



Memo

Datum	Ons kenmerk	Aantal pagina's
21 oktober 2019	11201431-003-ZKS-0002	20
Contactpersoon	Doorkiesnummer	E-mail
Bert van der Valk	+31(0)88 335 8493	Bert.vanderValk@deltares.nl

Onderwerp
Schelpdierfauna in de lagune van de Zandmotor 2012-2019

Schelpdierfauna in de lagune van de Zandmotor 2012-2019

Auteur: Bert van der Valk

Reviewers: Theo Prins (Deltares), Petra Damsma (RWS-WVL)

1. Inleiding

Met de aanleg van de Zandmotor is op een klein deel van de Delflandse kust een totaal ander en niet eerder op de Hollandse kust bestaand milieu ontstaan: initieel een inham van de zee, maar al heel snel een lagune met een geul die de lagune verbond met de zee. Anno 2019 bestaat dit systeem nog steeds. De lagune vertoonde over de periode 2011-2019 een langzame morfologische ontwikkeling, enkele malen schoksgewijs onderbroken onder invloed van geulverkortingen (2016, 2019). Een eerste keer typisch door menselijk handelen en de tweede en derde keer door storm-overwash in het winterseizoen. Die geul is over de tijd telkens opnieuw langer geworden onder invloed van de kustdrift naar het noordoosten. De jongste geulverkorting vond plaats in het vroege voorjaar van 2019. In de lagune van de ZM leven allerlei benthische organismen, waaronder benthisch levende weekdieren, tweekleppigen om meer precies te zijn. Binnen het reguliere monitoringsprogramma is deze lagune maar zeer beperkt meegenomen in de monsternamen, hoewel de MER doelen 2 (minder) en 3 (meer) wel de lagune noemt als specifiek doel van Evaluatievraag EF3-1b.

In de Projectnota / MER Zandmotor Delflandse Kust (PZH, 2010) zijn de volgende doelstellingen geformuleerd :

- I. Stimuleren van natuurlijke duinaangroei in het kustgebied tussen Hoek van Holland en Scheveningen. Deze duinaangroei dient verschillende functies namelijk, veiligheid, natuur en recreatie;
- II. Genereren van kennisontwikkeling en innovatie om de vraag te beantwoorden in welke mate kustonderhoud en meerwaarde voor recreatie en natuur gezamenlijk te realiseren zijn;
- III. Toevoegen van een aantrekkelijk (tijdelijk) recreatie- en natuurgebied aan de Delflandse kust.

Het vierde doel dat geëvalueerd wordt is het 'beheer van de Zandmotor en omgeving'. Hierbij gaat het om recreatieveiligheid, verenigbaarheid van recreatie en natuur doelen en

om het voorkomen van ongewenste invloed op het grondwater, natuurwaarden van het bestaande duin of aanwezige natte infrastructuur.

Specifiek voor de lagune zijn de evaluatievragen van MER doel 3:

Evaluatievraag EF3-1b: Hoe ontwikkelt de (tijdelijke) nieuwe natuur zich in de lagune en op de vooroever van de Zandmotor?

- subvraag EF3-1b1: Hoe heeft de diversiteit in sedimentsamenstelling zich ontwikkeld in de lagune en de vooroever?
- subvraag EF3-1b2: Heeft de Zandmotor nieuwe habitats en meer variatie in habitats gecreëerd. Leiden deze tot hogere natuurwaarden in intergetijdgebied en ondiepe kustzone? Is dit te kwantificeren voor bodemdieren, vissen, vogels en zeezoogdieren?
- subvraag EF3-1b3: Hoe heeft de bodemdiergemeenschap zich ontwikkeld in de lagune en de vooroever?

In deze notitie worden de subvragen EF3-1b2 en EF3-1b3 deels beantwoord, met de voor de hand liggende beperking dat het hier gaat om benthisches levende tweekleppigen mollusken, niet alle benthos. Er heeft door mij geen actieve bemonstering van tweekleppigen in de lagune zelf plaats gehad, alleen een "passieve" bemonstering, nl. na aanspoelen op de rand van de lagune. De aanname is verder dat het mogelijk wordt ten minste ten dele evaluerende uitspraken te doen over de lagune als sub-milieu van de Zandmotor door de proxy van aangespoelde tweekleppigen te gebruiken voor de gehele benthisches tweekleppige fauna in de lagune (en het duinmeer).



Figuur 1 : De lagune in augustus 2018, aan het eind van een zeer droge en hete periode. Blikrichting zuidwest. De vernauwing geeft ongeveer de plaats aan waar de vloedgetijdendelta ligt.

In de recent verschenen rapportage over de bodemdiergemeenschap in de vooroever en op het natte strand van de Zandmotor (Wijsman et al., 2018) is maar zeer beperkt aandacht geschonken

aan de lagune, en niet aan het duinmeer. In dat rapport wordt het strand van de lagune (figuur 1) wel bemonsterd (1(!) locatie), maar daarbij zijn geen tweekleppigen aangetroffen. Deze notitie geeft invulling aan het op benthos gerichte deel van de monitoring op de Zandmotor, met de opmerking dat de gevolgde methoden door Wijsman et al. (2018) en in deze notitie niet op elkaar aansluiten.

Wat kan afgeleid worden uit aanspoelende tweekleppigen?

- De aangetroffen soorten hebben in de lagune geleefd.
- Deze aanname is gerechtvaardigd omdat het over soorten gaat uit een vooral getijden-gedomineerde omgeving: zij kunnen tegen wisselende zoutgehaltes van het lagunewater;
- De zeer verse habitus van de schelpen (met opperhuid, vaak met dieren er nog in, of met vleesresten) bevestigt de bovenstaande aanname;
- Aanspoelen van verse doubletten (met opperhuid en vaak met vleesresten) langs de rand van de lagune gebeurt in de winter onder invloed van kou en stormwind;
- Aanspoelen van doubletten (met opperhuid en vaak met vleesresten) langs de rand van de lagune in de zomer wijst op zuurstofarmoede, of te hoge watertemperaturen, of beide;
- De aanwezigheid van meerdere jaarklassen van eenzelfde soort wijst op een vitale populatie van die weekdiersoort, welke in staat is zich te handhaven door jaarlijkse groei en voortplanting;



Figuur 2 : Typisch voorbeeld van een zeer verse schelpdierassemblage van vier algemene wad-soorten (met de klok mee: Gewone kokkel, Nonnetje, Strandgaper en Amerikaanse zwaardschede) als vele malen aangetroffen op de randen van de lagune (verzameldatum maart 2017). Opvallend is het voorkomen van drie generaties Strandgaper en ook van Gewone kokkel. Foto en collectie L. van der Valk.

Uit persoonlijke interesse is de ontwikkeling van de tweekleppige schelpdierfauna gevolgd. Voor een eerste uitwerking wordt verwezen naar Van der Valk (2013). Ook na de datum van deze publicatie is bijgehouden welke soorten aanspoelen langs de binnenranden van de lagune, ten laatste in april 2019. Dit rapport is een eerste uitwerking van deze waarnemingsreeks. Omdat ook

het duinmeer (figuur 3) door de jaren is gecheckt op voorkomen van tweekleppigen is een paragraaf hierover toegevoegd. Alle foto's in deze notitie zijn van de auteur. De figuren met betrekking tot de morfologische ontwikkeling in deze notitie zijn afkomstig uit Huisman et al. (2018).



*Figuur 3 : Het duinmeer in augustus 2018. Het samenspoelsel op de voorgrond bestaat uit dikke pakken plantenresten van *Ruppia maritima*. De zwanen op de achtergrond grondelen op de planten die nog in situ staan.*

De nomenclatuur van de tweekleppigen is cf. De Bruyne en de Boer (2008) met enkele recente aanvullingen. *Ensis leei* (M. Huber, 2015) is synoniem voor de naam *Ensis directus* (WORMS). De laatste naam wordt hier gebruikt. Wijsman et al. (2018) noemen alleen *Ensis sp.* omdat het bij gefragmenteerd schelpmateriaal ondoenlijk is de verschillende *Ensis* soorten te onderscheiden. Het is overigens de ervaring van WMR dat *Ensis directus* veruit de meest algemene soort is.

2. Werkmethode

Met enige regelmaat (enkele keren per jaar, behalve in 2013 en met verminderde aandacht in 2017) zijn bij laagwater de randen van de lagune nagelopen op recent aangespoelde dubbelkleppige weekdieren en een vijftal malen de randen van het duinmeer. De habitus van die aangespoelde schelpdier kleppen was zodanig vers (zonder uitzondering met opperhuid, zeer vaak met vlees/vleesresten) dat aangenomen kan worden dat de dieren met die schelpen in de lagune leefden, mogelijk met uitzondering van een deel van de *Ensis directus* schelpdieren.

	Wijsman et al. (2018)	Dit rapport
monstername	Met apparatuur vanaf varende platform/strandmonstername	Oprapen van aangespoelde dubbelkleppige mollusken langs de binnenrand van

		lagune en langs de randen van de vloedgetijdendelta
frequentie	1x per drie jaar	Enkele malen per jaar

Tabel 1 Verschillen in gebruikte methoden bemonstering lagune Wijsman et al., (2018) en dit rapport.

Tabel 1 gaat vooral over de manier en de frequentie van monsternamen. Dit rapport heeft als hoofddoel een kort overzicht geven van de ontwikkelingen van de schelpdierfauna in de lagune in relatie tot de waargenomen morfologische ontwikkeling van de lagune.

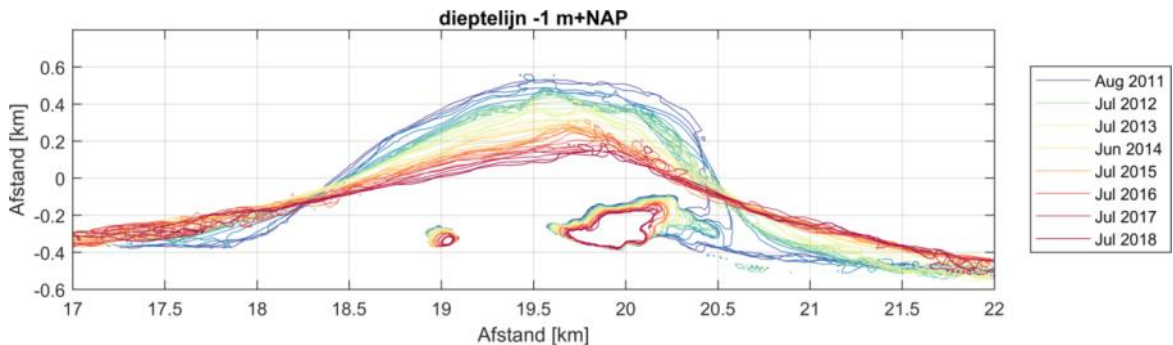
De geul is al snel na aanleg van de Zandmotor zo lang geworden dat levende tweekleppige schelpen niet of nauwelijks de lagune in getransporteerd konden worden (ervaringsfeit). Een mogelijke uitzondering vormt de soort *Ensis directus*, die zowel in de lagune als op de ondiepe foreshore voorkomt. De voorkomens in de lagune worden veroorzaakt door het inspoelen van larven van die tweekleppigen in het vroeg voorjaar, in de periode dat zij zweven in het zeewater. Het gaat om een beperkt aantal grotere soorten grotere tweekleppigen (zie voor een voorbeeld van de assemblage figuur 2). Deze soorten zijn effectieve indicatoren voor bepaalde milieuomstandigheden. Deze soorten komen in het algemeen voor in midden- tot laag-dynamisch zout tot brak water.

Vaak (maar niet altijd) zijn **alle** aangespoelde tweekleppigen meegenomen, m.a.w. de relatieve frequentie is genoteerd. Onderstaande tabel 2 geeft de 25 waarnemingsmomenten weer langs de lagunerand en 5 langs de oevers van het duinmeer. Alle waarnemingen zijn verzameld in een spreadsheet. De resultaten gepresenteerd in dit rapport zijn gebaseerd op dat spreadsheet.

3. Morfologische ontwikkeling van de lagune

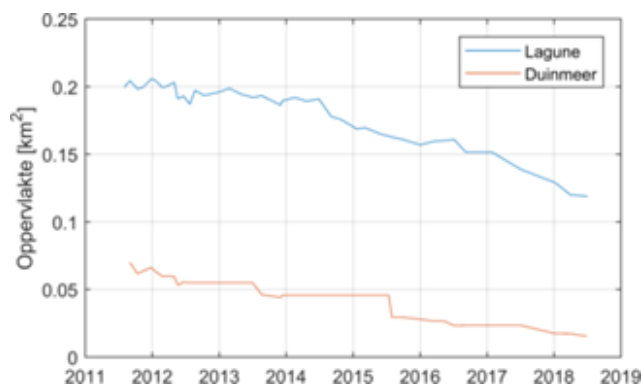
In het kader van de Beheerbibliotheek onderdeel Delflandse Kust is de ontwikkeling van dit stuk kust tussen Hoek van Holland en Scheveningen in detail bestudeerd (Huisman et al., 2018). Onderstaande paragraaf berust op die studie.

Figuur 4 geeft de wijzigingen in de situering van de -1 m NAP dieptelijn weer. Hierop is goed te zien hoeveel kleiner de lagune in de loop van de afgelopen 7 jaar 2011-2018 geworden is. Twee processen hebben daaraan bijgedragen: 1) verkleining en verondieping door inwaaiend zand vanuit het zuidwesten vanaf het Zandmotor lichaam en langs het hoge strand (links in de lagune op deze figuur); en 2) door aanvoer van sediment door de geul die de lagune met de ondiepe Noordzee verbindt (rechts in de lagune). Bij het laatste proces is een tweedeling in het proces opgetreden: er is met elke vloed klei en organisch materiaal in suspensie meegevoerd wat tijdens de doodtij periode sedimenteerde in de lagune. Dit zijn waarschijnlijk kleine volumina ten opzichte van het volume eolisch zand wat is ingebracht in de lagune. Het fijnkorrelige materiaal is wel erg belangrijk geweest voor de ontwikkeling van de benthische fauna. Ten tweede is door bodemtransport in de geul een vloedgetijdendelta gevormd (zie het beeld van 20.5 tot 20 km in figuur 4). De snelheid van het laatstgenoemde proces is hoogstwaarschijnlijk sterk afgenomen over de tijd, evenredig met het afnemen van het debiet door de geul per vloed/eb koppel.



Figuur 4 : Verloop 2011-2018 van de -1 m dieptelijn in het Zandmotor gebied. De verkleining door de tijd van lagune (tussen km 20.5 en 19.5 km) en duinmeer (bij 19 km) wordt goed weergegeven door dit verloop. Bron: Huisman et al., (2018).

Sinds de tweede kortsluitgeul (januari 2016) is de groei van de vloed-getijdendelta in de lagune vrijwel tot stilstand gekomen en is de verkleining van de lagune bijna alleen nog veroorzaakt door verblazen zand vanaf de Zandmotor zelf. De verkleining van het oppervlakte van de lagune (de blauwe lijn in figuur 5) neemt vanaf medio 2014 per jaar toe en verloopt dan vrij strak, met kortere perioden van sterkere afname. Het is verleidelijk te denken dat die korte perioden hevige stormen vertegenwoordigen, waarbij veel sediment de lagune instroomt via de geul en ook door de wind vanaf het zandmotorlichaam. De geulverkorting van begin 2016 zorgt voor een korte ommekeer in de ontwikkeling van de lagune: hij neemt weer iets van het verloren terrein terug.



Figuur 5 : De verkleining van het oppervlak van de lagune bij de Zandmotor.

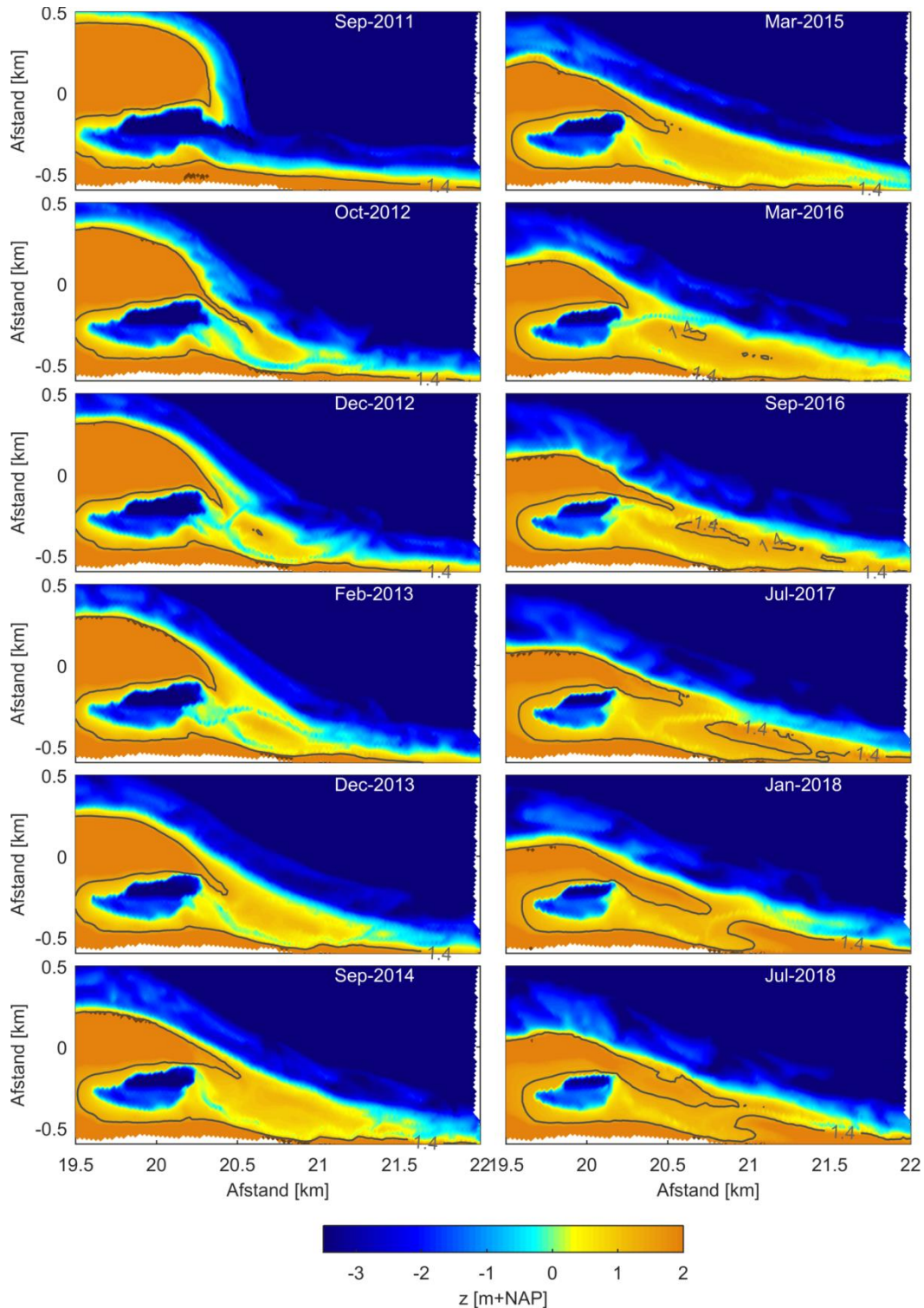
De totale ontwikkeling van de geul overziend zijn verlenging van de geul en toenemende verstopping onder invloed van de massief optredende kustdrift de redenen voor de opgetreden veranderingen, zowel in de geul als in de lagune (Figuur 6).



Datum
6 november 2018

Ons kenmerk
11201431-003-ZKS-0002

Pagina
7 van 20

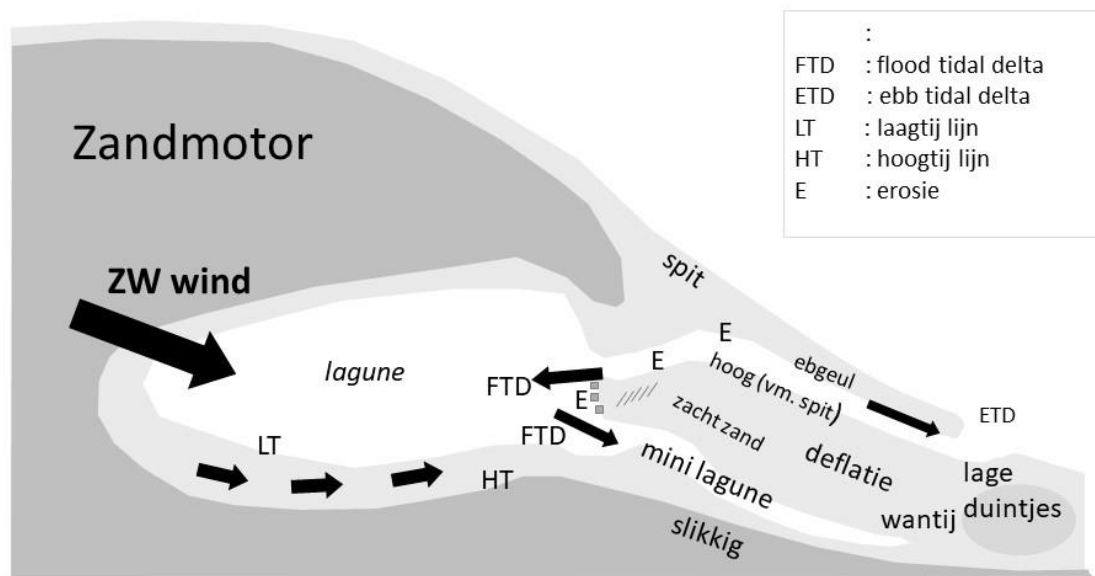


Figuur 6 : Een filmisch beeld van de ontwikkeling van de aanvoergeul naar de lagune 2011-2018. Er hebben zich twee verleggingen van de geul voorgedaan. In 2012 werd een kunstmatige kortsluitgeul gegraven nabij km 20.5 (ingegeven door angst voor mogelijke stranderosie bij km 21) en in januari 2016 is een natuurlijke kortsluitgeul ontstaan als gevolg van een NW storm, tussen 20 en 20.5 km. Naar Huisman et al. (2018).



Samenvattend:

- De lagune is sterk verkleind en verondiept sinds 2012. Sinds 2016 verloopt de verondieping langzamer;
- De eerste jaren 2011-2016 van hoog geuldebiet veroorzaken een snelle volumegroei van de vloed-getijden delta waar de geul in de lagune uitmondt;
- In januari 2016 vormt zich een spontane kortsluitgeul. Figuur 7 geeft een schets van de situatie kort na de laatst opgetreden geulverkorting (Maart 2016).
- Na begin 2016 neemt de groei van de vloed-getijdendelta sterk af en is het bijna alleen nog de eolische input die de lagune verder verondiept.
- In begin 2019 vindt nogmaals een geulverkorting plaats, ongeveer op dezelfde hoogte als in begin 2016.



Laagstrand (LS)

- Strandgaper	++
- Am. zwaardschede...	+
- Nonnetje	++
- Philipp.tapijtschelp	1x
- Kokkel	+/-

Hoogstrand (HS)

- Kokkel	++
- Strandgaper	+
- Am. zwaardschede	+

Figuur 7 : Schets van het mondingsgebied van de geul in de lagune van de Zandmotor kort na de in januari 2016 opgetreden geulverkorting. Tekening L. van der Valk / B. Huisman, niet op schaal.

4. Waarnemingen

In onderstaande tabel zijn de data waarop waarnemingen zijn gedaan, verzameld. In totaal zijn er rond de lagune 25 maal waarnemingen gedaan, en rond het duinmeer vijf maal in het tijdsbestek van 6,5 jaar.

Volgno.	lagune	Volgno.	duinmeer	bijzonderheden
1	30-Mar-12			
2	27-apr-12			
3	27-apr-14	1	27-apr-14	
4	9-aug-14	2	9-aug-14	
5	24-aug-14	3	9-sep-14	
6	30-nov-14			
7	14-dec-14			
8	5-feb-15	4	17-mar-15	
9	12-apr-15			achter de zeereep: vogelbuit
10	15-okt-15			
11	18-Dec-15			
12	02-Feb-16			
13	16-Mar-16			
14	27-Mar-16			situatieschets nieuw doorgebroken geul naar lagune (figuur 7 in dit memo)
15	11-Sep-16	5	11-Sep-16	
16	11-Apr-17			
17	07-Oct-17			
18	12-Oct-17			
19	17-Nov-17			
20	12-Jan-18			Ook het Noordzeestrand bezocht
21	18-Mar-18			
22	7-jun-18			
23	18/20-aug-18			
24	28-aug-18			
25	3-nov-18			

Tabel 2 : Waarnemingsdata aangespoeld schelpmateriaal in de lagune en het duinmeer bij de Zandmotor in de periode 2012-2018 (data L. van der Valk).

5. Ontwikkeling van de schelpdierfauna in de lagune

In de lagune

Gedurende de waarnemingsperiode 2012-2018 (Tabel 2) zijn in de lagune een beperkt aantal als vers waargenomen schelpen van weekdiersoorten aangespoeld (Tabel 3). Dat aantal is beperkt omdat in het Nederlandse kustbiotoop maar een paar soorten bestand zijn tegen de bijzondere omstandigheden die in een lagune heersen zoals wisselende energie-intensiteit (veel lage stroomsnelheden; soms geen wind, dan ook geen golven, en wanneer er wind staat, dan alleen lokale windgolven); bij tijd en wijlen stagnerend water, soms maar vooral in de zomer met relatief hoge temperatuur; accumulatie van slib en lutum (klei) en sedimentatie van organisch materiaal uit het kustwater; ter plaatse productie van organisch materiaal door de voedselrijkdom van het kustwater (macro-algen, diatomeeën, etc.).



Latijnse naam	Nederlandse naam	Ecologische voorkeuren	Jaar van eerste aanspoelen	Voorkomen in lagune/open kust lokaal bij de ZM
<i>Cerastoderma edule</i>	Gewone kokkel	Voedsel en wat slib in het water, niet te laag zoutgehalte	2012	Veruit het meest in de lagune
<i>Limecola balthica</i>	Nonnetje	Meer een dier van beschutte kust milieus (wad/plaat), maar komen op de ondiepe kusthelling ook wel voor	2012	Zowel buiten als binnen de lagune
<i>Mya arenaria</i>	Strandgaper	Rustig milieu, stromend zout water, voedsel en slib in het water, van wisselend zoutgehalte	2012	Niet buiten de lagune
<i>Ensis directus/E. leei</i>	Amerikaanse zwaarschede	Alleseter, maar minder dol op slib. Meer een open-kust dier; niet te laag zoutgehalte	2014, maar waarschijnlijk eerder al aanwezig	Zowel buiten als binnen de lagune
<i>Scrobicularia plana</i>	Platte slijkgaper	Beschut water met verlaagd zoutgehalte (slikken in de buurt van zoetwater)	2014, mogelijk eerder al aanwezig	Niet buiten de lagune
<i>Ruditapes philipinarium</i>	Aziatische tapijtschelp	Meer een dier van beschutte kust milieus (wad/estuarium)	2016, maar eerder al aanwezig	Waarschijnlijk alleen binnen de lagune

Tabel 3 : Basisgegevens over in de lagune voorkomende tweekleppige schelpdiersoorten.

Wanneer grote aantallen tweekleppige schelpdieren *in de zomer* aanspoelen, kan eigenlijk alleen maar sprake zijn van een saliniteitscrisis (hyper- of hyposalien) of van een zuurstofcrisis. Op het open Noordzee strand zijn het de herfst-winter-lente stormen die voor een crisis zorgen: dan worden op de kusthelling voorkomende schelpdieren massaal uit hun habitat uitgespoeld en spoelen even massaal aan. In 2014 en 2018 zijn in de lagune van de Zandmotor saliniteitscrises (hypersaliniteit) en/of zuurstofcrises opgetreden, beide (uiteraard) in de zomer. In 2014 heeft dat niet geleid tot massale sterfte van tweekleppigen, in 2018 wel (bron: data L. van der Valk).

Resultaten

Achtereenvolgens worden de algemene resultaten van de waarnemingsreeks genoemd, en vervolgens wordt per soort opmerkingen gemaakt. Deze paragraaf wordt afgesloten met nog enkele meer bijzondere opmerkingen.

Algemeen

- Het aantal soorten en soortenrijkdom van aanspoelde tweekleppigen is toegenomen van een zeer laag aantal in 2012 met 1 soort (Gewone kokkel) tot een maximum van 6 soorten in 2018.
- Er is een toename van lage aantallen (opgeraapte aantallen schelpen beneden de 5 per aanspoelgebeurtenis) tot (zeer) grote aantallen (meer dan 10 per gebeurtenis) aangespoelde schelpen van een zestal soorten zeker tot 2016 en deels tot in 2018.
- Van een aantal soorten is duidelijk dat eerst van weinig aanwezige jaarklassen sprake is, maar al snel van een groter aantal jaarklassen. Er vindt dus schelpgroei en voortplanting plaats in de lagune.
- Er lijkt sprake te zijn van een piek in de maximum afmetingen van de verschillende soorten, bij benadering in 2016.
- Na 2016 is er een afname van de aantallen gevonden schelpdoubletten van een aantal soorten vooral van Gewone kokkel, Nonnetje, Strandgaper.
- Ook de groei van een aantal soorten gaat minder snel (zie onder).
- Sommige soorten bleven lang “onder de radar”. In 2014 is voor het eerst een volwassen *Ensis* opgeraapt: die moet er al gelijk na de aanleg zijn gaan groeien gezien de afmetingen en/of de opbouw van de schelp (“jaarringen tellen”).
- De Aziatische tapijtschelp is pas in maart 2016 voor het eerst aangespoeld, terwijl uit het tellen van de “jaarringen” blijkt dat deze soort al vanaf het eerste jaar (2012) aanwezig moet zijn geweest.
- Bij de waarneming in november 2018 bleek dat er veel lagere aantallen schelpen per soort aangespoeld waren dan de zeer hoge aantallen in augustus 2018.
-

Per soort

- De *Gewone kokkel* was de eerst aanspoelende soort en kende een aanvankelijk sterke toename, maar is gaandeweg weer sterk in aantal afgenomen tot vrijwel nul per november 2018. Waarschijnlijk is het substraat/onderwater milieu te rijk aan organisch materiaal geworden, en heeft de extreme opwarming in de zomer 2018 een grote sterfte veroorzaakt.
- Het *Nonnetje* heeft een soortgelijke ontwikkeling als die van de Gewone kokkel doorgemaakt: van algemeen in de beginjaren naar zeer weinig exemplaren in november 2018.
- De *Strandgaper* is in de lagune waarschijnlijk de meest succesvolle soort door de tijd. Deze soort was al vroeg aanwezig en slaagt er telkens in weer een jonge generatie uit te zetten. De soort is het wijdst verbreid, niet alleen in de lagune maar ook in de naar het noorden gerichte afgesloten en verondiepende dode geularm (sinds januari 2016). Na de hete periode van de zomer spoelen in augustus 2018 nog 5 jaarklassen aan, in november 2018 waren dat er nog maar twee.

- De *Amerikaanse zwaardschede* komt zowel op de ondiepe foreshore voor als in de lagune, en dan vooral op de vloedgetijdendelta. Het is soms lastig uit te maken waar de aangespoelde schelpen vandaan komen. De Amerikaanse zwaardschede is een opportunist eerste klas. Door de enorme aantallen aanwezig op de ondiepe kusthelling onmiddellijk zeewaarts van de ZM (Wijsman et al., 2018) komen er makkelijk larven in de geul, en misschien ook wel halfwas exemplaren in de lagune terecht. De individuen op de buitencontour van de Zandmotor hebben echter een wat andere habitus dan die welke aanspoelen langs de rand van de lagune (Tabel 4). Op grond daarvan is het voorstelbaar dat de meeste aangespoelde exemplaren uit de lagune zelf stammen en niet met de vloedstroom de lagune zijn ingespoeld. De soort weet zijn positie nog tot in 2018 te handhaven met zeer grote exemplaren.

Ondiepe vooroever	Lagune
zeer veelvuldig voorkomend	lage aantallen, op/in de flood-tidal delta van de geul die de lagune voedt
iets minder brede en minder fragiele schelpen	zeer brede en fragiele schelpen;
opperhuid vaak gesleten	opperhuid 100% intact, donkerbruin, glanzend, schelp vaak met zwarte reductie vlekken (door rijkdom aan organisch materiaal in de lagune bodem is het bodemmateriaal gereduceerd)

Tabel 4 : Verschillen in fenotype van de Amerikaanse zwaardschede (*Ensis directus*) op de ondiepe foreshore en in de lagune van de ZM.

- De *Platte slijkgaper* is een schelpdier van slibhoudend rustig water, waar een zekere bijmenging van zoetwater in plaatsvindt (bijvoorbeeld Land van Saefinghe). Kleine aantallen, maar wel constant aanwezig, ook tot in 2018.
- De *Aziatische tapijtschelp* is een recente immigrant in de Nederlandse kustwateren. De eerste exemplaren werden een aantal jaren geleden in Zeeuwse wateren gevonden. Waarschijnlijk zijn ze meegelift met de import van schelpdieren (mossels, oesters) eerst vanuit de Ierse zee naar Bretagne, waarna mogelijk ook importen van daaruit naar Zeeland hebben plaatsgevonden. De soort kent een fraaie variatie in kleurpatronen (Figuur 8). De aantallen en het reproductiesucces zijn zo groot dat het oprapen van groeireeksen geen uitzondering is (Figuur 9).

Datum
6 november 2018

Ons kenmerk
11201431-003-ZKS-0002

Pagina
13 van 20



Figuur 8 : De Aziatische tapijtschelp uit de lagune van de Zandmotor, vondstdatum maart 2018. De fraaie kleurpatronen zijn eigen aan deze soort blijkbaar niet alleen in Azië. De grootste exemplaren zijn in 2018 ca. 5 jaar oud, wat te zien is aan de "jaarringen" op de schelp. Foto en collectie L. van der Valk

Andere opmerkingen

- In 2018 zijn op de rand van de Zandmotor zeer grote aantallen (ettelijke honderden) doubletten opgeraapt, nadat in maart 2016 een eerste doublet gevonden werd. De vondst van de vele honderden doubletten in 2018 heeft zeer waarschijnlijk van doen met een saliniteits/zuurstofcrisis in de droge en lange zomer van 2018 (Van der Valk, in voorbereiding).



*Figuur 9 : Voorbeeld van een groeireeks, in dit geval van de Aziatische tapijtschelp (*Ruditapes philippinarum*), verzameld in augustus 2018. De grootste exemplaren zijn tevens de oudste, 5 of 6 jaar. Foto en collectie L. van der Valk.*

- Een aantal soorten worden beschouwd als van het strand naar de rand van de lagune aangevoerde "vogelbuit", vooral van meeuwen. Dat zijn: Mossel (als leeggepikte grotere en kleinere exemplaren en uitgebraakt mosselgruis), Halfgeknotte strandschelp, Tere platschelp, Otterschelp en mogelijk ook Amerikaanse boormossel. Deze komen in zeer lage aantallen voor (meestal een enkel doublet). Deze soorten zijn hierom niet besproken.

Samenvatting

Afgaande op de ontwikkeling van de zes soorten tweekleppige weekdieren zijn optimale leefcondities (voor de waargenomen soorten in deze lagune) bereikt in 2016. In begin 2016 breekt de geul door, en spoelt door geulverkorting weer meer vloedwater naar de lagune door. Sindsdien heeft geen geulverkorting meer plaatsgehad, en is de geul weer gaan verleggen naar het noorden, en daardoor tevens sterk gaan verlengen. Gelijktijdig is het debiet door de geul sterk verlaagd door inzanding onder invloed van eolische drift vanaf de spit in de richting van de geul met daardoor ophoging van de geulbodem. De verlegging van de in- en uitstroomopening van de geul heeft ertoe geleid dat per vloedevent in de zomer van 2018 een sterk slinkende hoeveelheid water de lagune kon verversen, en zelfs heeft de aanvoer van vers water een poosje gestopt. Door het gebrek aan verversing van het water in de lagune en over lange tijd de zeer hoge luchttemperaturen zijn de temperaturen in het water van de lagune waarschijnlijk zo hoog opgelopen dat er een saliniteits- en/of zuurstofcrisis kon ontstaan. Die werd mede in de hand gewerkt doordat zich inmiddels grote hoeveelheden organisch detritus in de lagune had verzameld (aanvoer van voedingsstoffen door het vloedwater over de jaren en door primaire productie in de lagune zelf), wat niet meer kon oxyderen vanwege het inmiddels stagnante karakter van de lagune, en er dus reducerende omstandigheden ontstonden. Helaas wordt de waterkwaliteit van de lagune niet gemonitord, dus data die de hierboven geuite veronderstelling kunnen ondersteunen, zijn er niet.



Figuur 10 : Uitmonding van de geul in de lagune (naar links), en in een doodlopende laagte (naar rechts). De geul voert nog maar incidenteel water, met (storm-) hoogwater bij voorbeeld. Blik vanaf de Zwakke Schakel Delfland (fietspad). Datum foto: 3 november 2018.

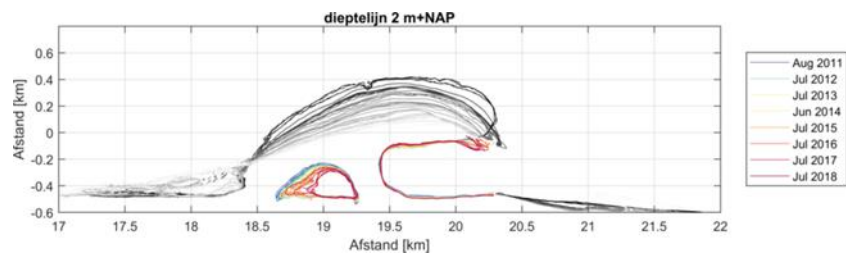
Waarschijnlijk heeft zuurstofgebrek vervolgens veel individuen van de zes aanwezig soorten de das omgedaan, wat in augustus 2018 leidde tot aanspoelen van buitengewoon veel tweekleppige schelpen. Het fenomeen van massaal stervende tweekleppige weekdieren in de periode juli-augustus 2018 is ook op de wadplaten in de Wadden waargenomen, maar hier wordt de extreme hitte als oorzaak genoemd (Zie Spirula – de online nieuwsbrief van de Nederlandse

Malacologische Vereniging 7 sep en ook van 6 dec 2018). In november 2018 is de geul een ondiepe, smalle en intermitterend functionerende stroomdraad geworden (Figuur 10). Ergo, de morfologische ontwikkeling heeft het bestaan van een lagunair-waddenmilieu eerst gefaciliteerd, en daarna voor een deel weer gesmoord.

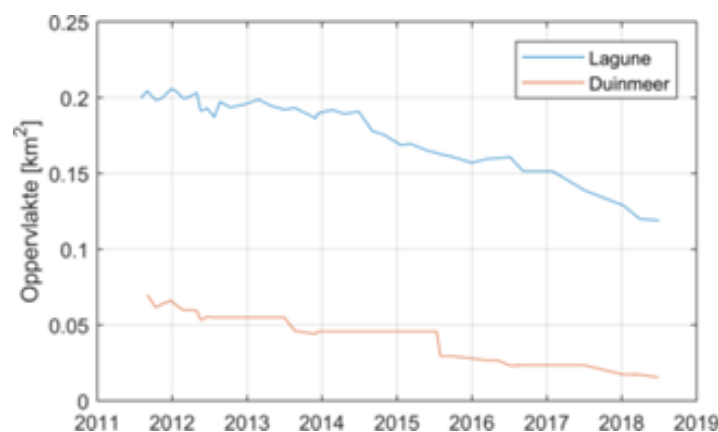
6. Ontwikkeling van de schelpdierfauna in het duinmeer

Morfologie

Het lot van het duinmeer is op termijn dichtzanden onder invloed van eolisch aangevoerd zand, opgepikt van het intergetijden strand van de Zandmotor, zand van de Zandmotor zelf en zand wat longshore over het strand langs de Delflandse kust vanuit het zuiden wordt getransporteerd, bij wind min of meer evenwijdig aan de kust. Figuur 11 geeft de het verloop door de tijd weer van de + 2 m NAP hoogtelijn weer, waarin de verkleining van het duinmeer zeer goed te volgen is. Tevens geeft figuur 12 de daadwerkelijke verkleining grafisch weer.



Figuur 11 : De ontwikkeling van de +2 m NAP hoogtelijn geeft de verkleining van het duinmeer goed weer.



Figuur 12 : De onderste (rode) lijn geeft de stapsgewijze verkleining van het oppervlak van het duinmeer. Het is verleidelijk te denken dat de korte perioden van sterke teruggang hevige stormen vertegenwoordigen, waarbij binnen korte tijd (een paar dagen) veel zand het duinmeer ingeblazen wordt.

Ontwikkeling water kwaliteit en schelpdiervoorkomen

Afgaande op het schelpdiervoorkomen heeft dit meer éénmalig een saliniteits/zuurstofcrisis meegemaakt. Bij aanleg in 2011 raakte een hoeveelheid zout zeewater ingesloten, welke geleidelijk verbrakt is. De verzoeting vond initieel plaats onder invloed van regenval en later onder invloed van infiltratie van zoet water vanuit het Dunea gebied Solleveld en vanuit de zich vormende zoetwaterbel in het zandlichaam van de Zandmotor. Die saliniteitscrisis was zichtbaar in twee vormen: de teloorgang van een zeer beperkte mariene schelpfauna (slechts 1 soort voor zover mijn waarnemingen strekken: *Mya arenaria* - Strandgaper) en door de start van de groei van de plant *Ruppia maritima* in het duinmeer, waar zwanen op gingen grazen.

Op het voorkomen van de Strandgaper zijn 5 waarnemingen gedaan (Tabel 2). Na de datum van 11 september 2016 zijn geen tweekleppigen meer aangespoeld gevonden langs de oevers van het duinmeer (meermalen na 16 sep 2016 gecheckt). De aanname is dat het zoutgehalte tegen die tijd zover gedaald was dat de Strandgapers het niet meer konden bolwerken en het loodje hebben gelegd. De aanname is dat dit in de loop van 2015 is gebeurd, waarna dan nog tot september van het volgende jaar 2016 schelpen aanspoelen.

Opmerkelijk is dat de eerste vondsten van Strandgaper doubletten in het duinmeer eerst na 3 jaar na aanleg van de ZM gedaan zijn. Dat betekent waarschijnlijk dat larven van de Strandgaper overleefd hebben in het ingesloten zeewater, vervolgens in de bodem zijn gevestigd maar dat larven van andere soorten geen verder levensstadium konden bereiken. De oorzaak daarvoor moet waarschijnlijk gezocht worden in het afgesloten karakter van het duinmeer waardoor uitwisseling met het open, ondiepe en voedselrijke Noordzeewater niet meer kon plaatsvinden. Afsluiting betekent snel inzettende verzoeting en een stokkende aanvoer van voeding voor die tweekleppigen. Toch heeft de Strandgaper nog succesvol volgende generaties individuen van de soort Strandgaper kunnen voortbrengen in het duinmeer, tenminste 2, tijdens de jaren van afsluiting. In augustus 2014 zijn nl. nog een aantal jaarklassen Strandgapers aangetroffen, waarbij de grootste klasse drie "jaarringen" vertoont. Van de Strandgaper is bekend dat deze soort ook bij flink verlaagde zoutgehaltes nog kan overleven.

Dat er eind 2015-begin 2016 een saliniteitscrisis heeft plaatsgevonden wordt mede duidelijk uit de volgende waarneming. Tijdens een excursie in februari 2016 werd 2 meter van de overgang ingewaaid zand-duinmeer (ook op de dag van de excursie vond hevig inwaaien van zand plaats) een nog levende Tarbot aangetroffen (ca. 30 cm lang) deels bedekt met eolisch zand (figuur 13).



Figuur 13 : Volwassen Tarbot (>30 cm), nog levend uit het onderliggende en inwaaierende zand gehaald (zie de afdruk van het vissenlichaam schuin links onder de rechterschoen). Let op de kleefribbels aan het zandoppervlak, veroorzaakt door inwaaierend zand wat op de natte ondergrond vastplakt. Grondwaterstand ttv foto: 10 cm onder maaiveld. Foto: Jeseon Yoo (KIOST).

Even verderop lag een vers dode grote Schol (langer dan 25 cm), grotendeels overdekt met eolisch zand. De Tarbot is teruggezet in het ondiepe duinmeer. Samen met het eerder gemelde moment (september 2016 m.b.t. de laatst opgeraapte Strandgaper doubletten) is dit een sterk argument om de saliniteitscrisis van het duinmeer in de winter van 2015-16 te veronderstellen, nl. door verzoeting onder invloed van regenwater en mogelijk zoetwaterkwel van de vastelandsduinen en vanuit het Zandmotor lichaam zelf. Beide vissen moeten als juveniel visje ingesloten zijn geraakt in het duinmeer en hebben het dus 3,5 jaar uitgehouden in het steeds sterker verzoetend duinmeer.

Samenvattend

Als verwacht heeft het duinmeer een snelle verzoeting ondergaan die in de winter van 2015 op 2016 culmineerde in een saliniteitscrisis. Sommige mariene organismen (Tarbot, Schol en Strandgaper) hebben het tot die winter uitgehouden, maar daarna niet meer. Het water is nog maar zwak brak in november 2018.

7. Conclusies

Monitoring van aanspoelende tweekleppigen heeft een hoog potentieel om ontwikkelingen in ondiep-water gebieden langs de kust zoals de lagune en het duinmeer op de Zandmotor waar te nemen, zonder dat daar uitgebreide en dure meetcampagnes voor moeten worden uitgevoerd. Voorwaarde is wel dat er een zekere regelmaat in de monitoringsmomenten zit. Nadeel is dat kennis en bemanning lokaal aanwezig moet zijn, maar beide kunnen bijvoorbeeld via vrijwilligers gemobiliseerd worden.

In 2014 en 2018 zijn in de lagune van de zandmotor saliniteitscrises en/of zuurstofcrises opgetreden, beide (uiteraard) in de zomer. In 2014 heeft dat niet geleid tot massale sterfte van tweekleppigen, in 2018 wel. Het verschil in effect tussen beide tijdstippen is de sinds 2016 sterk gereduceerde uitwisseling met de Noordzee vanwege de toename van de lengte van de geul en het geleidelijk ophogen c.q. dichtzanden van de geul.

De effecten van de veranderde uitwisseling met het Noordzeewater zijn samengevat in tabel 5.

Ontwikkeling schelpdierfauna in de lagune	2012-2016	2016-2018	opmerkingen
aantal soorten	langzame toename	stabiel	sommige soorten lang onder de radar
afmetingen	toename	afname	verschillend per soort
jaarklassen	groeiend en daarna stabiel aantal	afname	meeste soorten: 3
vitaliteit weekdierpopulatie als geheel	toename	afname	

Tabel 5: Ontwikkeling schelpdierfauna in de lagune.

In de toekomst kan overwogen worden het ontwerp en de vormgeving van een suppletie te toetsen op te verwachten effecten op de natuur. Omdat de Zandmotor een zeer groot 1:1 schaalexperiment is en er onverwachte effecten blijken optreden die niet in detail zijn voorspeld, lijkt het wenselijk ontwerpen van eventuele toekomstige suppleties van deze orde-grootte op voorhand in meer detail te onderzoeken en tijdens de ontwikkeling uitgebreider te monitoren dan bij de Zandmotor het geval is geweest. De kustnatuur staat in Nederland onder hoge druk door steeds intensiever gebruik van de ondiepe Noordzee, het strand en de duinen. De ontwikkelingen van het ontwerp van grootschalige suppleties kan beter uitgewerkt worden. De voorspelbaarheid van dergelijke grote ingrepen kan zo verbeterd worden.

8. Toekomstperspectief lagune en duinmeer

De geulontwikkeling zal waarschijnlijk op een einde gaan lopen. Nu al wordt misschien alleen nog met springtij vloedwater de lagune ingevoerd, onder niet-storm condities. Alleen nog met een echt substantiële opzet van het zeeniveau (bijvoorbeeld bij NW stormen) wordt het zeewater over de zandtong gejaagd. Uitwisseling van water tussen lagune en de ondiepe Noordzee zal vanaf nu waarschijnlijk alleen nog onder stormcondities plaatsvinden. De verwachting is dat de lagune in het zomerseizoen van 2018 af nog vaker anoxische condities zal ondergaan. Samen met de organische last zal dit de waterkwaliteit niet ten goed komen.

De lagune zal een mindere waterkwaliteit hebben door de jarenlange import van slib en organisch detritus met daarin veel voedingsstoffen. De lagune zal op termijn dichtzanden, vooral door eolische activiteit en in mindere mate door overslag van zand over de spit ten noorden. De verwachting is dat met verminderde instroming van vloedwater er minder nieuw broedval van

tweekleppigen zal zijn en met slechtere waterkwaliteit een toenemende sterfte. Monitoring zal waarschijnlijk een verdere geleidelijke afname van aantallen individuen en van soortenrijkdom laten zien. Het zal de komende jaren interessant zijn de ontwikkeling van de tweekleppige fauna te volgen, om de effecten van verdere isolatie van de lagune van de zee te monitoren.

Het duinmeer zal waarschijnlijk een natuurlijke ontwikkeling geven naar verdere verkleining door inzanden, met naar het zich nu laat aanzien relatief hoge waterkwaliteit. Op termijn zal zich een vochtige duinvalleivegetatie kunnen ontwikkelen op het dichtgezande duinmeer, een strandvlakte ca. 20 cm boven het grondwaterpeil. Voor de vestiging van een dergelijke vegetatie zal daarvoor het gebied van het dan voormalige duinmeer afgesloten moeten gaan worden voor publiek. De nabijheid van een gebied met soortgelijke vegetatie, de kunstmatige primaire duinvallei van Spanjaards Duin, kan daartoe bevorderend werken.

Referenties

De Bruyne, R.H. en T.W. de Boer, 2008. Schelpen van de Friese Waddeneilanden; overzicht van alle mariene autochtone weekdieren (Mollusca) en aangespoelde schelpen. 's-Gravenland, pp. 359.

Projectnota/ MER Aanleg en zandwinning Zandmotor Delflandse kust. Provincie Zuid-Holland, 2010. DHV, Rapport nummer: C6158-01.001, pp. 303.

Huisman, B., E. Quataert en J. Alvarez Antolinez, 2018. Sedimentbalans Delflandse kust. Analyse van morfologische verandering en sedimenttransport rond de Zandmotor voor de periode 2011 tot 2018. Deltares rapport 11201431, in opdracht van Rijkswaterstaat-WVL.

Van der Valk, B., 2013. De lagune van de Zandmotor tussen Kijkduin en Ter Heijde, Zuid-Holland: een nieuw waddenhabitat voor tweekleppige mollusken op de voorheen rechte Zuid-Hollandse kust. *Spirula* nr. 393, 2 pp. (*Spirula is de nieuwsbrief van de Nederlandse Malacologische Vereniging*).

Van der Valk, B., in voorbereiding. De Aziatische tapijtschelp (*Ruditapes philippinarium* A. Adams & Reeve, 1850), een vaste bewoner van de Zandmotor lagune?

Wijsman, J., D. van den Ende en E. Brummelhuis, 2018. Bodemdiergemeenschap in de vooroever en op het natte strand van de Zandmotor in het najaar 2017; Datarapport. Wageningen Marine Research Wageningen UR (University & Research centre), Wageningen Marine Research rapport C073/18, pp. 99.

internetbronnen:

<https://www.wur.nl/nl/nieuws-wur/Show/Extreme-kokkelsterfte-op-droogvallende-platen-Nederlandse-kustwateren.htm> (Verwijzing in: online nieuwsbrief Nederlandse Malacologische Vereniging 7 sep 2018, p. 21-23).

WORMS: <http://www.marinespecies.org/>