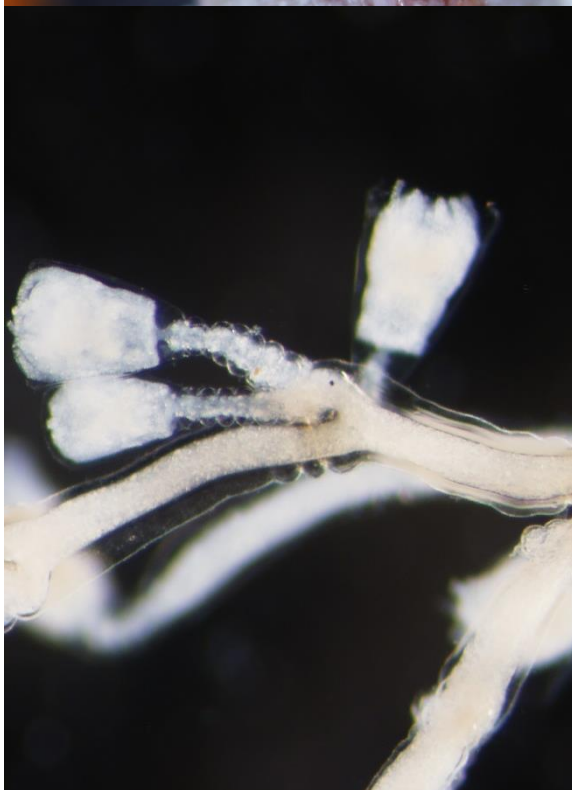




Hydrozoa en Bryozoa uitvergroot

Effecten van
windmolenparken en
productieplatformen op
Hydrozoa en Bryozoa in
habitattype H1110



Bart Merkens
Rijkswaterstaat Lelystad
Van Hall Larenstein



Ministerie van Infrastructuur
en Waterstaat



Hydrozoa en Bryozoa uitvergroot

Effecten van windmolenparken en productieplatformen op Hydrozoa en Bryozoa in
habitatype H1110

Dit onderzoeksverslag betreft een BSc scriptie voor Hogeschool van Hall Larenstein te Velp in het kader van de
opleiding Bos- en Natuurbeheer.

Afstudeerder: B. Merkens (920522102)
Opleiding: Bos- en Natuurbeheer
Major: Aquatische ecologie
E-mail: bart.merkens@gmail.com
Telefoon: 06-30632242

Opdrachtgever: Rijkswaterstaat
Locatie: Zuiderwagenplein 2, 8224 AD Lelystad.
Contactpersoon: Dhr. J. Cuperus, Technisch adviseur mariene macrozoöbenthos
E-mail: joel.cuperus@rws.nl

1^{ste} begeleider: Dhr. J. Cuperus
E-mail: joel.cuperus@rws.nl

2^{de} begeleider: Dr. F. Kouwets, Senior-adviseur
E-mail: frans.kouwets@rws.nl

Begeleidend docent: Dhr. G.J. van der Veen
Docent Landschapsecologie, opleiding Land- en Watermanagement
Van Hall Larenstein Velp
E-mail: gertjan.vanderveen@hvhl.nl

Bron foto's voorpagina: Van boven naar beneden, *Membranipora membranacea* op bruinwier en *Obelia geniculata*. (Merkens, 2018)

Trefwoorden: Rijkswaterstaat, Hydrozoa, Bryozoa, windmolenparken, productieplatformen,
habitatype H1110 en Doggersbank

Lelystad, 5 juni 2018



Ministerie van Infrastructuur
en Waterstaat



Niets uit dit document mag worden vereenvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Rijkswaterstaat noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Rijkswaterstaat aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enigerlei schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door Rijkswaterstaat geleverde document.

Voorwoord

Voor u ligt het onderzoeksverslag, 'Effecten van windmolenparken en productieplatformen op Hydrozoa en Bryozoa in habitatype H1110'. Het onderzoek voor dit verslag is uitgevoerd bij de hydrobiologie afdeling van Rijkswaterstaat Lelystad. Dit verslag is geschreven in het kader van mijn afstuderen van de opleiding Bos- en Natuurbeheer aan Hogeschool van Hall Larenstein te Velp. Van februari 2018 tot en met juni 2018 ben ik bezig geweest met het onderzoek en het schrijven van dit verslag.

Dit onderzoek is uitgevoerd als onderdeel van een groter onderzoek, wat wordt georganiseerd door de hydrobiologie afdeling van Rijkswaterstaat. De onderzoeksvraag is bepaald in samenwerking met mijn stagebegeleiders, Joël Cuperus en Dr. Frans Kouwets. Het betreft een kwalitatief onderzoek, waarbij er zowel een laboratoriumonderzoek als een literatuuronderzoek uitgevoerd is.

Tijdens het onderzoek en het opstellen van dit verslag heb ik van verschillende mensen hulp gekregen. Daarom wil ik mijn stagebegeleiders Joël Cuperus en Frans Kouwets bedanken voor het gunnen van deze geweldig afstudeerlocatie, de inhoudelijke begeleiding en ondersteuning tijdens het gehele proces. Ook voor de begeleiding vanuit van Hall Larenstein met betrekking tot het voortraject wil ik Gert Jan van der Veen bedanken. Als laatste wil ik alle collega's bedanken van de hydrobiologie afdeling voor de leuke en gezellige tijd. De collega's zijn: Joël Cuperus, Frans Kouwets, Myra Swarte, Machteld Rijkeboer, Arnold Veen, Rinze Willem Geertsma, Mervyn Roos en Michal Jongkind

Bart Merkens

Lelystad, Juni 2018

Samenvatting

Er werd aangenomen dat Hydrozoa en Bryozoa (tekstkader 1) soorten voornamelijk op dijken en (kunstmatige)riffen voorkwamen. Echter door nieuwe inzichten blijkt nu ook dat Hydrozoa en Bryozoa veel vertegenwoordigd zijn op micro hard substraat (tekstkader 2) in een zacht substraat omgeving (tekstkader 2) zoals de Doggersbank. Tegenwoordig staat de Doggersbank in de belangstelling voor een groot windmolenpark, echter kan de aanleg van een windmolenpark op de Doggersbank zonder concrete gegevens over aanwezige soorten zoals Hydrozoa en Bryozoa funest zijn voor het bodemleven. Offshore constructies zoals windmolens (H. J. Lindeboom et al., 2011; Han Lindeboom, Degraer, Dannheim, Gill, & Wilhelmsson, 2015) en productieplatformen (Van Der Stap, Coolen, & Lindeboom, 2016) kunnen ook dienen als kunstmatige riffen, maar er loopt nog een discussie over of dit een positief of negatief effect is (Van Der Stap et al., 2016). Hieruit is de volgende hoofdvraag geformuleerd; Welk effect hebben windmolenparken en productieplatformen op de verspreiding van *inheemse* en *uitheemse* Hydrozoa en Bryozoa in Habitattype H1110?

Om deze vraag te beantwoorden is er een laboratoriumonderzoek en een literatuuronderzoek uitgevoerd. Dit laboratoriumonderzoek is gebaseerd op een visbemonstering die uitgevoerd was in 2016 op de Doggersbank. De visbemonstering is geanalyseerd op Hydrozoa en Bryozoa die zich op micro hard substraat manifesteren. Het literatuuronderzoek heeft zich gericht op Hydrozoa en Bryozoa soorten op windmolenparken en productieplatformen.

Tijdens het laboratoriumonderzoek zijn 843 waarnemingen gedaan van Hydrozoa en Bryozoa soorten op micro hard substraat. In totaal zijn er 17 verschillende Hydrozoa soorten en 31 Bryozoa soorten waargenomen. Geen van deze waargenomen soorten heeft een uitheemse status in Nederland. 43 waarnemingen zijn gedaan op een substraat van kunstmatige afkomst, de overige 800 waarnemingen zijn gedaan op natuurlijk hard substraat. In het literatuuronderzoek is er één artikel gevonden met bruikbare gegevens over Hydrozoa en Bryozoa soorten op micro hard substraat (Sonnewald & Türkay, 2012). Dit artikel gecombineerd met het laboratoriumonderzoek brengt het aantal unieke soorten op micro hard substraat voor Hydrozoa naar 28 en Bryozoa naar 33. Daarnaast zijn er negen artikelen gevonden met gegevens over Hydrozoa en Bryozoa op windmolens en productieplatformen (Bouma & Lengkeek, 2013; Bruijs, 2010; Degraer, Brabant, Rumes, & Degraer, Brabant, R., Rumes, B., 2012; Forteath, Picken, Ralph, & Williams, 1982; F. Kerckhof, Rumes, Jacques, Degraer, & Norro, 2010; Leonhard & Pedersen, 2006; H. J. Lindeboom et al., 2011; Van Der Stap et al., 2016; Want et al., 2017). In deze artikelen zijn er in totaal 13 Hydrozoa en 11 Bryozoa verschillende soorten vermeld, één van de waargenomen mosdiertjes is uitheems

Met het laboratoriumonderzoek is het niet altijd mogelijk geweest om alles op soortnaam te determineren, in sommige gevallen is de waarneming weggezet in een hogere taxonomische rang. Door het voorzichtig toewijzen van soortnamen kan de soortenlijst korter zijn dan dat er in werkelijkheid aan soorten voorkomt op micro hard substraat. Alle determinaties zijn gecontroleerd door één persoon binnen Rijkswaterstaat wat de gegevens betrouwbaar maakt. Daarnaast zijn er in dit onderzoek weinig uitheemse Hydrozoa en Bryozoa soorten waargenomen. Van sommige soorten was er te weinig informatie om te bepalen of deze uitheems was, ook hadden sommige soorten helemaal geen status. Als dit in de toekomst aangepast wordt kan het werkelijke aantal uitheemse soorten oplopen.

De diversiteit op micro hard substraat in een zacht substraat omgeving zoals habitattype H1110 is groter dan dat er vooraf aangenomen werd. Daarentegen valt de diversiteit aan Hydrozoa en Bryozoa soorten op windmolens en productieplatformen tegen. Er groeien ook andere soorten op windmolens en productieplatformen, hierdoor zal de plaatsing van windmolens geen positief effect op de leefomgeving van de huidige soorten in habitattype H1110. Ook dienen windmolens als 'stepping stones' wat het makkelijker maakt voor (uitheemse) soorten om zich te verspreiden in gebieden waar ze eerst niet voor konden komen.

Een deel van de waarnemingen is niet tot soortnaam gedetermineerd. Om een zo compleet mogelijke soortenlijst te creëren van Hydrozoa en Bryozoa is kennis over deze soorten belangrijk, deze kennis kan zowel van binnen of buiten af komen. Daarnaast is het niet mogelijk geweest een inheemse of uitheemse status aan Hydrozoa of Bryozoa te geven. Dit door gebrek aan informatie, of helemaal geen informatie op het Nederlands Soortenregister.

Inhoud

Hoofdstuk 1 – Inleiding	7
1.1 Gebiedsomschrijving	7
1.2 Probleembeschrijving	9
1.3 Doelstelling	10
1.4 Afbakening	10
1.5 Vraagstelling	10
1.6 Leeswijzer	11
Hoofdstuk 2 – Methode	12
2.1 Methode van visbemonstering	12
2.2 Laboratoriumonderzoek	12
2.3 Literatuuronderzoek	13
2.3 Data-analyse deelvragen	14
Hoofdstuk 3 – Resultaten onderzoek	15
3.1 Geanalyseerde monsters	15
3.2 Laboratoriumonderzoek	16
Hoofdstuk 4 – Discussie	20
Hoofdstuk 5 – Conclusie	25
Hoofdstuk 6 – Aanbevelingen	27
Hoofdstuk 7 – Bibliografie	28
Bijlage 1 – Zeestromingen Noordzee	32
Bijlage 2 – Soortenlijst literatuuronderzoek windmolenparken en productieplatformen	33

Verklarende woordenlijst

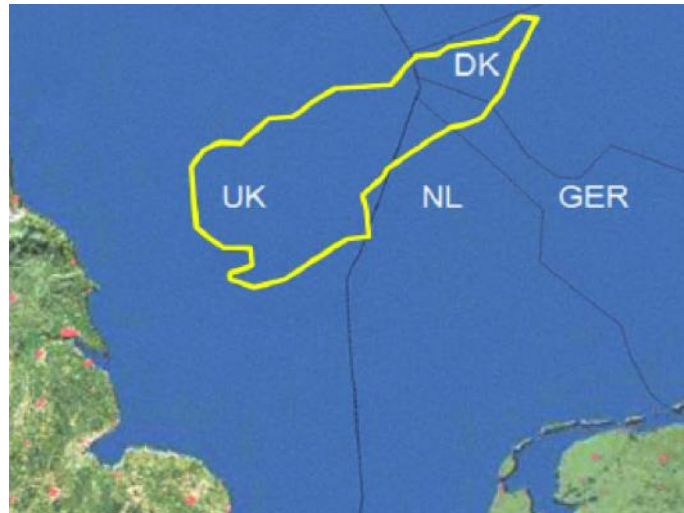
Benthos	Alle organismen die op de bodem leven van zoete en zoute wateren.
Boxcorer	Een boxcorer is een apparaat dat op een onderzoekschip met behulp van een kabel wordt afgezonken naar de zeebodem. Hiermee worden op de zeebodem sedimentkernen genomen. Het is geschikt voor elke waterdiepte en wordt o.a. gebruikt voor biologische studies. (Vlaams instituut voor de zee, 2018)
EEZ	Exclusieve Economische Zone.
Marine fouling	De accumulatie van micro-organismen, planten, algen of dieren op harde substraten.
Micro hard substraat	Micro hard substraat is al het harde substraat aan wat geen windmolen of productieplatform is. Bijvoorbeeld; steen, hout, plastic, schelpen, doek, draad en kabels.
MWTL	Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands.
NCP	Nederlands Continentaal Plat.
Potentiële impact	Potentiële impact is gedefinieerd als volgt: de eventuele invloed van object/soort 1 op object/soort 2 en visa versa.
Uitheems	Met uitheems worden Hydrozoa en Bryozoa soorten aangeduid die zich nog geen 100 jaar gevestigd hebben in Nederland. De definitie uitheems wordt mede bepaald door het Nederlands Soortenregister (Naturalis, EIS Kenniscentrum, & NVWA, 2018)
Verspreiding	Dit is als volgt gedefinieerd: Verspreiding van Hydrozoa of Bryozoa in de zee.
Waarneming	Een waarneming is in dit onderzoek gedefinieerd als volgt: en hydroïdpoliep of mosdierkje levend ten tijde van de bemonstering op een bepaald substraat in een monster. Wanneer twee koloniën van dezelfde soort op één steen voorkomen wordt er maar één soort gerapporteerd. Als twee koloniën van dezelfde soort op twee verschillende stenen zitten in hetzelfde monster worden er twee gerapporteerd.
Zand	Zand is als volgt gedefinieerd: alle mineralen deeltjes met een korrelgrootte tussen de 0,063 en 2 mm.

Hoofdstuk 1 – Inleiding

In dit hoofdstuk wordt de opzet van het afstudeeronderzoek naar verschillende aspecten van het vóórkomen van Hydrozoa en Bryozoa op de Doggersbank beschreven. Aan bod komt de gebiedsomschrijving, probleembeschrijving, doelstelling, afbakening en als laatste de vraagstelling. Daarnaast zijn er 2 tekstkaders toegevoegd: kader 1 omschrijft kort wat Hydrozoa en Bryozoa zijn, kader 2 omschrijft het verschil tussen hard substraat en zacht substraat.

1.1 Gebiedsomschrijving

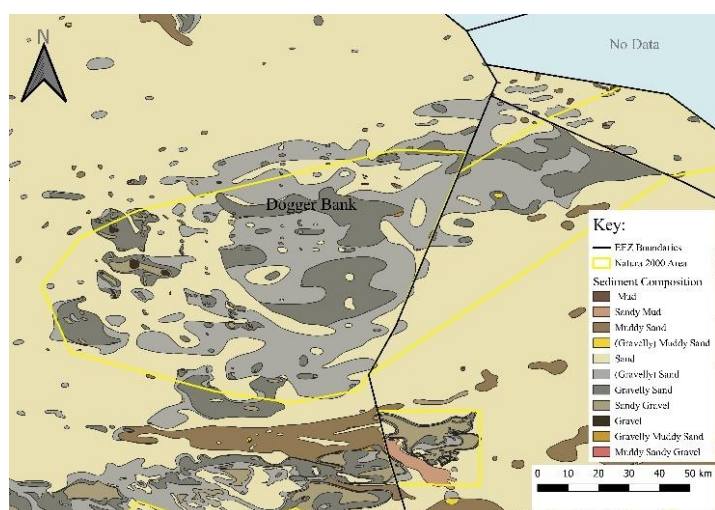
In de Noordzee liggen verschillende zandbanken, één daarvan is de Doggersbank. De Doggersbank is van oorsprong een zandwal die ontstaan is in de laatste IJstijd (Stichting Anemoon, 2017). Het gebied ligt in de Exclusieve Economische Zone (EEZ) ook wel het Nederlands Continentaal Plat (NCP) genoemd. De EEZ duidt dat deel aan van de Noordzee wat buiten de territoriale wateren ligt en tot 370 kilometer uit de kust reikt (Rijkswaterstaat, 2017). Door de zeespiegelstijging na de laatste IJstijd is de Doggersbank een ondiepte in de Noordzee geworden.



Figuur 1: De Doggersbank met de Exclusieve Economische zones van het Verenigd Koninkrijk, Nederland, Duitsland en Denemarken

Het gebied ligt 275 kilometer ten noordnoordwesten van Den Helder en is ongeveer 300 kilometer in lengte (van der Burg, Verduin, & de Lange, 2012). Figuur 1 geeft de locatie van de Doggersbank weer (European MSP Platform, 2012). Het gebied doorkruist de grenzen van het Verenigd Koninkrijk, Nederland, Duitsland en Denemarken (Ministerie van Economische Zaken, 2016). De Doggersbank onderscheidt zich voornamelijk door de hoge biodiversiteit van de bodemfauna, maar is ook van belang voor vogels en vissen waaronder de stekelrog (Lindeboom, Kessel, & Berkenbosch, 2005). De Doggersbank is gelegen op een grens tussen 2 zeestromingen (Bijlage 1) (Ecomare, 2017). Hierdoor bereikt relatief warm water het zuiden van de Doggersbank en vanaf het Noorden komt er een waterstroming van de Atlantische oceaan wat zorgt voor een relatief koude waterstroom. Naast het feit dat dit verschil in temperatuur oplevert drijven verschillende organismen ook met de stroming mee, waardoor op de Doggersbank een unieke diversiteit aan organismen kan voorkomen. De verschillende stromingen zorgen ook voor verschillende fronten met verscheidenheid in voedselrijkdom (Stichting de Noordzee, n.d.). Op de Doggersbank wordt in de zomer ook regelmatig zo'n front aangetroffen (Lindeboom et al., 2005).

De Doggersbank is door de staatssecretaris op 27 mei 2016 definitief aangewezen als Natura 2000 gebied zodat zij wettelijk beschermd moet worden (Ministerie van Economische Zaken, 2016); het gebied is echter nog niet gesloten voor visserij. De habitatrichtlijnen kenmerken het gebied als H1110C: *'permanent met zeewater van geringe diepte overstroomde zandbanken, subtype Doggersbank'* (Noordzeeloket, 2016). Habitattype H1110C is op landschapsniveau gedefinieerd op basis van vormen van het aardoppervlak en de zeestromingen. Beperkende criteria zijn de diepte van het water en de substraat/sedimentgrootte (Ministerie van Economische Zaken, 2014).



Figuur 2: Sedimentkaart van de Doggerbank.

Het relatieve belang binnen Europa van dit gebied staat omschreven als zeer groot. Het belangrijkste abiotische kenmerk van habitatype H1110C is de variatie in hydrodynamiek, de invloed van golfwerking op de Doggersbank. De graad van voedselrijkdom is matig eutroof tot eutroof, dit komt door het hoogteverschil. Op de ondiepe delen komt fijn zand met vele schelpfragmenten voor, op grote diepte wordt dit slibrijk zand, figuur 2 weergeeft een sedimentkaart waarin deze verschillen verduidelijkt worden (Jongkind, 2018). Stormen en de daardoor veroorzaakte waterbeweging kunnen echter leiden tot resuspensie van het sediment (Ministerie van Economische Zaken, 2014).

Sinds 2017 worden er bij de Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands (MWTl) ook Hydrozoa (hydroïdpoliepen) en Bryozoa (mosdiertjes) meegenomen (tekstkader 1). Deze groepen werden tot voor kort niet geanalyseerd terwijl dit wel in de voorschriften werd gesteld.

Tekstkader 1

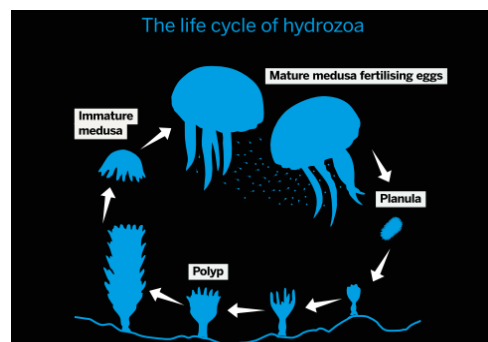
Wat zijn Hydrozoa en Bryozoa

Hydrozoa en Bryozoa vallen onder het macrozoöbenthos. Dit is een verzamelnaam voor een grote groep dieren die groter zijn dan 0,5 millimeter en op of in de bodem leven van zoete of zoute wateren.

Hydrozoa

Hydrozoa ofwel hydroïdpoliepen zijn een klasse van neteldieren (Cnidaria) en kunnen zowel in zoete als in zoute wateren voorkomen. De Hydrozoa kennen tijdens hun levenscyclus 2 sterk verschillende fases, de poliepfase en de medusafase. Figuur 3 (Ferdinando, 2018) laat een basale levenscyclus zien van een hydroïdpoliep.

De poliepfase is een fase waarbij de Hydrozoa doorgaans gebonden zitten aan hard substraat (hout, steen, wrakken of plastic). Sommige poliepen groeien solitair, maar vaak vormen de poliepen uitlopers en ontstaan er kolonies met aan elkaar verbonden individuen. Het formaat verschilt per soort. Sommige zijn slechts enkele millimeters groot en andere kunnen centimeters of tientallen centimeters groot worden (Cornelius, 1995). Met de kleine tentakels die de poliepen hebben, vangen ze hun voedsel bestaande uit o.a. uit zoöplankton. De totale levenscyclus van Hydroïdpoliepen omspannt in de meeste gevallen één jaar (Schuchert, 2010); de medusafase duurt met ongeveer twee maanden echter veel korter dan de poliepfase (Boero, Bouillon, & Piraino, 1992).



Figuur 3: Levenscyclus Hydrozoa

Bryozoa

Bryozoa ofwel mosdiertjes zijn dieren die in grote kolonies groeien en een uiterst gevarieerd uiterlijk kunnen hebben. De zoïde (zo wordt één individu genoemd binnen een kolonie) kan verkalkt zijn of niet. De kolonie kan korstvormend groeien of opgericht, stevig of buigzaam zijn, tot een paar millimeter of tot wel 30 centimeter groeien. Net als de Hydrozoa hebben de Bryozoa tentakels. Echter waar Hydrozoa actief hun prooi vangen, creëren de Bryozoa een waterstroom die voedsel richting het organisme transporteert. Hierdoor stromen zwevende deeltjes naar de mondopening van de Bryozoa (Blauwe, 2009). Foto 1 (Merkens, 2018) geeft een korstvormend mosdiertje weer. Elke opening is één zoïde, deze zijn ongeveer 0.5 bij 0.3 millimeter (Blauwe, 2009). Bryozoa groeien op o.a. hout, steen en plastic. Sommige soorten groeien op andere Hydrozoa of Bryozoa. Kolonies van Bryozoa kunnen, wanneer gevestigd en onder geschikte omstandigheden, in principe oneindig doorgroeien (Brusca & Brusca, 2003).



Foto 1: *Electra pilosa*, een korstvormende Bryozoa hier groeiend op hout.

1.2 Probleembeschrijving

Tot voor kort werd aangenomen dat Hydrozoa en Bryozoa voornamelijk op dijken en (kunstmatige) riffen voorkwamen. Onderzoeken naar deze soorten zijn tot op heden gericht op harde substraten (tekstkader 2). Doordat de ten zuiden van de Doggersbank gelegen Klaverbank een gebied is waar veel hard substraat (grind/stenen) voorkomt zijn hier uitvoerige onderzoeken uitgevoerd. Daarnaast worden ook veel scheepswrakken, productieplatformen en windmolens onderzocht. Naar schatting liggen er ruim 27.000 scheepswrakken in de Noordzee (Coolen et al., 2015) waarvan er ongeveer 1.400 in de Zuidelijke Noordzee liggen.

Door nieuwe inzichten blijkt dat deze groepen ook algemeen voorkomen in gebieden waar minder hard substraat aanwezig is (Cuperus, 2018). De Doggersbank is een gebied met veel zacht substraat (tekstkader 2). Hoewel het uit zacht substraat bestaat is er wel hard substraat aanwezig, echter is hier minder frequent hard substraat aanwezig in vergelijking met de Klaverbank.

De kennis over het voorkomen van Hydrozoa en Bryozoa op de Doggersbank is ontoereikend. Dit komt o.a. door de verwachting dat de huidige soortenlijst van deze soorten op de Doggersbank verre van compleet is. Daarnaast staat de Doggersbank in de belangstelling voor de aanleg van een windmolenpark. Deze belangstelling is drieledig (Tennet, 2017); dit door haar ideale locatie tussen het Verenigd Koninkrijk, Nederland, Duitsland en Denemarken. Ook is de Doggersbank al een ondiepte in de zee hetgeen een flinke besparing op aanlegkosten betekent, en als laatste is er ook veel wind. North Sea Wind Power Hub is een consortium tussen Tennet, Energinet, Gasunie en Port of Rotterdam. Dat onderzoekt en bestudeert de mogelijke ontwikkeling van een grootschalig, duurzaam Europees energievoorzieningssysteem in de Noordzee (Tennet, Energinet, Gasunie, & Port of Rotterdam, 2018a). Hun doel is om een eiland aan te leggen in de Noordzee op de locatie van de Doggersbank en vanuit daar meerdere grote windmolenparken aan te leggen die per stuk tot 30 gigawatt kunnen leveren (Tennet, Energinet, Gasunie, & Port of Rotterdam, 2018b).

De aanleg van een windmolenpark op de Doggersbank zonder concrete gegevens over aanwezige soorten zoals Hydrozoa en Bryozoa kan funest zijn voor het bodemleven. Ook speelt duurzaamheid een rol (Energie Conversie Parken, 2012), windmolenparken kunnen het functioneren van een ecosysteem in gevaar brengen, anderzijds reduceren windmolens de uitstoot van CO₂ doordat er minder fossiele brandstoffen verbrand moeten worden. Offshore constructies zoals windmolens (H. J. Lindeboom et al., 2011; Han Lindeboom et al., 2015) en productieplatformen (Van Der Stap et al., 2016) kunnen daarnaast dienen als kunstmatige riffen, maar hier loopt nog een discussie over of dit een positief of negatief effect is (Van Der Stap et al., 2016). Daarnaast zijn verschillende factoren zoals diepte, locatie en ouderdom van invloed op de soorten die erop groeien, desalniettemin verklaart dit niet alle verschillen (Guerin, 2009). Windmolens en productieplatformen bestaan door hun ontwerp uit een zo glad mogelijke staalcompositie en een fundering van stenen. Dit zorgt ervoor dat het kunstmatige rif uit een specifiek habitat bestaat, wat geschikt is voor sommige soorten maar niet voor alle soorten (Macreadie, Fowler, & Booth, 2011). Uit een onderzoek wat uitgevoerd is op de Thorntonbank voor de kust van België leefden er na 3 en een halve maand 44 soorten invertebraten. Echter waren maar 5 soorten algemeen aanwezig (Francis Kerckhof, Norro, Jacques, & Degraer, 2009). Van deze 5 soorten behoorde er één tot de Bryozoa en géén tot de Hydrozoa. Uit langdurig onderzoek op kunstmatige riffen blijkt dat het circa 5 jaar duurt voordat er een stabiele gemeenschap ontstaat (Leonhard & Pedersen, 2006), maar stormen of strenge winters kunnen dit proces verlengen. Echter blijkt wel dat door de mens gemaakte structuren niet dezelfde soorten huisvesten als natuurlijke harde substraten (Petersen & Malm, 2006). Offshore windmolens kunnen als 'stepping stones' dienen voor de verspreiding van epibenthische organismen, dus ook voor uitheemse soorten (Petersen & Malm, 2006).

Tekstkader 2**Hard substraat**

De definitie van hard substraat is omvangrijk. Hard substraat kan zowel van natuurlijke als onnatuurlijke oorsprong zijn, bijvoorbeeld hout, steen, schelpen, oesterbanken, plastic, touw, ijzer (scheepswrakken, windmolens, productieplatformen).

Zacht substraat

Met zacht substraat worden gronden bedoeld die bestaan uit zand- en slibbodems. De definitie van zand wordt toegelicht in de verklarende woordenlijst.

Bovenstaande onderzoeken noemen zowel positieve als negatieve effecten voor het voorkomen van macrozoöbenthos. Hierdoor is het onduidelijk wat de effecten van windmolens en productieplatformen op de Hydrozoa en Bryozoa van de Doggersbank is.

1.3 Doelstelling

Het doel van dit onderzoek is om het effect te bepalen van windmolens en productieplatformen op *inheemse* en *uitheemse* Hydrozoa en Bryozoa in habitatype H1110. In het kader van Natura2000 moet er een voedselweb worden opgesteld van het betreffende gebied. In het voedselweb wordt gewerkt op drie verschillende trofische niveaus één daarvan is benthos. Het doel is om een zo compleet mogelijke soortenlijst te creëren van Hydrozoa en Bryozoa in habitatype H1110.

1.4 Afbakening

Om de grenzen van dit onderzoek aan te geven is een aantal randvoorwaarden geformuleerd. Deze randvoorwaarden staan hieronder omschreven, verder wordt vermeld welke activiteiten wel of niet binnen dit project worden uitgevoerd.

- Het onderzoek beperkt zich tot habitatype H1110: permanent overstroomde zandbanken. Hiermee worden gebieden zoals de Klaverbank (H1170) uitgesloten van onderzoek. Deze zijn rijk aan micro hard substraat wat kan zorgen voor een vertekend beeld van het voorkomen van Hydrozoa en Bryozoa soorten in habitatype H1110.
- Voor dit onderzoek worden er monsters gebruikt die genomen zijn van de Doggersbank in 2016. Echter is het niet mogelijk om alle monsters die op de Doggersbank zijn genomen te analyseren met het laboratoriumonderzoek. In totaal worden er vijftien monsters meegenomen in dit onderzoek, hiervan zijn er zes geanalyseerd door (Boeije, 2017). Tevens wordt de soortenlijst van dit laboratoriumonderzoek samengevoegd met het vorige laboratoriumonderzoek (Boeije, 2017).

1.5 Vraagstelling

Voor dit onderzoek is de volgende hoofdvraag opgesteld:

Welk effect hebben windmolenparken en productieplatformen op de verspreiding van *inheemse* en *uitheemse* Hydrozoa en Bryozoa in Habitatype H1110?

De hoofdvraag is onderverdeeld in 5 deelvragen;

1. Welke *inheemse* en *uitheemse* Hydrozoa en Bryozoa soorten komen voor op micro hard substraat in een zacht substraat omgeving van habitatype H1110?
2. Welke Hydrozoa en Bryozoa soorten komen voor op windmolenparken en productieplatformen in habitatype H1110?
3. Wat is het verschil in soorten tussen Hydrozoa en Bryozoa van locaties met micro hard substraat en Hydrozoa en Bryozoa soorten op windmolenparken en productieplatformen?

4. Wat is de potentiële impact van *uitheemse* Hydrozoa en Bryozoa op de ecologie in habitatype H1110?
5. Wat is de potentiële impact van *uitheemse* Hydrozoa en Bryozoa op de windmolenparken en productieplatformen in habitatype H1110?
6. Wat zijn de sociaaleconomische risico's van windmolenparken en productieplatformen op habitatype H1110?

Met uitheems worden Hydrozoa en Bryozoa soorten aangeduid die zich nog geen 100 jaar hebben gevestigd (Naturalis Biodiversity Center, 2018). Micro substraat is al het harde substraat dat geen windmolen of productieplatform is. Voorbeelden hiervan zijn: steen, hout, plastic, schelpen, doek, draad en kabels. De verklarende woordenlijst wordt weergegeven op bladzijde 6, hierin wordt o.a. verspreiding en potentiële impact gedefinieerd.

1.6 Leeswijzer

In hoofdstuk 1 wordt achtereenvolgens een inleiding gegeven, de probleemstelling, de afbakening en de vraagstelling van het onderzoek. Hoofdstuk 2 presenteert het materiaal en de methode die gebruikt is om dit onderzoek tot stand te brengen. In hoofdstuk 3 staan de resultaten centraal van het laboratoriumonderzoek en het literatuuronderzoek. In hoofdstuk 4 worden de resultaten die naar voren zijn gekomen tijdens dit onderzoek bediscussieerd. Dit wordt gevolgd door de conclusie in hoofdstuk 5. Als laatste worden er aanbevelingen gegeven voor toekomstig onderzoek in hoofdstuk 6.

Hoofdstuk 2 – Methode

In dit hoofdstuk wordt de methode van dit onderzoek beschreven het begint met de bemonsteringsmethode van dit onderzoek wordt omschreven in paragraaf 2.1. Methode van visbemonstering. Het laboratoriumonderzoek wordt omschreven in paragraaf 2.2 Laboratoriumonderzoek. In paragraaf 2.3 wordt de methode van deze literatuurstudie omschreven.

2.1 Methode van visbemonstering

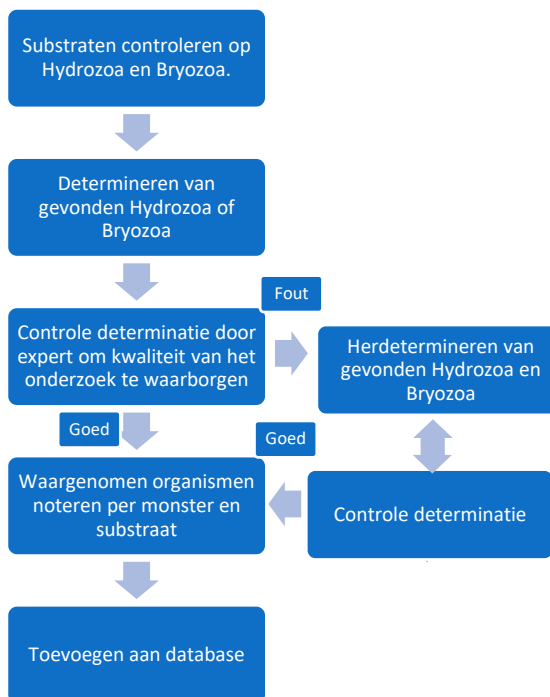
Van 4 tot en met 15 juli 2016 is er een visbemonstering uitgevoerd op de gehele Doggersbank (Johann Heinrich von Thünen Institute, 2016). Dit onderzoek heeft plaats gevonden in de deelgebieden van het Verenigd Koninkrijk, Nederland, Duitsland en Denemarken. Tijdens deze visbemonstering heeft RWS zich gericht op het verzamelen van macrozoöbenthos. In totaal zijn er op 34 verschillende locaties monsters naar boven gehaald door middel van een visnet (figuur 6). Tijdens deze visbemonstering kwamen naast vissen, haaien en roggen ook veel harde substraten mee naar boven. Niet alle harde substraten die in het visnet werden aangetroffen konden meegenomen worden. Uit alle aangetroffen harde substraten is handmatig een selectie gemaakt (Cuperus, 2018). Getracht is om een zo representatief mogelijk monster samen te stellen per locatie en op deze manier een zo compleet mogelijk overzicht te krijgen van aanwezige soorten zoals Hydrozoa, Bryozoa, Polychaeta, Gastropoda en Porifera. Door deze werkwijze is het een kwalitatief onderzoek. Van de 34 genomen monsters zijn er tijdens een vorig onderzoek al 6 geanalyseerd op Hydrozoa en Bryozoa (Boeije 2017). De resultaten van dat onderzoek zullen bij deze studie gebruikt worden.

2.2 Laboratoriumonderzoek

Om te onderzoeken welke Hydrozoa en Bryozoa soorten voorkomen op de Doggersbank zijn 9 monsterpotten geanalyseerd tijdens dit onderzoek. De inhoud van de monsterpotten is ten behoeve van conservering aangevuld met een mengsel van formaldehyde (6%), borax (2g/L) en zeewater. Voordat de monsters geanalyseerd worden, wordt de formaldehyde oplossing met inhoud over een zeef ($\varnothing$ 0,315 mm) met behulp van een trechter in een opvangvat gegoten. De zeef met inhoud wordt met water gespoeld in een zuurkast. Het spoelen van het monster gebeurt minimaal 5 minuten, zodat alle overgebleven formaldehyde wordt weggespoeld.

Alle Hydrozoa en Bryozoa uit een monster wordt zorgvuldig geanalyseerd onder een Leica MZ8 binoculair met een vergroting tot 64 keer. Voor extra belichting van de monsters staat er bij de binoculair een Halogeen lichtbron van het merk Schott KL1500 electronics. Waar nodig is een Olympus BX51 microscoop gebruikt met een vergroting tot 400 keer. Op de microscoop is een Olympus DP73 camera gemonteerd aangesloten op een computer met bijbehorende software.

Er is steeds getracht om op soortniveau te determineren. Als het niet mogelijk bleek om op soortniveau te komen, is op een hoger taxonomisch niveau gedetermineerd. Wanneer uit een monster alle Hydrozoa en Bryozoa zijn gedetermineerd is dit gecontroleerd door Joël Cuperus om zo de kwaliteit van alle gegevens te waarborgen. Joël Cuperus is technisch adviseur mariene macrozoöbenthos bij Rijkswaterstaat en controleert alle mariene onderzoeken die uitgevoerd worden door marktpartijen in opdracht van Rijkswaterstaat. Bij een foute determinatie is het organisme opnieuw gedetermineerd (zie figuur 4 voor een schematische weergave). Dit proces wordt herhaald totdat alle Hydrozoa en Bryozoa van één monster zijn gedetermineerd. De gegevens



Figuur 4: Schematische weergave laboratoriumonderzoek

worden opgeslagen in de database van Rijkswaterstaat. Hierin worden het monster nummer, de soort, door wie deze geïdentificeerd is, substraat, locatie en land genoteerd.

In dit onderzoek zijn negen monsters geanalyseerd, deze monsters zijn willekeurig gekozen. Daarnaast zijn er tijdens een vorig onderzoek ook al zes monsters geanalyseerd (Boeije, 2017) hetgeen het totaal aantal voor dit onderzoek gebruikte monsters op vijftien brengt.

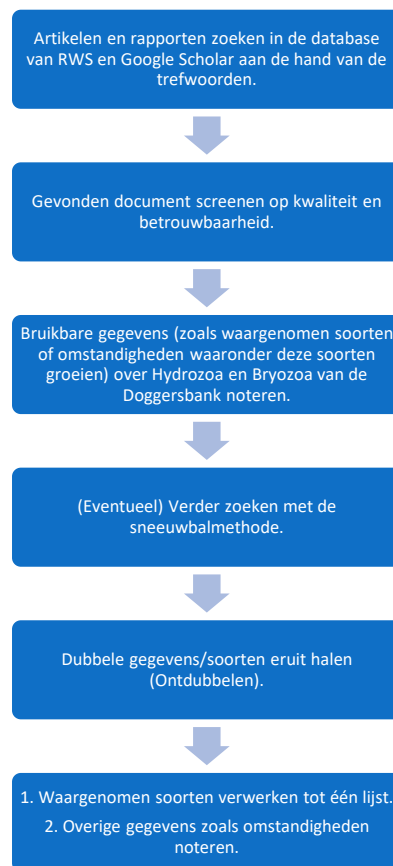
2.3 Literatuuronderzoek

Het literatuuronderzoek is een systematische literatuurreview over: Hydrozoa, Bryozoa en over de sociaaleconomische invloeden die teweeg worden gebracht door de plaatsing, gebruik en verwijdering van windmolenparken en productieplatformen. Binnen de database van Rijkswaterstaat en binnen Google Scholar is er gezocht naar geschikte literatuur. Op de volgende trefwoorden (of een combinatie van trefwoorden) is gezocht binnen deze twee systemen;

- Hydrozoa
- Bryozoa
- Offshore Wind farms
- Offshore productionplatforms
- Marine fouling
- Stepping stones
- Reef effect
- Benthos
- Marine environment

Artikelen en rapporten die gevonden worden in dit onderzoek worden eerst gescreend. Tijdens deze screening wordt er gekeken naar kwaliteit en bruikbaarheid, maar ook naar betrouwbaarheid van het desbetreffende artikel of rapport. Met de artikelen die gevonden zijn is er verder gezocht met de sneeuwbalmethode. Hier worden bronnen, citaten en verwijzingen met bruikbare informatie opgezocht, als deze bruikbare informatie bevat begint het proces weer van vooraf aan. In figuur 5 wordt de schematische weergave van dit literatuuronderzoek weergegeven.

Nadat de literatuur geschikt is verklaard voor dit onderzoek, worden de bruikbare gegevens verzameld. De gegevens die verzameld zullen worden hebben alle betrekking op Hydrozoa en Bryozoa, en dan voornamelijk welke soorten Hydrozoa en Bryozoa in de Noordzee zijn waargenomen.



Figuur 5: Schematische weergave literatuuronderzoek

2.3 Data-analyse deelvragen

Hoewel er gewaarborgd wordt dat dit onderzoek representatief, herhaalbaar en betrouwbaar is blijft het een kwalitatief onderzoek (Baarda, 2014). De gegevens worden op verschillende manieren van verschillende bronnen verzameld. Hierdoor blijft er altijd ruimte voor interpretatie. Hieronder wordt omschreven hoe de deelvragen beantwoord worden.

Deelvraag 1

Welke inheemse en uitheemse Hydrozoa en Bryozoa soorten komen voor op micro hard substraat in een zacht substraat omgeving van habitatype H1110?

De gegevens van de Hydrozoa en Bryozoa soortenlijst kennen twee verschillende bronnen. Er wordt een literatuuronderzoek uitgevoerd wat een soortenlijst zal genereren. Tevens wordt er een laboratoriumonderzoek uitgevoerd. Deze gegevens samen zullen 1 soortenlijst vormen met Hydrozoa en Bryozoa soorten die voorkomen op zacht substraat van habitatype H1110

Deelvraag 2

Welke Hydrozoa en Bryozoa soorten komen voor op windmolenparken en productieplatformen in habitatype H1110?

Door de literatuurstudie worden er gegevens verzameld over het voorkomen van Hydrozoa en Bryozoa soorten op windmolenparken en productieplatformen.

Deelvraag 3

Wat is het verschil in soorten tussen Hydrozoa en Bryozoa van locaties met micro hard substraat en Hydrozoa en Bryozoa soorten op windmolenparken en productieplatformen?

Voor deelvraag 1 is een soortenlijst van Hydrozoa en Bryozoa gecreëerd door middel van een laboratoriumonderzoek en literatuurstudie. Voor deelvraag 2 is een soortenlijst van Hydrozoa en Bryozoa gecreëerd door middel van een literatuurstudie. De twee soortenlijsten die hierdoor zijn ontstaan zullen met elkaar worden vergeleken. Hierdoor kunnen de verschillen in de twee soortenlijsten van Hydrozoa en Bryozoa soorten worden weergegeven en geanalyseerd.

Deelvraag 4

Wat is de potentiële impact van uitheemse Hydrozoa en Bryozoa op de ecologie in habitatype H1110?

Uit opgestelde soortenlijsten van habitatype H1110 worden de uitheemse Hydrozoa en Bryozoa soorten gehaald. Daarna worden de uitheemse soorten van micro hard substraat en de uitheemse soorten van windmolenparken en productieplatformen met elkaar vergeleken. De verschillen die hier uitkomen zullen worden verklaard aan de hand van literatuurstudies over invasie/uitheemse Hydrozoa en Bryozoa soorten.

Deelvraag 5

Wat is de potentiële impact van uitheemse Hydrozoa en Bryozoa op de windparken en productieplatformen in habitatype H1110?

Windparken en productieplatformen vergroten het areaal waar soorten zoals Hydrozoa en Bryozoa soorten op kunnen groeien. Echter kan dit ook als 'stepping stones' dienen voor uitheemse soorten wat de verspreiding makkelijker maakt. Door de literatuurstudie zijn er gegevens beschikbaar welke uitheemse soorten Hydrozoa en Bryozoa op windparken en productieplatformen kunnen voorkomen. Hiermee kan de potentiële impact van uitheemse soorten worden omschreven op windparken en productieplatformen in habitatype H1110.

Deelvraag 6

Wat is de duurzaamheid van windmolenparken en productieplatformen op habitatype H1110?

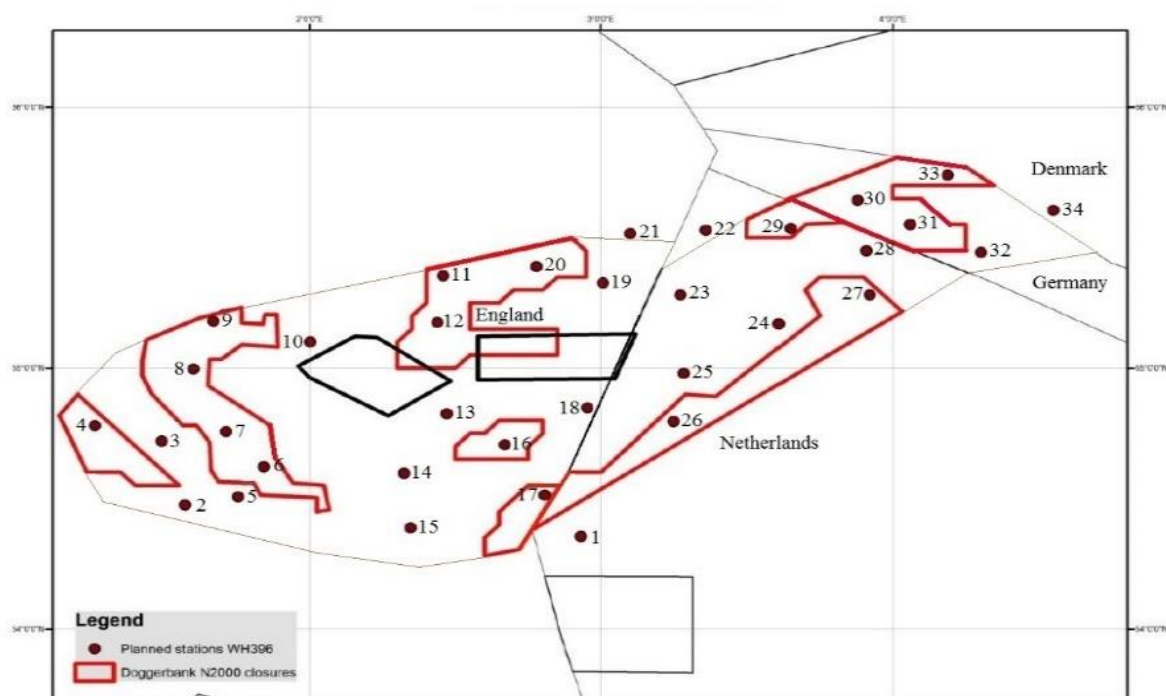
Door middel van een literatuuronderzoek wordt gepoogd enkele sociaaleconomische risico's in kaart te brengen van windmolenparken en productieplatformen die plaats kunnen vinden op habitatype H1110.

Hoofdstuk 3 – Resultaten onderzoek

De resultaten van het laboratoriumonderzoek worden hieronder weergegeven. Paragraaf 3.1 gaat in op de geanalyseerde monsters en de locatie van deze monsters. Paragraaf 3.2 gaat verder in op het laboratoriumonderzoek. En in paragraaf 3.3 worden de waargenomen Hydrozoa en Bryozoa en hun substraatvoorkeur behandeld. Een compleet overzicht van alle waarnemingen in het laboratoriumonderzoek is niet bijgevoegd in de bijlage wegens gevoeligheid van de verzamelde data. Informatie opvragen omtrent de complete soortenlijst kan door contact op te nemen met Rijkswaterstaat.

3.1 Geanalyseerde monsters

Hieronder worden per onderzoeker de geanalyseerde monsters weergegeven met daarachter het land van oorsprong. Een compleet overzicht van monsterpunten is te vinden in Figuur 6. De volgende monsters zijn in dit onderzoek geanalyseerd: 2, 11, 15, 18, 21, 22, 26, 27, 29. De volgende monsters zijn in het vorige onderzoek geanalyseerd (Boeijs, 2017): 1, 7, 17, 32, 33 en 34.



Figuur 6: Locaties van de genomen monsters op de Doggersbank juli 2016 (Interne kaart © Rijkswaterstaat)

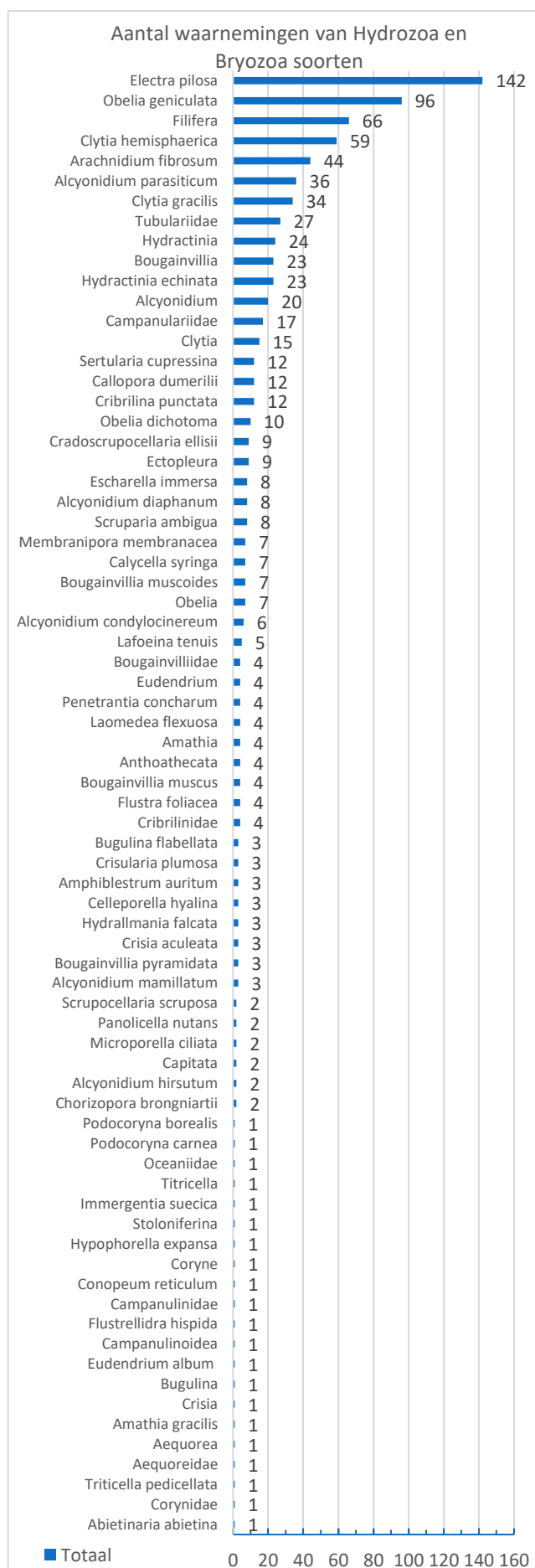
3.2 Laboratoriumonderzoek

Er zijn 846 verschillende waarnemingen van Hydrozoa en Bryozoa gedaan verspreid over vijftien verschillende monsters. In totaal zijn 73 verschillende vormen onderscheiden: 36 Hydrozoa en 37 Bryozoa. Hiervan konden respectievelijk 17 Hydrozoa en 31 Bryozoa tot op soortniveau worden gedetermineerd (Grafiek 1).

Alle Hydrozoa en Bryozoa soorten die waargenomen zijn tijdens het laboratoriumonderzoek werden genoteerd in één grote Excel sheet. Daarnaast werd van elke Hydrozoa en Bryozoa kolonie die waargenomen werd tijdens het laboratoriumonderzoek het substraat genoteerd. Dit micro hard substraat kan een natuurlijke afkomst hebben, bijvoorbeeld; hout, schelpen, steen of bruinwieren. Echter kan het micro hard substraat ook een kunstmatige afkomst hebben, in dit onderzoek betreft dat plastic, draad/touw en een deken.

In Grafiek 1, 2 en 3 worden de resultaten weergegeven die voortkomen uit het laboratoriumonderzoek. Grafiek 1 begint met alle waargenomen Hydrozoa en Bryozoa (op soortnaam en genus/familie) uit het laboratoriumonderzoek weergegeven op de Y-as, op de X-as staat het aantal malen vermeld dat deze soorten waargenomen zijn.

In de vijftien geanalyseerde monsters zijn er 846 waarnemingen gedaan van Hydrozoa en Bryozoa. Het leeuwendeel van deze waarnemingen wordt gedomineerd door waarnemingen van *Electra pilosa* (Bryozoa), *Obelia geniculata*, *Filifera* en *Clytia hemisphaerica* (Hydrozoa), deze vier soorten zijn 362 (42%) keer waargenomen. Veel andere soorten (of genus/familie) zijn weinig waargenomen, in totaal zijn er 56 soorten (of genus/familie) minder waargenomen dan 10 keer in alle vijftien monsters van het laboratoriumonderzoek.

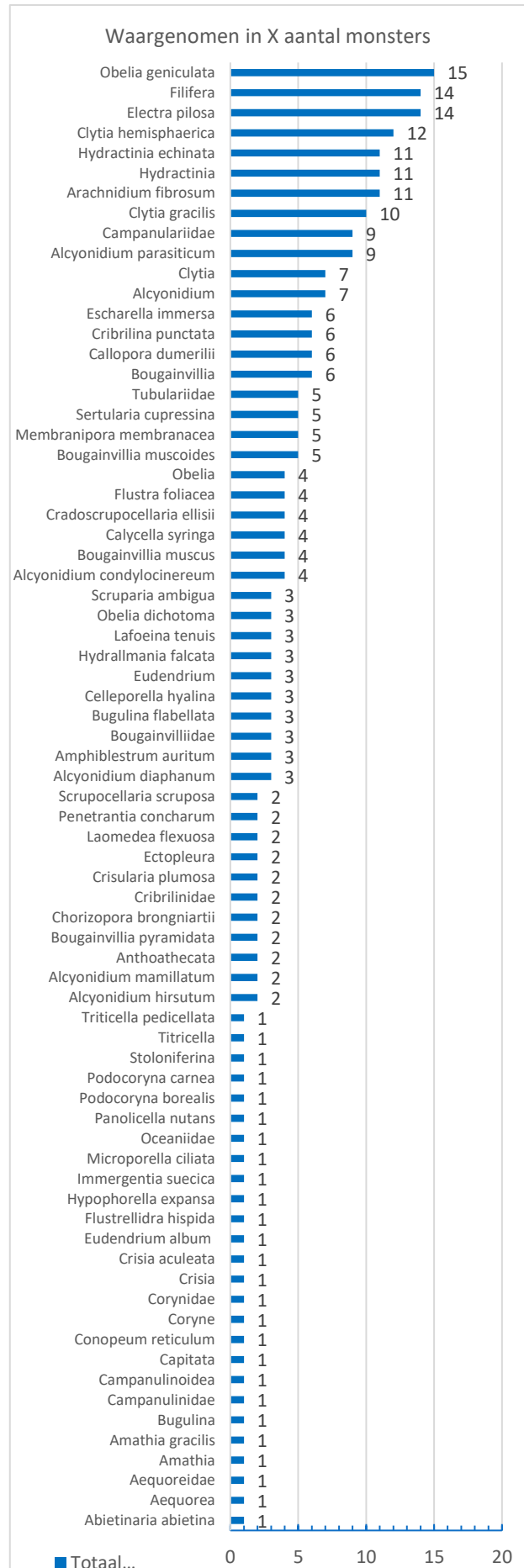


Grafiek 1: Staafdiagram met waargenomen Hydrozoa en Bryozoa soorten op de Y-as en aantal waarnemingen op de X-as.

Grafiek 2 weergeeft op de Y-as alle waargenomen soorten in het laboratoriumonderzoek. Op de X-as wordt weergegeven in hoeveel verschillende monsters dat betreffende soort, genus of familie is aangetroffen. In totaal zijn er 15 monsters geanalyseerd en alleen de *Obelia geniculata* is in alle monsters tenminste één keer waargenomen.

Filifera en *Electra pilosa* volgen beide met tenminste één waarneming in 14 monsters. Daarna volgt *Clytia hemisphaerica* die waargenomen is in 12 verschillende monsters, dit zijn ook meteen de vier soorten die het meest zijn waargenomen in het laboratoriumonderzoek.

Van de 73 soorten, genus of familie die zijn waargenomen in het laboratoriumonderzoek komen er 26 slechts in één monster voor. 21 van deze soorten die maar in één monster is waargenomen is in totaal ook maar één keer waargenomen. De overige 5 soorten zijn; *Capitata* (2x), *Microporella ciliata* (2x), *Panolicella nutans* (2x), *Crisia aculeata* (3x) en *Amathia* (4x) waargenomen in één monster.

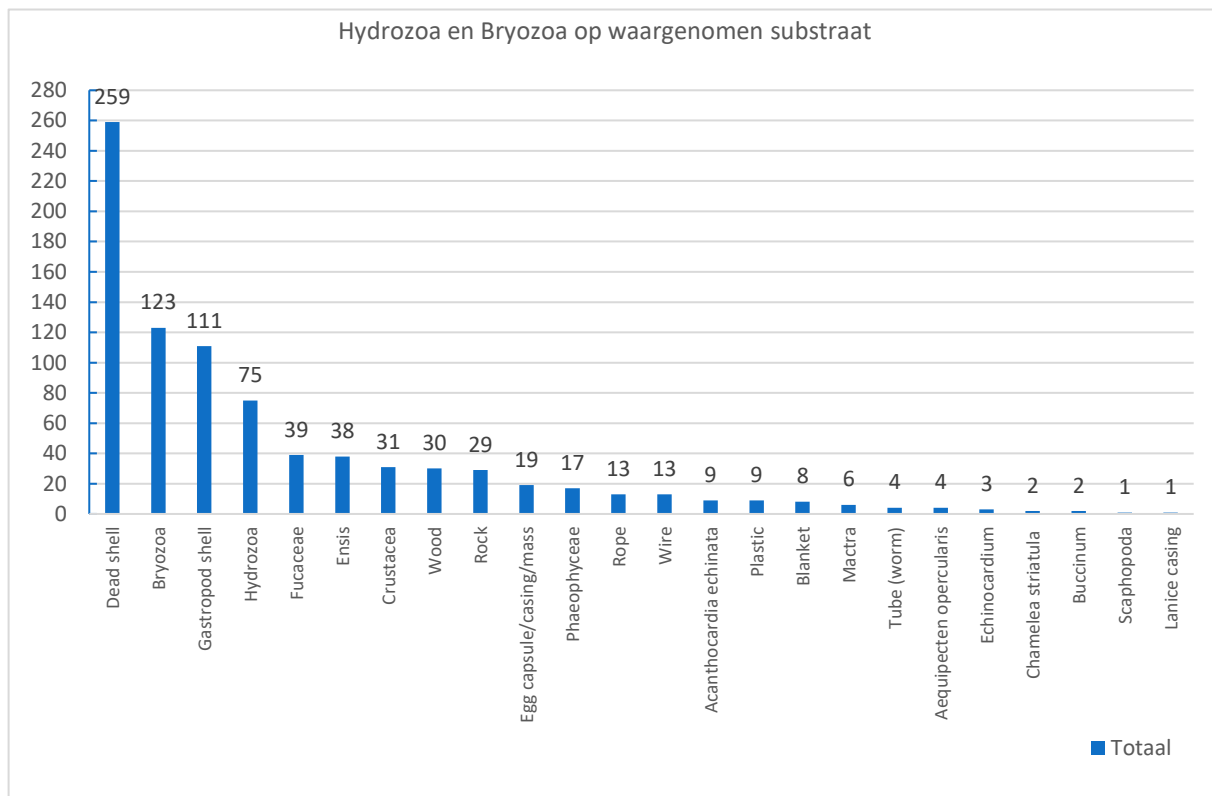


Grafiek 2: Staafdiagram met op de Y-as Hydrozoa en Bryozoa. De X-as weergeeft in hoeveel verschillende monsters dat betreffende soort is aangetroffen.

In grafiek 3 wordt weergegeven op welk substraat de Hydrozoa of Bryozoa is waargenomen. De substraatgroepen die op de X-as staan vermeld zijn versimpeld. Zo zijn alle verschillende Hydrozoa soorten die als substraat zijn vermeld zoals; *Bougainvillia*, *Tubulariidae* of *Sertularia* samengevoegd tot één groep genaamd Hydrozoa. Dit is ook gedaan met alle Bryozoa soorten die als substraat zijn genoteerd zoals; *Alcyonidium* en *Flustra foliacea*, vallen in grafiek 3 onder de verzamelnaam Bryozoa.

Van de 843 waargenomen Hydrozoa en Bryozoa soorten, komen 800 waarnemingen van natuurlijk hard micro substraat. Zo zijn veruit de meeste waarnemingen (259, ofwel 32%) van Hydrozoa en Bryozoa gedaan op dode schelpen (Bivalvia). Daarna volgt de groep Bryozoa als veel begroeide substraat, met 123 waarnemingen van Hydrozoa of Bryozoa soorten met Bryozoa als substraat. Slakkenhuizen (Gastropod shells) zijn in het laboratoriumonderzoek naar voren gekomen als derde meest begroeide substraat, dit betreft 111 (14%) waarnemingen.

De overige 43 waarnemingen zijn gedaan op kunstmatig hard micro substraat. Deze 43 waarnemingen bestaan uit 15 verschillende soorten (7 Hydrozoa en 8 Bryozoa). Echter zorgen *Alcyonidium parasiticum* en *Electra pilosa* (Bryozoa) en *Clytia gracilis* en *Obelia geniculata* (Hydrozoa) voor 55% van de waarnemingen op kunstmatige micro harde substraten.



Grafiek 3: Staafdiagram met op de X as de substraten waarop Hydrozoa en Bryozoa soorten zijn waargenomen. Op de Y as het aantal waarnemingen.

Alle zeventien Hydrozoa soorten uit het laboratoriumonderzoek zijn inheems. Van de éénendertig waargenomen Bryozoa soorten zijn er vijfentwintig inheems. De zes overige waargenomen Bryozoa soorten hebben volgens het Nederlands Soortenregister niet de status inheems (Naturalis Biodiversity Center, 2018). Vijf van de zes soorten staan zelfs niet in het soortenregister: *Chorizopora brongniartii*, *Cradoscrupocellaria ellisii*, *Hypophorella expansa*, *Immergentia suecica* en *Penetrantia concharum*. Als laatste zijn van *Membranipora membranacea* onvoldoende gegevens beschikbaar om te bepalen of deze soort inheems of uitheems is. Tabel 1 weergeeft de hierboven genoemde informatie. Voor de definitie van uitheems zie de verklarende woordenlijst.

Tabel 1: Waargenomen Hydrozoa en Bryozoa soorten gerangschikt naar status

Waargenomen inheemse Hydrozoa soorten	
<i>Abietinaria abietina</i>	<i>Hydrallmania falcata</i>
<i>Bougainvillia muscoides</i>	<i>Lafoeina tenuis</i>
<i>Bougainvillia muscus</i>	<i>Laomedea flexuosa</i>
<i>Bougainvillia pyramidata</i>	<i>Obelia dichotoma</i>
<i>Calycella syringa</i>	<i>Obelia geniculata</i>
<i>Clytia gracilis</i>	<i>Podocoryna borealis</i>
<i>Clytia hemisphaerica</i>	<i>Podocoryna carnea</i>
<i>Eudendrium album</i>	<i>Sertularia cupressina</i>
<i>Hydractinia echinata</i>	
Waargenomen inheemse Bryozoa soorten	
<i>Alcyonidium condylocinereum</i>	<i>Cribrilina punctata</i>
<i>Alcyonidium diaphanum</i>	<i>Crisia aculeata</i>
<i>Alcyonidium hirsutum</i>	<i>Crisularia plumosa</i>
<i>Alcyonidium mamillatum</i>	<i>Electra pilosa</i>
<i>Alcyonidium parasiticum</i>	<i>Escharella immersa</i>
<i>Amathia gracilis</i>	<i>Flustra foliacea</i>
<i>Amphiblestrum auritum</i>	<i>Flustrellidra hispida</i>
<i>Arachnidium fibrosum</i>	<i>Microporella ciliata</i>
<i>Bugulina flabellata</i>	<i>Panolicella nutans</i>
<i>Callopora dumerilii</i>	<i>Scruparia ambigua</i>
<i>Celleporella hyalina</i>	<i>Scrupocellaria scruposa</i>
<i>Conopeum reticulum</i>	<i>Triticella pedicellata</i>
Waargenomen Bryozoa soorten zonder status	
<i>Chorizopora brongniartii</i>	<i>Immergentia suecica</i>
<i>Cradoscrupocellaria ellisii</i>	<i>Penetrantia concharum</i>
<i>Hypophorella expansa</i>	
Waargenomen Bryozoa met onvoldoende informatie	
<i>Membranipora membranacea</i>	

Hoofdstuk 4 – Discussie

In dit hoofdstuk worden de gegevens die zijn voortgekomen uit het laboratorium- en literatuuronderzoek bediscussieerd. Per deelvraag wordt er een discussie gestart, als laatste wordt er een discussie gestart over de hoofdvraag.

Deelvraag 1

Welke *inheemse* en *uitheemse* Hydrozoa en Bryozoa soorten komen voor op micro hard substraat in een zacht substraat omgeving van habitattype H1110?

Bij de analyses van de monsters uit het laboratoriumonderzoek is terughoudendheid betracht wat betreft het toewijzen van soortnamen. Soorten die niet 100% overeenkwamen met de omschrijving van de desbetreffende soort zijn terug gezet op genus of zelfs familieniveau. Zo zijn er 26 verschillende genera of families waargenomen, die in totaal 241 waarnemingen onder zich hebben. De huidige opgestelde soortenlijst van het laboratoriumonderzoek kan dus in werkelijkheid langer zijn, dit door de hiervoor genoemde terughoudendheid met determineren.

Tijdens het laboratoriumonderzoek zijn er geen uitheemse Hydrozoa of Bryozoa soorten waargenomen. Er zijn echter wel vijf soorten zonder status waargenomen. Daarnaast ook nog één soort met te weinig gegevens om te bepalen of het een inheemse of uitheemse soort is; zie tabel 1 voor de desbetreffende soorten. Daarnaast zijn de taxonomische status van sommige soorten het onderwerp van controversie. Zo was *Cradoscrupocellaria ellisi* voorheen *Scrupocellaria ellisi* en werd vroeger verkeerd gedetermineerd als *Scrupocellaria reptans* (Vieira, Spencer Jones, & Winston, 2013). Uit ditzelfde onderzoek kwam naar voren dat er in totaal 9 *Scrupocellaria* soorten tot de *Cradoscrupocellaria* behoort, daarnaast zijn er 18 nieuwe *Cradoscrupocellaria* soorten voor de wetenschap omschreven (Vieira et al., 2013).

Tevens was *Amathia gracilis* voorheen *Bowerbankia gracilis* (WoRMS Editorial Board, 2018). Echter worden er twee verschillende soorten omschreven die voor de Europese kust voor kunnen komen; één met gele embryo's en één met roze embryo's. Ook wordt de echte *Amathia gracilis* omschreven als een soort die voor de kust van de Verenigde Staten voorkomt en dat de *A. gracilis* voor de Europese kust niet 100% overeen komt met de vorm uit de VS (Blauwe, 2009; Hayward, 1985; Waeschenbach et al., 2015).

Naast het laboratoriumonderzoek is er één artikel gevonden met bruikbare gegevens over Hydrozoa en Bryozoa op micro hard substraat. Dit artikel is een meerjarig onderzoek waarin door middel van een visbemonstering bodemonsters zijn genomen. (Sonnewald & Türkay, 2012) De methode en locatie van bemonsteren (Doggersbank) is vergelijkbaar met de visbemonstering uitgevoerd in 2016 (Johann Heinrich von Thünen Institute, 2016). In totaal zijn er éénentwintig Hydrozoa soorten aangetroffen en zes Bryozoa soorten. De resultaten van dit onderzoek worden weergegeven in tabel 2 (Sonnewald & Türkay, 2012). Deze gegevens zullen gebruikt worden als aanvulling op het laboratoriumonderzoek, om op deze manier een zo compleet mogelijk soortenlijst te creëren.

Tabel 2: Waargenomen Hydrozoa en Bryozoa soorten in het onderzoek van (Sonnewald & Türkay, 2012).

Waargenomen Hydrozoa soorten	
<i>Abietinaria abietina</i>	<i>Hydractinia echinata</i>
<i>Bougainvillia muscus</i>	<i>Hydrallmania falcata</i>
<i>Calycella syringa</i>	<i>Kirchenpaueria pinnata</i>
<i>Clytia hemisphaerica</i>	<i>Laomedea flexuosa</i>
<i>Diphasia attenuata</i>	<i>Nemertesia antennina</i>
<i>Eudendrium capillare</i>	<i>Obelia geniculata</i>
<i>Eudendrium rameum</i>	<i>Obelia longissima</i>
<i>Filellum serpens</i>	<i>Podocoryna borealis</i>
<i>Halecium beanii</i>	<i>Sertularella polyzonias</i>
<i>Halecium halecinum</i>	<i>Sertularia cupressina</i>
<i>Hydractinia carnea</i>	
Waargenomen Bryozoa soorten	
<i>Alcyonidium diaphanum</i>	<i>Flustra foliacea</i>
<i>Bugulina angustiloba</i>	<i>Membranipora membranacea</i>
<i>Electra pilosa</i>	<i>Securiflustra securifrons</i>

Deelvraag 2

Welke Hydrozoa en Bryozoa soorten komen voor op windmolenparken en productieplatformen in habitattype H1110?

De gegevens die gebruikt zijn voor het literatuuronderzoek komen uit betrouwbare bronnen of wetenschappelijke artikelen. Daarnaast zijn de locaties van de onderzochte windmolenparken en productieplatformen in de desbetreffende artikelen verspreid over Europese wateren. Dit is gedaan om een zo representatief mogelijk beeld te krijgen van Hydrozoa en Bryozoa op windmolenparken en productieplatformen.

De volgende negen artikelen zijn gebruikt om een soortenlijst te creëren van Hydrozoa en Bryozoa soorten op windmolens en productieplatformen: (Bouma & Lengkeek, 2013; Bruijs, 2010; Degraer et al., 2012; Forteath et al., 1982; F. Kerckhof et al., 2010; Leonhard & Pedersen, 2006; H. J. Lindeboom et al., 2011; Van Der Stap et al., 2016; Want et al., 2017). De complete soortenlijst per artikel wordt weergegeven in bijlage 2, tabel 3 laat een overzicht zien van de soorten die gevonden zijn.

In totaal zijn er dertien Hydrozoa soorten aangetroffen en één als familie. Géén van de waargenomen Hydrozoa soorten had de status uitheems. In dezelfde artikelen zijn er elf Bryozoa soorten aangetroffen; van deze elf soorten is er één uitheems namelijk de *Schizoporella japonica*. Daarnaast is er één soort aangetroffen in het literatuuronderzoek voor windmolens en productieplatformen die geen status heeft. Dit betreft de *Omalosecosa ramulosa*. Deze is echter volgens H. de Blauwe aangetroffen voor de Belgische kust in 1899 en één keer voor de kust van Heist in 2005 (Blauwe, 2009).

Tabel 3: Overzicht van waargenomen Hydrozoa en Bryozoa soorten in de artikelen m.b.t. windmolenparken en productieplatformen. In rood is de uitheemse Bryozoa soort aangegeven

Waargenomen Hydrozoa soorten	Waargenomen Bryozoa soorten
<i>Amphisbetia operculata</i>	<i>Alcyonidium hirsutum</i>
<i>Bouganvillia muscus</i>	<i>Bicellariella ciliata</i>
Campanulariidae	<i>Bugulina avicularia</i>
<i>Clytia hemisphaerica</i>	<i>Callopora dumerilii</i>
<i>Ectopleura larynx</i>	<i>Conopeum reticulum</i>
<i>Halecium halecinum</i>	<i>Cryptosula pallasiana</i>
<i>Hydractinia echinata</i>	<i>Electra pilosa</i>
<i>Laomedea flexuosa</i>	<i>Flustra foliacea</i>
<i>Leuckartiara octona</i>	<i>Omalosecosa ramulosa</i>
<i>Obelia dichotoma</i>	<i>Schizoporella japonica</i>
<i>Obelia longissima</i>	<i>Tubulipora liliacea</i>
<i>Opercularella lacerata</i>	
<i>Sertularia cupressina</i>	
<i>Tubularia indivisa</i>	

Deelvraag 3

Wat is het verschil in soorten tussen Hydrozoa en Bryozoa van locaties met micro hard substraat en Hydrozoa en Bryozoa soorten op windmolenparken en productieplatformen?

Tabel 4: Hydrozoa en Bryozoa soortenlijsten, uitgesplitst in soorten die zowel op micro hard substraat als op windmolens zijn waargenomen, soorten die alleen op windmolens zijn waargenomen en soorten die alleen op micro hard substraat zijn waargenomen. In rood is de uitheemse Bryozoa aangegeven.

De soortenlijst van Hydrozoa en Bryozoa soorten op micro hard substraat is gebaseerd op het laboratoriumonderzoek en één artikel dit artikel is (Sonnewald & Türkay, 2012). De soortenlijst van Hydrozoa en Bryozoa soorten op windmolenparken en productieplatformen is gebaseerd op negen artikelen; (Bouma & Lengkeek, 2013; Bruijs, 2010; Degraer et al., 2012; Forteath et al., 1982; F. Kerckhof et al., 2010; Leonhard & Pedersen, 2006; H. J. Lindeboom et al., 2011; Van Der Stap et al., 2016; Want et al., 2017).

De negen gebruikte artikelen zijn van verschillende jaartallen en betreffen bemonsteringen verspreid over Europese wateren. Hierdoor is het een geschikt uitgangspunt om te gebruiken in dit onderzoek. Echter werd er op 31 mei nog twee datasets toegestuurd met o.a. betrekking tot Hydrozoa en Bryozoa (Coolen, 2018). Eén dataset betreft gegevens van o.a. Hydrozoa en Bryozoa op verscheidende windmolenparken en productieplatformen. De andere dataset bevat gegevens van 75.000 ongevalideerde waarnemingen waaronder Hydrozoa en Bryozoa op scheepswrakken. Doordat deze gegevens laat in het onderzoek zijn verkregen werden deze gegevens in verband met tijdsgebrek niet meegenomen in het onderzoek. Het is mogelijk dat de conclusie hierdoor anders (of niet) kan uitpakken dan de conclusie die ontstaan aan de hand van de huidige gebruikte gegevens.

De soorten die zowel op micro hard substraat voorkomen als op windmolens worden weergegeven in tabel 5 bovenaan. In dezelfde tabel 5 worden Hydrozoa en Bryozoa soorten weergegeven die alleen zijn waargenomen op windmolens en productieplatformen. Als laatste worden ook Hydrozoa en Bryozoa soorten weergegeven die alleen zijn waargenomen op micro hard substraat.

Soorten zowel op micro hard substraat als op windmolens	
Hydrozoa soorten	Bryozoa soorten
<i>Bouganvillia muscus</i>	<i>Alcyonidium hirsutum</i>
<i>Clytia hemisphaerica</i>	<i>Callopora dumerilii</i>
<i>Halecium halecinum</i>	<i>Conopeum reticulum</i>
<i>Hydractinia echinata</i>	<i>Electra pilosa</i>
<i>Obelia dichotoma</i>	<i>Flustra foliacea</i>
<i>Obelia longissima</i>	
<i>Sertularia cupressina</i>	
Soorten alleen op windmolens en productieplatformen	
Hydrozoa soorten	Bryozoa soorten
<i>Amphisbetia operculata</i>	<i>Bicellariella ciliata</i>
<i>Ectopleura larynx</i>	<i>Bugulina avicularia</i>
<i>Laomedea flexuosa</i>	<i>Cryptosula pallasiana</i>
<i>Leuckartiara octona</i>	<i>Omalosecosa ramulosa</i>
<i>Opercularella lacerata</i>	<i>Schizoporella japonica</i>
<i>Tubularia indivisa</i>	<i>Tubulipora liliacea</i>
Soorten alleen op micro hard substraat	
Hydrozoa soorten	Bryozoa soorten
<i>Abietinaria abietina</i>	<i>Alcyonidium condylocinereum</i>
<i>Bougainvillia muscoides</i>	<i>Alcyonidium diaphanum</i>
<i>Bougainvillia pyramidata</i>	<i>Alcyonidium mamillatum</i>
<i>Calycella syringa</i>	<i>Alcyonidium parasiticum</i>
<i>Clytia gracilis</i>	<i>Amathia gracilis</i>
<i>Diphasia attenuata</i>	<i>Amphiblestrum auritum</i>
<i>Eudendrium album</i>	<i>Arachnidium fibrosum</i>
<i>Eudendrium capillare</i>	<i>Bugulina angustiloba</i>
<i>Eudendrium rameum</i>	<i>Bugulina flabellata</i>
<i>Filellum serpens</i>	<i>Celleporella hyalina</i>
<i>Halecium beanii</i>	<i>Chorizopora brongniartii</i>
<i>Hydractinia carnea</i>	<i>Cradoscrupocellaria ellisii</i>
<i>Hydrallmania falcata</i>	<i>Cribrilina punctata</i>
<i>Kirchenpaueria pinnata</i>	<i>Crisia aculeata</i>
<i>Lafoeina tenuis</i>	<i>Crisularia plumosa</i>
<i>Laomedea flexuosa</i>	<i>Escharella immersa</i>
<i>Nemertesia antennina</i>	<i>Flustrellidra hispida</i>
<i>Obelia geniculata</i>	<i>Hypophorella expansa</i>
<i>Podocoryna borealis</i>	<i>Immergentia suecica</i>
<i>Podocoryna carnea</i>	<i>Membranipora membranacea</i>
<i>Sertularella polyzonias</i>	<i>Microporella ciliata</i>
	<i>Panolicella nutans</i>
	<i>Penetrantia concharum</i>
	<i>Scruparia ambigua</i>
	<i>Scruparia chelata</i>
	<i>Scrupocellaria scruposa</i>
	<i>Securiflustra securifrons</i>
	<i>Triticella pedicellata</i>

Deelvraag 4 & 5

Wat is de potentiële impact van *uitheemse* Hydrozoa en Bryozoa op de ecologie in habitatype H1110?

&

Wat is de potentiële impact van *uitheemse* Hydrozoa en Bryozoa op de windparken en productieplatformen in habitatype H1110?

In het laboratoriumonderzoek zijn geen uitheemse soorten aangetroffen. In het literatuuronderzoek is één uitheemse soort aangetroffen, dit betreft de *Schizoporella japonica*. Deze is waargenomen in Schotland in de omgeving van de Orkney-eilanden op een productieplatform (Want et al., 2017). De *S. japonica* komt oorspronkelijk uit Japan en maakte zijn entree omstreeks 2010 in Europese wateren (Loxton et al., 2017). Het is een soort die vaak geassocieerd wordt met menselijke activiteiten zoals windmolens, havens en boten (Loxton et al., 2017) en kan daar ook goed concurreren met inheemse soorten (Collin, Tweddle, & Shucksmith, 2015). Daarnaast wordt de *S. japonica* ook op natuurlijke harde substraten aangetroffen, echter is dit altijd in de buurt van havens en vlak bij de wateroppervlakte. Hoewel de *S. japonica* de enige uitheemse soort is in dit onderzoek dat waargenomen is op windmolens en productieplatformen, zijn uitheemse soorten een probleem in Europese wateren. Tijdens een onderzoek in Noorwegen van verscheidende havens zijn twee uitheemse Bryozoa waargenomen, dit betreft de; *Tricellaria inopinata* en *Schizoporella japonica*. (Porter, Jones, Kuklinski, & Rouse, 2015) Daarnaast worden er nog 4 soorten omschreven die verwacht worden, maar nog niet gevonden zijn.

Windmolenparken en productieplatformen creëren bijna geen extra leefomgeving voor de huidige soorten op habitatype H1110, echter creëren ze leefomgeving voor andere soorten (Wilhelmsson & Malm, 2008). Daarnaast kunnen windmolens en productieplatformen dienen als 'stepping stones' voor uitheemse en sommige inheemse soorten (Adams, Miller, Aleynik, & Burrows, 2014; Hiscock, Tyler-walters, & Jones, 2002; Langhamer, 2012). Dit kan de verspreiding van uitheemse en invasieve soorten bevorderen (Petersen & Malm, 2006). Plagsoorten kunnen hierdoor makkelijker inheemse soorten verdringen. De plaatsing van windmolenparken gaat gepaard met een verhoogde risico van introductie van uitheemse soorten. Mogelijk kan het zijn dat windmolenparken de duurzaamheid van het ecologisch systeem aantasten (Ministerie van Infrastructuur en Milieu & Ministerie van Economische Zaken, 2012). Daarnaast zal de plaatsing van windmolenparken op habitatype H1110 ten koste gaan van micro hard substraat. Dit wordt gecompenseerd door de windmolens zelf die dienen als hard substraat om op te groeien. Echter heeft dit een negatieve invloed op Hydrozoa en Bryozoa van habitatype H1110, doordat er andere soorten Hydrozoa en Bryozoa groeien op windmolenparken en productieplatformen. (Wilson & Elliott, 2009) Dit zal uiteindelijk ten koste gaan van de Hydrozoa en Bryozoa op micro hard substraat en de natuurlijkheid en ecologische duurzaamheid van habitatype H1110. Ook zal de plaatsing van windmolenparken een negatief effect hebben op andere soorten zoals: *Pagurus bernhardus*, *Buccinum undatum*, en *Ensis ensis*. Al deze soorten zijn aangewezen als onderdeel van de Indicator Community Intactness voor de Doggersbank in het kader van het Kader Richtlijn Mariene Strategie (Ecoauthor & Wageningen Marine Research, 2017).

Deelvraag 6

Wat is de duurzaamheid van windmolenparken en productieplatformen op habitatype H1110?

Met het begrip duurzaamheid wordt vaak ecologische duurzaamheid bedoelt, dit richt zich op het gebruik, behoud en beheer van natuurlijke grondstoffen voor toekomstige generaties. Duurzaamheid gaat niet alleen over schaarste in hulpbronnen/natuurlijke grondstoffen, maar ook de natuurlijke omgeving, het goed functioneren van het ecosysteem en welzijn. (Energie Conversie Parken, 2012; World Commission on Environment and Development, 1987). De aantasting Hydrozoa en Bryozoa soorten op micro hard substraat kan ten kosten gaan van de natuurlijkheid van habitatype H1110. Daarnaast kan de introductie van uitheemse soorten door windmolenparken ten kosten gaan van het goed functioneren van een ecosysteem.

Plaatsing van windmolenparken op zee zullen zowel voor- en nadelen hebben. De voordelen zullen bestaan uit: duurzaamheid door verminderde CO₂-reductie door vermindering gebruik fossielen brandstoffen voor de energiebehoefte. Daarnaast welzijnsverbeteringen doordat er geen geluidoverlast en geen horizonsovervuiling meer voor mensen zijn, windenergie raakt nooit op (Brinck, 2017; Essent, 2018) en als laatste worden windmolenparken gesloten voor visserij, hierdoor kan zo'n gebied een 'veilige' haven zijn voor mariene benthos tegen visserijdruk. De nadelen van een windmolenpark op zee bestaan uit: hoge bouw- en onderhoudskosten en de aanleg van een eiland op zee is noodzakelijk dat fungeert als transformatorstation (Brinck, 2017; Tennet et al., 2018b). Daarnaast bestaat er de kans dat windmolens op vliegroutes van vogels staan of als barrière werken zodat de vogels om moeten vliegen (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2005). De maatschappelijke onrust die ontstaan is doordat windmolens/windmolenparken vogels 'doodslaan' is bekend en dit onderwerp zal meer opblaaien naar er meer windmolenparken gepland worden.

Hoofdstuk 5 – Conclusie

In dit hoofdstuk wordt getracht om aan de hand van de gepresenteerde informatie in hoofdstuk 3 resultaten antwoord te geven op de geformuleerde hoofd- en deelvragen. De deelvragen worden een voor een beantwoord en worden gezamenlijk gebruikt om een antwoord te formuleren op de hoofdvraag.

Deelvraag 1:

Welke *inheemse* en *uitheemse* Hydrozoa en Bryozoa soorten komen voor op micro hard substraat in een zacht substraat omgeving van habitattype H1110?

In het laboratoriumonderzoek zijn 11 Hydrozoa en 31 Bryozoa soorten waargenomen op micro hard substraat (Tabel 1). Daarnaast zijn er in één artikel Hydrozoa en Bryozoa soorten waargenomen die meegenomen zijn in dit onderzoek (Tabel 2) (Sonnewald & Türkay, 2012) op micro hard substraat zien. In totaal zijn er 28 Hydrozoa soorten waargenomen en 33 Bryozoa soorten. Hiervan zijn 23 Hydrozoa en 27 Bryozoa soorten inheems. De overige soorten hebben geen status of onvoldoende informatie om hun status te bepalen.

Deelvraag 2:

Welke Hydrozoa en Bryozoa soorten komen voor op windmolenparken en productieplatformen in habitattype H1110?

De Hydrozoa en Bryozoa soorten die waargenomen zijn op windmolenparken en productieplatformen worden weergegeven in tabel 3 op bladzijde 20. In totaal zijn er 13 verschillende Hydrozoa en 11 verschillende Bryozoa soorten waargenomen.

Deelvraag 3:

Wat is het verschil in soorten tussen Hydrozoa en Bryozoa van locaties met micro hard substraat en Hydrozoa en Bryozoa soorten op windmolenparken en productieplatformen?

In totaal zijn er op windmolens en productieplatformen respectievelijk 13 soorten Hydrozoa en 11 soorten Bryozoa waargenomen. Op habitattype H1110 zijn er 28 soorten Hydrozoa en 33 soorten Bryozoa waargenomen. Tabel 4 op bladzijde 21 weergeeft de Hydrozoa en Bryozoa soorten: die zowel op micro hard substraat als op windmolenparken en productieplatformen zijn waargenomen, Hydrozoa en Bryozoa soorten die alleen op windmolenparken en productieplatformen zijn waargenomen en Hydrozoa en Bryozoa soorten die alleen op micro hard substraat zijn waargenomen.

Deelvraag 4:

Wat is de potentiële impact van *uitheemse* Hydrozoa en Bryozoa op de ecologie in habitattype H1110?

De huidige waargenomen soortensamenstelling van Hydrozoa en Bryozoa uit het laboratoriumonderzoek laat geen uitheemse soorten zien. Echter uit het literatuuronderzoek is er één uitheemse soort naar voren gekomen de *S. japonica*. Dit betreft een soort Bryozoa die veel geassocieerd wordt met menselijke activiteit. Uitheemse soorten hebben wel de potentie om inheemse soorten te verdringen. Echter de gevonden uitheemse soort beperkt zich tot bepaalde substraten; in dit geval productieplatformen. Hierdoor zal het van geringe invloed zijn op de ecologie in habitattype H1110.

Deelvraag 5:

Wat is de potentiële impact van *uitheemse* Hydrozoa en Bryozoa op de windparken en productieplatformen in habitattype H1110?

Windmolens en productieplatformen worden doorgaans geassocieerd met uitheemse soorten. De potentiële invloed is groot, uitheemse soorten kunnen makkelijker groeien op deze substraten en ook sneller dominant worden. Daarnaast zullen de uitheemse soorten op windmolenparken en productieplatformen de natuurlijkheid van een gebied aantasten en de inheemse soorten verdringen. De *S. japonica* doet het goed in havens, boten, pieren en ook windmolens en productieplatformen. De soort groeit en plant zich voort in de winter wanneer er bijna geen concurrentie is en kan snel uitgroeien tot 20 centimeter in diameter.

Deelvraag 6

Wat is de duurzaamheid van windmolenparken en productieplatformen op habitatype H1110?

De ecologische duurzaamheid van habitatype H1110 kan door plaatsing van windmolenparken en productieplatformen verslechteren. De natuurlijkheid van het gebied gaat verloren doordat micro hard substraat verdwijnt en er geen adequate substraten terugkomen om de Hydrozoa en Bryozoa soorten van habitatype H1110 te huisvesten. Daarnaast is de aanleg van een windmolenpark zo ver op zee extra duur in aanleg en onderhoud.

Beantwoording hoofdvraag

Welk effect hebben windmolenparken en productieplatformen op de verspreiding van *inheemse* en *uitheemse* Hydrozoa en Bryozoa in habitatype H1110?

Het positieve effect van windmolenparken en productieplatformen op inheemse soorten is beperkt, de diversiteit aan soorten is beduidend minder dan op micro hard substraat. Daarnaast groeien er andere soorten Hydrozoa en Bryozoa op windmolenparken en productieplatformen in vergelijking met micro hard substraat van habitatype H1110. Dit zorgt ervoor dat merendeel van de huidige soorten weinig tot geen baat heeft bij windmolenparken en productieplatformen als substraat.

Windmolenparken en productieplatformen hebben hierdoor weinig effect op de verspreiding van Hydrozoa en Bryozoa soorten in habitatype H1110. Dit voornamelijk omdat de soortensamenstelling grotendeels anders is op windmolens en productieplatformen in vergelijking met habitatype H1110. Enkele opportunistische soorten, soorten die voornamelijk op kunstmatig substraat groeien en uitheemse soorten zullen een positief effect ondervinden van windmolenparken en productieplatformen. De ontwikkeling van een duurzame inheemse populatie Hydrozoa en Bryozoa kan onder deze omstandigheden lastig zijn als uitheemse Hydrozoa en Bryozoa soorten geïntroduceerd worden door de plaatsing van windmolenparken.

De huidige samenstelling aan uitheemse soorten op windmolens en productieplatformen is gering. Hierdoor zal de invloed van uitheemse soorten nog beperkt zijn. Maar windmolenparken en productieplatformen kunnen grote invloed hebben op de verspreiding van uitheemse soorten, voornamelijk omdat deze dienen als stepping stones. Dit zal de verspreiding van uitheemse Hydrozoa en Bryozoa soorten versnellen, wat een grote invloed kan hebben op de inheemse soorten en de ecologische duurzaamheid van habitatype H1110.

Hoofdstuk 6 – Aanbevelingen

Tijdens het determineren van soorten is er voorzichtig gehandeld om soorten definitief op soortnaam te noteren: bij twijfel werd er op een hoger taxonomisch niveau gedetermineerd. Door meer expertise te verwerven aangaande de determinatie van Hydrozoa en Bryozoa kan de soortenlijst nog accurater en completer worden. Deze kennis kan zowel van interne of externe afkomst zijn.

Uit het literatuur- en laboratoriumonderzoek kwamen twee soortenlijsten naar voren. Van elke soort werd getracht vast te stellen of deze een inheemse of uitheemse status had. Van meerdere soorten kon de status echter niet bepaald worden om verscheidende redenen. In dit onderzoek is gedefinieerd dat een soort uitheems is wanneer deze minder dan 100 jaar aanwezig is. Het is echter niet voor alle soorten gelukt om hier gegevens over te vinden. Het is belangrijk om vooraf aan meerdere parameters dan alleen 100 jaar aanwezigheid in Nederland te bepalen wanneer je een soort als uitheems beschouwt. Er kan bijvoorbeeld gekeken worden naar de definitie van uitheems in buurlanden zoals Duitsland of Engeland zodat je bij toekomstige onderzoeken niet met Hydrozoa of Bryozoa soorten zonder status krijgt te maken.

De huidige opstelling van dit onderzoek maakt het lastig om statistische analyses uit te voeren. Als er bij toekomstige projecten op een andere manier monsters worden verzameld is het mogelijk om dit wel te doen. Dit kan gerealiseerd worden door monsters te nemen met een boxcorer in plaats van visnetten, of door alleen micro hard substraat mee te nemen wat aan bepaalde eisen voldoet zoals formaat (Een boxcorer wordt omschreven in de verklarende woordenlijst op bladzijde 6).

Hoofdstuk 7 – Bibliografie

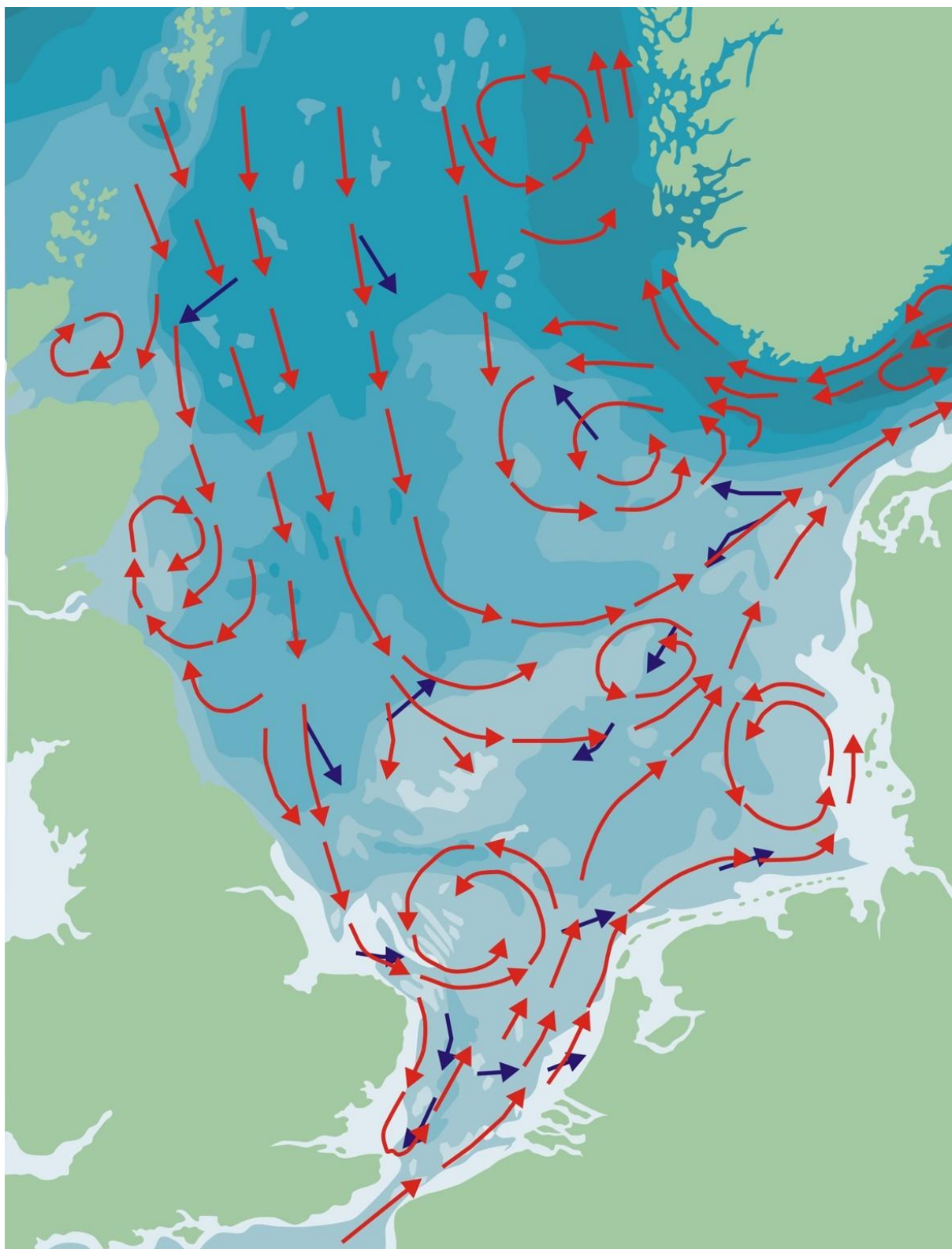
- Adams, T. P., Miller, R. G., Aleynik, D., & Burrows, M. T. (2014). Offshore marine renewable energy devices as stepping stones across biogeographical boundaries. *Journal of Applied Ecology*, 51(2), 330–338. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12207>
- Baarda, B. (2014). *Dit is onderzoek!* Groningen/Houten: Noordhoff Uitgevers.
- Blauwe, H. de. (2009). *Mosdiertjes van de zuidelijke bocht van de Noordzee*. Oostende: Vlaams Instituut voor de Zee.
- Boeije, R. (2017). *Zoobenthos biodiversity on the Dogger bank*. Lelystad.
- Boero, F., Bouillon, J., & Piraino, S. (1992). On the origins and evolution of hydromedusan life cycles (Cnidaria, Hydrozoa). *Sex Origin and Evolution*, 6, 59–68.
- Bouma, S., & Lengkeek, W. (2013). Benthic communities on hard substrates of the offshore wind farm Egmond aan Zee (OWEZ). *Nederlandse Faunistische Mededelingen*, 41, 84.
- Brinck, T. ten. (2017). Wat is Duurzaam.
- Bruijs, M. C. M. (2010). Survey of marine fouling on turbine support structures of the Offshore Windfarm Egmond aan Zee, 1–31.
- Brusca, R., & Brusca, G. (2003). *Invertebrates*. Sunderland, MA.
- Collin, S. B., Tweddle, J. F., & Shucksmith, R. J. (2015). Rapid assessment of marine non-native species in the Shetland Islands, Scotland. *BioInvasions Records*, 4(3), 147–155. <https://doi.org/10.3391/bir.2015.4.3.01>
- Coolen, J. W. P. (2018). Dataset platformen en scheepswrakken. Den Helder: Wageningen Marine Research.
- Coolen, J. W. P., Lengkeek, W., Lewis, G., Bos, O. G., Van Walraven, L., & Van Dongen, U. (2015). First record of *Caryophyllia smithii* in the central southern North Sea: Artificial reefs affect range extensions of sessile benthic species. *Marine Biodiversity Records*, 8, 1–4. <https://doi.org/10.1017/S1755267215001165>
- Cornelius, P. F. S. (1995). *North-West European thecate hydroids and their medusae Part 1*. London: The Linnean Society of London.
- Cuperus, J. (2018). *Persoonlijke mededelingen als Technisch adviseur mariene macrozoöbenthos*. Lelystad.
- Degraer, S., Brabant, R., & Rumes, B. (2010). Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea, 218.
- Degraer, S., Brabant, R., Rumes, B., & Degraer Brabant, R., Rumes, B., S. (2012). Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea Heading for an understanding of environmental impacts. *Offshore Wind Farms in the Belgian Part of the North Sea: Heading for an Understanding of Environmental Impacts. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models, Marine Ecosystem Management Unit (MUMM) Cha*.
- Ecoauthor, & Wageningen Marine Research. (2017). *Nationale Benthos Indicator Noordzee*.
- Ecomare. (2017). Zeestromingen Noordzee. Texel: Ecomare. Retrieved from <https://www.vistikhetmaar.nl/lesmodules/mariene-ecologie/de-noordzee/>
- Energie Conversie Parken. (2012). Duurzaamheid. Retrieved June 6, 2018, from <http://ecp-biomass.eu/node/39>
- Essent. (2018). Voor- en nadelen windenergie. Retrieved June 6, 2018, from <https://www.essent.nl/content/particulier/kennisbank/stroom-gas/voordelen-nadelen-windenergie.html#>
- European MSP Platform. (2012). International fisheries management plan for Dogger Bank.
- Ferdinando, B. (2018). The life cycle of hydrozoa [Illustratie]. Retrieved February 27, 2018, from <https://thebiologist.rsb.org.uk/biologist-features/158-biologist/features/1510-everlasting-life-the-immortal-jellyfish>

- Forteath, G., Picken, G., Ralph, R., & Williams, J. (1982). Marine Growth Studies on the North Sea Oil Platform Montrose Alpha. *Marine Ecology Progress Series*, 8, 61–68. <https://doi.org/10.3354/meps008061>
- Guerin, A. J. (2009). *Marine Communities of North Sea Offshore Platforms, and the Use of Stable Isotopes to Explore Artificial Reef Food Webs. Research Repository*. University of Southampton. <https://doi.org/10.1109/fie.2016.7757408>
- Hayward, P. J. (1985). *Ctenostome Bryozoans* (No. 33). London: The Linnean Society of London.
- Hiscock, K., Tyler-walters, H., & Jones, H. (2002). High Level Environmental Screening Study for Offshore Wind Farm Developments – Marine Habitats and Species Project AEA Technology, Environment Contract : For : The Department of Trade and Industry New & Renewable Energy Programme Report issued 30 August . *Renewable Energy*.
- Johann Heinrich von Thünen Institute. (2016). Expedition to the Dogger Bank. Retrieved May 24, 2018, from <https://www.thuenen.de/en/topics/seas/keine-fischereiforschung-ohne-schiffe/see-tagebuecher/survey-of-the-dogger-bank/>
- Jongkind, M. (2018). *No titel Yet*. Lelystad.
- Kerckhof, F., Norro, A., Jacques, T., & Degraer, S. (2009). *Early colonisation of a concrete offshore windmill foundation by marine biofouling on the Thornton Bank (southern North Sea) Chapter 4*. <https://doi.org/10.3723/ut.29.137>
- Kerckhof, F., Rumes, B., Jacques, T., Degraer, S., & Norro, A. (2010). Early development of the subtidal marine biofouling on a concrete offshore windmill foundation on the Thornton Bank (southern North Sea): First monitoring results. *Underwater Technology*, 29(3), 137–149. <https://doi.org/10.3723/ut.29.137>
- Langhamer, O. (2012). Artificial Reef Effect in relation to Offshore Renewable Energy Conversion: State of the Art. *The Scientific World Journal*, 2012, 1–8. <https://doi.org/10.1100/2012/386713>
- Leonhard, S. B., & Pedersen, J. (2006). *Benthic Communities at Horns Rev Before , During and After Construction of Horns Rev Offshore. Final Report. Annual Report 2005*. <https://doi.org/2572-03-005>
- Lindeboom, H., Degraer, S., Dannheim, J., Gill, A. B., & Wilhelmsson, D. (2015). Offshore wind park monitoring programmes, lessons learned and recommendations for the future. *Hydrobiologia*, 756(1), 169–180. <https://doi.org/10.1007/s10750-015-2267-4>
- Lindeboom, H. J., Kouwenhoven, H. J., Bergman, M. J. N., Bouma, S., Brasseur, S., Daan, R., ... Scheidat, M. (2011). Short-term ecological effects of an offshore wind farm in the Dutch coastal zone; A compilation. *Environmental Research Letters*, 6(3). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/6/3/035101>
- Lindeboom, H., Kessel, J. Van, & Berkenbosch, L. (2005). *Gebieden met bijzondere ecologische waarden op het Nederlands Continentaal Plat*. [https://doi.org/ISBN nr. 90-369-3415-X](https://doi.org/ISBN%20nr.%2090-369-3415-X)
- Loxton, J., Wood, C. A., Bishop, J. D. D., Porter, J. S., Spencer Jones, M., & Nall, C. R. (2017). Distribution of the invasive bryozoan *Schizoporella japonica* in Great Britain and Ireland and a review of its European distribution. *Biological Invasions*, 19(8), 2225–2235. <https://doi.org/10.1007/s10530-017-1440-2>
- Macreadie, P. I., Fowler, A. M., & Booth, D. J. (2011). Rigs-to-reefs: Will the deep sea benefit from artificial habitat? *The Ecological Society of America*, 9(8), 455–461. <https://doi.org/10.1890/100112>
- Merkens, B. (2018). *Verscheidende foto's*. Lelystad: Rijkswaterstaat CIV.
- Ministerie van Economische Zaken. (2014). Profiel: Permanent overstroomde zandbanken (H1110), (september), 20. Retrieved from <http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/gebiedendatabase.aspx?subj=profielen>
- Ministerie van Economische Zaken. (2016). Beschermde natuur in Nederland: Soorten en gebieden in wetgeving en beleid. Retrieved February 27, 2018, from <https://www.synbiosys.alterra.nl/Natura2000/gebiedendatabase.aspx?subj=n2k&groep=13&id=n2k164&topic=introductie>

- Ministerie van Infrastructuur en Milieu, & Ministerie van Economische Zaken. (2012). *Marine Strategy for the Netherlands part of the North Sea 2012-2020, Part 1*. Den Haag.
- Naturalis Biodiversity Center. (2018). Statuscodes voorkomen in Nederland. Retrieved May 24, 2018, from <https://www.nederlandsesoorten.nl/node/15>
- Naturalis, EIS Kenniscentrum, & NVWA. (2018). Nederlands soortenregister; overzicht van de Nederlandse biodiversiteit. Leiden, the Netherlands: Naturalis Biodiversity Centre. Retrieved from <http://www.nederlandsesoorten.nl/exoten>
- Petersen, J. K., & Malm, T. (2006). Offshore Windmill Farms: Threats to or Possibilities for the Marine Environment. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 35(2), 75–80. [https://doi.org/10.1579/0044-7447\(2006\)35\[75:OWFTTO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1579/0044-7447(2006)35[75:OWFTTO]2.0.CO;2)
- Porter, J., Jones, M., Kuklinski, P., & Rouse, S. (2015). First records of marine invasive non-native Bryozoa in Norwegian coastal waters from Bergen to Trondheim. *BioInvasions Records*, 4(3), 157–169. <https://doi.org/10.3391/bir.2015.4.3.02>
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (2005). Duurzame energie opwekken. Retrieved June 6, 2018, from <https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/duurzame-energie-opwekken/windenergie-op-land/milieu-en-omgeving/vogels>
- Rijkswaterstaat. (2017). De Nederlandse Exclusieve Economische Zone. Retrieved February 27, 2018, from http://www.rwsnatura2000.nl/Gebieden/EEZ_EEZ/default.aspx
- Schuchert, P. (2010). The European athecate hydroids and their medusae. *Revue Suisse de Zoologie*, 115(3), 677–757. <https://doi.org/10.5962/bhl.part.80453>
- Sonnewald, M., & Türkay, M. (2012). The megaepifauna of the Dogger Bank (North Sea): Species composition and faunal characteristics 1991-2008. *Helgoland Marine Research*, 66(1), 63–75. <https://doi.org/10.1007/s10152-011-0247-2>
- Stichting Anemoon. (2017). Flora en Fauna Gebieden Doggersbank. Retrieved February 27, 2018, from <http://www.anemoon.org/flora-en-fauna/gebieden/id/111/doggersbank>
- Stichting de Noordzee. (n.d.). *Samen voor een gezonde zee ! Utrecht*.
- Tennet. (2017). North Sea Infrastructure. Retrieved February 28, 2018, from <https://www.tennet.eu/nl/onze-kerntaken/innovaties/north-sea-infrastructure/>
- Tennet, Energinet, Gasunie, & Port of Rotterdam. (2018a). North Sea Wind Power Hub. Retrieved June 6, 2018, from <https://northseawindpowerhub.eu/>
- Tennet, Energinet, Gasunie, & Port of Rotterdam. (2018b). Planning The future today. North Sea Wind Power Hub. Retrieved from <https://northseawindpowerhub.eu/wp-content/uploads/2017/11/NSWPH-A5-brochure.pdf>
- van der Burg, L. N., Verduin, E. C., & de Lange, M. (2012). Doggersbank: Inventarisatie gebruiksfuncties voor beheerplan, 1–72.
- Van Der Stap, T., Coolen, J. W. P., & Lindeboom, H. J. (2016). Marine fouling assemblages on offshore gas platforms in the southern North Sea: Effects of depth and distance from shore on biodiversity. *PLoS ONE*, 11(1), 19–21. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0146324>
- Vieira, L. M., Spencer Jones, M. E., & Winston, J. E. (2013). *Cradoscrupocellaria, a new bryozoan genus for Scrupocellaria bertholletii (Audouin) and related species (Cheilostomata, Candidae): Taxonomy, biodiversity and distribution*. *Zootaxa* (Vol. 3707). <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3707.1.1>
- Vlaams instituut voor de zee. (2018). Reineck box corer. Retrieved May 31, 2018, from <http://www.vliz.be/nl/reineckboxcorer>
- Waeschenbach, A., Vieira, L. M., Reverter-Gil, O., Souto-Derungs, J., Nascimento, K. B., & Fehlaue-Ale, K. H. (2015). A phylogeny of Vesiculariidae (Bryozoa, Ctenostomata) supports synonymization of three genera and reveals possible cryptic diversity. *Zoologica Scripta*, 44(6), 1–17. <https://doi.org/10.1111/zsc.12130>

- Want, A., Crawford, R., Kakkonen, J., Kiddie, G., Miller, S., Harris, R. E., & Porter, J. S. (2017). Biodiversity characterisation and hydrodynamic consequences of marine fouling communities on marine renewable energy infrastructure in the Orkney Islands Archipelago, Scotland, UK. *Biofouling*, 33(7), 567–579.
<https://doi.org/10.1080/08927014.2017.1336229>
- Wilhelmsson, D., & Malm, T. (2008). Fouling assemblages on offshore wind power plants and adjacent substrata. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 79(3), 459–466.
<https://doi.org/10.1016/j.ecss.2008.04.020>
- Wilson, J. C., & Elliott, M. (2009). The habitat-creation potential of offshore wind farms. *Wind Energy*, 12(2), 203–212.
<https://doi.org/10.1002/we.324>
- World Commission on Environment and Development. (1987). *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future*.
- WoRMS Editorial Board. (2018). WoRMS, World register of marine species.
<https://doi.org/10.14284/170>

Bijlage 1 – Zeestromingen Noordzee



Figuur 7: Zeestromingen in de Noordzee. In het rood de bovenstroming en in het blauw de onderstroming. (© Ecomare 2017)

Bijlage 2 – Soortenlijst literatuuronderzoek windmolenparken en productieplatformen

Document titel, jaartal en auteurs	Waargenomen Hydrozoa soorten	Waargenomen Bryozoa soorten
(Bouma & Lengkeek, 2013)	<i>Ectopleura larynx</i>	<i>Conopeum reticulum</i>
	<i>Halecium halecinum</i>	<i>Cryptosula pallasiana</i>
	<i>Obelia dichotoma</i>	
	<i>Obelia sp</i>	
	<i>Opercularella lacerata</i>	
	<i>Tubularia indivisa</i>	
(Leonhard & Pedersen, 2006)	<i>Campanulariidae</i>	<i>Alcyonidium sp</i>
	<i>Hydractinia sp</i>	<i>Electra pilosa</i>
	<i>Sertularia cupressina</i>	<i>Flustra foliacea</i>
	<i>Tubularia indivisa</i>	
	<i>Tubulariidae</i>	
(Degraer, Brabant, & Rumes, 2010)	<i>Clytia hemisphaerica</i>	<i>Electra pilosa</i>
	<i>Ectopleura larynx</i>	<i>Conopeum reticulum</i>
	<i>Hydractinia echinata</i>	<i>Callopora dumerilii</i>
	<i>Leuckartiara octona</i>	
	<i>Obelia dichotoma</i>	
	<i>Obelia longissima</i>	
	<i>Tubularia indivisa</i>	
(Bruijs, 2010)	<i>Ectopleura larynx</i>	<i>Conopeum reticulum</i>
	<i>Obelia spp</i>	
(F. Kerckhof et al., 2010)	<i>Clytia hemisphaerica</i>	<i>Callopora dumerilii</i>
	<i>Ectopleura larynx</i>	<i>Conopeum reticulum</i>
	<i>Hydractinia echinata</i>	<i>Electra pilosa</i>
	<i>Obelia sp</i>	
	<i>Tubularia indivisa</i>	
(Van Der Stap et al., 2016)	<i>Ectopleura larynx</i>	
	<i>Tubularia indivisa</i>	
(H. J. Lindeboom et al., 2011)	<i>Ectopleura larynx</i>	<i>Conopeum reticulum</i>
	<i>Obelia spp</i>	<i>Cryptosula pallasiana</i>
(Want et al., 2017)	<i>Amphisbetia operculata</i>	<i>Schizoporella japonica</i>
	<i>Ectopleura larynx</i>	
(Forteath et al., 1982)	<i>Bougainvillia muscus</i>	<i>Alcyonidium hirsutum</i>
	<i>Ectopleura larynx</i>	<i>Bicellariella ciliata</i>
	<i>Laomedea flexuosa</i>	<i>Bugulina avicularia</i>
	<i>Obelia dichotoma</i>	<i>Electra pilosa</i>
		<i>Omalosecosa ramulosa</i>
		<i>Tubulipora liliacea</i>

