

RAPPORT

Notitie bestaande situatie

Buitendijkse slibsedimentatie Eems-Dollard

Klant: Rijkswaterstaat

Referentie: BG6985WATRP1912021201

Status: 1.2/Definitief

Datum: 2-12-2019

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Laan 1914 no.35
3818 EX AMERSFOORT
Water
Trade register number: 56515154

+31 88 348 20 00 **T**
+31 33 463 36 52 **F**
info@rhdhv.com **E**
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document: Notitie bestaande situatie

Ondertitel: Beschrijving bestaande situatie
Referentie: BG6985WATRP1912021201
Status: 1.2/Definitief
Datum: 2-12-2019
Projectnaam: Buitendijkse slibsedimentatie Eems-Dollard
Projectnummer: BG6985
Auteur(s): Jasper Leuven, Simeon Moons, Martin de Haan, Petra Dankers, Bente de Vries

Opgesteld door: Jasper Leuven

Gecontroleerd door: Petra Dankers

Datum/paraaf: 2 december 2019

Goedgekeurd door: Mariëlle Cats

Datum/paraaf: 2 december 2019

Classificatie

Projectgerelateerd



Disclaimer

No part of these specifications/printed matter may be reproduced and/or published by print, photocopy, microfilm or by any other means, without the prior written permission of HaskoningDHV Nederland B.V.; nor may they be used, without such permission, for any purposes other than that for which they were produced. HaskoningDHV Nederland B.V. accepts no responsibility or liability for these specifications/printed matter to any party other than the persons by whom it was commissioned and as concluded under that Appointment. The integrated QHSE management system of HaskoningDHV Nederland B.V. has been certified in accordance with ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 and ISO 45001:2018.

Inhoud

1	Introductie en doel	2
2	Huidige situatie Eems-Dollard estuarium	4
2.1	Hydromorfologie	4
2.1.1	Hydrodynamiek	4
2.1.2	Bodemligging	5
2.1.3	Sedimentbalans	8
2.1.4	Sedimentconcentraties	8
2.1.5	Saliniteit	10
2.1.6	Zeespiegelstijging	11
2.2	Ecologie	11
2.2.1	Ontwikkelingsrichting van het systeem	12
2.2.2	Primaire producenten	13
2.2.3	Bodemdieren	13
2.2.4	Zeegrasvelden en schelpdierbanken	13
2.2.5	Kwelders	14
2.2.6	Vis	14
2.2.7	Vogels	15
2.2.8	Zeehonden	16
3	Knelpunten	17
4	Huidige situatie Dollard	20
4.1	Hydrodynamiek	21
4.2	Slibconcentratie en slibgehalte	21
4.2.1	Slibconcentratie in waterkolom	21
4.2.2	Slibgehalte op platen	22
4.3	Bodemhoogteverandering	23
4.4	Arealen (geulen, platen en kwelders)	24
4.5	Habitatdiversiteit	25
4.6	Kwelderkwaliteit	26
4.7	Ecosysteem aan de hand van voedselgroepen en trofische niveaus	28
4.7.1	Primaire producenten	28
4.7.2	Consumenten 1 ^e orde	30
4.7.3	Consumenten 2 ^e orde	32
4.7.4	Consumenten 3 ^e orde	34
4.8	Zeespiegelstijging	35
5	Referenties	36

1 Introductie en doel

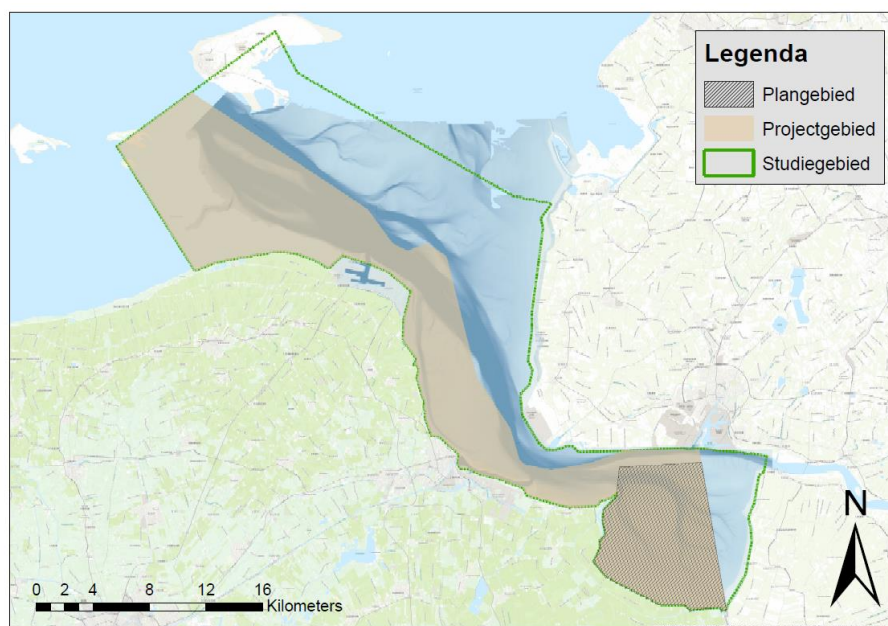
Het Eems-Dollard estuarium (Figuur 1-1; Figuur 1-2) is een van de laatste estuaria in Nederland met een open verbinding van rivier naar zee. Het is een overgangsgebied van zoet naar zout met grote betekenis voor de natuur. Sinds 1950 is de troebelheid in het estuarium en in de Eemsrivier sterk toe genomen, ten gevolge van de aanwezigheid van slib. Dit remt de algengroei (primaire productie) en de algehele productiviteit van het voedselweb waardoor de ecologische kwaliteit van het systeem verslechtert.

Een kansrijke maatregel ter verbetering van de ecologische kwaliteit van het estuarium betreft het stimuleren van buitendijkse sedimentatie van slib. Het is echter nog niet duidelijk hoe een dergelijke maatregel precies vormgegeven zou kunnen worden en op welke locatie deze ten uitvoer gebracht dient te worden om een duurzame effectieve bijdrage aan de ecologische kwaliteit te kunnen leveren. In het project “Buitendijkse slibsedimentatie Eems-Dollard” wordt daarom eerst een proefproject (pilot) ontworpen om de effectiviteit en haalbaarheid van buitendijkse slibsedimentatie te bepalen. Met deze pilot wordt de benodigde kennis vergaard m.b.t. aanlegmethodes, vormgeving, locatie en beheer zodat eventuele opschaling op de juiste manier kan gaan plaatsvinden.

Het voorliggende document geeft een beschrijving van de huidige situatie van de Eems-Dollard en de Dollard. Dit wordt als uitgangspunt gebruikt voor een notitie over benodigde monitoring.

Definities

De **beschrijving van de huidige situatie** laat zien welke kennis en data er allemaal voorhanden is met betrekking tot de abiotische en biotische factoren die een belangrijke rol spelen bij een (opgeschaalde) pilot buitendijkse slibsedimentatie. Daarnaast zit er een belangrijk verschil tussen **monitoring en de T0-meting**. Monitoring is het gedurende langere tijd herhaaldelijk meten van een bepaalde parameter. **Monitoring** draagt op die manier bij aan het beter begrijpen van de (variabiliteit van) processen in een natuurlijk systeem. Bij een **T0-meting** gaat het om een eenmalige meting welke voorafgaand aan een uitvoeringsproject wordt uitgevoerd om de huidige situatie vast te stellen.

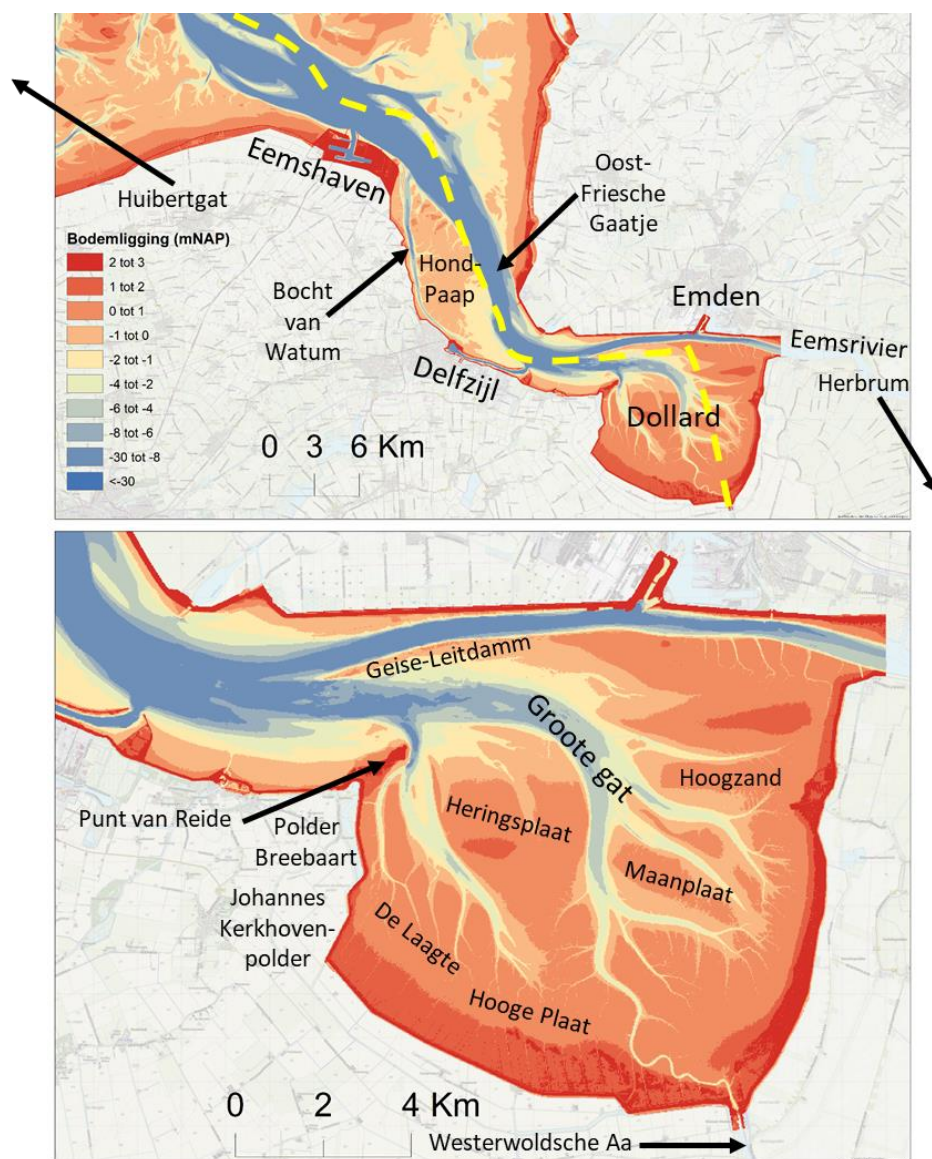


Figuur 1-1: Het groene gebied is het studiegebied, het bruine gebied is het projectgebied en het grijze gebied is het plangebied. Het plangebied is het gebied waarbinnen de maatregelen voor buitendijkse slibsedimentatie worden gezocht

Er is door RWS een **plangebied** gedefinieerd, waarbinnen de maatregelen voor de buitendijkse sliedsedimentatie worden gezocht (donkergrijs gearceerde gebied in Figuur 1-1). Het **projectgebied** is het gebied dat binnen de scope van het programma ED2050 valt en de grootste schaal (voor de milieueffectrapportage en de effecten voor de natuur) is het studiegebied. Het **studiegebied** omvat het hele estuarium met uitzondering van de Eems rivier.

Leeswijzer

In Hoofdstuk 2 wordt de hydromorfologie van het Eems-Dollard estuarium beschreven, omdat daarin de oorzaken liggen van de hoge troebelheid, gevolgd door een beschrijving van de resulterende verstoring van het voedselweb. Uit deze beschrijving volgen in Hoofdstuk 3 knelpunten, zoals de hoge sliedconcentratie en het gebrek aan bepaalde soorten en habitats, die gekoppeld zijn aan de doelen van de pilot. Vervolgens worden specifieke aspecten van de huidige situatie van de Dollard beschreven in Hoofdstuk 4. Daaruit blijkt, in een hierop volgende notitie, welke aanvullende monitoring er nu nog nodig is om een compleet beeld te krijgen van de huidige situatie.



Figuur 1-2: Naamgeving van geulen en platen in het Eems-Dollard estuarium. De landsgrens is aangegeven met een gele stippellijn op de bovenste kaart.

2 Huidige situatie Eems-Dollard estuarium

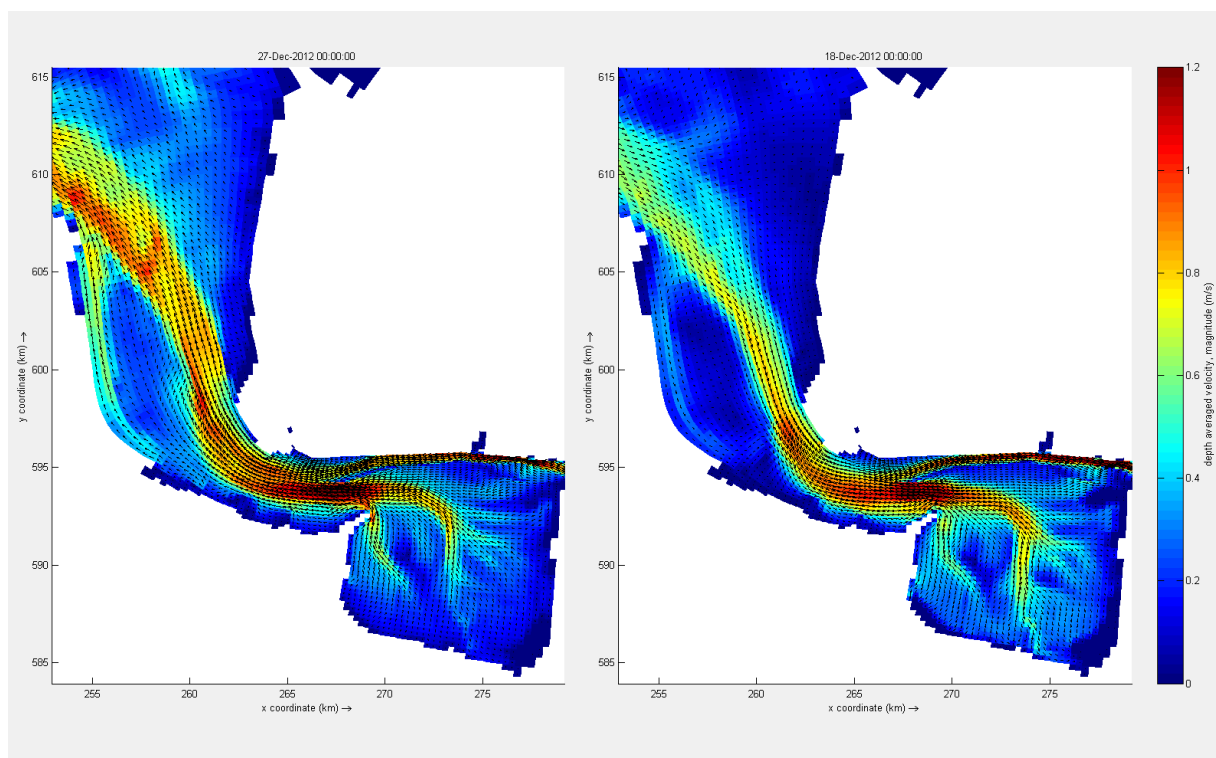
In dit hoofdstuk wordt een beschrijving gegeven van de huidige situatie in het hele Eems-Dollard estuarium. Hierin wordt aangegeven welke problematiek er speelt wat betreft de hydromorfologie (Hoofdstuk 2.1) en ecologie (Hoofdstuk 2.2). Uit deze beschrijving volgen knelpunten in het hydromorfologische en ecologische functioneren van het systeem (Hoofdstuk 3), die aangepakt dienen te worden om de ecologische kwaliteit van de Eems-Dollard te verbeteren.

2.1 Hydromorfologie

Hydromorfologie is de wisselwerking tussen hydrodynamica (stroming, golven, getij) en morfologie (de vorm van het landschap en transporten van zand en slib). De hydromorfologie is een belangrijke factor voor het ecologisch potentieel van een watersysteem en de waterkwaliteit. De beschrijving van de hydromorfologie van het Eems-Dollard estuarium is in kaart gebracht op basis van historische gegevens (Pierik et al., 2019), state-of-the-art modellen (Van Maren et al., 2019) en een kennispaper over de hydromorfologie van de Eems-Dollard (Dankers et al., 2019). In deze paragraaf worden de belangrijkste elementen van de hydromorfologie samengevat voor het Eems-Dollard estuarium.

2.1.1 Hydrodynamiek

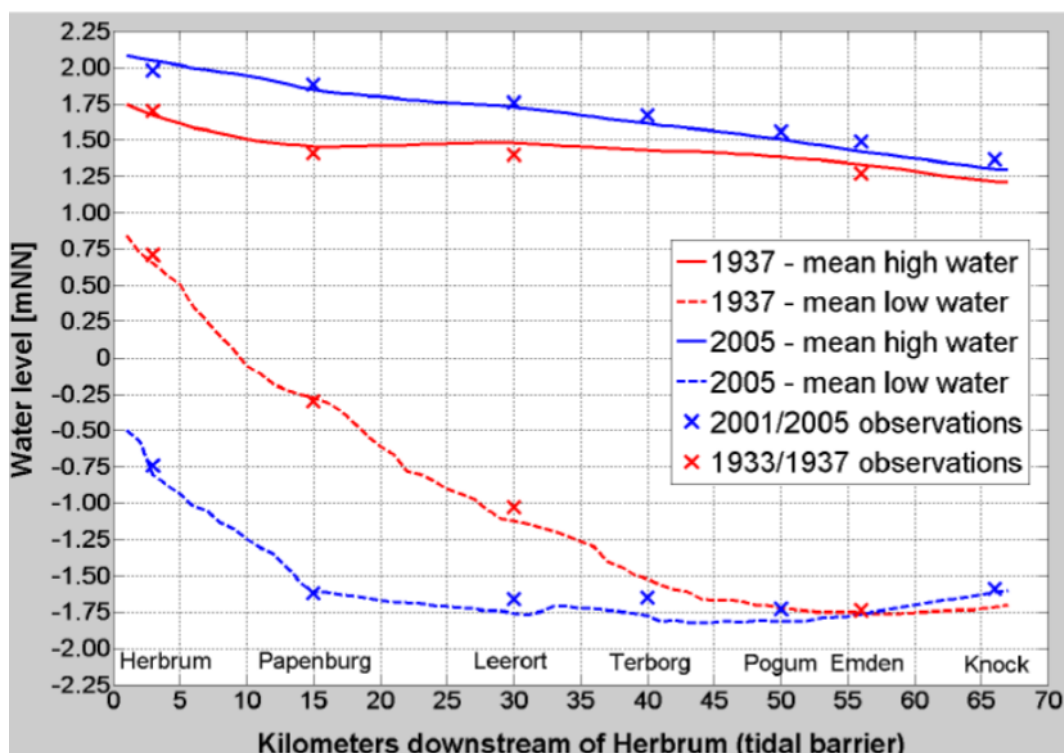
De **stroming** in het Eems-Dollard estuarium is bekend vanuit hydrodynamische modellen (van Maren et al., 2017; van Maren et al., 2019). De typische stromingscondities op basis van modelresultaten zijn tijdens piek vloed en piek eb weergegeven in Figuur 2-1. Piek eb en vloed stroomsnelheden in de hoofdgeulen van het Eems-Dollard estuarium liggen rond de 1-1,5 m/s. In nevengeulen zijn de piek stroomsnelheden in de orde van 0,5-1,0 m/s en op de platen lager dan 0,5 m/s.



Figuur 2-1: Benadering van de maximale stroomsnelheden tijdens eb (links) en tijdens vloed (rechts) op basis van het Eems-Dollard model (van Maren et al., 2017; 2019). De weergegeven stroomsnelheden zijn een benadering, omdat modelresultaten elke 2 uur worden opgeslagen en daardoor mogelijk niet corresponderen met de piek stromingscondities. Kwelderareaal is nog niet opgenomen in het model, maar zal op korte termijn worden toegevoegd aan het Dollard-model.

De gemiddelde getijslag in het Eems-Dollard estuarium is ca. 3.5 meter (Figuur 2-2; Herrling & Niemeyer, 2008; Schoemans, 2013). Uit metingen blijkt dat het gemiddeld hoogwater langs het estuarium sinds 1933 met 10-25 cm is toegenomen. In de Eemsvier is de laagwaterstand in hoogte toegenomen. In de mondingszone en aan de zeewaartse rand is de getijamplitude met ca. 10 cm toegenomen over de periode 1933-2005. In de afgelopen jaren is de getijdeslag in het middeldeel van het Eems-Dollard estuarium en de Dollard verder toegenomen. In het Dollardmodel (van Maren et al., 2019) wordt als randvoorwaarde aan de Dollard bijvoorbeeld een getijslag van ca. 4 meter voorgeschreven voor het jaar 2012.

Voor zover we weten zijn er nauwelijks metingen van **golven** beschikbaar. Tijdens een expertsessie op 28 augustus 2019 werd deze dataleemte bevestigd. Mogelijk zijn er golfmetingen bij Eemshaven door het waterschap en is er golfdata beschikbaar op basis van modelresultaten (o.a. van Maren et al., 2019; POV Waddenzeedijken & MVED, Arcadis [medio 2020 gereed]). Deze data zijn echter nog niet direct voorhanden.



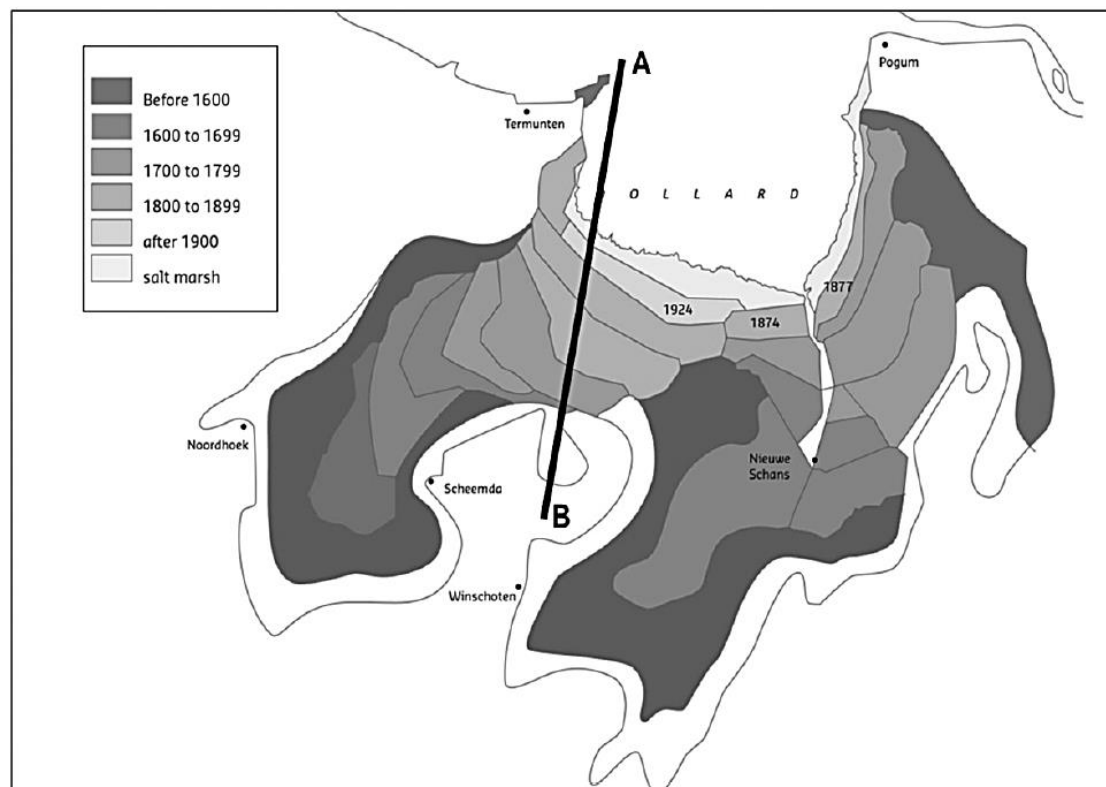
Figuur 2-2: [bron: Schoemans, 2013] Metingen en gemodelleerde waarden van de waterstanden langs het Eems-Dollard estuarium voor de periode 1933 tot 2005. Meetpunten zijn genomen bij gemiddeld hoogwater en gemiddeld laagwater (Herrling & Niemeyer, 2008).

2.1.2 Bodemligging

Inpoldering heeft geleid tot verkleining van de komberging en verminderde slibsedimentatie

Sinds het ontstaan van de Dollard rond 1500 zijn delen van de Dollard ingepolderd (Figuur 2-3) en is het Eems-Dollard Estuarium bedijkt (De Smet & Wiggers, 1960; Van Maren et al., 2016). Dit heeft drie belangrijke effecten gehad op het hydromorfologisch functioneren van het estuarium. Allereerst is het kombergingsgebied verkleind, wat betekent dat de hoeveelheid water die in en uit het estuarium stroomt is afgenomen. Ten tweede is de hoeveelheid plaatareaal (ook wel intergetijdengebied) afgenomen. Een afnemend oppervlak intergetijdengebied bij gelijkblijvend geulgebied leidt tot een sterkere vloeddominantie (bijv. Wang et al., 2002; Friedrichs, 2010), wat sedimentimport bevordert (Hoofdstuk 2.1.2). Het derde effect is een verkleining van het oppervlak waarop slib kan sedimenteren door het verlies van intergetijdengebied

(Dankers et al., 2019). Het gecombineerde effect is dat er minder slib sedimenteert en meer slib in de waterkolom blijft hangen (Hoofdstuk 2.1.4).



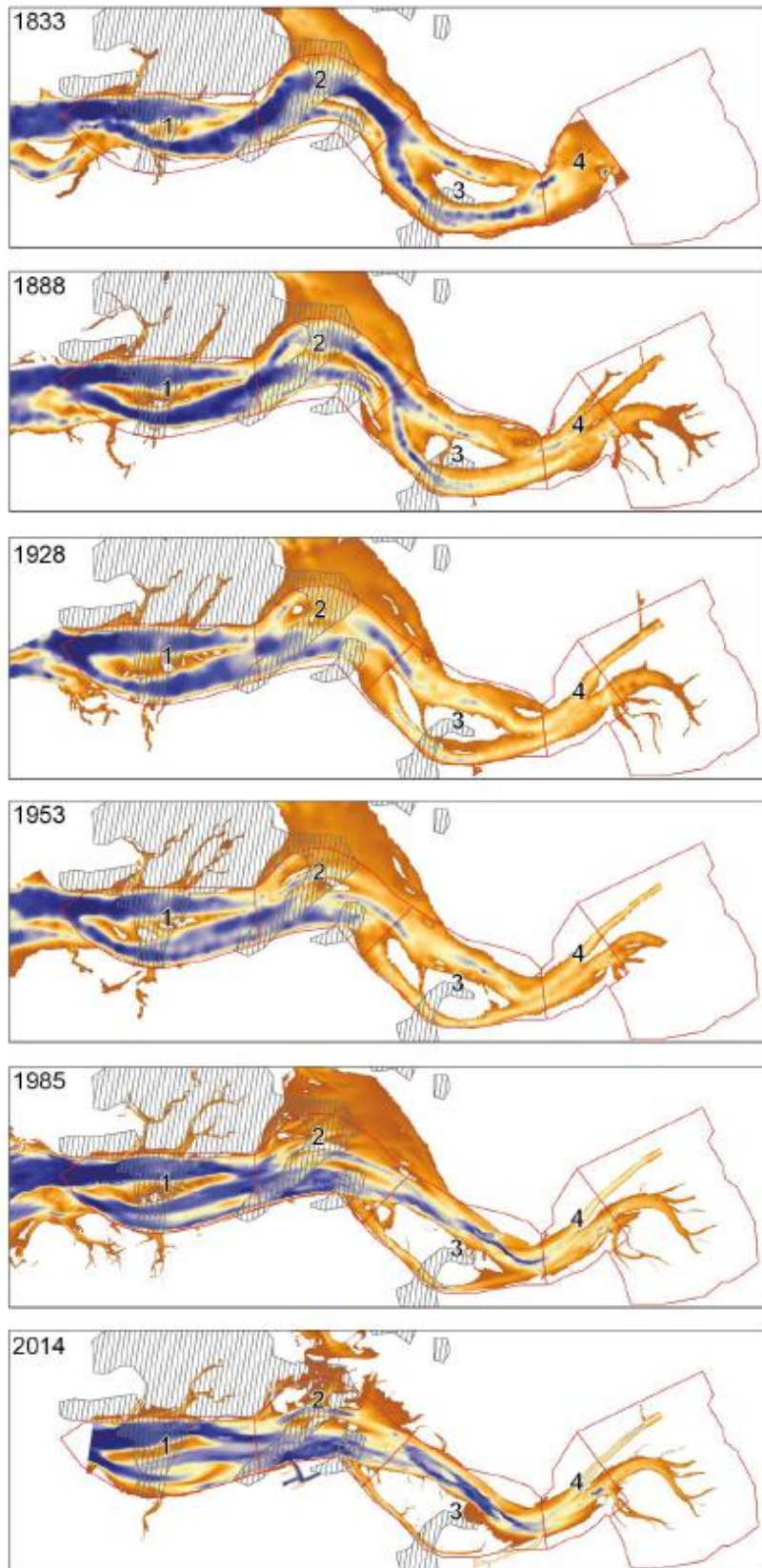
Figuur 2-3: Historische inpolderingen rondom de Dollard (uit Van Maren et al., 2016)

Verkleining geulen en verdwijnen twee-geulen systeem

De sterke afname in het kombergingsgebied heeft het getijvolume dat in en uit het estuarium stroomt verkleind. Er is een correlatie tussen getijdevolume en dwarsoppervlak van geulen (bijv. Eysink, 1990; Gerritsen & de Jong, 1985). Als er voldoende sediment aanwezig is leidt een verkleining in het kombergingsgebied ook tot een verkleining van de geulen en een afname in het aantal geulen. Het twee-geulen systeem paste voorheen goed bij het grote kombergingsgebied van de Dollard (Figuur 2-4). Echter de historische netto sedimentimport vanuit zee (Pierik et al., 2019) en de afname in het getijdevolume hebben waarschijnlijk geleid tot sedimentatie in de bocht van Watum (Dankers et al., 2019). Hiermee is het twee-geulen systeem rond Hond-Paap overgegaan naar een enkelgeulssysteem dat goed past bij de huidige situatie van het estuarium met een niet al te grote Dollard (Figuur 2-4). In de afgelopen eeuw hebben het wegbaggeren van drempels en de aanleg van Eemshaven verder bijgedragen aan het handhaven van één hoofdgeul.

Harde lagen sturen dynamiek van geulen en platen

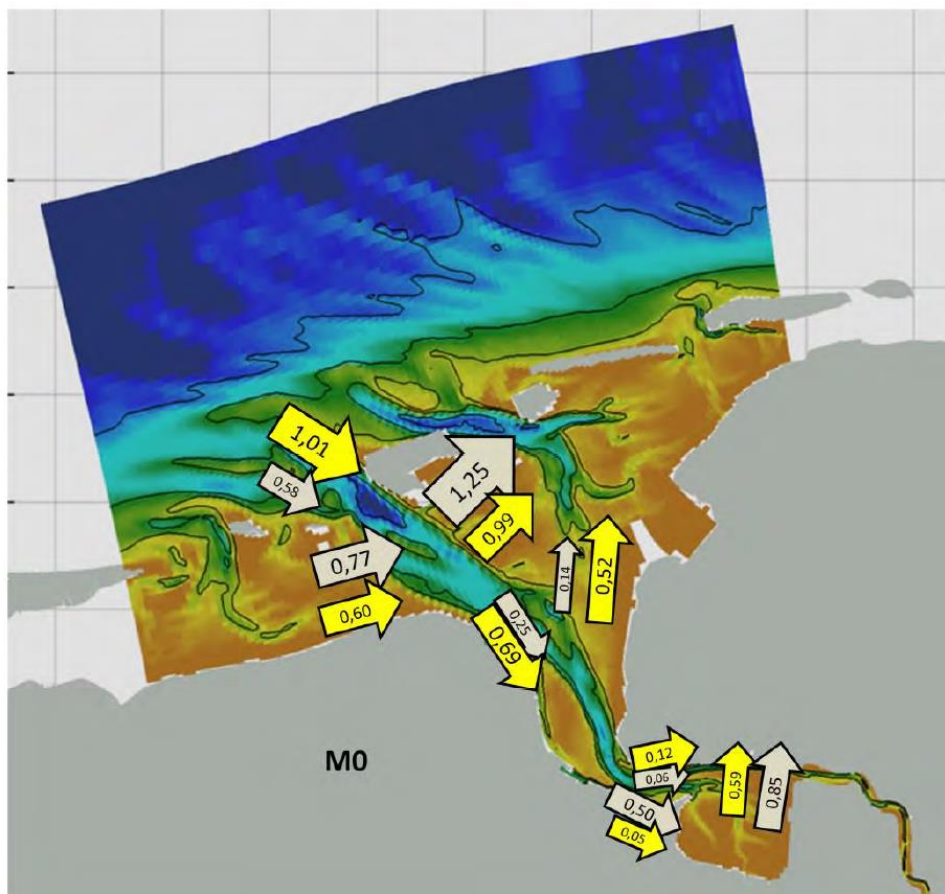
Het Eems-Dollard estuarium bevat verschillende harde lagen in de bodem, waaronder keileem en potklei (Figuur 2-4). Deze harde lagen zijn veelal gevormd tijdens de ijstijden (Pleistoceen) of in het vroeg Holoceen. Het is gebleken dat de aanwezigheid van harde lagen in de ondergrond de diepte van de geulen in het estuarium beperkt. Op plekken waar Pleistocene harde lagen aan het oppervlak komen wordt het estuarium gelimiteerd in diepte en is daar relatief breed. Bij toekomstige maatregelen of ontwikkelingen, waarbij het kombergend vermogen verandert of morfologische veranderingen optreden, spelen deze resistente lagen een belangrijke rol in de verwachte ontwikkeling van de geulen.



Figuur 2-4: De ligging van ondiepe harde Pleistocene lagen zijn grijs gearceerd weergegeven op de bathymetrie van 1833-2014 (uit Pierik et al., 2019)

2.1.3 Sedimentbalans

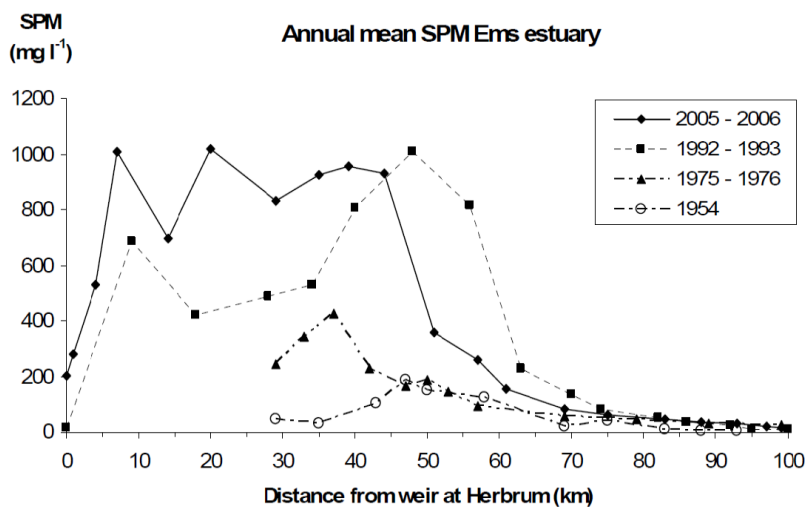
Het Eems-Dollard estuarium heeft een sediment-importerend karakter (Figuur 2-5). Hierbij wordt zand en slib vastgelegd in geulen en op platen, waardoor het geulvolume in eerste instantie afnam. Sinds de grote verdiepingen en bijbehorende baggeractiviteiten met berging op het land in de jaren 60 van de vorige eeuw is het geulvolume weer groter geworden. Sinds de jaren 90 is grootschalige sedimentextractie sterk afgenomen en neemt het geulvolume weer af (Dankers et al., 2019; Pierik et al., 2019).



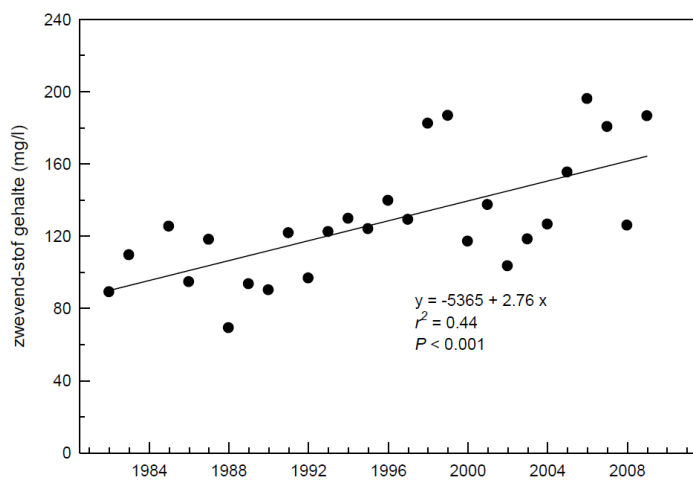
Figuur 2-5: Netto sedimenttransport in miljoen ton/jaar in 2014 (geel) en verwachte sedimenttransport in 2050 (grijs) voor de autonome ontwikkeling op basis van modelberekeningen (uit Van Maren et al., 2019)

2.1.4 Sedimentconcentraties

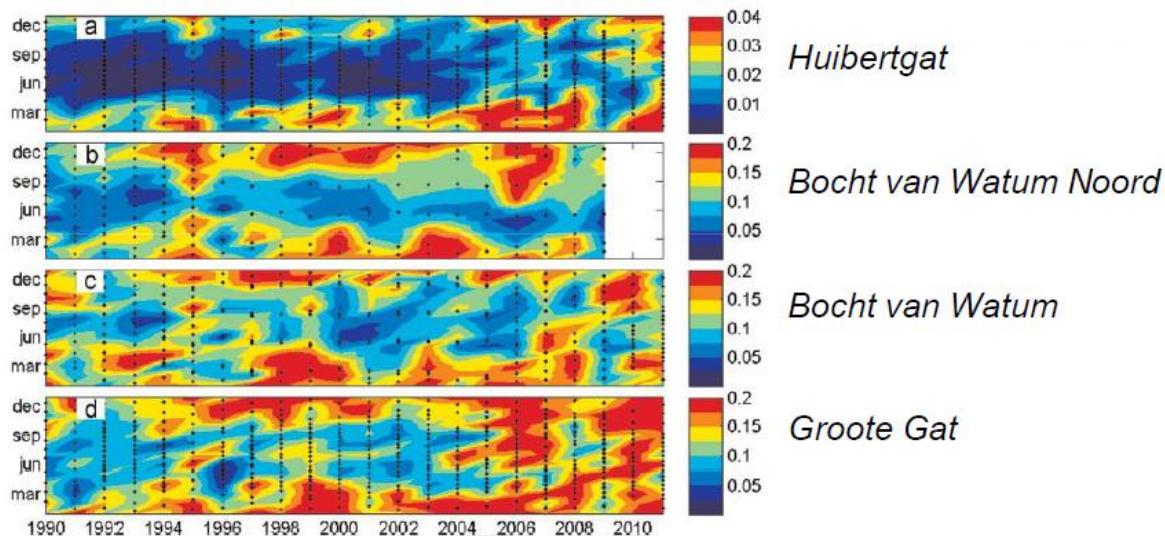
De sedimentconcentratie in het Eems-Dollard Estuarium is in de afgelopen 30 jaar sterk toegenomen (Figuur 2-6, Figuur 2-7, Figuur 2-8 & Figuur 2-9). Naast het eerdergenoemde effect van inpoldering op de slibsedimentatie en slibconcentratie in de waterkolom, heeft ook het verdiepen van de vaargeul in het estuarium en in de Eemsrivier een belangrijke rol gespeeld (Dankers et al., 2019). Bij het baggeren en suppleren wordt slib in beweging gebracht en daardoor komt het telkens opnieuw in de waterkolom terecht, in plaats van dat het vastgelegd wordt in de bodem. Daarnaast leidt de natuurlijke dynamiek van stroming in het estuarium tot import van sediment. Netto importeert de Eemsrivier sediment dat wordt gebaggerd. De hoge concentraties in de Eemsrivier stralen mogelijk uit op de rest van het Eems-Dollard estuarium. Dit heeft ertoe geleid dat platen in de Eems-Dollard slibrijker zijn geworden, zoals bijvoorbeeld de Hond-Paap en de Heringsplaat (Dankers et al., 2019).



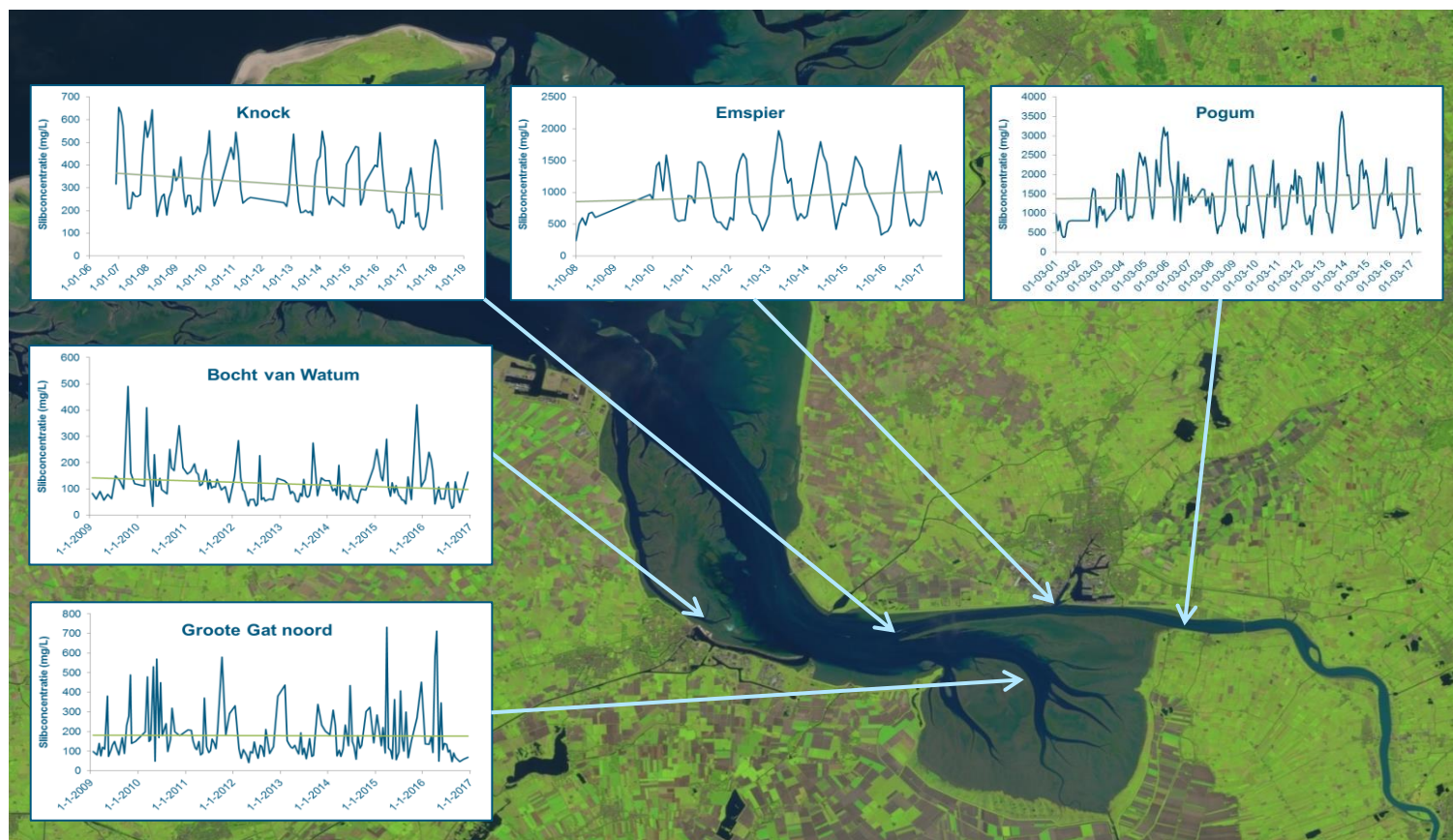
Figuur 2-6: Profiel langs het Eems-Dollard estuarium met jaargemiddeldes van het zwevend-stof gehalte (Schuttelaars et al. 2011). De linkergrens van de x-as in deze grafiek ligt bij Herbrum, een plaats landwaarts aan de Eemsrivier. De rechtergrens van de grafiek ligt bij de zeevaartse rand van het Eems-Dollard estuarium. De lijnen laten de ontwikkeling in de tijd zien en tonen dat de slibconcentratie sterk is toegenomen.



Figuur 2-7: Ontwikkeling van jaargemiddelde slibconcentratie bij het meetstation Groote Gat Noord (uit Esselink et al., 2011).



Figuur 2-8: Toename in slibconcentratie in de waterkolom sinds 1990 (uit Van Maren, 2015). Waarden zijn weergegeven in kg/m³.

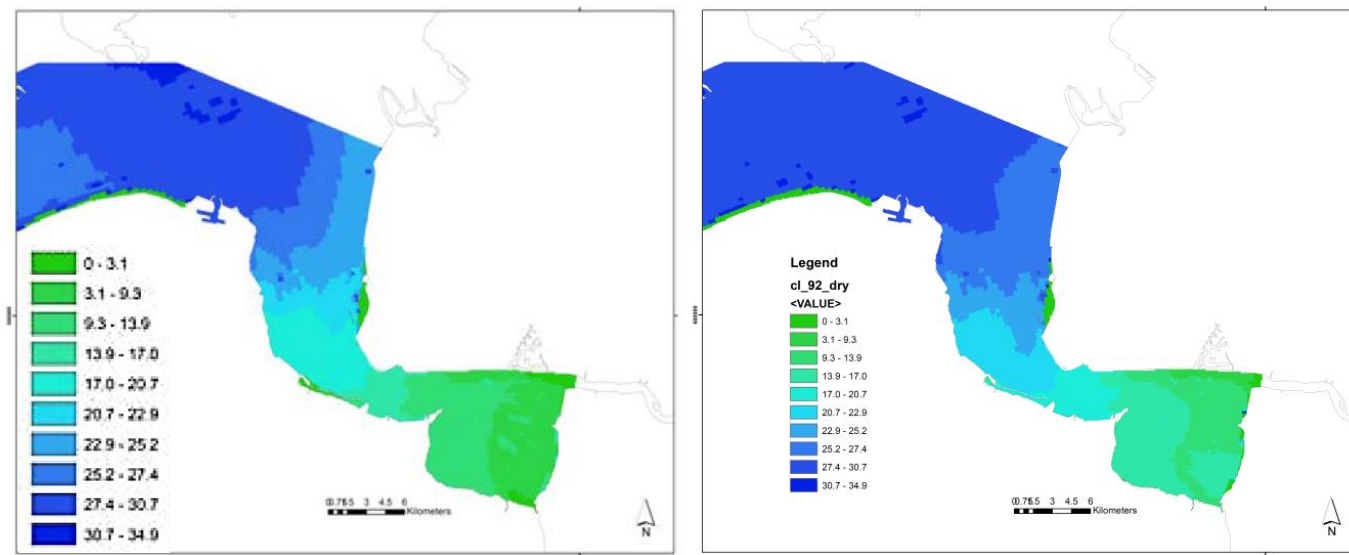


Figuur 2-9: Slibconcentratie (mg/L) vanaf 2009 en de trend op verschillende locaties in de Eems-Dollard (bron: dummy jaarverslag monitoring ED2050). Data op de Nederlandse meetpunten (Bocht van Watum en Groote Gat noord zijn tweewekelijkse puntmetingen en data op de Duitse meetpunten (Knock, Emspier en Pogum) zijn tweewekelijkse gemiddelden, beide van de concentratie zwevend stof (data van waterinfo.rws.nl en Andreas Engels [NLWKN], achtergrond: Sentinel-2).

2.1.5 Saliniteit

Figuur 2-10 geeft de huidige situatie van de saliniteit in het Eems-Dollard Estuarium weer. Hoewel er een wens is om meer zoet-zout verbindingen te creëren in de Eems-Dollard zodat de Zeeprijk en Rivierprijk meer

stroomopwaarts kunnen paaien, is de verwachting dat de pilot 'Buitendijkse Slibsedimentatie' hier niet direct invloed op zal kunnen uitoefenen. Mede daardoor stellen we voor om het effect van de pilot op saliniteit niet mee te nemen als beoordelingscriterium in het beoordelingskader.



Figuur 2-10: Gemiddelde gemiddelde zoutgehalten in het Eems-Dollard estuarium voor een nat (links) en een droog jaar (rechts) (Alkyon/Arcadis, Geovalley project, in Ysebaert et al., 2016). Waarden zijn weergegeven in gram NaCl per liter.

2.1.6 Zeespiegelstijging

Zeespiegelstijging is niet alleen iets van de toekomst, maar vindt nu ook al plaats. De autonome ontwikkeling van het Eems-Dollard estuarium wordt beïnvloed door bodemdaling en zeespiegelstijging. Voor bodemdaling wordt de voorspelling van NAM (2014) aangehouden. Volgens deze voorspelling daalt de bodem aan de oostrand van de Dollard nog maximaal 8 cm tot 2080. Uitgaande van een lineaire daling, komt dit neer op een bodemdaling van 4 cm in 2050. Voor zeespiegelstijging wordt de boven limiet van de voorspelling van het KNMI (2015) aangehouden (W-scenario). Hierbij stijgt de zeespiegel met 0,67 cm/jaar van 1985 tot aan 2050, gevolgd door 1,2 cm/jaar tot aan 2100.

De toekomstige afvoer van de Eemsrivier zal waarschijnlijk gaan veranderen ten gevolge van klimaatverandering. Bij lagere afvoeren wordt er meer slib geïmporteerd (Dankers et al., 2019). De huidige afvoer van de Eemsrivier in de zomer is al heel laag en hogere afvoeren komen altijd maar korte tijd voor. De effecten van veranderingen in rivierafvoer worden daarom niet als belangrijk geacht voor de toekomstige ontwikkeling van de troebelheid (Dankers et al., 2019). Aan de zeewaartse rand zal de getijslag met ca. 50 cm toenemen in de komende 100 jaar als gevolg van een veranderend getijregime op de Noordzee (Idier et al., 2017; Pickering et al., 2017). Als de diepte van de geul wordt bepaald door een harde laag dan zal de diepte van de geul bij zeespiegelstijging dieper worden. Als de diepte een gevolg is van een hydromorfologisch evenwicht dan zal deze bij zeespiegelstijging meegroeien en dus niet dieper worden. Golven en stroming brengen ondiep liggend slib in suspensie als dit niet wordt vastgehouden door vegetatie. De verwachting is dus dat de troebelheid in de Dollard verder zal toenemen.

2.2 Ecologie

Het Eems-Dollard estuarium is één van de twee laatste gebieden in Nederland waar de rivier en de zee op een natuurlijke manier bij elkaar komen. In potentie hebben estuaria zeer hoge natuurwaarden, met een mix van zoetwater-, zoutwater- en brakwatersoorten. In een estuarium wordt de natuur naast de zoet-zoutgradiënt vooral gekarakteriseerd door het grote getijbereik (meer dan 3 meter) en de

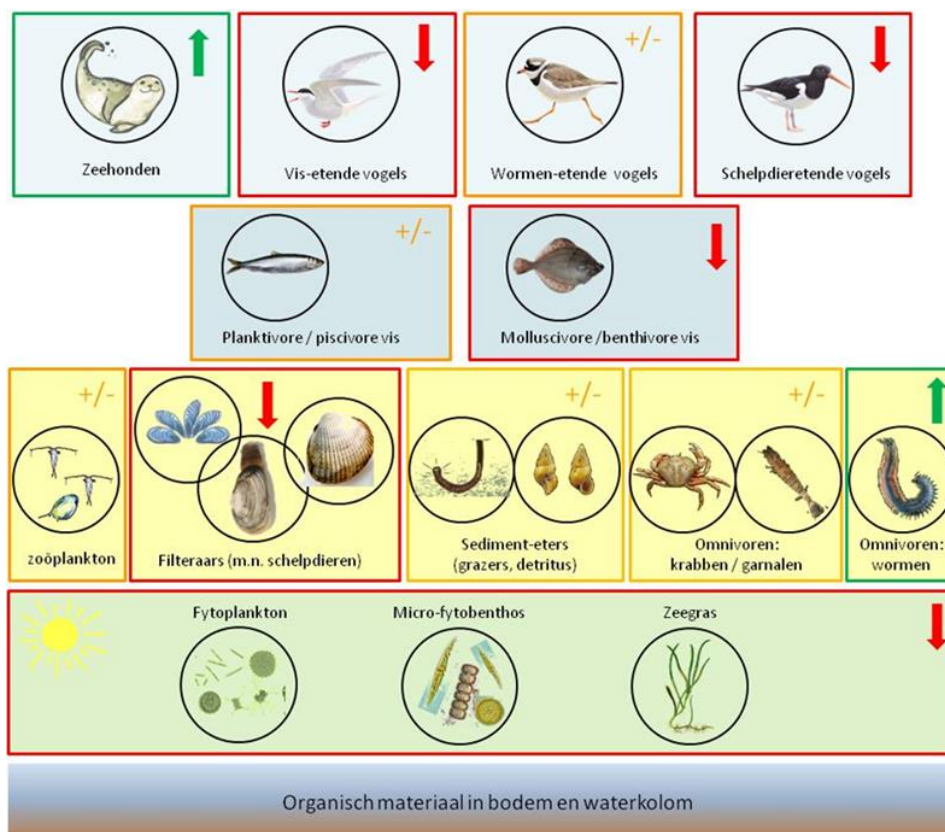
hydrodynamische omstandigheden die zorgen voor een grote verscheidenheid aan leefgebied. In het estuarium komt van nature ook een aantal biobouwers en biogene structuren voor, die de omgeving beïnvloeden en de lokale habitatdiversiteit vergroten, o.a. schelpdierbanken, zeegrasvelden en kwelders. Daarnaast maakt een estuarium deel uit van migratieroutes voor diadrome trekvis. Dit alles in combinatie met een hoge primaire productie die men doorgaans in een estuarium aantreft, zorgt voor een bijzonder natuurgebied met hoge biodiversiteit, biomassa en aanwezigheid van relatief zeldzame soorten.

Voor het estuarium van de Eems-Dollard geldt echter dat de natuur al eeuwen onder druk staat van menselijke ingrepen en activiteiten in het gebied. Hierdoor is het systeem ernstig aangetast. De twee voornaamste ecologische veranderingen zijn:

- 1) De enorme afname in areaal en kwaliteit van de kwelder, met alle gevolgen voor gerelateerde organismen.
- 2) De recente toename in slibconcentratie en afname in lichtdoorlaatbaarheid, waardoor de primaire productie is verlaagd, gevoelige soorten zijn verdwenen en het voedselweb is verarmd.

2.2.1 Ontwikkelingsrichting van het systeem

Van verschillende groepen die in het ecosysteem van de Eems-Dollard een rol spelen is in Figuur 2-11 gevisualiseerd welke de afgelopen tijd zijn toegenomen en welke zijn afgenomen in aantallen of biomassa. Dit geeft een globaal inzicht in de ontwikkelingsrichting van het systeem. De individuele groepen komen hierna aan bod.



Figuur 2-11: Vereenvoudigde visualisatie van de componenten uit het voedselweb van het Eems-Dollard estuarium (rode pijl = afname, oranje +/- = gelijk of onbekend, groene pijl = toename). Figuur afkomstig uit Kennisdocument Ecologie ED20150 (A&W, 2019)

2.2.2 Primaire producenten

Een afname van de lichtdoorlaatbaarheid betekent een afname in fytoplankton, een belangrijke primaire producent. In het Eems-Dollard estuarium is echter nog een voorname primaire producent aanwezig: microfytobenthos. Microfytobenthos groeit op de droogvallende platen en wordt nauwelijks belemmerd door de lichtdoorlaatbaarheid. Er zijn geen actuele gegevens bekend van de primaire producenten. De meest recente data is van 1977 (Figuur 2-12).

Bruto Primaire Productie 1977	Mondings- gebied	Middendeel, ca. Delfzijl- Eemshaven	Dollard	Totaal
Echte fytoplankton	50 %	8 %	0,2 %	Ongeveer 60%
Geresuspendeerd microfytobenthos (tychoplankton)	13 %	2 %	2 %	Ongeveer 15%
Microfytobenthos	17 %	3 %	6 %	Ongeveer 25%
TOTAAL	~ 80 %	~ 13 %	~ 8 %	~100 %

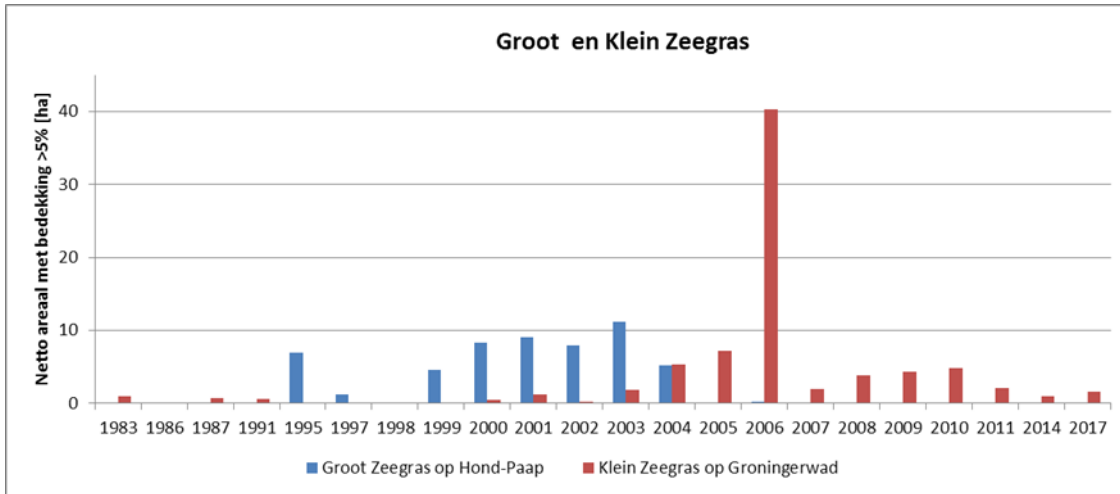
Figuur 2-12: Het relatieve belang van de verschillende groepen algen en gebieden voor de bruto primaire productie in 1977. De verhoudingen variëren van jaar tot jaar. (Bron: de Jonge, 1995)

2.2.3 Bodemdieren

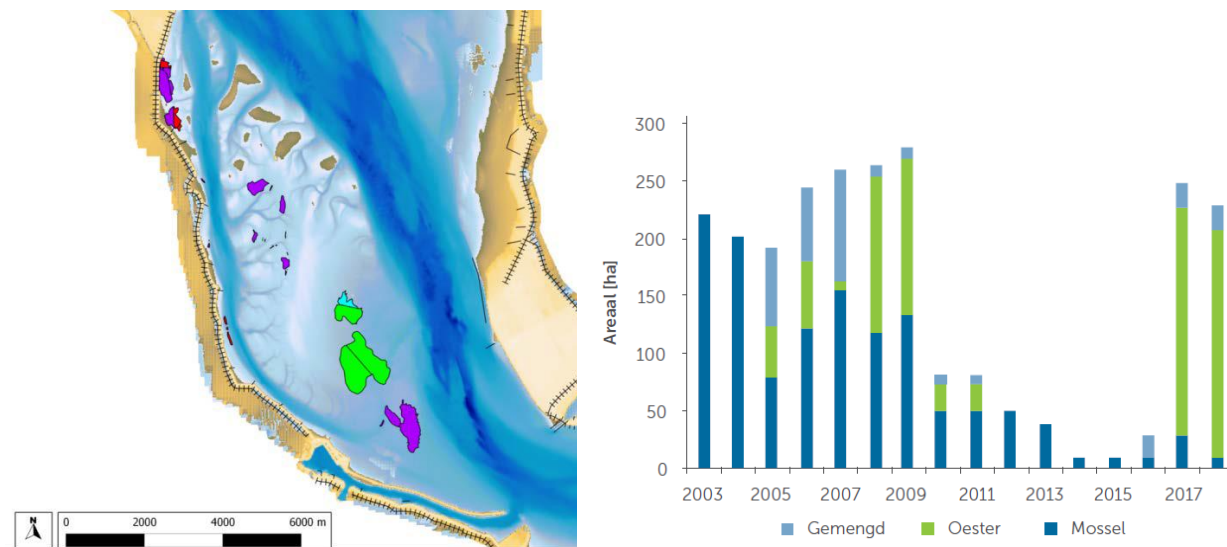
In het gehele Eems-Dollard estuarium nemen filterende bodemdieren en dan met name schelpdieren in aantallen af (Figuur 2-11; A&W, 2019; Compton et al., 2017). Bodemdieren die van het organisch materiaal in de bodem leven zijn relatief toegenomen (Figuur 2-11), maar in absolute aantallen afgenomen. De totale biomassa van bodemdieren is in de negentiger jaren flink afgenomen en vertoont de laatste jaren een licht negatieve trend die voornamelijk wordt veroorzaakt door een afname in schelpdieren (A&W, 2019). Een weergave van de verspreiding van bodemdieren over het gebied is niet voorhanden, maar kan wel uit de SIBES-data worden gehaald. De negatieve trend kan worden verklaard door de toenemende troebelheid en de toename van het slibgehalte van de bodem, zoals waarschijnlijk het geval is op de voormalig zandige Heringsplaat in de Dollard. Het enige monsterpunt in de Eems-Dollard van RWS voor bodemdieren ligt op Heringsplaat.

2.2.4 Zeegrasvelden en schelpdierbanken

In het Eems-Dollard estuarium zijn geen zeegrasvelden aanwezig en nauwelijks schelpdierbanken (Figuur 2-14). Hierdoor is het intergetijdengebied vrij homogeen met weinig habitatdiversiteit. Zeker is dat zowel zeegras als mosselen en oesters negatief worden beïnvloed door de verhoogde concentratie van gesuspendeerd slib. Zeegras komt in het Eems-Dollard estuarium alleen nog lokaal in zeer lage dichtheden voor. De oorzaak is niet met zekerheid te noemen. Klein Zeegras (*Zostera noltii*) komt vrijwel alleen voor op het Groningerwad (Voolhok). Na 2004 nam het areaal en de bedekking van Groot zeegras sterk af. Het is niet duidelijk wat de afname van zeegras bij De Hond-Paap heeft veroorzaakt, troebelheid of bodemdaling. Het blijkt dat de afname van zeegras en mosselbanken op De Hond-Paap en Voolhok zich na 2008 heeft doorgezet, waarbij beide (zo goed als) verdwenen zijn. Mogelijk is de aangroei en verlaging van het plaatsysteem Hond-Paap rond het jaar 2002 (i.e. verandering in de hoogteligging van het systeem) het mechanisme achter de toe- en afname van het zeegras (Sas, 2019).



Figuur 2-13: Netto areaal met bedekking > 5%/ (ha) van groot zeegras (blauw) en klein zeegras (rood) op resp. Hond-Paap en Groningerwad.



Figuur 2-14: [links] Schelpdierbanken op Hond-Paap en Voolhok Groen zijn oesters, paars zijn mosselen en blauw is een combinatie van mosselen en oesters. [rechts] Areaal oesters, mosselen en gemengd op Hond-Paap. De mosselen zijn bijna volledig verdwenen. Japanse oesters hebben hun plaats ingenomen (bron: concept jaarrapportage ED2050).

2.2.5 Kwelders

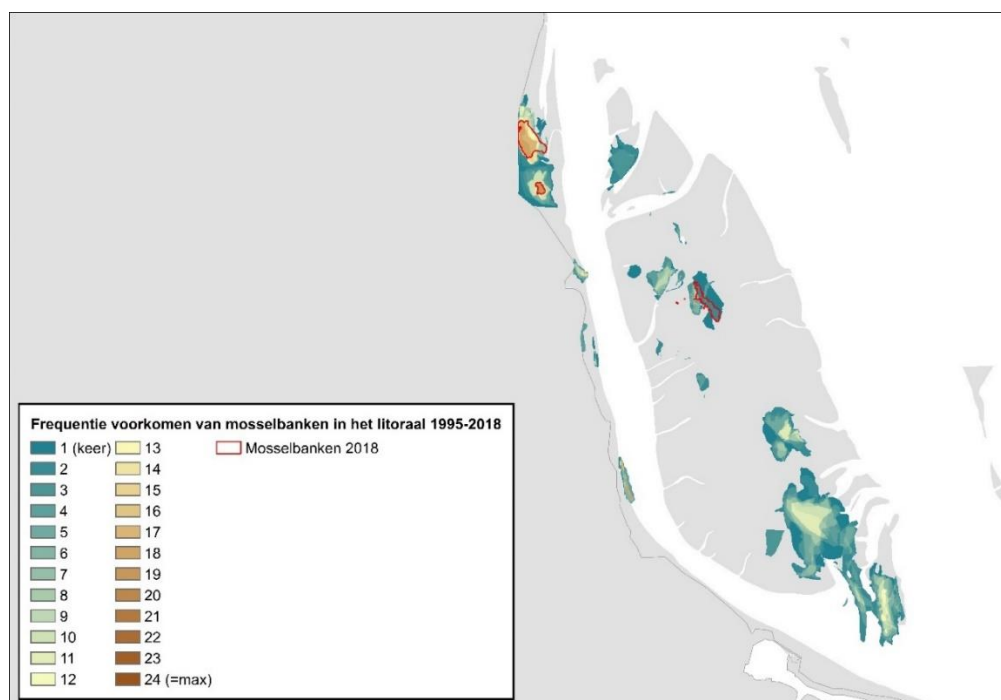
Langs het Eems-Dollard estuarium zijn kwelders alleen aan de zuidelijke en oostelijke rand van de Dollard aanwezig. Een gedetailleerde beschrijving van de Dollard-kwelders wordt gegeven in Hoofdstuk 4.

2.2.6 Vis

Het Eems-Dollard estuarium heeft een kraamkamerfunctie voor bodemvissen en pelagische vissen. Daarnaast is het een doortrekgebied voor trekvis. De kraamkamerfunctie is gebaat bij beschutte, zuurstofrijke condities met voldoende voedsel en schuilplekken voor juveniele vissen. Habitatdiversiteit, biogene structuren en geleidelijke overgangen (van water naar land en van zout naar zoet) spelen hierbij een belangrijke rol. De Dollard heeft beide onvoldoende. Trekvis kunnen in de Dollard via een vispassage de Westerwoldsche Aa bereiken. In de Eemsrivier doen zich soms zuurstofarme condities voor die het gebied onleefbaar maken (A&W, 2019). In het estuarium ontbreekt een aantal kenmerkende

vissoorten en zijn de aantallen sinds de jaren 90 vrij laag. De verwachting is ongunstig voor de soorten die voor hun voedsel afhankelijk zijn van bodemdieren.

Spiering komt algemeen voor langs de Nederlandse kust, maar neemt af sinds 2010. De voortplanting vindt in het vroege voorjaar plaats in de zoetwater zone van het estuarium (Jager et al., 2019). Vooral de jaarlijks optredende perioden van zuurstofloosheid in de Eemsrivier, in combinatie met hoge gehalten zwevende stof, in de periode mei-september, zijn funest en waarschijnlijk oorzaak van afname (Jager et al., 2019). Dit geldt ook voor trekvis in het algemeen. Voor de glasaal geldt dat eind jaren negentig de aantallen sterk afnamen met een dieptepunt tussen 2008 en 2011. Daarna is het beeld erg wisselend met pieken (2013/2014) en dalen (2015) waardoor van een duidelijke trend geen sprake is.



Figuur 2-15: Voorkomen van mosselen in het litoraal in de periode 1995-2018 (RWS-data)

2.2.7 Vogels

Broedvogels

Uit de SOVON-notitie (Koffijberg & van Winden, 2019) volgt dat broedvogels in het Eems-Dollard estuarium wisselende trends laten zien: 6 van de 20 soorten laten sinds 1990 een toename zien, 4 soorten een afname, 5 zijn stabiel en 5 zijn onzeker. Toenemende en afnemende soorten komen dus in gelijke mate voor in het estuarium.

Watervogels

Uit de SOVON-notitie (Koffijberg & van Winden, 2019) volgt dat veel watervogelsoorten afnemen en voor een deel een stabiele populatie vertonen. Afnemende soorten zijn onder andere kolgans, tureluur, grauwe gans, scholekster, wilde eend, smient, rosse grutto en wintertaling. Daarvan nemen smient, wilde eend, scholekster, tureluur in de hele internationale Waddenzee af.

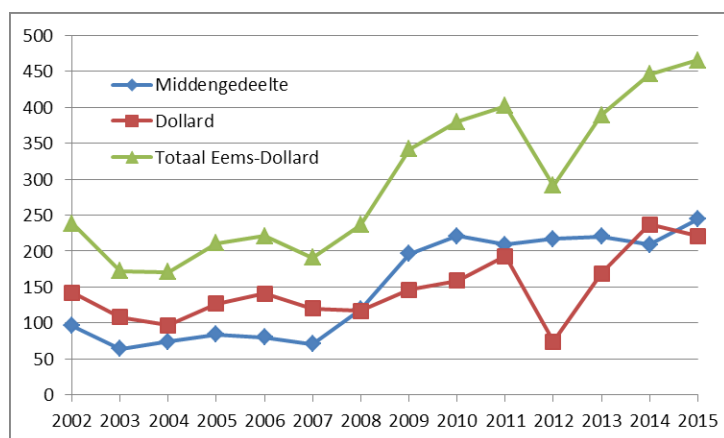
Koffijberg & van Winden (2019) concluderen dat negatieve ontwikkelingen met name voorkomen bij bodemdier (benthos) etende vogels, zowel soorten die specifiek van schelpdieren leven als soorten die specifiek afhankelijk zijn van wormen. Bodemdiereters met een gevarieerd dieet vertonen geen negatieve

ontwikkeling. Visetende vogels zijn in de afgelopen tien jaar gemiddeld afgenomen. Plantenetters laten wisselende trends zien. Een verbetering van het voedselaanbod zal naar alle waarschijnlijkheid een verbetering betekenen voor de vogelstand.

De platen in het Eems-Dollard estuarium vormen een belangrijk foerageergebied voor wadvogels en de kwelders zijn tevens belangrijk als broed- en rustgebied. Broedsucces op de kwelders is matig door predatie door vossen.

2.2.8 Zeehonden

De populatie gewone zeehonden groeit de laatste jaren in de Waddenzee, maar in de Eems-Dollard minder snel dan in de rest van de Waddenzee (Figuur 2-16). De platen vormen geschikt areaal als rustgebied voor zeehonden.



Figuur 2-16: Aantalontwikkeling van gewone zeehond in het Eems-Dollard estuarium (Bron: Baptist e.a., 2016).

3 Knelpunten

De algemene beschrijving van de huidige situatie in Hoofdstuk 2 laat zien met welke aspecten het niet goed gaat in het Eems-Dollard estuarium. Deze knelpunten zouden moeten worden aangepakt om de ecologische kwaliteit van het estuarium te verbeteren.

Hieronder volgt in tabelvorm een samenvatting van de knelpunten. Per knelpunt is aangegeven of op dit punt verbetering mogelijk is door middel van een pilot 'Buitendijkse Slibsedimentatie'. Indien dit het geval is worden deze knelpunten meegenomen in het beoordelingskader (zie ook memo Beoordelingskader [BG6985-RMD-OM-RP-1.3.6.1-0041]) en wordt in Hoofdstuk 2 beschreven wat de specifieke huidige situatie is met betrekking tot dit knelpunt. Deze specifiekere beschrijving is nodig om later in het proces van de MIRT-verkenning de effecten van verschillende oplossingen te kunnen beoordelen door te vergelijken met de kwalitatieve en kwantitatieve beschrijving zoals deze in Hoofdstuk 4 is opgenomen. Tevens zijn de knelpunten in onderstaande tabel gekoppeld aan de zeven doelen van de pilot:

1. Verlagen troebelheid;
2. Versterken voedselweb en productiviteit;
3. Vergroten van de habitatdiversiteit;
4. Natuurlijke kwelderontwikkeling;
5. Bijdragen aan N2000- en KRW-doelen;
6. Meegroeien met de zeespiegelstijging;
7. Kennis en innovatie m.b.t. buitendijkse slibsedimentatie en natuurlijke ontwikkeling estuaria.

Knelpunt	Heeft pilot hier effect op?	Relatie met doelen	Opgenomen onder de volgende aspecten in beschrijving huidige situatie
De primaire productie (fytoplankton en in mindere mate microfytobenthos) wordt belemmerd door verminderde lichtomstandigheden door hoge slibconcentraties (en in het mondingsgebied mogelijk ook door een nutriënten tekort). Dit heeft negatieve gevolgen hogerop in het voedselweb .	Ja, door slibsedimentatie kan de troebelheid in het water verminderd worden.	1 & 2	§4.2.1 Slibconcentratie in waterkolom §4.2.2 Slibgehalte op platen §4.3 Bodemhoogteverandering §4.8.1 Primaire producenten
De soortendiversiteit in kwelder-vegetatie neemt af. Er is een afname in areaal pionierzone en toename in climaxvegetatie. Het areaal pionierzone staat onder druk door erosie en beperkte mogelijkheden voor uitbreiding. In de toekomst zal het areaal pionierzone verder onder druk komen te staan door zeespiegelstijging wat een negatief effect heeft op de soortendiversiteit.	Ja, door het creëren van luwte kan het areaal pionierzone vergroot worden en met bijv. ontgravingen kan kwelderverjonging worden gestimuleerd.	3, 4 & 6	§4.1 Hydrodynamiek §4.5 Arealen (geulen, platen en kwelders) §4.6 Habitatdiversiteit §4.7 Kwelderkwaliteit §4.8.1 Primaire producenten (kweldervergetatie) §4.9 Zeespiegelstijging
Zeegras komt nog maar nauwelijks voor in de Eems-Dollard. De verwachting is dat de hoeveelheid zeegras verder afneemt door het deels niet meegroeien van platen, toename troebelheid en pieken in zomertemperatuur.	Nee, het is onduidelijk waarom zeegras niet goed groeit in de Waddenzee. Ook bij voldoende geschikt areaal blijft onzeker of zeegras zich ontwikkelt.	n.v.t.	
In het voedselweb heeft een verschuiving plaatsgevonden van een door schelpdieren naar een door wormen gedomineerd systeem. Dit heeft gevolgen hogerop in het voedselweb o.a. op het voorkomen van verschillende soorten vogels . Er is een afname van filteraars (m.n. schelpdieren). In het middengebied is er een sterke afname van de strandgaper en kokkel en in de Dollard van de strandgaper. Verder is er een sterke afname van mosselen bij de Hond-Paap. In de toekomst zal de biomassa benthos naar verwachting verder afnemen (met name in het middendeel en de	Ja, door het verminderen van de troebelheid van het water, het verbeteren van de kwaliteit van de platen voor benthos (met name filteraars).	1, 2, 3 & 5	§4.2.1 Slibconcentratie in waterkolom §4.2.2 Slibgehalte op platen §4.6 Habitatdiversiteit §4.8.1 Primaire producenten §4.8.2 Consumenten 1e orde §4.8.3 Consumenten 2e orde §4.8.4 Consumenten 3e orde

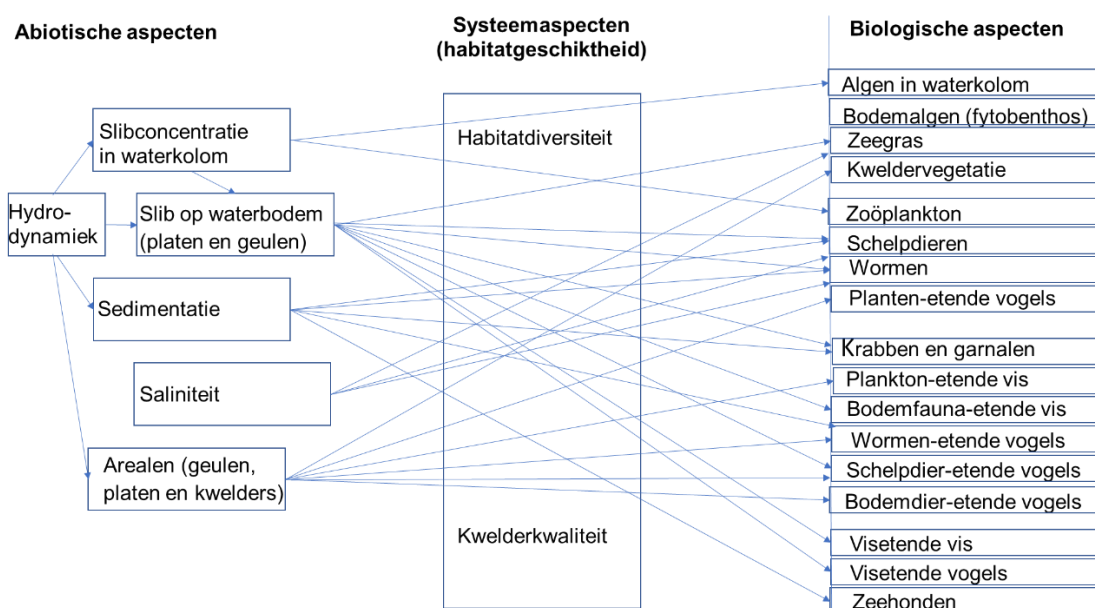
Dollard). Het gaat daarbij o.a. om de biomassa Strandgapers, mosselen en Japanse oesters die allen gevoelig zijn voor troebel water. Bij vogels neemt het aantal bodemdiereters (benthos) die specifiek van schelpdieren leven (bijv. duikeenden, Scholekster) af. Mogelijk hangt dit samen met de afname van de benthos. Dit proces zal in de toekomst sterker zijn.			
Het gaat slecht met de visstand . Aantallen van onder andere trekvis, jonge platvissen zijn in de afgelopen jaren afgenomen.	Ja door het verminderen van de troebelheid van het watersysteem kan de waterkwaliteit verbeteren, wat nodig is voor de vissen. Tevens kan de pilot mogelijk bijdragen aan het creëren van paaibiotop en kraamkamer/opgroei gebied voor vis	1, 2 & 5	§4.2.1 Slibconcentratie in waterkolom §4.6 Habitatdiversiteit §4.8.3 Consumenten 2e orde §4.8.4 Consumenten 3e orde
Doordat het slecht gaat met de visstand gaat het ook slecht met de visetende vogels .	Ja indirect door de visstand te verbeteren en evt. door het toevoegen van foerageergebied visetende vogels.	1, 2 & 5	§4.2.1 Slibconcentratie in waterkolom §4.6 Habitatdiversiteit §4.8.3 Consumenten 2e orde §4.8.4 Consumenten 3e orde
Het Eems-Dollard estuarium fungeert als kraamkamer/opgroei gebied voor bodemvissen, zoals Schol en Bot, en van pelagische vissen, zoals Haring. Met name de Schol staat onder druk i.v.m. warme watertemperaturen en een tekort aan voedsel in de zomer.	Ja, de prielen in kwelders zijn belangrijk als kraamkamer voor verschillende vissoorten. Door creëren natuurlijke kwelders.	2 & 5	§4.5 Arealen (geulen, platen en kwelders) §4.6 Habitatdiversiteit §4.7 Kwelderkwaliteit §4.8.3 Consumenten 2e orde §4.8.4 Consumenten 3e orde
Broedvogels laten wisselende trends zien in de Eems-Dollard estuarium. Onder andere voor de Kluut, Grutto, Tureluur en Zilvermeeuw zijn negatieve trends te zien. Het vermoeden is dat te maken heeft met een tekort aan predatorvrij broedgebied en minder met een tekort aan voedsel.	Mogelijk, door creëren predatorvrij broedgebied.	2, 3 & 5	§4.5 Arealen (geulen, platen en kwelders) §4.6 Habitatdiversiteit
Als het areaal droogvallend wad afneemt heeft dat naar verwachting een afname van op het wad foeragerende vogels.	Ja, door meegroei van platen en te stimuleren	3, 4 & 6	§4.3 Bodemhoogteverandering §4.5 Arealen (geulen, platen en kwelders) §4.6 Habitatdiversiteit §4.7 Kwelderkwaliteit §4.9 Zeespiegelstijging
Als door zeespiegelstijging het kwelderareaal afneemt heeft dat naar verwachting een afname van op de kwelders broedende vogels tot gevolg.	Ja, door uitbreiding van kwelders te stimuleren	3, 4 & 6	§4.3 Bodemhoogteverandering §4.5 Arealen (geulen, platen en kwelders) §4.6 Habitatdiversiteit §4.7 Kwelderkwaliteit §4.9 Zeespiegelstijging
Warme winters en grote pieken in temperatuur in de zomer (m.n. in Dollard door ondiep water) is nadelig voor bepaalde schelpdieren.	Nee, de pilot heeft geen invloed op temperatuur	n.v.t.	
Bij vogels die specifiek afhankelijk zijn van wormen zijn gemiddeld negatieve trends zichtbaar. Het aantal Rosse Grutto's neemt af. Mogelijk hangt de afname samen met het afnemen van bepaalde wormensoorten.	Nee, want het is onduidelijk wat precies de oorzaak is. Waarschijnlijk is dit gerelateerd aan de afname van voedselproductie.	n.v.t.	
Het water heeft een matige kwaliteit volgens KRW-beoordeling door hoge nutriëntengehaltes (wel verbeterd in afgelopen decennia).	Mogelijk, door het laten groeien van vegetatie op kwelders kunnen nutriënten opgeslagen worden.	n.v.t.	
Als gevolg van toekomstige zeespiegelstijging neemt mogelijk het areaal litoraal af (m.n. zandige platen in het middendeel en in enige mate de slibrijke platen in de Dollard), waardoor minder	Ja, de pilot kan bijdragen aan toename litoraal gebied in de Dollard door vergroten sedimentatie	6 & 7	§4.3 Bodemhoogteverandering §4.5 Arealen (geulen, platen en kwelders) §4.9 Zeespiegelstijging

ruimte is voor soorten die van dit areaal afhankelijk zijn.			
In de toekomst zouden ligplaatsen van zeehonden in de knel kunnen komen wanneer litorale zandplaten niet voldoende meegroeien o.i.v. zeespiegelstijging.	Nee, pilot oefent niet direct invloed uit op ligplaatsen, maar wel meegenomen in plaatareaal en zeespiegelstijging	n.v.t.	
Het is nog onbekend bij welke snelheid van zeespiegelstijging de platen en kwelders nog mee kunnen groeien.	Ja, de pilot kan kennisvragen rondom zeespiegelstijging en buitendijkse slibsedimentatie beantwoorden	6 & 7	§4.3 Bodemhoogteverandering §4.5 Arealen (geulen, platen en kwelders) §4.9 Zeespiegelstijging

4 Huidige situatie Dollard

In dit hoofdstuk zijn de aspecten beschreven die een rol spelen bij de uiteindelijke beoordeling van de effecten van de pilot. Onderscheiden zijn abiotische aspecten, systeemaspecten en biologische aspecten. Deze aspecten hebben een relatie met de doelen van het project, omdat bepaald moet worden in welke mate de pilot (na opschaling) de doelen van het project realiseert. In Hoofdstuk 3 is in tabelvorm aangegeven hoe de knelpunten, beoogde doelen van de pilot en aspecten in de specifieke beschrijving van de huidige situatie met elkaar samenhangen. De onderstaande aspecten, thematisch gecategoriseerd, vormen het uitgangspunt om de effecten van de pilot buitendijkse slibsedimentatie te beoordelen en te monitoren. Dit document vormt daarmee een belangrijke stap naar het beoordelingskader voor buitendijkse slibsedimentatie (zie ook het memo Beoordelingskader [BG6985-RMD-OM-RP-1.3.6.1-0041]).

Thema's	Aspecten Natuur
Abiotiek	§ 4.1 Hydrodynamiek
	§4.2.1 Slibconcentratie in waterkolom
	§4.2.2 Slibgehalte op platen
	§ 4.3 Bodemhoogteverandering
	§ 4.4 Arealen (geulen, platen en kwelders)
Systeem	§ 4.5 Habitatdiversiteit
	§ 4.6 Kwelderkwaliteit
Biologie	§ 4.7.1 Primaire producenten (fytoplankton, fyto benthos, zee gras, kweldervegetatie)
	§ 4.7.2 Consumenten 1e orde (zoöplankton, wormen, schelpdieren, planten-etende vogels)
	§ 4.7.3 Consumenten 2e orde (plankton-etende vis, bodemfauna-etende vis, krabben en garnalen, wormen-etende vogels, schelpdier-etende vogels, overige bodemdier-etende vogels)
	§ 4.7.4 Consumenten 3e orde (zeehonden, visetende vis, visetende vogels)
Tijd	§ 4.8 Zeespiegelstijging



Figuur 4-1: De onderlinge samenhang van de aspecten in de situatiebeschrijving. De pijlen geven aan welke abiotische aspecten invloed hebben op de verschillende biologische aspecten.

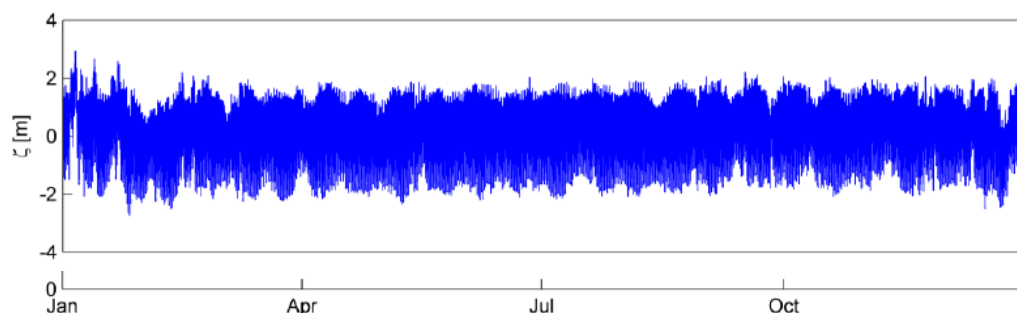
De Dollard

Deelgebied de Dollard ligt relatief hoog in het estuarium. Dit betekent dat het relatief brak/zoet water heeft in verhouding tot de rest van het estuarium. Er is weinig morfologische dynamiek in het gebied omdat de Geise-leitdamm in het noorden voor een belangrijk deel voorkomt dat de Eems-rivier zich door het gebied kan bewegen. Effectief is het gebied daardoor een doodlopende tak geworden van het estuarium dat voornamelijk door de getijdewerking en het spuien van het Westerwoldsche Aa beïnvloed wordt. De Dollard heeft een veel groter percentage droogvallend gebied (80%) dan de rest van het estuarium en de droogvallende platen zijn ook relatief hoog (voornamelijk mid-litoraal, tussen de 0 en 1 m boven NAP). Het betreft hoofdzakelijk wadplaten met een hoog slibgehalte. Door de hoge ligging van de Dollard is het gebied ook het meest geschikt voor kwelderontwikkeling.

4.1 Hydrodynamiek

De stroming en het golfklimaat in de Dollard zijn bekend vanuit hydrodynamische modellen (van Maren et al., 2017; van Maren et al., 2019; POV Waddenzeedijken & MVED, Arcadis [medio 2020 gereed]). Voor zover we weten zijn er geen metingen van stroming en golven beschikbaar. Tijdens een expertsessie op 28 augustus 2019 werd deze dataleemte bevestigd. De typische stromingscondities op basis van modelresultaten zijn tijdens piek vloed en piek eb weergegeven in Figuur 2-1. In deze modelresultaten is het effect van gemiddelde golven meegenomen (golfhoogte van 0.2 meter en een periode van 2.5 seconden). De manier waarop golven in het model zijn geïmplementeerd leidt waarschijnlijk tot een overschatting van de golfhoogte in de Dollard (van Maren et al., 2017). Daarnaast wordt het effect van extreme golven niet meegenomen (van Maren et al., 2017), wat van belang zou kunnen zijn voor kwelderafslag in de Dollard. Verder zijn kwelders nog niet opgenomen in deze versie van het model, maar zullen deze wel op korte termijn worden toegevoegd (van Maren et al., 2019).

Waterstanden aan de mond van de Dollard op basis van modelresultaten zijn weergegeven in Figuur 4-2. De getijdeslag is hier ca. 4 meter.



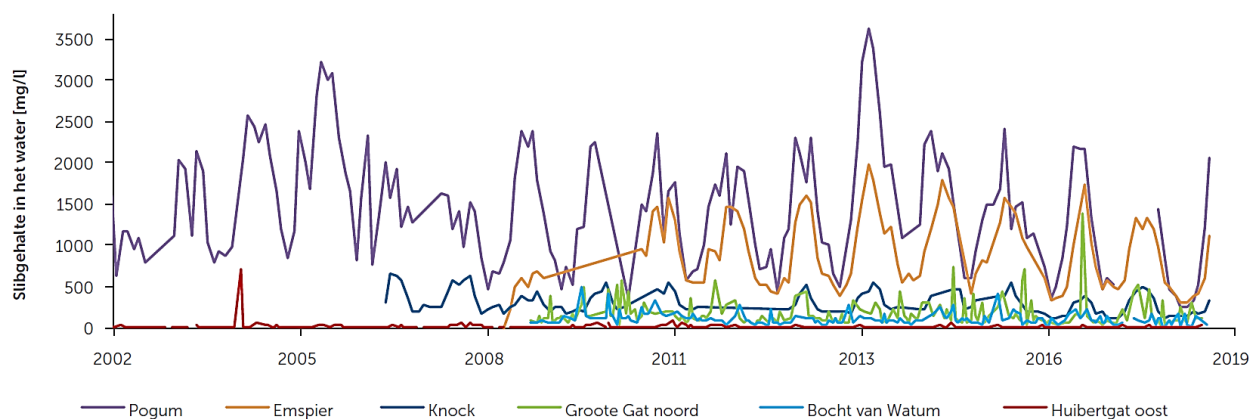
Figuur 4-2: Waterstand aan de mond van de Dollard (uitvoer uit het D3S model van Van Maren et al., 2019) voor het jaar 2012.

4.2 Slibconcentratie en slibgehalte

4.2.1 Slibconcentratie in waterkolom

Hoewel de afgelopen tientallen jaren de slibconcentratie in de Eems-Dollard sterk is toegenomen, lijkt de slibconcentratie sinds 2009 redelijk stabiel (Figuur 4-3). Daardoor kunnen de locaties in Figuur 4-3 met een gemiddelde waarde worden benaderd: Bocht van Watum – ca. 100 mg/L, Knock – ca. 300 mg/L, Groote Gat noord – ca. 200 mg/L, Emspier – ca. 1000 mg/L en Pogum, ca. 1500 mg/L. Dit laat zien dat de slibconcentratie met name in de Eemsrivier in stroomopwaartse richting sterk toeneemt.

In de grafieken van de slibconcentratie zijn effecten van de seizoenen zichtbaar. Deze fluctuaties worden veroorzaakt doordat er in de winter meer neerslag is en minder water afgetapt wordt. In deze periode is de zoetwater afvoer dus groter, waardoor de piek in slibconcentratie zeewaarts verschuift.

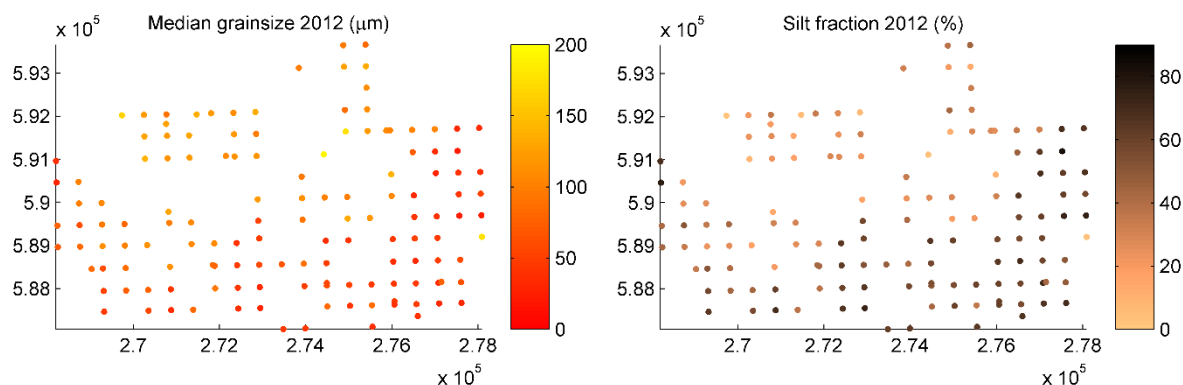


Figuur 4-3: Slibconcentraties in het water (mg/L) vanaf 2002 (bron: concept jaarrapportage ED2050). In het buitengebied zijn de slibconcentraties normaal (Huibertgat oost), maar in het middengebied (Bocht van Watum) en de Dollard (Grootte Gat noord) zijn de slibconcentraties zeer hoog en bij de monding van de Eems (Knock, Emspier, Pogum) extreem hoog.

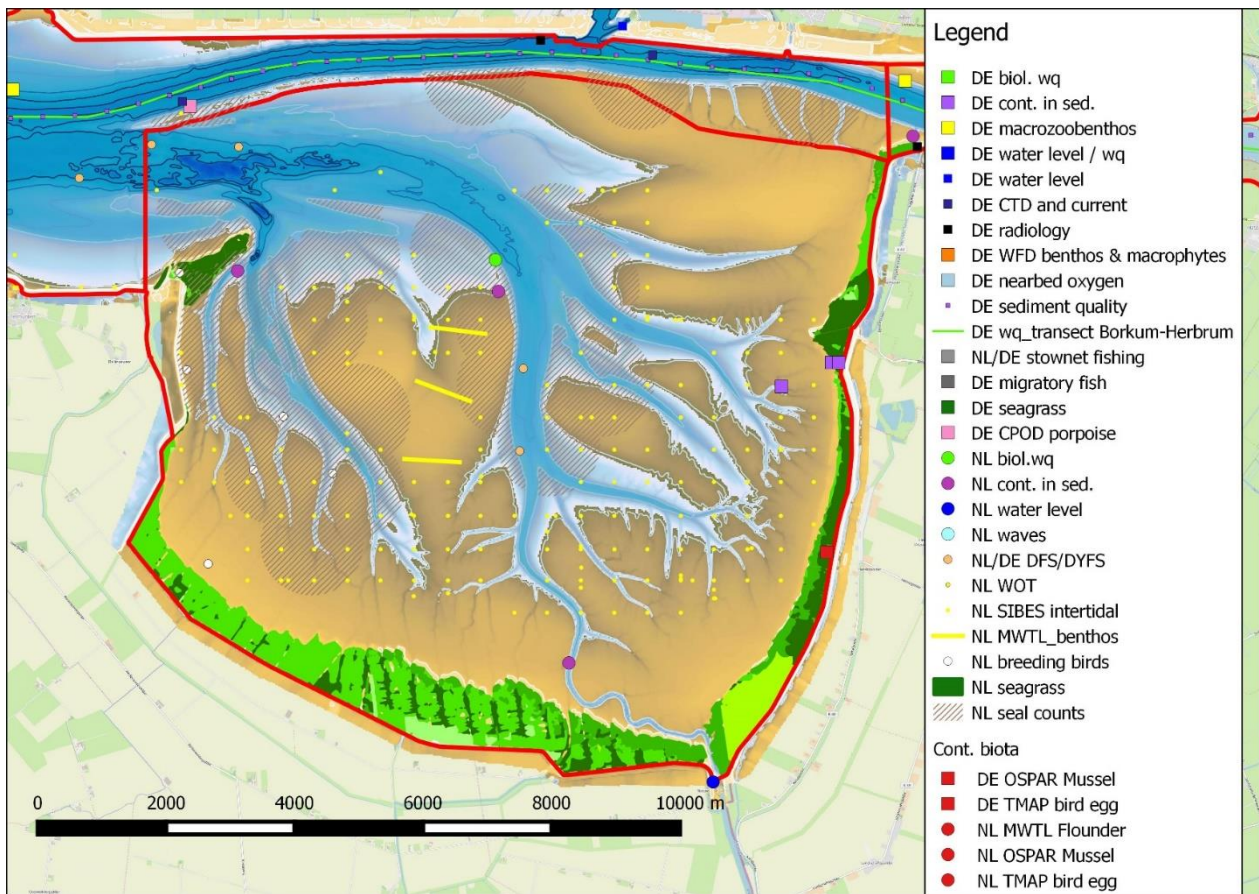
4.2.2 Slibgehalte op platen

Op basis van jaarlijks verzamelde SIBES-data kan de mediaan van de korrelgrootteverdeling en het percentage slib (volumefractie) in de bovenste 10 cm van de bodem beschreven worden (Figuur 4-4). Deze data laten zien dat het sediment in de richting van de dijk fijner wordt en dat het slibgehalte sterk toeneemt. Aan de zuidelijke rand van de Dollard liggen slibgehalten rond de 80-90% volumefractie met zeer fijne gemiddelde korrelgrootte (Figuur 4-4). Op Heringsplaat (Figuur 1-2) ligt het gemiddelde slibpercentage tussen de 30-60% met mediaan korrelgroottes die iets groter zijn dan langs de rand van de Dollard (Figuur 4-4). SIBES-data van de jaren 2009, 2010, 2011 en 2012 laten zien dat de variatie in de tijd over de periode 2009-2012 beperkt is. Daarom wordt hieronder alleen het beeld voor 2012 getoond.

Uit de ligging van de SIBES-metpunten (Figuur 4-5) blijkt dat er een zone van 500-1000m direct voor de zuidelijke kwelders ligt waarbinnen op dit moment geen bemonstering plaatsvindt.



Figuur 4-4: SIBES-data met betrekking tot sedimentamenstelling in de Dollard voor 2012. (Links) mediaan van de korrelgrootteverdeling. (Rechts) percentage slib (volumefractie) in de bovenste 10 cm van de bodem. De ligging van de SIBES-metpunten is weergegeven op de kaart in Figuur 4-5.

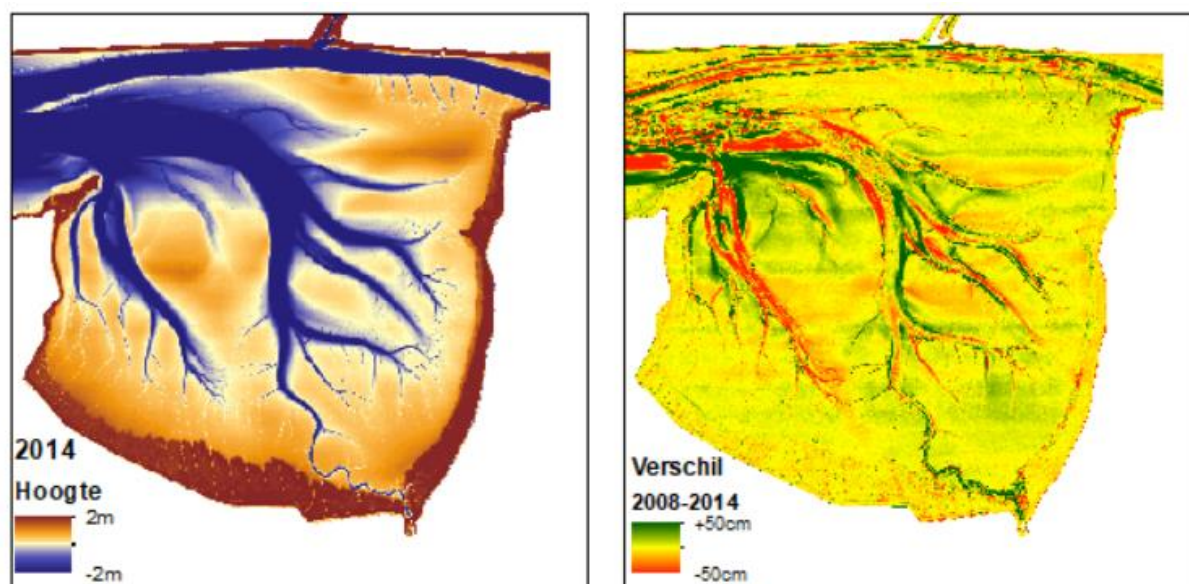


Figuur 4-5: Overzichtskaart met de monitoringsprogramma's in de Dollard (uit: Baptist, 2019 [in voorbereiding]). De gele stippen tonen de locaties van de SIBES-data, zoals weergegeven in Figuur 4-4.

4.3 Bodemhoogteverandering

In de Dollard verandert de bodemhoogte van nature door erosie en sedimentatie van slib. De hoeveelheid erosie of slibsedimentatie is afhankelijk van de precieze locatie en de lokale condities. De bodemhoogte fluctueert in het bereik van -30 tot +30 cm per jaar (Figuur 4-6). Op basis van de data van 2008-2014 hebben we berekend dat de gemiddelde bodemhoogte toename in de Dollard 1 cm is in 6 jaar, met een standaardafwijking van ca. 30 cm. In de zone direct voor de huidige kwelders ligt de gemiddelde toename in bodemhoogte hoger: hier is de toename gemiddeld 2 cm is in 6 jaar, met een standaardafwijking van ca. 15 cm.

Recent is een predatorvrij Kluteneiland aangelegd door een ringvormige gracht te graven in de kwelder. Het Kluteneiland ligt aan de zuidrand van de Dollard. Eerste metingen in de plas wijzen op een sedimentatiesnelheid van ca. 25 cm per jaar (Esselink, 2019). De verwachting is dat daar binnen een jaar alweer eerste vegetatie zal groeien. De meest recente ontwikkeling van gemeten bodemhoogtes in de Dollard (periode 2008-2014 in Figuur 4-6) tonen een lagere autonome sedimentatiesnelheid (0-1 cm per jaar afhankelijk van locatie). Hoewel sedimentatiesnelheden in de rest van de Dollard veel lager zijn, wordt verwacht dat met behulp van rijshoutendammen een sedimentatiesnelheid van ca. 5-25 cm per jaar behaald kan worden (Esselink, 2019).



Figuur 4-6: [links] Bodemhoogte Dollard in 2014; [rechts] verschilkaart over de periode 2008-2014.

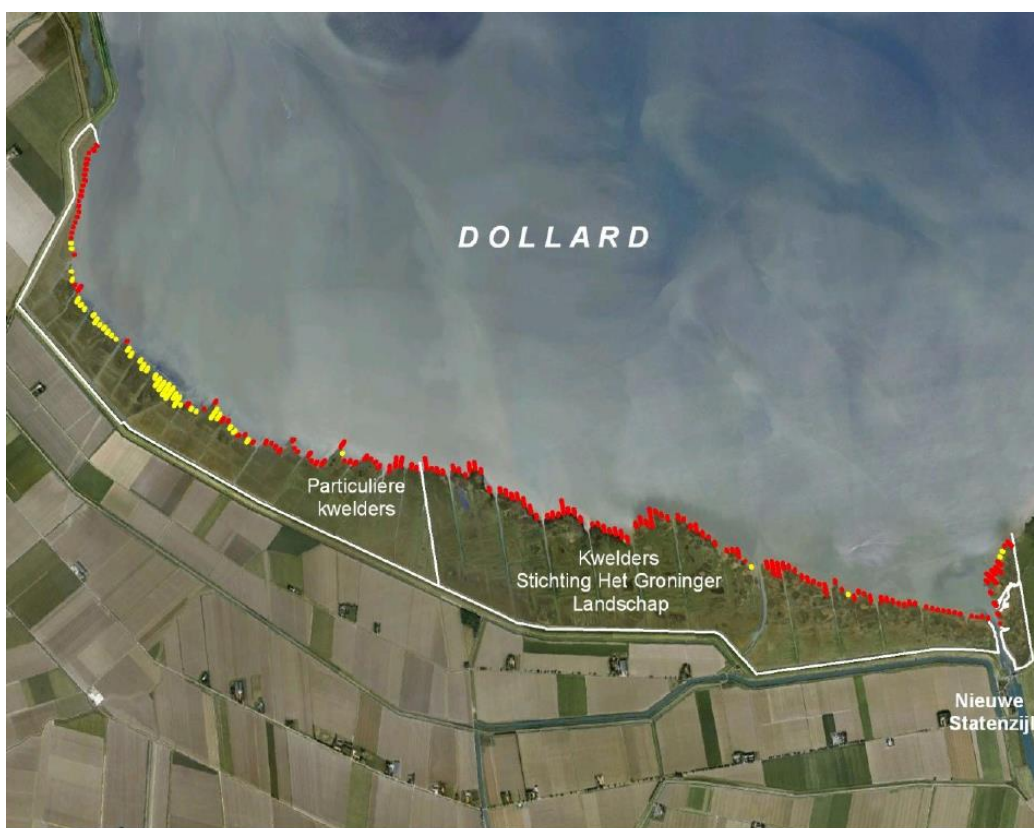
4.4 Arealen (geulen, platen en kwelders)

Actuele arealen van geulen, platen en kwelders in de Dollard zijn weergegeven in Tabel 4-1, onderverdeeld in ecotopen. In het jaar 2012 was het totaaloppervlak aan geul areaal ca. 1530 ha, het oppervlak plaatareaal 7284 ha en het oppervlak kwelderareaal 1368 ha (Tabel 4-1). Arealen zijn verder onderverdeeld in subklassen in Tabel 4-1 door hoogteligging te combineren met saliniteit en de mate van stromingsdynamiek. Een groot gedeelte van de kwelders in de Dollard vertoont netto (lateraal) eroderend gedrag over de periode 1981 tot 2009 (Figuur 4-7). Uitsluitend in de zuidwestelijke hoek van de Dollard is er sprake van netto aangroei. Uit de concept jaarrapportage ED2050 blijkt dat het enorme plaatoppervlak (80%) in de Dollard sinds 1995 gelijk is gebleven. Tevens is het areaal kwelders in de afgelopen twintig jaar niet verder afgenomen, maar ook niet substantieel gegroeid (concept jaarrapportage ED2050). Luchtfoto's van de afgelopen 5 jaar (Google Earth) ondersteunen dat het kwelderareaal en de locatie van de kwelderrand stabiel is gebleven.

Tabel 4-1: Oppervlakte (ha) van de gedefinieerde ecotopen in het Eems-Dollard estuarium (o.b.v. Ysebaert et al., 2016). Deze ecotopen geven de situatie weer rond het jaar 2012 voor het specifieke subgebied van de Dollard. Geul-ecotopen zijn weergegeven met een blauwe arcering, plaat-ecotopen met geel en kwelder-ecotopen met groen.

	Ecotopen	Oppervlakte (ha)
Geul areaal	Diep, sublitoraal, brak, hoog dynamisch	185
	Ondiep, sublitoraal, brak, hoog dynamisch	949
	Ondiep sublitoraal, brak, laag dynamisch	396
Plaat areaal	Laag litoraal, brak, hoog dynamisch	182
	Mid litoraal, brak, hoog dynamisch	98
	Hoog litoraal, brak, hoog dynamisch	2
	Laag litoraal, brak, laag dynamisch	728
	Mid litoraal, brak, laag dynamisch	5964
	Hoog litoraal, brak, laag dynamisch	310
Kwe lder area	Supralitoraal, brak, laag dynamisch	244
	Pionierzone (zout)	51

Lage kwelder (zout)	440
Middelhoge/Hoge kwelder (zout)	290
Middelhoge kwelder (brak)	16
Rietland (brak)	166
Duinvallei(-achtig)	1
Grasland (zoet)	93
Hard substraat, supralitoraal (brak)	7
Kweldergeul (brak)	60



Hotspots van afslag en aangroei

- kwelderafslag
- kwelderaangroei



Figuur 4-7: Kwelderaangroei (geel) en kwelderafslag (rood) in de periode 1981 tot 2009 (uit Esselink et al., 2011). Luchtfoto's van de afgelopen 5 jaar (Google Earth) laten zien dat het kwelderareaal en de locatie van de kwelderrand in de afgelopen jaren stabiel is gebleven.

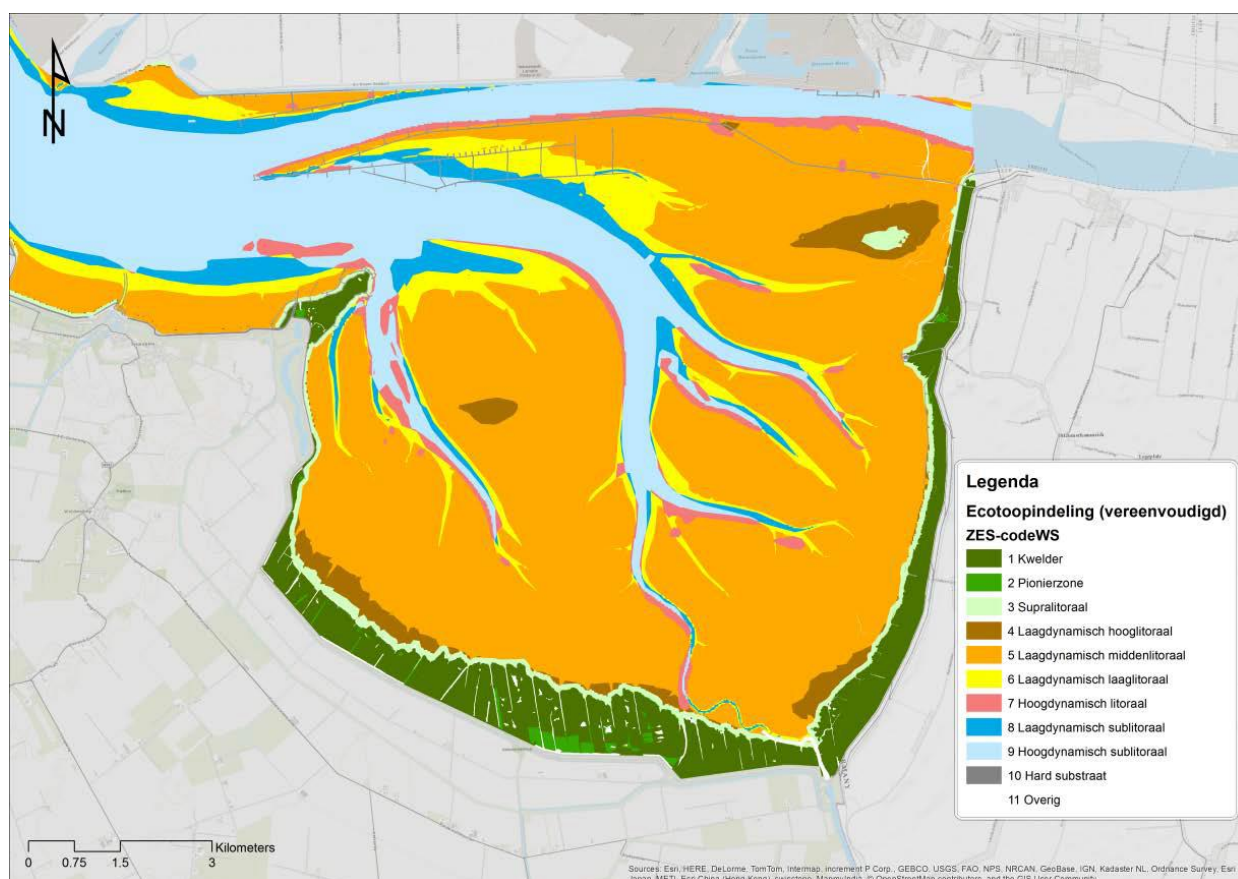
4.5 Habitatdiversiteit

Een habitat omvat alle mogelijke plaatsen waar een bepaald organisme voorkomt. Op deze plekken voldoen zowel biotische als abiotische factoren aan de minimale levensvoorwaarden van betreffend organisme. De geschiktheid is afhankelijk van diverse fysische parameters (o.a. bodemligging, sedimentkarakteristieken, golfblootstelling, stroomsnelheden, bodemverandering, droogvalduur, saliniteit). Deze kunnen met veldmetingen en/of modelstudies worden bepaald. Voor dit aspect zijn 'Habitatdiversiteit' en 'Kwelderkwaliteit' onderscheiden.

In de Eems-Dollard is er onvoldoende geschikt habitat aanwezig voor een compleet en goed functionerend ecosysteem. De habitatdiversiteit kan worden beschouwd als een verbindend criterium tussen abiotische criteria en biologische criteria. Voor verschillende onderdelen van een gezond ecosysteem is bijvoorbeeld nodig:

Voor een diverse bodemfauna	Slibrijke én zandige platen, niet te hoge slibconcentraties in het water
Als kraamkamer voor vis	Niet te hoge temperaturen, beschutting, voldoende voedsel
Voor opgroeiende vis	Bereikbare (zoete) wateren
Voor broedende vogels	Rustige kwelders, voldoende voedsel, afwezigheid van predatoren
Voor wadvogels	Diverse bodemfauna als voedselbron
Voor visetende vis	Voldoende helder water en voldoende prooivis
Voor visetende vogels	Open water, prielen op het wad en voldoende prooivis

Veel diversiteit in abiotische omstandigheden leidt tot veel verschillende 'ecotopen'. In de huidige situatie is er onvoldoende diversiteit, zoals is te zien in Figuur 4-8. Dit blijkt bijvoorbeeld uit de afwezigheid van areaal 'laagdynamisch hooglitoraal' op de overgang van 'supralitoraal' naar 'laagdynamisch middenlitoraal' op verschillende locaties langs de Dollard (Figuur 4-8). In een natuurlijke opeenvolging zijn de verschillende ecotopen opeenvolgend vertegenwoordigd in het landschap.



Figuur 4-8: Ecotopen-indeling Dollard (bron: Ysebaert e.a., 2016)

4.6 Kwelderkwaliteit

Nagenoeg alle vastelandskwelders in de Waddenzee, inclusief de Eems-Dollard, zijn te beschouwen als half-natuurlijk (Esselink et al., 2017, QSR Wadden Sea; van Duin et al. 2019). Ze zijn in het verleden ontstaan door menselijke activiteiten (landaanwinningsswerken), de spontaan gevestigde flora en fauna

worden ook sterk beïnvloed door menselijk medegebruik of beheer (beweiding). Kwelders worden vaak gekenmerkt door een karakteristieke vegetatiezonering langs de hoogtegradiënt. De pionierzone op de overgang met het onbegroeide wad gaat via de lage kwelder over in hoge kwelder. In bijzondere situaties, zoals in de Dollard waar het overstromingswater van de kwelder niet zout maar brak is, kunnen vegetaties van de brakke kwelder, waaronder riet, op de voorgrond treden.

Een kwelder is van nature altijd aan verandering onderhevig: of er vindt aangroei plaats of er is afslag, maar een kwelder is zelden of nooit stabiel. De overgangszone naar het wad is dan ook het meest dynamische deel van de kwelder. In de huidige situatie is het overgrote deel van de Dollardkwelders onderhevig aan erosie, leidend tot de vorming van een afslagrand en een scherpe grens tussen het onbegroeide wad en de kwelder. Deze ontwikkeling kan worden beschouwd als een natuurlijke reactie van het systeem op het stopzetten van het onderhoud aan de landaanwinningswerken in de Dollard in 1953 (Esselink 2000; Esselink et al. 2011). Alleen in de luwgelegen zuidwesthoek van de Dollard is de laatste jaren sprake van enige aangroei van de kwelder.

Om de vegetatieontwikkeling te bevorderen, maar ook om de draagkracht van de kwelder voor beweiding te verhogen, werden de vastelandskwelders van oudsher intensief gedraineerd. Hierdoor werd niet alleen het ontstaan van een natuurlijk krekpatroon voorkomen, maar ook de vorming van oeverwallen en komvormige laagtes. Stichting Het Groninger Landschap is in 1984 gestopt met het onderhoud aan het ontwateringsstelsel om de natuurlijkheid van haar kwelder in de Dollard te verhogen. Op de particuliere kwelders vindt nog wel regelmatig onderhoud aan de ontwatering plaats. Dit verklaart het grote verschil in aanblik in de huidige situatie tussen de particuliere kwelder en die van Het Groninger Landschap (zie Figuur 4-9).



Figuur 4-9: Kwelders in de Dollard: op de achtergrond particuliere kwelders, op de voorgrond kwelders in beheer bij Stichting het Groninger Landschap (bron: Van Duin e.a., 2019).

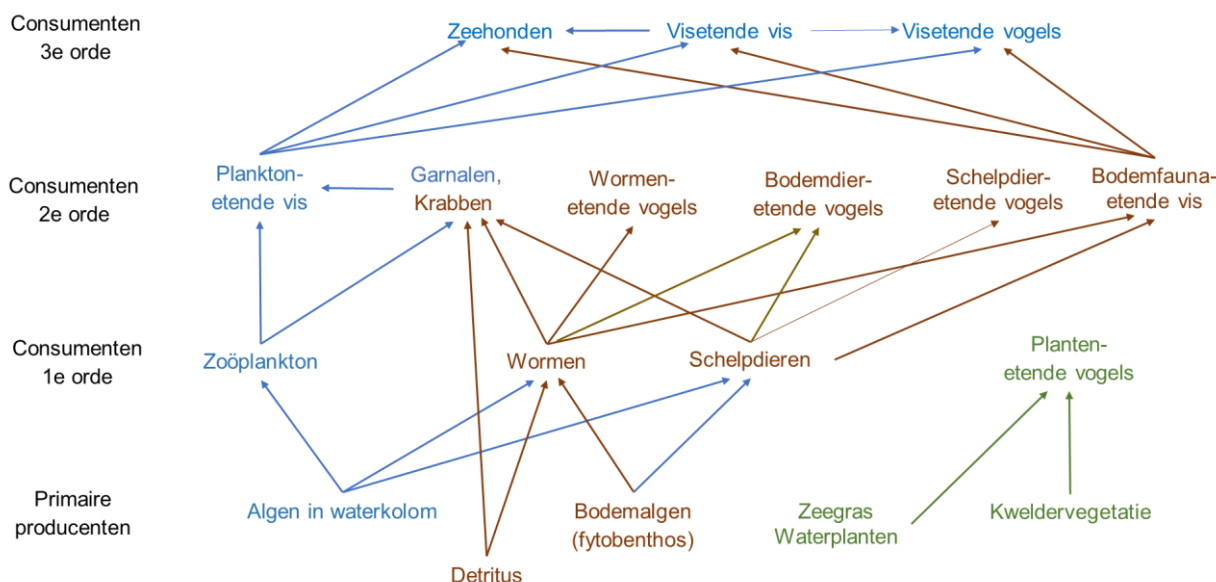
De kwelderkwaliteit wordt ook gereflecteerd in het aantal broedvogels dat gebruik maakt van de kwelders:

Moerasvogels. In 2012 broedden in de Dollardkwelder 360 paren moerasvogels; de helft hiervan waren Kleine karekieten. Daarnaast broedden er ook tientallen Rietgorzen, Blauwborsten en Rietzangers. Bijzondere soorten zijn Bruine kiekendief (2 paar), Baardman (11 paar) en Snor (1 paar). Vrijwel alle moerasvogels broedden in het oostelijke deel van de kwelder.

Weidevogels. In 2012 broedden op de Dollardkwelder 512 paar weidevogels. Daarbij ging het om 374 paar steltlopers en 138 paar zangvogels. De Kluut was met 131 paar de talrijkste weidevogel. Al met al is de Dollardkwelder een zeer goed broedgebied voor weidevogels met een gemiddelde broedichtheid van ca. 0,8-1,0 paar per ha in het kortgrazige deel van de kwelder (Van der Zee e.a., 2019).

4.7 Ecosysteem aan de hand van voedselgroepen en trofische niveaus

Abiotische factoren bepalen of er sprake is van geschikte habitats waarin biologische voedselgroepen aanwezig kunnen zijn. Daarnaast wordt de aanwezigheid van groepen ook bepaald door hun plek in het voedselweb en de beschikbaarheid van voedsel. Aan de hand van hun plek in het voedselweb zijn de voedselgroepen ingedeeld naar trofisch niveau. In het vereenvoudigd voedselweb van de Dollard zijn de voedselrelaties bottom-up weergegeven (Figuur 4-10). De beschikbaarheid van een prooi is van invloed op de aanwezigheid van de predator. Er is vooral ingezoomd op de voedselrelaties in het ‘natte’ deel van de Dollard. De kwelders spelen in het voedselweb met name een rol voor planteneters, maar kwelders zijn ook van groot belang als broedgebied en hoogwatervluchtplaats in een compleet Dollard-ecosysteem.



Figuur 4-10: Vereenvoudigde weergave van het voedselweb.

4.7.1 Primaire producenten

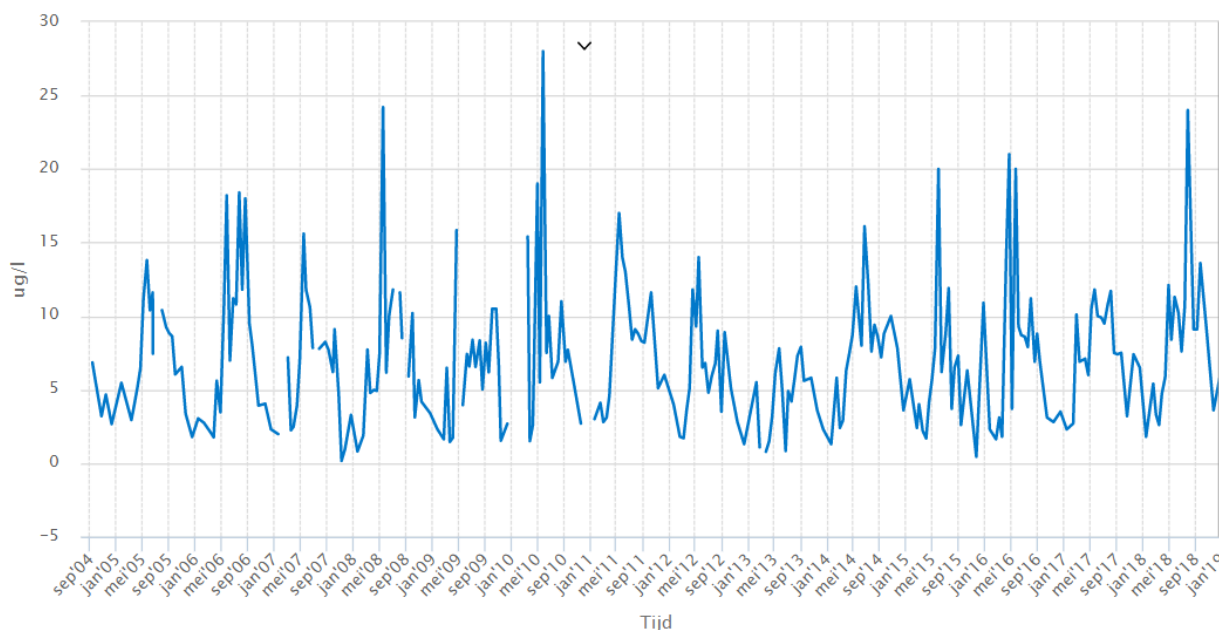
Primaire producenten in de Eems-Dollard zijn fytoplankton, fytobenthos, zeegras en kweldervegetatie.

Fytoplankton

Primaire productie door fytoplankton (algen) vindt vooral plaats in het mondingsgebied. Dat komt door het grote oppervlak in het mondingsgebied dat beschikbaar is voor de groei van algen én de lagere troebelheid

die hier wordt waargenomen. De algengroei in de Dollard en het Middengebied wordt voornamelijk gelimiteerd door de verminderde lichtomstandigheden onder invloed van de slibconcentraties in het water (De Jonge & Essink 1991, Taal *et al.* 2015).

Op het meetpunt Groote Gat, midden in de Dollard, wordt de chlorofyl-a-concentratie maandelijks gemeten. De meetresultaten zijn weergegeven in Figuur 4-11.



Figuur 4-11: Chlorofyl-a-concentraties op meetpunt Groote Gat, Dollard (Bron: waterinfo.rws.nl)

Door De Jonge *et al.* (2014) en De Jonge & Schüchel (2019) is geschat dat de primaire productie van het fytoplankton onder invloed van de troebelheid met ca. 60% is afgenomen ten opzichte van 1950/1960. Vooral de afname in het mondingsgebied was verantwoordelijk voor de totale afname in primaire productie van het gehele estuarium (Bos *et al.* 2012 en referentie daarin). In het middengebied en de Dollard is de afname minder, maar daar was het al laag (Sas, 2019 en referenties daarin). Verwacht wordt dat de jaarlijkse primaire productie significant toeneemt als de lichtomstandigheden verbeteren (vooral in het middendeel en het mondingsgebied), maar mogelijk speelt een afnemende nutriëntenaanvoer ook een rol.

Microfytobenthos

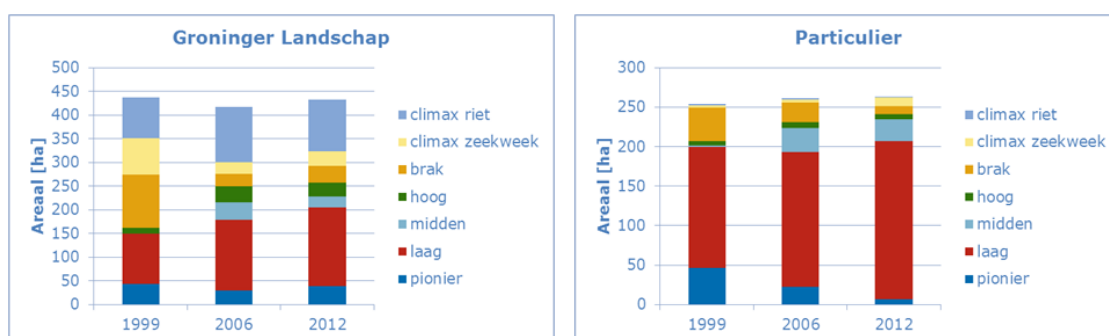
Bodemalgen (microfytobenthos) kunnen alleen groeien als er voldoende licht is. Aangezien deze groep leeft op de bij laagwater droogvallende zand- en slikplaten en daarmee vooral fotosynthetisch actief is tijdens laagwater, ondervindt het microfytobenthos relatief weinig hinder van troebel water. De aanwezigheid van enig slib in het sediment is voor het microfytobenthos meestal zelfs gunstig, omdat slib beter water vasthoudt dan zand, waardoor de algen aan het oppervlak kunnen blijven. De ondiepe overstroombare gebieden zijn hiermee dus voor microfytobenthos een belangrijke productiezone.

De beschikbaarheid van voedingsstoffen in het sediment is zelden een beperkende factor voor het microfytobenthos. Alleen in het mondingsgebied zijn zowel de slibconcentratie als de nutriënten limiterend. Bodemalgen kunnen als tychoplankton gesuspenderd raken door golven. De getijstromen verzorgen het transport daarvan tussen platen en geulen, evenals voor de verdere verdeling van de algen over het estuarium (de Jonge, 1992). Tijdens hoogwater boven de platen kan ook netto depositie plaatsvinden van tychoplankton, net zoals dat gebeurt met slib.

Recente metingen van de primaire productie door microfytobenthos zijn niet beschikbaar. Voor het jaar 1977 is de bruto primaire productie in de Eems-Dollard berekend (De Jonge, 1995). Daaruit bleek dat microfytobenthos inclusief tychoplankton in het hele estuarium verantwoordelijk is voor 43% van de primaire productie (zie Figuur 2-12). Gezien de toegenomen troebelheid in het estuarium is de primaire productie waarschijnlijk afgenomen, maar metingen hiervan zijn niet beschikbaar.

Kweldervegetatie

Bij de verschillende kwelder-ecotopen (zie Hoofdstuk 4.4) horen verschillende vegetatietypen. In de pionierzone treffen we wieren, zeekraal en Engels slijkgras aan, die door de invang van slibdeeltjes een belangrijke rol spelen in de vorming van kwelders. Op de lage kwelder kunnen veel verschillende soorten groeien, maar op beweede kwelders is (ook voor rotgans en brandgans interessant) gewoon kweldergras dominant. Op de middelhoge kwelder groeit o.m. zilte rus (bij beweiding) en o.m. Engels gras en uiteindelijk zeekweek (zonder beweiding). Hoge kwelders kunnen zeer soortenrijk zijn. In de climaxzone ten slotte is zeekweek (in zilte omstandigheden) dominant. In de brakke kwelders van de Dollard zijn vaak rietvelden dominant aanwezig. Het onderscheid tussen (door particulieren) intensief beweede kwelders en (door Groninger Landschap) en natuurlijker beheerde kwelders is goed zichtbaar in Figuur 4-9 & Figuur 4-12.



Figuur 4-12: Vergelijking van vegetatiesamenstelling (in KRW-kweldertypen) tussen het gebied van het Groninger Landschap en het gebied in particulier beheer (figuur overgenomen vanuit RWS data).

4.7.2 Consumenten 1^e orde

Tot de consumenten 1^e orde behoren zoöplankton, wormen, schelpdieren en planten-etende vogels.

Zoöplankton

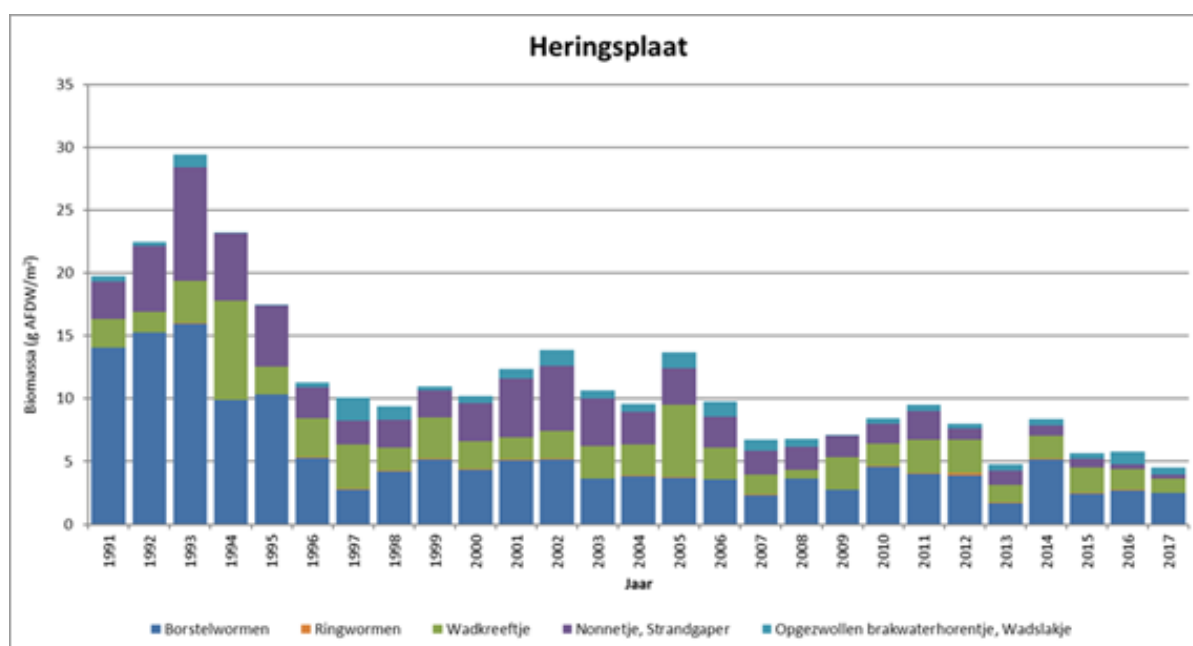
Zoöplankton vormt een belangrijke schakel tussen primaire producenten en hogere trofische niveaus. Met name copepoden uit deze groep zijn een belangrijke voedselbron voor vissoorten als haring, sprat en diklipharders (Van der Zee e.a., 2019). Er is echter een duidelijk hiaat in de kennis over deze groep. Er zijn enkele beschrijvende publicaties over de soortensamenstelling van zoöplankton in het Eems-Dollard estuarium van eind jaren tachtig (Jonge & Brauer 2006). De Jonge & Schückel (2019) modelleren een lichte afname van zoöplankton, maar recente veldgegevens ontbreken.

Wormen en schelpdieren

Er zijn als gevolg van verschillen in zoutgehalte en vertroebeling ook verschillen in samenstelling van de bodemfauna tussen het mondingsgebied, het middengebied en de Dollard. In de Dollard zijn vooral soorten met hoge tolerantie voor lage zoutgehaltes en een voorkeur voor hoge slibgehaltes aanwezig. Dit leidt tot lagere dichtheden en een lagere soortenrijkdom dan in de zoutere delen van het estuarium. De bodemfauna bestaat hoofdzakelijk uit borstelwormen, wadslakje, wadkreeftje, brakwaterhorentje, strandgaper en nonnetje, plus een groot aantal soorten in lagere dichtheden (Compton et al., 2017). De totale biomassa is

in de negentiger jaren flink afgenomen en vertoont de laatste jaren een licht negatieve trend die voornamelijk wordt veroorzaakt door een afname in schelpdieren (A&W, 2019).

In de Dollard zijn vanwege de hoge troebelheid geen schelpdierbanken te vinden. In het middengebied, op de Hond-Paap en Voolhok, zijn nog wel mosselbanken en oesterbanken aanwezig (Baptist e.a., 2016, zie Figuur 2-14). Er is echter wel een negatieve trend waarneembaar. De mosselen op Hond-Paap zijn bijna volledig verdwenen. Japanse oesters hebben hun plaats ingenomen (concept jaarrapportage ED2050 en Figuur 2-15). Verder zijn er alleen nog mosselbanken aanwezig op Voolhok, maar deze nemen ook af in omvang (Baptist e.a., 2016 en Figuur 2-15).



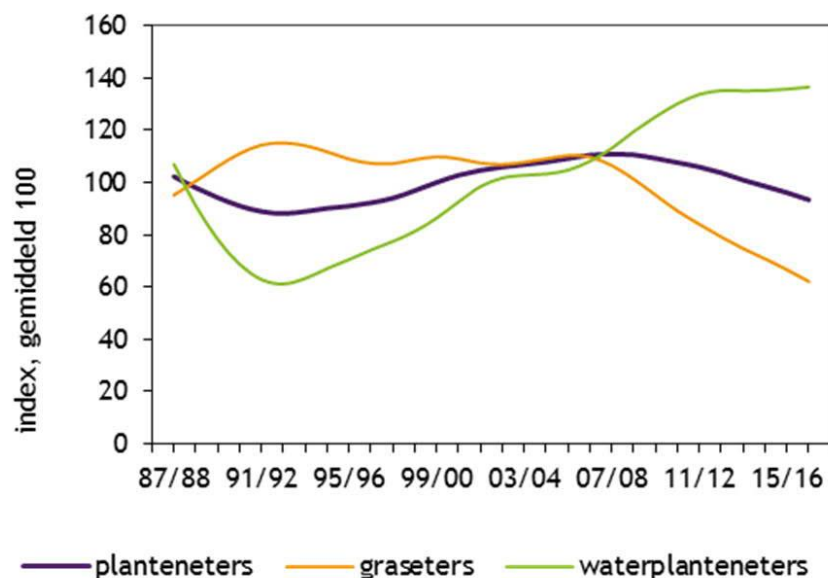
Figuur 4-13: Biomassa van bodemfauna op de Heringsplaat (Dollard) per m2 in de periode 1991-2017 (RWS data)

Het is nog onzeker of zeegrasvelden en schelpdierbanken tot ontwikkeling zouden komen als de slibconcentratie wordt verlaagd. Hiervoor spelen te veel andere variabelen mee, zoals de saliniteit, nutriëntenconcentratie, hoogteligging, hydrodynamische omstandigheden en interacties in het voedselweb.

Planten-etende vogels

Een aantal eendensoorten in de Dollard eet waterplanten. Aantalsontwikkelingen in het Eems-Dollard estuarium verschillen per soort: kraakeend vertoont een significante toename, wintertaling en wilde eend zijn significant afgenomen en de aantallen van de pijlstaart zijn stabiel (Koffijberg & van Winden, 2019).

Graseters foerageren op de kwelders en in de landbouwgebieden achter de dijk. Het betreft kolgans, grauwe gans en smient (alleen significant afnemend in aantal), kleine aantallen rotgans (met onzekere trend) en de in aantallen toegenomen brandgans (Koffijberg & van Winden, 2019).



Figuur 4-14: Trends in aantallen plantenetende vogels (seizoensgemiddelden) (Bron: Koffijberg & van Winden, 2019)

4.7.3 Consumenten 2^e orde

Tot de consumenten 2^e orde behoren krabben en garnalen, plankton- en bodemfauna-etende vis (inclusief trekvis en Natura 2000-soorten) en wormen- en schelpdier-etende vogels.

Krabben en garnalen

De biomassa aan ongewervelde dieren in Eems-Dollard estuarium bestaat voornamelijk uit garnalen en krabben. Volgens Tulp et al. (2012) is er in de garnalenpopulatie in het Eems-Dollard estuarium geen heldere trend waargenomen in de periode 1970-2010. De Jonge & Schückel (2019) modelleren een afname in garnalen. Systematische informatie over garnalen en krabben ontbreekt (Van der Zee e.a., 2019).

Plankton- en bodemfauna-etende vis: kraamkamer- en opgroefunctie

Er zijn geen visgegevens bekend van de Dollard. Het is echter wel bekend dat het Eems-Dollard estuarium fungeert als opgroeigebied (kraamkamer) van bodemvissen, zoals schol en bot, en van pelagische vissen, zoals haring. Jonge schol 'drijft' als larve via selectief getijtransport vanuit de Noordzee het estuarium binnen en ondergaat daar een metamorfose van vrij zwevend (transparant) larvenstadium naar een op de bodem levende platvis. Jonge schol blijkt in aantallen te zijn afgenomen in de Eems-Dollard. Dit komt overeen met de trend die in de hele Waddenzee wordt waargenomen, gerelateerd aan warmer zeewater en voedselbeperking in de zomer (Tulp et al. 2017). Oudere (1- en 2-jarige) Schol komt vrijwel niet meer voor in de Waddenzee, en dit gaat ook op voor de Eems-Dollard (Jager et al., 2019). Voor bot is een toename in aantallen te zien, maar dit is niet terug te zien in biomassa. Waarschijnlijk komt dit door fluctuaties in jaarklassen. Na een tijd van lage dichtheden, is er sinds 2010 een toename van (jonge) haring in de Eems-Dollard waarneembaar met de hoogste dichtheden in 2016 (Jager et al., 2019).

Trekvis

De Dollard fungeert ook als doortrekgebied voor trekvis. Glasaalbemonstering bij Nieuwstatenzijl laat voor 2018 weer een stijgende lijn zien (Jager et al., 2019). In het Eems-Dollardgebied komen drie soorten trekvis voor die van belang zijn in het kader van bescherming op basis van de toewijzing als Natura2000-gebied. Voor alle drie de soorten zijn de aantallen op dit moment zeer laag. Het betreft de trekvis fint, zeeprik en rivierprik. Alle zijn anadrome soorten, i.e. vissen die als volwassen exemplaren vanuit zee de rivieren optrekken om in zoet water te paaien. Nederland is de toegangspoort voor de paaipopulaties in Duitsland en België, in de stroomgebieden van o.a. de Eems en de Schelde. De prikken gebruiken ons land

vooral als opgroeigebied voor de larven. De aantallen fint zijn zeer laag, maar lijken stabiel met waarden gelijk aan 2008-2010 (Jager et al., 2019). Voor rivierprik en zeeprik worden geen toenemende of afnemende trends waargenomen, in de meeste gevallen vanwege grotere onzekerheden in de berekende vangstkansen door de zeer lage aantallen en sterke wisselingen van jaar tot jaar. De lage aantallen worden mogelijk veroorzaakt door de slechte toestand (waterkwaliteit) van de Eemsrivier, maar zijn ook te wijten aan afsluitingen van waterlopen die op de Dollard uitkomen, leidend tot verminderde doortrekmogelijkheden (Natura 2000-beheerplan Waddenzee).

Wormen-etende vogels

Wormen-etende vogels foerageren bij laag water in het intergetijdengebied en concentreren zich bij hoog water op de hoogwatervluchtplaatsen, met name ondiep water voor de kwelderrand of andere droge randen van het wad en polder Breebaart. Het betreft met name kluut (stabiel trend, met grote jaarlijkse fluctuaties), bontbekplevier (significant toegenomen), strandplevier (zeldzaam en afgenomen), zilverplevier (stabiel), drieteenstrandloper en krombekstandloper (beide zeldzaam, stabiel met grote fluctuaties), bonte strandloper (algemeen, stabiel), rosse grutto (negatieve trend). In het algemeen nemen de wormen-eters af in aantal (Koffijberg & van Winden, 2019).

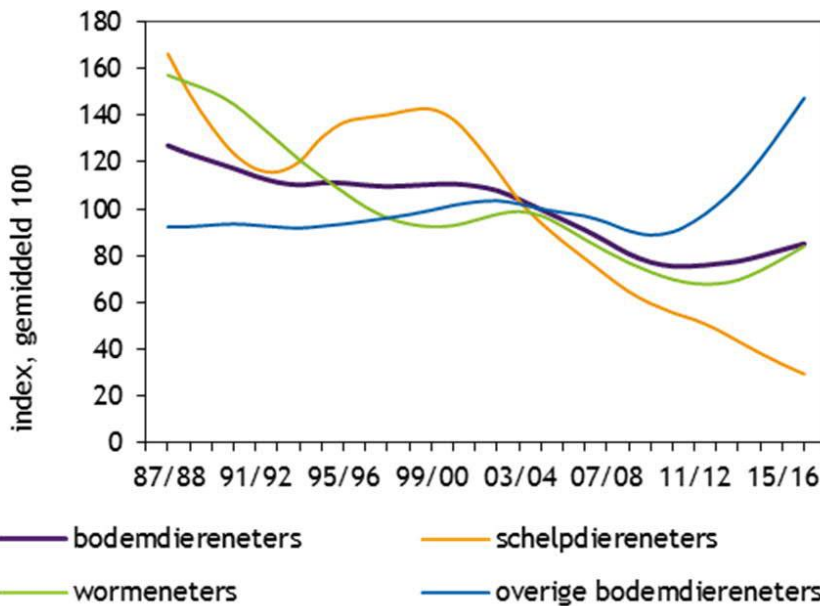
Schelpdier-etende vogels

De groep bestaat enerzijds uit soorten eenden die op het open water van de Eems zijn te vinden (tafeleend, kuifeend, toppereend, eider, zwarte zee-eenden brilduiker) en anderzijds uit twee steltlopers (scholekster en kanoet) en de zilvermeeuw, die bij laag water in het intergetijdengebied foerageren. De aantallen van de schelpdier-etende eenden tonen in het algemeen een significante afname. Ook de aantallen van de scholekster zijn afgenomen. De aantallen van de kanoet zijn na 2005, mogelijk door verschuivingen binnen de Waddenzee, toegenomen maar nemen recent weer af. Het aantalsverloop van de zilvermeeuw is stabiel. In het algemeen nemen de aantallen van schelpdier-etende vogels af, zowel in de Eems-Dollard als landelijk (Koffijberg & van Winden, 2019, SOVON-notitie).

Bodemdier-eters met gemengd dieet

De soorten van deze groep hebben een meer gevarieerd dieet, bestaande uit wormen en andere ongewervelden en (kleine) schelpdieren. Het gevarieerde dieet betekent dat deze soorten ook binnendijks kunnen foerageren en daarmee minder afhankelijk zijn van het buitendijkse gebied. De steltlopers in deze groep foerageren voornamelijk in het intergetijdengebied en houden er hoogwatervluchtplaatsen op na. Kievit en Goudplevier zoeken echter ook voedsel op de kwelder of in het landbouwgebied binnendijks. Regenwulpen zijn vooral te vinden langs harde substraten, zoals pieren en strekdammen.

Voor alle vogels is bepaald of er een trend is (Koffijberg & van Winden, 2019). Voor de volgende soorten zijn de volgende trends vastgesteld (Koffijberg & van Winden, 2019): bergeend, slobeend, goudplevier, kievit (alleen stabiel), grutto, regenwulp Beide schaars maar stabiel), wulp (toegenomen), zwarte ruiter (stabiel, in tegenstelling tot trend in internationale Waddenzee), tureluur (afgenomen), groenpootruiter (toename maar kleine aantallen), steenloper (zeldzaam, stabiel met fluctuaties), zwartkopmeeuw zeldzaam met positieve trend), kokmeeuw (stabiel), stormmeeuw (onzekere trend) en grote mantelmeeuw (afgenomen, komt voornamelijk voor op de Eems). Gemiddeld doen de vogels met een bredere en gemengde dieetkeuze het duidelijk beter dan vogels die alleen wormen of alleen schelpdieren eten (Koffijberg & van Winden, 2019), mogelijk doordat deze ook binnendijks kunnen foerageren.



Figuur 4-15: Trends in aantallen bodemfauna-etende vogels (seizoensgemiddelden) (Bron: Koffijberg & van Winden, 2019)

4.7.4 Consumenten 3^e orde

Tot de consumenten 3^e orde behoren visetende vis, visetende vogels en zeezoogdieren.

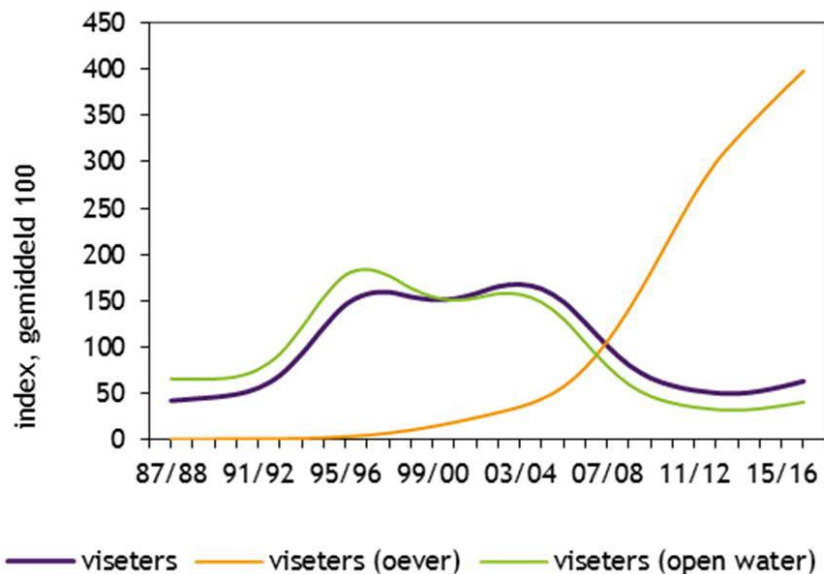
Er zijn weinig tot geen monitoringdata van vis in de Dollard beschikbaar. Alleen in het middengebied van het Eems-Dollard estuarium wordt tweemaal per jaar op twee locaties (Demersal Fish Survey) gemonitord. Daarnaast is er een tweejaarlijkse KRW-bemonstering samen met Duitsland in het middengebied.

Visetende vis

Voorbeelden van pelagische vissen in de Eems-Dollard zijn haring, makreel en blauwe wijting. Deze zwemmen in scholen, in de hele waterkolom van vlak boven de bodem tot aan de oppervlakte. Als ze jong zijn eten ze zoöplankton en bodemfauna. Volwassen vissen eten (naast groter plankton en garnalen) ook kleine vis. Er is geen goed beeld van aantallen en biomassa's in de Dollard.

Visetende vogels

Visetende vogels in de Eems-Dollard zijn fuut, aalscholver, lepelaar (alle drie significant toegenomen), nonnetje en middelste zaagbek (weinig algemeen), grote zaagbek (significant afgenomen), kleine mantelmeeuw (positieve trend), visdief, noordse stern en dwergstern (onzekere trend door beperkte waarneming bij watervogeltellingen). Gemiddeld zijn de viseters de laatste tien jaar afgenomen (zie Figuur 4-16). Lagere aantallen van zaagbekken worden mede veroorzaakt door het noordelijker overwinteren (Koffijberg & van Winden, 2019).



Figuur 4-16: Trends in aantallen visetende vogels (seizoensgemiddelden) (Bron: Koffijberg & van Winden, 2019)

Zeezoogdieren/zeehonden

De gewone zeehond komt regelmatig in het plangebied voor. De aantallen op Hond en Paap in het middengedeelte van de Eems nemen toe sinds 2007. In de Dollard is ook een positieve trend zichtbaar (zie Figuur 2-16). Vergeleken met het referentiejaar 2008 is de populatieomvang in de Dollard van de Gewone Zeehond toegenomen van ca. 110 naar ca. 210 in 2015.

4.8 Zeespiegelstijging

Op basis van de historische morfologische ontwikkeling en modelresultaten is de verwachting dat platen in de Dollard mee kunnen groeien met een zeespiegelstijging tot ca. 1 cm per jaar. Dit wordt verder bevestigd door de relatie tussen de gemiddelde plaathoogte in de Dollard en het hoogwaterniveau (Esselink et al., 2011): een toename in gemiddeld hoogwater leidt tot een toename in plaathoogte over de periode van 1950 tot 2010. Modelresultaten laten zien dat sedimentatiesnelheden licht verhogen bij zeespiegelstijging (+0.25-0.50 cm per jaar).

Het is nog een open vraag of de waterdiepte in de Dollard toe zal nemen door de stijgende zeespiegel, omdat de Dollard voldoende sediment beschikbaar heeft om mee te groeien met zeespiegelstijging. Echter als de waterdiepte in de Dollard toeneemt, zal dat leiden tot verhoogde stroomsnelheden. Golven en stroming kunnen ondiep liggend slib in suspensie brengen als dit niet wordt vastgehouden door vegetatie. De verwachting is dat in dat geval de troebelheid in de Dollard zal toenemen. Als in de Dollard kweldervorming gaat optreden en/of wordt gestimuleerd leidt dat tot vastleggen van slib, wat de troebelheid verlaagt, omdat resuspensie wordt beperkt door de aanwezige vegetatie.

5 Referenties

Baptist, M.J. & Geelhoed, S.C.V. (2016). Natura 2000 in het habitatrictlijngebied Eems-Dollard; Een overzicht van status en doelstellingen. Den Helder, IMARES rapport C054/16, 42 p.

Baptist, M.J., 2019 (in voorbereiding). An overview of the Dutch and German long-term monitoring programmes in the Ems estuary.

Bouma, H.; Jong, D.J. de; Twisk, F.; Wolfstein K. 2005. Zoute wateren EcotopenStelsel (ZES.1). Voor het in kaart brengen van het potentiële voorkomen van levensgemeenschappen in zoute en brakke rijkswateren. Rapport RIKZ/2005.024, Middelburg.

Dankers, P. (2019). Kennispaper Hydromorfologie ED2050, Rapport BF2443-RHD-ZZ-XX-NT-Z-0003, Royal HaskoningDHV.

Esselink, P., Bos, D., Oost, A.P., Dijkema, K.S., Bakker, R. & de Jong, R. (2011). Verkenning afslag Eems-Dollardkwelders. PUCCIMAR rapport 02, A&W rapport 1574 PUCCIMAR Ecologisch Onderzoek & Advies, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek. Vries, Feanwâlden.

Esselink, P. (2019). Mondeling interview over kwelderontwikkeling in de Dollard, 15 augustus 2019.

Eysink, W. (1990). Morphologic response of tidal basins to changes. Coastal Engineering Proceedings 1.22, pp. 1948–1961. doi:10.1061/9780872627765.149.

Friedrichs, C. T. (1995). Stability shear stress and equilibrium cross-sectional geometry of sheltered tidal channels. Journal of Coastal Research 11.4, pp. 1062–1074.

Gerritsen, F & de Jong, H. (1985). Stabiliteit van doorstroomprofielen in de Westerschelde. Tech. rep. Nota WWKZ-83. V016, Rijkswaterstaat adviesdienst Vlissingen.

Herrling, G. and Niemeyer, H.D. (2008c). Comparison of the hydrodynamic regime of 1937 and 2005 in the Ems-Dollard estuary by applying mathematical modelling. Harbasins Report.

Idier, D., F. Paris, G. Le Cozannet, F. Boulahya, and F. Dumas (2017). Sea-level rise impacts on the tides of the European Shelf. Continental Shelf Research 137, pp. 56–71. doi:10.1016/j.csr.2017.01.007.

Jaarrapportage ED2050, 2019 (conceptversie). Meerjarig adaptief programma Eems-Dollard 2050: De toestand van de natuur, de projecten en het programma in 2018. Charlotte Schmidt en Wouter Iedema (Rijkswaterstaat), Kees van Es (Wing in opdracht van provincie Groningen), Melissa Onwezen (provincie Groningen), Fred Haarman (RoyalHaskoningDHV in opdracht van ED2050)

Jager, Z., J. de Leeuw, R. van Hal, K. Molla Gazi, I. Mulder & M. van der Sluis (2019). Vis in het Eems-estuarium. WUR-rapport C069/19.

de Jong, D.J., M.M. van Katwijk & A.G. Brinkman, 2005. Kanskaart Zeegras Waddenzee. Potentiële groeimogelijkheden voor zeegras in de Waddenzee. Rapport RIKZ/2005013.

Koffijberg, K. & van Winden, E., 2019. Sovon Vogelonderzoek Nederland. Ontwikkelingen vogels in het Eems-Dollard estuarium: overzicht van voorkomen en trends van broedvogels, doortrekkers en wintergasten t/m 2017

KNMI (2015). KNMI '14 klimaatscenario's voor Nederland. Herziene uitgave, <http://www.klimaatscenarios.nl/correctie>

van Mastrigt, A. & de Vries, B. (2018), Jaarverslag Monitoring ED2050, Concept Rapport WATRC_BF7326_R0001D0.2, Royal HaskoningDHV.

NAM (2014). Gewijzigd Winningsplan Groningenveld 2013.

Pickering, M., K. Horsburgh, J. Blundell, J.-M. Hirschi, R. J. Nicholls, M Verlaan, and N. Wells (2017). The impact of future sea-level rise on the global tides. *Continental Shelf Research* 142, pp. 50–68. doi:10.1016/j.csr.2017.02.004.

Pierik, H.J., F.S. Busschers, M.G. Kleinhans (2018) De rol van resistente lagen in de historische morfologische ontwikkeling van het Eems-Dollard estuarium vanaf de 19e eeuw, Universiteit Utrecht, Departement Fysische Geografie, conceptrapport i.o. Rijkswaterstaat WVL ten behoeve van het ED2050 programma.

POV Waddenzeedijken & MVED, Arcadis.

van Maren, D. S., Van, Oost, A. P., Wang, Z. B., & Vos, P. C. (2016). The effect of land reclamations and sediment extraction on the suspended sediment concentration in the Ems Estuary. *Marine Geology*, 376, 147–157. <https://doi.org/10.1016/j.margeo.2016.03.007>.

van Maren, D., 2015. Presentatie: Slibdynamiek in het Eems estuarium, Bijeenkomst Zoet-zout platform.

van Maren, D., Schrijvershof, R., van der Wegen, M. (2017). Hydromorfologische verbetering ED2050, Opzet morfologisch model, Deltares rapport 11200116-000.

van Maren, D., Schrijvershof, R., Vroom, J. (2019) Hydromorfologische verbetering ED2050. Optimalisatie morfologisch model. Deltares rapport 11202245-000-ZKS-0003.

Schuttelaars, H.M., V.N. de Jonge & A. Chernetsky. 2011. Influence of the length of an estuary on tidal motion and sediment trapping. rapport. Delft Institute of Applied Mathematics, Faculty of Electrical Engineering, Mathematics and Computer Science, TU Delft, Delft. 28 pp.

Schoemans, M., 2013. Tidal changes in the Lower Ems (1945-2005): reconstructing the effects of channel deepening and bottom roughness. BSc thesis.

de Smet, L.A.H & A.J. Wiggers. 1960. Einige Bemerkungen über die Herkunft und die Sedimentationsgeschwindigkeit der Dollartablagerungen. *Verh. K. Ned. Geol. Mijnbouw. Genoot.* 19: 129–133.

Wang, Z., M. Jeuken, H Gerritsen, H. De Vriend, and B. Kornman (2002). Morphology and asymmetry of the vertical tide in the Westerschelde estuary. *Continental Shelf Research* 22.17, pp. 2599–2609.

Ysebaert, T.J.W., Van der Wal, J.T., Tangelder, M., De Groot, A.V. & Baptist, M.J. (2016). Ecotopenkaart voor het Eems-Dollard estuarium. IMARES Rapport C059/15.

Zee, E. van der & A.Rippen, 2019. Kennisdocument ED2050. A&W rapport 2558.

