



Rijkswaterstaat  
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

DUURZAME BESCHERMING EN ONTWIKKELING  
VAN DYNAMISCHE WADDENZEENATUUR

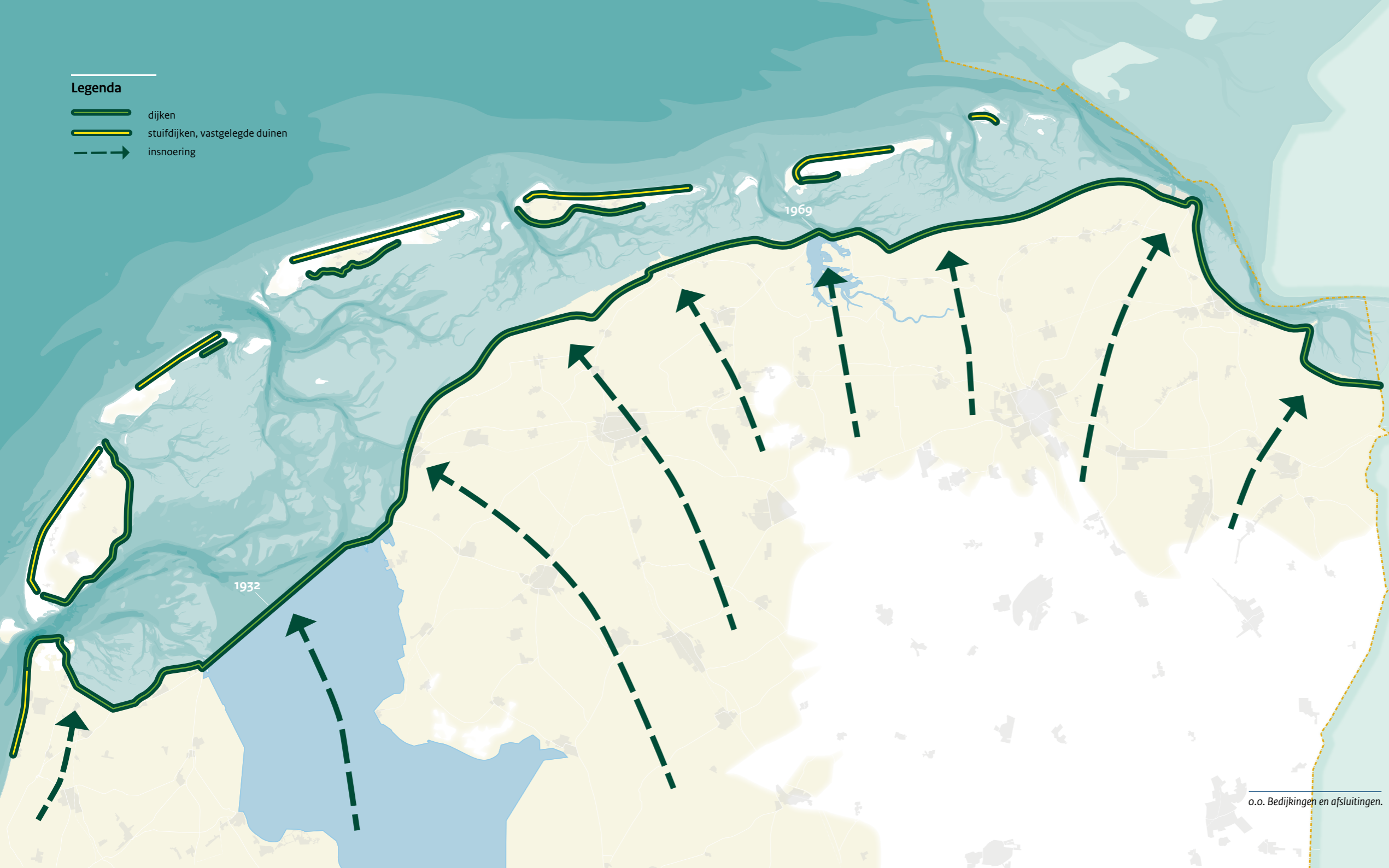
# Morfologische veranderingen





## Legenda

- dijken
- stuifdijken, vastgelegde duinen
- insnoering



# Bedijkingen en afsluitingen

## bepalen de morfologische ontwikkeling van de Waddenzee

Nadat eerst grote delen van vroegere veengebieden waren weggeslagen, werden sinds de Middeleeuwen grote delen van het vers gevormde (en zeer vruchtbare) zeeleigebied van Noord-Nederland langzaam ingedijkt (tot de groene lijn). In de zoe eeuw zorgden de afsluitingen van de Zuiderzee en de Lauwerszee voor een abrupt en zeer groot oppervlakteverlies. Sindsdien is ongeveer een derde van de Waddenzee overgebleven. Deze insnoeringen zijn tot de dag van vandaag, maar ook voor de toekomst, sterk bepalend voor de morfologische ontwikkelingen van de Waddenzee en de Noordzeekustzone. Ook de eilanden veranderden sterk van uiterlijk. Door het vastleggen van duinen en de aanleg van stuifdijken (gele lijn) ging daar een belangrijk deel van de vormende natuurlijke dynamiek verloren. In deze brochure wordt beschreven welke veranderingen hebben plaatsgevonden en tot welke vraagstukken dit leidt voor het beheer van de Waddenzee.

o.o. Bedijkingen en afsluitingen.



# Voorwoord

---



---

De Waddenzee is in 2009 uitgeroepen tot Unesco Werelderfgoed en in 2016 tot het mooiste natuurgebied van Nederland. De Waddenzee is ook het grootste natuurgebied van Nederland en wereldwijd belangrijk. Voor veel planten- en diersoorten heeft het een zeer belangrijke plaats of schakel in hun levenscyclus. Het is een uniek gebied met een natuurlijke dynamiek.

Het beheer en onderhoud is een verantwoordelijke en complexe opgave. Samen met andere beheerders en partners werkt Rijkswaterstaat aan het beheer en de ontwikkeling van de Waddenzee. Er is veel kennis over het Waddengebied. Deze kennis wordt voortdurend uitgebreid en ontwikkeld.

In een reeks brochures over duurzame bescherming en ontwikkeling van de Waddenzeenatuur wil Rijkswaterstaat de bestaande kennis toegankelijker maken om het systeem van de Waddenzee beter te begrijpen, ten dienste van het waterkwaliteits- en natuurbeheer.

Hiermee sluit Rijkswaterstaat wat betreft vormgeving en doel aan bij de serie brochures van het Kennisnetwerk Ontwikkeling en Beheer Natuurkwaliteit (OBN), dat kennis ontwikkelt en verspreidt met als doel het structureel herstel en beheer van natuurkwaliteit.

De voorliggende brochure is de eerste in de reeks. Deze beschrijft de laatste inzichten over de basis van het Waddensysteem: de morfologische dynamiek. Beschreven wordt hoe en wanneer de Waddenzee is ontstaan, dat het een ingeperkt gebied geworden is door de vele bedijkingen en dat aanzanding en de verwachte zeespiegelrijzing de toekomst zullen bepalen.

De Waddenacademie en Deltares hebben een review uitgevoerd, waarvoor wij deze kennisinstututen zeer erkentelijk zijn.

Veel leesplezier gewenst!

Joost de Ruig  
HID Rijkswaterstaat Noord-Nederland



# Inhoudsopgave

Gebiedsomschrijving	7
1 Inleiding	8
2 Het ontstaan van de Waddenzee	14
3 Een ingesnoerd gebied	22
4 Toekomstige morfologische ontwikkelingen	32
5 Beheer morfologische veranderingen	38
Literatuur	54

Satellietbeeld Internationale Waddenzee (Nederland, Duitsland en Denemarken). albedo39 Satellitenbildwerkstatt e.K. (image processing), Brockmann Consult GmbH (scientific consulting), raw data: U.S. Geological Survey.

## Gebiedsomschrijving

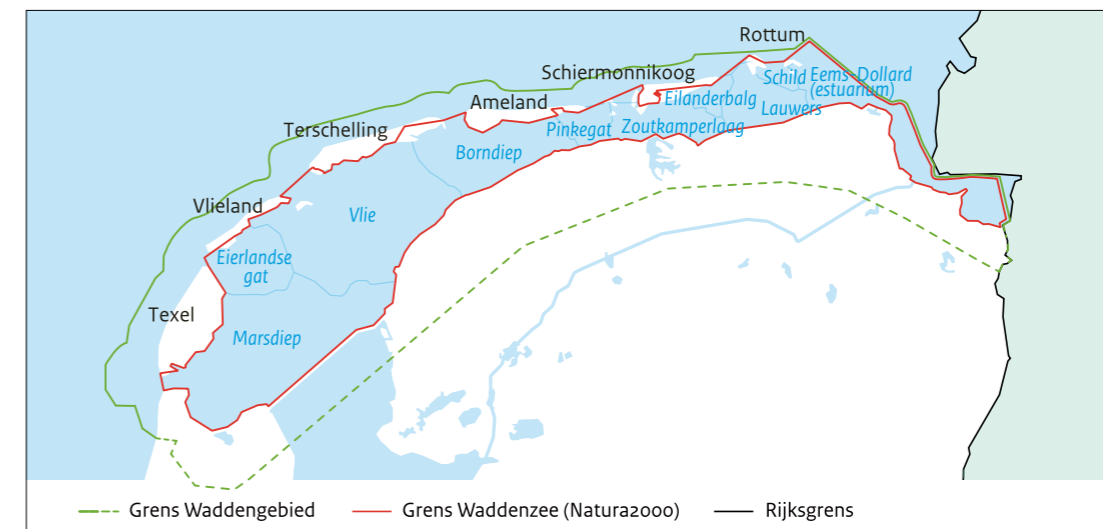
De Waddenzee, inclusief het Eems-Dollard-estuarium, is verreweg het grootste natuurgebied van Nederland, met een oppervlakte van meer dan 270.000 hectare. De Waddenzee ligt centraal in het Waddengebied (zie figuur 0.1), waarmee het door de geschiedenis en de ondergrond en vanwege de weidsheid, de flora en de fauna nog steeds onlosmakelijk verbonden is.

Samen met de Noordzeekustzone en het Waddenzeegebied van Duitsland en Denemarken is de Waddenzee het grootste aaneengesloten intergetijdengebied (achter barrière eilanden en zonder mangroven) van de wereld. Nederland heeft met Duitsland en Denemarken een trilateraal samenwerkingsverband. In hun gezamenlijke Wadden Sea Plan streven zij naar een duurzaam ecosysteem, waar natuurlijke processen ongestoord hun gang kunnen gaan.

### Beleid en beheer

Door de bijzondere ecologische, landschappelijke en cultuurhistorische waarden wordt de Waddenzee strikt beschermd door tal van internationale verdragen en Europees recht. De eisen die hierin zijn beschreven hebben een doorwerking gekregen in de Nederlandse wet- en regelgeving voor het Waddengebied en de Waddenzee. Daarin is en blijft als hoofddoelstelling voor de Waddenzee: “de duurzame bescherming en ontwikkeling van de Waddenzee als natuurgebied en het behoud van het unieke open landschap”.

Duurzame bescherming en ontwikkeling van het Waddengebied wordt onder meer bereikt via het KRW-maatregelenpakket, de Natura 2000-beheerplannen en plannen vanuit de Programmatische Aanpak Grote Wateren (PAGW). Daarnaast wordt er door de gezamenlijke beheerders van het Waddengebied samengewerkt in nationale en internationale onderzoeksprogramma's.



0.1. Begrenzing van het Nederlandse Waddengebied (groen; bij benadering) en van de Nederlandse Waddenzee (rood; met kombergingsgebieden). De Waddeneilanden zijn ook grotendeels Natura2000-gebied. Bron: Agenda van het Waddengebied 2050.



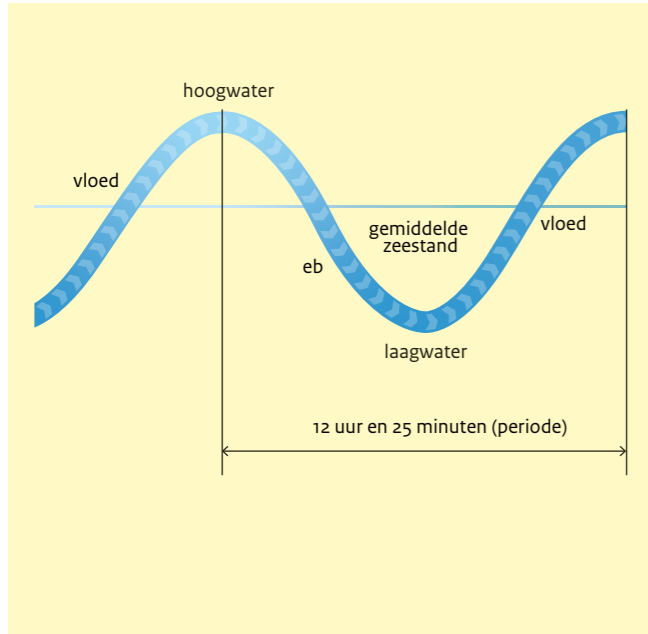


# Inleiding

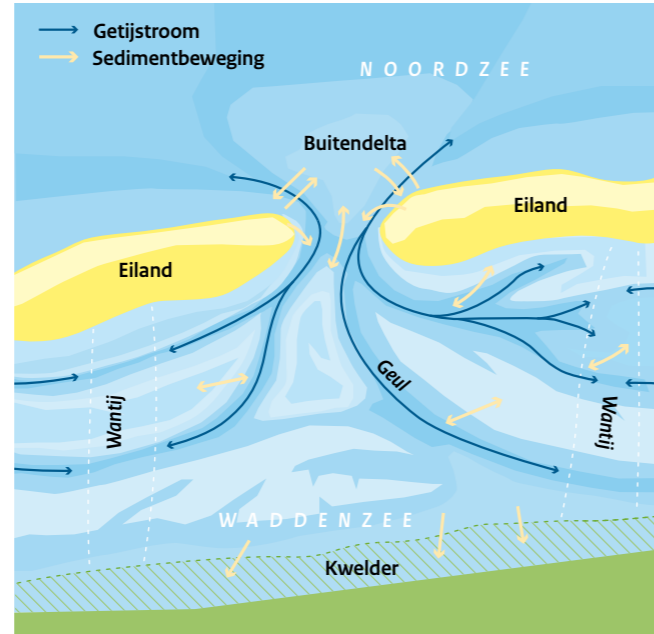
---

De Waddenzee is in de loop van de geschiedenis enorm veranderd, maar wordt nog steeds gekenmerkt door sterke, natuurlijke en dynamische processen. Deze worden in de eerste plaats gedreven door het getij (figuur 1.1). In een periode van 12 uur en 25 minuten zorgen eb en vloed voor een getijdenbeweging van en naar de Noordzee via de zeegaten, waarbij hoogwater en laagwater elkaar na ruim zes uur afwisselen. De getijdegolf plant zich voort van west naar oost langs de Nederlandse Waddenkust, waardoor het langs de kust nergens tegelijkertijd hoog- of laagwater is. Ook zijn de verschillen tussen hoog- en laagwater (het getijverschil) van dag tot dag verschillend, met als uitersten springtij en doortij. In deze waterbeweging hebben ook de windkracht en windrichting een zeer bepalende rol. Zo wordt er bijvoorbeeld bij noordwestenwinden meer water de Waddenzee in geblazen en bij oosten- en zuidenwinden wordt de Waddenzee meer 'leeg' geblazen. Het getijverschil varieert ook van plaats tot plaats, van gemiddeld ruim 1,4 meter bij Texel tot ongeveer 3 meter bij Delfzijl.

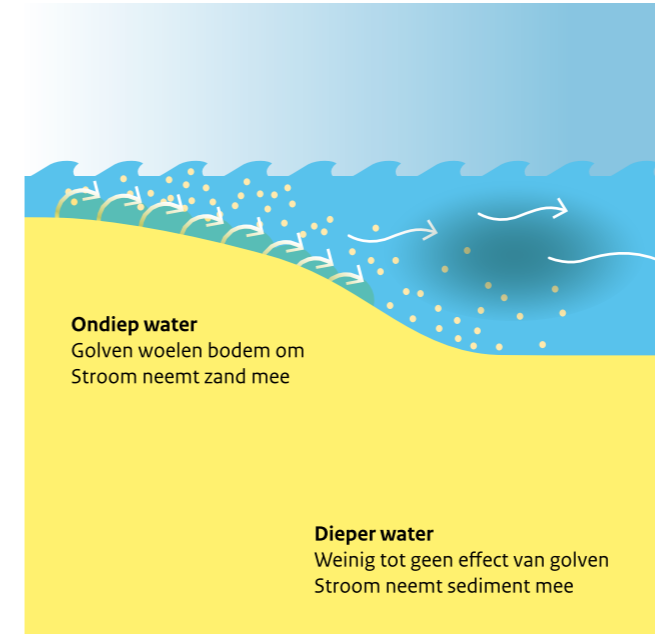




1.1. Getijdenbeweging in de Noordzee en de Waddenzee.



1.2. Schematische weergave van de getijstroom en sedimentuitwisseling in een zeegat met bijbehorend kombergingsgebied (tussen de wantijen). Eilanden en buitendelta's zijn belangrijk voor de sedimentverdeling in de Waddenzee; kwelders vangen vooral sediment in. Bron: Hoe werkt het Wad? (Ministerie van ELI en IenM, 2012).



1.3. Stromend water en golfslag nemen sediment op; stroom voert het mee. Bron: Hoe werkt het Wad? (Ministerie van ELI en IenM, 2012).



1.4. Buitendelta's zijn belangrijke schakels in de sedimentverdeling. Bron: Hoe werkt het Wad? (Ministerie van ELI en IenM, 2012).

Op verschillende plaatsen in de Waddenzee, ten zuiden van de Waddeneilanden, is een gebied waar het opkomende water vanuit de zeegaten elkaar van twee kanten ontmoet. Hier ligt het wantij: de waterscheiding tussen twee kombergingsgebieden. De stroomsnelheden zijn hier laag, waardoor sediment wordt afgezet (figuur 1.2). Het Waddenzeewater wordt op verschillende plaatsen beïnvloed door zoetwaterstromen vanaf het land: via de Eems, de spuisluisen in de Afsluitdijk en Lauwersmeerdijk en diverse kleinere gemalen en uitwateringssluizen.

Voordat er dijken met spuiwijken waren, werd het zoete en zoute water langzaam gemengd. Daardoor waren er lange en geleidelijke gradiënten van zoet naar zout water. Deze waren van groot belang voor

bijvoorbeeld de vistrek tussen de zoete wateren en de zee. Ook had het invloed op de biodiversiteit en daarmee het voedselweb van de Waddenzee. Alleen het Eems-estuarium heeft nog een redelijk intacte gradiënt. Waar spuiwijken zijn gekomen zijn deze gradiënten grotendeels verdwenen. Daar is de trek van vissen van het zoute naar het zoete water vrijwel onmogelijk geworden zonder vispassages. De wijze van uitstromen van zoet water kan invloed hebben op het stromingspatroon en de waterverdeling in de Waddenzee. Eveneens kan het bijdragen aan de import van slibrijk zout water zoals in het Eems-estuarium: het zwaardere zoute water kan onder het relatief zoete of brakke water landwaarts kruipen en daarbij slib meevoeren. Het uit de zoetere toplaag bezinkende slib komt daarbij terecht in deze landwaartse stroming.

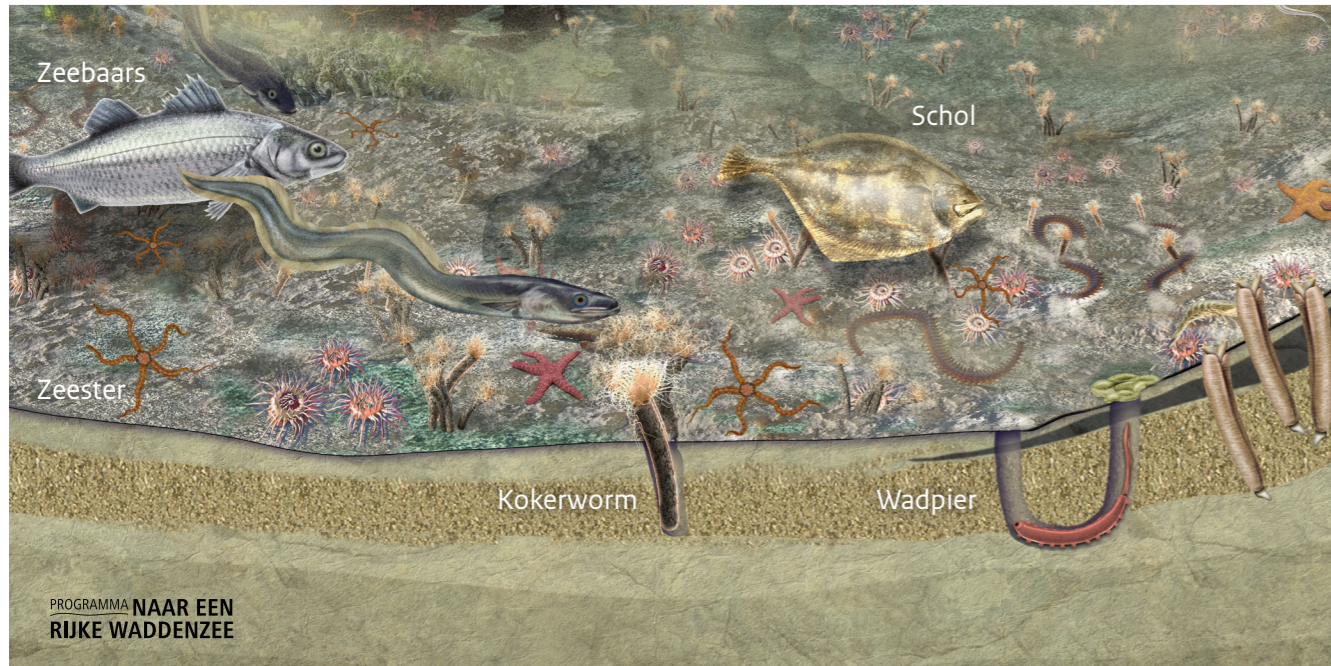
Zo is er, vooral door de getijdenbeweging, de wind en de zoetwaterstroom, een constante waterbeweging met stroming en golven, in de Waddenzee, vanuit de Noordzee.

### Morfodynamiek

Bovengenoemde waterbeweging neemt kleine organismen, voedingsstoffen en vooral zand- en slibdeeltjes mee. Afhankelijk van hoe hard het water stroomt en de mate van golfslag kunnen kleinere (slib-) of grotere (zand-) deeltjes van de bodem opgenomen worden (figuur 1.3) en op luwe plaatsen weer bezinken. Zo bepaalt de waterbeweging het proces van erosie (verlaging en afslag, door loskomen en verdwijnen van sediment) en sedimentatie (ophoging en aangroei, door opstuiven of bezinken

van sediment). De erosie- en sedimentatieprocessen zijn weer van invloed op de waterbeweging. Zo leidt de ontwikkeling van een zandbank bijvoorbeeld weer tot een aanpassing van het stromings- en golfpatroon. Deze morfodynamiek leidt tot een patroon van geulen, slenken, prielen en krekken, met daartussen buitendelta's, zand- en wadplaten. De wadplaten onder gemiddeld laagwater staan vrijwel altijd onder water. Hoger gelegen wadplaten vallen meestal droog bij afgaand water. De buitendelta's zijn belangrijke schakels in de sedimentverdeling (figuur 1.4).





### Flora en fauna

Door deze morfodynamiek is er een gevarieerd landschap, met overgangen van diep naar ondiep, van zand naar slib, van zout naar zoet, van helder naar troebel, van laag naar hoog, van nat naar droog en van koud naar warm. De wadplaten kunnen een ideale bodem zijn voor schelpdieren en ander bodemleven, dat leeft van elkaar en van kleinere planten (algen) en dieren (zoöplankton) op en in de bodem en in het water er omheen. Een aantal organismen, zoals mossels, oesters, zeegras, kwelderplanten en kokerwormen zijn de biobouwers van het wad. Ze hebben een wisselwerking met hun omgeving en helpen om het wad op te bouwen, doordat ze de hydro- en morfodynamiek beïnvloeden. Ze remmen de waterstroming en de golfwerking af, waardoor sediment makkelijker kan bezinken.

Daarnaast filteren schelpdieren het zeewater met sediment, waarbij ze hun leefgebied ophogen door de afscheiding van miljoenen kubieke meters fijn sediment. Dit is weer een voedingsbodem voor andere organismen zoals wieren en wadslakjes. Biobouwers zijn zo hotspots voor biodiversiteit. Vogels vinden hier hun voedsel, evenals op de stranden en de kwelders, waar ze ook kunnen rusten, ruien en broeden. De geulen zijn doortrekgebied en kraam- en kinderkamers voor vissen, en eenden duiken er naar schelpdieren op de bodem. Zeehonden zoeken de hogere zandplaten op om te rusten of hun jongen te baren en te zogen. Bruinvissen zwemmen vanuit de Noordzee via de geulen naar de Waddenzee, tot zelfs een eind in het Eems-Dollard estuarium. (Zie figuur 1.5.)

1.5. Details uit een geïdealiseerde 3D-tekening van planten- en diersoorten die onder water kunnen voorkomen in de Waddenzee (hoewel niet zo dicht op elkaar). De afbeelding is gemaakt door Nicolle R. Fuller van Sayo Studio, in samenwerking met de Universiteiten van Wageningen en Groningen, het NIOZ, Bureau Waardenburg, Stichting de Goede Visser en het Alfred-Wegener-Instituut, in opdracht van het Programma naar een Rijke Waddenzee en de Waddenvereniging.







# Het ontstaan van de Waddenzee

---

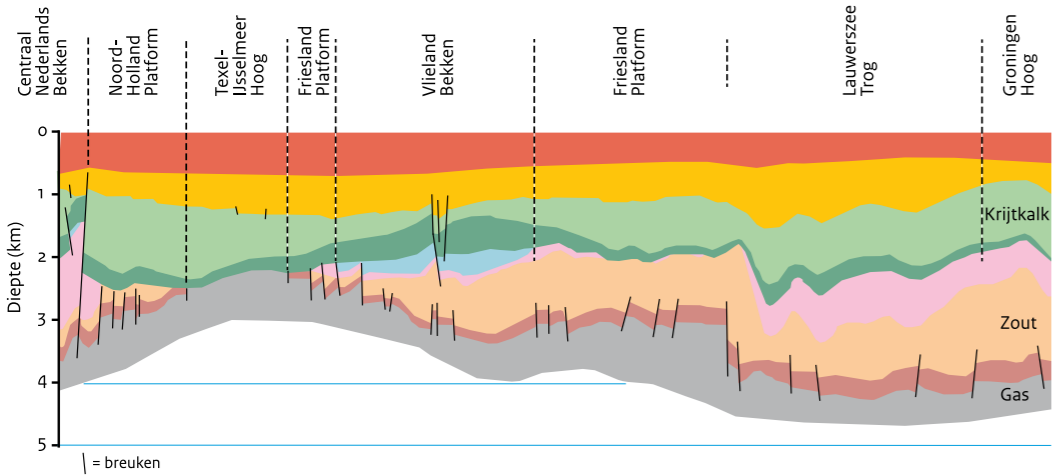
## Samenvatting

De diepe ondergrond van het Waddengebied ontwikkelde zich in een periode van ruim 300 miljoen jaar, waarin diverse klimaattypen elkaar afwisselden. Sedimenten zijn samengeperst tot gesteenten, waaruit nu aardgas, zout en grondwater worden gewonnen. Aan het eind van het Pleistoceen (de periode met ijstijden) was er een uitgestrekt droog toendralandschap van zand, keien en rivieren in Nederland en lag de kustlijn van de Noordzee veel noordelijker. Daarna brak de huidige warmere periode (het Holoceen) aan. Het landijs smolt en de zeespiegel steeg eerst zeer snel, totdat ongeveer

6.000 jaar geleden de zeespiegelstijging minder snel ging. Golfwerking, stroming en zandaanvoer vanuit de Noordzee zorgden voor het ontstaan van eilanden aan de noordkust. Daarachter lag een ondiepe, luwe Waddenzee met platen en geulen en een uitgestrekt kwelderlandschap tot de grens met Hoog-Nederland. De mens ging dit landschap bewonen en geleidelijk ook ontginnen en bedijken. Op het land werd landbouw de belangrijkste bron van bestaan. In de Waddenzee de visserij. Op de Waddeneilanden is dat nu het toerisme.



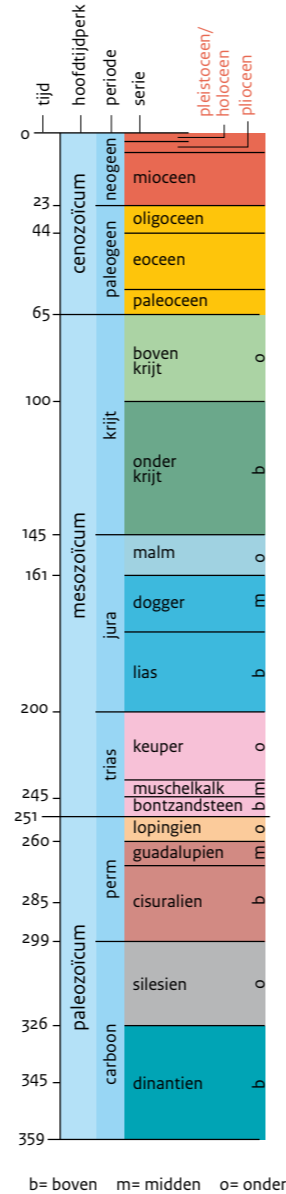
## Geologisch profiel Waddengebied



2.1. ZW-NO doorsnede door de ondergrond van het Waddengebied (naar TNO-NITG 2004, uit Speelman e.a., 2009).

### Van Carboon tot Pleistoceen

De ondergrond van het Waddengebied heeft zich in een periode van ruim 300 miljoen jaar ontwikkeld. In deze periode, van Carboon tot Pleistoceen, wisselden diverse klimaattypen elkaar af, waardoor een gevarieerde ondergrond is ontstaan (zie figuur 2.1). Het noordwestelijke deel van het Waddengebied (het Texel-IJsselmeer Hoog) is in de geologische geschiedenis grotendeels een hoog gelegen gebied geweest, waar weinig sedimentatie en veel erosie heeft plaats gevonden. In het relatief ondiepe Vlieland Bekken komen nog resten voor van een ongeveer 150 miljoen jaar oude vulkaan, nu gelegen op circa 2 kilometer

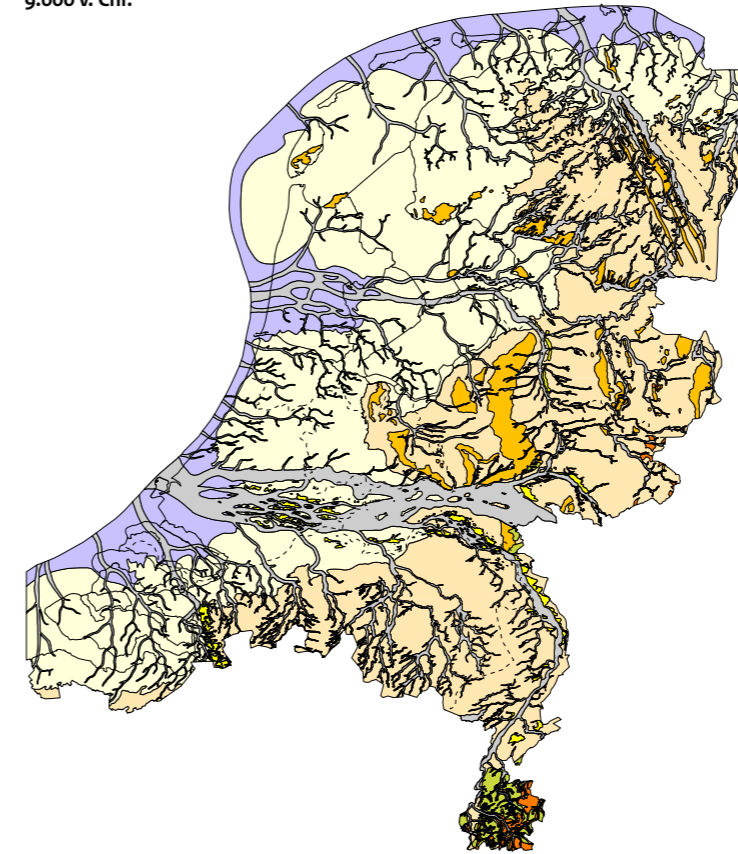


diepte. De Lauwerszee Trog, onder het oostelijke Waddengebied, was een overwegend dalend gebied, waarin een dik pakket sedimenten is afgezet. De breuken in de ondergrond zijn regelmatig actief geweest tot in zeer recente tijden. In de verschillende perioden zijn diverse soorten sediment afgezet (klei, zand, zout en kalk) of hebben zich uitgestrekte veenpakketten gevormd. In de loop der tijd zijn deze samengeperst tot lagen kleisteen, zandsteen, zoutlagen, kalksteen en steenkool. Hieruit worden nu aardgas, zout en grondwater gewonnen. Dit kan leiden tot bodemdaling, een verandering van doorlatendheid en afsluitende werking van lagen in de ondergrond en een verandering van stromingsprocessen.

### Pleistoceen

Aan het eind van het Pleistoceen (zo'n 12 duizend jaar geleden, na de laatste ijstijd, zie figuur 2.2) lag de Noordzee deels droog en was Nederland nog verbonden met Engeland. Noordwest Europa was een grote zandige en koude vlakte, waar mammoeten, wolharige neushoorns en sabeltandtijgers leefden, naast de eerste menselijke bewoners. De dikke ijskappen in Noord-Europa drukten de aardkust lokaal naar beneden. De rivieren stroomden vanuit de Alpen naar het noordwesten en lagen in diep ingesneden rivierdalen. Nederland bestond naast rivierdalen uit stuwwallen, dekzandruggen en dekzandvlaktes.

9.000 v. Chr.



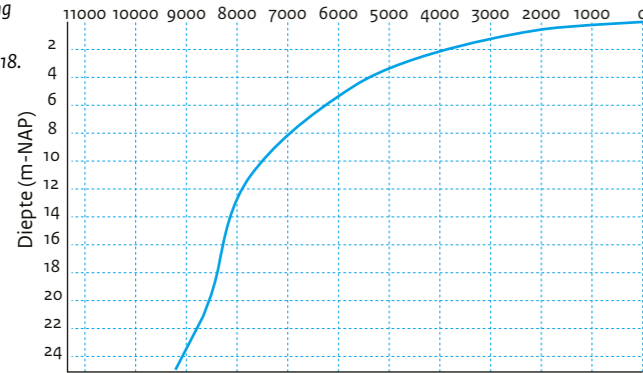
2.2. De huidige contouren van Nederland in een kaart van het Pleistocene landschap, circa 11.000 jaar geleden. Hoog-Nederland ligt boven NAP 0 meter, Laag-Nederland daaronder. Bron: Vos, 2018.

#### Pleistoceen landschap

- Beekdal- en rivierengebieden
- Pleistocene zandgebieden, beneden 16 m -NAP
- Pleistocene zandgebieden, tussen 16 en 0 m -NAP
- Pleistocene zandgebieden, boven 0 m -NAP
- Rivierduinen
- Hogere, door landijs gemodelleerde gronden, aan of nabij het maaiveld
- Löss gebieden
- Tertiaire en oudere afzettingen



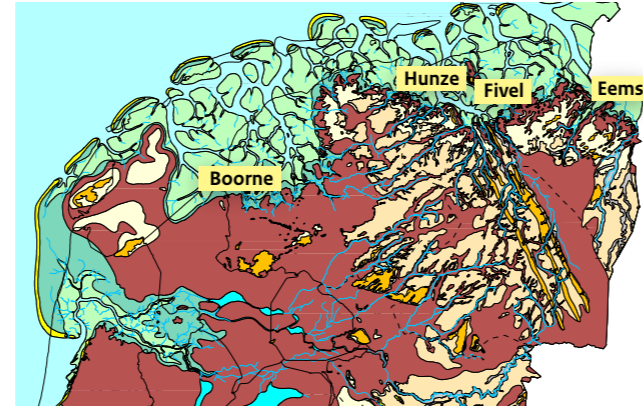
2.3. Zeespiegelstijging in het Holoceen tot heden. Bron: Vos, 2018.



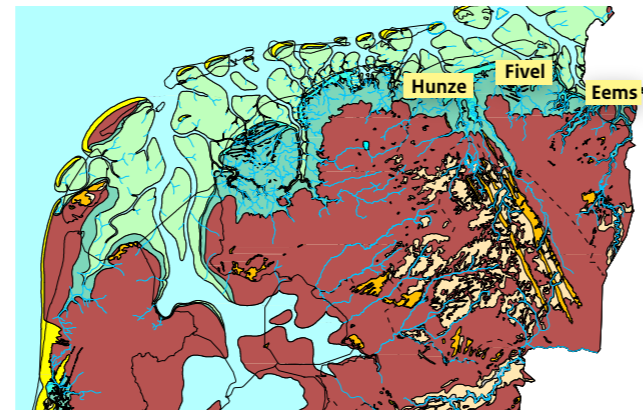
### Holoceen

Ongeveer 11.500 jaar geleden werd het flink warmer en begon het tijdperk van het Holoceen. De Scandinavische ijskap ging smelten, waardoor de bodem in Scandinavië weer omhoog kwam en die van West-Europa juist daalde (glacio-isostasie). De zeespiegel steeg eerst snel, zo'n 100-200 centimeter per eeuw (zie figuur 2.3). De Noordzee liep vol en Engeland werd een eiland. Ook de grondwaterspiegel op het land kwam omhoog.

Rond 9.000 jaar geleden bereikte de zeespiegel ongeveer de huidige kustlijn van Nederland en langzaam overstroomden de dalen. Vanaf zo'n 7.500 jaar geleden steeg de zeespiegel iets minder snel. De Pleistocene dalsystemen en laagten waren volgelopen en veranderd in estuaria (waar de rivieren Schelde, Maas, Rijn en Eems uitstroomden) of getijdenbekkens, zoals in Zeeland, Noord-Holland en Noord-Nederland (zoals die van de Boorne, Hunze en Fivel). Rond 6000-5000 jaar geleden werden voor de kust van Noord-Nederland eilanden gevormd, door een combinatie van de werking van golven op een flauwe helling in ondiep water, bij niet te sterk getij en de beschikbaarheid van zandig sediment (afgezet in de ijstijden). Door de afstroom van zoet water en de toestroom van kwelwater vanuit Hoog-Nederland ontwikkelde zich veen, omdat er weinig drainage was.



2.4. Waddengebied ca. 5.000 jaar geleden (2750 v. Chr.). Bron: Vos, 2018.



2.5. Waddengebied ca. 2.000 jaar geleden (100 na Chr.). Bron: Vos, 2018.

Dit was het begin van de ontwikkeling van het Waddengebied.

### Noord-Nederland

Ongeveer 5.000 jaar geleden (figuur 2.4) was het stijgen van de zeespiegel verder afgenomen, tot ongeveer 25 centimeter per eeuw. In West-Nederland werd op grote schaal veen gevormd achter de strandwallen, die voor de kust lagen. In Noord-Nederland was er meer bodemdaling, een steiler kustprofiel en minder zandaanvoer, waardoor de invloed van de zee groter was en de kust aan de noordkant deels open bleef.

Daar ontwikkelden zich zandige eilanden, met daarachter een getijdengebied met wadden (platen, slik), geulen en krekens, waar zand en slib werden afgezet: het begin van de Waddenzee. Op de hogere delen ontwikkelden zich kwelders. Meer landinwaarts was brak of zoet water, gevoed door diverse kleine beken en riviersystemen. Door de hoge grondwaterstanden vormde zich veen, eerst in de laagtes, daarna ook op de hogere delen. De kustlijn verplaatste zich langzaam landwaarts, evenals de eilanden.

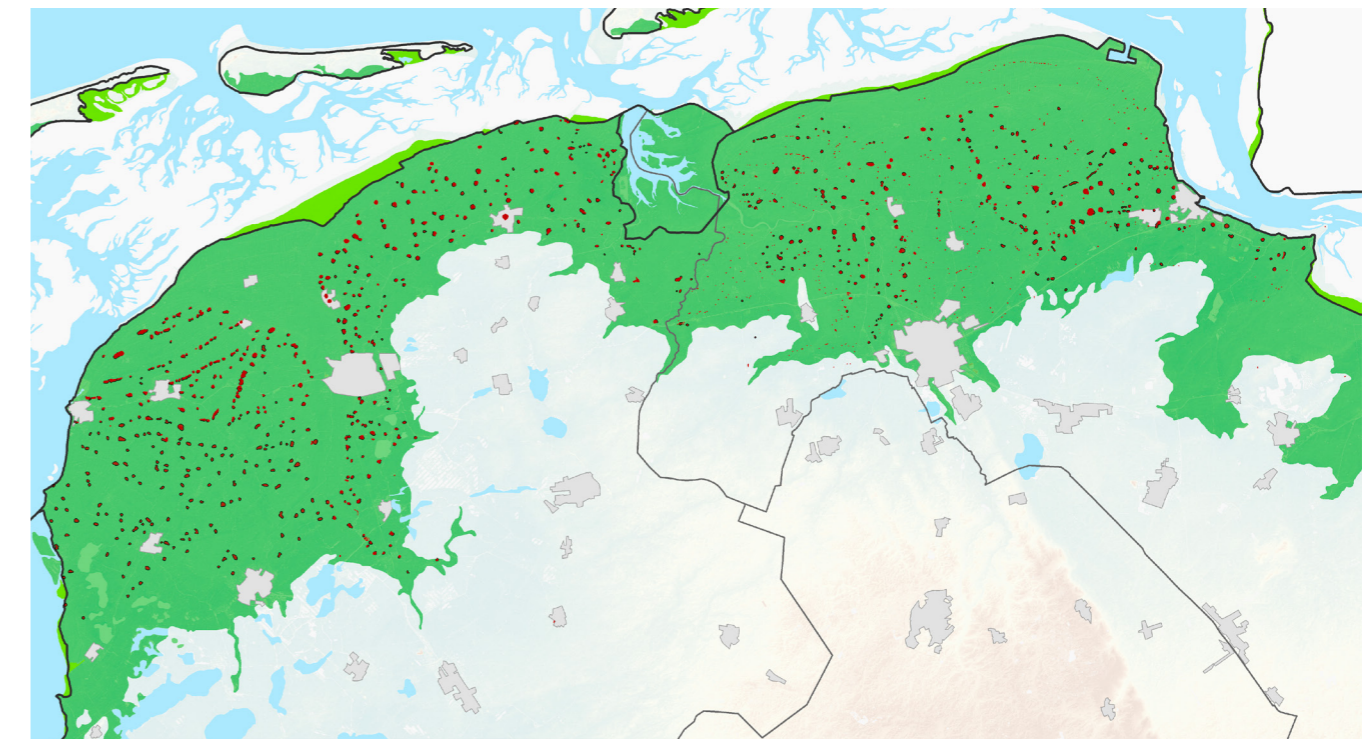
### Veen en de Zuiderzee

In de periode daarna, tot zo'n 2.000 jaar geleden (figuur 2.5), nam de snelheid van zeespiegelstijging nog meer

af. Het veen breidde zich sterk uit. In Flevoland ontstonden binnenmeren die door afslag door golven groter werden, evenals door ontwatering en afgraving door de mens.

Langs de Hollandse kust tot aan Texel bleven de strandwallen meer gesloten, omdat ze hoger lagen en deels een ondergrond hadden van het stevige keileem, een restant uit de ijstijden. Oudere wadafzettingen begroeienden deels met veen. Op de plekken waar het veen was afgeslagen ontstonden grote kweldergebieden. Rond 400 voor Christus kwam er door verdergaande afslag van de veengebieden een verbinding tussen het zeegat van het Vlie en de flevomeren, waardoor de Zuiderzee ontstond (die aanvankelijk nog zoet was).

2.6. Terpen (in Friesland) en wierden (in Groningen) op de kleigrond (voormalige kwelders) in Noord-Nederland, voor de bedijkingen en inpolderingen. Bron: bewerkt door J. Wiersma.



Terpen en wierden  
Klei aan de oppervlakte  
Kwelders  
Bebouwing

Bron: Vos, P. & S. de Vries 2013; 2e generatie palaeografische kaarten van Nederland (versie 2.0) Deltares, Utrecht. Op 28-04-2015 gedownload van [www.archeologiein nederland.nl](http://www.archeologiein nederland.nl), Bodemkaart van Nederland, AHN2. Bewerkt door J. Wiersma, 2016.

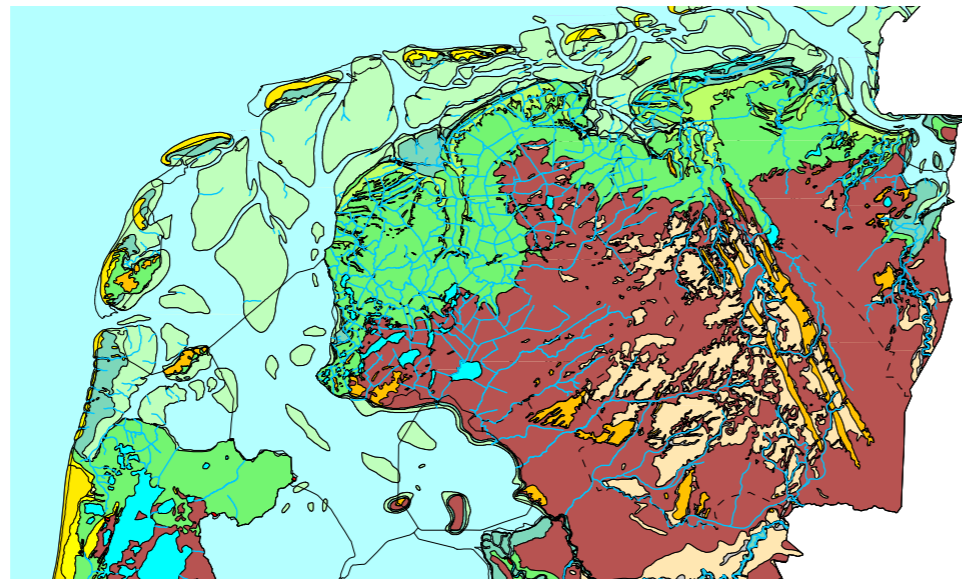


De zeespiegelstijging bedroeg vanaf die tijd (tot aan het begin van de 20e eeuw) gemiddeld 5 centimeter per eeuw.

### Bewoning

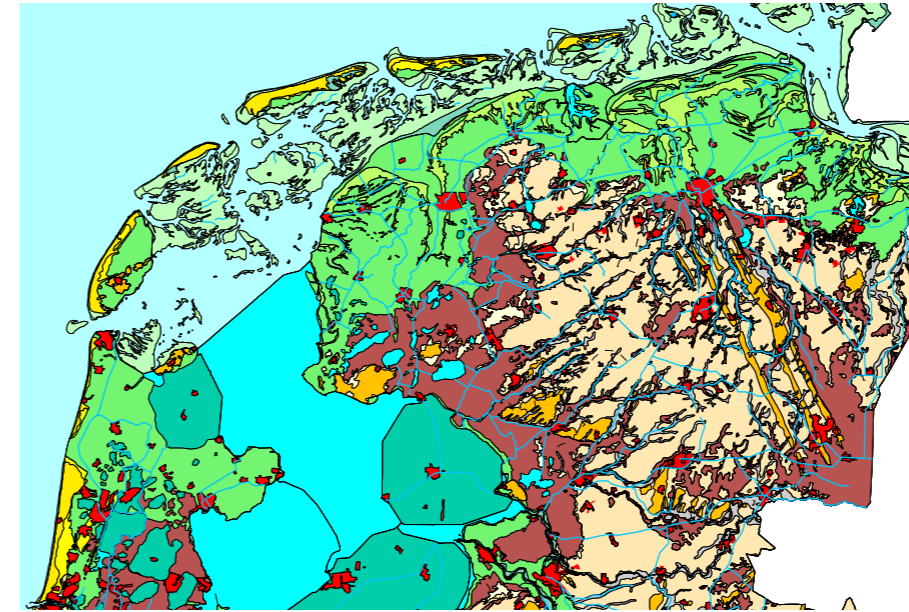
Vanaf de Romeinse tijd (rond het jaar nul) werd door de mens steeds meer veen ontwaterd voor landbouwgebruik. Bewoning was er in het Waddengebied al vanaf 600 voor Christus, eerst op de kwelderwallen, daarna op terpen (in Friesland) en wierden (in Groningen) op de begroeide kleigrond (kwelders), zie figuur 2.6. Deze slibrijke gronden bleken voedselrijk en geschikt als hooiland, weiland en later ook akkerland. Daarnaast leefde men van visserij, nijverheid en handel, onder andere met Scandinavië en Engeland. Dat maakte dat Noord-Nederland een tijd welvarend en relatief dichtbevolkt was. Door de ontwatering en afgraving van veen zakte de bodem en brak de zee vaker door, waarbij grote oppervlakten veen werden weggeslagen. Zo ontstonden bijvoorbeeld de Middelzee en de Lauwerszee, die overigens later deels weer aanslibden met zeeklei.

2.7. Waddengebied ca. 500 jaar geleden (1500 na Chr.). Bron: Vos, 2018.



In de 12e eeuw brak de strandwal ten zuiden van Texel door. Zo ontstond het Marsdiep en was de westelijke Waddenzee (die toen nog Zuiderzee heette) een feit en werd gevuld met zout water. Vanaf ongeveer 1100-1200 werden de kwelders steeds meer ingepolderd door de aanleg van dijken, om de landbouwgronden te beschermen tegen de zee. Dat gebeurde door de natuurlijke opslibbing te bevorderen door greppels te graven en walletjes op te werpen of dammen te plaatsen. Zo is er vanaf die tijd ongeveer 330.000 hectare land gewonnen op de Waddenzee. Door de indijking verzoette het land en verschenen er ook boerderijen en dorpen buiten de woonheuvels, met bomen en grootschalige akkerpercelen op de jonge, vruchtbare klei.

Ongeveer 500 jaar geleden (rond 1500 na Christus) was al een groot deel van de Friese en Groninger Wadden (de huidige kleigebieden van Noord-Nederland) ingepolderd, inclusief de voormalige zee-inhammen zoals de Marneslenk, de Middelzee, de Hunze en de Fivelboezem (figuur 2.7). Ook waren veengebieden



2.8. Huidige Waddengebied (2000 na Chr.). Bron: Vos, 2018.

verder afgeslagen, waardoor de Zuiderzee nog groter was geworden. Op het land daalde de bodem verder door afgraving (voor verbranding en zoutwinning), inklinking en oxidatie van het veen. De kustlijn volgde nog de mondingen van de oude rivierlopen en was grillig. Op veel plaatsen lag de kustlijn landinwaarts van de huidige kust.

### Het huidige landschap

In de 16e-18e eeuw waren er veel stormvloed, waardoor er vaak dijkdoorbraken waren en bijvoorbeeld de Dollard ontstond. Vanaf de 17e eeuw werd er in toenemende mate ingepolderd (Dollard, Groningse kust, Lauwersmeer, Texel). In Friesland en de Zuiderzee was weinig inpoldering. Vanaf de 19e eeuw werd het kustgebied door de mens steeds grootschaliger bedijkt en ontstond een vrij strakke kustlijn. De meeste terpen in Groningen en Friesland werden afgegraven. In de 20e eeuw werd de begrenzing nog scherper. Wieringen werd verbonden met het vasteland na afsluiting van

het Amsteldiep in 1924. Ook de Zuiderzee (in 1932) en de Lauwerszee (in 1969) werden afgesloten. Op de eilanden werden vanaf de 19e eeuw stuifdijken aan de Noordzeekant aangelegd. Na 1953 werden ze versterkt en uitgebreid langs de volle lengte van de kust, met het oog op toekomstige inpolderingen van (delen van) de Waddenzee. In 1972 werd de Eemshaven aangelegd op een buitendijks gelegen gebied (figuur 2.8). De zoetwaterafvoer van het land is gereguleerd door dijken, dammen, sluizen en lokaal ook pompen. Achter de dijken is het vasteland nog steeds en vooral in gebruik als landbouwgebied. Op de Waddeneilanden is nu het toerisme de belangrijkste bron van bestaan.

#### Holoceen landschap

##### Kustduinen

- Hoog duin
- Duin en strandwallen
- Laag duin

##### Landduinen

- Stuifzand gebied

##### Overstroomde gebieden

- Wadden en slikken
- Riviervlakten en kwelders
- Kwelderwallen
- Pleistocene zandgebieden, boven o m -NAP
- Hogere, door landijs gemodelleerde gronden, aan of nabij het maaiveld

##### Veen gebieden

- Veen

##### Antropogene gebieden

- Ingedijkt overstromingsgebied
- Droogmakerij
- Stedelijk gebied

##### Permanent onderwater

- Binnenwater
- Buitenwater





# De huidige Waddenzee, een ingesnoerd gebied

## Samenvatting

Door menselijke factoren, eerst de ontginning van het veen en later de bedijkingen, zijn in de loop van de afgelopen eeuwen de eigenschappen van het Waddengebied enorm veranderd. Het oppervlak van de Waddenzee is in de afgelopen duizend jaar met ongeveer twee derde afgenomen. Zo heeft het getijdewater minder ruimte gekregen. Een groot deel van het kwelderareaal in Noord-Nederland – dat een brede overgangszone was met tal van geleidelijke overgangen - is sinds de Middeleeuwen door bedijking verloren gegaan. Daarmee is ook het paai- en doortrekgebied voor vissen, een groot deel van het broed- en rustgebied voor vogels en een lange gradiënt van kwelderplanten verdwenen. Vooral door

afsluiting van de Zuiderzee en de Lauwerszee in de afgelopen eeuw is de komberging van de Waddenzee zeer sterk beïnvloed. Hierop heeft de morfologie gereageerd. Geulen opgevuld of zijn afgebogen en verleggen zich nog steeds. Waterstanden zijn beïnvloed en stroomsnelheden veranderd. Zand uit de Noordzeekustzone wordt door de getijden en golven naar de Waddenzee getransporteerd om het kleiner geworden gebied ondieper te maken. De droogvallende platen worden gemiddeld groter, de geulen en ondergedoken platen kleiner en ondieper. Tegelijkertijd eroderen plaatselijk de Noordzeekusten van de Waddeneilanden, die net als de Waddenzee deels in een keurslijf zitten. Ook is er overal een lichte natuurlijke bodemdaling en plaatselijk wat meer door menselijke activiteiten. In het ingesnoerde Eems-Dollard estuarium is vooral de troebelheid een groot probleem.



### Legenda

- < 1300
- 1300-1500
- 1500-1700
- 1700-1800
- 1800-1900
- 1900-2000
- dijken
- primaire waterkering
- 1693 jaar/periode realisatie dijk
- afgesloten stukken zee
- zeekleigrens ±1250

3.1. Inpolderingen in Groningen, Friesland en Noord-Holland, op grond van historisch bronnenonderzoek.

## De bedijkings- geschiedenis in Noord-Nederland

De insnoering van de Waddenzee (zie de kaart op bladzijde 2-3) is vanaf de Middeleeuwen een geleidelijk proces geweest. Veelal met handkracht is stukje bij beetje het oude zeekleigebied, dat begroeid was als kwelder, op de zee gewonnen en ontgonnen voor landbouw en bewoning. Zo is de huidige kustlijn ontstaan.



### De Waddenzee is kleiner geworden

Door natuurlijke dynamiek (de invloed van de getijdenstroming en de zeespiegelstijging) zijn de strandwallen, waaruit de Waddeneilanden zijn ontstaan, in de eerste helft van het Holoceen ongeveer tien kilometer landwaarts opgeschoven evenals de kustlijn van het vasteland. Toen de zeespiegelstijging gering(er) werd, is dit proces vrijwel tot stilstand gekomen. Wel zijn er sindsdien nog veranderingen langs de eilandkusten door afslag, aangroei en aanlanding van zandplaten aan de Noordzeekant. Door de aanleg van allerlei soorten dijken aan de wadkant van de Waddeneilanden liggen de eilanden ook aan de zuidkant gedeeltelijk vast. De kustlijn van het vasteland van Noord-Holland, Friesland en Groningen is juist in de loop van de afgelopen eeuwen door bedijkingen naar het noorden opgeschoven, veel korter geworden en nu door dijken een harde grens tussen water en land (figuur 3.1). Door deze bedijkingen is het oppervlak van de Waddenzee dat met hoogwater kan onderlopen in de afgelopen duizend jaar met ongeveer twee derde afgenomen en heeft het getijdewater dus veel minder ruimte gekregen

### Het kwelderareaal is vrijwel verdwenen

Sinds de bedijkingen is een groot deel van het kwelderareaal in Noord-Nederland (en deels op de Waddeneilanden) verloren gegaan. Dit was voorheen een brede overgangszone tussen water en land, met geleidelijke (zogenaamde estuariene) overgangen in sediment (zand- slib), zoutgehalte (zout-zoet), hoogte (laag-hoog/diep-ondiep) en vochtgehalte (nat-droog), met een hoge biodiversiteit. De brakwatergebieden en tal van andere habitats en soorten die karakteristiek zijn voor deze estuariene overgangszone zijn daardoor grotendeels verdwenen, zoals een aantal broedvogels en diverse vissoorten die voor hun levenscyclus afhankelijk zijn van zowel zoet als zout water. Ook is de dempende invloed van de kwelders op stormvloed vrijwel overal verdwenen waar de hoge kwelder is ingepolderd.

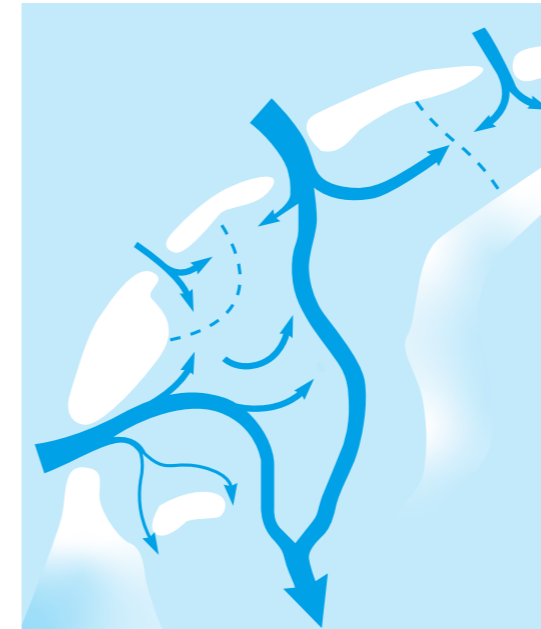
In de 20<sup>e</sup> eeuw was landaanwinning door alleen ontwatering (greppels graven met een walletje) moeizaam geworden. Daarom werden toen ook steeds meer rijshouten dammen gebruikt (figuur 3.2). Door deze vorm van landaanwinningswerken (nu kwelderwerken geheten) is een randje kunstmatige kwelders ontstaan langs de Groningse en Friese kust. Op een enkele plaats heeft zich van nature een kwelder ontwikkeld. De verbinding met het achterland is zeer beperkt. Op het land achter de dijken vindt geen opslibbing (en dus ophoging) meer plaats terwijl de bodem wel daalt. Deze ligt op een aantal plaatsen nu lager dan het hoogwaterniveau aan de andere kant van de dijk. De ingepolderde kweldergrond is op het vasteland vooral in gebruik als akkerbouwgebied; op de eilanden vooral als weiland. De Middeleeuwse kerken op de overgebleven terpen en wierden in Noord-Nederland herinneren nog aan de tijd dat hier een getijdenlandschap was.



3.2. Rijshouten dammen van de landaanwinningswerken bij Noord-Friesland Buitendijks. Foto: Cora de Leeuw.

### De geulen veranderen en verondiepen

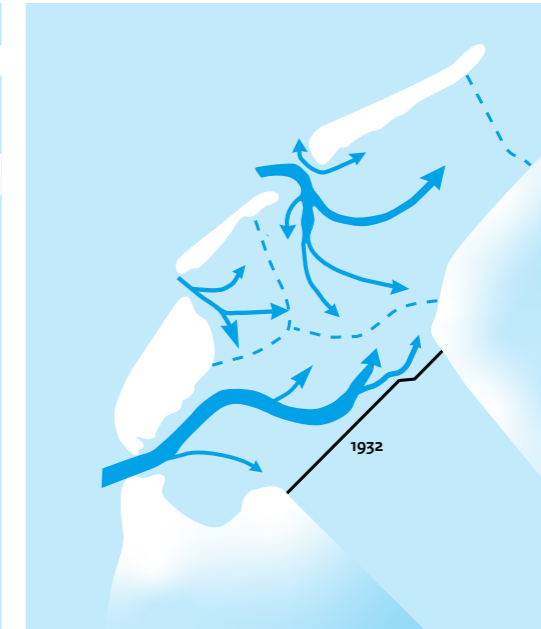
In de afgelopen eeuw hebben vooral twee grote afsluitingen van delen van de Waddenzee geleid tot een zeer snelle vermindering van de komberging van de Waddenzee. Dit had grote invloed op de waterstanden en de sedimenthuishouding van de Waddenzee. In de



westelijke Waddenzee was de afsluiting van de Zuiderzee in 1932 een feit. Hierdoor verruimden de geulen vanuit het Marsdiep en het Vlie zich in eerste instantie bij de zeegaten en kregen de geulen deels een andere ligging, lengte en oriëntatie, met name nabij de Afsluitdijk (figuur 3.3). Nu zijn ze zich nog steeds aan het aanpassen en is er sprake van sterke sedimentatie, vooral vlak langs de vastelandskust.

In de oostelijke Waddenzee heeft de afsluiting van de Lauwerszee in 1969 (figuur 3.4) geleid tot een derde minder getijdenvolume. Dit had tot gevolg dat in de getijdigeulen de stroomsnelheid afnam en de geulen deels opgevuld raakten.

Ook hebben de afsluitingen gevolgen voor de dynamiek van de buitendelta's, de aangrenzende kusten van de eilanden en voor het opbouwen en afbreken van wad- en zandplaten. Hierdoor zijn er veranderingen in de sedimentatie-erosie balans van de Waddenzee (zie hierna).



3.3. Impressie van de oriëntatie van de geulen vóór afsluiting van de Zuiderzee (links) en ruim 85 jaar ná afsluiting van de Zuiderzee (rechts). Bron: geactualiseerd beeld naar Elias e.a. 2003.

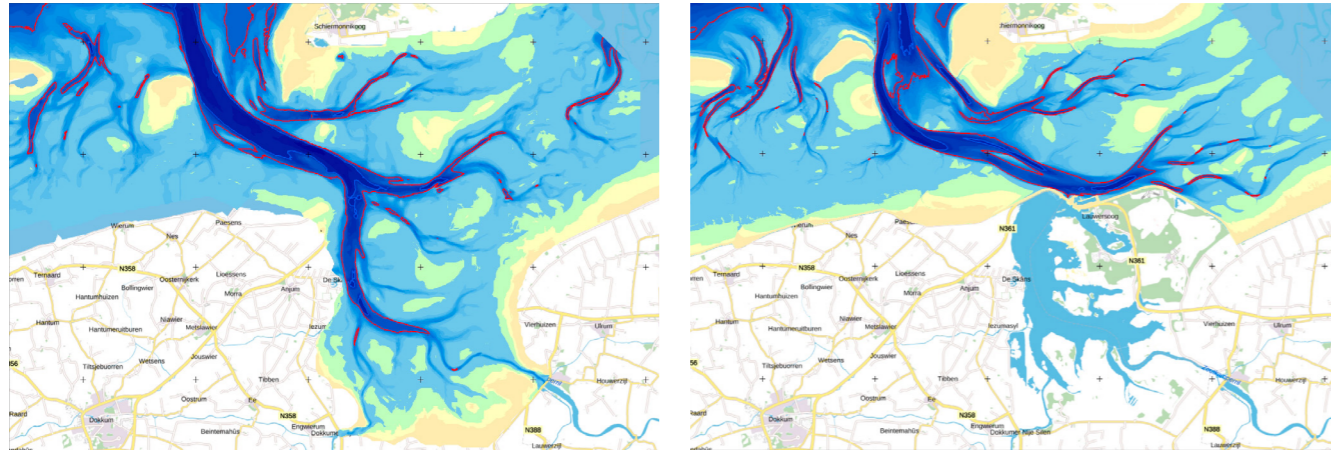
### De waterstanden zijn veranderd

Met name de afsluiting van de Zuiderzee heeft de debieten en de waterstanden sterk beïnvloed. Vooral in de westelijke Waddenzee is de gemiddelde getijslag (het hoogteverschil tussen de gemiddelde hoogwaterstand en de gemiddelde laagwaterstand) flink toegenomen, bijvoorbeeld bij Harlingen met een paar decimeter (zie figuur 3.5). De getijde-volumes die door de zeegaten van het Marsdiep en het Vlie stromen zijn daardoor toegenomen.

### Sedimenthonger

Door de water- en sedimentbeweging, waarbij slib wordt afgezet op luwere plaatsen en zand op plaatsen met meer dynamiek, streeft de Waddenzee van nature naar een dynamisch evenwicht tussen waterbeweging en bodemligging door sedimentatie en erosie. Deze processen bepalen het oppervlak, de hoeveelheid zand tussen hoog- en laagwater en daarmee het watervolume dat per getij de bekkens in- en uitstroomt. Dit watervolume





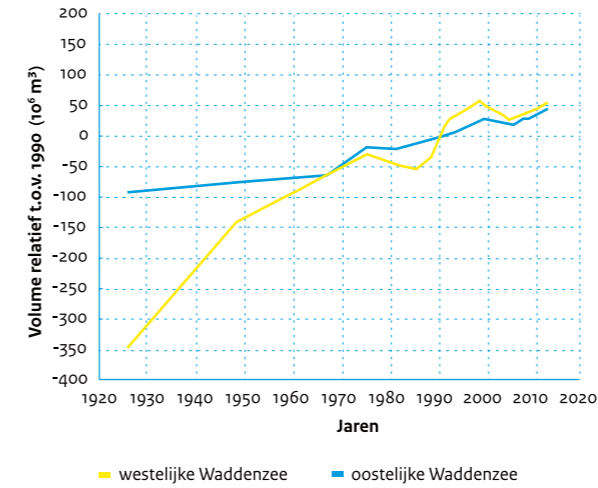
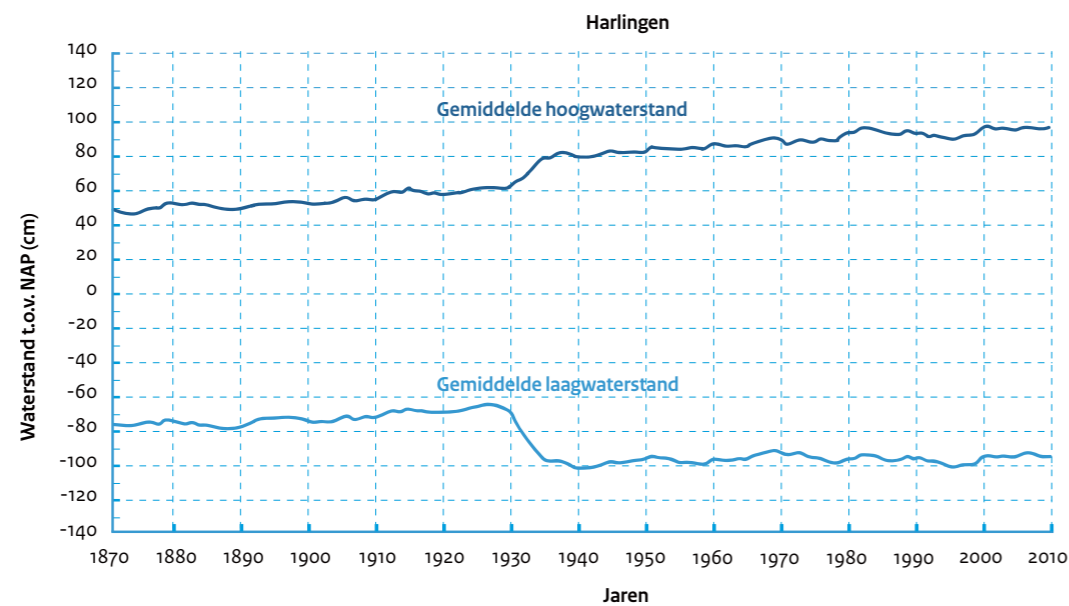
3.4. Verandering van geulen door afsluiting van de Lauwerszee in 1969. Kaarten uit 1968 (links) en 2018 (rechts). Bron: Rijkswaterstaat.

bepaalt de dwarsdoorsnede van de geulen in het bekken.

Door de bedijkingen en vooral in de laatste eeuw de afsluitingen van de Zuiderzee en de Lauwerszee is het

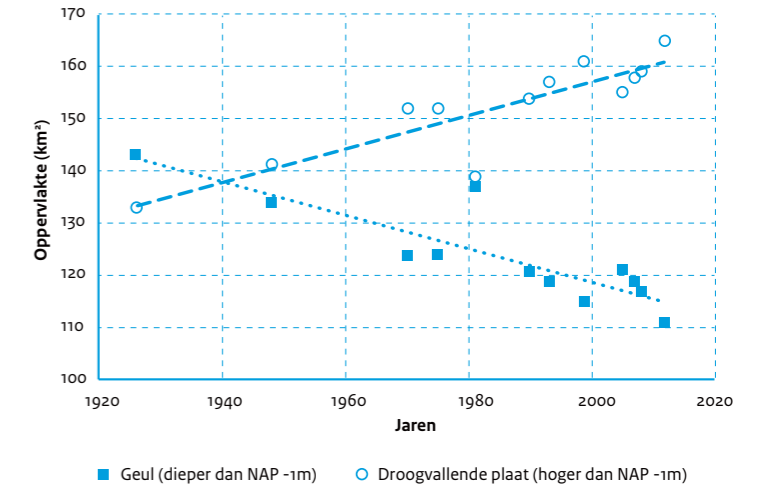
oppervlak van de Waddenzee aanzienlijk kleiner geworden. Dit heeft tot verschillende consequenties geleid. De geulen die naar de afgesloten gebieden liepen, waren in veel gevallen na de afsluitingen te ruim, waardoor de vloed- en ebstromen werden

3.5. Vergroting van de getijslag bij Harlingen na aanleg van de Afsluitdijk. Bron: Rijkswaterstaat.



3.6. Toename van het sedimentvolume in de westelijke en de oostelijke Waddenzee (relatief, ten opzichte van 1990). De grens tussen de oostelijke en westelijke Waddenzee ligt onder Terschelling. Bron: Edwin Elias (Deltares).

vertraagd en er extra sedimentatie optrad (figuur 3.6). Vooral in de westelijke Waddenzee (westelijk van het wad bij Terschelling), zijn de veranderingen complex: hier zijn sommige geulen en platen door toenemende debieten sinds de afsluiting van de Zuiderzee juist verruimd, terwijl andere overbodig geraakte geulen juist zeer snel dichtslibden. Door de gewijzigde stromingspatronen en toegenomen getijslag (figuur 3.5) zijn er ook grote gebieden ontstaan waar nog steeds veel zand en slib bezinken, zoals langs de Friesche kust, ongeveer tussen Zwarte Haan en Kornwerderzand. Dit proces zal doorgaan totdat de geulen en platen door zand- en slibaanvoer vanuit de Noordzee nieuwe evenwichtsdimensies hebben gekregen. Dit kan nog honderden jaren duren. Schattingen door experts duiden erop dat nog ruim een miljard kuub aan zand en slib nodig zal zijn voordat de westelijke Waddenzee een nieuw dyna-



3.7. Afname van het geulareaal en toename van het droogvallende plaatareaal sinds 1920 door sedimentatie (zandhonger) in de Waddenzee. Bron: Jelmer Cleveringa (naar Nederhoff e.a., 2017).

misch evenwicht heeft bereikt, er van uitgaande dat dit deel van het wad zich op vergelijkbare wijze zal ontwikkelen als de oostelijke Waddenzee.

Continu streeft de Waddenzee naar een nieuw dynamisch evenwicht, omdat omstandigheden continu veranderen, bijvoorbeeld door de zeespiegelstijging en door menselijke invloeden uit het heden en het verleden, zoals de genoemde afsluitingen. Gemiddeld genomen willen de bekkens zich opvullen. Dit wordt 'zandhonger' genoemd. Een betere term is sedimenthonger, omdat er naast zand ook 10-30% slib in het water zit. Deze 'honger' betekent dat er gemiddeld netto meer van het meegevoerde zand en slib achter blijft in de Waddenzee dan dat er terugkeert richting de Noordzee. Dit uit zich in de laatste eeuw in de Waddenzee vooral in een afname van het areaal geulen (onder NAP -1 meter) en een toename van het areaal



droogvallende platen (hoger dan NAP -1 meter) (figuur 3.7). De aanleg van kunstwerken zoals landaanwinningwerken, dammen en havens hebben dit proces van sedimentatie nog eens versterkt.

### Erosie in de Noordzeekustzone

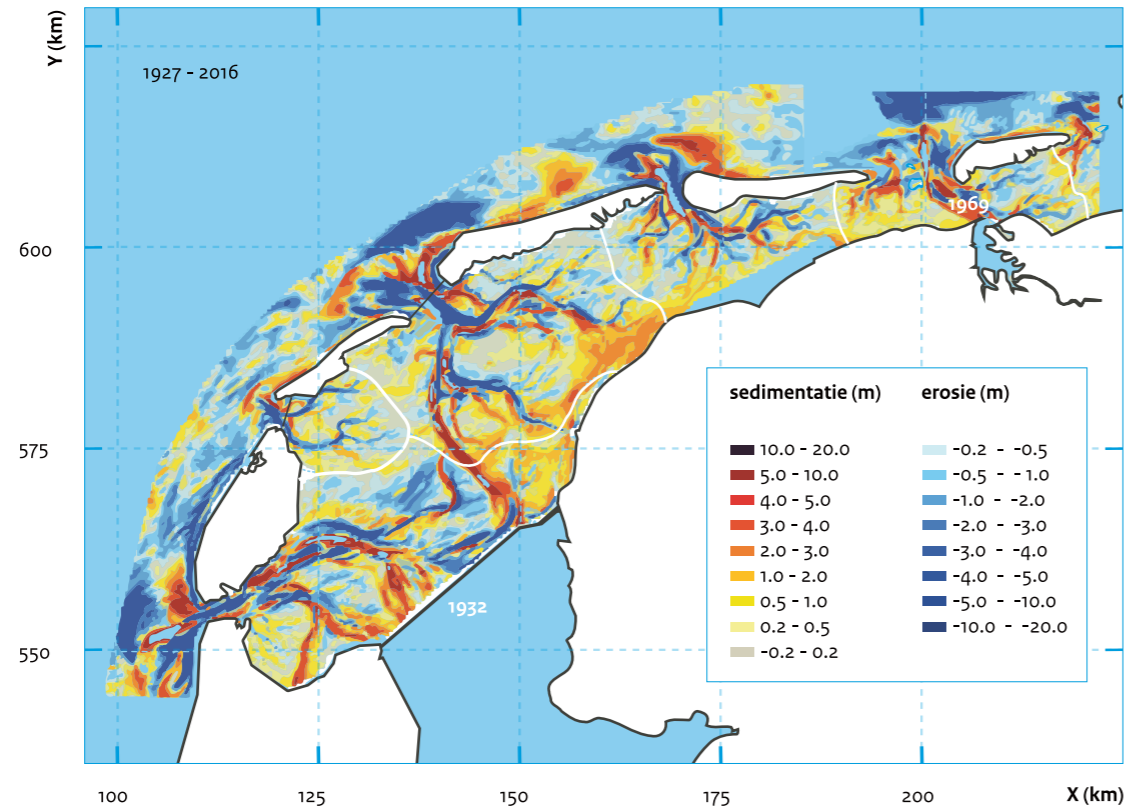
Vanwege de sedimenthonger van de Waddenzee en het streven naar een evenwicht, wordt er vooral zand aangevoerd vanuit de buitendelta's van de zeegaten en de Noordzeekustzone van de eilanden (figuur 3.8). Lokaal zijn er grote verschillen, maar door deze honger en de getij-, wind en golfwerking treedt er op veel plaatsen erosie op in de buitendelta's en bij de eilandkusten. De aanwezigheid van stuifdijken op de eilanden en de bestortingen langs de eilandkusten

hebben een belemmerende invloed op de sedimentdynamiek.

### De bodem

Van nature is er in Noord-Nederland een lichte bodemdaling van ongeveer 1 mm/jaar. Dat komt door verdichting van de ondergrond door het gewicht van de afgezette sedimenten en door glacio-isostasie (zie hoofdstuk 2). Daarnaast is in de Waddenzee lokaal extra bodemdaling aan het oppervlak door menselijke activiteiten, zoals de winning van gas en zout uit de diepe ondergrond. Ook vaargeulonderhoud en de winning van (fossiele) schelpen en zand uit de geulen in de Waddenzee zorgen lokaal voor een tijdelijke verlaging en verstoring van de bodem, evenals mogelijk de visserij.

3.8. Grote veranderingen in bodemhoogte in de Waddenzee sinds 1927, vooral door aanleg van de Afsluitdijk en de Lauwersmeerdijk. Bron: Edwin Elias (Deltares).



3.9. Het troebele Eems-Dollard estuarium met de Geisedam, die bij Emden de rivier de Eems (links van de dam) scheidt van de Dollard (rechts van de dam). Bron: Rijkswaterstaat.

### Troebelheid in het Eems-Dollard estuarium

Op de grens met Duitsland ligt het Eems-Dollard estuarium. De monding ligt in de Waddenzee. Het estuarium is gemeenschappelijk vaargebied. Het zoetwatergetijdengebied strekt zich 100 kilometer landinwaarts uit tot de stuw bij Herbrum (figuur 3.9).

Het Nederlands/Duitse Eems-Dollard estuarium heeft net als de Waddenzee een geschiedenis van inpolde- ringen en bedijking en dus van verkleining van het estuarium: het is eveneens een ingesnoerd gebied. Daarnaast is de vaargeul tot ver landinwaarts sterk verdiept door baggerwerkzaamheden. Vooral ten

oosten van Emden is de getijwerking hierdoor sterk toegenomen. Daardoor, evenals door het verlies van bezinkplekken voor slib, is het systeem uit balans geraakt en is de troebele zone van het Eems-Dollard estuarium groter en troebeler geworden. Van nature heeft een estuarium een troebele zone, in het overgangsgebied waar het zoete rivierwater en het zoute zeewater elkaar ontmoeten. Deze situatie van extreme troebelheid is echter al zo langdurig en invloedrijk, dat de primaire productie (door algen) in het estuarium lijkt te zijn gedaald, waardoor de basis van de voedselketen is verzwakt. De benedenloop van de Eems is door de hoge troebelheid een moeilijk neembare barrière geworden voor trekvissen.





# Toekomstige morfologische ontwikkelingen

---

## Samenvatting

Er zijn veel onderzoeken en studies met modellen nodig om goede voorspellingen te kunnen doen over mogelijke ontwikkelingen op het gebied van de morfologie in de Waddenzee. Op grond van de huidige kennis weten we dat de Waddenzee nog heel veel decennia nodig heeft om zich aan te passen aan enkele van de grotere veranderingen die de mens heeft aangebracht. Zo zal gemiddeld genomen de natuurlijke tendens van aanzanding en aanslibbing in de Waddenzee (met millimeters per jaar) nog lang doorgaan. Dit wordt ook verwacht voor de (geringe) geologische en de lokale door de mens veroorzaakte daling van de diepe ondergrond. Deze wordt echter ruimschoots gecompenseerd door de aanvoer van sediment vanuit de Noordzee. Daarnaast zorgt de verandering van het klimaat voor hogere temperaturen. De effecten van de waarschijnlijk versnellende zeespiegelstijging zijn zeer onzeker en worden op zijn vroegst pas in de tweede helft van deze eeuw verwacht, zelfs als de broeikasgasemissies niet drastisch afnemen.



## Onderzoek

De Waddenzee is in de loop van de tijd een ingesnoerd gebied geworden door het toedoen van de mens. Maar in het overgebleven gebied speelt de natuurlijke dynamiek van water en sediment nog steeds een heel belangrijke rol. Ook in de toekomst zullen mens en natuur de morfologie van de Waddenzee bepalen. Om de gevolgen voor de natuur, de veiligheid, de bereikbaarheid en alle overige functies van de Waddenzee te kunnen inschatten en daar een goed beleid en beheer voor te formuleren, is het van belang om zicht te krijgen op de te verwachten morfologische ontwikkelingen. Hoewel die zeer moeilijk zijn te voorspellen, is het toch mogelijk om op basis van de waargenomen trends en door inzet van modellen iets te kunnen zeggen over de toekomst. Maar er is nog veel onzeker. Onderzoek in de vorm van metingen in combinatie met modelberekeningen blijven nodig om meer zekerheid te krijgen en om goed onderbouwde keuzes te kunnen maken voor het toekomstige beheer. Op basis van uitgevoerd onderzoek wordt een aantal ontwikkelingen – hoewel met behoorlijke onzekerheid – in dit hoofdstuk beschreven.

## Kombergingen verondiepen verder

Al tientallen jaren is er in de sedimentatie-erosiebalans in de Waddenzee een tekort aan sediment door sedimenthonger. Deze is ontstaan door allerlei veranderingen in het Waddengebied, met name de afsluiting van de Zuiderzee en de Lauwerszee. Daarbovenop komt de vraag naar sediment door de zeespiegelstijging. Daarom wordt vooral zand vanuit de Noordzeekustzone (de eilandkusten en de buitendelta's) aangevoerd om de bekkens van de Waddenzee op te vullen, totdat een (dynamisch) evenwicht is bereikt. Op grond van morfologische studies wordt verwacht dat deze tendens van aanzanding in de kombergingen zich – ondanks de zeespiegelstijging - de komende (tientallen) jaren nog zal doorzetten, met bijvoorbeeld vaarwegproblemen tot gevolg (zie figuur 4.1), hoewel er verschillen zijn tussen de bekkens.

## De bodemdaling gaat door

Ook de lichte (autonome) bodemdaling die van nature plaats vindt zal nog heel lang door gaan. Verwacht wordt dat ook de winning van gas en zout plaatselijk nog enige decennia zal doorgaan, totdat de voorraden uitgeput zijn. Berekeningen hebben uitgewezen dat dit kan leiden tot een bodemdaling van ongeveer 0,3-1,6 millimeter/jaar in 2030 of 2050 op verschillende plaatsen in de Waddenzee (zie figuur 4.2).

## Het klimaat verandert

Daarnaast is de klimaatverandering van invloed. De lucht en de oceanen warmen op, als gevolg van verhoogde broeikasgas-emissies op aarde. Daardoor zet onder meer het zeewater uit, smelten gletsjers en veranderen oceaanstromingen. Deze klimaatverandering leidt nu al tot een hoger tempo van mondiale zeespiegelstijging en een andere verdeling van regenval in ruimte en tijd. Langs de Nederlandse kust is deze zeespiegelstijging echter nog niet zichtbaar.

Voor het ecosysteem van de Waddenzee is de reeds waargenomen toename van de gemiddelde watertemperatuur van groot belang, evenals de toename van de hoeveelheid neerslag, de toename van de afvoer van zoet water naar de Waddenzee en de toename van perioden met extreme hitte en droogte. Mogelijk veranderen wind-, golf- en stormcondities ook, maar hierover is geen eenduidig beeld. Drogere zomers zullen er toe leiden dat er meer water wordt vastgehouden op het land en dat er dus een verminderde en nog meer pulsgewijze afvoer van zoet water in droge tijden naar de Waddenzee zal gaan, met gevolgen voor de zoet-zoutmenging en het transport van slib langs de kust. In de winter worden juist hogere zoetwaterafvoeren verwacht door grotere pieken in de rivierafvoeren. Dit kan langs de vastelandskust gevolgen hebben voor de biobouwers en dus de sedimentatie: teveel zoetwater levert problemen op voor de overleving van zoutminnende soorten, zoals mossels.



4.1. Toenemende aanzanding leidt tot steeds meer baggerwerk en lokale vertroebeling. Bron: Rijkswaterstaat.

Jaar	Texel	Eierland	Vlie	Ameland	Pinkegat	Zoutkamperlaag
2030	-	-	1.0	-	1.6	0.9
2050	-	-	0.5	-	1.0	0.3

4.2. Schattingen van bodemdaling in enkele getijbekkens van de Waddenzee in mm/jaar. Bron: Wang e.a., 2018 in Van der Spek, 2019.



## Zeespiegelstijging

Om onder meer toekomstige zeespiegelveranderingen te kunnen voorspellen zijn er op grond van drie verschillende scenario's voor de concentratie aan broeikasgassen in de atmosfeer (RCP's) simulaties uitgevoerd met klimaatmodellen. Ook is doorgerekend wat de klimaatverandering zou kunnen betekenen voor de Waddenzee, vooral met het oog op de kustveiligheid (figuur 4.3 en 4.4).

Voorspeld wordt dat in het geval van het RCP2.6-scenario de zeespiegel in 2030 in de Waddenzee gemiddeld nauwelijks sneller zal zijn gestegen dan nu het geval is. Het RCP2.6-scenario gaat uit van het doel van het klimaatakkoord van Parijs: een opwarming van de aarde met maximaal 2 (maar bij voorkeur 1,5 of minder) graden Celcius, ten opzichte van de periode 1981-2005. In dat geval zal er dus zeker in de Waddenzee de komende tien jaar geen verhoogde zeespiegelstijging zijn.

Bij (veel) meer uitstoot van CO<sub>2</sub> (RCP8.5) wordt verwacht dat de zeespiegel in de Waddenzee (veel) sneller zal stijgen en in 2100 zo'n 40-112 centimeter hoger kan zijn dan in 2018. De huidige zeespiegelstijging langs de Nederlandse kust is gemiddeld 1,9 millimeter per jaar; in de Waddenzee enkele tienden van millimeters lager.

4.3. Verwachte zeespiegelstijging (ZSS) in de Nederlandse Waddenzee (gemiddelde van stations Den Helder en Delfzijl) voor 2030, 2050 en 2100 ten opzichte van 2018 voor drie verschillende emissiescenario's. Bron: Vermeersen e.a., 2018 in Van der Spek, 2019.

ZSS vanaf 2018	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
2030	0.06 ± 0.07 m	0.07 ± 0.06 m	0.08 ± 0.06 m
2050	0.16 ± 0.12 m	0.19 ± 0.11 m	0.23 ± 0.12 m
2100	0.41 ± 0.25 m	0.52 ± 0.27 m	0.76 ± 0.36 m

<sup>1</sup> De verwachtingen in de tabel zijn door het KNMI naar boven bijgesteld. Klimaat signaal'21, KNMI.

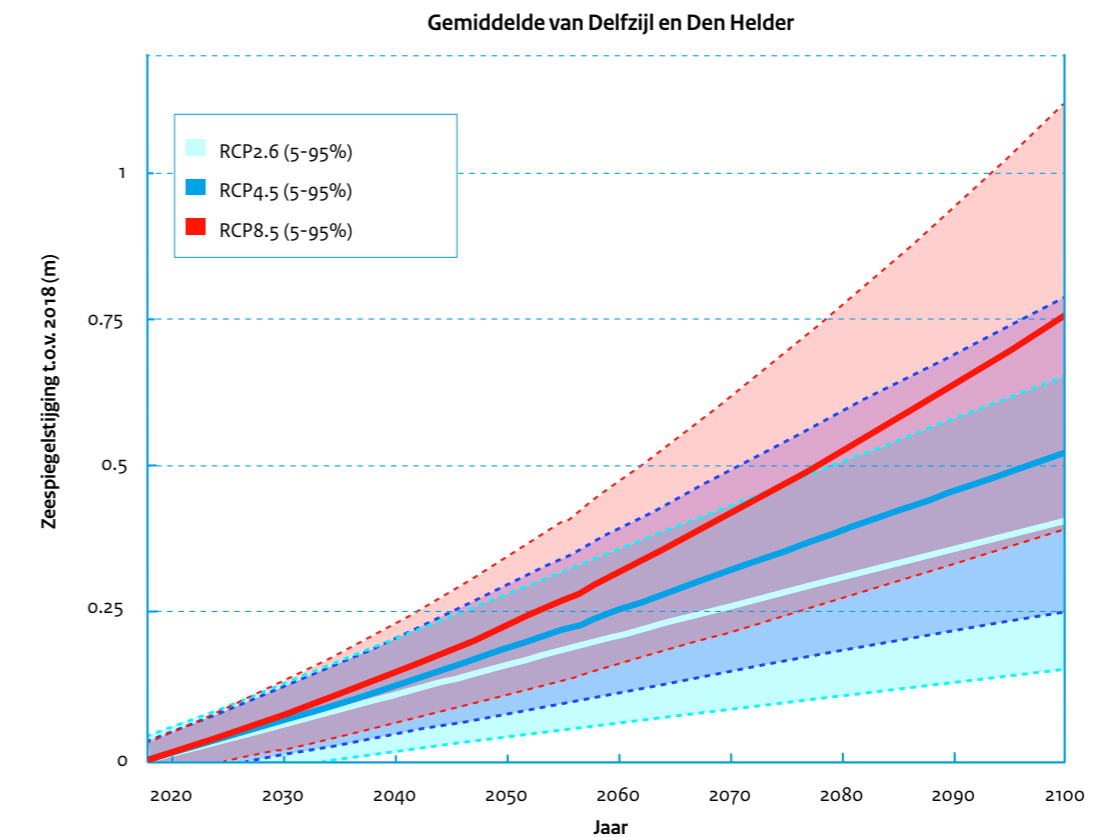
De mondiaal ingezette versnelling van de zeespiegelstijging zal waarschijnlijk eeuwen aanhouden. Tenzij het afsmelten van het landijs kan worden gestopt. Ook de gevolgen voor de Waddenzee zullen langdurig zijn.

## Een onzekere sedimentbalans op langere termijn

De bodemdaling en de op termijn verwachte versnelling van de zeespiegelstijging zullen in de Waddenzee tot een extra sedimentvraag leiden. Door monitoring van waterstanden en bodemhoogte worden de ontwikkelingen goed gevolgd. In het kader van het Deltaprogramma, waaronder Kennisprogramma Zeespiegelstijging, wordt onderzoek gedaan naar de consequenties voor onder andere het kustonderhoud. Volgens onderzoek uit 2018 lijkt het er op dat de wadbodem een gematigde versnelling van de zeespiegelstijging goed kan bijhouden door extra sedimentatie. Bij een sterk versnelde zeespiegelstijging zouden in theorie delen van de westelijke Waddenzee voor 2100 kunnen gaan verdrinken: dat wil zeggen dat delen van wadplaten niet meer droogvallen tijdens laagwater. De voorspellingen zijn zeer onzeker en vragen om aanvullend onderzoek. Vooralsnog is van een versnelling van de zeespiegelstijging in de Waddenzee nog geen sprake. De snelheid van zeespiegelstijging is in de Waddenzee zelfs iets lager dan elders langs de Nederlandse kust.

Dit heeft vermoedelijk te maken met meteorologische en morfologische effecten. Op basis van de waargenomen trends wordt verwacht dat de wadbodem komende decennia gemiddeld genomen nog sneller zal blijven stijgen dan de zeespiegel. Dat betekent een verdere toename van areaal aan wadplaten en kwelders. Pas bij een duidelijke versnelling van de zeespiegelstijging zou enig verlies van wadplaten kunnen optreden.

4.4. Projecties van zeespiegelstijging ten opzichte van 2018 (in meters) voor de Nederlandse Waddenzee (berekend uit het gemiddelde tussen de meetstations in Den Helder en Delfzijl) voor de drie scenario's over de periode 2018-2100. Bron: Vermeersen e.a., 2018 in Van der Spek, 2019. Vertaling: Aimée Slangen.



Het KNMI brengt om de circa zeven jaar nieuwe klimaat scenario's uit. De volgende publicatie wordt medio 2023 verwacht. In het Klimaat signaal'21 geeft het KNMI een tussentijdse stand van zaken, gebaseerd op het zesde rapport van het IPCC, het klimaatpanel van de Verenigde Naties. Het Klimaat signaal spreekt de verwachting uit dat toekomstscenario's kunnen leiden tot een grotere mondiale zeespiegelstijging dan voorheen. Als het niet lukt om de uitstoot van broeikasgassen te verminderen kan de zeespiegel voor de Nederlandse kust rond 2100 met 1,2 meter stijgen ten opzichte van begin van deze eeuw. Bij versnelling van het afsmelten van de Antarctische Ijskap, kan zelfs een zeespiegelstijging optreden van 2 meter tot 2100. De berekende maximale zeespiegelstijging is nu dus door het KNMI naar boven bijgesteld. Voor meer info: KNMI klimaat signaal'21





# Beheer morfologische veranderingen

## Samenvatting

Als waterbeheerder probeert Rijkswaterstaat de Waddenzee zo goed mogelijk te beheren door natuurlijke processen zo veel mogelijk hun gang te laten gaan. Alleen als het nodig is wordt ingegrepen. Er zijn echter veel menselijke drukfactoren die een effect hebben op de natuurlijke morfologische dynamiek van het systeem en daarmee in meer of mindere mate ook op de daarin levende planten en dieren. Door middel van klein- en grootschaliger projecten wordt meer ruimte voor de natuurlijke dynamiek gezocht. Onder andere de dijkversterkingsopgaven bieden hiervoor kansen. De gevolgen voor de morfologie zullen steeds meegewogen moeten worden. Ook wordt ingezet op een verbetering van de kwaliteit van kwelders voor vogels, vissen en planten, door onder meer herstel van vormende dynamische processen. De ontwikkeling van het areaal droogvallende wadplaten is op dit moment gunstig. De toestand van het permanent onder water gelegen areaal is minder gunstig. De kwaliteit van de platen en geulen wordt

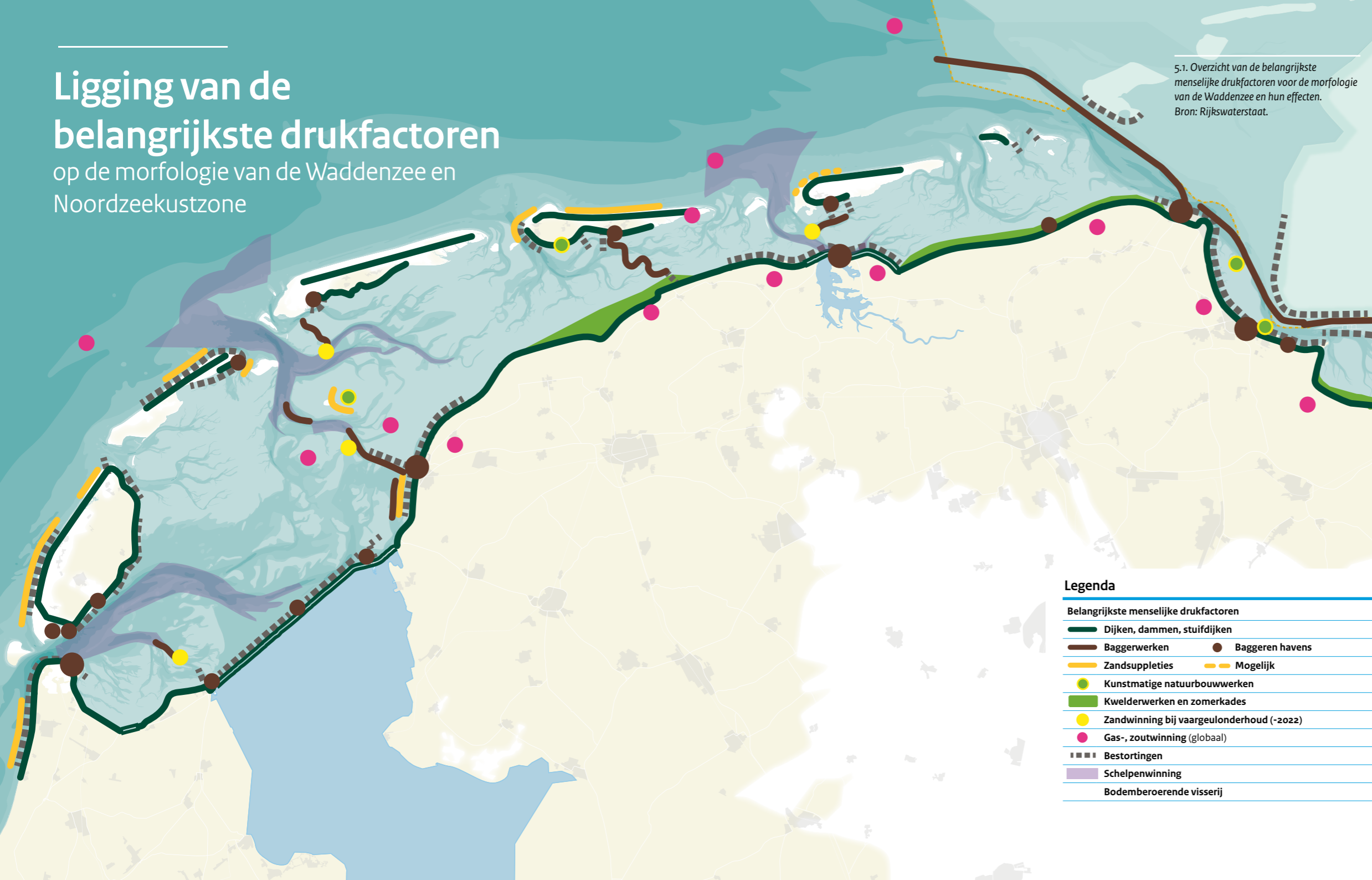
goed in de gaten gehouden, want die bepaalt sterk het voedselaanbod voor de gehele voedselketen. Momenteel neemt het broedsucces van een aantal soorten wadvogels af en verslechtert de visstand. Door toenemende baggerwerken staan steeds meer geulen onder druk en treedt lokaal vertroebeling op. Voor de bereikbaarheid van havens en eilanden wordt op een aantal plaatsen vrijwel continu gebaggerd. De ambitie is om dit baggerwerk terug te dringen en tot gezamenlijke oplossingen voor de bereikbaarheid te komen. Voor het op orde houden van alle functies op de eilanden is het nodig dat er op sommige plaatsen zandsuppleties worden uitgevoerd, om op een zo natuurlijk mogelijke manier kusterosie te compenseren. In het Eems-Dollard estuarium wordt ruimte gezocht om slib in te vangen om de zeer sterke vertroebeling en sliboverlast te beperken. Onderzoek en monitoring zijn hard nodig om de ontwikkelingen van het waddensysteem te begrijpen en te blijven volgen, om het beheer te kunnen optimaliseren voor een zo gezond en natuurlijk mogelijk Waddensysteem.



# Ligging van de belangrijkste drukfactoren

op de morfologie van de Waddenzee en Noordzeekustzone

5.1. Overzicht van de belangrijkste menselijke drukfactoren voor de morfologie van de Waddenzee en hun effecten.  
Bron: Rijkswaterstaat.



## Uitgangspunten

De morfologische veranderingen in het Waddengebied hebben grote gevolgen gehad voor de natuur van de Waddenzee. Inmiddels is het beschermen en ontwikkelen van de natuur de hoofddoelstelling voor de Waddenzee geworden. Sinds 1988 wordt er geen buitendijks land meer ingepolderd. Tal van menselijke drukfactoren (figuur 5.1) zorgen er echter voor dat het ecosysteem niet in evenwicht is en dat niet alle natuurdoelen worden gehaald. Samen met anderen geeft Rijkswaterstaat vorm en inhoud aan het waterkwaliteits- en natuurbeheer van het gebied. Het uitgangspunt hierbij is:

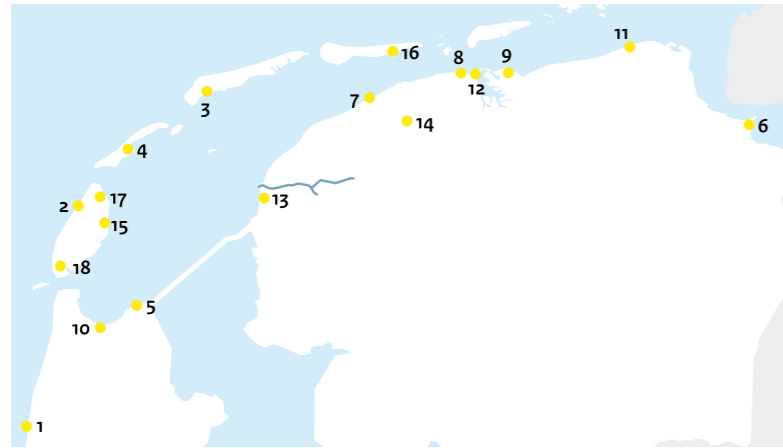
- dat de Waddenzee een ecologisch samenhangend geheel is met het omringende Waddengebied (ecosysteembenadering)
- dat natuurlijke processen zo veel mogelijk hun gang kunnen gaan om een zo gezond mogelijk ecosysteem te krijgen met een goede kwaliteit van water en bodem waarbij soorten zich herstellen
- dat alleen wordt ingegrepen met herstel- of inrichtingsmaatregelen als de natuur het zelf niet redt, met als voornaamste doel het herstellen en ontwikkelen van de natuurlijke processen
- dat door kennisontwikkeling, onderzoek, monitoring en evaluatie het beheer kan worden bijgesteld
- het verduurzamen van menselijk gebruik

## Legenda

Belangrijkste menselijke drukfactoren	Effecten
Dijken, dammen, stuifdijken	Verstoring natuurlijke dynamiek, beïnvloeding kombergingsgebied
Baggerwerken	Verstoring bodem en natuurlijke dynamiek, vertroebeling
Zandsuppleties	Verstoring bodem, vertroebeling
Kunstmatige natuurbouwwerken	Verstoring bodem en natuurlijke dynamiek, kunstmatige habitats
Kwelderwerken en zomerkaides	Areaal kweldervegetatie, beïnvloeding kombergingsgebied
Zandwinning bij vaargeulonderhoud (-2022)	Verstoring sedimentbalans, suppletievolume
Gas-, zoutwinning (globaal)	Beïnvloeding meegroeivermogen wadbodem, suppletievolume
Bestortingen	Verstoring natuurlijke dynamiek, hard substraat
Schelpenwinning	Verstoring bodem, vertroebeling
Bodemberoerende visserij	Verstoring bodem, vertroebeling (vrijwel overal op diepere delen)



5.2. Ligging van de kleinschalige proefprojecten die in Noord-Nederland in de jaren '90 zijn uitgevoerd voor herstel van estuariene gradiënten.  
Bron: De Leeuw, 2003.



1. De Kerf
2. De Slufter
3. Groene Strand
4. Kroon's Polders
5. Vatrop
6. Breebaart
7. Noord-Friesland buitendijks
8. Paezummerlannen
9. Marnewaard
10. De Verzakking
11. Emmapolder
12. Bantpolder
13. Hegewiersterfild
14. Klaarkampermeer
15. De Bol
16. Nieuwlands Reid
17. Roggesloot
18. Moksloot

### Meer ruimte voor de Waddenzee

Het verkleinen van de Waddenzee en het verharden van de kust heeft een groot effect gehad op de waterbewegingen en daarmee de morfologie van de Waddenzee. De effecten van deze ingrepen ijlen lang na. Daarnaast wordt er een versnelde zeespiegelstijging voorspeld en zal de afvoer van zoet water in droge tijden vaker en langer wegvallen, terwijl in warme winters – als bodemdieren nog actief zijn – er meer zoetwater over de platen uitstroomt.

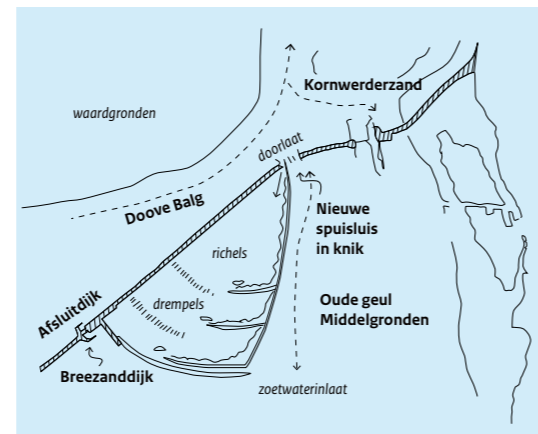
Deze processen leiden tot veranderingen in het landschap en de waterkwaliteit van de Waddenzee en zijn direct van invloed op de natuur. Als de wadbodem en de kwelders blijven meegroeiën met de zeespiegelstijging, of zelfs nog sneller omhoog komen zoals thans het geval is, dan is dat gunstig voor de dijken. Tevens kunnen sedimentatie en erosie kansen bieden om iets te herstellen van de verloren gegane natuur aan de randen van de Waddenzee, aan weerszijden van de dijk.

### Proefprojecten

In de jaren '90 zijn langs de Nederlandse kust veel kleinschalige proefprojecten uitgevoerd (figuur 5.2). In deze projecten is veel geleerd over bijvoorbeeld het deels dichtslibben van (te) kleine openingen (de Kerf,

Kroon's Polders, Polder Breebaart), ontpoldering (Paezummerlannen) en het binnendijks benutten van brak water (Hegewiersterfild).

Ook is toen een verkenning gedaan naar grootschaliger herstel bij de Afsluitdijk in combinatie met het vergroten van extra spuicapaciteit (project ES2 Afsluitdijk). Daarbij zijn allerlei vormen van vispassages en aangrenzende brakke zones berekend en getekend (zie een voorbeeld in figuur 5.3). Al deze projecten waren gericht op het vergroten van kennis



5.3. Variant 'Breezand Brak' uit project ES2 in 2002.  
Bron: Rijkswaterstaat.

om grootschaliger herstel van estuariene overgangen uit te kunnen voeren.

### Dijkversterking plus

Op veel plaatsen langs de Noord-Nederlandse kust worden momenteel dijkversterkingsprojecten uitgevoerd om de dijken te laten voldoen aan de wettelijke veiligheidsnorm. Tegelijkertijd wordt er gewerkt aan een verbetering van de natuurlijke waarden, door meer leefgebied te creëren voor estuariene soorten, om verloren gegane functies voor vogels en vissen (broeden, foerageren, rusten, paaien) te herstellen en op een aantal plaatsen de doortrek voor vissen weer mogelijk te maken. Dat gebeurt door - waar mogelijk - het verzachten van de harde randen, herstel van estuariene overgangen en verbindingen met het achterland. Veel van deze projecten worden uitgevoerd in het kader van de Programmatische Aanpak Grote Wateren (figuur 5.4). Daarbij worden tegelijkertijd doelen vanuit de Natura 2000- en KRW-beheerplannen nagestreefd.

### Programmatische Aanpak Grote Wateren (PAGW)

Voorbeelden van herstel van natuur aan de randen van de Waddenzee in het kader van PAGW zijn:

- het aanleggen van multifunctionele dijkzones, zoals bijvoorbeeld een dubbele dijk (in 2019 als pilot aangelegd tussen Delfzijl en Eemshaven door POV Waddenzeedijken), om ruimte te maken voor natuur, slibvang en zilte landbouw
- het aanleggen van vispassages, zodat vissen die zoet en zout water nodig hebben voor hun levenscyclus, van de Waddenzee naar het achterland kunnen zwemmen
- verkenning naar verbindingen met binnendijkse brakwaterzones, zoals de Marnewaard
- aanleg van geleidelijke estuariene overgangen tussen de Waddenzee, het IJsselmeer en de Wieringermeerpolder (Project Wieringerhoek)
- het creëren van een voorland (een hoger gelegen stuk wad of kwelder) aan de Waddenzee kant, voor

meer leefgebied voor vogels en vissen in combinatie met waterveiligheidsopgaven om de druk op de dijk door golven te verminderen (onder meer bij de dijkversterkingen Koehoal-Lauwersmeer en Lauwersmeer-Vierhuizergat



4. Wieringerhoek
11. Binnendijkse slibsedimentatie (pilot en opschalen)
12. Buitendijkse slibsedimentatie (pilot en opschalen)
13. Ontrekken baggerslub en nuttig gebruik (opschalen kleirijperij)
14. Estuariene overgang Grootte polder, fase 1: inrichting
15. Estuariene overgang Grootte polder, fase 2: verplaatsen spui
16. Ondersteunend werk voor beheerautoriteit Waddenzee
17. Verzachten van de randen en herstel onderwaternatuur
18. Transitie duurzame visstand en visserij Waddenzee
19. Transitie duurzame bereikbaarheid Waddeneilanden

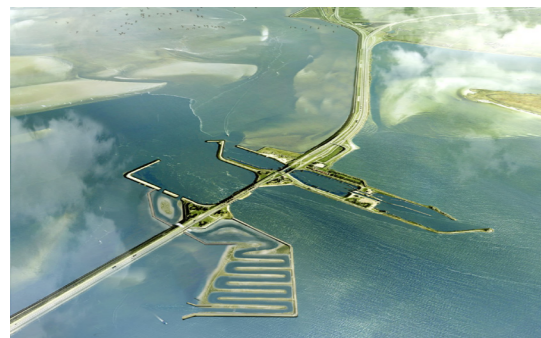
5.4. Mogelijke projecten in het programma Programmatische Aanpak Grote Wateren (PAGW).

### Kaderrichtlijn Water (KRW) en Natura 2000

Rijkswaterstaat neemt al jaren samen met anderen maatregelen om de waterkwaliteit te verbeteren en wateren een goed leefgebied te laten zijn voor de planten en dieren die er thuishoren, ter uitvoering van de KRW. Ook de aanleg van vispassages en behoud of verbetering van leefgebieden hoort hier bij. Vanuit Natura 2000 is een van de doelen het herstel van zoet-zoutovergangen in het Waddengebied. De komende jaren worden de Afsluitdijk en de sluis van Kornwerderzand, wordt in het kader van de KRW een bijzonder grote vispassage aangelegd, de



'Vismigratierivier': een vier kilometer lange, slingerende 'rivier' tussen de Waddenzee en in het IJsselmeer, waarin zout en zoet water geleidelijk in elkaar over gaan en vissen heen en weer kunnen zwemmen, zonder dat de natuurlijke dynamiek van de Waddenzee verstoord wordt en er zout water in het IJsselmeer komt (figuur 5.5).



5.5. Artist impression van de 'Vismigratierivier' bij Kornwerderzand. Bron: De Nieuwe Afsluitdijk.

## Kwelders

De landaanwinningsswerken langs de Friese en Groningse vastelandskust worden tegenwoordig niet meer voor landaanwinning gebruikt, maar als kwelder beheerd vanwege hun natuurlijke waarden voor kweldervegetatie, vogels en vissen. Dat beheer bestaat vooral uit een afwisselende begrazing door koeien, schapen en paarden (figuur 5.6), omdat daardoor meer biodiversiteit wordt bereikt. Er is plaatselijk ruimte voor erosie door minder onderhoud van de



5.6. Begrazing op de kwelder van Noord-Friesland Buitendijks. Foto: Cora de Leeuw.

rijshouten dammen, waardoor meer diversiteit in de kwelder optreedt. Op andere plekken wordt juist sedimentatie versterkt door onderhoud, waardoor de pionierzone kansen krijgt.

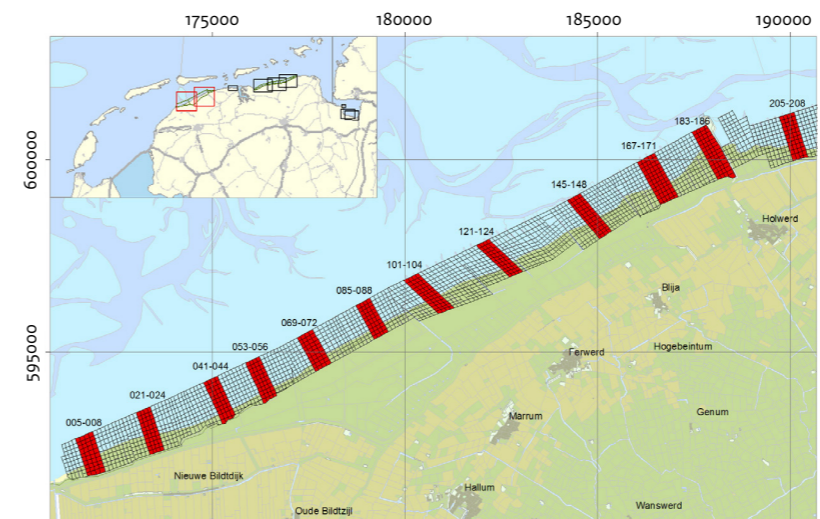
Vanuit de Europese richtlijnen KRW en Natura2000 is het doel voor de vastelandskwelders 'het behoud van de omvang en het verbeteren van de kwaliteit: een goede verhouding tussen pionierzone, jonge kwelder en hogere successiestadia, aanwezigheid van zoet-zoutovergangen, verscheidenheid in substraat en getijregime en een functie als broedgebied en hoogwatervluchtplaats'.

Door monitoring van de vastelandskwelders (zie figuur 5.7) wordt het areaal en de kwaliteit goed in de gaten gehouden. Daarnaast worden onderzoeken gedaan naar begrazingsbeheer en (onder meer in het kader van PAGW) met welke beheermaatregelen de kwelders een beter leef- en doortrekgebied kunnen worden voor bepaalde vissoorten. De kwelders worden beheerd om bovengenoemde doelen te bereiken en het gebied in stand te houden voor planten, bodemfauna, vogels en vissen.

Op veel plaatsen langs de vastelandskust van Groningen en Friesland (figuur 5.8) en bij Koehoal/Westhoek (figuur 5.9) in de westelijke Waddenzee, vindt netto sedimentatie plaats met enige uitbreiding van het kwelderareaal. Verwacht wordt dat er in de toekomst ook natuurlijke kwelderontwikkeling zal plaatsvinden op het Balgzand en ten zuiden van Harlingen.

## Wadplaten

Het beheer van wadplaten is gericht op een zo natuurlijk mogelijke ontwikkeling van de waterbewegingen en de hiermee gepaard gaande morfologische processen. Dit is belangrijk omdat er vanuit Natura 2000 de opgave is tot 'het behoud van de oppervlakte en een verbetering van de kwaliteit slik- en zandplaten, ter vergroting van de biodiversiteit, met name voor rustende en foeragerende vogels zoals de Bonte strandloper, Rosse grutto, Scholekster, Kanoet,



5.7. Ligging van alle meetvakken langs de Groninger en Friese kust (op inzetkaartje) en detail van de Friese meetvakken op de voormalige landaanwinningsswerken. Bron: Imares, WOT-rapportage 122.

Friese meetvakken	3 <sup>e</sup> bezinkveld onbegroeid	2 <sup>e</sup> bezinkveld onbegroeid	2 <sup>e</sup> bezinkveld pionierzone	1 <sup>e</sup> bezinkveld kwelderzone
1992 - 2000	-0.1	1.2	2.1	1.6
2000 - 2008	0.6	0.6	2.2	1.9
2008 - 2014	0.4	0.7	2.0	1.6

5.8. Bruto opslibbing in de Friese meetvakken van 1992-2014. Bron: Imares, WOT-rapportage 122.

Steenloper en Eider en als rustgebied voor de Gewone en Grijsze zeehond'.

Er is altijd dynamiek rond platen. In de laatste eeuw is er een duidelijke groei van het areaal droogvallende platen. Het areaal onder de gemiddelde laagwaterlijn neemt juist af. In de verre toekomst zal er een lichte

afname van droogvallende platen kunnen komen, afhankelijk van de snelheid van de zeespiegelstijging door de klimaatverandering.

De huidige toename van droogvallende platen is gunstig voor de hele voedselketen: bodemalgen, bodemfauna, vogels - die de platen gebruiken om te rusten, broeden en foerageren - en zeehonden, die er rusten en hun jongen baren en zogen (figuur 5.10). Wadplaten zijn de kern van de Waddenzee en vervullen zeer belangrijke functies van het Waddenecosystem. Het geulareaal neemt echter af en daarmee verandert ook bijvoorbeeld de aan- en afvoer van water met nutriënten en de menging van zoet en zout water. Ook het broedsucces van wadvogels neemt af en de visstand verslechtert. Onderzocht wordt of dit komt door natuurlijke en of menselijke factoren.



5.9. Langzaam uitbreidende kweldervegetatie bij Koehoal/Westhoek. Foto: Cora de Leeuw.





5.10. Rustende zeehonden op een zandplaat bij Schiermonnikoog. Foto: Joep de Leeuw.

### Kleine eilandjes

De Waddenzee en het gebied van de buitendelta's kent talloze kleine eilandjes die bij normaal hoogwater niet onderlopen. Vaak beginnen ze als zandplaten. Als de omstandigheden gunstig zijn ontwikkelen er zich ook duinen op en zelfs kweldertjes. Deze ongestoorde gebieden zijn van groot belang voor zeehonden die er kunnen uitrusten en voor vogels die er kunnen overtuigen of zelfs broeden. Vele tientallen procenten van de broedvogels overleeft op dit soort eilandjes. Deze gebieden ontstaan spontaan. Daarom wordt er nagedacht over de monitoring en het beheer van deze eilandjes en hun waddenomgeving.

### Geulen

Het beheer van geulen is gericht op het zo min mogelijk ingrijpen om de natuurlijke dynamiek zo veel mogelijk zijn gang te laten gaan. Geulen behoren tot het Natura 2000 habitattypen H1110, samen met permanent overstroomde zandbanken, tussenliggende laagten, harde structuren, schelpenbanken en de waterkolom daarboven. De biodiversiteit is over het algemeen het hoogst in de diepere, laag-dynamische delen en bestaat daar vooral uit schelpdieren, vastzittende bodemdieren en juvenielen van (plat)vissoorten. Deze zijn zeer gevoelig voor mechanische bodemberoering, zoals visserij en graaf- en verspreidingswerkzaamheden. Levensgemeenschappen van hoog-dynamische gebieden kunnen beter tegen verstoring.

Soms is het nodig om voor de veiligheid of voor de bereikbaarheid in geulen in te grijpen.

### Vaargeulbeheer

Het rijksbeleid garandeert de bereikbaarheid van de Waddeneilanden en de havens in de Waddenzee onder gemiddelde omstandigheden. Daartoe worden betreffende vaargeulen door Rijkswaterstaat op een per route vastgestelde minimale breedte en diepte gehouden. De kaders voor dit onderhoud zijn opgenomen in het Natura 2000 Beheerplan Waddenzee.

Het onderhoud van de geulen is gericht op het zo veel mogelijk volgen van de natuurlijke dynamiek van de geulen van de Waddenzee en daarmee het zo beperkt mogelijk baggeren.

Het scheepvaartverkeer op de Waddenzee is in de afgelopen decennia toegenomen en de schepen zijn ook groter geworden en zijn dieper gaan steken. Hier en daar wringt dit met de geconstateerde morfologische ontwikkelingen van de Waddenzee, zoals tussen Holwerd en Ameland waar ondanks het vele baggerwerk de geul bij laagwater weinig ruimte geeft tot passeren (figuur 5.11).

Eenzijds leiden de morfologische ontwikkelingen tot dichtslibben van geulen, waardoor steeds langere gebaggerde trajecten ontstaan. Anderzijds hebben politieke keuzes er in het verleden toe geleid dat

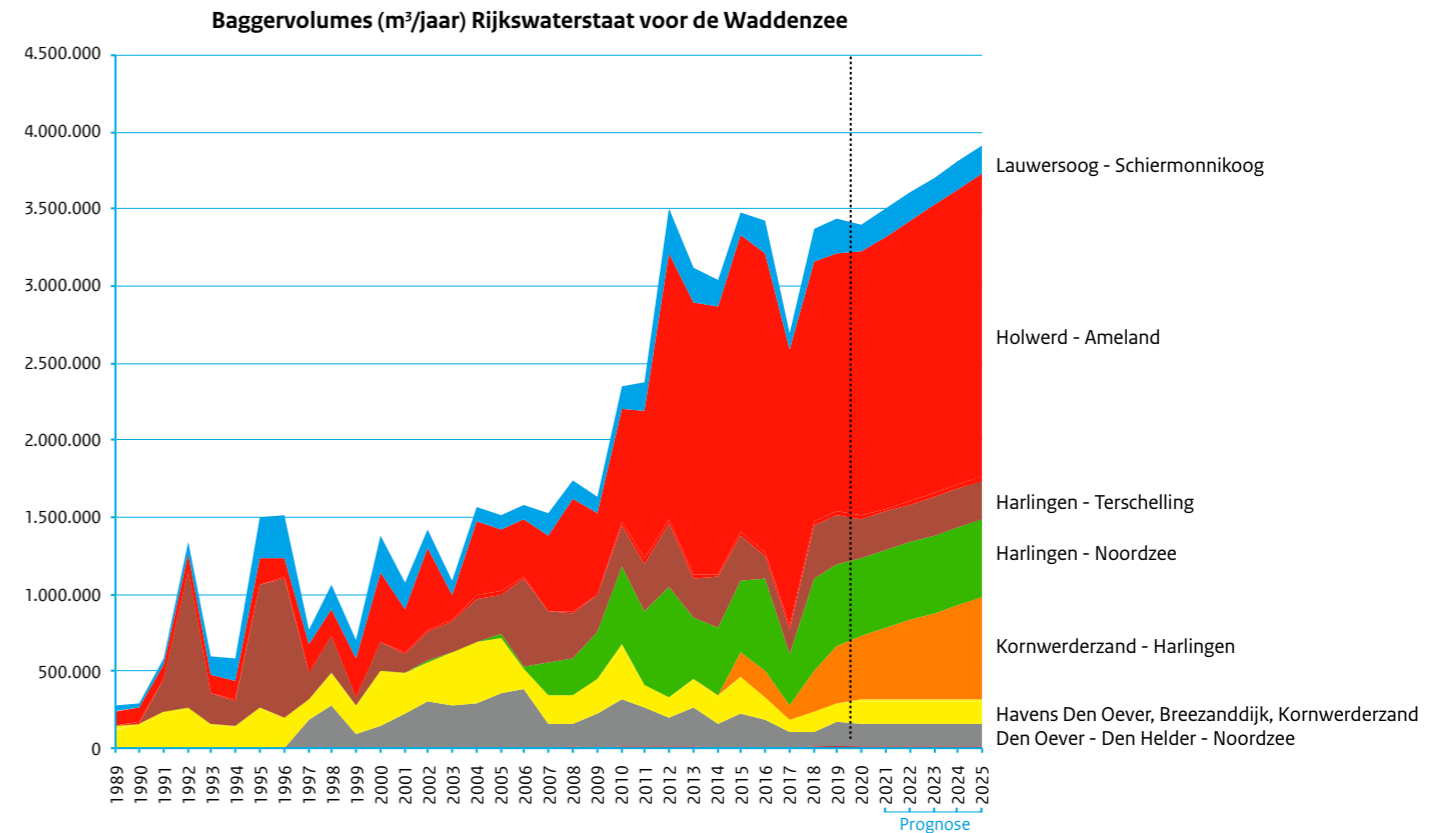


5.11. Krapte op de vaarweg naar Ameland. Bron: Rijkswaterstaat.

sommige routes op een grotere breedte en diepte moeten worden onderhouden, in feite tegen de natuurlijke trends in. Dit is bijvoorbeeld gebeurd op de vaarweg Harlingen-Noordzee in 2006, Holwerd-Ameland in 2010 en de Boontjes (Kornwerderzand-Harlingen) in 2013 (figuur 5.12). Deze keuzes hebben niet alleen geleid tot hoge baggervolumes ten behoeve van de initiële verdieping en verbreding, maar ook tot sprongsgewijze toenames van het onderhoudsbaggerwerk die vervolgens niet meer afnemen. Vaargeulverruiming leidt dus steeds tot permanente toename van het baggerbezwaar en daarmee gepaard gaande emissies, kosten en ecologische effecten.

Om bovengenoemde redenen is het baggervolume in de geulen van de Waddenzee (zonder de Eems) van een paar honderd-duizenden m<sup>3</sup>/jaar in de jaren '80 gegroeid naar bijna 3,5 miljoen m<sup>3</sup> in 2020 (figuur 5.12). Verwacht wordt dat dit baggervolume geleidelijk zal blijven stijgen vanwege de beschreven morfologische ontwikkelingen van de Waddenzee. Als er om politieke redenen voor nieuwe vaargeulverruiming wordt gekozen zal dit met grote waarschijnlijkheid leiden tot nog grotere en snellere en blijvende stijgingen van het baggerwerk. Dit geeft niet alleen een permanente toename van de baggerkosten, maar ook een permanente toename van de druk op de natuurwaarden.

5.12. Stijgende baggervolumes op een aantal locaties (zie ook figuur 5.1) in de Waddenzee door Rijkswaterstaat, met prognose vanaf 2020. Daarnaast wordt er ook door derden grote volumes gebaggerd in Waddenzeehavens en is er veel baggerwerk op de Eems (ruim 12 miljoen m<sup>3</sup>/jaar, inclusief havens). Bron: H. Mulder, Rijkswaterstaat.





Het materiaal dat vrij komt bij het baggeren wordt op speciale locaties in de Waddenzee verspreid, waar het zo min mogelijk een negatief effect heeft op de morfologie en de ecologie van de Waddenzee en weer kan bijdragen aan de sedimentbalans. Baggeren kan in sommige gevallen geulen uit evenwicht brengen. Waar niet gebaggerd wordt kunnen geulen veranderen in prielen (figuur 5.13), waardoor ze kleiner en ondieper worden (figuur 5.14).

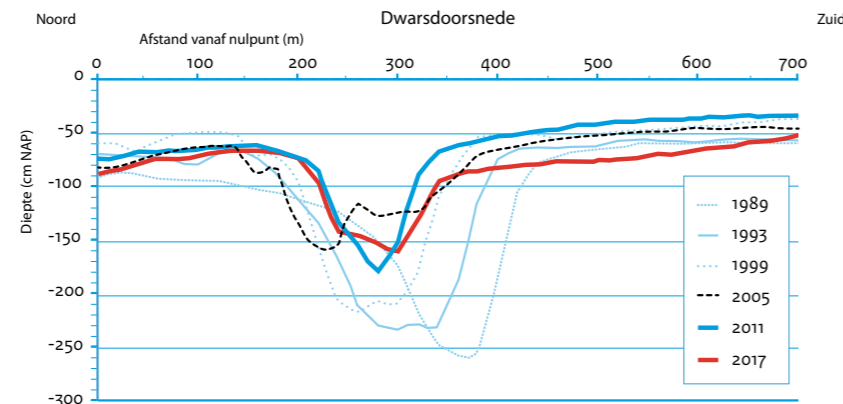
Bodemleven, broed- en rustgebieden van vogels en rust- en zoogplaatsen van zeehonden kunnen door baggeren en verspreiden verstoord worden. Ook kunnen baggeren en verspreiden de primaire productie door algen plaatselijk verstoren, omdat ze troebelheid veroorzaken.

Om tot herstel van de onderwaternatuur te komen zet Rijkswaterstaat in op het terugdringen van het

5.13. Baggeren kan geulen uit evenwicht brengen. De natuurlijke geul ten oosten van Holwerd is sinds de jaren '80 ondieper en smaller geworden en nu een kleine priel, zie de rode cirkel en figuur 5.14. Op de voorgrond de gebaggerde geul bij Holwerd, zichtbaar uit evenwicht met de natuurlijke situatie. Bron: Rijkswaterstaat.



5.14. Kleiner en ondieper worden van de geul in de rode cirkel van figuur 5.13. Bron: Jelmer Cleveringa.



baggerwerk. Deze ambitie is ook opgenomen in de Gebiedsagenda voor het Waddengebied 2050. Dit wil Rijkswaterstaat bereiken door:

- meer kennis verzamelen door onderzoek
- beter aansluiten op de natuurlijke dynamiek van geulen
- pilots uitvoeren door baggerspecie niet meer vlakbij de te onderhouden geulen te verspreiden, maar verder weg te brengen
- samen met betrokken partijen te werken aan duurzamere bereikbaarheid, bijvoorbeeld door waar mogelijk meer op getij te varen en routes met knelpunten te verleggen naar dieper water

### Zand- en schelpenwinning

Uit het oogpunt van natuurbeheer wordt er sinds 1998 geen zand meer gewonnen uit de geulen van de Waddenzee, behalve wanneer dit gekoppeld was aan het vaargeulbeheer. De zandwinning wordt nu echter helemaal afgebouwd tot nul in 2022, vanwege het negatieve effect op de zandbalans van de Waddenzee en de erosiedruk aan de Noordzeekust. Voor de schelpenwinning (alleen toegestaan in diepe geulen beneden NAP -5 meter) wordt jaarlijks een maximaal winbare hoeveelheid vastgesteld, die de jaarlijkse aanwas van nieuwe schelpen niet mag overschrijden.

### Geulmanagement

Wanneer een geul zich verlegt en bijvoorbeeld een dijk dreigt te ondermijnen, zoals bij het Vierhuizergat (figuur 5.15) ten oosten van Lauwersoog het geval was, zal er vanwege de waterveiligheid moeten worden ingegrepen. Meestal wordt een geulwand dan versterkt met breuksteen of staalslakken.

Bij het Vierhuizergat hebben POV Waddenzeedijken en Rijkswaterstaat onderzocht of een zachtere oplossing mogelijk was. De meest ideale oplossing - uitgaande van natuurlijke processen - zou zijn om de geul de ruimte te geven. Maar dat zou betekenen dat de waterkering verplaatst zou moeten worden, hetgeen heel ingrijpend is. Beheermaatregelen met natuurlijke

zachte materialen (de geulwand versterken met zand) zouden hier vaak herhaald moeten worden, wat ook voor de natuur niet gunstig zou zijn, in verband met troebelheid, verstoring en bedekking van het bodem-



5.15. De geul Vierhuizergat ondermijnde de Lauwersmeerdijk. Bron: Jelmer Cleveringa (op basis van vaklodgingen van Rijkswaterstaat).

leven. Daarom is uiteindelijk geconcludeerd dat een versterking met harde materialen hier de beste oplossing is.

### Stranden

De stranden van de Waddeneilanden zijn een natuurlijke buffer en een dynamisch en natuurlijk milieu aan de noordrand van de Waddenzee. Ze worden op een zo natuurlijk mogelijke manier beheerd.

Mede door de sedimenthonger in de Waddenzee is er aan de Noordzeekant van de Waddeneilanden op een aantal plaatsen sprake van structurele erosie. Sinds 1990 is de basiskustlijn (BKL) vastgesteld. Deze wordt dynamisch gehandhaafd met zandsuppleties, zodat structurele erosie van de eilandkusten wordt gecompenseerd (figuur 5.16). Hierdoor wordt de veiligheid en behoud van functies op de eilanden gegarandeerd. Bij een zandsuppletie wordt zand vanuit de Noordzee, opgezogen en opgespoten op de vooroever of op de stranden van de eilanden, om de eilandkusten op een zo natuurlijk mogelijke manier in stand te houden (dynamisch handhaven). Er wordt ook onderzoek gedaan - bijvoorbeeld in het programma Kustgenese



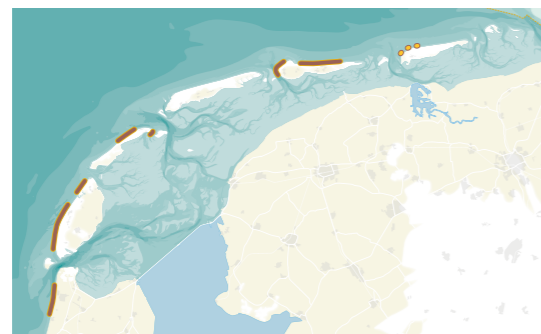
2.0 (zie Monitoring) - of de buitendelta's op een slimme manier gevoed kunnen worden.

### Mogelijk meer zandsuppleties

Bij een versnelde stijging van de zeespiegel zal de Waddenzee meer sediment kunnen gaan vragen. Dan zal ook de erosie van de Noordzeekustzone kunnen toenemen. Dat betekent dat er mogelijk meer suppleties zullen moeten plaatsvinden en wellicht ook op plaatsen waar dat nu nog niet nodig is. Zie onder andere de inzichten op <https://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/waterveiligheid/kust/kustgenese-2-0/>. De kustlijn wordt jaarlijks gemeten om de actuele situatie goed bij te houden.

### Natuurlijk veilig

5.16. Locaties met structurele erosie in de kustzone waar zand gesuppleerd wordt (doorgetrokken lijn) of mogelijk gaat gebeuren (stippellijn) op de eilandkusten. Bron: Rijkswaterstaat.



Stranden hebben een eigen kenmerkende vegetatie en zijn daarnaast een belangrijk habitat voor bepaalde soorten vogels, waaronder strandbroeders zoals Dwergstern, Strandplevier en Bontbekplevier (figuur 5.17, 5.18). Het uitvoeren van zandsuppleties is een vorm van dynamisch kustbeheer, die op korte termijn het bodemleven en de vogels van de stranden negatief beïnvloedt, maar op langere termijn het beste de natuurlijke kustvormende processen ondersteunt. Het alternatief is werken met stortsteen, waardoor de natuurlijke kustvormende processen verstoord raken.

Door zandsuppleties blijven de natuurlijke ontwikkeling van de kust en de begroeiing van duinen en (groene)



5.17. Strandplevier bij het nest. Foto: Johan Krol.

stranden, evenals het habitat voor vogels, het best in stand. Voorheen werd de zeereep intensief beplant met Helm, zodat tijdens rustig weer zoveel mogelijk zand werd ingevangen. Tijdens de winterstormen kwam dit dan vrij en zo probeerde men de kustafslag tegen te gaan. Door het uitvoeren van zandsuppleties kan een behoorlijk deel van de zeereepduinen minder streng beheerd worden. Natuurlijke processen zorgen nu voor verstuiwing, stuifkuilen en kerfvorming in de zeereepduinen, soms daarbij geholpen door de mens. Zo kan het kalkrijke zand doorstuiven, wat gunstig is voor karakteristieke planten- en diersoorten van de achterliggende duinen. Door onderzoeken van onder meer het programma 'Natuurlijk veilig' worden de gevolgen van zandsuppleties op de natuur onderzocht, om bij suppleties de natuur zoveel mogelijk te kunnen ontzien of te helpen (zie [www.natuurlijkveilig.nl](http://www.natuurlijkveilig.nl)).

### Natuurlijke dynamiek

Aan sommige oost- of westpunten van de eilanden is geen basiskustlijn vastgesteld. Hier kan de natuur zijn gang gaan en is er volledige natuurlijke dynamiek op plaatsen waar de stuifdijk ontbreekt. Waar wel basiskustlijnen zijn vastgesteld wordt in nauw overleg met inwoners en eilandbeheerders gestreefd naar maatwerk waarbij zoveel mogelijk rekening wordt gehouden met de natuurwaarden.

### Het Eems-Dollard estuarium

Het beheer van het Eems-Dollard estuarium richt zich op een vermindering van de troebelheid.



5.18. Broedende Strandplevier. Foto: Johan Krol.

Een goede maar rigoureuze oplossing zou zijn om langs de randen gebieden uit te polderen en de geul niet meer te verdiepen, waardoor weer een natuurlijker situatie ontstaat. De vaargeul zal dan door sedimentatie ondieper worden, tot een natuurlijk evenwicht is bereikt. Er is echter gekozen voor het behoud van een diepe vaarweg. Daarom worden andere oplossingen gezocht om het probleem van de troebelheid te verminderen.

In het kader van de Programmatische Aanpak Grote Wateren (PAGW) wordt een aantal projecten

### Inrichtingsplan Eems-Zijlen 12 juni 2018

- Dijkdoorlaat
- Uitkijkpunt
- Vogelbroedeiland
- Vogelkijkpunt
- Camping
- Campinglodges/paalkamperen
- Kweldervegetatie
- Slib(randen)
- Dijk
- Voetpad
- Vlonderpad
- Weg
- Damwand



5.19. Plangebied binnendijkse slibinvang Grote Polder. Bron: Programma Eems-Dollard 2050.

uitgevoerd om kennis en ervaring op te doen met het invangen van slib uit het Eems-Dollard estuarium, om te onderzoeken hoe de troebelheid van het water in het estuarium kan verminderen.

In de Grote Polder bijvoorbeeld, net ten westen van de Dollard en Termunterzijl, wordt onderzocht of slib op het land ingevangen kan worden via een dijkdoorlaat (figuur 5.19). Ook wordt onderzocht of het ingelaten zeewater voor een estuariene geleidelijke overgang kan zorgen, ter vergroting van de biodiversiteit. Ervaring met het invangen van slib is al opgedaan in Polder Breebaart, dat in 2000 is verbonden met de Dollard en zich ontwikkeld heeft tot een rijk kweldergebied, waar talloze vogels komen broeden, rusten en voedsel zoeken. Ophoging door opslibbing draagt tevens bij aan dijkveiligheid. In dat kader is een stukje Dubbele Dijk aangelegd tussen Delfzijl en de Eemshaven om ervaring op te doen over veiligheid, natuurwaarden en zilte landbouw.



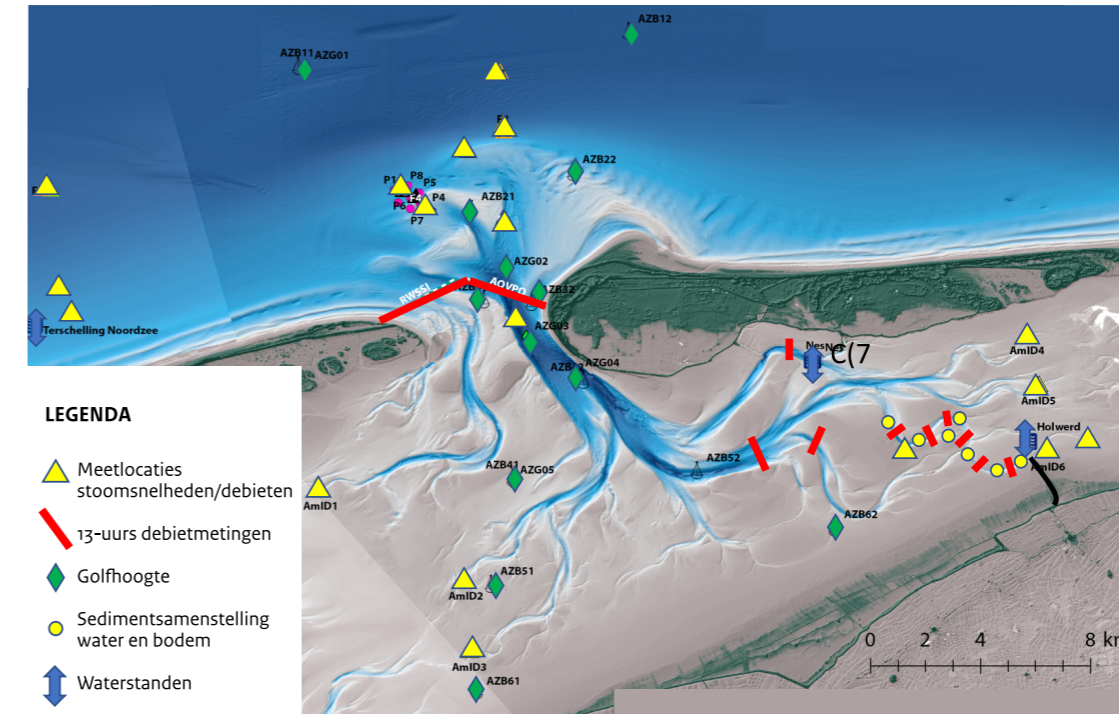
## Monitoring en onderzoek

Om het beheer van de Waddenzee goed uit te kunnen voeren wordt er veel gemonitord om veranderingen te kunnen meten. Al lange tijd wordt dat door Rijkswaterstaat gedaan via het programma Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands (MWTL), zie [waterinfo.rws.nl](http://waterinfo.rws.nl) (en voor projecten: [waterinfo-extra.rws.nl](http://waterinfo-extra.rws.nl)). Op het gebied van de morfologie betreft dat onder meer metingen en modelonderzoek van de kust, de hoogte, de waterstand, golfhoogte, zoetwateraanvoer, bodemligging, sedimentsamenstelling (van water en bodem), zwevende stofgehalte (troebelheid) en bagger- en verspreidingsvolumes (zie figuur 5.20).

Rijkswaterstaat is, met ondersteuning van Programma naar een Rijke Waddenzee, in 2016 gestart met het KPP programma 'Kennisontwikkeling Morfologie Waddenzee' voor de ontwikkeling van kennis over de morfologie van de Nederlandse Waddenzee en voor het inbedden hiervan in beleid en beheer. In het programma wordt morfologische kennis op een structurele manier verzameld, geanalyseerd, geordend, gedeeld en geborgd. Een voorbeeld van een deelproject is KRW-slib, waarin uitvoering wordt gegeven aan slibonderzoek voor de Kaderrichtlijn Water. Een voorbeeld van een product uit dit programma is de serie 'kombergingsrapporten' van Rijkswaterstaat en

5.20. Gewenste metingen (nog niet alles wordt gedaan) om de morfologie en het beheer van de Waddenzee goed te kunnen volgen. Bron: *Wadden in Beeld 2019*.

STRUCTURELE MONITORING	
Te meten component	Relevantie
<b>Bodemligging</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Morfologische ontwikkeling zoals erosie en sedimentatie</li> <li>Habitats: oppervlak en dynamiek van geulen, platen, slikken en kwelders (o.a. droogvalduur)</li> <li>Modelverbetering, systeemkennis</li> </ul>
<b>Geologische bodemdaling</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Meegroeivermogen wadbodem</li> </ul>
<b>Waterstand/getij</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zeespiegelstijging, meegroeivermogen</li> <li>Morfologische ontwikkeling/trends</li> <li>Habitats: oppervlak en dynamiek van geulen, platen, slikken en kwelders</li> <li>Modelverbetering, systeemkennis</li> </ul>
<b>Golfhoogte en -periode</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Morfologische ontwikkeling/trends</li> <li>Dynamiek van geulen, platen, slikken en kwelders</li> <li>Modelverbetering, systeemkennis</li> </ul>
<b>Zwevend stof (troebelheid water)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kwaliteit habitats</li> <li>Doorzicht</li> <li>Slibhuishouding</li> <li>Modelverbetering, systeemkennis</li> </ul>
<b>Saliniteit, zoetwateraanvoer</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Volledigheid zoet-zoutgradiënt</li> <li>Kwaliteit habitats in relatie tot (trek)vis, benthos, kweldervegetatie, zeegras</li> <li>Gevolgen slibhuishouding</li> <li>Modelverbetering, systeemkennis</li> </ul>
PERIODIEKE METINGEN	
Te meten component	Relevantie
<b>Stroomsnelheden/debiten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dynamiek habitats (geulen, platen, slikken)</li> <li>Modelverbetering, systeemkennis</li> </ul>
<b>Samenstelling sediment in bodem</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kwaliteit habitats (geulen, platen, slikken)</li> <li>Modelverbetering, systeemkennis</li> </ul>
<b>Samenstelling sediment in water</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Modelverbetering, systeemkennis (sedimenttransport)</li> </ul>



5.21. Globaal overzicht van projectmetingen voor onderzoek aan kustprocessen (Kustgenese 2.0) en Vaarweg Holwerd-Ameland. Bron: Rijkswaterstaat e.a.

Deltares, waarin de morfologische ontwikkelingen staan beschreven per kombergingsgebied. Alle resultaten zijn te vinden op <https://publicwiki.deltares.nl/display/MORFWAD/KPP+Kennisontwikkeling+Morfologie+Waddenzee>. Ook worden door monitoring het areaal en de kwaliteit in de gaten gehouden van geulen, platen, kwelders en geleidelijke overgangen - en dus de kwantiteit en kwaliteit van habitats en soorten als zeegras, kwelderplanten, bodemfauna, vogels, vissen en zeehonden. Indien daarin achteruitgang optreedt zullen er beheermaatregelen worden getroffen.

Daarnaast worden er aanvullende onderzoeken gedaan (zoals slib-onderzoek in het kader van de KRW) of mede gefinancierd (zoals Natuurlijk veilig, Waddenmozaiek, Swimway en Ruim baan voor vissen) in het kader van projecten en maatregelen. Ook voert Rijkswaterstaat bijvoorbeeld het onderzoeksprogramma Kustgenese 2.0 uit. Hierin wordt diepgaande kennis opgedaan van

water- en zandbewegingen in de Noordzeekustzone en de zeegaten, om goed te kunnen adviseren over zandsuppleties en de ecologische gevolgen daarvan (figuur 5.21).

Alle verzamelde gegevens over de Waddenzee en de Noordzeekustzone worden opgeslagen. Via [waterinfo.rws.nl](http://waterinfo.rws.nl), het Datahuis Wadden en het Informatiehuis Marien komt steeds meer informatie digitaal beschikbaar. Ook is er een online-ecotopenkaart van de Waddenzee gemaakt. Dit alles wordt gecoördineerd en gefaciliteerd door de Basismonitoring Wadden ([www.basismonitoringwadden.nl](http://www.basismonitoringwadden.nl)).

Met al deze informatie, programma's en inspanningen leveren velen een bijdrage om het mooiste en unieke natuurgebied van Nederland te beschermen, te behouden en te ontwikkelen.



Bekijk hier de serie 'kombergingsrapporten' van Rijkswaterstaat en Deltares.



---

## Literatuur

- Abrahamse, J., W. Joenje & N. van Leeuwen-Seelt (red.), 1976. Waddenzee, natuurgebied van Nederland, Duitsland en Denemarken. Landelijke vereniging tot behoud van de Waddenzee, Harlingen.
- Bazelmans, J., H. Groenendijk, G. de Langen, J. Nicolay & A. Nieuwhof, 2009. De late prehistorie en protohistorie van holoceen Noord-Nederland. Nationale onderzoeksagenda archeologie. Waddenacademie, Leeuwarden.
- De Bosatlas van de Wadden, 2018. Eindredactie Meindert Schroor. Noordhoff Uitgevers bv, Groningen.
- De Leeuw, C., 2006. Verkenning van de ecologische problemen en knelpunten in het Eems estuarium. Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ), Haren.
- De Leeuw, C. & M.-L. Meijer, 2003. Proefgebieden herstel zoet-zout overgangen in Noord Nederland. Een beschrijving van 18 projecten. Werkdocument RIKZ/AB/2003.605x. RIKZ, Haren.
- Kernteam Basismonitoring Wadden, 2016-2020. Wadden in Beeld 2015, 2016, 2017, 2018 en 2019. Signalen vanuit het beheer.
- Klinkhamer, R., 1987. Een halve eeuw landaanwinningswerken langs de Friese- en Groninger kust. Rijkswaterstaat directie Groningen, Baflo.
- Ministerie van LNV, VenW en VROM, 2002. De Afsluitdijk als schakel tussen zoet en zout. Verkenning van de ecologische en ruimtelijke samenhang tussen IJsselmeer en Waddenzee.
- Ministerie van VROM, LNV, VenW en EZ, 2007. Ontwikkeling van de Wadden voor natuur en mens. Deel 4 van de planologische kernbeslissing Derde Nota Waddenzee. Ministerie van VROM, Den Haag.
- Ministerie van ELI en IenM, 2012. Hoe werkt het Wad? Deltaprogramma Waddengebied.
- Oost, A., J. Cleveringa & M. Taal, 2019. Morfologie Kombergingsgebieden Marsdiep en Vlie. Beheerbibliotheek Waddenzee, versie 2019. Deltares, Delft.
- Oost, A. & J. Cleveringa, 2019. Kombergingsrapport Friesche Zeegat: Pinkegat en Zoutkamperlaag. Beheerbibliotheek Waddenzee, versie 2019. Deltares, Delft.
- Provincie Groningen/ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2016. Programma Eems-Dollard 2050. Meerjarig adaptief programma voor ecologische verbetering.
- Rijk-regio Projectgroep Agenda voor het Waddengebied 2050, 2020. Agenda voor het Waddengebied 2050. Koersen naar een veilig, vitaal en veerkrachtig Waddengebied in 2050. Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW).
- Rijkswaterstaat, 2015. Beheer- en ontwikkelplan voor de Rijkswateren 2016 – 2021. Ministerie van IenM, Den Haag.
- Rijkswaterstaat, 2019. Programmatische Aanpak Grote Wateren (PAGW). Verder met de verbetering van ecologische waterkwaliteit. In opdracht van de ministeries van IenW en LNV, Den Haag.
- Rijkswaterstaat Noord-Nederland, 2016. Natura 2000-beheerplan Waddenzee. Periode 2016-2022. Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Den Haag.
- Schroor, M., 2018. Landschapsbiografie van het Waddengebied. Historisch-landschappelijke karakteristieken en hun ontstaan. Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed/Staatsbosbeheer, Amersfoort.
- Speelman, H., A. Oost, H. Verweij & Z. Bing Wang, 2009. De ontwikkeling van het Waddengebied in tijd en ruimte. Position paper Geowetenschap. Waddenacademie, Leeuwarden.
- Thijsse, J.TH., 1972. Een halve eeuw Zuiderzeewerken 1920-1970. H.D. Tjeenk Willink B.V., Groningen.
- Van der Spek, A.J.F., 2019. Ontwikkelingen van de Nederlandse Waddenzee bekkens tot 2100: De invloed van versnelde zeespiegelstijging en van bodemdaling op de sedimentbalans – een synthese. Deltares, Delft.
- Vermeersen, B.L.A., A.B.A. Slangen, T. Gerkema, F. Baart, K.M. Cohen, S. Dangendorf, M. Duran-Matute, T. Frederikse, A. Grinsted, M.P. Hijma, S. Jevrejeva, P. Kiden, M. Kleinherenbrink, E.W. Meijles, M.D. Palmer, R. Rietbroek, R.E.M. Riva, E. Schulz, D.C. Slobbe, M.J.R. Simpson, P. Sterlini, P. Stocchi, R.S.W. van de Wal & M. van der Wegen, 2018. Sea-level change in the Dutch Wadden Sea. Cambridge University Press, Vol. 97, Special Issue 3.
- Vos, P.C., 2015. 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. Brochure bij Proefschrift. Deltares, Utrecht.
- Vos, P.C., 2018. Atlas van Nederland in het Holoceen (herziene 9<sup>e</sup> versie). Uitgeverij Prometheus.
- [www.basismonitoringwadden.nl](http://www.basismonitoringwadden.nl)
- [www.waddenzee.nl](http://www.waddenzee.nl)

---

## Colofon

**Uitgave:**  
Werkveld Waterkwaliteit en Natuurbeheer Wadden

**Titel:**  
Duurzame bescherming en ontwikkeling van dynamische Waddenzeenatuur – Brochure 1: Morfologische veranderingen

**Tekst:**  
Cora de Leeuw

**Redactie:**  
Rick Hoeksema, Ernst Lofvers, Robert Zijlstra, Lisa Gordeau, Jette Bijlholt, Lies van Nieuwerburgh, Christiaan Kooistra (Rijkswaterstaat)

**Review**  
Prof. Dr. Piet Hoekstra (Waddenacademie),  
Dr. Albert P. Oost (Deltares)

**Foto's (tenzij anders aangegeven):**  
Buro Klaas Huizenga

**Cartografie**  
Mijns Cartografie en Vormgeving (figuur 0.0, 3.1, 5.1, 5.12, 5.16)

**Vormgeving:**  
Zandbeek. Pioniers in contentmarketing.

**Druk:**  
KNNV Uitgeverij, Utrecht

**Disclaimer**  
Alle foto's en figuren zijn geplaatst in het vertrouwen dat hierbij geen rechten gelden van makers of derden. Indien dat wel zo is kan de rechthebbende zich melden bij Rijkswaterstaat Noord-Nederland.

**Wijze van citeren:**  
De Leeuw, C., 2020. Duurzame bescherming en ontwikkeling van dynamische Waddenzeenatuur – Brochure 1: Morfologische veranderingen.

Uitgave Rijkswaterstaat Noord-Nederland, Werkveld Waterkwaliteit en Natuurbeheer Wadden, Leeuwarden.



In een reeks brochures wil Rijkswaterstaat kennis delen over de natuur en de morfologie van de Waddenzee en de Noordzeekustzone.

In deze brochure over 'Morfologische veranderingen' worden beschreven: de unieke hydro- en morfodynamiek van de Waddenzee, hoe en wanneer de Waddenzee is ontstaan, dat het een ingesnoerd gebied is geworden, waarom het geulen- en platensysteem in beweging is en welke prioriteiten dit geeft in het beheer, namelijk rust, ruimte en natuur.

Rijkswaterstaat draagt, samen met vele anderen, zorg voor een goede bereikbaarheid van de Waddeneilanden, de scheepvaartveiligheid op zee, de kustbescherming, een goede waterkwaliteit en het natuurbeheer van de Waddenzee, de Noordzeekustzone en het Nederlandse deel van het Eems-Dollard estuarium. Een uitdagende opgave, want de Waddenzee is niet alleen uitgeroepen tot het mooiste natuurgebied van Nederland, maar is ook het grootste Natura 2000-gebied van Nederland. Daarnaast is het, samen met het Duitse en Deense deel van de Waddenzee, het grootste aaneengesloten intergetijdengebied van de wereld en Unesco Werelderfgoed. Voor meer informatie zie [www.waddenzee.nl](http://www.waddenzee.nl).

Rijkswaterstaat beheert samen met de andere beheerders de natuur van de Waddenzee door kennisontwikkeling, monitoring, het opstellen van beheerplannen (zoals het beheerplan Natura 2000 Waddenzee en Noordzeekustzone), uitvoering van maatregelen en gastheerschap met voorlichting en handhaving. Leidend hierbij zijn de richtlijnen en doelstellingen vanuit Naturazoo, de Kaderrichtlijn Water (KRW) en de Programmatische Aanpak Grote Wateren (PAGW). Het uitgangspunt hierbij is:

- dat de Waddenzee een ecologisch samenhangend geheel is met het omringende Waddengebied (ecosysteembenadering)
- dat natuurlijke processen zo veel mogelijk hun gang kunnen gaan om een zo gezond mogelijk ecosysteem te krijgen met een goede kwaliteit van water en bodem waarbij soorten zich herstellen
- dat alleen wordt ingegrepen met herstel- of inrichtingsmaatregelen als de natuur het zelf niet redt, met als voornaamste doel het herstellen en ontwikkelen van de natuurlijke processen
- dat door kennisontwikkeling, onderzoek, monitoring en evaluatie het beheer kan worden bijgesteld
- het verduurzamen van menselijk gebruik



Dit is een uitgave van

**Rijkswaterstaat**

[www.rijkswaterstaat.nl](http://www.rijkswaterstaat.nl)  
0800 - 8002

december 2021 | NN1221ZB003

