

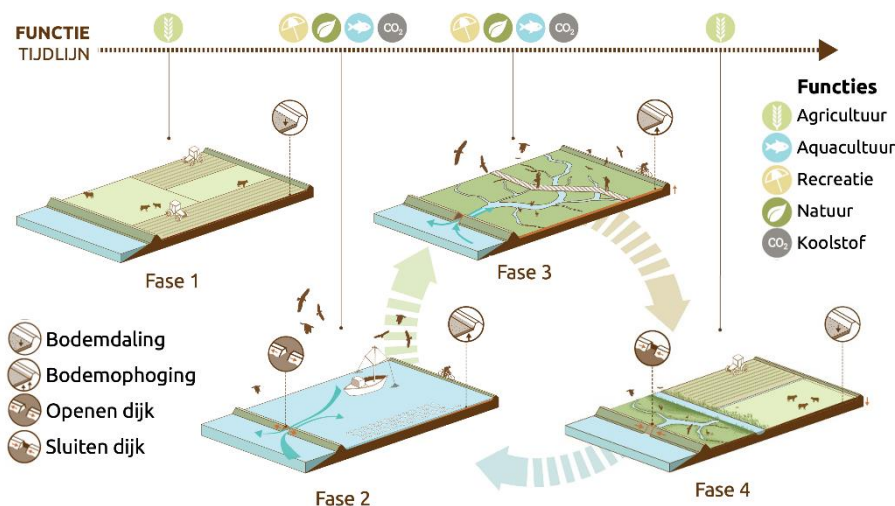
Dubbele dijken als robuuste waterkerende landschappen

2-3-2022

Stand van zaken rondom het dubbele dijken concept met aan het einde van deze notitie een samenvattende flyer.

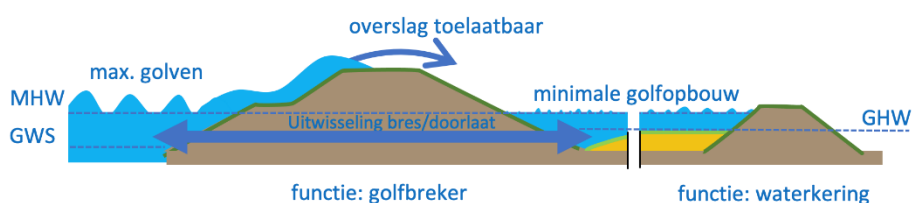
DUBBELE DIJKEN?

In de Zuidwestelijke delta en het waddengebied zorgt zeespiegelstijging ervoor dat het als sterk gerduceerde areaal getijdennatuur op termijn zal verdwijnen. De zeespiegelstijging in combinatie met bodemdaling zullen er ook voor zorgen dat dijken verhoogd en verstevigd moeten worden en verzilting van het land plaatsvindt. Door dubbele dijken met wisselpolders aan te leggen is onstaat een dynamische dijkzone die mee kan bewegen met de stijgende zeespiegel zonder de extra verstevigingen en vermindering van de verziltingsdruk. In de huidige zeedijk wordt dan een opening gemaakt, waardoor eb en vloed weer vrij spel krijgen in het achterliggende land, de wisselpolder. De zee wordt vervolgens tegengehouden door een tweede dijk: een al bestaande voormalige zeedijk, slaperdijk of nieuw aan te leggen tweede dijk. Die kan iets lager en goedkoper zijn dan de huidige zeewering, omdat de ergste kracht dan al uit het water is gehaald achter de eerste dijk.

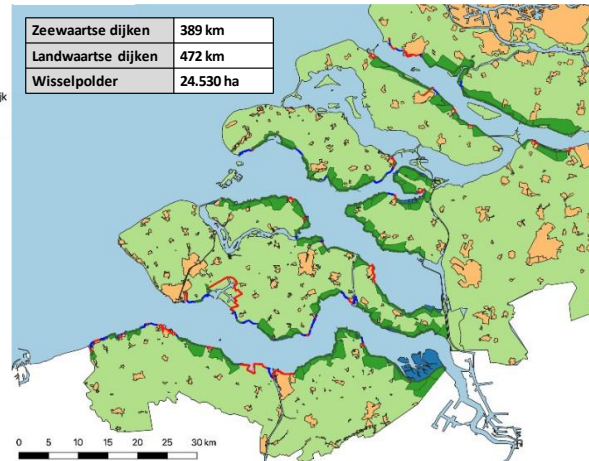


Het land tussen de dijken zal vervolgens langzaam ophogen door het slib dat na iedere vloed achterblijft. Langs de Westerschelde kan dit met gemiddeld drie tot vijf centimeter per jaar zijn. Na een halve eeuw ligt het land tussen de dijken dus tot wel drie meter hoger. In de tussentijd kan er op het groeiende land aquacultuur worden

bedreven, zilte gewassen gekweekt en kan later uiteindelijk weer gewone landbouw worden bedreven op de vruchtbare zeelei. Bovendien zal een deel van de wisselpolders worden ingericht als natuurgebied voor steltlopers en andere plant- en diersoorten die van getijdegebieden afhankelijk zijn. Netto neemt het areaal getijdennatuur fors toe.



Deze aanpak is op veel plekken toepasbaar, het NIOZ heeft dat in kaart gebracht. Op veel plekken zal er voldoende sedimentatie zijn om de zeespiegelstijging voor te blijven. Deze waterkerende landschappen groeien dus mee met de zee. De kostenbatenanalyse laat dan ook zien dat ze op termijn fors goedkoper is dan doorgaan met verhogen en versterken van dijken. En het plaatje is vergelijkbaar met overslagbestendige dijken.



Cost analysis

Mean yearly cost
million euro
over 100 year
1 m slr



Conventional dike



Double dike

	Conventional dike	Double dike
Investments	62	175
Maintenance	1384	311
Agriculture loss	-	13 – 24
Land purchase	-	32
Totale kosten	1446	516 – 527

Naast die gunstige kostenbatenanalyse, geeft een dubbele dijk met wisselpolder ook een enorme stimulans aan de regionale economie. Wat je in zo'n polder investeert, levert via nieuwe gebruiksfuncties zoals zilte teelt, aquacultuur, recreatie in onder andere de ontstane natuur en landbouw een blijvende waardevermeerdering op. Daarnaast bieden de wisselpolders kansen voor het vastleggen van koolstof en stikstof. Deze

waardevermeerdering en aanvullende landschapsfuncties zijn in beeld gebracht en gekwantificeerd.

Alles is terug te lezen op deze website en in het NIOZ-rapport wat daar te vinden is

<https://waterkerendekustlandschappen.flowsproductions.nl/>.

De urgente oproep vanuit WWF is dat het concept van dubbele dijken en waterkerende landschappen snel verder onderzocht moeten worden, niet alleen met deskstudies maar vooral ook middels experimenten, pilots en een dialoog met brede omgeving van stakeholders. Dit soort innovaties vragen heel veel van de samenleving en praktijk om eventueel mainstream te worden en een dijk breed draagvlak te ontwikkelen. Dat kost veel tijd die we maar beperkt hebben. Sowieso niet rondom klimaatadaptatie, maar zeker niet met een oplossing als deze, waarin (semi) natuurlijke opslibbing jaar over jaar de motor vormt; dan telt elk jaar. Om dan in de beleidsafweging en straks besluitvorming dit soort innovaties een eerlijke kans te geven, t.o.v. al bewezen strategieën, moet je ze helpen een inhaalslag te laten maken. WWF staat hier niet alleen in want al eind 2020 verenigde een grote groep partijen zich in de Coalitie Klimaatbestendige kustlandschappen met die oproep

<https://rijkwaddenzee.nl/coalitie-klimaatbestendige-kustlandschappen/>.



PLANINFORMATIE

- Met welk bereik aan zss (.m. in jaar...) is in het plan rekening gehouden?
De opslibsnelheid van de wisselpolders is de bepalende factor, en dat is weer afhankelijk van sedimentaanbod wat voor een aantal bekkens in de Zuidwestelijke Delta heel laag is en dus kunstmatig aangevuld zal moeten worden met de sedimentstrategie. Einde deze eeuw tot 2 meter zeespiegelstijging lijkt dan grofweg haalbaar.
- Hoe biedt het plan veiligheid tegen overstromen? Welke bouwstenen zijn daarvoor nodig?
Wisselpolder en nieuwe tweede dijk samen met huidige primaire dijk vormen een nieuwe kering. Plus sedimentstrategie.
- Hoe biedt het plan een oplossing voor de verzilting van oppervlakte- en grondwater in de kuststrook (50 km breed)? Welke bouwstenen zijn daarvoor nodig?
Door opslibbing wisselpolders verbetert de zoetwaterbuffer en vermindert de verzilting.
- Hoe zorgt het plan voor behoud van het kustfundament (vooroever, strand en duinen), welke bouwstenen zijn daarvoor nodig?
- Geen directe invloed op kustfundament, plan gaat over delta en wadden. Het plan zorgt daar wel voor meer sediment accumulatie en versterking van het 'fundament'.
- Hoe draagt het plan tevens bij aan klimaatadaptatie (wateroverlast, hitte, droogte)?
- Plan draagt bij aan hoogwaterveiligheid en verbetert de zoetwaterhuishouding wat een buffer tegen droogte geeft. Geen bijdrage aan wateroverlast en hitte problematiek.
- Welke belangrijke bouwstenen bevat het plan? **Nader uitwerken nog.**
Dijken, Sterke, doorbraakvrije en overslagbestendige dijken, Dubbele dijken / waker-slaper dijken, Golfbreker, Vooroevers, Lokale Zandsuppleties, Mega Zandsuppleties, Vegetatie, Rivierafvoer aanpassen, omleiden, Rivierafvoer bergen, Peilbeheer (grote wateren, polders, kanalen), Stormvloedkeringen, Polders, Dubbele dijken, Landspiegelstijging, Zilte landbouw, Ondersteunende financiële arrangementen
- Wat zijn de mogelijke gevolgen en meekoppelkansen van deze bouwstenen of oplossing voor:
 - Woningen, nieuwbouw en bestaand – biedt kansen, nieuwe ontwikkellocaties op brede dijken nog niet uitgewerkt
 - Scheepvaart – positief, minder belemmeringen
 - Recreatie (strand en watersport) – positief, meer toegankelijk en aantrekkelijk gebied
 - Landbouw, tuinbouw, veeteelt – positief, bodemverbetering
 - Natuurwaarden (m.n. intergetijdengebieden) – zeer positief
 - Ontwikkeling duurzame energie (aquathermie, wind, zon, stroming, ..) – niet bekeken nog
 - Ontwikkeling infrastructuur en mobiliteit - neutraal
 - Industrie/bedrijvigheid - neutraal
- Benodigde middelen (orde van grootte)
500 miljoen per jaar voor dubbele dijken met wisselpolders, 5 miljoen per jaar voor sedimentstrategie, beide voor de ZWD
- Inschatting van benodigde ruimte (ha of km²) grondverzet (miljoen m³), kosten voor aanleg en B&O
25.000 hectare in de ZWD, kosten zitten in jaarlijkse kosten zoals hiervoor vermeld
- Geschatte duur van planvorming en uitvoering

Kan meteen beginnen, daarna implementeren volgens huidige dijkversterkingsschema of sneller, binnen 30 jaar realiseren anders loopt bodemniveau te ver achter op zeespiegel om nog met 'natuurlijke' opslibbing in te kunnen lopen.

- Maatschappelijke weerstand/draagvlak
Vanuit de landbouw principiële verzet omdat er landbouwgrond tijdelijk verloren gaat. Verder veel draagvlak bij alle mogelijke sectoren. Bij burgers onderzoeken we dat op dit moment.
- Wat zijn de mogelijkheden van een adaptieve en gefaseerde aanpak
Zeer, dit past 100% in aan gefaseerde en adaptieve aanpak. De maatregelen en kosten zijn no regret voor elk klimaatscenario en leveren de minste maatschappelijk schade en laagste kosten.

RECENTE ONTWIKKELINGEN

Verlies intergetijdengebied

WWF heeft in beeld gebracht hoe de trends sinds 1900 zijn met onze getijdennatuur. Nog niet eerder was dat in kaart gebracht. In de afgelopen 400 jaar hebben inpolderingen en afdammingen de zoute en zoete getijdennatuur sterk teruggedrongen. In 1915 was er – Biesbosch niet meegerekend – nog 485 km² platen, slikken en schorren. In 2015 hadden we daar nog 211 km² van over. Dit betekent dat 56% van het intergetijdengebied is verdwenen sinds 1915. En die trend zet door, als gevolg van naijleffecten van vooral eerdere lokale ingrepen en zeespiegelstijging. Inzet is om die trend te keren en het areaal te vergroten want dat is wat uiteindelijk nodig zal zijn voor behoud van tal van soorten afhankelijk van

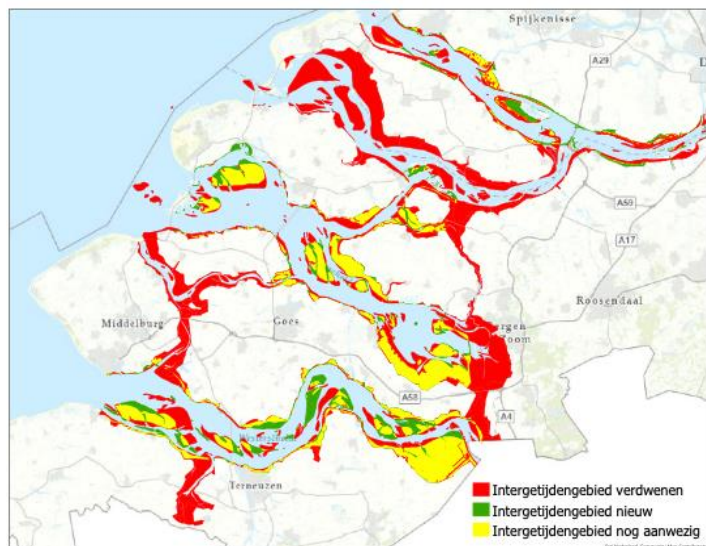


Figure 1. A) Het intergetijdengebied in 1915, met onderscheid tussen begroeide en onbegroeide delen. B) de veranderingen in intergetijdengebied tussen 1915 en 2015 (Bronnen: Bonnekaarten 1910-1920, RWS (2016), Wijzman et al. (2018), Tangelder et al. (2019))

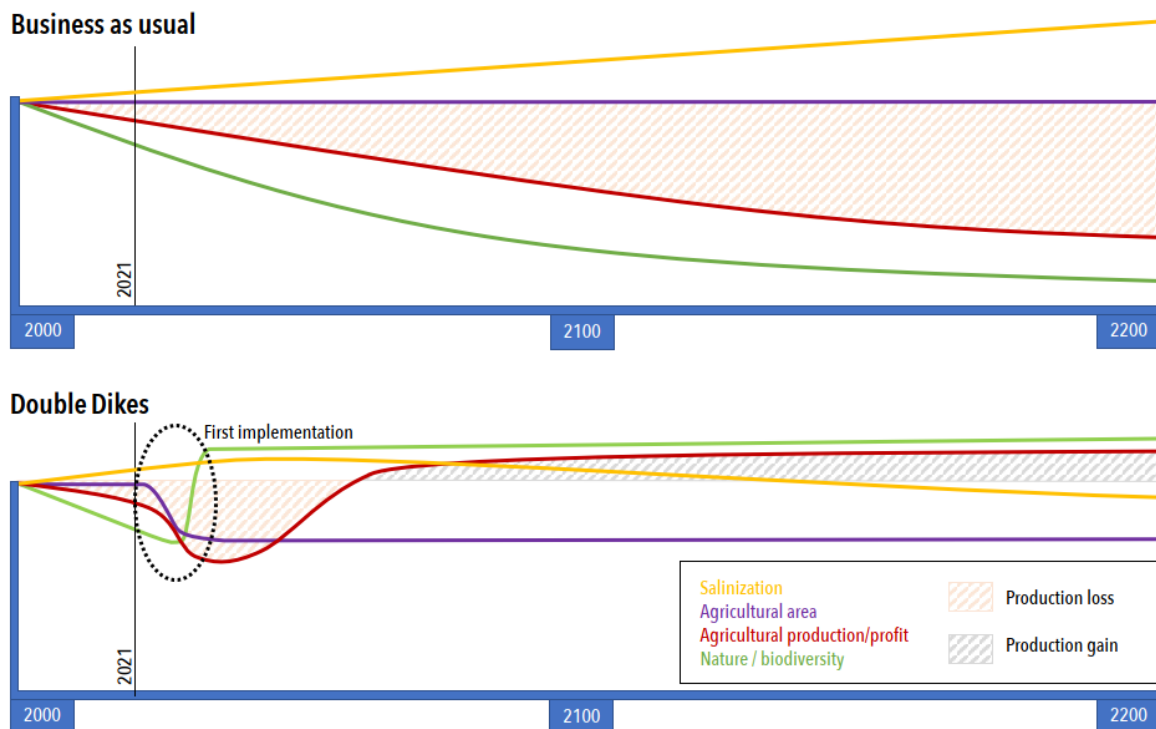
de intergetijdennatuur voor Nederland en/of de wereld. Dat gegeven lijkt vaak niet bekend, waardoor de opgave voor natuur ernstig onderschat wordt. De groene NGO's werken hierom zelf nu aan ecologische streefbeelden om dat inzichtelijk te maken, vanuit de Programmatiese Aanpak Grote Wateren loopt eenzelfde spoor. Eerder verscheen er al een uitgebreide trendstudie en brochure met de bevindingen aangevuld met persoonlijke verslagen van natuurkenners. Verhalen van mensen die de delta van 100 jaar geleden nog kennen, en verhalen van mensen die vandaag de dag regelmatig tot hun enkels door de slotjes waden. Beide zijn hier te vinden: https://www.wwf.nl/globalassets/pdf/wwf_nl_dynamischedelta.pdf

Landbouw

Wisselpolders tussen de dubbele dijken leveren over een periode van 25, 50 of meer jaar meer opbrengst dan wanneer we niets doen. Voortgaande verzilting en bodeminklinking zullen de opbrengsten in de polder fors doen teruglopen. Met Dubbele dijken en wisselpolders neemt welliswaar het totale areaal aan landbouwgrond af maar



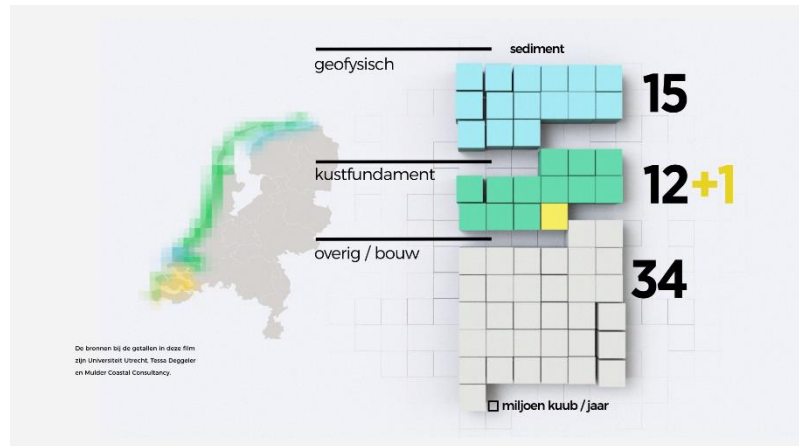
de kwaliteit van de bodem verbetert wel en blijft over de tijd op peil. Deze gedachten willen we verder gaan toetsen. Ook willen we in gesprek met partijen om te onderzoeken welke verdienmodellen er mogelijk zijn voor grondeigenaren die in een waterkerend landschap liggen. En hoe dan de bodemverbetering die optreedt daarin meegewogen kan worden. Bodemverbetering en opslibbing maken het toepassen van wisselpolders in principe ook interessant om overal toe te passen in het kustgebied, niet alleen langs de wateren/oeveren. Opslibpolder of aanwaspolder is dan wellicht een betere benaming.



Sedimentstrategie

De getijdennatuur in de Zuidwestelijke Delta behouden vraagt maximaal een sediment input in de ordergrootte van 10% van het volume van het huidige kustsuppletieprogramma (ook bij opschaling in reactie op zeespiegelstijging): bij de huidige stijgsnelheid is dat 1,3 miljoen m³ sediment per jaar erbij om de getijdennatuur te redden. Als deze hoeveelheid als zand, gewonnen uit de Noordzee, zou worden ingebracht dan lijkt daar voldoende voorraad voor te zijn. In de praktijk zal aan een deel van de sedimentvraag worden voldaan via invang van slib, en worden kansen geboden door het herverdelen van sediment en benutten van baggermateriaal, waarvan het huidige aanbod van zo'n 15 á 20 miljoen m³ per jaar vele malen groter is dan de sedimentvraag. Worden er ook dubbele dijken met wisselpolders aangelegd dan voegt dat een sedimentvraag (voornamelijk slib) toe van zo'n 6,5 miljoen m³ per jaar.

Al met al grove getallen. Maar ze geven een indicatie of dit een spoor is om nader te beschouwen als mogelijke strategie voor klimaatadaptatie in de Zuidwestelijke Delta. De omvang van de getallen lijkt dat te rechtvaardigen, want ze geven aan dat een sedimentstrategie op voorhand niet onrealistisch of onhaalbaar is. Het verdwijnen van onze getijdennatuur en daarmee verbonden soorten kan ermee



voorkomen worden. Daarnaast is werken met sediment adaptief, flexibel en een no-regret maatregel in het kader van klimaatadaptatie. Alle reden om sediment meer in te zetten en tegelijkertijd ruimte voor de natuur te scheppen, onze verzekering en natuurlijke klimaatbuffer voor de toekomst. Alle informatie is hier terug te vinden <https://sedimentstrategie.flowsproductions.nl/>.

Haringvliet 'voorbij de kier'

Al ons onderzoek van de afgelopen naar de mogelijkheden om het Haringvliet weer te herstellen tot een estuarien ecosysteem met getij is gebundeld. Onderdeel hiervan is het toepassen van dubbel dijken met wisselpolders, o.a. ook als berging voor rivierwater, en een sedimentstrategie. Het kennisdocument is hier te vinden <https://www.ark.eu/nieuws/2021/natuurlijke-delta-van-rivier-en-zee-mogelijk-het-haringvliet>.

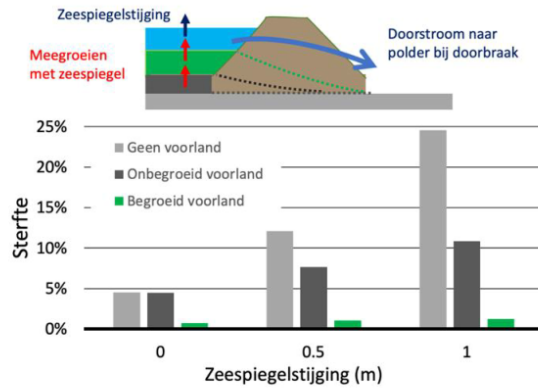
NEXT STEPS

Provincie Zeeland, waterschap, RWS en andere partijen waarinder NIOZ en WWF zijn de het programma '**Samen leren over de weg naar dynamische dijklandschappen: a casestudie in de Westerschelde**' gestart. Hierin wordt technisch vervolgonderzoek naar dubbele dijken gedaan naast een uitgebreid programma waarin de sociaal en economische dimensie verder wordt onderzocht, waaronder veel activiteiten waarbij stakeholders en bewoners actief betrokken worden. In beeld brengen van de wenselijkheid, vorm en locaties voor mogelijke pilots is ook onderdeel van het programma.

Op dit moment werken WWF, ARK en Stroming aan een **gebiedsvisie Haringvliet-Hollands Diep**. Hierin worden dubbele dijken en sedimentstrategie meegenomen. Met de lopende Proeftuin duurzaam sedimentbeheer Rijnmond <https://www.rijkswaterstaat.nl/nieuws/archief/2021/03/proeftuin-sediment-rijnmond-schone-bagger-beter-benutten> doen we ook al proeven met het nuttig toepassen van baggerslib.



Met **verzekeraars** zijn we in gesprek over hun belang en interesse in dubbele dijken en andere nature-based climate solutions zoals ruimte voor de rivier. Veelal lijken die oplossingen namelijk het risico op schade of de omvang van de schade te kunnen beperken. Met dubbele dijken is dat door het NIOZ ook daadwerkelijk in beeld gebracht, dat de gevolgschade significant lager kan zijn (<https://www.nature.com/articles/s41893-020-0556-z>).



Figuur 2.7. De berekende sterfte als gevolg van een dijkdoorbraak in relatie tot de aanwezigheid van een (begroeid) voorland. De aan- of afwezigheid van een (begroeid) voorland bepaalt de grote van de doorstroomopening van het dijkgat en daarmee de het debiet dat de polder in stroomt. In het geval van een begroeid voorland kan het voorland het beste meebewegen met een toenemende zeespiegel en blijft de sterfte beperkt. Hier is de situatie berekend voor een doorstroomopening van 200 m breed (aangepast naar Zhu et al., 2020).

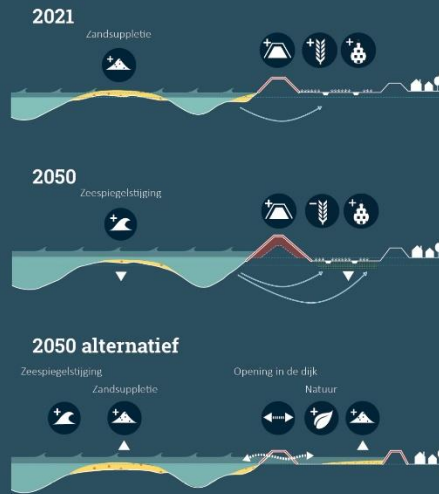
Meer informatie: Bas Roels, broels@wwf.nl

Intergetijden-natuur onder druk

De Nederlandse kust is een dynamisch gebied met waanzinnig gevarieerde en unieke omstandigheden. Vooral de getijdenbekkens in de Waddenzee en de Zuidwestelijke Delta zijn daardoor belangrijk voor allerlei soorten natuur. Met elke eb en vloed zijn hier veranderende omstandigheden. Er zijn gradienten in zout-zout water, diepte, stroomsnelheid van water, sedimenttypes en beschikbaarheid van nutriënten. Intergetijdengebieden, ook wel slikken en schorren, zijn de meest productieve ecosystemen op aarde- zelfs productiever dan een tropisch regenwoud. Door het getij staan ze afwisselend periodes onder water en dan weer droog. Hierdoor bevatten ze voedingsrijk slib, wat zorgt voor een grote biodiversiteit. Ze zijn het thuis van vele vissen en bodemdieren, en daarom ook een cruciale tussenstop voor vele miljoenen trekvogels. Daarnaast functioneren ze als golfbreker voor de kust: zonder deze bufferzone zouden dijken sterker en hoger moeten zijn. Intergetijdengebieden staan onder druk door inpolderingen, afdammingen en zeespiegelstijging. Op de huidige weg is er in 2100 weinig meer van over.

Het verdwijnen van intergetijdengebieden

Op de voorzijde ziet u hoe het intergetijdengebied de laatste eeuw sterk is afgenomen door inpolderingen en afdammingen, en hoe dit verder zal afnemen als we niet ingrijpen. Door afdammingen wordt het getij en de toevoer van sediment geblokkeerd. Er vindt nog wel golfrosie-plaats op de slikken en schorren, maar dat sediment blijft liggen in de geulen. Er is geen nieuw sediment en te weinig energie om dit weer aan te vullen, dus platen verdrinken. Dit is het geval in het Haringvliet-Hollands Diep, Grevelingenmeer, Volkerak, en de Oosterschelde: de natuur verdwijnt. In de Westerschelde is er juist te veel aan dynamiek door de gestroomlijnde, gebaggerde geulen, maar met hetzelfde resultaat.



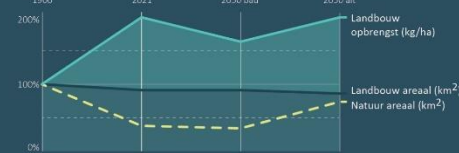
Getij toelaten en sediment suppleren

Verlies van de intergetijdengebieden en bijbehorende ecotopen kunnen we voorkomen door het herstel van de getijdenwerking. Door de dammen weer (deels) te openen, kan de kracht van het water de getijdengebieden in stand houden. Mits daar een sedimentstrategie aan gekoppeld wordt. Met sedimentsuppleties en nuttige toepassing van gebaggerd slib kunnen deze gebieden weer meegroeien met de zeespiegelstijging.

Een versimpelde benadering voor het volume aan sediment wat hiervoor nodig is, is de oppervlakte van een bekken vermenigvuldigd met de zeespiegelstijging. Zo is voor de huidige stijging van 2 mm per jaar zo'n 1.3 miljoen kuub sediment nodig, wat slechts 8,5% meer is dan wat we nu al suppleren in het kustgebied.

In de toekomst zal de verzilting van de landbouwgrond verergeren. Door zeespiegelstijging aan de ene kant van de dijk en bodemdaling aan de andere kant, vindt zoute kwel steeds meer zijn weg naar de polders. Gewassen lopen sneller schade op, en dus zal de opbrengst verminderen.

Indicatie opbrengst



Dubbele dijken

Door de lange traditie van aanwasolders nu in te zetten tussen dubbele dijken als wisselpolders, is door een roulatie van opslibbende natuur, aquacultuur en zoete landbouw, landspiegelstijging mogelijk. Hierdoor wordt de bodemkwaliteit beter, en vormt zich tevens een brede waterkerende zone die de lage polders beschermt tegen hoogwater en zeespiegelstijging. Deze aanpak is goedkoper dan doorgaan met ophogen en versterken van de dijken zoals we nu doen. Daarnaast levert deze aanpak meerwaarde via kansen voor recreatie en toerisme. Mogelijk zijn de opbrengsten uit verschillende zoete en zoute teelten zelfs hoger dan wanneer we het bestaande landgebruik met verzilting en bodemdaling voortzetten, ook al neemt het oppervlakte land voor landbouw af. Voor een klimaatbestendige delta is het belangrijk om vaart te maken met deze ingrepen. Zo zorgen we dat we snel genoeg mee kunnen groeien met zeespiegelstijging.

Bronnen

De kaarten op de voorzijde zijn gebaseerd op verschillende bronnen. De intergetijdengebieden uit 1900 komen uit Bonnekaarten van die periode. Voor de huidige situatie is de ecotopenkaart van Rijkswaterstaat (2016) voor de Oosterschelde en Westerschelde gebruikt. Kaarten voor het Haringvliet-Hollands Diep en de Grevelingen in 2021, "2050 harde grenzen", en "2050 meegroeien" zijn gebaseerd op o.a. modelberekeningen van Wijsman (2018) en Tangelder (2019) die uitgaan van 10-40 cm zeespiegelstijging. Voor de Oosterschelde en Westerschelde is het toekomstige scenario zonder ingrijpen ("2050 harde grenzen") berekend door Holzhauer (2009, gebaseerd op 50 cm zeespiegelstijging). Voor "2050 meegroeien" is uitgegaan van het in stand houden van de huidige intergetijdengebieden in beide Schelides. De potentiële locaties voor dubbele dijken zijn onderzocht door Van Belzen (2021).

1 Teunis, M. & Diàderren, K. (2018). *Blue Carbon in Nederlandse kwelders. Resultaten van vier kwelders in beheergebieden van Natuurmonumenten.* Bureau Waardenburg Rapportnr. 18-301.

2 Mulder, J. (2019). *Zandsuppletie en zandwinning bij een versnelde zeespiegelstijging.*

3 Van Belzen, J.; Rienstra, G.U. & Bouma, T.J., (2021). *Dubbele dijken als robuuste waterkerende landschappen voor een wellevende Zuidwestelijke Delta.* NIOZ Rapport 2021-01.

4 Wijsman, J.; Escaravage, V.; Huismans, Y.; Nolte, A.; Van der Wijk, R.; Wang, Z.B. & Ysabaert, T. (2018). *Patenties voor herstel getijdenatuur in het Haringvliet, Hollands Diep en de Biesbosch.* Wageningen Marine Research rapport No. C008/18.

5 Tangelder, M.; T. Ysabaert, J.; Wijsman, J.; Janssen, I.; Mulder, N.; Van Rooijen & L. van den Bogaart (2019). *Ecologisch onderzoek Getij Grevelingen: effecten Natura 2000 en autonome ontwikkeling watersysteem vergeleken met getij scenario's.* WMR rapport.

6 Holzhauer, H. & Twisk, F. (2009). *Effecten van klimaatmaatregelen op de estuariene natuur.* Deltares.

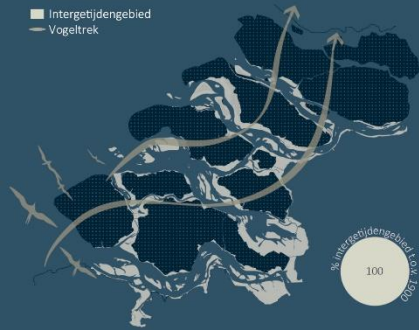




Zuidwestelijke delta rond 1900

Een open delta met sterke dynamiek en intergetijdennatuur, al hebben eerdere inpolderingen het areaal teruggedrongen. Rivieren en getij brengen sediment waarmee slikken en schorren zich ophogen.

- Intergetijdengebied
- Vogeltrek



Huidige delta 2021

Een deels gesloten delta met matig getij en beperkte getijdennatuur; platen eroderen door het tekort aan sediment en/of verstoorde dynamiek.

- Intergetijdengebied
- Vogeltrek



Toekomstige delta 2050 en verder

Als we doorgaan op de huidige weg zal door zeespiegelstijging de getijdennatuur verdrinken en de landbouwgrond verder dalen en verzilten.

- Intergetijdengebied
- Vogeltrek



Alternatieve toekomst 2050 en verder

Tussen dubbele dijken komt nieuwe getijdennatuur en opgehoogde landbouw. Bestaande schorren en slikken worden behouden door het weer (deels) toelaten van getij aangevuld met sedimentsuppleties. De waterveiligheid verbetert.

- Intergetijdengebied
- Nieuwe intergetijdennatuur
- + Zandsuppletie
- + Hervreiding sedimenten
- Opening in de dijk
- Vogeltrek

