



Wietse van de Lageweg

FUTURE SHORES





Future Shores

Wietse van de Lageweg
Lector *Bouwen met de Natuur*

Inaugurele rede uitgesproken bij de aanvaarding van het ambt van lector
aan de HZ University of Applied Sciences op 3 november 2022.



Geacht College van Bestuur, beste collega's, studenten, lieve vrienden en familie en virtuele deelnemers,

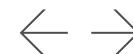
Ik wil beginnen met een persoonlijk beeld. Vier generaties Van de Lageweg: mijn opa geboren in 1936 bij een CO₂ concentratie in de atmosfeer van 310 ppm¹, mijn vader in 1960 bij 317 ppm, ik in 1984 bij 345 ppm en mijn zoon in 2018 bij een CO₂ concentratie van 409 ppm. Als gevolg van de CO₂ toename sinds de geboorte van mijn opa ruim 80 jaar geleden is de temperatuur inmiddels 1 graad gestegen en staat de zeespiegel 15 centimeter hoger². Als mijn zoon 82 jaar wordt in 2100 is de verwachting dat de temperatuur nog 2 graden verder is gestegen en de zeespiegel ongeveer 1 meter hoger staat en mogelijk zelfs enkele meters³. Dit laat zien dat klimaatverandering nu al invloed heeft en dat deze invloed steeds groter wordt en sterk versnelt.

Klimaatverandering, en specifiek de zeespiegelstijging, zet de veiligheid, natuur en economie van de kustregio steeds verder onder druk. De traditionele reactie van de beheerder is om de waterkeringen te versterken. De geschiedenis heeft geleerd dat versterking effectief is, alleen is het vaak een kostbare operatie die veel ruimte kost en enkel de waterveiligheid dient.



Wietse van de Lageweg:

Bouwen met de Natuuroplossingen als maatschappelijk verdienmodel voor klimaatadaptatie en andere eco-systeemdiensten. Heel graag! Maar hoe werkt dat dan?





Figuur 1 *Future shores* toekomstbeeld waarin klimaatbestendigheid, natuurlijkheid en duurzaamheid centraal staan met als overkoepelende doel een veilige en welvarende kust.

Kusten en dijkzones bieden echter maar beperkte ruimte voor gebruik terwijl meer en meer gebiedsopgaven om ruimte vragen. Hoogwaterveiligheid, ecologische kwaliteit, economische ontwikkeling, woningbouw, landbouw en zoetwater doen alle een claim op die beperkte ruimte. Daarbij komen nog groot-schalige maatschappelijke transitie op het gebied van energie, voedsel en stikstof. Deze ruimtevraag leidt tot de zogeheten 'coastal squeeze'⁴, die bij een stijgende zeespiegel verder toeneemt. Dit is in het kort de uitdaging voor het onderzoeks-programma *Future Shores*: het ontwikkelen van bouwstenen en principes voor nieuwe typen waterkeringen die het kustbeheer flexibel, klimaatbestendig en kosteneffectief maken.

In deze rede neem ik jullie mee op een reis langs onze kusten uit het verleden, in het heden en van de toekomst. Hoe heeft de Zuidwestelijke Delta zich historisch ontwikkeld van het dynamische kuststelsel met vrij spel voor golven, getij en transport van zand en slib tot het hedendaagse systeem met de iconische Deltawerken? En hoe ziet een mogelijke toekomst eruit, waarin klimaatbestendigheid, natuurlijkheid en duurzaamheid centraal staan? Hoogwaterveiligheid blijft hierbij voorop staan, maar welke kansen bieden natuurlijke en op de natuurgebaseerde methoden?

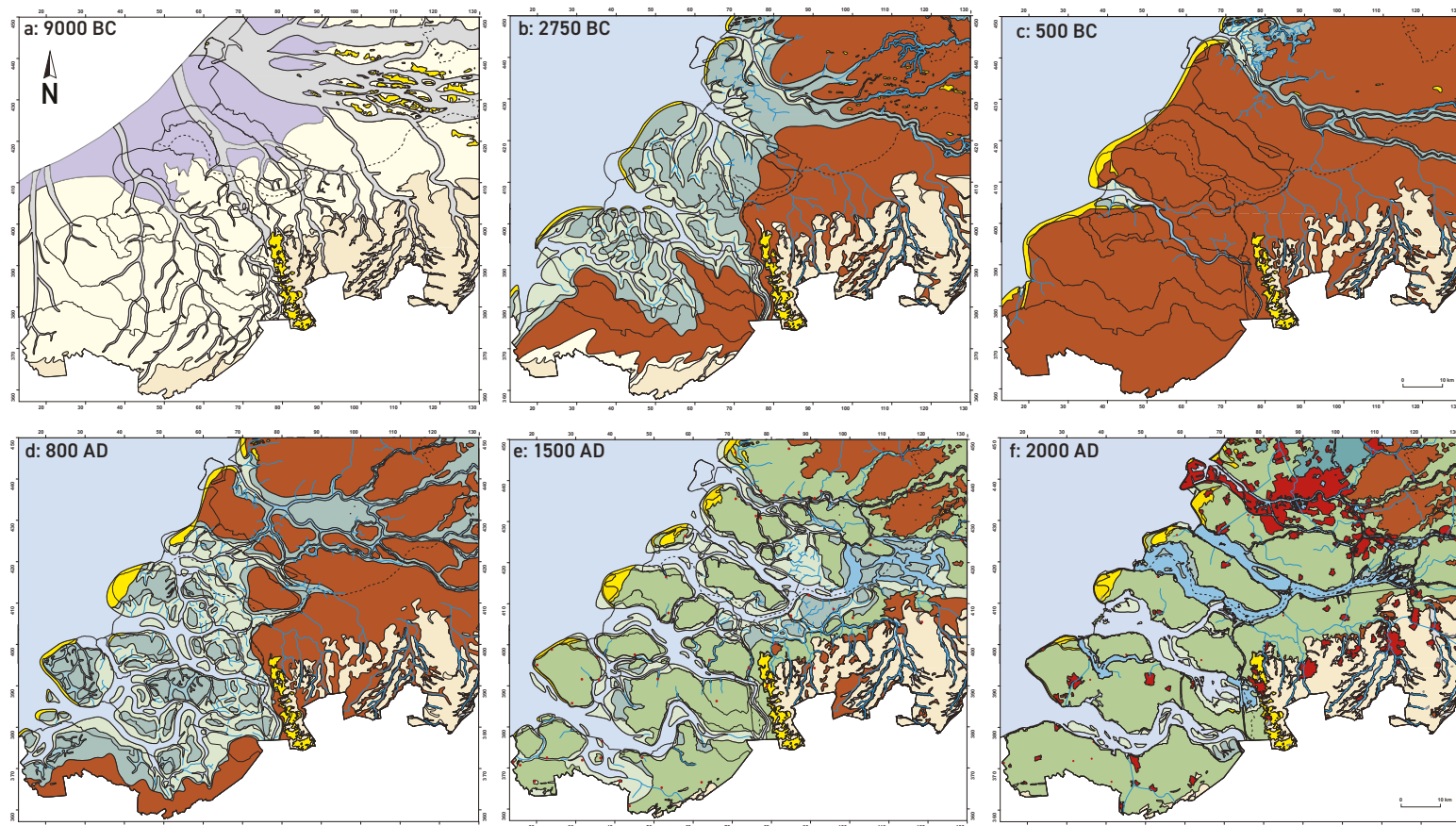
Dynamiek van de delta door de tijd

Future Shores is toekomstgericht, maar om het kuststelsel goed te begrijpen helpt het om eerst naar de historische ontwikkeling te kijken. Het verleden biedt belangrijke aanknopingspunten voor de toekomst.

VERLEDEN

De Zuidwestelijke Delta is altijd een zeer dynamisch gebied geweest waar water en land elkaar afwisselen. Een deltagebied waar de afvoer van de rivier de mariene krachten van golven en getij ontmoet. Onder invloed van deze krachten komen zand en slib in beweging en vormen geulen, zandplaten, slikken en schorren. Een typisch deltalandschap is altijd in beweging en verandert van minuut tot minuut, van jaar tot jaar, en van eeuw tot eeuw. De deltanatuur past bij de heersende abiotische condities van golven, getij en sediment en is nooit hetzelfde. Sinds de middeleeuwen heeft de mens een groeiende invloed op de ontwikkeling van dit gebied met de Deltawerken als indrukwekkend eindresultaat.

Peter Vos en collega's hebben op basis van boringen, archeologische informatie en historische kaarten de landschappelijke opbouw en -ontwikkeling van de Zuidwestelijke Delta gereconstrueerd⁵. Gedurende de eerste helft van het Holoceen (10.000 – 5500 voor Christus) was zeespiegelstijging de bepalende factor voor de ontwikkeling van het kuststelsel. Grote delen van het gebied dat we nu kennen als de Zuidwestelijke Delta stonden onder water. De zeespiegelstijging ging echter steeds minder snel waardoor een getijsysteem met eb- en vloedgeulen, slikken en schorren ontstond. Het land begon hoger te worden onder invloed van de gestage afzet van zand en klei. Rond het jaar 500 voor Christus ontstond zodoende een landschap met een vrijwel gesloten kustlijn. Deze zandige kust vormde de blauwdruk voor de duinen en stranden die we nu kennen. In de luwte van de strandwal ontstond een groot veengebied.



Holocene landscape

Coastal dunes

- Large dunes: relative high dunes with significant relief, mainly Younger Dunes
- Barriers and dune ridges: mainly Older Dunes
- Lower dunes: valleys between the dune ridges, lower dune areas

Land dunes

- Sand-drift areas, mainly formed after 1500 AD

Flooded areas

- Intertidal areas: sand- and mudflats
- Fluvial flood plain and marine salt-marsh areas
- Salt-marsh levees and ridges: relatively high parts in the salt-marsh areas

Peat areas

- Peat

Anthropogenic areas

- Embanked / reclaimed areas
- Former lakes (dry land)
- Urban areas

Permanently submerged water areas

- Inner water: mainly freshwater areas; river channels and lakes
- Outer water: mainly brackish and marine areas; North Sea, tidal channels and lagoons

Pleistocene landscape

- Fluvial areas and brook valleys
- Pleistocene: sand areas, below 16 m -NAP
- Pleistocene: sand areas, between 16 en 0 m -NAP
- Pleistocene: sand areas, above 0 m - NAP
- River dunes ('donken')

Symbols

- Outline of the recent Netherlands
- Province boundary
- Creeks and waterways
- Cities

FIGUUR 2

Ontwikkeling van de Zuidwestelijke Delta tijdens het Holoceen. Een samenspel van zeespiegelstijging, beschikbaarheid van zand en klei, en menselijke ingrepen. Aangepast van Vos, 2015.





Vanaf het jaar 500 voor Christus bepaalde de combinatie van een gebrek aan sediment en de toenemende invloed van de mens de ontwikkeling van het gebied tot het landschap dat we vandaag kennen. Door het gebrek aan sediment kwamen er steeds breuken in de gesloten kustlijn die sluffers en andere getijgeulen vormden. Via deze getijgeulen kon het zeewater weer het gebied in stromen. Eerst nog niet zo ver vanwege het aanwezige veen dat inmiddels een hoogte had bereikt van 1 meter boven het maximale waterniveau. Door ontginning van het veen als brandstof voor de industrie en voor de productie van zout verdween steeds meer veen. Bovendien werden er sloten en geulen gegraven om de drainage te bevorderen en het gebied bewoonbaar te maken. Het areaal en de hoogte van de veengebieden nam daardoor steeds meer af met als gevolg dat het gebied kwetsbaarder werd voor overstromingen. En dat gebeurde dan ook, met grote gevolgen voor het landschap en de bewoonbaarheid. Rond het jaar 800 was het veen grotendeels verdwenen, was de kust op vele plekken doorbroken, stond het grootste deel van de Zuidwestelijke Delta weer onder water en waren de meeste mensen verdreven.

Vanaf ongeveer het jaar 800 vertraagt de daling van het veen en er ontwikkelt zich door de afzetting van zand en klei een getijdeland van slikken en schorren. Geleidelijk worden de slikken en schorren hoger en vallen daardoor ook vaker droog. Vanaf de 11^{de} eeuw zien we het eerste bewijs van inpolderingen van schorren. Inpolderingen vinden vervolgens op steeds grotere schaal plaats om de bewoonbaarheid van het gebied

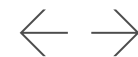
te vergroten. Met wisselend succes overigens. Door dijken te bouwen wordt het water op dagelijkse basis namelijk wel buiten gehouden maar wordt het gebied kwetsbaarder voor grote overstromingen. Bodemdaling in combinatie met verhoogde waterstanden tijdens stormen als gevolg van het inpolderen van overstromingsgebieden zorgen voor een hoogteverschil van meerdere meters tussen het wateroppervlak en landoppervlak. En als de dijken dan breken, gaat het vaak dramatisch mis. De overstromingskalender laat een geschiedenis zien van kleine en grote overstromingen, met name gedurende de 14^{de} tot de 17^{de} eeuw. Deze overstromingsgeschiedenis zien we ook nu nog terug in de namen van bekende gebieden, zoals het Verdronken Land van Saeftinghe.

Een volgend sleutelmoment in de geschiedenis van de Zuidwestelijke Delta is de watersnoodramp van 1953. Door een combinatie van laaggelegen land door eerdere inpolderingen, een uitzonderlijke stormvloed, slecht onderhouden dijken en een onvoorbereide bevolking vallen er 1836 doden en worden tienduizenden mensen geëvacueerd. De Deltawerken zijn het antwoord van Nederland op de ramp. Hoe korter de kust, hoe kleiner het gevaar van de zee. Zeearmen worden afgesloten, zeeweringen worden versterkt en verhoogd.



FIGUUR 3

De iconische Oosterscheldekering als onderdeel van de Deltawerken die het antwoord van Nederland vormen op de watersnoodramp van 1953.



HEDEN

In een geschiedenis die gekenmerkt wordt door de interactie tussen zeespiegelstijging, de beschikbaarheid van sediment en menselijk handelen vormen de Deltawerken het voorlopige hoogtepunt van de menselijke greep op de Zuidwestelijke Delta. De Deltawerken en het nationaal Deltaprogramma hebben gezorgd voor een van de best beschermde deltagebieden ter wereld. De dammen verbinden de eilanden waardoor het gebied veel toegankelijker is geworden. Toeristen komen uit allerlei streken, juist om de unieke mogelijkheden van de vele landwaterovergangen te benutten en beleven. Kortom, het is goed en zorgeloos toeven in de Zuidwestelijke Delta, zoals ook bezongen door de Zeeuwse band Bløf:

*Hier aan de kust, de Zeeuwse kust
Waar de mensen onbewust
Zin in mosselreizen krijgen
En van eten slechts nog zwijgen
Als ze zat zijn en voldaan
Dan weer rustig slapen gaan*

Maar kunnen we wel rustig gaan slapen? Als we alleen naar onze veiligheid kijken wel. Maar het belang van een kustgebied is veel groter dan dat. Door menselijk ingrijpen in kustgebieden staat het ecologisch functioneren van deltanatuur wereldwijd onder druk. Dit geldt in sterke mate voor de Zuidwestelijke Delta. Het Grevelingenmeer is hiervan een goed voorbeeld.

In 1971 werd de Grevelingen afgesloten met de Brouwersdam als een van de Deltawerken. Daarmee werden veiligheid en bereikbaarheid in het gebied verhoogd. Het Grevelingenmeer

ontwikkelde zich vervolgens als internationaal belangrijk natuurgebied, aantrekkelijk voor recreatie en duiksport en van belang voor visserij op schaal- en schelpdieren. Echter, in de loop van de jaren ging de waterkwaliteit achteruit. Door het verdwijnen van eb en vloed ontstond in delen van het gebied een gebrek aan zuurstof. Dat zorgt voor 'dode bodems' waar alleen bacteriën gedijen. Bodemleven is een belangrijke schakel in de voedselketen. Wanneer het ontbreekt is het ecosysteem kwetsbaar.

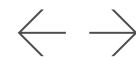
Ook in het Veerse Meer en de Oosterschelde heeft de verminderde dynamiek als gevolg van gehele of gedeeltelijke afsluiting substantiële negatieve consequenties voor de ecologie. Lokaal staat de waterkwaliteit onder druk, en specifiek voor de Oosterschelde treedt er een verlies aan intergetijdengebied op van 50-100 hectare per jaar als gevolg van de zogeheten zandhonger⁶. Vogels verliezen hierdoor belangrijke foerageer- en rustgebieden. De intensief gebruikte Westerschelde laat een verhoogde troebelheid zien en een afname van het intergetijdengebied als gevolg van toenemende baggerwerkzaamheden voor de scheepvaart. In grote gedeelten van de Zuidwestelijke Delta staan de doelstellingen van de Kader Richtlijn Water (KRW) en Natura2000 onder druk als gevolg van deze slechte waterkwaliteit en afname van het ecologisch functioneren.

Kunnen we dus rustig slapen? Nee, ik denk het niet. De huidige ontwikkeling van deltanatuur is zeer zorgelijk. En ze is bovenal de sleutel om toekomstige uitdagingen het hoofd te bieden.



FIGUUR 4

Veldwerk in de unieke getijdennatuur langs de flanken van de Westerschelde.



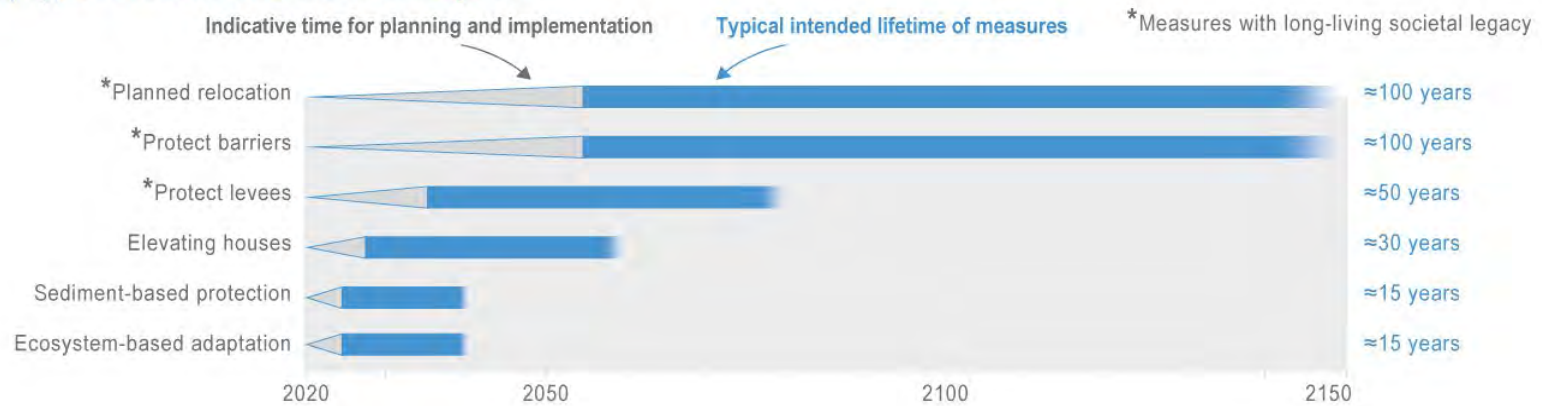
TOEKOMST

Net als in het verleden zal zeespiegelstijging wederom een centrale rol spelen in de toekomstige ontwikkeling van de Zuidwestelijke Delta. Scenario's voor zeespiegelstijging laten over het algemeen een duidelijke versnelling zien na 2050, maar de mate van versnelling kent een grote onzekerheid⁷. In het meest extreme scenario wordt een maximale zeespiegelstijging van meer dan één meter aan het einde van deze eeuw verwacht. Een stijging van 1 m klinkt mogelijk behapbaar, maar heeft verstrekkende gevolgen voor de Zuidwestelijke Delta. Bovendien stopt de zee niet met stijgen aan het eind van deze eeuw, maar koersen we bij dit hoogste uitstootscenario af op meerdere meters zeespiegelstijging in de komende eeuwen – een situatie die dramatische gevolgen heeft voor laaggelegen delta-gebieden en we koste wat kost moeten voorkomen. Ondanks de onzekerheid observeren we een stijgende zeespiegel, ook hier aan de kust bij Vlissingen, en zullen we ons dus moeten aanpassen aan een hogere waterstand.

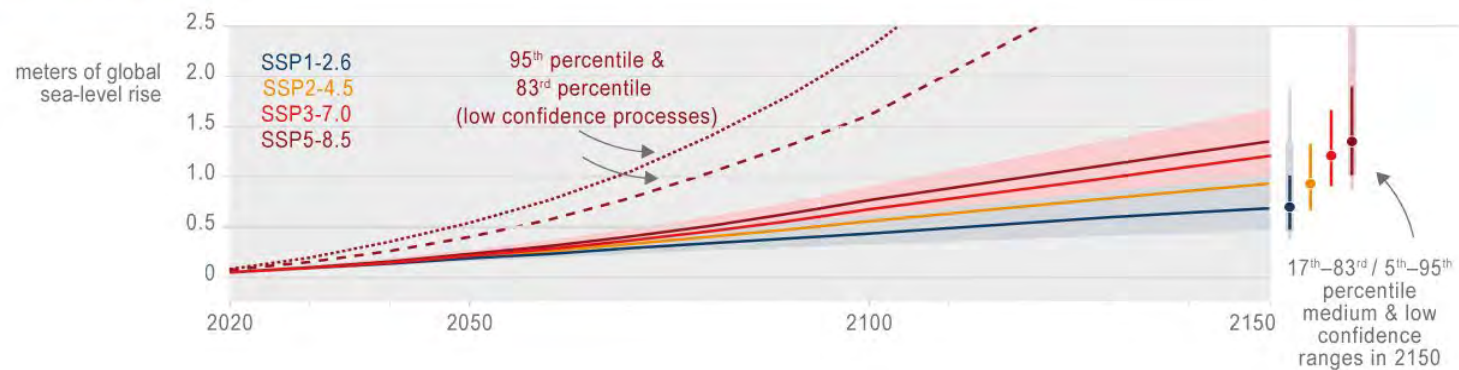
De huidige kust borgt de hoogwaterveiligheid en biedt ruimte aan allerlei menselijke activiteiten, maar ligt vast en ontbeert daardoor de natuurlijke flexibiliteit om mee te bewegen met de zeespiegel. Ik herken hier een belangrijke parallel met de eerste inpolderingen, die ook veiligheid boden tegen overstromingen en menselijk gebruik mogelijk maakten, maar tegelijkertijd de kwetsbaarheid van het land achter de dijken vergrootten. De Deltawerken hebben feitelijk hetzelfde effect, maar in plaats van de lokale schaal waarop inpolderingen plaatsvonden is nu de hele Zuidwestelijke Delta kwetsbaar voor de gevolgen van klimaatverandering.

Sea-level rise challenges the timing of coastal adaptation planning and implementation

(a) Typical timescales of coastal risk management

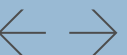


(b) Sea level rise projections



FIGUUR 5

Projecties van de zeespiegel en mogelijke kustbeheermaatregelen zoals beschreven in het meest recente IPCC Sixth Assessment rapport. Volgens deze laatste inzichten moeten we rond het jaar 2100 rekening houden met een zeespiegelstijging tot ongeveer 1 meter (b). Een belangrijk inzicht is bovendien dat op de natuur-gebaseerde adaptatie (ecosystem-based adaptation) aan zeespiegelstijging een houdbaarheidsdatum heeft en dat die mogelijk al rond 2040 bereikt gaat worden (a), omdat de meeste ecosystemen de stijgingssnelheid van de zeespiegel dan niet meer bij kunnen houden en daardoor verdrinken. Deze houdbaarheidsdatum verschilt per ecosysteem, maar onderstreept wel degelijk de urgentie.



Teruggaan naar de situatie van voor de Deltawerken kan niet. Daarvoor is er teveel veranderd in de Zuidwestelijke Delta met de aanleg van dijken, keringen en menselijk gebruik van de kustzone. En ook voor de deltanatuur is een terugkeer naar de situatie van voor 1965 niet haalbaar. Maar wat dan wel?

We kunnen 4 adaptatiestrategieën onderscheiden waarmee de Zuidwestelijke Delta op langere termijn om kan gaan met zeespiegelstijging, verzilting en andere water-gerelateerde weersextremen zoals bijvoorbeeld de droogte van de afgelopen zomer⁸:

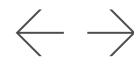
- 1 **Beschermen gesloten:** in deze strategie wordt de gehele kustlijn afgesloten en vallen de verbindingen tussen de zee, rivieren en achterliggende gebied weg;
- 2 **Beschermen open:** in deze optie zijn de rivieren verbonden met de zee maar dienen alle dijken en keringen verhoogd en versterkt te worden;
- 3 **Zeewaarts bewegen:** in deze strategie bouwt de Zuidwestelijke Delta verder uit in de Noordzee;
- 4 **Meebewegen:** hierin geven we de zee de ruimte waar dat kan, zodat de Zuidwestelijke Delta zich aanpast aan de zeespiegel.

Op dit moment ligt open welke adaptatiestrategie, of combinatie van strategieën, er gekozen gaat worden. Iedere strategie heeft een andere uitkomst voor de waterveiligheid, het landschap, de natuur en de mogelijkheden voor menselijk gebruik. Het zal u niet verbazen dat mijn voorkeur ligt bij strategieën die de dynamiek van de delta intact laten of, liever nog, vergroten door bijvoorbeeld verbindingen weer te herstellen en natuurlijke processen weer meer vrijheid te geven. Waterveiligheid blijft prioriteit nummer één, maar het stapsgewijs loslaten van onze gefixeerde kust en natuurlijke processen weer meer ruimte geven is een van de krachtigste adaptatiemaatregelen die we kunnen nemen. Hiermee creëren we flexibiliteit in ons kustsysteem met als doel een Zuidwestelijke Delta die zich aanpast aan veranderende omstandigheden. Laten we een stapje terug doen met zijn allen en de natuur weer meer op de voorgrond zetten – dat is niet alleen goed voor de natuur, maar juist ook voor een veilige en welvarende Zuidwestelijke Delta. Kortom, groen, groener tot zelfs gi-ga-groen (zoals Kinderen voor Kinderen zingen). Maar hoe doen we dat dan?



FIGUUR 6

Een blik op de Westerschelde leert ons dat we op tal van (verweven) manieren omgaan met dit kuststelsel: scheepvaart, landbouw, natuur, wonen en energieopwekking hebben alle een plaats. Het beeld illustreert bovendien ons gefixeerde dijklichaam maar laat tegelijkertijd natuurlijke processen en ecosystemen zien. *Future Shores* geeft invulling aan de vraag hoe we deze natuurlijke processen en ecosystemen beter kunnen benutten voor een flexibel, klimaatbestendig en kosteneffectief kustbeheer.



Bouwen met de Natuur

Bij Bouwen met de Natuur maken we maximaal gebruik van natuurlijke processen om het leven in deltagebieden te ondersteunen. Het is een werkwijze die zijn oorsprong vindt in de civiele techniek⁹. Hij beoogt om natuurlijke processen een integraal onderdeel te maken van de oplossing. Bouwen met de Natuur is multidisciplinair: civiel-technici, ecologen, sociaal- en fysisch geografen werken samen met juridische, financiële en omgevingsexperts. Met natuurlijke processen, ecosystemen en materialen als uitgangspunt is Bouwen met de Natuur bovendien duurzaam, circulair en veerkrachtig.

Dat klinkt allemaal heel mooi, maar werkt het ook? En hoe dan? Om deze vragen te beantwoorden is het goed om eerst weer naar het verleden te kijken. In een studie van collega's van het Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ) wordt de waarde van schorren voor een natuurlijke kustverdediging aangetoond¹⁰. Op basis van historische kaarten en gegevens van de aanwezigheid van schorren en locaties van dijkdoorbraken tijdens grote stormen in 1717 en 1953 laten zij zien dat schorren zowel de kans op een dijkdoorbraak als de impact van een doorbraak verkleinen. Experimenten in stroomgoten en computersimulaties hadden het golfdempende effect van schorren al eerder laten zien¹¹⁻¹³. Deze studie toont overtuigend aan dat schorren ook effectief zijn op de

momenten dat het er toe doet, namelijk tijdens stormen. Door een grotere mate van golfdemping wordt dit effect sterker als er een groter schor voor een dijk ligt. De dijkdoorbraak is gemiddeld kleiner en minder diep als er een schor voor de dijk ligt. Onder de juiste condities groeien schorren mee met de stijgende zeespiegel^{14,15}. Daarmee zijn ze een belangrijke bouwsteen voor een klimaatbestendige kust.



Schorren bestaan uit zogeheten biobouwers of ecosysteem-ingenieurs. Biobouwers zijn organismen die het milieu waarin ze voorkomen in sterke mate kunnen veranderen, en daarmee de fysische en ecologische interacties^{16,17}. Ook zeegras, oesters en mosselen zijn voorbeelden van biobouwers in deltagebieden. Door hun aanwezigheid geven ze de bodem een vaste structuur en veranderen ze de invloed van golven en getij. Dat heeft weer een effect op het transport en sedimenteren van zand en klei. Het is fascinerend om te ontdekken hoe zulke kleine organismes zo'n groot effect kunnen hebben op de biodiversiteit en het functioneren van kustsystemen. En er valt nog veel aan te ontdekken, want veel van de interacties tussen biobouwers, met hun omgeving en hun vermogen om klimaatverandering te weerstaan zijn nog onbekend.

Een mooi voorbeeld van onderzoek met een biobouwer in de hoofdrol is het Bouwen met de Natuur project *Meerwaarde met Mosselen*. In de Oosterschelde heerst zandhonger waardoor de zandplaten sneller eroderen dan dat er sediment wordt afgezet. Dat is problematisch want daardoor neemt de golfdemping af en hebben de dijken meer te verduren van de golven. Mosselbanken vormen een soort pantser voor de zandbanken. Bovendien fungeren ze als invang voor zand en klei en verminderen ze daarmee erosie van zandplaten.

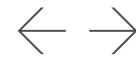
Tegelijkertijd vormen de mosselbedden een rijke voedingsbron voor foeragerende vogels. Daarnaast kunnen de aangelegde mosselbanken potentieel een nieuw verdienmodel betekenen voor mosseltelers. In de praktijk bleek het heel hard werken om de elementen te trotseren en de mosselen zich te laten vestigen op de plek waar de erosieve krachten van nature het grootste zijn. Maar uiteindelijk werd een succesvolle methode gevonden. Hiermee is de potentie bewezen van mosselen als biobouwers, met positieve effecten voor vogels, mosseltelers en waterschappen.

In 2019 wonnen wij met *Meerwaarde met Mosselen* de RAAK-award, een prijs van Regieorgaan SIA voor innovatief praktijkgericht onderzoek. In het juryrapport wordt het innovatieve karakter inderdaad benoemd, maar minstens zo belangrijk was het vermogen van de onderzoekers om met tegenslagen en teleurstellingen om te gaan en tot creatieve oplossingen te komen, samen met partners en studenten. En juist dit laatste aspect is voor mij de essentie van praktijkgericht onderzoek: samen met partners, andere onderzoeksgroepen en studenten werken aan oplossingen waarvoor wel theorieën en concepten bestaan maar nog geen lokale uitwerking. Dit proces verloopt vaak niet in een rechte lijn van A naar B en vereist van het team dat ze met een been in onderzoek, een in de praktijk en liefst ook nog een been in het onderwijs staan. Uitdagend, maar niet onmogelijk zoals *Meerwaarde met Mosselen* laat zien. Het is waarnaar we in al onze projecten streven.



FIGUUR 8

Praktijkgericht onderzoek naar mosselen als biobouwers in het bekroonde RAAK PRO project Meerwaarde met Mosselen.
Leer [hier](#) meer over dit project en hoe het past binnen Bouwen met de Natuur.



Mijn visie op het lectoraat Bouwen met de Natuur is dat we praktisch toepasbare, natuurlijke en op de natuur-gebaseerde oplossingen voor duurzaam beheer van delta-gebieden onderzoeken, ontwikkelen en onderwijzen. Hieraan geven we samen met partners en studenten invulling via drie verdiepende onderzoekslijnen:

- 1 Klimaatbestendige kusten en keringen;
- 2 Duurzaam sedimentbeheer;
- 3 Natuur-inclusieve harde infrastructuur.

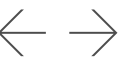
De focus van ons onderzoek ligt op de land-waterovergangen van de Zuidwestelijke Delta. Daarbij bestrijken we de gehele gradiënt van deze overgangen: van het onderwatermilieu tot aan de top van de waterkering. We kijken daarnaar door een civiel-technische, ecologische en sociale bril. Ik ga hieronder kort in op iedere onderzoekslijn aan de hand van een voorbeeldproject.

Het Interreg 2 Zeeën project [Polder2Cs](#) is een goed voorbeeld van de invulling van de onderzoekslijn **klimaatbestendige kusten en keringen**. Polder2Cs onderzoekt hoe de laaggelegen gebieden in het Scheldesysteem de gevolgen van klimaatverandering, zeespiegelstijging en bodemdaling op kunnen vangen. Polder2Cs ontwikkelt kennis en toepassingen die de klimaatrobustheid van de keringen en de betrokken watersystemen verbeteren. De Hedwige-Prosperpolder is de afgelopen jaren als living lab gebruikt voor dijkproeven en crisisoefeningen. Dat levert onderzoekers, professionals en studenten unieke kennis op van een primaire waterkering, bijvoorbeeld via de Levee Challenge en de Winter School. Dieren in de dijk en hun graverijen trokken onze aandacht tijdens dit project. Bevers, vossen, konijnen en muizen worden namelijk steeds vaker in dijken aangetroffen. Hoe beïnvloeden dierlijke activiteiten de stabiliteit van dijken en welke mitigerende maatregelen kunnen we nemen om schade te voorkomen? Dat zijn interessante en relevante vragen waar we de komende jaren mee aan de slag gaan.



FIGUUR 9

Het Hedwige-Prospergebied als living lab voor klimaatadaptatie en op de natuurgebaseerde waterveiligheid. Door de aanleg van een nieuwe primaire kering biedt de originele dijk een ware snoepwinkel voor onderzoekers en studenten uit binnen- en buitenland om kennis op te doen en te delen rond civieltechnische, ecologische en maatschappelijke aspecten die van belang zijn bij transformaties van kustlandschappen. Collega Vana Tsimopoulou is projectleider namens HZ en geeft regelmatig een inblik, bijvoorbeeld [hier](#) over de Polder2Cs Summer School.



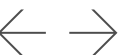
Het NWO-SIA project C-SCAPE past binnen de onderzoekslijn **duurzaam sedimentbeheer**. Zandsuppleties langs de Nederlandse kust zijn onmisbare maatregelen tegen overstromingen. Tegelijkertijd bieden zandsuppleties unieke kansen voor natuur en maatschappij. De Zandmotor voor de kust van Den Haag is hiervan het meest bekende voorbeeld. Sinds de aanleg in 2011 hebben wind en stroming het zand verspreid langs de kust en richting de duinen¹⁸. Diverse planten, vogels en andere dieren hebben zich gevestigd in dit nieuwe kustmilieu en het gebied is aantrekkelijk gebleken voor recreanten¹⁹. Zand wordt echter voor vele doeleinden gebruikt en de voorraden op de Noordzee zijn groot, maar niet oneindig. Door zeespiegelstijging is een sterke toename van het jaarlijkse suppletievolume onontkoombaar om hetzelfde veiligheidsniveau te behouden. Doel van C-SCAPE is om de houdbaarheid van de huidige zandige strategie te evalueren vanuit morfologisch, ecologisch en sociaaleconomisch perspectief. Wij richten ons onderzoek specifiek op de landschappelijke inpassing van zandsuppleties en hoe zij een bijdrage leveren aan de draagkracht van de kust voor recreatie. De nadruk ligt op de kwaliteit van de suppleties en het slim en duurzaam omgaan met een steeds schaarser wordende grondstof²⁰.

Binnen de onderzoekslijn **natuur-inclusieve infrastructuur** doen we onderzoek naar natuurversterking van dijklichamen en ecologische inpassing van windparken en zonneparken. In het getijdengebied van de Oosterschelde is een uniek onderwaterlaboratorium aangelegd dankzij een nauwe samenwerking tussen NIOZ, Rijkswaterstaat en de HZ University of Applied

Sciences. De twaalf onderwaterbassins zijn experimentele onderwatertuinen waar onderzoekers en studenten vanaf het droge observeren hoe menselijke bouwwerkstructuren als dijkbekledingen en bestortingen zich onder de waterlijn gedragen en welke invloed ze hebben op ecologische (bodem) gemeenschappen. Een antwoord op deze vraag is belangrijk, omdat er de komende jaren veel dijken, geulwanden en vooroevers aangepakt zullen worden en we steeds meer wind- en zonneparken op binnenwateren en de Noordzee aanleggen. Het onderwaterlaboratorium is een mooi voorbeeld van de regionale samenwerking die we nu zien met de komst van het Joint Research Center Zeeland (JRCZ) en het beoogde Delta Climate Center (DCC).

De roep om te Bouwen met de Natuur klinkt steeds luider in de maatschappij. Dit heeft te maken met de wens om biodiversiteit te beschermen, de noodzaak tot aanpassing aan zeespiegelstijging en de duurzaamheidseisen rond klimaatneutraal en circulair kustbeheer. Ook vanuit de markt leeft de behoefte om de concepten van Bouwen met de Natuur op grotere schaal toe te passen in uitvoeringsprogramma's. Gelinkt aan de Sustainable Development Goals van de Verenigde Naties zien we ook vanuit het onderwijs een gestage groei van de vraag naar training over duurzaam kustbeheer en transitie in kustlandschappen.

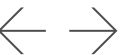
Kortom, de wil om te Bouwen met de Natuur is duidelijk aanwezig, maar hoe nu verder? Wat is de volgende stap?





FIGUUR 10

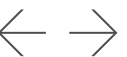
Beeld van de zandige kust van Domburg gemaakt door een strandbezoeker en gedeeld via ons CoastSnap platform. Via deze burgerwetenschap krijgen we meer inzicht in de erosie en aangroei van het strand en bovendien stelt het ons in staat om meer te leren over het gebruik door en perspectief van strandbezoekers op het kustbeheer van vandaag en morgen.





FIGUUR 11

Het onderwaterlaboratorium aan de kade van het Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ) in Yerseke. Een mooi voorbeeld van regionale samenwerking tussen Rijkswaterstaat, NIOZ en HZ, en vooral ook een unieke kans voor onderzoekers en studenten om de onderwaterwereld te bestuderen vanaf het droge. Stagairs Nina en Laila geven [hier](#) een goed beeld van lopend onderzoek in deze faciliteit.



Klimaatbestendige kusten

Kustgebieden zoals de Zuidwestelijke Delta staan de komende decennia voor de grote opgave om zich aan te passen aan de klimaatverandering. Hogere temperaturen, een stijgende zeespiegel, sterkere verzilting, hevigere regenbuien en langere periodes van droogte hebben een toenemende invloed op de delta. We merken het nu al en we verwachten grote gevolgen voor de waterveiligheid, natuur, het watersysteem, de lokale economie en welvaart. Deze ontwikkeling leidt tot risico's maar biedt ook degelijk kansen. Als lectoraat Bouwen met de Natuur zijn we hier dagelijks mee bezig en voelen we de urgentie om duurzame oplossingen te vinden.

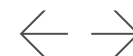
Maar hoe ziet onze kust er dan uit in het jaar 2100 en verder? En kunnen we klimaatbestendige kusten ontwikkelen waarin we de gevolgen van de klimaatcrisis en biodiversiteitscrisis integraal aanpakken? Met *Future Shores* gaan we die uitdaging aan. Dat doen we samen met een coalitie van kennisinstututen, beheerders, marktpartijen en studenten. De thema's waterveiligheid, natuurlijkheid en duurzaamheid vormen de rode draad bij de te onderzoeken oplossingsrichtingen. Waar versterken ontwikkelingen elkaar en waar zitten ze elkaar juist in de weg? Vroegtijdig inzicht in koppelkansen dan wel obstakels draagt bij aan het vinden van integrale oplossingen.

Waterveiligheid is historisch gezien het maatschappelijk verdienmodel van de kust omdat we het belangrijk vinden om ons land te beschermen en daarmee bereid zijn om hierin als maatschappij te investeren. Er zijn echter nieuwe, groene verdienmodellen nodig om ons aan te passen aan klimaatverandering. Natuur, zoet water, duurzame energie, zilte teelt en recreatie vormen alle potentiële sectoren om in samenhang met waterveiligheid het maatschappelijk verdienvermogen van de toekomst te zijn. Vanwege de duurzaamheid en multifunctionaliteit is Bouwen met de Natuur een logische bouwsteen van groene maatschappelijke verdienmodellen, maar hoe dat er dan precies uit gaat zien is nog onbekend en onderwerp van studie.



FIGUUR 12

In *Future Shores* gaan we samen met een coalitie van kennisinstututen, beheerders, marktpartijen en studenten de uitdaging aan om klimaatbestendige kusten te ontwikkelen op basis van een aantal pilotlocaties in de Zuidwestelijke Delta.



Om alvast een aantal oplossingsrichtingen te verkennen, wil ik twee initiatieven waaraan wij werken met jullie doornemen.

Bouwen met de Natuuroplossingen als maatschappelijk verdienmodel voor klimaatadaptatie en andere eco-systeemdiensten. Heel graag! Maar hoe werkt dat dan?

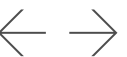
HZ-student civiele techniek Michael Boyall heeft voor zijn afstudeerscriptie een vergelijking gemaakt tussen de kosten van een traditionele dijkversterking en het werken met zandsuppleties voor de Walcherse kust²¹. Uit deze analyse blijkt dat de kosten van de 'grijze' keringen en de 'groene' zandsuppleties ongeveer vergelijkbaar zijn voor Walcheren. De maatschappelijke baten van de 'groene' suppleties liggen echter veel hoger: de brede stranden zijn essentieel voor het toerisme, zorgen voor een natuurlijk habitat, creëren lokaal een zoetwaterbel en zorgen voor aanpassingsvermogen van het kustsysteem. Deze analyse illustreert heel elegant het maatschappelijk verdienmodel van op de natuur gebaseerde oplossingen zoals zandsuppleties. Michael heeft de HZ Stern 2021 ontvangen voor de beste scriptie en zijn werk ondertussen gepresenteerd op een internationale conferentie.

Veranderingen in het kustlandschap zijn naast landschappelijk, technisch en ecologisch ook cultureel van aard. De herinrichting van de Hedwigepolder en Perkpolder roept bijvoorbeeld weerstand op, zoals ook regelmatig blijkt uit artikelen in de media. Op basis van recent onderzoek dat we samen met het HZ-lectorat Resilient Deltas hebben uitgevoerd blijken de oorzaken van de weerstand bij de respondenten genuanceerd te liggen. Het hangt sterk samen met het verbondenheidsgevoel voor een streek of gebied, het vertrouwen in overheden en de perceptie van verlies van landschappelijke waarde. Binnen het RAAK PRO-project *Geen Zee te Hoog* gaan we daarom aan de slag met een sociaal-ruimtelijke strategie voor de omgang met zeespiegelstijging in de Westerschelde. Het ontwerpproces wordt gekaderd door technische en ecologische informatie, maar krijgt richting door het sociale leerproces in drie living labs. Als lectorat Bouwen met de Natuur gaan we de lokale inpasbaarheid en houdbaarheid van natuurlijke en op de natuurgebaseerde oplossingen voor aanpassing aan zeespiegelstijging evalueren met geavanceerde computersimulaties. Dat geeft essentiële basisinformatie, maar de kracht en magie van dit project zit voor mij met name in de inbedding van de informatie in het sociale leerproces dat we vervolgens met alle actoren doorlopen om tot integrale oplossingen te komen voor de transformatie van het landschap.



FIGUUR 13

Oesterdamsuppletie in de Oosterschelde waarin kunstmatige oesterriffen zijn aangelegd om de erosie van het aangebrachte zand te verminderen en daarmee de levensduur van de suppletie te verlengen.



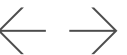


Bij dit alles hoort een winstwaarschuwing. Een belangrijk aandachtspunt bij de inzet van Bouwen met de Natuur voor klimaatbestendige kusten is namelijk dat de *window of opportunity* beperkt is. Bij voldoende beschikbaarheid van sediment groeien kusten mee met een beperkte snelheid van zeespiegelstijging. Dit natuurlijke vermogen om mee te groeien met de zeespiegel wordt mogelijk vergroot met zandsuppleties en een slimme inzet van biobouwers, maar het is duidelijk dat er fysische en ecologische limieten zijn aan het meegroei-vermogen van het natuurlijke kustsysteem. Op basis van de laatste IPCC-inzichten sluit de *window of opportunity* voor de meeste natuurlijke en op de natuurgebaseerde oplossingen voor kustadaptatie grofweg in 2050, simpelweg omdat de verwachte snelheid van zeespiegelstijging dan hoger is dan het meegroei-vermogen van de meeste kustecosystemen²². De tijd om serieus aan de slag te gaan met Bouwen met de Natuur voor adaptatie van het kustsysteem is daarom nu, bij een snelheid van zeespiegelstijging die nog relatief beperkt is.



FIGUUR 14

Eco-technisch is er veel mogelijk, maar voor duurzame oplossingen is de maatschappelijke context minstens zo belangrijk. Kortom, geen generieke oplossingen, maar maat- en mensenwerk passend bij de lokale sociaaleconomische, ecologische en technische context om tot veerkrachtige kusten en kustgemeenschappen te komen.



De jeugd heeft de toekomst

Onderzoek doen kan bij veel verschillende werkgevers, maar onderzoek doen samen met studenten kan maar op weinig plekken. En een daarvan is de HZ University of Applied Sciences. En juist die mogelijkheid om met studenten samen te werken, kennis te delen en tot nieuwe inzichten te komen maakt het werk als lector aan de HZ uniek. De mogelijkheid om samen met studenten praktijkgericht onderzoek te kunnen doen naar Bouwen met de Natuuro oplossingen was in 2018 al de hoofdreden voor mijn overstap naar de HZ en is bovendien een van de drijfveren van *Future Shores*.

Als lectoraat Bouwen met de Natuur beogen we om samen met studenten een bijdrage te leveren aan een betere wereld. Dit doen we onder andere door ons onderzoek zo goed mogelijk te verbinden met het onderwijs. We brengen brede basiskennis over fysische en ecologische aspecten van kustbeheer in de onderwijsprogramma's van Water Management en Civiele Techniek in. Daarnaast hebben we drie verdiepende leerlijnen:

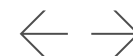
- 1 De Master River Delta Development (RDD);
- 2 De Minor *Future Shores*;
- 3 *Future Shores* trainees.

De Master RDD is een stimulerende samenwerking met hogeschool Van Hall Larenstein en Hogeschool Rotterdam, en leidt studenten op tot *Facilitators of Change*. Veranderbegeleiders van deltagebieden in de breedste zin van het woord, met aandacht voor zowel technische, ecologische als sociale aspecten door de leeromgeving te koppelen aan actuele problematiek uit de praktijk in living labs. De formule $\alpha + \beta + \gamma = \Delta$ is wiskundige nonsens, maar wel degelijk een voorwaarde om tot maatschappelijk relevante oplossingen te komen in deltagebieden.



FIGUUR 15

De nieuwe generatie waterprofessionals - de rol van constructieve critici die onbevangen en met open blik naar de uitdagingen van klimaatbestendige kusten kijken is van onschatbare waarde binnen *Future Shores*.





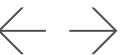
De minor *Future Shores* is een nieuw initiatief om onderzoek en onderwijs beter te verbinden. We zijn als lectoraat heel enthousiast over de mogelijkheden die deze minor biedt om kennis te delen, vaardigheden aan te leren en te inspireren. Het gaat dan om kennis delen over waterveiligheid en deltanatuur, vaardigheden rond het uitvoeren van veldwerk, het gebruik van (computer)modellen en het presenteren van en communiceren over bevindingen. En bovenal om inspiratie op te doen door te leren over de Zuidwestelijke Delta en daardoor te groeien als individu en toekomstig professional. Er is veel animo voor de minor binnen en buiten de HZ en wij kijken ernaar uit deze samen met onze partners de komende periode verder vorm te geven.

Een van de grootste motivaties voor het opzetten van het L.INT-onderzoeksprogramma *Future Shores* komt voort uit de wens van de betrokken partijen om de opleiding van de volgende generatie waterprofessionals verder te versterken. In de komende 5 tot 10 jaar gaat een substantieel deel van de huidige waterwerkers met pensioen en daarmee dreigt veel ervaring en kennis verloren te gaan. Als maatschappij staan we daarom voor de uitdaging om de kennis en vaardigheden op het gebied van kustbeheer over te dragen aan de volgende generatie. Het *Future Shores* traineeprogramma beoogt hierop een antwoord te formuleren door stage- en afstudeeropdrachten aan te bieden die de natuur op de voorgrond zetten als oplossing voor de vragen van vandaag en morgen. Deze expliciete keuze leidt tot een natuurlijke verbinding van disciplines, duurzamere oplossingen en een rijke generatie van waterprofessionals met alle benodigde vaardigheden om het hoofd te bieden aan de uitdagingen die op ons af komen. De eerste lichting start in februari 2023 – ik kijk ernaar uit!



FIGUUR 16

Met studenten, beroepspraktijk en kennisinstituten aan de slag om gezamenlijk te leren en kennis op te doen over onze *Future Shores*. Hierbij zetten we de deltanatuur op de voorgrond als oplossing voor een veilige, aantrekkelijke en welvarende kust.



DANKWOORD

Ik wil dit podium gebruiken voor een woord van dank aan allen die mij geholpen hebben om hier te komen. Ten eerste wil ik alle partijen van *Future Shores* van harte danken voor hun steun en vertrouwen. Een speciale vermelding voor Eric van Zanten zonder wie *Future Shores* niet had bestaan. Dank voor de warme ontvangst bij Rijkswaterstaat. Laten we samen onze honger naar duurzaam zandbeheer gaan stillen! Ik kijk ernaar uit om samen met alle partners *Future Shores* de komende jaren tot een succes te maken.

Future Shores bouwt voort op de lijn die is ingezet door mijn voorgangers, Mindert de Vries en Joost Stronkhorst, die het lectoraat Bouwen met de Natuur hebben opgezet en richting gegeven de afgelopen jaren. Mijn collega's Vana, Vincent, Mascha en Jaco wil ik danken voor het stimulerende en dynamische ecosysteem dat we vormen als onderzoeksgroep. Ook de plezierige en inspirerende samenwerking met mede-lectoren Teun en Jean-Marie wil ik hier benoemen, omdat jullie mij door een andere bril naar kustsystemen laten kijken en daarmee voor een rijker beeld zorgen. Marijke en Eugène, zonder jullie hulp zou deze dag niet mogelijk geweest zijn, dank voor al jullie voorbereidende werk. Paul Vader, dank voor redactie en reflectie.

Ik heb het geluk gehad van een aantal mentoren die mij hebben geholpen met advies, een stimulerende houding en soms simpelweg een vriendelijk woord. Maarten Kleinhans,

mijn PhD begeleider en allround deltafanaat, ik benijd jouw tomeloze energie en enthousiasme om kustlandschappen beter te begrijpen en hoop dat we in de toekomst weer vaker samen kunnen gaan aanmodderen in de stroomgoot, op de computer en in de Zuidwestelijke Delta (die natuurlijk geen delta is, maar meerdere estuaria). Tjeerd Bouma, mede-lector van de onderzoeksgroep Bouwen met de Natuur, maar zoveel meer: briljant wetenschapper bij tal van instituten, bedenker van wilde plannen zoals het Onderwaterlaboratorium en het kritische geweten van ons lectoraat. Dank voor al je bijdrages aan ons team, ondanks al je andere werkzaamheden. Robert Trouwborst, leading lector maar voor mij toch vooral de belangrijkste hulplijn op mijn ontdekkingsreis van het praktijkgericht onderzoek en mijn ontwikkeling van onderzoeker, via coördinator naar lector. Onder jouw begeleiding heb ik de afgelopen jaren ontzettend veel geleerd over de 'achterkant' van onderzoek: raamovereenkomsten, financiën, juridische aspecten en personeelszaken. Zeer verrijkend, dank daarvoor.

Lieve vrienden en familie, dank voor jullie komst naar het, voor velen, toch wel verre Middelburg. Voor jullie glimlach als ik weer eens video's of foto's deel waarop we met zand, modder en water bezig zijn. Heit en mem, Peter en Annelies, *tige tank* voor de gezelligheid iedere keer dat we langskomen in Fryslân. Liefste Aimée, we komen elkaar tegen aan de kust, jij vanuit de zee en ik vanuit het land, en daarmee is Zeeland voorlopig de perfecte thuishaven van ons schitterende gezin.

TOT SLOT

In deze rede heb ik jullie meegenomen op een tijdreis door de delta langs verleden, heden en toekomst. Zeespiegelstijging was de dominante factor in het verleden en zal dat in de toekomst weer worden. Bouwen met de Natuur oplossingen bieden een aantrekkelijk handelingsperspectief voor de omgang met zeespiegelstijging. Maar hoe langer we treuzelen, des te minder natuurlijke oplossingen ons kunnen helpen met de aanpassing aan zeespiegelstijging. Laten we daarom het natuurlijk systeem weer centraal stellen en meebewegen met de natuurlijke processen, liever vandaag dan morgen. Deltanatuur als oplossing voor een veilige, aantrekkelijke en welvarende kust: ONZE FUTURE SHORES.

Ik heb gezegd.

REFERENTIES

1. NOAA. <https://gml.noaa.gov/ccgg/trends/mlo.html>.
2. IPCC. *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. In Press*, (Cambridge University Press, 2021).
3. IPCC. Summary for Policymakers. in *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (eds. Masson-Delmotte, V. et al.) 3–32 (Cambridge University Press, 2021). [doi:10.1017/9781009157896.001](https://doi.org/10.1017/9781009157896.001)
4. Pontee, N. Defining coastal squeeze: A discussion. *Ocean Coast. Manag.* **84**, 204–207 (2013).
5. Vos, P. C. *Origin of the Dutch coastal landscape. Long-term landscape evolution of the Netherlands during the Holocene, described and visualized in national, regional and local palaeogeographical map series*. (Utrecht University, the Netherlands, 2015).
6. Adriaanse, L. A. & Van Zanten, E. *Verminderd getij : verkenning naar mogelijke maatregelen om het verlies van platen, slikken en schorren in de Oosterschelde te beperken*. (2008).
7. Fox-Kemper, B. et al. 2021. Ocean, cryosphere and sea level change. in *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (ed. Al, V. M.-D. et) (Cambridge University Press, 2021).

8. Haasnoot, M., Diermanse, F., Kwadijk, J., Winter, R. de & Winter, G. *Strategieën voor adaptatie aan hoge en versnelde zeespiegelstijging. Een verkenning.* (2019).
9. de Vriend, H., van Koningsveld, M. & Aarninkhof, S. 'Building with nature': the new Dutch approach to coastal and river works. *Proc. Inst. Civ. Eng. - Civ. Eng.* **167**, 18–24 (2014).
10. Zhu, Z. *et al.* Historic storms and the hidden value of coastal wetlands for nature-based flood defence. *Nat. Sustain.* (2020). [doi:10.1038/s41893-020-0556-z](https://doi.org/10.1038/s41893-020-0556-z)
11. Best, S. N. *et al.* Do salt marshes survive sea level rise? Modelling wave action, morphodynamics and vegetation dynamics. *Environ. Model. Softw.* **109**, 152–166 (2018).
12. Vuik, V., Jonkman, S. N., Borsje, B. W. & Suzuki, T. Nature-based flood protection: The efficiency of vegetated foreshores for reducing wave loads on coastal dikes. *Coast. Eng.* **116**, 42–56 (2016).
13. Möller, I. *et al.* Wave attenuation over coastal salt marshes under storm surge conditions. *Nat. Geosci.* **7**, 727–731 (2014).
14. Schuerch, M. *et al.* Future response of global coastal wetlands to sea-level rise. *Nature* **561**, 231–234 (2018).
15. Kirwan, M. L., Temmerman, S., Skeeahan, E. E., Gunten-spergen, G. R. & Fagherazzi, S. Overestimation of marsh vulnerability to sea level rise. *Nat. Clim. Chang.* **6**, 253–260 (2016).
16. Borsje, B. W. *et al.* How ecological engineering can serve in coastal protection. *Ecol. Eng.* **37**, 113–122 (2011).
17. Schotanus, J. *et al.* Promoting self-facilitating feedback processes in coastal ecosystem engineers to increase restoration success: Testing engineering measures. *J. Appl. Ecol.* **57**, 1958–1968 (2020).
18. Luijendijk, A. P. *et al.* The initial morphological response of the Sand Engine: A process-based modelling study. *Coast. Eng.* **119**, 1–14 (2017).
19. Huisman, B. J. A. *et al.* *Evaluatie van 10 jaar Zandmotor Bevindingen uit het Monitoring- en Evaluatie Programma (MEP) voor de periode 2011 tot 2021.* (2021).
20. Pereira, K. *Sand stories: surprising truths about the global sand crisis and the quest for sustainable solutions.* (Rhetority Media, 2020).
21. Boyall. https://hbo-kennisbank.nl/details/sharekit_hz:oai:surfsharekit.nl:bf6c140a-767c-42c5-9b86-4905b4e-4c385?q=mega.
22. Cooley, S., D. Schoeman, L. Bopp, P. Boyd, S. Donner, D.Y. Ghebrehiwet, S.-I. Ito, W. Kiessling, P. Martinetto, E. Ojea, M.-F. Racault, B. Rost, and M. S.-M. Ocean and Coastal Ecosystems and their Services. in *imate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (ed. H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Lösschke, V. Möller, A. Okem, B. R.) 379–550 (Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 2022). [doi:10.1017/9781009325844.005](https://doi.org/10.1017/9781009325844.005)

Colofon

Uitgave

HZ University of Applied Sciences,
november 2022

Foto's

Wietse van de Lageweg
Claudia de Wit
Edwin Parea

Omslagfoto

Audio Visuele Dienst HZ University
of Applied Sciences

Grafische vormgeving

Janca Huysmans, graphicjam.nl



Wietse van de Lageweg (1984)

studeerde Bodem, Water & Atmosfeer (BSc.) aan Wageningen University & Research en Fysische Geografie (MSc.) aan de Universiteit Utrecht. Hij promoveerde in 2013 aan de Universiteit Utrecht op de morfodynamiek van meanderende

rivieren. Sinds 2013 heeft hij een sterk internationaal track-record opgebouwd via aanstellingen in de Verenigde Staten (Exxon Mobil), Verenigd Koninkrijk (Universiteit van Hull) en België (AnteaGroup). Als programmamanager van het HZ University of Applied Science *Bouwen met de Natuur* lectoraat heeft Wietse vanaf 2018 bijgedragen aan innovatief en multidisciplinair kustonderzoek in tal van nationale en internationale consortia. Zijn rol als docent omvat onder meer *Ecological Engineering*, het Master programma *River Delta Development* en begeleiding van bachelorscriptiestudenten van de opleidingen Watermanagement en Civiele Techniek. In 2022 is hij benoemd tot lector *Bouwen met de Natuur* aan de HZ University Of Applied Sciences. Middels het *Future Shores* onderzoeksprogramma beoogt Wietse de komende 4 jaar samen met professionals uit de beroepspraktijk en studenten een impuls te geven aan het praktijkgerichte onderzoek en onderwijs rond klimaatbestendige kusten.

wietse.van.de.lageweg@hz.nl