het broeikaseffect, dat warmte vasthoudt. Water en waterdamp spelen, door middel van verdamping en condensatie, ook een belangrijke rol bij het warmtetransport tussen verschillende luchtlagen, en door luchtstromingen bij het warmtetransport van warmere delen op aarde naar koelere streken.

De hoeveelheid waterdamp in de atmosfeer is sterk afhankelijk van plaats en omstandigheden. Bovendien worden waterdamp en wolken door de wind en de atmosferische circulatie over kortere en langere afstanden verplaatst. Waterdamp is het belangrijkste broeikasgas en verantwoordelijk voor ongeveer 80% tot 90% van het totale broeikaseffect op aarde en heeft een significant aardopwarmingsvermogen, (waterdamp heeft evenwel geen GWP-cijfer). Waterdamp speelt dus een cruciale rol in het natuurlijk broeikaseffect. Het absorbeert en herdistribueert warmtestraling in de atmosfeer, wat bijdraagt aan het vasthouden van warmte.

De mens kan het voorkomen van waterdamp (nauwelijks) niet beïnvloeden. Op waterdamp wordt hierna teruggekomen.

- Ozon (O_3): Dit is van nature aanwezig in de stratosfeer (op 10 - 15 km hoogte), waar het de aarde beschermt tegen schadelijke UV-straling. De verlaagde concentraties van ozon op deze hoogte (het zogenaamde ozongat) wordt veroorzaakt door ozonafbrekende stoffen van menselijke oorsprong, zoals een aantal gefluoreerde koolwaterstoffen (bijvoorbeeld drijfgassen uit spuitbussen). Ozon wordt echter ook gevormd in de troposfeer (de menselijke leefomgeving) door een chemische reactie - onder invloed van sterk zonlicht - tussen stoffen afkomstig van luchtvervuiling. Ozon is een zeer reactief gas, is schadelijk voor de gezondheid en heeft een negatieve impact op de productie van landbouwgewassen. Op deze hoogte veroorzaakt ozon een verhoogd broeikaseffect.

De volgende gassen zijn industriële (synthetische) gassen, die ook bijdragen aan het broeikaseffect.

- Gefluoreerde koolwaterstoffen (CFK's, HCFK's, HFE's, HFK's, PFK's). Deze gassen - doen dienst als koelvloeistof (koelkasten en airconditioning), solvent (onder meer voor de schoonmaak van elektronica), brandblusmiddel en worden gebruikt in de productie van aluminium en kunststofschuim, - absorberen heel sterk de infrarode straling en zijn scheikundig erg stabiel, waardoor ze een belangrijk aandeel in het broeikaseffect voor hun rekening nemen. Ze hebben een tussen de 10 en 14.800 GWP hoger opwarmend vermogen dan CO_2 , maar komen in zeer kleine hoeveelheden voor. CFK's en HCFK's zijn verantwoordelijk voor de afbraak van de stratosferische ozon (op grote hoogte) en zijn verboden door het Protocol van Montreal (1987). De vervangproducten (HFK's) zijn niet schadelijk voor de stratosferische ozonlaag, maar hebben wel een effect als broeikasgas.
- Zwavelhexafluoride (SF_6): Dit gas wordt gebruikt in transformatoren en dubbel glas (geluidsisolatie) en wordt in zeer kleine hoeveelheden geproduceerd. Echter dit gas absorbeert het infrarood zeer sterk, heeft een opwarmend vermogen 25.200 GWP keer hoger dan dat van CO_2 en is scheikundig gezien zeer stabiel.
- Stikstoftrifluoride (NF_3): Dit is een kleurloos, geurloos, niet ontvlambaar maar toxisch gas en wordt gebruikt als industriële ontvetter in de productie van LCD-schermen en fotonische cellen. Door het hoog opwarmend vermogen van 17.400 GWP meer



dan CO_2 en de snelle groei van het industrieel gebruik (NF_3 vervangt steeds vaker SF_6), heeft de uitstoot een grotere impact dan oorspronkelijk gedacht.

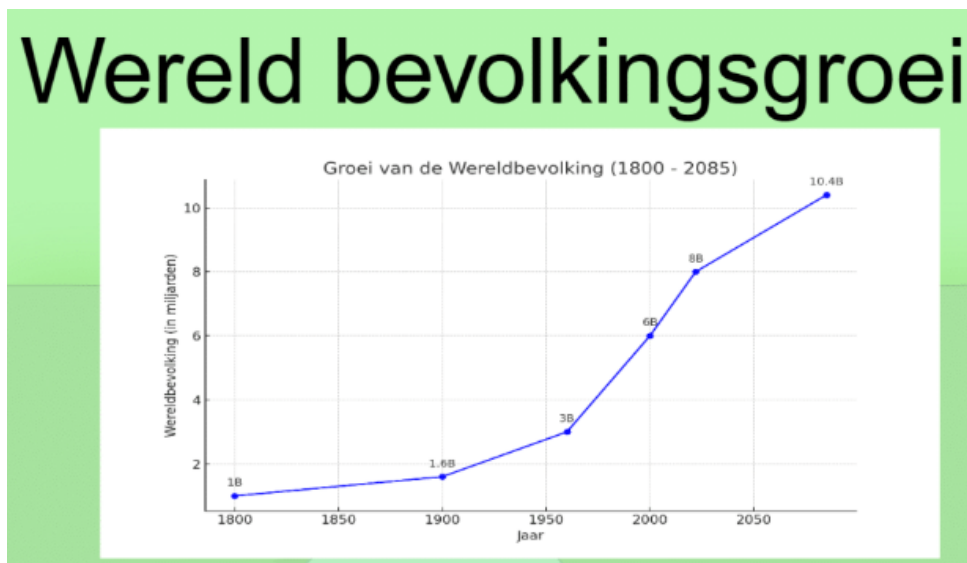
Zonder natuurlijke broeikasgassen, waaronder waterdamp als de belangrijkste, zou de gemiddelde temperatuur op aarde zo'n 33 graden lager zijn: -18°C in plaats van de huidige $+15^\circ\text{C}$.

De warmtestraling die vanaf de zon de aarde bereikt, kan dus door broeikasgassen niet volledig worden tegengehouden en bereikt veelal ongehinderd de aarde. De warmte die door de aarde weer wordt afgegeven, wordt door de broeikasgassen deels geabsorbeerd en weer teruggekaatst naar de aarde. Per saldo wordt het daardoor langzaam warmer op aarde omdat meer warmte binnenkomt dan wordt afgegeven.

Industriële ontwikkeling en wereldbevolkingsgroei

Sinds de (pre-)industriële ontwikkeling (vanaf ongeveer 1750) is door menselijk handelen en de forse toename van de wereldbevolking de hoeveelheid broeikasgassen in de atmosfeer toegenomen. In 1750 leefden er minder dan 1 miljard mensen op de aarde. Thans meer dan 8 miljard en naar verwachting in 2085 meer dan 10 miljard, een vertienvoudiging en dus nog meer CO_2 - en waterdampuitstoot door ademhaling.

Dit alles heeft vanaf 1750 tot nu toe geleid tot het versterkte broeikaseffect en daarmee tot extra opwarming van de aarde, een vorm van extra klimaatverandering. Door metingen en onderzoek is bekend, dat in deze periode door toedoen van de mens (industrialisatie en bevolkingsgroei) - dus door uitstoot van extra broeikasgassen - de extra opwarming van de aarde ongeveer $1,5$ Celsius is geweest.



De demografische ontwikkeling van de wereldbevolking (bron: Biologielessen.nl)

Koolstofdioxide (CO_2 , ook wel koolzuurgas genoemd)

Dit gas draagt voor 4 tot 8% bij aan van het totale natuurlijk broeikaseffect. In zuivere toestand is het een kleurloos en geurloos gas, dat dus van nature in de aardatmosfeer voorkomt.

Een deel van de CO_2 -uitstoot wordt opgenomen door bomen, planten en plankton in de zee. Deze organismen zetten CO_2 om in zuurstof (O_2). De processen hierbij werken als volgt:



Planten en andere autotrofe organismen³⁸ gebruiken koolstofdioxide bij de fotosynthese. Bij deze chemische reactie worden water en koolstofdioxide opgenomen en in glucose omgezet, terwijl zuurstof wordt afgegeven. Voor dit proces is energie nodig, die wordt betrokken uit zonlicht. De zonne-energie wordt als chemische energie vastgelegd in de chemische verbinding glucose. De glucose wordt gebruikt als energiebron of omgezet in andere organische stoffen, bouwstoffen als cellulose en eiwitten, ten behoeve van groei en voortplanting. Zo komt de koolstof uit het koolstofdioxide via fotosynthese terecht in allerlei andere stoffen. In kassen wordt koolzuurgas als een soort bemesting van de planten gebruikt: bij aanwezigheid van meer koolstofdioxide groeien veel planten wat sneller. Ook bij een toename van het koolstofdioxidegehalte op aarde kan de vegetatie sneller groeien.

Zoogdieren (evenals mensen) doen het omgekeerde van wat planten doen: zij ademen zuurstof in voor de 'verbranding' van voedingsstoffen. Bij de verbranding van de vetten en koolhydraten in het lichaam wordt koolstofdioxide en waterdamp geproduceerd, die ze uitademen. De eerder door het zonlicht aan de planten geleverde energie komt tijdens de verbranding van deze voedingsstoffen weer vrij. Dit geldt ook voor de stofwisseling van schimmels.

De bovenstaande wisselwerking tussen planten en dieren vormt de kern van de koolstofkringloop.

Extra CO₂-uitstoot door de mens/industrie en CO₂-metingen

De CO₂-concentratie in de atmosfeer neemt toe. Dit wordt veroorzaakt door menselijke/industriële handelingen - voornamelijk door verbranding van fossiele brandstoffen, maar ook door de mens zelf via de ademhaling - met extra klimaatverandering als gevolg. Uitgeademde lucht door mensen bevat ruim 4% koolstofdioxide, 100 keer zo veel als de ingeademde lucht. De extra uitstoot van CO₂ door deze handelingen geeft de grootste bijdrage aan het versterkte c.q. extra broeikaseffect.

Koolstofdioxide ontstaat bij diverse natuurlijke processen, onder andere bij savanne- en bosbranden, uitstoot door vulkanen, verteringsprocessen in natte oerwouden en mangroven, en komt vrij via CO₂-uitwisseling met de zeeën en oceanen.

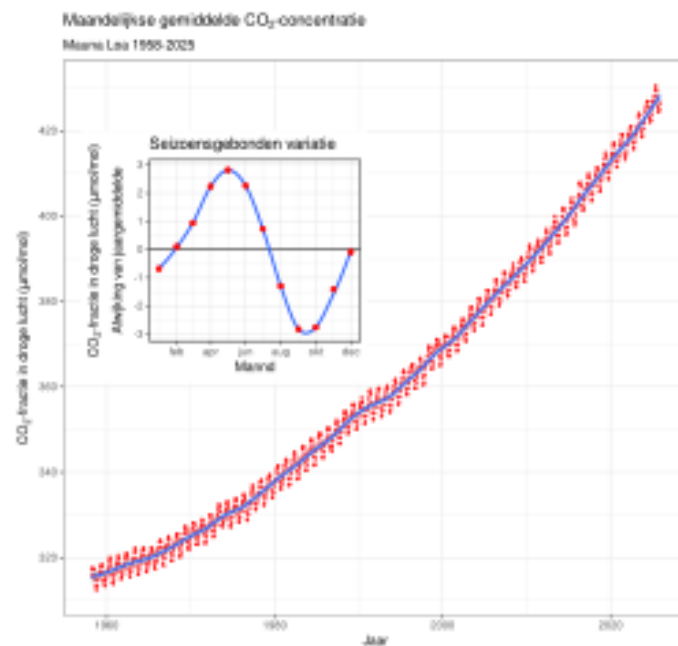
De opwekking van energie, door verbranding van fossiele brandstoffen (steenkool, aardolie en aardgas), is de voornaamste oorzaak van extra uitstoot van CO₂. Deze opwekking is nu voor de mensheid een van de belangrijkste energiebronnen.

De menselijke/industriële CO₂-uitstoot is volgens de huidige wetenschappelijke inzichten bijna 6% van de totale aardse CO₂-uitwisseling. Deze 6% moet door het natuurlijke systeem worden opgenomen om de concentratie CO₂ constant te houden. De belangrijkste processen om vrijgekomen koolstofdioxide weer uit de atmosfeer te verwijderen zijn CO₂-opname door groene planten en opname door de zeeën en oceanen. Omdat er geen netto toename van bossen op aarde is, draagt fotosynthese door groene planten alleen tijdelijk bij aan de verwijdering van koolstofdioxide uit de atmosfeer. De opnamesnelheid van koolstofdioxide in de oceanen en zeeën is daarom bepalend voor de concentratieverandering. Deze opname gaat langzaam, omdat koolstofdioxide wel snel oplost in de bovenste lagen van de oceanen en zeeën, maar er ook weer snel uit wordt afgegeven. Het transport naar diepere waterlagen waardoor koolstofdioxide uiteindelijk echt uit de kringloop zou verdwijnen, duurt echter vele honderden jaren.

³⁸ Autotrofe organismen zijn organismen die in staat zijn om hun eigen voedsel te produceren uit anorganische stoffen. Ze gebruiken CO₂ als koolstofbron en halen hun energie uit zonlicht (foto-autotroof) of uit chemische reacties (chemo-autotroof). Deze organismen vormen de basis van de voedselketen en zijn essentieel voor het produceren van zuurstof en voedingsstoffen.

Van de 6% koolstofdioxide, die de mens/industrie toevoegt aan de natuurlijke kringloop door onder andere het verbranden van fossiele brandstoffen, wordt 2% gecompenseerd door permanente opname in de diepere waterlagen van zeeën en oceanen. De overige 4% hebben sinds het begin van de industriële ontwikkeling geleid tot een stijging van de CO₂-concentratie van ongeveer 280 ppm³⁹ tot pieken boven 410 ppm in 2017. In 2015 doorbrak de gemiddelde concentratie wereldwijd voor het eerst de grens van 400 ppm.

De 4% extra menselijke/industriële CO₂-uitstoot van de totale aardse natuurlijke CO₂-uitwisseling c.q. op een natuurlijk CO₂-voorkomen van 0,038% in de atmosfeer betekent een stijging van het totale CO₂-gehalte in de atmosfeer van 0,00152%. *Deze extra uitstoot van dit gas is dus volgens klimaatwetenschappers verantwoordelijk voor meer dan 50% van het versterkte broeikaseffect.*



Atmosferische koolstofdioxide, gemeten op Mauna Loa, Hawaï

De bekendste metingen van het CO₂-gehalte in de lucht zijn data, afkomstig van het Mauna Loa Observatorium op Hawaï, gepubliceerd door de National Oceanic and Atmospheric Administration (zie voorgaande illustratie), een instelling van de Amerikaanse overheid. Deze gegevens kunnen verschillen van de metingen, uitgevoerd elders op aarde.

De gemiddelde jaarlijkse CO₂-uitstoot per persoon bedraagt wereldwijd ongeveer 4,4 ton. De mensheid stoot daarmee thans jaarlijks ongeveer 36 miljard ton CO₂ uit. De menselijke ademhaling draagt ongeveer 2,5 miljard ton CO₂ per jaar daaraan bij, wat ongeveer 7% van de totale uitstoot vertegenwoordigt. Daartegenover staat dat de industrie thans veel grotere hoeveelheden uitstoot. Alleen de EU-energievoorzieningssector was in 2022 al verantwoordelijk voor 27,4% van alle extra broeikasgasemissies. Deze sectorale emissies omvatten niet alleen CO₂, maar ook methaan en andere schadelijke gassen. Menselijke

³⁹ De betekenis van ppm is parts per million (delen per miljoen). Het is een maat voor de concentratie van een stof in een groter geheel. Een concentratie van 1 ppm betekent dat er één deel van een stof aanwezig is per miljoen delen van het totaal. Ppm wordt vaak gebruikt in de chemie en milieuwetenschappen om de concentratie van gassen of chemicaliën te meten, zoals CO₂ in de lucht.



ademhaling (CO_2 en H_2O) draagt minder bij, maar verhoogt wel cumulatief de concentratie van broeikasgassen in de atmosfeer.

Minder CO_2 -opname door menselijke invloed

Door ontbossing (van regenwouden, bijvoorbeeld in Zuid-Amerika en Indonesië, voor omschakeling naar landbouw) en het verlies van mangrovebossen vindt minder CO_2 -opname door bomen en dergelijke plaats. *Dit zijn zeer grote oppervlakten. Het effect hiervan op het issue klimaatverandering is mij niet bekend en staat ook niet in de literatuur aangegeven. Deze ontbossing en dergelijke telt wel dubbel in dit issue, want door het platbranden van bossen en dergelijke komt wel CO_2 vrij. De bedoelde dubbeling kan wel eens groot zijn.*

Waterdamp (H_2O)

Waterdamp is het belangrijkste natuurlijk broeikasgas in de atmosfeer - verantwoordelijk voor 80 tot 90% van het totale natuurlijk broeikaseffect op aarde - en heeft een significant aardopwarmingsvermogen (water heeft evenwel geen GWP-cijfer). Door de temperatuurstijging die in de laatste honderd jaar is opgetreden, neemt de hoeveelheid waterdamp in de atmosfeer toe en wordt het natuurlijk broeikaseffect extra versterkt. Waterdamp wordt onder de huidige omstandigheden daarom als een complex terugkoppelingsmechanisme beschouwd in het klimaatsysteem.

Het aardopwarmingsvermogen van waterdamp is bijzonder hoog. Wanneer door natuurlijke klimaatverandering de temperatuur stijgt, komt er meer natuurlijk (waterdamp vrij in de atmosfeer. Dit verhoogt de temperatuur verder, wat leidt tot een vicieuze cirkel van opwarming. Dit proces werkt als volgt:

Als op een bepaalde plaats de hoeveelheid waterdamp in de atmosfeer stijgt, dan wordt de lucht daar warmer door de versterking van het natuurlijk broeikaseffect. Dat kan tot gevolg hebben dat er meer water verdampt waardoor de luchtvochtigheid verder toeneemt en het broeikaseffect nog verder wordt versterkt. Dit is een positieve terugkoppeling. Door een hogere atmosferische temperatuur heeft de atmosfeer een hoger dauwpunt waarbij de waterdamp condenseert. Afhankelijk van de omstandigheden kunnen verschillende typen wolken of mist ontstaan of juist verdwijnen. Bij een toenemende hoeveelheid wolken neemt de hoeveelheid zonlicht dat het aardoppervlak bereikt af, waardoor verdere verdamping en temperatuurstijging wordt afgeremd. Doordat wolken het zonlicht reflecteren wordt eveneens minder warmte door de atmosfeer geabsorbeerd. Dit is een negatieve terugkoppeling. De hoeveelheid waterdamp in de atmosfeer is sterk afhankelijk van plaats en omstandigheden. Bovendien worden waterdamp en wolken door de wind en de atmosferische circulatie over kortere en langere afstanden verplaatst.

Zo ook als door de aanwezigheid van extra broeikasgassen, zoals CO_2 , de aarde meer opwarmt, kan dit tot gevolg hebben dat er meer water verdampt waardoor de luchtvochtigheid verder toeneemt, resulterend in extra broeikaseffect.

Waterdamp speelt een centrale rol in de waterkringloop. Deze waterkringloop is een essentieel onderdeel van de warmtehuishouding van de atmosfeer en vormt een erg ingewikkeld niet-lineair dynamisch systeem dat met andere systemen verbonden en vervlochten is. Vanwege de complexiteit van deze systemen is het lastig om door middel van een modelberekening of met behulp van meetapparatuur een gemiddelde waterdampconcentratie van de atmosfeer te berekenen of te meten. De waterdampconcentratie wordt pas sinds de tijd van de satellieten (vanaf ongeveer 1980) met redelijke betrouwbaarheid gemeten. Aangezien de hoeveelheid waterdamp in de atmosfeer invloed heeft op de wolkvorming en de omvang van ijskappen op de polen, die de



temperatuur verlagen, terwijl het als broeikasgas de temperatuur verhoogt, is het moeilijk om het effect van waterdamp op het klimaat onder alle omstandigheden te bepalen.

Bovendien heeft de concentratie van roetdeeltjes en andere verontreinigingen in rookgassen eveneens invloed op wolkvorming. Deze effecten zijn het sterkst in industriële gebieden waar extra broeikasgassen worden geproduceerd. In het geologische verleden hebben vulkanische activiteit en grote natuurrampen de wolkvorming en temperatuur op aarde bepaald. Gegevens over temperatuur en luchtvochtigheid zijn in zulke gevallen ontoereikend om het effect van waterdamp op het weer en het klimaat te bepalen.

De verdeling en de vorm van landmassa's en de daarop aanwezige ecosystemen hebben eveneens invloed op de concentratie van waterdamp in de atmosfeer. Gebergten, woestijnen en savannen hebben meestal het effect dat ze de lucht die eroverheen stroomt uitdrogen, zodat gebieden die erachter liggen droger zijn. Beboste gebieden nemen meestal goed water op en geven gemakkelijk waterdamp af. Tropische regenwouden werken als een buffer voor water. De verdeling van de landmassa en het neerslagpatroon in de omgeving van poolgebieden is medebepalend voor de grootte van de ijskappen.

Geconcludeerd kan worden, dat waterdamp een krachtig broeikasgas is met een significant aardopwarmingsvermogen. Dit gas speelt een centrale rol in het broeikaseffect en de dynamiek van klimaatverandering. De interactie tussen temperatuurveranderingen en waterdampconcentraties is cruciaal voor het begrijpen van de huidige en toekomstige klimaatveranderingen. Door de complexiteit van deze interacties is het belangrijk om waterdamp en zijn effecten op de atmosfeer in overweging te nemen bij het bestuderen van klimaatverandering.

Samenvattend

Ik ben geen klimaatwetenschapper, maar ik vat deze bijlage als volgt samen, *met in cursieve tekst mijn perceptie*.

1. De atmosfeer is een dynamisch systeem en de natuurlijke klimaatverandering is van alle tijden. Het broeikaseffect dat van nature aanwezige broeikasgassen veroorzaken, is een natuurlijk verschijnsel. De 1^e ijstijd is zo'n 2,4 miljard jaar geleden. Hierna zijn er 4 geweest. De aarde zit nu in een interglaciale periode na de laatste 5^e ijstijd, waarbij de aarde de afgelopen 12.000 jaar weer opwarmt.
2. Onderzoek heeft aangetoond dat aan het begin van deze warmere periode het twee keer is voorgekomen dat de wereldwijde zeespiegel met meer dan een meter per eeuw steeg, ook dat de zeespiegel tussen 11.000 en 13.000 jaar geleden met 37,70 meter steeg. Voor het jaar 2300 geeft het IPCC aan dat mondiaal gezien de zeespiegel tussen de 0,3 en 3 m zal stijgen bij lage koolstofdioxide-emissies en tussen de 1,7 en 6,8 m bij hoge emissies. Als rekening wordt gehouden met een mogelijke versnelde smelting van Antarctica kan dit oplopen tot zelfs 15 m. In dit verband heeft het IPCC al gemeld dat de (mondiale) zeespiegel sneller stijgt dan eerder werd aangenomen. Deze stijging is al ook gesignaleerd voor de Noordzee.
Mijn perceptie: Gezien dit punt zijn zeer grote zeespiegelstijgingen dus goed mogelijk, zonder dat bekend is wat de temperaturen op aarde waren.
3. Er is bij klimaatwetenschappers consensus dat gedurende ijstijden de gemiddelde temperatuur op aarde zowel substantieel lager als substantieel hoger is geweest dan nu.
Mijn perceptie: dit ondersteunt het feit dat de natuurlijke klimaatverandering van alle tijden is.



4. De temperatuur van het klimaat wordt sinds de 18^e eeuw systematisch gemeten. Sinds 1850 is de gemiddelde temperatuur op aarde met ongeveer 1,5°C gestegen.
Mijn perceptie:
- *de periode vanaf 1850 is in vergelijking met de voorgaande punten op de geologische tijdschaal erg, dan wel verwaarloosbaar, klein;*
 - *deze temperatuurstijging is veroorzaakt door een deel natuurlijke klimaatverandering en een deel extra klimaatverandering door de menselijke/industriële uitstoot van extra broeikasgassen;*
 - *maar wat is effect van ontbossing (minder CO₂-opname) en platbranden (meer CO₂-uitstoot) van zeer grote oppervlakten regenwouden, het verlies van zeer grote oppervlakten mangrove bossen (minder CO₂-opname), van oorlogshandelingen (meer CO₂-uitstoot en uitstoot van mij niet bekende gassen, met name op het noordelijk halfrond) op deze temperatuurstijging (geweest)?*
5. De temperatuurstijging van 1,5°C wordt door klimaatwetenschappers geweten aan de menselijke/industriële invloed vanaf de (pre-)industriële ontwikkeling, zo vanaf ongeveer 1750. Door deze ontwikkeling is de concentratie van een aantal natuurlijke broeikasgassen toegenomen en zijn ook een aantal synthetische stoffen in de atmosfeer terecht gekomen, wat het natuurlijke broeikaseffect heeft versterkt en de aarde extra heeft opgewarmd. Met name wordt hierbij de extra uitstoot van koolstofdioxide als de oorzaak van de klimaatverandering c.q. extra opwarming van de aarde c.q. het extra broeikaseffect gezien.
Mijn perceptie:
- *zie ook het vorige gedachtestreepje onder punt 4;*
 - *maar ook waterdamp als het belangrijkste natuurlijk broeikasgas dient als oorzaak te worden gezien (waarop de mens evenwel geen invloed heeft), evenals - hoewel met een kleiner effect - de uitademing van de mens (de wereldbevolking is thans 8 keer zo hoog als in 1750) en dier (met aan zekerheid grenzende waarschijnlijkheid ook in veel hogere aantallen dan in 1750).*
6. Waterdamp komt van 0 tot 7% voor in de atmosfeer (tot 185 keer zo veel als natuurlijk CO₂), is verantwoordelijk voor 80 tot 90% van het totale natuurlijk broeikaseffect op aarde en heeft een significant aardopwarmingsvermogen. De hoeveelheid waterdamp in de atmosfeer is sterk afhankelijk van de plaats op aarde en omstandigheden. Bovendien worden waterdamp en wolken door de wind en de atmosferische circulatie over kortere en langere afstanden verplaatst. Door de deels natuurlijke en deels door de mens/industrie geïnitieerde extra temperatuurstijging zal c.q. is er meer waterdamp in de atmosfeer komen/gekomen. Voor elke graad temperatuurstijging kan lucht ongeveer 7% meer waterdamp bevatten. Het daardoor versterkte broeikaseffect door waterdamp is sterker dan de directe invloed van extra uitstoot van koolstofdioxide.
Mijn perceptie: De mens kan het voorkomen van (extra) waterdamp (nagenoeg) niet beïnvloeden.
7. Koolstofdioxide ontstaat bij diverse natuurlijke processen en komt vrij via CO₂-uitwisseling met de zeeën en oceanen. Dit gas draagt voor 4 tot 8% bij aan het totale natuurlijk broeikasgaseffect op aarde, dus veel minder als waterdamp. De extra menselijke/industriële uitstoot van dit gas is verantwoordelijk voor meer dan 50% van het versterkte broeikaseffect. Ook door de ademhaling van mensen en dieren komt koolstofdioxide vrij.
Extra koolstofdioxide ontstaat door menselijke/industriële invloed, zoals de verbranding van koolstofhoudende stoffen, zoals aardolie en aardgas. Dit proces is nu voor de mensheid een van de belangrijkste energiebronnen.



Deze extra CO₂-uitstoot is bijna 6% van de totale aardse CO₂-uitwisseling, waarvan 2% wordt opgenomen door oceanen en zeeën. Het restant van 4% moet door het natuurlijke systeem worden opgenomen om de concentratie CO₂ constant te houden. De belangrijkste processen om vrijgekomen koolstofdioxide weer uit de atmosfeer te verwijderen zijn CO₂-opname door groene planten en opname door, zoals hiervoor al gesteld, oceanen en zeeën.

Koolstofdioxide komt voor 0,038% voor in de atmosfeer.

Mijn perceptie: Het restant van 4% extra menselijke/industriële CO₂-uitstoot van de totale aardse natuurlijke CO₂-uitwisseling c.q. op een natuurlijk CO₂-voorkomen van 0,038% in de atmosfeer betekent een stijging van het totale CO₂-gehalte in de atmosfeer van slechts 0,00152%. Deze extra uitstoot is volgens klimaatwetenschappers verantwoordelijk voor meer dan 50% van het versterkte broeikaseffect.

Het gaat er in dezen niet direct om 'hoeveel' extra CO₂-uitstoot er procentueel gezien in de atmosfeer komt, maar meer om 'wat doet de stof?' om de natuurlijke koolstofcyclus te verstoren c.q. over te belasten en dus in dit geval extra aardse opwarming te veroorzaken. En 'hoe en hoelang' evolueert zich deze verstoring tot er een nieuwe balans in de koolstofkringloop is, maar ook hoe past de natuur en de mens zich hierop aan. In vroegere tijden waren er ook schommelende CO₂-concentraties in de atmosfeer, waarop de natuur en de mens en het dier zich geleidelijk aanpasten. In mijn perceptie dienen klimaatwetenschappers dit beter te duiden.

8. In dit licht bezien worden door diverse landen mitigerende klimaatmaatregelen⁴⁰ genomen tegen de extra uitstoot van koolstofdioxide veroorzaakt door de mens/industrie om de extra opwarming van de aarde dan wel de extra klimaatverandering dan wel het extra broeikaseffect zo veel als mogelijk te voorkomen.

Mijn perceptie: Dit terwijl de natuurlijke klimaatverandering van alle tijden is en het versterkte broeikaseffect door waterdamp sterker is dan de directe invloed van extra uitstoot van koolstofdioxide door de mens/industrie.

9. Door ontbossing van bijvoorbeeld regenwouden en het verlies van mangrovebossen vindt minder CO₂-opname door bomen en dergelijke plaats. Deze ontbossing en dergelijke telt wel dubbel in het issue van klimaatverandering, want door het platbranden van bossen en dergelijke komt CO₂ vrij.

Mijn perceptie: Het effect hiervan op het issue klimaatverandering is mij niet bekend en staat ook niet in de door mij doorgenomen literatuur aangegeven. De bedoelde dubbeling kan wel eens groot zijn.

10. Het is frappant dat tijdens de 2^e wereldoorlog ook sprake is geweest van een stijging van de temperatuur, waarna de temperatuur weer daalde. Ook na ongeveer 2014 is een stijging te zien.

Mijn perceptie: De vraag komt dan op of oorlogshandelingen, zoals die er toentertijd met name op het noordelijk halfrond waren en nog zijn, met veel uitstoot van mij niet bekende gassen, mede de oorzaak waren dan wel zijn van de temperatuurswisselingen. In de door mij gelezen literatuur wordt dit niet geadresseerd.

11. In 1750 leefden er minder dan 1 miljard mensen op de aarde. Thans meer dan 8 miljard en naar verwachting in 2085 meer dan 10 miljard, een vertienvoudiging in vergelijking met 1750 en 25% meer dan nu. Het een en ander zal ook voor

⁴⁰ Klimaatadaptatie en klimaatmitigatie zijn twee strategieën in de strijd tegen extra klimaatverandering, waarbij mitigatie zich richt op het verminderen van de oorzaken en adaptatie op het aanpassen aan de gevolgen.



(zoog)dieren gelden, die met aan zekerheid grenzende waarschijnlijkheid ook in veel hogere aantallen voorkomen dan in 1750.

Mijn perceptie: Meer extra uitstoot van koolstofdioxide en waterdamp is te verwachten. Temeer omdat mens en dier voornamelijk koolstofdioxide uitademen, samen met een kleine hoeveelheid waterdamp en andere gassen.

12. De concentratie van methaan is sinds 1750 met zo'n 150% gestegen en is verantwoordelijk voor ongeveer 20% van het broeikaseffect. Dit gas is krachtiger dan CO₂, maar komt in kleinere hoeveelheden dan CO₂ voor.

Mijn perceptie: Door de opwarming van de aarde, al dan niet door de natuurlijke opwarming, komt door het (deels?) ontdooien van de permafrost, wat al gaande is, meer methaan als broeikasgas in de atmosfeer. Daar kan de mens niets aan doen. Dit is door klimaatwetenschappers nog niet dan wel onvoldoende geduid. Wat zal het effect van het natuurlijk ontstaan van extra methaan in de atmosfeer zijn op het broeikaseffect?

Het lijkt een goede zaak dat mitigerende maatregelen worden genomen om het extra broeikaseffect door extra menselijke/industriële CO₂-uitstoot op de natuurlijke klimaatverandering en het natuurlijk broeikaseffect zo veel als mogelijk te minimaliseren. Er zijn vele voor- en tegenstanders tegen deze maatregelen. Maar een extra CO₂-uitstoot van nul is niet mogelijk, alleen al door de hiervoor vermelde verwachte toename van de wereldbevolking (en (zoog)dieren), wat in 2085 een vertienvoudiging is van de wereldbevolking in 1750. In 2050 klimaatneutraal zijn, is dus niet mogelijk. Echter, nu komt natuurlijk waterdamp in de atmosfeer tot 185 (7/0,038) keer zo veel voor als natuurlijk CO₂ en meer dan 4600 (7/0,00152) keer als door de mens/industrie extra c.q. geïnitieerde CO₂, is waterdamp verantwoordelijk voor 80 tot 90% van het totale natuurlijk broeikaseffect op aarde en heeft waterdamp een significant aardopwarmingsvermogen. De invloed van de mens op het voorkomen van waterdamp is nauwelijks of niet mogelijk. Het versterkte broeikaseffect door waterdamp is hierbij sterker dan de directe invloed van extra uitstoot van koolstofdioxide. Deze invloed is wel mogelijk op de extra CO₂-uitstoot, wat nu ongeveer 0,00152% van de totale hoeveelheid koolstofdioxide op aarde is, maar volgens klimaatwetenschappers wel een versturende invloed heeft op de koolstofcyclus met extra aardse opwarming tot gevolg. Het gaat bij het voorgaande niet direct om de hoeveelheid van een broeikasgas in de atmosfeer in bijvoorbeeld procenten, maar meer om wat het effect⁴¹ van dit gas doet. Maar hoe zit het met het effect c.q. de invloed van waterdamp op de aardse opwarming? Dit aspect dienen klimaatwetenschappers beter te duiden.

Met andere woorden: natuurlijke klimaatverandering met hogere temperaturen en dus het smelten van de ijskappen op de Zuid- en Noordpool en in het hooggebergte zal niet wezenlijk veranderen. Klimaatverandering c.q. het opwarmen van de aarde en dus zeespiegelstijging zijn vaststaande natuurlijke verschijnselen en van alle tijden, zie de punten 1 tot en met 3 hiervoor. De mensheid moet zich hierop aanpassen en indien nodig hiertoe adaptatie maatregelen nemen. Het is zelfs niet bekend hoe hoog de temperaturen op aarde werkelijk (anders dan met klimaatmodellen) zullen stijgen bij alleen natuurlijke klimaatverandering, dus zonder maatregelen tegen extra klimaatverandering als gevolg van de uitstoot van extra door de mens/industrie geïnitieerde koolstofdioxide en extra waterdamp c.q. extra broeikasgassen.

In dit verband lijkt ook nader onderzoek nodig naar de effecten op de klimaatverandering door:

⁴¹ Misschien geen goed voorbeeld, maar een mens kan een infusie krijgen van een behoorlijke hoeveelheid voedingsvloeistof wat goed is, echter niet van een giftige stof waarvan een heel kleine concentratie al dodelijk kan zijn.



- Oorlogshandelingen (zie de temperatuur variaties in voorlaatste grafiek van 1938 - 1945 en na 2014, met name op het noordelijk halfrond).
- Ontbossingen (zie Zuid-Amerika) en het verlies van mangrovebossen (zie Zuidoost-Azië) over zeer grote oppervlakten van de aarde, met als gevolg dus minder CO₂-opnamecapaciteit. Het platbranden van bossen leidt juist tot extra CO₂-uitstoot. Een dubbel effect.
- Wat zal het effect van het natuurlijk ontstaan van extra methaan in de atmosfeer door het ontdooien van de permafrost zijn op het broeikaseffect?
- En niet in de laatste plaats door de verachtvoudiging van de wereldbevolking naar 8 miljard mensen (en (zoog)dieren zeker ook) ten opzichte van 1750 en de te verwachten groei van de wereldbevolking naar 10 miljard mensen (en (zoog)dieren) in 2085.

De effecten hiervan heb ik niet gevonden in de door mij geraadpleegde literatuur. Klimaatwetenschappers dienen voornoemde effecten beter te duiden in relatie tot de menselijke/industriële extra CO₂-uitstoot, maar ook deze uitstoot versus waterdamp als ook een broeikasgas.

Zoals in deze studie beschreven (zie paragraaf 3.3) is het ook nog maar de vraag of het in Noordwest-Europa wel warmer wordt, mogelijk kouder door het stilvallen van de warme Golfstroom. Het onderzoek naar dit fenomeen is volgens mij prioritair.



Bijlage 2 Grondprijzen bij uitgifte poldergrond

Deze bijlage geeft een voorstel voor de te hanteren grondprijzen bij uitgifte van de poldergronden, en ook de totale opbrengst hiervan.

De benodigde 600 km² aan gebied voor woningbouw en bedrijfsactiviteiten en dergelijke kan door inpolderingen worden bereikt. Gefaseerd en gecompartmenteerd de aanleg van de *volledige* Noordzeewering volgend. Dit naar gelang de behoefte. De uitkomst van de voorgestelde business cases kan leiden tot prioritering van de meest succesvolle meeliftkansen. Anderzijds kan de start van de aanleg van de verzilvering van ultieme meeliftkansen al binnen enkele jaren zijn, zie hoofdstuk 16, zonder dat de Noordzeewering al aanwezig is.

In het westen van Nederland variëren de kosten voor bouwgrond voor woningen van € 500 (Noord-Holland, Zuid-Holland, Utrecht) tot meer dan € 1000 (grote steden) per m² en veel hoger en exclusief bijkomende kosten zoals overdrachtsbelasting, notariskosten, kadasterkosten, bouwrijp maken en aansluiting op nutsvoorzieningen.

Vele gemeenten hebben een Grondprijzenbrief waarin het grondbeleid is verwoord. In bijvoorbeeld de gemeente Rotterdam geldt voor 2025 het volgende:

Binnen de categorie maatschappelijke voorzieningen (zoals (sommige) scholen, (sommige) sportaccommodaties, kerken, politiebureaus, brandweerkazernes, welzijnsvoorzieningen) wordt een vaste maatschappelijke grondprijs van € 279 /m² BVO (bruto vloeroppervlak) exclusief btw gehanteerd. Evenzo voor (maatschappelijke) voorzieningen die commercieel worden geëxploiteerd, zoals kinderdagverblijven, praktijken voor fysiotherapie, apotheken, ziekenhuizen, verzorgingshuizen, crematoria of uitvaartcentra. Daarnaast geldt voor tuinen een minimale grondprijs van € 180 /m² BVO exclusief kosten koper. De gemeente hanteert bij gronduitgifte en/of vestiging van zakelijke rechten een minimumbedrag van € 3.000 exclusief btw.

De grondprijzen voor bedrijventerreinen in Nederland zijn afhankelijk van de regio en specifieke omstandigheden. Er zijn aanzienlijke regionale verschillen met lagere prijzen in de noordelijke provincies en hogere in de Randstad.

In onderstaand rekenvoorbeeld wordt geadviseerd uit te gaan van de volgende prijzen voor de gronduitgifte van de poldergronden:

- 1 Voor woningbouw € 500/m² exclusief btw, inclusief bouwrijp maken;
- 2 Voor maatschappelijke voorzieningen € 200/m² exclusief btw, inclusief bouwrijp maken;
- 3 Voor bedrijventerreinen ook € 200/m² exclusief btw, inclusief bouwrijp maken.

Om latere prijsopdrijving te voorkomen, dient bij de gronduitgifte contractueel (via een notariële levering) te worden vastgelegd, dat bij (door)verkoop van de grond de voornoemde uitgifteprijzen nimmer verhoogd mogen worden, met uitzondering van correctie op basis van de inputprijsindex bouwkosten Nieuwbouwwoningen dan wel het inflatiecijfer van de consumentenprijsindex (zoals beiden jaarlijks worden gepubliceerd door het CBS). Mijn advies is om dit ook bij wet te regelen. Dit om speculatie te voorkomen en dus de grondprijzen aantrekkelijk te houden voor (latere) potentiële kopers van woningen en ondernemingen en dergelijke voor bedrijfshuisvesting. Maar ook voor de uitgifte van grond voor bijvoorbeeld de verplaatsing van de luchthaven Schiphol, de aanleg van kern-/thoriumreactoren en de verplaatsing van Tata Steel.



Hierdoor en door het grotere aanbod van grond c.q. ruimte voor Nederland zullen naar mijn inschatting de grond- en huizenprijzen (los van stijging van loonkosten en van materialen) stabiliseren dan wel dalen.

Naar mijn mening lijken de bovengenoemde uitgifteprijzen sterk concurrerende prijzen ten opzichte van de vigerende marktprijzen in het westen van Nederland. Dit om het voor bijvoorbeeld projectontwikkelaars, bouwbedrijven, (op te richten) ondernemingen en bedrijfsverplaatsingen aantrekkelijk te maken om plannen voor woningbouw en bedrijfsvestigingen dan wel industrieën te ontwikkelen. Bij bedrijfsverplaatsingen is het in die zin aantrekkelijk, dat dan bij verkoop van de bestaande bedrijfslocatie een positief saldo overblijft op de grondprijs, ervan uitgaande dat die dan hoger is dan de te betalen prijs voor de grond van een inpoldering. Dit zal stimulerend werken.

Verder moet worden aangetekend, dat - indien zand voor de inpolderingen wordt gebruikt - het bouwrijp maken van de grond minder investering vergt dan te doen gebruikelijk en dat voor laagbouw veelal op staal kan worden gefundeerd (dus geen palen nodig) wat een reductie van ongeveer 10% op de bouwkosten met zich kan meebrengen. Uitzonderingen op dit laatste zijn de fundaties voor zware gebouwen en bijvoorbeeld kern-/thoriumreactoren. Het zal voor laagbouw hierbij nodig zijn om die locaties te kiezen die gelegen zijn op een zeebodem met nagenoeg geen samendrukbare lagen, zoals klei- en veenlagen. Dit volgt uit de resultaten van het voorgestelde grondonderzoek van hoofdstuk 10.

Voor een impuls aan de economische ontwikkeling van de noordelijke provincies kunnen locaties in het binnenmeer van de Waddenzee aantrekkelijk zijn, mits er ook voldoende werkgelegenheid komt (zie een aantal meeliftkansen).

Opbrengst uitgifte grond voor woningbouw

In stedelijke gebieden is de woningdichtheid vaak 60 of meer woningen per hectare, terwijl landelijke gebieden meestal minder dan 25 woningen per hectare hebben. Ervan uitgaande dat wonen tussen de huidige kuststrook en de Noordzeewering aantrekkelijk dient te zijn, ga ik van een dichtheid van 25 woningen/hectare uit. Dit betekent voor 500 km² aan woningbouwlocaties de mogelijke bouw van 1.250.000 woningen voor een 2 persoonshouden als gemiddelde, dus voor 2.500.000 mensen op een oppervlak van stel 300 m², inclusief tuin (stel woonoppervlak is 100 m²).

De uitgifteprijs van de grond bedraagt dan $1.250.000 \times 300 \times 500 =$ **€ 187,5 miljard**

Als metropolen worden ontwikkeld kan de woondichtheid zelfs minstens 60 woningen per hectare zijn. Dat betekent woonruimte voor veel meer dan de genoemde 2,5 miljoen mensen en een veel hogere uitgifteprijs van de poldergrond. De totale opbrengst is dan veel meer dan € 187,5 miljard.

De resterende gronden zijn ruim voldoende voor de aanleg van verkeersinfrastructuur, recreatieve voorzieningen en natuur.

Opbrengst uitgifte grond voor maatschappelijke voorzieningen

Binnen het woonareaal van 500 km² dienen deze voorzieningen te komen. Hierbij heb ik mij als voorbeeld laten leiden door onderstaande tabel, referentie groen-blauw. Bij 1,25 miljoen woningen bedraagt de referentienorm dan $(70+125+3) = 198 \text{ m}^2$. Gesteld 100 XL-winkelcentra zijn nodig, dan is de totaal benodigde oppervlakte meer dan 497.500 m², wat een uitgifteprijs van grond oplevert van $497.500 \times 200 =$ **€ 100 miljoen**



Categorie	Centrum-stedelijk	Gemengd stedelijk	Groen-blauw
Centrum Jeugd en Gezin	Richtlijn		
Voedingsgebied	1 CJG per stadsdeel wordt momenteel gehanteerd		
Buurt/wijk	Referentienorm	Referentienorm	Referentienorm
Maatvoering	50 m ² per 1.000	50 m ² per 1.000	70 m ² per 1.000
1.400 m ²	woningen	woningen	woningen
Club- en buurthuis, wijk- en buurtcentrum, servicepunt XL	Referentienorm		
Voedingsgebied:	125 m ² per 1.000		
Buurt/wijk	woningen		
Maatvoering:			
Club- en buurthuis: 600 m ²			
Wijk- en buurtcentrum /			
Servicepunt XL: 2.500 m ²			
Hulp richting werk en armoede	Referentienorm		
Voedingsgebied:	3 m ² per 1.000 woningen		
Stedelijke voorziening			

Fragment uit Haagse referentienormen maatschappelijke voorzieningen (2021) (bron: Platform31)

Opbrengst uitgifte grond voor bedrijventerreinen

Gesteld dat 70% van het areaal van 100 km² voor deze terreinen wordt uitgegeven aan bedrijven, industrieën en mogelijk ook een nieuwe luchthaven Schiphol en de overige 30% aan infrastructuur en eventueel benodigde havenfaciliteiten, dan levert dat een uitgifteprijs van grond op van

70.000.000 x 200 =

€ 14 miljard

De totale opbrengst aan de uitgifte van grond bedraagt bij voornoemde voorbeelden c.q. aannames dan

ongeveer € 200 miljard exclusief btw