



Bachelor Thesis

Project Holwerd aan Zee, een nieuwe zoet-zout verbinding?

Auteurs: Lissie de Groot (000002055) en Sandra Nap (910406001)

Kust en Zee Management, te Leeuwarden

Januari, 2018



Aanzet monitoringsplan voor project 'Holwerd aan Zee'

Lissie de Groot (000002055) en Sandra Nap (910406001)

Begeleiding vanuit de opleiding Kust en Zee Management: Patrick Bron en Uche Obinna

Probleem eigenaar: Jeroen Huisman (WadNKennis & Van Hall Larenstein)

Opponent: Peter Hofman

Belanghebbende: Werkgroep Holwerd aan Zee

Januari, 2018

"Monitoring is the process of repetitive observing for defined purposes on one or more elements of the environment according to prearranged schedules in space and time and using comparable methodologies for environmental sensing and data collection"

(GESAMP, 1980)



Figuur 1, voorpagina:

Visite van een nieuwsgierige kwelder bezoeker 'bonte strandloper' (*Calidris alpina*) op de kwelder van Holwerd (Sandra Nap, 2017)

Afkortingen

Afkorting	Beschrijving
BMP	Broedvogel Monitoring Project
CBS	Centraal Bureau voor de Statistiek
eDNA	Environmental DNA
EZK	Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
KRW	Kaderrichtlijn Water
NEM	Netwerk Ecologische Monitoring
PRW	Programma naar een Rijke Waddenzee
PIT	Passive Integrated Transponders
RAVON	Reptielen Amfibieën Vissen Onderzoek Nederland
RWS	Rijkswaterstaat
SNL	Subsidiestelsel Natuur en Landschap
SOVON	Sovon Vogelonderzoek Nederland
STOWA	Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer
WVOF	Werkgroep Vissen Onderzoek Friesland

Definities

Definitie	Betekenis
Abundantie	Biomassa (vis) in kg/ha
Anadroom	Migratie van zout naar zoet
Aquatische soorten	Soorten die in het water leven
Contaminatie	Vervuiling van monsters zowel in het veld als in het laboratorium
Diadroom	Migratie tussen zoet en zout water
Environmental DNA	DNA dat is achtergelaten door organismen in het water: faeces, urine, slijm en huidcellen
Euryhaliene soorten	Soorten met een breed zoutgehaltetolerantie
Eurytoop	Soorten die niet afhankelijk zijn van een bepaald watertype, ze kunnen in elk watertype worden aangetroffen
Katadroom	Migratie van zoet naar zout
Limnofiel	Soorten die leven in stilstaand water of in zwak stromend water, een of meerdere levensstadia zijn gebonden aan aanwezigheid van waterplanten
Oceanodroom	Migratie binnen de zee of oceaan
Plantengemeenschap (associatie)	Eenheid van plantensoorten met eenzelfde voorkeur
Potamodroom	Migratie binnen zoetwater of rivieren
Reofiel	Soorten die leven in (sterk) stromend water
Ubiquistische soorten	Tegenovergestelde van een specialist, soorten die in veel verschillende habitatten kunnen voorkomen
Terrestrische soorten	Soorten die op het land leven

Voorwoord

Dit rapport is het resultaat van onze bachelor thesis voor de opleiding Kust en Zee Management aan het Van Hall Larenstein te Leeuwarden. Vanaf september 2017 tot en met januari 2018 hebben we aan dit rapport gewerkt. Tijdens deze periode zijn we met veel verschillende partijen in contact gekomen. We willen graag de personen bedanken die mede door hun expertise, geduld ondersteuning en enthousiasme hebben bijgedragen aan dit eindresultaat. Op gebied van het aanscherpen van onze communicatie en expertise is het een waardevol leerproces geweest.

Patrick Bron	(Van Hall Larenstein)
Uche Obinna	(Van Hall Larenstein)
Jeroen Huisman	(Van Hall Larenstein & WadNKennis)
Paddy Walker	(Van Hall Larenstein, Lectoraat Kust en Zeemanagement)
Marieke Krikke	(Van Hall Larenstein)
Jan Zijlstra	(Werkgroep Holwerd aan Zee)
Dirk Osinga	(Nordwin College)
Henk-Jan van Veen	(Staatsbosbeheer)
Jakob Hanenburg	(Staatsbosbeheer)

Wij hopen dat we met dit rapport een nuttige bijdrage kunnen leveren aan het uiteindelijk en volledige monitoringsplan voor het project “Holwerd aan Zee”.

Wij wensen jullie veel leesplezier!

Lissie de Groot & Sandra Nap
Leeuwarden, januari 2018

Summary

Holwerd is a small coastal village located in Friesian province. In 2013, the workgroup Holwerd at Sea announced the project plan of Holwerd at Sea. The village is dealing with the problem of a negative growth of the population size of the habitants. The plan consist of creating an natural estuary by restoring the connection between the Waddensea and the Holwerter Feart. The results of this project may be a development of eco-tourism and natural value in the area. The designed scenario in which an inlet brackish lake will be created is called 'experiencing the *Wadden*'. This scenario will have consequences on the current environment. To examine the environmental changes as result of the project. Fish, birds, vegetation and macro fauna should be researched. To monitor these biotic variables most suitable methodologies should be selected with the most suitable parties able to monitor those. the research question for this research is: *What are the most suitable methodologies to monitor the ecological changes in the impact area of the Holwerd at Sea project and which parties can conduct these methodologies?* The answer was found by a five step approach. The first step is the determination of the impact that is expected for the whole area due to the project. In the second phase is the identification of the parameters and research questions corresponding to the ecological variables. Than the most suitable methodologies were selected to measure these parameters. The fourth phase investigated the locations to conduct these suitable methodologies. The final phase identified the most suitable parties to conduct the methodologies.

The connection between salt-, fresh- and brackish water will restore features for a natural estuary. It is to be expected that the inner-dike area while become more saline due to inflowing water of the salt marsh. Every aquatic species has a critical limit concerning salinity, abundance and distribution and can therefore be a limiting factor. A limited number of species with a broad salt tolerance will occur in the transition areas. Aquatic organisms experience stress by constantly fluctuating salinity than to adapt slow increasing salinity. It is to be expected that the opening in the dike will result in an increase of new fish species in the area and some freshwater species will move further upstream. Several coastal (breeding) birds will move into the brackish water lake area through the construction of high-water refuges and breeding grounds. The vegetation composition will changes with more resistant vegetation occurring in the inner-dike area. Depending on the water control through the dike the tides will have an influence on the appearance of the inner-dike area. Based on publications of monitoring programmes for projects in Northern Dutch provinces it is recommended to research population dynamics for fish and birds, species composition of vegetation and macro fauna during baseline studies and the monitoring programme. Additionally, the efficiency of the culvert can be measured by fish passage measurements of migratory fish.

To measure the variables, eighteen methods were selected and analysed by a Multi Criteria Analysis. Based on theory of the *Handbook of biodiversity methods* five criteria have been developed. These contain the subjects impact on environment, accessibility, consistency measurements, fault measurements and safety. Fourty-six analyses have been conducted in total with eighteen different methods. The most suitable method to research the fish population is the shore-operated lift net. In addition, the most suitable method for researching the efficiency of the fish passage is telemetry and the underwater camera research. Based on experience from previous research with the methodologies and within the area it is suggested that suitable parties for carrying out these methodologies are the consultancies Altenburg&Wymenga and ATKB in co-operation with Wetterskip Fryslân. For the most suitable method for researching the bird population there is chosen for a combination of two methodologies: BMP (breeding bird monitoring) and water bird counting's. The BMP method is suggested to be performed by Sovon and the water bird counting's by wading bird workgroup. The most suitable method for researching the vegetation composition is the Braun-Blanquet method. The parties who are most suitable for conducting this method are the consultancies Altenburg&Wymenga and Ecofide in co-operation with Wetterskip Fryslân. The most

suitable method for researching the macrofauna population is the Ekman-Birge method. The consultancies Altenburg&Wymenga and Ecofide in co-operation with Wetterskip Fryslân are also for this method, the most suitable parties.

The monitoring plan is focused on four biotic variables, since these variables are all applicable for the whole area, the salt marsh, the brackish lake and the fresh waters. Nevertheless, abiotic features should be considered in the future monitoring plan, to be able to monitor all the environmental changes.

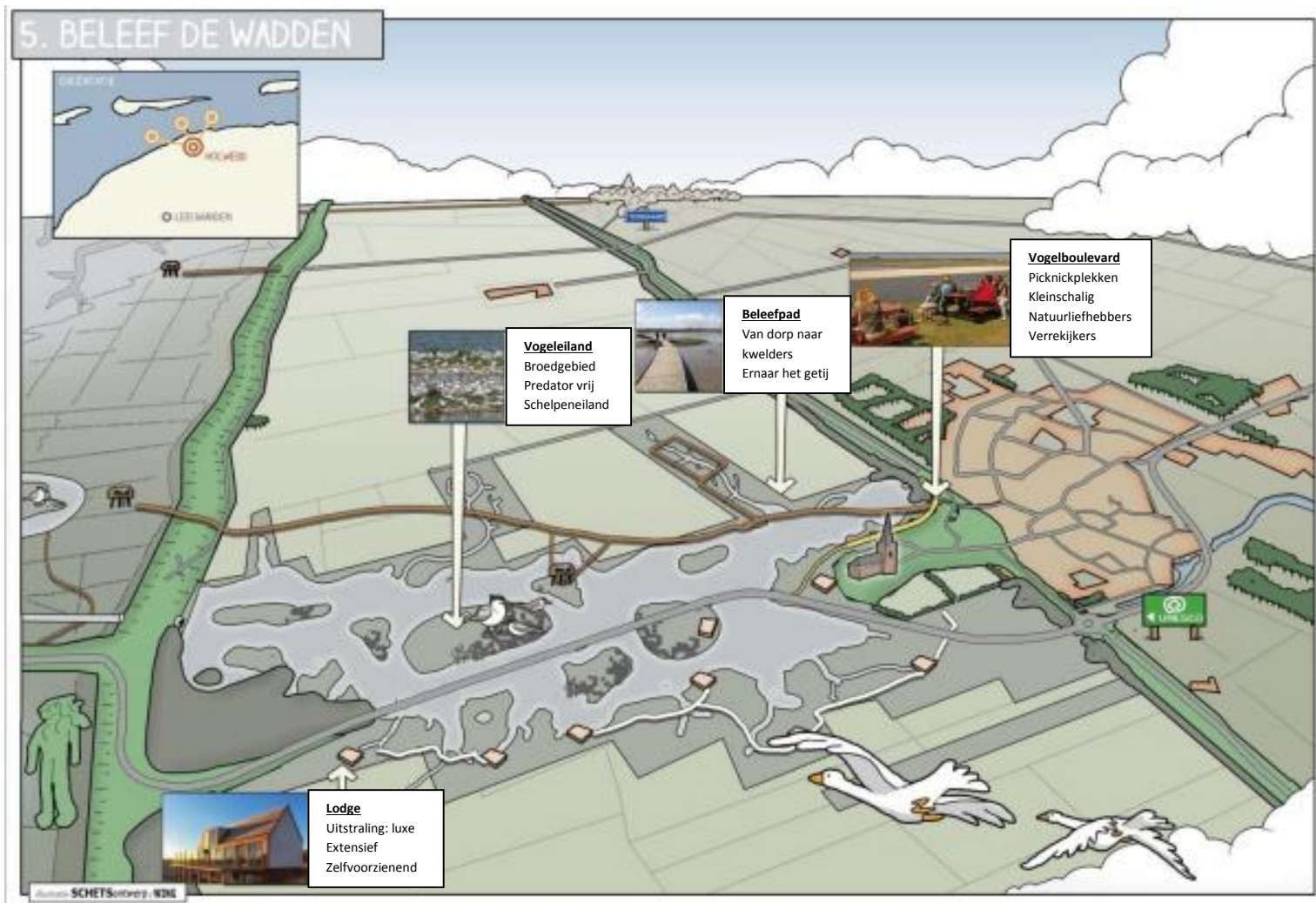
Inhoudsopgave

.....	1
Voorwoord	4
Summary	5
1 Inleiding	9
1.1 Probleemstelling.....	11
1.2 Doelstelling.....	11
1.3 Hoofdvraag en deelvragen	11
2 Methoden en technieken.....	12
2.1 Het in beeld brengen van de impact in het Holwerd aan Zee gebied.....	12
2.1.1 Analyse	12
2.2 Bepalen van variabelen geschikt voor monitoring van het gebied.....	12
2.2.1 Analyse	13
2.3 Selecteren van methodieken voor het opzetten van het monitoringsplan.....	13
2.3.1 Criterium voor Multi Criteria Analyse	15
2.4 Pilot studie.....	18
2.5 Rollen van partijen bepalen	18
2.5.1 Analyse	18
3 Te verwachte impact door project Holwerd aan Zee.....	19
3.1.1 Te verwachten impact voor vissen.....	20
3.1.2 Te verwachten impact voor vogels.....	21
3.1.3 Te verwachten impact voor vegetatie.....	21
3.1.4 Te verwachten impact voor macrofauna	22
4 Selectie van parameters met opzet van monitoringsvragen	24
4.1.1 Uitleg alle methodieken	25
5 Geschikte methodiek voor het Holwerd aan Zee project	28
5.1 Geadviseerde methodiek vispopulatie.....	31
5.2 Geadviseerde methodiek vogelpopulatie	33
5.3 Geadviseerde methodiek vegetatiesamenstelling.....	33
5.4 Geadviseerde methodiek macrofaunapopulatie	35
5.5 Kosten.....	35
6 Onderdelen Monitoring.....	37
6.1 Meetlocaties voor variabelen.....	37
6.2 Monitoringsschema.....	39

6.3	Meest geschikte partijen voor monitoring.....	40
6.3.1	Geadviseerde partijen voor monitoring van vispopulatie.....	40
6.3.2	Geadviseerde partijen voor monitoring van vogelpopulatie	40
6.3.3	Geadviseerde partijen voor monitoring van vegetatiesamenstelling	41
6.3.4	Geadviseerde partijen voor monitoring van macrofaunapopulatie	41
7	Conclusie en discussie	42
8	Aanbevelingen	43
	Literatuurlijst	44
	Bijlage I	50

1 Inleiding

Holwerd is een Noord Fries kustdorp dat al jaren kampt met een krimp van het aantal inwoners en bezoekers (Holwerd aan Zee, 2017). In 2013 is vanuit initiatief van een werkgroep, bestaande uit Hessel Hiddema, Theo Broersma, Marco Verbeek en Jan Zijlstra, het projectplan Holwerd aan Zee van start gegaan om het dorp Holwerd weer op de kaart te zetten (Holwerd aan Zee, 2017). Verschillende scenario's zijn uitgedacht ter realisatie van het project. Het scenario "Beleef de Wadden" is geïnspireerd door projecten op Texel, polder Breebaart en het Nature- Erlebnispfad Langwarden Groden/Butjadingen. De optimale uitkomst van het scenario "Beleef de Wadden" zal een artificieel estuarium met een diversiteit in zoutgehalte tussen de Holwerter Feart tot de Waddenzee inhouden (Dankers & Steenberg, 2004). Dit kan gerealiseerd worden door het Waddengebied binnendijks te brengen met de verbinding van een duiker onder de dijk door (Elzinga en Oterdoom, 2016). De extensieve natuurbeleving wordt gestimuleerd met vlonderpaden en vogelkijkpunten (vogelboulevard). Met uitgebreide natuuraccommodatie en mogelijkheden zoals een Urban camping en Hotel Holwerd moeten er meer bezoekers naar het dorp getrokken worden (Holwerd aan Zee, 2017b). Om meer ecologische variatie te kunnen waarborgen zal het brakke binnenmeer verbonden worden met het achterliggende boezemstelsel van het Wetterskip Fryslân via de Holwerter Feart naar de Dokkumer Ee (zie figuur 2) (Wanningen & de Bruijne, 2016). Als gevolg van de aanleg en de realisatie van het beoogde scenario zullen ecologische veranderingen gaan plaatsvinden. Het huidige gebied bestaat uit binnendijkse landbouwgronden met buitendijks een kweldergebied. In het kweldergebied is reeds een vogelkijkhut geplaatst en een vogeleiland afgegraven.



Figuur 2: Scenario, "Beleef de Wadden" De verschillende nieuwe locaties staan op de kaart aangegeven als "Lodge", "Vogeleiland", "Beleefpad" en "Vogelboulevard" (Elzinga en Oterdoom, 2016)

Wanneer het binnendijkse gebied weer in contact zal komen met de zee zullen de natuurwaarden in het gehele impactgebied veranderen (Dankers & Steenbergen, 2004). Voor de realisatie van het brakwater binnenmeer zal 40 hectare landbouwgrond worden omgezet naar onder andere: water, grasland, riet en (zand)strand. Dit kan zowel een positief als negatief effect hebben voor verschillende soorten flora en fauna die voorkomen in het impactgebied (Wetterskip Fryslân, 2016). Projecten die invloed uitoefenen op de huidige ecologie in een gebied vereisen monitoringsstrategieën om ecologische verandering te kunnen meten. Bij natuurherstelprojecten worden ecologische doelstellingen opgesteld die na de uitvoer van het project gehaald moeten zijn. De monitoringsplannen van verschillende estuariën herstelprojecten in Noord-Nederland worden gebruikt als naslagwerk voor de opbouw van het monitoringsplan voor het Holwerd aan Zee project. Hieronder vallen de plannen voor de aanleg van de *vismigratie rivier in Kornwerderzand* (Griffioen, 2014), *de aanleg van het gemaal Vijfhuizen* (de Bruijne W., 2016), *de aanleg van de slufter op Texel* (Blom & Dalhuisen, 2017) en *de aanleg van het gemaal bij de Zwarte Haan* (de Vries, 2012). Al deze reeds uitgevoerde of nog in uitvoering zijnde projecten beschikken over een monitoringsplan. Variabelen kunnen op verschillende manieren en doormiddel van verschillende parameters onderzocht worden (Stowa, 2015). Verschillende variabelen en parameters voor het meten van verandering kunnen als indicator fungeren voor water- en bodemkwaliteit in aquatisch (water) of terrestrisch (land) gebied (Rijksoverheid, 2015). Biotische variabelen die van prioriteit zijn voor dit monitoringsplan bestaan uit: vis, vogels, vegetatie en epi en in fauna. Deze variabelen zijn geselecteerd omdat deze van toepassing zijn in het gehele impact gebied zowel binnendijks, buitendijks als rondom de nieuwe zoet-zout verbinding. Dit is onder andere een reden voor het behandelen van deze variabelen in de voorgenoemde monitoringsplannen. Aquatische bodemdieren (macrofauna) kunnen dienen als indicator voor waterkwaliteit en vormen een voedselbron voor vissen en vogels (Stowa, 2014). Predatie van vissen kan een belangrijke invloed hebben op de aanwezigheid van epifauna en infauna soorten (Stowa, 2010). Het bemonsteren van bodemfauna vormt een belangrijk onderdeel van veel aquatische onderzoeken en monitoringsprogramma's (Lengkeek et al., 2010). De samenstelling van vegetatie in het water is van belang omdat bepaalde vegetatie voor vissen een belangrijke voedingsbron is en kan dienen als een opgroeigebied voor migrerende vissen (de Bruijne W., 2017).

Verschillende methodieken kunnen gebruikt worden om de variabelen te kunnen meten. Om complexiteit te vermijden en metingen te kunnen vergelijken moet tenminste eenzelfde methode gebruikt worden voor het meten van een variabele. Om de meest geschikte methodiek te bepalen moet deze aan voorgeselecteerde criteria voldoen. Het gebruik van een methodiek in het werkveld kan beleidsmatige stappen vereisen of restricties hebben. Niet alle methodieken zijn toegestaan binnen de Nederlandse wetgeving of vereisen specifieke vergunningen in verschillende gebieden (Overheid.nl, 2015). Een methodiek kan beoordeeld worden op impact van gebruik, mogelijkheid tot consequente metingen, de hoogte van foutieve metingen en representativiteit van de metingen (Hill et al., 2005). Foutieve metingen, met daarbij het verbeteren hiervan, zijn van belang op gebied van het bepalen van datakwaliteit (Spikmans & de Jong, 2006). Een onderdeel dat in praktijk nog een bijdrage levert aan de keuze van een methodiek zijn de investeringskosten van de aanschaf en het gebruik (Verschuieren & van der Biezen, 2012). Staatsbosbeheer beheert de buitendijkse kwelder van Holwerd (Staatsbosbeheer, 2017). Onder beheer van Staatsbosbeheer voert Rijkswaterstaat verschillende werkzaamheden uit op de kwelder, onder andere onderzoek naar waterkwaliteit, waterpeil en vegetatiekartering. Naast het vaste beheer op de kwelder, valt het gebied ook nog onder verschillende regelingen van Natura2000 en Natuurnetwerk (Netwerk Ecologische Monitoring (NEM), 2017) omdat de kwelder zich in een Waddenzee Natura2000 gebied bevindt (Ministerie van Economische Zaken, 2017). In de Natura2000 richtlijnen staat het gebied aangeschreven als belangrijke broedplaats en hoogwatervluchtplaats waar broedvogels en trekvogels beschermd worden (Nicolai, 2016). Voor het Natuurnetwerk geldt dat het rijk en de provincies de natuurwaarden in deze gebieden willen behouden en willen ontwikkelen. Provincies verlenen subsidie aan natuurbeheerders voor ontwikkeling en beheer van dit Natuurnetwerk: het

Subsidiestelsel Natuur en Landschap (SNL). Het SNL is bedoeld voor het behoud en verbetering van natuur- en landschapskwaliteit in Nederland (van Beek et al., 2014). Het beheer binnendijks is in handen van Wetterskip Fryslân, zij zorgen voor het beheer van de dijk en de achterliggende waterlichamen op gebied van waterpeil en waterkwaliteit (Wetterskip Fryslân, 2018). Met al deze metingen wordt er meer inzicht verkregen in de ecologische toestand van het oppervlaktewater (Sportvisserij Nederland, 2018b). De landbouwgebieden die binnen het impact gebied vallen zijn gedeeltelijk in beheer van stichting 'Ecolana', een vereniging van meerdere agrariërs rondom Holwerd die zich richten op duurzame landbouw (Ecolana, 2017). Deskundige partijen kunnen op grond van hun kennis en expertise in het gebied een waardevolle invulling geven aan monitoring van biotische variabelen. In samenwerkingsverband tussen deze partijen kan gedurende het gehele jaar op grotere schaal data verzameld worden.

1.1 Probleemstelling

De uitvoer van het Holwerd aan Zee project volgens het scenario "*Beleef de Wadden*" zal een ecologische verandering in het gebied teweegbrengen. Om deze verandering te kunnen meten, moet een monitoringsplan ontwikkeld worden met de meest geschikte meetmethoden die in samenwerking door verschillende partijen uitgevoerd kan worden.

1.2 Doelstelling

Het hoofddoel van dit onderzoek is het opstellen van een aanzet tot een monitoringsplan met de daarin de meest geschikte methodieken voor het Holwerd aan Zee project. Daarbij zullen de partijen die het meest geschikt zijn om de variabelen te meten geselecteerd worden.

1.3 Hoofdvraag en deelvragen

Het onderzoek beantwoordt geven op de volgende hoofdvraag:

Wat zijn de meest geschikte methodieken om ecologische verandering te monitoren in het impactgebied van het Holwerd aan Zee project en welke partijen zouden deze monitoring kunnen uitvoeren?

De hoofdvraag zal beantwoord worden aan de hand van de volgende deelvragen:

1. Hoe zal de impact in het binnen- en buitendijkse gebied eruit komen te zien?
2. Welke parameters moeten worden opgenomen in het monitoringsplan voor het impactgebied?
3. Met welke methodieken kunnen de variabelen in het gebied worden gemeten?
4. Welke methodieken zijn het meest geschikt voor het impact gebied?
5. Welke partijen kunnen invulling geven aan de monitoring voor een desbetreffende parameter?

2 Methoden en technieken

Het onderzoekproces bestaat uit vijf verschillende fasen. Fase één beschrijft de te verwachten verandering in het impactgebied door realisatie van het project. In fase twee zijn ecologische variabelen geselecteerd met bijbehorende monitoringsvragen. Opvolgend op dit onderdeel zijn methodieken geselecteerd die gebruikt kunnen worden om de parameters te meten. Om het monitoringsplan compleet te maken zijn de onderdelen monitoringsschema, meetlocaties en betrokken partijen ook onderzocht.

2.1 Het in beeld brengen van de impact in het Holwerd aan Zee gebied

De fysisch- ecologische veranderingen zijn in beeld gebracht op basis van de geplande ingrepen in het impactgebied. Informatie op gebied van impact is verkregen uit literatuur (Rijksuniversiteit Groningen, 2017). Op basis van zoekacties, naar relevante terminologieën, zijn publicaties geselecteerd. Vanuit expert judgement zijn eisen opgesteld waar deze publicaties aan moeten voldoen:

- Een onderdeel van het bepalen van de te verwachten impact, is het beschrijven van de **huidige gebiedssituatie binnen- en buitendijks in het impactgebied van het Holwerd aan Zee project**. Wetenschappelijke publicaties zijn onder andere via Google Scholar geselecteerd onder de zoektermen: kwelder ecologie, voedsel web kwelder, zoetwaterecologie Noord-Nederland, voedsel web zoetwater ecologie.
- **Specifieke soorten binnen aquatische en terrestrische gebieden, binnen- en buitendijks**. De begrippen die onderzocht zijn in deze categorie: vis, vogels, vegetatie en macrofauna, zoetwatersoorten, zoutgehaltetolerantie, migrerende soorten, zoutwatersoorten, brakwatersoorten, terrestrische populaties.
- Om een impact in te kunnen schatten zijn de **fysisch- ecologische eigenschappen van het brakwatermeer en de variabelen onderzocht**. De volgende begrippen zijn gebruikt: saliniteitsgehalte, saliniteittolerantie, ecologie zoetwatergebied, ecologie brakwatermeer, effect brakwater.

De zoekacties zijn uitgevoerd aan de hand van de sneeuwbalmethode. Dit houdt in dat nieuwe bronnen geraadpleegd zijn in geselecteerde bronnen uit eerdere zoekacties, zoals gebruikte bronnen uit bestaande monitoringsplannen (Rijksuniversiteit Groningen, 2017).

2.1.1 Analyse

Het binnendijkse gebied zal bestaan uit brakke en zoete wateren. Het buitendijkse gebied zal voornamelijk uit water met een hoog saliniteitsgehalte bestaan (Holwerd aan Zee, 2017). Op basis van bevindingen in literatuur zijn de zoutgehaltetoleranties beschreven voor de verschillende groepen organismen in hun habitat. Soorten die naar alle waarschijnlijkheid aangetrokken worden door de geplande veranderingen in het gebied zijn behandeld. De verschillende gebiedseigenschappen zijn met elkaar vergeleken en een inschatting is gemaakt voor de te verwachten impact op de huidige ecologie. De resultaten zijn in een beschrijvende vorm geformuleerd

2.2 Bepalen van variabelen geschikt voor monitoring van het gebied

Dit onderdeel richt zich op bestaande monitoringsplannen van de reeds uitgevoerde of geplande zoet-zout herstelprojecten in Noord-Nederland. Hieronder vallen de projecten vismigratie rivier in Kornwerderzand, de aanleg van het gemaal Vijfhuizen, de aanleg van de slufteer op Texel en de aanleg van het gemaal bij de Zwarte Haan (de Bruijne W., 2016) (Winter et al., 2014). Uit deze monitoringsplannen zijn relevante onderdelen gehaald op basis van:

- Onderzoeksdoelstellingen en/of monitoringsvragen gericht op de geselecteerde onderzoeksonderwerpen.
- Variabelen die behandeld zijn in de monitoringsplannen zijn: **vis, vogels, vegetatie en macro fauna**.

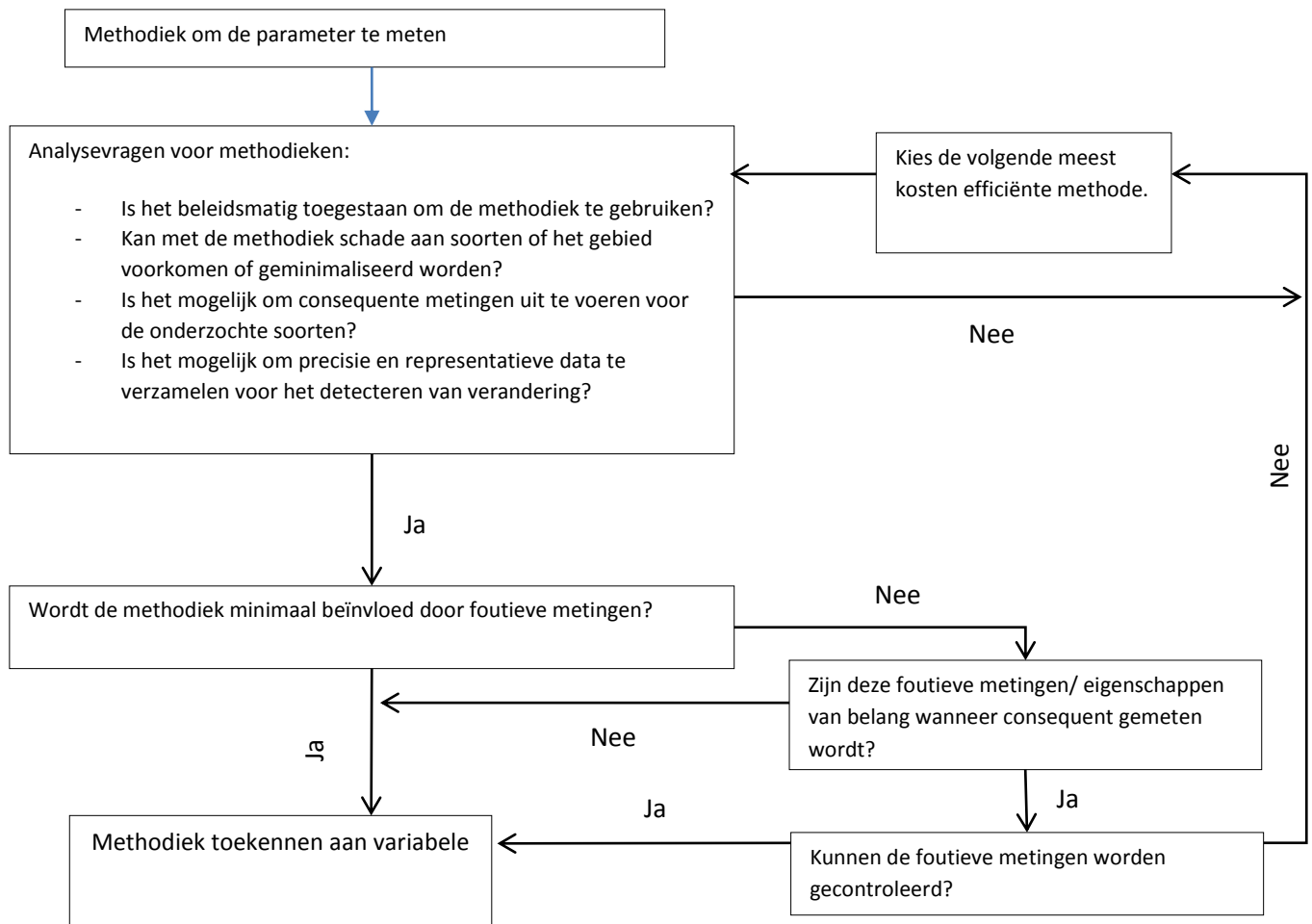
Om de resultaten terug op lange termijn terug te koppelen zijn per variabele monitoringsvragen opgesteld (Balke & Artenz, 2013). Om de variabelen te kunnen monitoren zijn er meerdere parameters vastgesteld (*zie tabel 3*).

2.2.1 Analyse

De kernonderwerpen zijn uit monitoringsvragen en doelstellingen gehaald. Vervolgens zijn deze gerangschikt in een lijst. Met expert judgement worden de verschillende kernonderwerpen met elkaar vergeleken en de meest geschikte voor het Holwerd aan Zee project geselecteerd (Knotters et al., 2009). Gebaseerd op deze bevindingen worden monitoringsvragen opgesteld voor project Holwerd aan Zee. De resultaten zijn vormgegeven in tabel 3 met de verschillende variabelen, de kernonderwerpen en parameters.

2.3 Selecteren van methodieken voor het opzetten van het monitoringsplan

De geschiktheid van de verschillende methodieken voor het Holwerd aan Zee project zijn gebaseerd op het conceptueel model uit het handboek van biodiversiteit methoden (vertaald uit de Engelse uitgave '*Handbook of biodiversity methods*') (*zie figuur 3*) (Hill et al., 2005). Elke methodiek is afzonderlijk beoordeeld aan de hand van analysevragen (*zie figuur 3*). Door het beantwoorden van ja / nee vragen over foutieve metingen is iedere methodiek toegekend aan een van de variabelen.



Figuur 3: Flowchart van de vragen voor analyse van de methodieken

De veroorzaakte impact, de hanteerbaarheid, de wetmatige verplichtingen, de meetintensiviteit, de kostbaarheid, de datakwaliteit en de betrouwbaarheid zijn onderdeel van de dataverzameling. De beoordelingen worden door expert judgement toegekend. Deze vorm van expert judgement is gebaseerd op ervaringen tijdens veldwerk voor project "Vijfhuizen". Hier zijn enkele methodieken getest voor het gebruik van vis onderzoek. Daarnaast is ervaring opgedaan op gebied van uitval van metingen door onvoorziene omstandigheden. De terminologie die voor dit onderzoek toegepast is wordt als volgt behandeld:

Ecologische Impact: De invloed van het gebruik van de materialen op organismen in hun leefomgeving. De factoren van impact zijn (Lerner, 2004):

- Blootstelling van de onderzoeksgroep aan stressvolle situatie
- Druk op locatie door intensief gebruik van gebied (trajecten lopen of vaste plaats op locatie)
- Druk op locatie door gebruik van materialen in het gebied
- Het hanteren van organismen zelf.

Schaal van impact: na het gebruik van de methodiek, kunnen de impact factoren op grote of kleine schaal beïnvloed zijn. Aan de hand van de tijd van impact en omvang van het impactgebied per methodiek voor één meting.

Consequente metingen: Metingen die volgens een vast herhalingspatroon binnen een meetprocedure uitgevoerd worden. De consequentie van metingen wordt beïnvloed door de mate van toegankelijkheid in een gebied over het gehele jaar.

Toegankelijkheid: De mogelijkheid tot het bereiken van het meetpunt en het uitvoeren van de meting zelf. Factoren die van invloed zijn op de toegankelijkheid zijn:

- Belemmering op de meetlocatie door omgevingsfactoren. Door mate van begroeiing voor terrestrische en aquatische metingen, waterdiepte voor aquatische metingen.
- Belemmeringen op de meetlocatie door gebiedsonderhoud. (Regulatie van de duiker, maaien, grazen van runderen etc.)
- Belemmering voor het bereiken van de meetlocatie. Zoals drassige bodem, weersomstandigheden.
- Belemmering door getij (afhankelijk van getij), afsluiting van gebied.

Foutieve metingen: Incorrecte dataverzameling op gebied van het gebruik en plaatsing van materiaal.

- Materialen of methodieken die kunnen falen.
- Onjuiste metingen of verstoorde metingen.

Geschikte meetperiode: De meetperiode wanneer de variabele aanwezig is in het gebied. (Dit verschilt per parameter of variabele).

Representativiteit: De locatie waar de monitoring wordt uitgevoerd is representatief voor de populatie in het gehele impact gebied.

- Omvang van steekproef.
- Omvang van meetoppervlak ten opzichte van gebied.

Betrouwbare data: Accuraatheid, vergelijkbaarheid en validiteit van data die een weergave schetsen van de werkelijkheid.

2.3.1 Criterium voor Multi Criteria Analyse

De analyse van de methodieken bestaat uit twee onderdelen, de prioriteitsvraag en de Multi Criteria Analyse (MCA). Een methodiek is alleen geanalyseerd wanneer de prioriteitsvraag beantwoord is met 'ja'. Mocht het namelijk beleidsmatig niet toegestaan zijn om de methodiek te hanteren in het projectgebied, dan is het niet mogelijk deze methodiek uit te voeren tijdens monitoring. De volgende prioriteitsvraag is van toepassing: *Is het gebruik van de methodiek beleidsmatig toegestaan?*

De MCA bestaat uit vijf criteria die een score tussen de één en vijf hebben (zie tabel 1). Criteria één, twee en vijf bestaan uit de onderdelen a en b. Om nadruk te kunnen leggen op de *belangrijkere* factoren voor een criterium is een weging toegepast. Criteria één en vijf hanteren voor beide onderdelen eenzelfde weging. De mate van impactfactoren ten opzichte van de schaal is even zwaar beoordeeld. De veiligheid om het gebied te betreden en het gebruik van de materialen zijn van dezelfde waarde, omdat deze beiden van invloed zijn op de uitvoer van het onderzoek. Criterium twee staat voor het onderwerp de toegankelijkheid van en de invloed op de meetconsequentie. Het kan voorkomen dat het niet mogelijk is om een gebied te betreden door bepaalde factoren. Wanneer deze periode valt op het moment dat de variabele aanwezig is in het gebied heeft dit effect op de meetconsequentie. Criteria twee hanteert een dubbele weging voor onderdeel b. Het is voor de consequentie van de metingen belangrijker dat de geschikte meetperiode van de methodieken ook overeenkomt met de begaanbaarheid van het gebied. Criterium vier bestaat uit drie onderdelen gericht op foutieve metingen. Tijdens het gebruik van een methodiek is het mogelijk dat foutieve metingen voorkomen. Foutieve metingen kunnen zijn gecorrigeerd wanneer de fout of de aanleiding

voor de fout gevonden is. Wanneer dit niet het geval is verliest de data zijn kwaliteit (Hill et al., 2005). Hierdoor is het van hoge waarde om de foutieve meting te kunnen onderscheppen, wanneer dit niet het geval is, wordt het gehele onderzoek minder betrouwbaar. Onderdeel c van criterium 4 is dan ook dubbel mee gewogen. Criteria drie en vier worden in hun totaliteit dubbel gewogen ten opzichte van de andere criteria. Deze criteria zijn specifiek gefocust op de kwaliteit van data. De score van de bijbehorende methodiek wordt berekend met een gemiddelde van alle (gemiddelde) uitkomsten van de verschillende criteria. De algemene kosten van de methodiek worden uit onderzoek publicaties geraadpleegd met de geschatte kosten voor het gebruik van de methodiek tijdens monitoring.

Tabel 1: Verschillende criteria voor de Multi Criteria Analyse

<i>Criterium 1: In welke mate veroorzaakt het gebruik van de methodiek verstoring of impact in het gebied?</i>		
a) Hoeveel verschillende factoren ondervinden negatieve impact door het gebruik van de methodiek?		
Meer dan de vier factoren van ecologische impact ondervinden negatieve invloed van het gebruik van de methodiek	←Meest negatieve Meest positieve →	De methodiek veroorzaakt geen negatieve impact op geen enkele impact factor
b) Heeft de methodiek grootschalige of kleinschalige effect op de factoren?		
Het gebruik van de methodiek heeft op verschillende parameters op grote schaal effect	←Meest negatieve Meest positieve →	Het gebruik van de methodiek heeft geen impact op geen enkele parameter
<i>Criterium 2: Is het mogelijk het gehele jaar door consequente metingen uit te voeren?</i>		
a) Toegankelijkheid van gebied met methodiek:		
Zeer beperkte toegankelijkheid door de toegankelijkheid factoren	←Meest negatieve Meest positieve →	Niet beperkt door toegankelijkheid factoren
b) Geschikte meetperiode van de variabelen komt overeen met een hoge toegankelijkheid met de methodiek in het gebied:		
Geschikte meetperiode valt in een periode van slechte toegankelijkheid	←Meest negatieve Meest positieve →	Geschikte meetperiode loopt overeen met een goede toegankelijkheid van het gebied
<i>Criterium 3: Is het mogelijk representatieve data te verzamelen die een weergave geeft van verandering in het gebied?</i>		
Het is niet mogelijk om representatieve data te verzamelen voor de veranderingen in het gehele impact gebied	←Meest negatieve Meest positieve	Representatieve data over alle veranderingen in het gehele impact gebied worden verzameld

	→	
Criterion 4: Wordt het onderzoek negatief beïnvloed door mogelijke foutieve metingen?		
a) Zijn mogelijke foutieve metingen van toepassing voor de methodiek?		
De mate van foutieve metingen is dermate groot dat deze van grote invloed zijn op de betrouwbaarheid van data	←Meest negatieve Meest positieve →	Het onderzoek wordt niet beïnvloed door foutieve metingen
b) De foutieve metingen beïnvloeden de meetconsequentie		
Foutieve metingen beïnvloeden op grote schaal van het onderzoek de consequentie	←Meest negatieve Meest positieve →	Foutieve metingen beïnvloeden geen meetconsequentie
c) Controleerbaarheid van (mogelijk) foutieve metingen		
Foutieve metingen zijn oncontroleerbaar en daardoor niet te analyseren	←Meest negatieve Meest positieve →	Foutieve metingen zijn controleerbaar
Criterion 5: Is het uitvoeren van de methodiek in het gebied risicovol voor de onderzoeker(s)?		
a) In hoeverre is het uitvoeren van de methodiek risicovol voor de onderzoeker(s):		
Het uitvoeren van de methodiek is zeer risicovol voor de onderzoeker(s)	←Meest negatieve Meest positieve →	Het uitvoeren van de methodiek is niet risicovol voor de onderzoeker(s)
b) Is het betreden van het gebied met de methodiek risicovol gedurende het hele jaar:		
Het gebied is het gehele jaar risicovol om te betreden	←Meest negatieve Meest positieve →	Het gehele jaar is het niet risicovol om het gebied te betreden

Tabel 2: Weging voor ieder onderdeel binnen een criterium en per criterium zelf

Criterium	Onderdelen met weging binnen criterium	Weging
1: Beoordeling van impact van methodiek op gebied.	a) 1 b) 1	1
2: Is het mogelijk het gehele jaar door consequente metingen uit te voeren?	a) 1 b) 2	1
3: Is het mogelijk representatieve data te verzamelen die een weergave kan geven van verandering in het gebied?		2
4: Wordt de methodiek negatief beïnvloed door foutieve metingen?	a) 1 b) 1 c) 2	2
5: Is het uitvoeren van de methodiek in het gebied risicovol voor de onderzoeker(s)?	a) 1 b) 1	1

2.4 Pilot studie

De pilotstudie fungeert als een observatieonderzoek om details te implementeren in het monitoringsplan op gebied van locatiekeuze. De meest geschikte methodieken moeten op de meest geschikte locaties worden uitgevoerd. Een aantal punten zijn van belang voor het bepalen van de locaties zoals, de te verwachten omvang van het impactgebied en de verschillende ecologische omstandigheden die zich binnen een zoet-zout overgang gaan voordoen (de Bruijne W., 2017). De locaties moeten voldoen aan eisen die gesteld zijn voor gebruik van methoden. Uit literatuur verkregen gebiedsomschrijvingen en vanuit het bestuderen van beelden van Google Earth en Google Maps is een voorselectie gemaakt. Aan de hand van een bezoek aan het gebied worden de daadwerkelijke onderzoek locaties vastgesteld.

2.5 Rollen van partijen bepalen

Na het bepalen van de meest geschikte methodieken voor project Holwerd aan Zee zijn de meest geschikte partijen voor het uitvoeren van dit onderdeel van het monitoringsplan geselecteerd. Deze partijen kunnen bestaan uit niet gouvernementele organisaties, werkgroepen, overheidsinstellingen en particulieren bedrijven zoals adviesbureaus. Officiële websites en publicaties zijn gebruikt om de verschillende partijen te identificeren. Een onderscheid is gemaakt tussen de partijen die al betrokken zijn bij het Holwerd aan Zee project, partijen die in andere monitoringsprogramma's onderdelen uitvoeren, dus bijdragen aan een integraal beheer, en van partijen die al onderzoek uitvoeren of interesse hebben in onderzoek uitvoeren in het gebied zelf. Partijen die in de geselecteerde monitoringsplannen onderzoek gerealiseerd hebben. Wederom is gebruik gemaakt van de sneeuwbal methode. Eisen waar deze partijen aan moeten voldoen zijn: Ervaring op gebied van onderzoek naar één of meer variabelen en In het impactgebied opereren.

2.5.1 Analyse

Per variabelen is eerst een lijst gemaakt van de potentiële partijen. De partijen zijn geselecteerd op basis van hun werkwijzen in het gebied. De meest geschikte partijen zijn geselecteerd op basis van de mogelijkheid tot monitoren in zowel binnendijkse als buitendijkse regio's. Voor de bijdrage van integraal beheer is gekeken naar de betrokken partijen bestaande monitoringsprojecten. Een aangepast advies voor de geselecteerde partijen is opgesteld voor de uitvoer van het onderdeel van de monitoring.

3 Te verwachte impact door project Holwerd aan Zee

Het merendeel van de Nederlandse kustgebieden bevindt zich onder het gemiddelde zeewaterniveau (Rijkswaterstaat, 2017). Dit maakt een geleidelijke overgang complex te realiseren. In het projectgebied van Holwerd aan Zee zijn twee gebieden te onderscheiden, de kwelder en de zoete binnenwateren. De meeste veranderingen gaan binnendijs plaatsvinden door het afgraven van het brakwatermeer. Door de afgraving van de slenk in de kwelder zullen ook hier gebiedsveranderingen



Figuur 4: Voorlopige plan Holwerd aan Zee. Vrijgegeven door Jan Zijlstra (werkgroep Holwerd aan Zee)

plaats gaan vinden. Figuur 4 geeft een impressie hoe het gebied er na de impact uit moet komen te zien.

De verbinding van zout-, brak- en zoetwater kan een estuarium vormgeven (Veraart, Verdonchot, & Paulissen, 2013). Deze drie verschillende gebieden worden onderscheiden door de verschillende klasse in chloride concentratie (mg/l) (ook wel weergegeven als saliniteit (‰)). Het huidige binnendijs gebied zal gaan verzilten door instromend water vanaf de kwelder (Veraart et al., 2013). Binnendijs zullen de getijden in lichte mate invloed uitoefenen op de vormgeving van het systeem (Dankers & Steenbergen, 2004). Horizontale getijbeweging functioneert als sleutelrol voor de natuurlijke processen in de gebieden. Door aanvoer van sediment vanuit de Waddenzee vindt opslibbing plaats. Binnendijs zal het gebied slibrijker worden. Een verhoogde slibconcentratie veroorzaakt vertroebeling van het water. De hoeveelheid zwevend stof in de waterkolom wordt bepaald door een samenspel van biotische en abiotische factoren (Dankers & Steenbergen, 2004). Onder andere primaire producenten zijn afhankelijk van de nutriënten die in het sediment zitten. De vertroebeling van water is bepalend voor de lichtinval en daardoor voor het vermogen tot fotosynthese (Dankers & Steenbergen, 2004). Verstikking kan plaatsvinden wanneer de deeltjes het licht blokkeren of wanneer te grote hoeveelheid nutriënten een algenbloei laat ontstaan. Een evenwichtssituatie van sedimentatie en erosie in deze

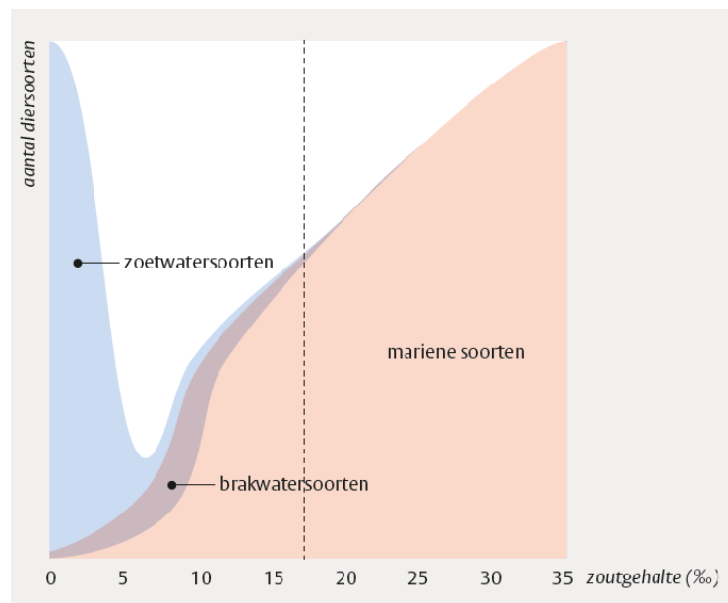
gebieden kan tot honderden jaren duren (Dankers & Steenbergen, 2004). Neerslag is een belangrijke abiotische factor voor het ontstaan van brakke levensgemeenschappen op zoutere plekken als de kwelder. Een natte of een droge zomer zorgt voor grote verschillen in saliniteit van het water (Verdonchot, 2014). De mate van invloed zal afhangen van regulatie van waterkwaliteit van het gebied. Wanneer een geleidelijke zoet-zout overgang wordt gerealiseerd zal het waterniveau binnendijs gereguleerd moeten worden. Het ontwerp van de uiteindelijke duiker zal van invloed zijn voor de regulatie in het gebied (Dankers & Steenbergen, 2004). De Holwerter Feart gaat aangepast worden aan de nieuwe situatie. De verbreding van dit waterlichaam biedt landinwaarts ruimte voor de aanleg van natuurvriendelijke oevers. De Holwerter Feart zal in connectie komen te staan met de Blijaervaart en Dokkumer Ee.

Elke aquatische soort heeft een kritische grens met betrekking tot het zoutgehalte waardoor het voorkomen en de verspreiding wordt beperkt (Veraart et al., 2013) (zie figuur 5). De zoutgehaltetolerantie is onder meer afhankelijk van de levensfase van het organisme, de

watertemperatuur en het zuurstofgehalte van het water (Janssen, 2000). In de overgangsgebieden zal een beperkt aantal soorten met een brede zoutgehaltetolerantie voorkomen (euryhalie soorten) en een klein aantal ‘echte’ brakwatersoorten. Voor aquatische organismen is het meer stressvol om zich aan te passen aan steeds fluctuerende saliniteit, dan zich het te aanpassen aan een stabiele saliniteit. (Verdonschot, 2014) Een mogelijkheid bestaat dat ubiquistische soorten het gebied gaan domineren. (Nederlandse encyclopedie, 2017). Dit zijn soorten met een hoge tolerantie voor saliniteit, eutrofiering, organische belasting en toxische veranderingen. De intrek van nieuwe soorten is te verwachten (Verdonschot, 2014).

3.1.1 Te verwachten impact voor vissen

Over het algemeen zijn volwassen zoetwatervissen in staat om te overleven in wateren met een hogere saliniteit en brakwater condities. Een gemiddelde maximale saliniteit waarde die ze kunnen weerstaan is 8.8‰, (zie figuur 5) (Veraart et al., 2013).



Figuur 5: Curve van Remane, relatie tussen zoutgehalte en voorkomen van aantal soorten (Moorsel & van Leeuwen, 2013)

Voor het voortplantingsproces is een lagere saliniteit vereist. Over het algemeen moet deze lager dan 5‰ zijn voor de embryonale ontwikkeling van de organismen (Verdonschot, 2014) (Sportvisserij Nederland, 2016). Zoetwatervissen zullen naar verwachting de Holwerter Feart en verder de Dokkumer Ee intrekken. Op basis van de te verwachten saliniteit kan een verwachting worden gedaan naar de aanwezigheid van bepaalde zoetwatervissoorten in het brakke gebied. Stroomsnelheid en begroeiing van de oevers zijn bepalende factoren voor limnofiele, eurytope en reofiele soorten. Limnofiele soorten zijn onder andere: kleine modderkruiper en tiendoornige stekelbaars. Eurytope soorten zijn: paling, driedoornige stekelbaars en bittervoorn. Reofiele soorten zijn bot, harder en spiering (Brouwer et al., 2008). De kleine modderkruiper (*Cobitis taenia*) heeft een zeer lage zouttolerantie. Uit laboratoriumonderzoek en veld observaties is gebleken dat de soort zich nog succesvol kan ontwikkelen bij een saliniteit tussen de 0.12 en 4.8‰ (Veraart et al., 2013). Bij een saliniteit van 6‰ wordt de groei sterk geremd en boven de 7.2‰ stopt de groei geheel (Veraart et al., 2013). De kleine modderkruiper kan zich dus wel ontwikkelen in een brakke habitat tot een beperkte saliniteit, maar wanneer er grote fluctuaties in de saliniteit ontstaan en de waarde sterk stijgt wordt het gebied ongeschikt (Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie, 2011). De kleine modderkruiper zou hoger stroomopwaarts kunnen trekken uit het brakwater gebied. Soorten die gebruik kunnen gaan maken van het artificiële estuarium zijn de driedoornige

stekelbaars (*Gasterosteus aculeatus*), paling (*Anguilla anguilla*), zeeforel (*Salmo trutta trutta*), bot (*Platichthys flesus*), rivierprik (*Lampetra fluviatilis*), zee-prik (*Petromyzon marinus*), zalm (*Salmo salar*), fint (*Alosa fallax*), elft (*Alosa alosa*) en spiering (*Osmerus eperlanus*) (Wintermans, 2014). Via de Holwerter Feart kunnen diadrome vissoorten de wateren Blijaervaart en Dokkumer Ee bereiken. Voor veel migrerende vissoorten is het van cruciaal belang dat ze intrekmogelijkheden en binnendijkse opgroeimogelijkheden hebben (Wanningen & de Bruijne, 2016). Uit monitoringsresultaten van de Breebaart polder is gebleken dat gedurende eerste jaren na herstel van verbinding veel spiering (*Osmerus eperlanus*), brakwatergrondel (*Pomatoschistus microps*), bot (*Platichthys flesus*), paling (*Anguilla anguilla*), haring (*Clupea harengus*) en dunlipharder (*Liza ramada*) gevangen zijn (Tydeman, 2005). In Nederland bestaan drie groepen zoetwatervissoorten: inheems, uitheems en gevestigde exoten. Naar alle waarschijnlijkheid heeft de opening in de dijk tot gevolg dat er een toename zal zijn van uitheemse soorten in het gebied, en dat enkele nu aanwezige zoetwatersoorten wegtrekken uit het gebied (Brouwer et al. 2008).

3.1.2 Te verwachten impact voor vogels

De aanleg van een nieuw foerageergebied en hoogwatervluchtplaats voor trek- en broedvogels zal tijdens de realisatie van het plan thuishoren. Het is te verwachten dat door zachte natuurlijke oevers, met ondiepe zones in het brakwatermeer, zorgt voor een positieve ontwikkeling voor lepelaars en visdiefjes populaties (Wanningen & de Bruijne, 2016). Door een verwachting van intrek van vissoorten zoals spiering (*Osmerus eperlanus*), driedoornige stekelbaars (*Gasterosteus aculeatus*), paling (*Anguilla anguilla*) en bot (*Platichthys flesus*). Deze soorten zitten in het dieet van onder andere de lepelaar (*Platalea leucorodia*), noordse stern (*Sterna paradisaea*) en visdief (*Sterna hirundo*) (Wanningen & de Bruijne, 2016). Kwelderbroedvogels kunnen zomers kwetsbaar zijn voor stormen waarbij stukken kust weg kunnen slaan (Wereld Natuur Fonds, 2017). Deze vogelsoorten zullen mogelijk intrek nemen in het brakke binnenmeer. Door de aanleg van binnendijkse hoogwatervluchtplaatsen en broedplaatsen kunnen kust(broed)vogels waaronder de grote stern (*Thalasseus sandvicensis*), dwergstern (*Sternula albifrons*), grote stern (*Thalasseus sandvicensis*) en lepelaar (*Platalea leucorodia*) en de kokmeeuw (*Chroicocephalus ridibundus*) hun intrek gaan nemen in het gebied (Wanningen & de Bruijne, 2016). Deze soorten bevinden zich momenteel al in het Waddengebied en langs de kust (Dijkema, et al., 2013). De aalscholver (*Phalacrocorax carbo*), middelste zaagbek (*Mergus serrator*) en zwarte stern (*Chlidonias niger*) zijn soorten die veelvuldig in het kwelder gebied voor kunnen komen. Voor de kleine zilvereiger (*Egretta garzetta*) biedt het nieuwe binnendijkse gebied een nieuwe gelegenheid als foerageergebied (Dijkema, et al., 2013).

Bij toename van zeebies kan ook de grauwe gans (*Anser anser*) in grote aantallen op de kwelder gaan voorkomen. Grauwe ganzen foerageren graag op de knolletjes van de zeebies (Dankers & Steenberg, 2004). Meer riet vegetatie biedt de rietzanger (*Acrocephalus schoenobaenus*) mogelijkheid tot broeden. Naar alle waarschijnlijkheid zullen verscheidende kust(broed)vogels hun intrek nemen in het brakwatermeer, door de aanleg van hoogwatervluchtplaatsen en broedgelegenheden.

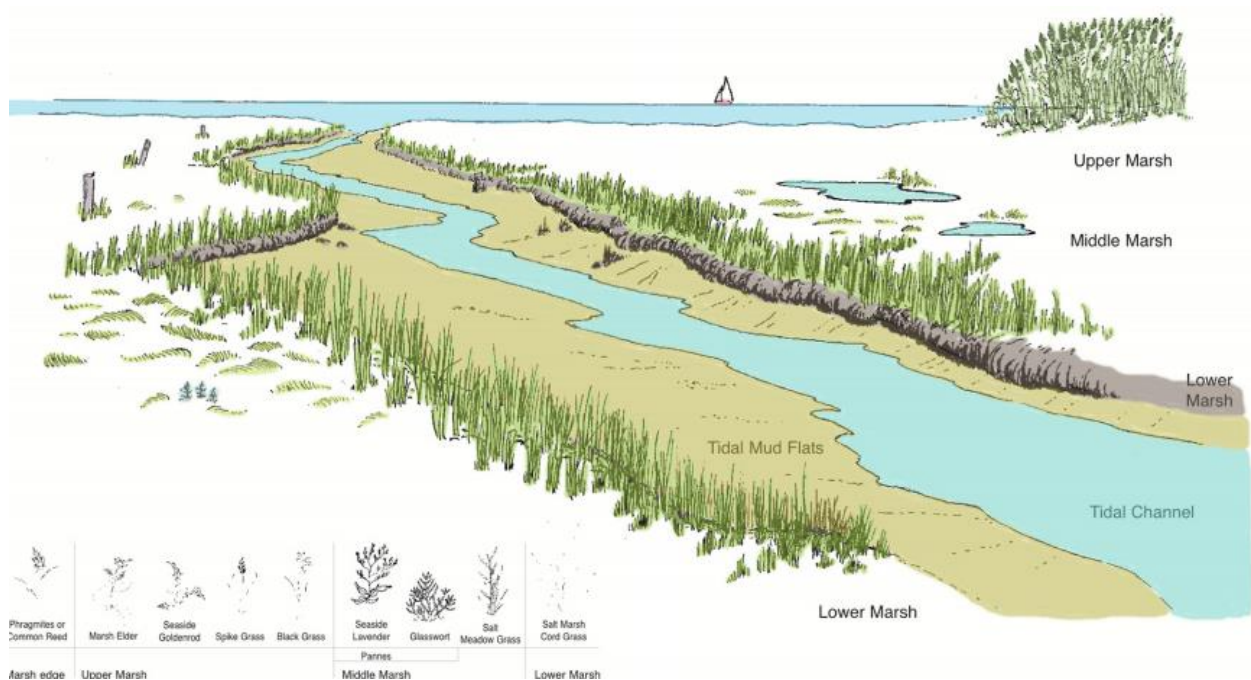
3.1.3 Te verwachten impact voor vegetatie

Zoetwatervegetatie heeft twee aanpassingsstrategieën. Bij een langzame blootstelling aan hogere saliniteit kunnen zoetwatersoorten het fysische systeem aanpassen aan de omstandigheden. De tweede strategie omvat een dispersie, (re)kolonisatie of een tijdelijk in rust periode (Veraart et al., 2013). De meeste zoetwaterplanten kunnen overleven tot een saliniteit rond de 1000 à 2000 mg/l (brak water)(zie bijlage I). Wanneer de saliniteit boven de 2000 mg/l komt dan zal de groeisnelheid afnemen en zijn de bladeren en wortelsystemen kleiner (Veraart et al., 2013). Een veelvoorkomende binnendijkse aquatische soort is krabbenscheer (*Stratoides aloides*) (Veraart et al., 2013). Na het openen van de dijk zal in het binnendijkse gebied zilte vegetaties tot ontwikkeling komen (Wetterskip Fryslân, 2016). De vegetatie successie verandert mee met de veranderingen in het gebied en nieuwe

zilte vegetatie zal geïntroduceerd worden in de brakke binnenwateren. De nieuwe vegetatiesamenstelling zal tot een climax stadium ontwikkelen.

In 2014 en 2015 is door Rijkswaterstaat een vegetatiekartering gemaakt van het oostelijke deel van de kwelder voor Holwerd (Reitsma & de Jong, 2016). In het gebied bevinden zich een aantal potentieel bedreigde plantengemeenschappen. Vier gevoelige plantengemeenschappen die hinder kunnen ondervinden van werkzaamheden op de kwelder zijn: gewoon kweldergras (*Puccinellia maritima* typicum), zoutmelde (*Halimionetum portulacoides*), strandmelde (*Atriplicetum littoralis*) en engels gras/rood zwenkgras (*Armerio-Festucetum litoralis*).

In de eindfase van successie zal zeekweek de kwelder domineren, hierdoor zal de biodiversiteit drastisch afnemen (Dijkema, et al., 2013). Op plekken waar de chlorideconcentratie onder de 10 g/l blijft zullen soorten als riet (*Phragmites australis*) en zeebies (*Scirpus maritimus*) zich kunnen vestigen. Op figuur 6 is te zien hoe de vegetatieopbouw op de kwelder er rondom een slenk uit ziet. Naar alle waarschijnlijkheid zal de vegetatiesamenstelling mee veranderen met de veranderingen in het gebied, binnendijks zal zich meer zilte vegetatie gaan voordoen



Figuur 6: Kwelder vegetatie opbouw (Lydon, 2017)

3.1.4 Te verwachten impact voor macrofauna

Een structurele toename van de saliniteit zal niet automatisch betekenen dat alle zoetwatersoorten uit het gebied verdwijnen. Een deel van de macrofauna heeft een tolerantie voor verhoogde saliniteit. Saliniteit in het sediment ondervindt minder grote fluctuaties dan het bovenstaande water (Janssen, 2000). Op korte termijn betekent dit dat individuen zich aan het nieuwe zoutere milieu kunnen aanpassen. Naast verhoogde saliniteit hebben andere factoren invloed op de populaties in het binnendijkse gebied. Stressfactoren die in het gebied gepaard gaan met de herstelde verbinding zijn bijvoorbeeld de concentraties toxische stoffen die toe kunnen nemen, verandering in de aquatische bodemvegetatie of het vertroebelen van water (Veraart et al., 2013). Het is bekend dat kokerjuffers (Trichoptera), haften (Ephemeroptera) en steenvliegen (Plecoptera) zeer gevoelig zijn voor verhoogde saliniteit. Er zijn enkele soorten wantsen en waterkevers die een hoger chloride tolerantie hebben (Stowa, 2012). In het brakwatermeer kunnen kreeftachtigen (Crustacea) toenemen. Kevers (Coleoptera), wantsen (Heteroptera) en dansmuggen (Chironomidae) zijn soorten die goed kunnen gedijen in een geleidelijk zouter wordend milieu, ze kunnen zich fysiologisch aanpassen aan verzilting. Brakwater naaktslakken van het geslacht Limapontiidae hebben kansen in

het nieuwe gebied. Deze naaktslakken zijn kenmerkend verbonden aan de groenalg (*Vaucheria litorea*) die als belangrijkste voedselbron dient (Dankers & Steenbergen, 2004).

Bekende soorten die op de kwelder voorkomen: wadslakje (*Hydrobia ulvae*), veelkleurige zeeduizendpoot (*Hediste diversicolor*), rode draadworm (*Heteromastus filiformis*), gewone zwemkrab (*Liocarcinus holsatus*) en strandkrab (*Carcinus maenas*). Mariene en estuariene vlokreeftjes (Gammaridea) komen in hoge aantallen voor in zoute en brakke wateren (Faasse & Stikvoort, 2002). De brakwatersteurgarnaal (*Palaemonetes varians*) kan ook goed omgaan met schommelende saliniteitsgehalten en, de soort kan zowel binnendijks als buitendijks aangetroffen worden (Waarneming.nl, 2016). Naar alle waarschijnlijkheid zullen de meeste macrofauna soorten zich op korte termijn aan het nieuwe zoutere milieu kunnen aanpassen.

4 Selectie van parameters met opzet van monitoringsvragen

Door deze parameters te onderzoeken kunnen de monitoringsvragen worden beantwoord. Op basis van de te verwachte impact in het gebied en al bestaande monitoring van de variabelen zijn de parameters geselecteerd voor het monitoringsprogramma. Om de daadwerkelijke impact te kunnen meten moet per variabelen gemonitord worden in het binnen- en buitendijkse gebied.

Tabel 3: Variabelen met de te onderzoeken parameters

Onderzoeksgroep / variabelen	Kernonderwerp	Parameters
Aquatische fauna: Vispopulatie dynamiek	Ontwikkeling van samenstelling van populatie en populatiedichtheid	Aantallen, lengte, gewicht en leeftijd en samenstelling van verschillende soorten groepen
Terrestrische fauna: Populatie dynamiek vogels	Populatieontwikkeling broedvogels en trekvogels	Aantal broedparen en broedsucces per gebied per jaar. Aantal broedvogels per gebied per jaar
Kwelder flora: Vegetatie samenstelling	Bedekkingsgraad en soortensamenstelling van de vegetatie	% bedekking van vegetatie klasse
Aquatische flora: Vegetatie samenstelling	Bedekkingsgraad en soortensamenstelling van de vegetatie	% bedekking van vegetatie klasse
Terrestrisch flora: Vegetatie samenstelling	Bedekkingsgraad en soortensamenstelling van de vegetatie	% bedekking van vegetatie klasse
Aquatische fauna: Macrofauna populatie dynamiek	Ontwikkeling van populatie samenstelling en populatiedichtheid	Soorten samenstelling, aantallen per oppervlakte
Aquatisch: Abiotiek	Variatie in zoet-zout gradiënt en fysisch-chemische waarden	Saliniteit ‰ Fosfor waarden Ph waarden Watertemperatuur °C
	Sedimentatie	Sedimentsamenstelling
	Hydrologisch functioneren zoet-zout overgang	Stroomsnelheid Waterdiepte

In de plannen van project Vijfhuizen en vismigratie rivier Kornwerderzand worden de populatie dynamiek van vis meegenomen in het monitoringsplan. De verandering in populatie dynamiek laat gedurende tijd de verandering zien in de populatie composities en dichtheid. Onderzoek zal uitgevoerd worden naar aanwezige soorten in het binnen- en buitendijkse gebied met de aantallen. Aan de hand van lengte, gewicht en leeftijdsklasse kunnen de populatiedichtheid en populatie opbouw bepaald worden. Vanuit de verwachtingsanalyse (Zie hoofdstuk 3.1.1) zal de viscompositie veranderen binnen het impact gebied, met een hogere saliniteit binnendijs en een aangelegde geul buitendijs. Het realiseren van vismigratie staat voor het Holwerd aan Zee project als een hoofddoel opgesteld (Wanningen & de Bruijne, 2016). Diadrome vissoorten zouden gebruik van de duiker kunnen gaan maken. De bijbehorende monitoringsvraag voor het meten van de variabelen is:

1. Hoe ontwikkelt de vispopulatie dynamiek zich in het binnen- en buitendijkse gebied na realisatie van het project?

Het verwachtingspatroon in het Waddengebied, de kwelders en het directe land achter de dijk belangrijke foerageer-, rust- en broedplaatsen voor zowel broed-als trekvogels (Dijkema, et al., 2013). Belangrijke factoren die in het geval van het Holwerd aan Zee project van invloed kunnen zijn op de populatieontwikkeling zijn verandering van habitat en nestsucces (ook door verandering van habitat) (van Turnhout & Majoor, 2016). De broedvogelpopulatie wordt onderzocht door het identificeren van broedparen en broedsucces (van Turnhout & Majoor, 2016). In de monitoringsplannen van de Slufter op Texel en project Vijfhuizen is vogelpopulatie onderzoek ook opgenomen voor monitoring. De kern van dit onderzoek omvat voor beide projecten dat het gedrag van vogels in de vorm van terrein gebruik, ontwikkeling van broed- en trekvogel populaties kan veranderen na een grote ingreep in leefgebied (de Bruijne W., 2016). De bijbehorende monitoringsvraag is:

2. Wat is de populatiedynamiek van de broed- en trekvogels in het binnen- en buitendijkse impact gebied?

In het binnendijkse gebied wordt voor de vegetatie samenstelling een onderscheid gemaakt in terrestrische (oever) en aquatische (water) vegetatie. De vegetatie wordt in kaart gebracht aan de hand van de bedekkingsgraad en de soortensamenstelling (Dijkema, et al., 2013). De soortensamenstelling wordt beoordeeld uit de aanwezigheid van kenmerkende soorten en plantengemeenschappen. In de projectplannen van project Vijfhuizen en de Texelse slufter is vegetatie ontwikkeling opgenomen in de monitoringplannen (de Bruijne W., 2016). Voor de beoordelingen van lijnvormige waterlichamen (sloten en slenken) zijn er meerdere meetpunten per waterlichaam nodig volgens een vast transect (Stowa, 2014). Na realisatie van het binnenmeer zal de vegetatieopname niet meer via een transect meting kunnen verlopen. Bij het buitendijkse kwelder gebied wordt geen onderscheid gemaakt tussen terrestrische en aquatische vegetatie. De bijbehorende monitoringsvraag is:

3. Hoe ontwikkelt de vegetatiesamenstelling zich na de impact in het binnen- en buitendijkse gebied?

Macrofauna is vaak in overvloed te vinden en gemakkelijk te verzamelen, daarnaast vertegenwoordigen ze vele soorten en ondersoorten (Sarker, Tanmay, Rahman, Patwary, & Rima, 2016). Het onderzoek van soorten samenstelling en dichtheid van de infauna en epifauna geeft meer inzicht in de kwaliteit van wateren en sedimentsamenstelling. De populatiedynamiek wordt in alle drie de zones (zout, brak en zoet) gemonitord. Op deze manier wordt onderzocht of er een verschuiving in de macrofauna populatie in het gebied optreedt. De bijbehorende monitoringsvraag voor het meten van de variabelen is:

4. Hoe ontwikkelt de macrofauna populatie dynamiek zich na de impact in het binnen- en buitendijkse gebied?

4.1.1 Uitleg alle methodieken

Per variabele zijn er verschillende methodieken behandeld. Er wordt toegelicht hoe de methodiek werkt en wat er mee gemeten wordt.

Tabel 4: Korte uitleg van alle geanalyseerde methodieken

Variabele	Methodiek	Werking van methodiek	Wat wordt er gemeten
Vis	eDNA	Met DNA-onderzoek worden soorten geïdentificeerd. Vanuit watermonsters wordt DNA uit urine, faeces, huidcellen of slijm van vissen onderzocht (TKI Watertechnologie, 2015).	Vooraf aangewezen soorten (Valentini, et al., 2014)
	Elektrovisserij	Een elektrisch schepnet waarmee vissen tijdelijk	Populatiedynamiek

		verdoofd en gevangen worden, al wadend door het water of vanaf een boot. Geschikt voor kleinere vissen (Van der Goes en Groot, 2017).	
	Onderwatercamera	Camera opstelling in een vispassage (duiker), aan de hand van de beelden kunnen vissen gedetermineerd worden (ATKB, 2017).	Vispassage efficiëntie
	Schepnet	Een handnet waarmee vanaf de oever of al wadend door het water voornamelijk kleinere vissoorten gevangen worden (Spikmans & de Jong, 2006)	Populatiedynamiek
	Kruisnet	Een trechtersvormig net van 1m ² dat verticaal op de bodem belandt en met een interval van 5 minuten weer wordt opgehaald. Geschikt voor kleinere vissoorten (Wintermans, 2014).	Populatiedynamiek
	Fuik	Een langwerpige visnet met brede opening, loopt trechtersvormig via meerdere hoepels uit in een punt. Vissen hebben weinig tot geen kans op uit de fuik te ontsnappen. Fuik wordt geplaatst met de stroomrichting mee (Wiersma, 2017).	Populatiedynamiek
	PIT (Telemetry)	Kleine tags worden in (kleine) vissoorten ingebracht. Vissen worden vooraf met fuik gevangen. Zendersysteem staat opgesteld in migratieroute en in vispassage. Wanneer een getagde vis langs een zender zwemt wordt hij geregistreerd (Vis, 2013).	Vismigratiegedrag, vispassage efficiëntie, soort specifiek
	VEMCO (Telemetry)	Zenders worden in (grotere) vissoorten ingebracht. Vissen worden vooraf met fuik gevangen. Registratie van de vis werkt aan de hand van akoestische signalen die de zender uitzendt (Verspui, 2015).	Vismigratiegedrag, vispassage efficiëntie, soort specifiek
	NEDAP (Telemetry)	Transponders worden in (grotere) vissoorten ingebracht. Vissen worden vooraf met een fuik gevangen. De vis met transponder wordt geregistreerd aan de hand van zenders met radiofrequentie (ATKB, 2017).	Vismigratiegedrag, vispassage efficiëntie, soort specifiek
Vogels	Drone	Met een bestuurbare drone worden de vogels van bovenaf geteld. Via camerabeelden worden vogels gedetermineerd (Koffijberg, 2017).	Populatiedynamiek. Soorten
	BMP	Broedvogelonderzoek voor alle vogelsoorten. Aan de hand van een vaste route wordt een vooraf gekozen gebied gemonitord. Soorten worden gedetermineerd met behulp van een verrekijker, telescoop en op gehoor (Sovon, 2017).	Populatiedynamiek. Soorten
	Watervogeltellingen	Tellingen vinden plaats rond hoogwater. Gericht op watervogels die zich op hoogwatervluchtplaatsen bevinden. Determinatie met behulp van telescoop en verrekijker (Sovon, 2018).	Populatiedynamiek. Soorten
	Slaapplaatstellingen	Tellingen vinden plaats in de schemering rondom slaapplaatsen. Gericht op ganzen, zwanen en grutto. Determinatie met behulp van telescoop en verrekijker. Slaapplaatstelling is onderdeel van watervogeltelling (Sovon, 2018).	Populatiedynamiek, specifieke soorten
Vegetatie	Braun-Blanquet	Vegetatie determinatie wordt verricht met het meten van 1 bij 1 meter bodembegroeiing op een transect lijn. Wordt zowel voor aquatische- als	Vegetatieklasse samenstelling en bedekkingsgraad

		terrestrische vegetatie gebruikt.	
	Drone	Met een bestuurbare drone wordt de vegetatie van bovenaf in kaart gebracht. Via camerabeelden wordt de vegetatie gedetermineerd (Koffijberg, 2017).	Vegetatieklasse samenstelling en bedekkingsgraad
	Luchtfoto	Met behulp van een vliegtuig worden foto's van de vegetatie vanuit de lucht genomen. Aan de hand van de foto's wordt de vegetatie gedetermineerd (Altenburg&Wymenga, 2017).	Vegetatieklasse samenstelling en bedekkingsgraad
	VEGWAD	Vegetatiekartering doormiddel van infrarood luchtfoto's en determinatie in het veld (Sovon, 2017).	Vegetatieklasse samenstelling en bedekkingsgraad
Macrofauna	Macrofauna handnet	Met behulp van een handnet wordt door het water en over de bodem gezeefd tegen de stroom in. Bij het ophalen van het net wordt zand en slib eruit gezeefd. Gericht op epifauna (Stowa, 2010).	Populatie dynamiek
	Steekbuis	Door de steekbuis tot een bepaalde diepte in de grond te steken worden monsters genomen. Deze monsters worden daarna gezeefd. Alle macrofauna die achterblijft in de zeef wordt gedetermineerd. Gericht op infauna (Stowa, 2010).	Populatie dynamiek
	Van Veen happer	Een happer met twee scharnierende bakken en draagarmen. Vanaf een brug of boot dient de happer recht op de bodem terecht te komen. De bakken nemen een hap uit de bodem, bij het ophalen sluiten de bakken vanzelf. Het monster dient daarna gezeefd te worden. Alle macrofauna die achterblijft in de zeef wordt gedetermineerd. Gericht op infauna (Stowa, 2010).	Populatie dynamiek
	Ekman-Birge happer	Een happer met een vierkante bak. Vanaf een brug of boot dient de happer recht op de bodem terecht te komen. De happer neemt een vierkante hap uit de bodem en wordt gesloten doormiddel van twee kleppen en zijn eigen valgewicht. Het monster dient daarna gezeefd te worden. Alle macrofauna die uit de zeef wordt gedetermineerd. Gericht op infauna (Stowa, 2010).	Populatie dynamiek

5 Geschikte methodiek voor het Holwerd aan Zee project

In totaal zijn 21 methodieken geanalyseerd met de vijf verschillende criteria voor het gehele impactgebied (zie tabel 5). In totaal zijn er 46 analyses uitgevoerd. Voor de variabele vis zijn 21 analyses uitgevoerd. Voor de variabele vegetatie zijn er acht analyses uitgevoerd. Voor de variabele vogels zijn vier analyses uitgevoerd. En voor de variabele macrofauna zijn 13 analyses uitgevoerd.

Tabel 5: Scores tussen de 1 en 5 zijn toegekend aan de verschillende methodieken per variabele. Blauwe zone geeft de resultaten van visonderzoek methodieken weer. De groene zone geeft de resultaten van de vegetatie methodiek weer. De oranje zone geeft de resultaten van de vogelonderzoek methodieken weer. De rode zone geeft de macro fauna methodieken weer. De gemiddelde scores voor de methodieken die toepasbaar zijn in de drie zones, brak, zoet en zoutwaterhabitat zijn geaccentueerd met een dikke belijning. Ook de methodieken die in één van de drie zones toepasbaar zijn, zijn geaccentueerd tussen een dikke belijning. Per criterium zijn de onderdelen aangegeven. Een gewogen gemiddelde van de onderdelen is berekend.

Methodieken	Totale score	Criterium 1 impact			Criterium 2. toegankelijkheid			Criterium 3. representativiteit	Criterium 4. Foutieve metingen				Criterium 5. veiligheid		
		Effect op factoren	Schaal	Gem.	Methodiek	T.o.v. aanwezigheid variabelen	Gem.		Foutieve metingen	Invloed op consequentie	controleerbaarheid	gem.	Van materialen	Van gebied	Gem.
Kruisnet gebruik in gem. 3 zones	3,8	2	4	3	4,7	5	4,9	4	3	3	4	3,5	4	4	4
<i>Kruisnet</i> Holwerter Feart en binnendijkse sloten	3,9	2	4	3	5	5	5	4	3	3	4	3,5	4	4	4
<i>Kruisnet</i> Kwelder	3,8	2	4	3	4	5	4,7	4	3	3	4	3,5	4	4	4
<i>Kruisnet</i> Brakwatermeer	3,9	2	4	3	5	5	5	4	3	3	4	3,5	4	4	4
Fuik 3 gebruik in gem. 3 zones	3,6	1	2	1,5	4,3	4,3	4,3	5	3	3	3	3	3	3	3
<i>Fuik</i> Kwelder	3,4	1	2	1,5	3	3	3	5	3	3	3	3	3	3	3
<i>Fuik</i> Brakwatermeer	3,6	1	2	1,5	5	5	5	5	3	3	3	3	3	3	3
<i>Fuik</i> Holwerter Feart en binnendijkse sloten	3,6	1	2	1,5	5	5	5	5	3	3	3	3	3	3	3
Elektrovissen gebruik in 3 zones	3,4	1	3	2	3,7	3,7	3,7	4	4	5	2	3,3	3,7	3,7	3,7
<i>Elektrovissen combi met zegen</i> Holwerter Feart en binnendijkse sloten	3,4	1	3	2	4	4	4	4	4	5	2	3,3	3	3	3
<i>Elektrovissen combi met zegen</i>	3,4	1	3	2	3	3	3	4	4	5	2	3,3	4	4	4

<i>Kwelder</i>															
Elektrovissen combi met zegen <i>Brakwatermeer</i>	3,5	1	3	2	4	4	4	4	4	5	2	3,3	4	4	4
Edna gebruik in 3 zones	3,3	5	5	5	5	5	5	5	1	5	1	2	5	5	5
eDNA <i>Kwelder</i>	3,3	5	5	5	5	5	5	2	1	5	1	2	5	5	5
eDNA <i>Holwerter Feart en binnendijkse sloten</i>	3,3	5	5	5	5	5	5	2	1	5	1	2	5	5	5
eDNA <i>Brakwatermeer</i>	3,3	5	5	5	5	5	5	2	1	5	1	2	5	5	5
Schepnet <i>Holwerter Feart en binnendijkse</i>	3,6	1	4	2,5	4	4	4	4	3	3	4	3,5	4	4	4
Onderwatercamera <i>Duiker - Hydrologisch functioneren</i>	3,8	5	5	5	5	5	5	2	2	5	4	3,8	5	5	5
Telemetrie PIT <i>Duiker - Hydrologisch functioneren</i>	3,8	1	2	1,5	5	5	5	4	4	4	4	4	3	5	4
Telemetrie NEDAP <i>Duiker - Hydrologisch functioneren</i>	3,8	1	2	1,5	5	5	5	4	4	4	4	4	3	5	4
Telemetrie VEMCO <i>Duiker - Hydrologisch functioneren</i>	3,8	1	2	1,5	5	5	5	4	4	4	4	4	3	5	4
Braun-Blanquet oeverzones <i>Holwerter Feart en binnendijkse sloten</i>	4,9	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Braun-Blanquet <i>Kwelder</i>	4,7	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	4	4,5
Braun-Blanquet (aquatisch) <i>Holwerter Feart en binnendijkse sloten / brakwatermeer</i>	4,9	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Braun-Blanquet <i>Brakwatermeer</i>	4,9	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Braun-Blanquet gem. 3 zones	4,8	4	4	4	4,8	4,8	4,8	5	5	5	5	5	5	4,8	4,9
VEGWAD <i>Kwelder</i>	4,6	3	4	3,5	4	4	4	5	5	5	5	5	5	4	4,5

Luchtfoto	3 zones	4,5	4	4	4	5	5	5	4	4	5	5	4,8	5	5	5
Drone observatie	3 zones	4,7	3	4	3,5	4	5	5	5	4	5	5	4,8	5	5	5
Drone observatie	3 zones	4,7	3	4	3,5	4	5	5	5	4	5	5	4,8	5	5	5
BMP tellingen	3 zones	4,8	4	4	4	4	5	4,7	5	5	5	5	5	5	5	5
Slaapplaatsstellingen	3 zones	4,8	4	4	4	4	5	4,7	5	5	5	5	5	5	5	5
Watervogeltellingen	3 zones	4,8	4	4	4	4	5	4,7	5	5	5	5	5	5	5	5
Macrofauna handnet	Gem. 3 zones	3,93	2	4	3	4,3	4,7	4,6	4	4	4	4	4	4	3,7	3,8
Macrofauna handnet	Holwerter Feart en binnendijkse sloten	3,9	2	4	3	5	5	5	4	4	4	4	4	4	3	3,5
Macrofauna handnet	Kwelder	3,8	2	4	3	3	4	3,7	4	4	4	4	4	4	4	4
Macrofauna handnet	Brakwatermeer	4,	2	4	3	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4
Steekbuis	Kwelder	3,6	1	3	2	5	5	5	4	4	4	4	4	2	2	2
Van Veen happer	Gem. 3 zones	3,9	1	3	2	4,7	5	4,9	4	4	3,3	5	4,3	4	4	4
Van Veen happer	Kwelder	4,0	1	3	2	4	5	4,7	4	4	4	5	4,5	4	4	4
Van Veen happer	Brakwatermeer	3,9	1	3	2	5	5	5	4	4	3	5	4,3	4	4	4
Van Veen happer	Holwerter Feart en binnendijkse sloten	3,9	1	3	2	5	5	5	4	4	3	5	4,3	4	4	4
Ekman-Birge happer	Gem. 3 zones	4,0	1	3	2	4,7	5	4,9	4	4	3,7	5	4,4	4	4	4
Ekman-Birge happer	Kwelder	3,9	1	3	2	4	5	4,7	4	4	3	5	4,3	4	4	4
Ekman-Birge happer	Brakwatermeer	4,0	1	3	2	5	5	5	4	4	4	5	4,5	4	4	4
Ekman-Birge happer	Holwerter Feart en binnendijkse sloten	4,0	1	3	2	5	5	5	4	4	4	5	4,5	4	4	4

5.1 Geadviseerde methodiek vispopulatie

Negen methodieken zijn geanalyseerd op gebied van de geschiktheid voor het meten van populatie dynamiek en efficiëntie van een vispassage voor de onderzoeksgroep vissen. De methodieken die ingezet kunnen worden voor het meten van de populatie dynamiek kunnen tevens gebruikt worden voor het meten van de efficiëntie van de passage. Omgekeerd is het niet realistisch (*zie tabel 5*).

Criterium 1 “In welke mate veroorzaakt het gebruik van de methodiek verstoring of impact in het gebied?” Hier scoren de methodieken eDNA en de onderwatercamera het hoogst. Beide methodieken veroorzaken geen impact in het gebied. Deze scoren geldt voor de onderwatercamera onder voorbehoud dat de onderwatercamera tijdens de aanleg van de duiker geïnstalleerd wordt (van den Boogaard & Dorenbosch, 2015). Met het gebruik van het kruisnet worden organismen uit hun natuurlijke habitat opgevisst (Wetterskip Fryslân, 2016). Ze worden gevangen en moeten daarna gedetermineerd, opgemeten en gewogen. Op één vaste locatie wordt tijdelijk intensief gevisst (Wiersma et al., 2017). De score voor impact en schaal van de impact is in het binnen- en buitendijkse gebied hetzelfde. Het schepnet scoort een 2,5. Wanneer vis uit de omgeving wordt opgevisst, wordt het gezien als een stressvolle situatie. In verhouding met het kruisnet heeft het schepnet volgens de analyse meer impact, omdat de schepnet druk op het gebied groter is doordat het in een traject metingen doet (Spikmans & de Jong, 2006). Elektrisch vissen scoort een 2. Vis wordt wederom uit hun natuurlijke habitat gehaald om gedetermineerd en getaged te worden (Schollemma, 2016). Vissen worden opgejaagd in de richting van het elektrisch schepnet (ATKB, 2017). De methodiek wordt in de vorm van een transect uitgevoerd (Van der Goes en Groot, 2017), wat op de omgeving een druk uitoefent. De laagst scorende methodieken op gebied van impact zijn de fuik en de drie vormen van telemetrie. Met de fuik wordt over een periode van 2,5 uur tijd vis gevangen (Wiersma et al., 2017). Uit de opgedane werkveldervaring door het project Vijfhuizen is gebleken dat vaak grote kwantiteit aan vis gevangen kunnen worden. Daarbij kunnen ook zeesla (*Ulva lactuca*) en ribkwallen (*Pleurobrachia pileus*) gevangen worden, dit kan verstikking en verdrukking veroorzaken voor de vissen in het net. De methodiek oefent druk uit op de locatie, omdat een groot gedeelte van de populatie in één keer gevangen kan worden met bijvangst. De vissen worden gedetermineerd, gewogen en opgemeten. De telemetrie methodieken zijn als volgt beoordeeld hebben een score een score van 1 en 2 gekregen. Voorafgaande aan het monitoringsproces met een telemetrie methodiek zullen vissen eerst eenmalig met een alternatieve vangstmethode gevangen worden. Daarna worden ze voorzien van een zender doormiddel van een injectie of operatie (Vis, 2013).

Criterium 2: Is het mogelijk het gehele jaar door consequent metingen uit te voeren?

De fuik in het buitendijkse gebied heeft lagere score van 3 gekregen. Deze lagere score is toegekend omdat het vooral in het najaar moeilijker is om de fuik in de slenk te plaatsen. Door een hogere waterstand, invloeden van het getij en het weer is het daardoor moeilijker om de consequente metingen in stand te houden. Door invloed van getijden en drassige bodem is de toegankelijkheid in kwelders lager dan binnenwateren. Het schepnet scoort op dit onderdeel een 4 omdat in het binnendijkse gebied nog wel eens belemmeringen kunnen ontstaan door veel begroeiing in de sloten. Het elektrisch vissen scoort voor binnendijks ook een 4 en voor buitendijks een 3. Dit verschil heeft te maken met de extra belemmeringen die er buitendijks zijn door het getij en daarbij de toegankelijkheid van de slenk. De eDNA methodiek, net zoals de kruisnet methodiek, heeft een hoge score op gebied van toegankelijkheid. Deze methodieken kunnen vanaf bruggen of sluizen toegepast worden. In Holwerd via een dijk toegankelijk.

Criterium 3: Is het mogelijk representatieve data te verzamelen die een verandering in het gebied weergeeft? De fuik scoort een 5 voor representativiteit van de vispopulatie in het gehele impactgebied. De breedte van de slenk wordt geheel afgesloten met de fuik, alle vissen die zich met de in- of uitstroom door de slenk begeven worden gevangen (Wiersma et al., 2017). De metingen in de Holwerter Feart kunnen op dezelfde manier uitgevoerd worden door de fuik over de gehele breedte van het water te plaatsen. Om een representatief beeld van de in- en uitstroom in het

brakwatermeer te krijgen moet de fuik voor of achter de duiker geplaatst worden. Bij het elektrisch vissen in combinatie met zegennetten kan een deel van het waterlichaam afgesloten worden (Van der Goes en Groot, 2017). Op deze manier kunnen de aanwezige vissen het gebied niet verlaten en kunnen ze makkelijker gevangen worden. Minder kans op ontsnappende vissen zorgt voor een hogere representativiteit (Fishtronics, 2018). Het schepnet heeft eenzelfde score van 4, omdat deze middels een traject een waterlichaam meet (Ravon, 2018). Ook voor het kruisnet is eenzelfde score gegeven van 4. Wanneer het net op de bodem van het water ligt, worden vissen hiernaartoe aangetrokken. Bij het ophalen zullen voornamelijk kleine- en juveniele vissen gevangen worden. De telemetrie methodieken scoren voor representativiteit een 4, voor het meten van de efficiëntie van de duiker. Een onderwatercamera heeft een lagere score omdat identificatie van vissoorten moeilijk is, door de vele juveniele vissoorten en vertroebeling van watermassa (Winter et al., 2014). Een combinatie van telemetrie en de onderwatercamera kan de representativiteit nog verder verhogen. De methodiek eDNA scoort een 2 voor dit onderdeel. Door de invloeden van saliniteit, getij en stroming kunnen de DNA-monsters nog geen helder beeld geven van de gehele populatie dynamiek in het gebied (van den Boogaard & Dorenbosch, 2015).

Criterium 4: Wordt het onderzoek negatief beïnvloed door mogelijke foutieve metingen? Voor de drie telemetrie methodieken is een lage kans op foutieve metingen en scoren een 4. Het kan voorkomen dat een zender verloren gaat maar dit heeft niet direct invloed op de meet consequentie van het gehele onderzoek. De onderwatercamera scoort voor dit criterium gemiddeld een 3,8. De beelden zijn niet altijd duidelijk waardoor met name vele soorten juveniele vis lastig zijn te herkennen (Lengkeek & Bergsma, 2017). Het kruisnet en schepnet scoren op gebied van foutieve metingen beide een 3,5. Uit ervaring op gebied van kruisnet onderzoek voor het Vijfhuizen project is gebleken dat door slik en stroming foutieve metingen kunnen ontstaan. Omdat er gewerkt wordt met vijf minuten interval kunnen grote vangsten ervoor zorgen dat de vangst niet binnen vijf minuten gedetermineerd en verwerkt kunnen worden. Dit beïnvloedt de consequente metingen. Het gebruik van het schepnet heeft foutieve metingen wanneer vegetatie in het water aanwezig is (Spikmans & de Jong, 2006). De aquatische vegetatie kan over het gehele traject bevinden en belemmert dit de meet consequentie. Door het gebruik van het schepnet kunnen vissen ook schrikken en zich verstoppen tussen de vegetatie waardoor ze niet te vangen zijn. Elektrisch vissen scoort een 3,25 voor de kans op foutieve metingen. Wanneer vissen zich te ver van de anode bevinden worden ze enkel opgeschrikt en niet verdoofd. Op deze manier hebben ze de kans om te vluchten. Het is moeilijk te controleren hoeveel vissen worden afgeschrikt (Fishtronics, 2018). Voor de eDNA methodiek kunnen zich nog vele foutieve metingen voordoen. Door afbraak van DNA, vertroebeling van DNA-materiaal en DNA in uitwerpselen van predatoren uit een ander gebied kunnen zich foutieve metingen voordoen (van den Boogaard & Dorenbosch, 2015).

Criterium 5: Is het uitvoeren van de methodiek in het gebied risicovol voor de onderzoeker? Voor het uitvoeren van de methodieken eDNA en de onderwatercamera doen zich geen risico's voor in het gebied voor de onderzoeker. Het kruisnet en de telemetrie methodieken scoren hier een 4. Aan de telemetrie methodieken zelf zit geen risico voor de onderzoeker omdat het een passieve methode is. Omdat voorgaande aan het telemetrie onderzoek de vissen gevangen moeten worden met alternatieve vangstmethoden wordt het niet als geheel risicoloos gezien. Wanneer in de kwelder gemeten moet worden zijn de methodieken lager beoordeeld dan het binnendijkse gebied, door de diepe slenken en sterke stromingen in het gebied. Wanneer het gebied betreden wordt, kan men vast komen zitten in het slib of vallen. Aan het gebruik van de kruisnet methodiek zit er geen risico verbonden. Aan het betreden van het kwelder gebied waar een kruisnet meting wordt uitgevoerd wel. Dit maakt deze methodiek in verhouding veiliger in gebruik dan een fuik. De fuik moet namelijk in het water worden opgebouwd en afgebroken.

De meest geschikte methodiek voor het onderzoeken van vispopulaties is het kruisnet met een gemiddelde van 3,84. Als meest geschikte methodiek voor het onderzoeken van de efficiëntie van de duiker scoren alle methodieken even hoog met een gemiddelde van 3,79.

5.2 Geadviseerde methodiek vogelpopulatie

Vier verschillende methodieken zijn behandeld voor vogelonderzoek. Alle methodieken zijn toepasbaar in het gehele impactgebied (zie tabel 5).

Criterium 1 In welke mate veroorzaakt het gebruik van de methodiek verstoring of impact in het gebied? Drie methodieken scoren een 4 op gebied van het veroorzaken van impact. Dit zijn de BMP tellingen, watervogeltellingen en slaapplaatstellingen. Voor deze methodieken geldt dat de onderzoeker zich in het gebied bij de vogels moet voegen om ze te kunnen waarnemen. De vogels in het gebied kunnen opgeschrikt worden door de aanwezigheid van de onderzoeker(s) (Sovon, 2017). De drone scoort op het onderdeel een 3,5. Vogels ondervinden hierdoor iets meer verstoring omdat de drone vrij dicht boven de vogels vliegt.

Criterium 2: Is het mogelijk het gehele jaar door consequent metingen uit te voeren? Met de drone kunnen consequente metingen uitgevoerd worden, daarom scoort het een 4. Door bepaalde weersomstandigheden kunnen metingen niet uitgevoerd worden (Koffijberg, 2017). De andere drie methodieken scoren op dit criterium gemiddeld een 4,7. Voor deze methodieken kunnen de weersomstandigheden voor een belemmering zorgen. Wanneer het de weersomstandigheden zo slecht zijn dat een aantal dagen achtereen geen meting uitgevoerd kan worden beïnvloed dit de consequente metingen.

Criterium 3: Is het mogelijk representatieve data te verzamelen die een weergave geeft van verandering in het gebied? BMP tellingen, watervogeltellingen, slaapplaatstellingen en de drone observaties behalen allemaal de maximale score van 5 voor representativiteit voor het gehele gebied. Het impact gebied wordt voor vogeltellingen in twee gebieden verdeeld, binnendijks en buitendijks. Voor de BMP tellingen betekent dit dat er dan twee telgebieden zijn. Het binnendijkse en buitendijkse gebied kunnen allebei in hun geheel geteld worden en zijn daarmee representatief voor het gehele gebied (Sovon, 2017). Met de drone kan op afstand het gehele gebied gemonitord worden. Er kan vrij laag boven het gebied gevlogen worden waardoor nesten en broedparen allemaal geteld kunnen worden aan de hand van de beelden (Al, 2016). Doordat het gehele impactgebied in kaart kan worden gebracht met de drone is dit representatief voor het gehele gebied.

Criterium 4: Wordt het onderzoek negatief beïnvloed door mogelijke foutieve metingen? Er is op gebied van vogelonderzoek weinig kans op foutieve metingen. De BMP tellingen, watervogeltellingen en slaapplaatstellingen scoren hier alle drie een 5. Deze metingen worden niet beïnvloed door foutieve metingen, de meetconsequentie komt ook niet in het geding. Tijdens slecht weer kunnen de metingen nog uitgevoerd worden (Sovon, 2017). Met behulp van een verrekijker en telescoop kunnen ook vogels op moeilijk bereikbare plekken worden geteld. De drone scoort op dit onderdeel lager omdat kleine vogelsoorten niet altijd meegenomen en gedetermineerd kunnen worden.

Criterium 5: Is het uitvoeren van de methodiek in het gebied risicovol voor de onderzoeker? Voor dit criterium geldt dat er voor alle vier de methodieken geen veiligheidsrisico aan vast hangt. Het uitvoeren van vogeltellingen en drone observaties is niet risicovol voor de onderzoeker(s). Er is ook geen risico in het betreden van het gebied.

Als meest geschikte methodieken voor het onderzoeken van de vogelpopulatie zijn er drie methodieken met een gemiddelde van 4,81. Dat zijn BMP tellingen, slaapplaatstellingen en watervogeltellingen.

5.3 Geadviseerde methodiek vegetatiesamenstelling

Er zijn vier verschillende methodieken voor de vegetatiesamenstelling geanalyseerd. De Braun-Blanquet methode is apart berekend voor de verschillende gebieden en er is een onderscheid gemaakt tussen aquatische en terrestrische vegetatie (zie tabel 5).

Criterium 1: In welke mate veroorzaakt het gebruik van de methodiek verstoring of impact in het gebied? De methodieken voor vegetatie onderzoek veroorzaken over het algemeen weinig impact in het gebied. Vliegtuigen op een lagere hoogte kunnen een verstorend effect hebben op vogels (Al, 2016). Vanwege de korte duur zullen de vogels niet direct uit het gebied vertrekken. De Braun-Blanquet methode scoort voor gebruik in ieder gebied een 4. Tussen maart en augustus is de meest geschikte periode voor vegetatie onderzoek in verband met de bloeiperiode van de vegetatie (Rijkswaterstaat, 2018). Door het lopen van transecten in deze periode is er wel enige vorm van verstoring in het impactgebied voor met name (broed)vogels, zij kunnen hier stress van ondervinden (Koffijberg, 2017). De VEGWAD methode scoort voor dit onderdeel een 3,5. Deze methodiek bestaat uit twee onderdelen, het maken van luchtfoto's en vegetatiesamenstelling in het veld (Rijkswaterstaat, 2018). Hierdoor vindt er meer verstoring plaats in het gebied. Als laatste methodiek is er nog de drone, deze scoort ook een 3,5. In vergelijking met een vliegtuig vliegt een drone nog veel lager over het gebied waardoor deze voor meer verstoring voor vogels leidt.

Criterium 2: Is het mogelijk om het gehele jaar door consequent metingen uit te voeren? De vegetatie methodieken scoren allemaal erg hoog. De Braun-Blanquet methode, luchtfoto's en de drone scoren hier allemaal een 5. Alleen de Braun-Blanquet methode op de kwelder en de VEGWAD methode die ook op de kwelder plaatsvindt, scoren hier lager met een 4. Dit komt omdat er belemmeringen kunnen zijn in het bereiken van de gehele meetlocatie. Door de werking van getij, extreem hoog water en het weer is het mogelijk dat de kwelder voor een bepaalde tijd niet geheel bereikbaar is. Hierdoor kan de consequentie in metingen iets afnemen.

Criterium 3: Is het mogelijk representatieve data te verzamelen die een weergave geeft van verandering in het gebied? De Braun-Blanquet, VEGWAD methode en drone beelden scoren hier alle drie een 5. Bij de Braun-Blanquet methode wordt gewerkt via een transect. Aan de hand van een minimumareaal worden de vegetatieklassen in bedekkingspercentage vastgesteld, wat leidt tot een representatief beeld voor het gehele gebied (Rijkswaterstaat, 2018). VEGWAD werkt volgens de methode om eerst luchtfoto's te maken en daarna vegetatieopname in het veld. Deze twee resultaten worden later in één vegetatiekaart weergegeven wat een representatief beeld van het gehele gebied oplevert. Omdat een drone vrij laag over het gebied vliegt is de vegetatiesamenstelling duidelijk te zien op de beelden. Het gebied kan op afstand in zijn geheel gemonitord worden waardoor het een representatief beeld van de gehele vegetatiesamenstelling in het gebied weergeeft. Luchtfoto's scoort hier lager op omdat via de beelden minder goed de soorten van vegetatiesamenstelling te zien is (Altenburg & Wymenga, 2017).

Criterium 4: Wordt het onderzoek negatief beïnvloed door mogelijke foutieve metingen? De methoden Braun-Blanquet en VEGWAD worden niet beïnvloed door foutieve metingen en daardoor wordt de meetconsequentie ook niet beïnvloed. Beide methodieken scoren hier een 5. Luchtfoto's en drone beelden scoren lager met een gemiddelde van 4,7. Het detail niveau is lager en individuele soorten kunnen niet herkend worden (Koffijberg, 2017).

Criterium 5: Is het uitvoeren van de methodiek in het gebied risicovol voor de onderzoeker? Er zit bij geen enkele methodiek voor het samenstellen van de vegetatie een risico verbonden aan het uitvoeren van de methodiek zelf. Voor het gebruik van de Braun-Blanquet methode en de VEGWAD methodiek op de kwelder is hoger risico op gebied van betreding van het monitoringsgebied gedurende het hele jaar. Dit komt doordat van de vaste paden afgeweken moet worden.

De meest geschikte methodiek voor het onderzoeken van de vegetatiesamenstelling is Braun-Blanquet met een gemiddelde score van 4,82 voor alle drie de gebieden.

5.4 Geadviseerde methodiek macrofaunapopulatie

Vier methodieken zijn beoordeeld met in totaal tien analyse voor de macrofauna variabelen (zie tabel 5).

Criterium 1 In welke mate veroorzaakt het gebruik van de methodiek verstoring of impact in het gebied? Op gebied van impact hebben de steekbuis, Van Veen happer en de Ekman-Birge happer in zowel binnen als buitendijks gebied een score van 1. Dit komt door de impact voor de organismen zelf en zijn omgeving. De organismen worden uit het sediment gehaald en gezeefd. In laboratorium kunnen de organismen verder gedetermineerd worden waardoor ze in alcohol geconserveerd worden (Beers, et al., 2014). Doordat al de methodieken in transect vorm uitgevoerd worden is een groter gebied onder invloed van de impact en is de schaal relatief hoog. Het macrofauna net heeft een score van 2 doordat deze stress veroorzaakt in de waterkolom, zonder de druk op de bodem.

Criterium 2 Is het mogelijk het gehele jaar door consequent metingen uit te voeren? Door gebruik van boten is in het gebied altijd toegankelijk voor het gebruik van beide happers, consequente metingen zijn hierdoor mogelijk. Ook voor het gebruik van de steekbuis geldt dat er geen belemmeringen zijn om consequente metingen uit te voeren. Het macrofaunanet kan vanaf de oever of brug gehanteerd worden. Zowel in de kwelder als voor het brakwatermeer en de Holwerter Feart is de meetconsequentie hetzelfde.

Criterium 3: Is het mogelijk representatieve data te verzamelen die een weergave geeft van verandering in het gebied? Alle vier de methodiek scoren op dit onderdeel een 4. De Van Veen happer en de Ekman-Birge happer geven een representatief beeld van de bovenlaag van de bodem doordat deze in transect uitgevoerd wordt. Door verstoring die de methodiek teweegbrengt kunnen infauna soorten dieper gaan zitten en niet gevangen worden. Dit geldt ook voor de steekbuis. Een steekbuis kan daarentegen wel een grotere diepte bereiken en bemonsteren. De monsters die met het macrofauna handnet worden verzameld geven ook een representatief beeld van de epifauna soorten die zich in het gebied bevinden.

Criterium 4: Wordt het onderzoek negatief beïnvloed door mogelijke foutieve metingen? Beide happers ondervinden weinig foutieve metingen tijdens de uitvoering. Alleen in sloten binnendijks met veel aquatische vegetatie kunnen de happers hinder ondervinden van vegetatie dat tussen de kleppen gaat zitten (Stowa, 2010). Hierdoor gaat een deel van het monster verloren doordat de kleppen niet volledig sluiten. Het macrofauna handnet en de steekbuis scoren beide een 4. Bij de steekbuis geldt ook dat een deel van de monsters verloren kan gaan doordat bij het ophalen van de steekbuis een deel of het gehele monster verloren gaat. Bij het gebruik van het macrofauna handnet kunnen foutieve metingen optreden door verstoring in water door bijvoorbeeld sterke stroming.

Criterium 5: Is het uitvoeren van de methodiek in het gebied risicovol voor de onderzoeker? De Van Veen happer en Ekman-Birge happer scoren op dit onderdeel beide een 4. De happers zijn beide goed te hanteren op een plek recht boven het water zoals een brug. Daarnaast zijn beide happers goed en veilig hanteerbaar van een boot (Stowa, 2010). Het macrofauna handnet scoort net iets lager. De methodiek wordt vanaf de oever uitgevoerd, binnendijks zijn er sloten met steile oevers wat het uitvoeren van de methodiek wel iets risicovoller maakt. De steekbuis scoort een 2 op gebied van risico. De methodiek wordt uitgevoerd in het kweldergebied in een slenk. Er bestaat een risico dat de onderzoeker vast komt te zitten in de modder.

De meest geschikte methodiek voor het onderzoeken van de macrofauna populatie is de Ekman-Birge happer met een gemiddelde score van 3,96 voor alle drie de gebieden.

5.5 Kosten

Van een aantal methodieken zijn de kosten van uitvoer van onderzoek of monitoring gevonden. Een volledige pit tag monitoring kan rond de €50.000 euro worden (Schollema, 2016). Experts vragen

tussen de €800 tot €1000 voor een dag meting voor de Braun- Blanquet methodiek (Bodemrichtlijn, 2008). Een dag meting bestaat uit 10 transect punten. Een drone observatie heeft ook voor vegetatie onderzoek dagelijkse kosten van circa €2500 voor 500 hectare aan beeldmateriaal (Al, 2016).

6 Onderdelen Monitoring

Het monitoringsproces zal uit drie fasen bestaan. Tussen de twee en vier jaar voor de realisatie van het project zullen nulmetingen uitgevoerd worden om een indicatie te krijgen van de ecologische situatie. Daarna zal tijdens en na de uitvoer van het project gemonitord worden (de Bruijne W. , 2016).

6.1 Meetlocaties voor variabelen

Binnen het impactgebied van Holwerd aan Zee zijn punten aangegeven waar de methodieken uitgevoerd kunnen worden om de parameters van de variabelen te meten (zie figuur 7). Na bezoek aan het te verwachten impact gebied in Holwerd is een kaart ontwikkeld met daarop de geselecteerde meetpunten.



Figuur 7. Locatiebepaling voor de meest geschikte methodieken in het impactgebied Holwerd aan Zee.

Twee geschikte locaties zijn gevonden om kruisnet metingen uit te kunnen voeren in het buitendijkse gebied (zie locatie 1 en 2 van figuur 7). Deze locaties zijn gelegen in geulen die lopen van kwelder tot aan de dijk. Onderzoek locatie één is een slenk, gelegen op 200m van de plek waar de nieuwe geul wordt gegraven (zie figuur 7). In deze slenk is een duiker aangelegd in de voormalige zeedijk voor watertoevoer naar de vogelplas. Een duiker wordt gezien als een plek waar vaak hoge concentraties vis aanwezig zijn (Spikmans & de Jong, 2006), en maakt het daarmee een geschikte plek om populatie dynamiek te monitoren. Onderzoek locatie één staat in verbinding met de aangelegde buitendijkse vogelplas. Er is de mogelijkheid om te onderzoeken of er een link bestaat tussen de predatie van visetende vogels en de aanwezige vissoorten (Blom & Dalhuisen, 2017). Onderzoek locatie twee bevindt zich op 800m van de nieuw te graven geul. Op deze locatie is een brug aangelegd die leidt naar de vogelkijkhut. Deze brug kan ook gebruikt worden om een kruisnet recht in het water te laten zakken. In poldergebieden zijn kruisingen van wateren (sloten) vaak kansrijk voor het aantreffen van vissen (Spikmans et al., 2011). Locatie drie is daarom een geschikte locatie om binnendijks te meten, een belangrijke afvoer sloot vanuit de akkers kruist hier met de dijksloot. Locatie vier valt buiten het impactgebied. Deze locatie is het begin van de Holwerter Feart en staat ook in verbinding met sloten die naar de Blijaervaart stromen. Omdat het de bedoeling is dat het brakwatermeer straks in verbinding komt te staan met de Holwerter Feart is het ook van belang om te weten hoe de populatie dynamiek op deze locatie verandert.

De locaties vijf, zes en zeven staan aangegeven als monitoringslocaties na de impact. Locatie vijf laat zien waar de meest geschikte locatie zich bevindt voor het monitoren van de nieuwe slenk. De locatie is gemakkelijk te bereiken vanaf de weg en bevindt zich naast de ingang van de kwelder. Locatie zes geeft aan waar de duiker in de dijk geplaatst gaat worden. Op deze locatie kan met behulp van het kruisnet de vispopulatie voor en achter de duiker gemonitord worden. Daarnaast kan op deze locatie ook de efficiëntie van de duiker gemonitord worden met behulp van telemetrie in combinatie met de onderwatercamera. De monitoringslocatie voor in het brakwatermeer is nog moeilijk te bepalen, omdat er nog geen duidelijkheid is over hoe deze er precies uit komt te zien. Wel is met locatie 7 een indicatie aangegeven waar het brakwatermeer zich gaat bevinden. De exacte monitoringslocatie kan pas na de impact bepaald worden.

Voor het uitvoeren van de BMP methode is er niet een specifieke locatie aan te wijzen. Het gehele impactgebied kan worden gezien als meest geschikte locatie. Het gehele gebied kan hiervoor in twee telgebieden worden verdeeld, binnendijks en buitendijks. De kwelder (het buitendijkse gebied) kan in zijn geheel geteld worden en het binnendijkse gebied kan ook in zijn geheel geteld worden. Deze telgebieden moeten wel aangemeld worden bij Sovon. De route kan door de onderzoeker zelf worden vastgesteld. Nadat het brakwatermeer is gerealiseerd kan deze bij het binnendijkse telgebied gevoegd worden (van Dijk & Boele, 2011).

De meest geschikte locaties voor monitoring van de vegetatiesamenstelling zijn aangegeven als de twee blauwe vlakken op de kaart (zie figuur 7). Het ronde blauwe vlak is de meest geschikte locatie voor het monitoren van de vegetatiesamenstelling binnendijks. Deze locaties kunnen beide voor, tijdens en na de impact gemonitord worden. Door het afgraven van de slenk en het brakwatermeer gaat hier, naar verwachting, de meeste impact plaatsvinden. Daarom is het van belang om de vegetatiesamenstelling te monitoren in dit gebied.

De locaties voor het monitoren van macrofauna zijn gebaseerd op richtlijnen uit het boek '*Handboek Hydrobiologie*' (Beers, et al., 2014). Verschillende habitatten moeten eerst onderscheiden worden. Door menselijk managen van gebieden, veranderd deze compositie. Een hoge of lage soortenrijkdom is afhankelijk van het type habitat. Deze kunnen doormiddel van observaties onderscheiden worden. Om een beeld te scheppen van de aanwezigheid van macrofauna dienen zo veel mogelijk habitatten bemonsterd te worden in de binnen en buitendijkse gebieden (Beers, et al., 2014). De meeste geschikte locaties voor monitoring van macrofauna zijn locaties acht en negen. Op beide locaties is de Ekman-Birge happer goed hanteerbaar. De locaties voor macrofauna zijn op dusdanige afstand geplaatst van de vis locaties zodat er geen onderlinge verstoring kan optreden.

6.2 Monitoringsschema

Tussen 1 april tot en met 31 mei geldt een restrictie voor het vissen met een fuik en een zegen in het binnendijkse gebied, dit is in verband met de paai periode van vissen (Sportvisserij Nederland, 2018). De vismigratieperiode is verdeeld in twee periodes in het jaar. In het voorjaar migreren onder andere driedoornige stekelbaarzen, spiering en glasalen landinwaarts. In het najaar vindt migratie plaats door onder andere juveniele haring en schieralen. Tweezijdig monitoren van in- en uitstroom is daarom van belang (de Bruijne W., 2017). Op de kwelder is aan te raden dat met het kruisnet over een periode van een uur een uur gemeten met een interval van vijf minuten, dit vergroot de kans op een hoge vangst

Voor de impact van het gebied moet gekeken worden naar vogels die op de rode lijst staan van de Vogelbescherming (Vogelbescherming, 2018). Voor het tellen van alle broedvogels geldt dat er 7 tot 10 telrondes tussen april en juni moeten plaatsvinden op de kwelder (zie tabel 6). Elke bezoekeronde op een ander startpunt op de route beginnen. Zo wordt voorkomen dat sommige gebiedsdelen altijd vroeg of laat worden geteld (van Dijk & Boele, 2011). Voor het binnendijkse gebied vinden de

Tabel 6: Regels voor vogelonderzoek volgens Handleiding voor broedvogel onderzoek (van Dijk & Boele, 2011)

Landschap	Onderwerp	BMP A
5. Kwelder/schor	Tijd van het jaar:	april-juni
	Bezoekrondes zonsopgang:	4
	Nachtbezoeken:	1
	Late ochtend (O), avond (A):	2 O
	Min/max. oppervlakte:	40-120 ha
	Aantal verwachte soorten:	15-30
7 Gemengd cultuurland/ akker	Tijd van het jaar:	april-juli
	Bezoekrondes zonsopgang:	4
	Nachtbezoeken:	1
	Late ochtend (O), avond (A):	2 O
	Min/max. oppervlakte:	50-250 ha
	Aantal verwachte soorten:	20-40

bezoekronden plaats tussen april en juli. In vogelrijke agrarische gebieden kan een route dwars door het gebied soms veel verstoring opleveren wanneer er veel vogels op de plek van de route zitten. Een alternatief is om de vogels van een afstand met een verrekijker of telescoop te tellen. Er dient jaarlijks wel dezelfde methode gehanteerd te worden (van Dijk & Boele, 2011). De meest ideale tellingsomstandigheden zijn nadat het een aantal dagen slecht weer is geweest. Op koude dagen met veel neerslag en harde wind kan beter niet geïnventariseerd worden (van Dijk & Boele, 2011). Op de kwelder geldt

wel een restrictie tussen 1 april en 15 augustus in verband met het broedseizoen. Voor onderzoeksdoeleinden op de kwelder moet er bij Staatsbosbeheer een vergunning worden aangevraagd. Aquatische vegetatie kan het beste in de zomerperiode van begin juni tot eind augustus worden gemonitord, de biomassa is dan maximaal (Stowa, 2014). Binnendijkse wateren die bij de landerijen gelegen zijn worden rond augustus en september gehekeld (Staatsbosbeheer, 2017). Deze periode moet meegenomen worden wanneer in deze wateren gemeten wordt.

De soortensamenstelling zal niet op elk moment van het jaar hetzelfde zijn. Enkele diergroepen als wormen en kreeftachtigen zijn het gehele jaar door actief aanwezig. Andere diergroepen als slakken en tweekleppige zijn in de winterperiode veel minder actief en weinig talrijk (Beers, et al., 2014). Ditzelfde geldt voor sommige insectensoorten die overwinteren als ei of larve en daarna uitvliegen in het voorjaar. De meeste geschikte periode voor monitoring van macrofauna is in het voorjaar. Er is dan de grootste kans dat de meeste soorten actief in het water aan te treffen zijn. De trefkans per soort kan verschillen in tijd en ruimte, doordat veel macrofaunasoorten een verborgen leefwijze hebben of een onregelmatig verspreidingspatroon laten zijn, afhankelijk van allerlei milieufactoren. Het is waarschijnlijk dat er bij Holwerd rode muggenlarven (Chironomus) en wormen (Tubifex) aanwezig zijn, dit zijn soorten die vooral op slibrijke bodems voorkomen (Stowa, 2010).

6.3 Meest geschikte partijen voor monitoring

Geschikte partijen voor het opnemen van het onderdelen van het monitoringsplan zijn opgenomen in tabel 7. Er is een onderverdeling gemaakt in potentiële partijen voor de monitoring van de variabelen. Partijen die op dit moment al betrokken zijn bij het Holwerd aan Zee project. Partijen die betrokken zijn bij een integraal beheer van zoet-zout overgangen. En partijen die zelfstandig monitoring uitvoeren in het geplande impact gebied. Aan de hand van deze selectie van betrokken partijen wordt een advies uitgegeven wie de meest geschikte partijen voor de monitoring van een variabele is.

Tabel 7: Betrokken partijen voor monitoring in het impactgebied

	Betrokken partijen project Holwerd aan Zee	Betrokken partijen integraal beheer	Partijen in geplande impactgebied
Vis onderzoek	Ravon, Wetterskip Fryslân	Wetterskip Fryslân, WadN Kennis	Ravon, Sportvisserij Fryslân
Vogel onderzoek	Wadvogelwerkgroep, Sovon	WadN Kennis, Ministerie EZK	Wadvogelwerkgroep, Sovon
Vegetatie onderzoek	Rijkswaterstaat	WadN Kennis	Stowa, Rijkswaterstaat, Ecofide en Altenburg&Wymenga
Macrofauna onderzoek	Wetterskip Fryslân	WadN Kennis	Ecofide en Altenburg&Wymenga

6.3.1 Geadviseerde partijen voor monitoring van vispopulatie

Organisaties met expertise en ervaring op gebied van visonderzoek zijn Ravon, Wetterskip Fryslân en Sportvisserij Nederland. Ravon heeft een speciale werkgroep de Werkgroep Vissen Onderzoek Friesland (WVOF) die in het impact gebied actief is. De werkgroep bestaat uit een groep vrijwilligers die zich voornamelijk richt op poldervissen (Ravon, 2017). Wetterskip Fryslân werkt voor vis onderzoek samen met ecologische adviesbureaus Altenburg&Wymenga en ATKB, beiden hebben vele jaren ervaring met het uitvoeren van visonderzoek. Naast de soorten inventarisatie zijn de vissen ook gemeten en gewogen om de gezondheid van de vissen en visstand te onderzoeken (Sportvisserij Nederland, 2018b). De poldersloten rondom Holwerd bevinden zich op dit moment nog niet in het onderzoeksprogramma van Wetterskip Fryslân. Met het oog op een van de doelstelling van Wetterskip Fryslân, 'het bevorderen van de vismigratie' (Wetterskip Fryslân, 2016) is monitoring rondom het project Holwerd aan Zee een goede aanvulling. In dit geval kan ook de werkgroep WVOF van Ravon meewerken aan het visstand onderzoek van Wetterskip Fryslân. Vele partijen met veel (specialistische) kennis zorgt voor een bijdrage aan een compleet en integraal monitoringsproces.

Geadviseerd wordt dat de monitoring in het gehele impactgebied wordt uitgevoerd door Altenburg&Wymenga en ATKB in samenwerking met Wetterskip Fryslân. Altenburg&Wymenga hebben de mogelijkheden en kennis en expertise om zowel binnendijs als buitendijs het gebied te monitoren.

6.3.2 Geadviseerde partijen voor monitoring van vogelpopulatie

Twee partijen zijn het meest geschikt op gebied van metingen naar vogelpopulatie. Sovon en de wadvogelwerkgroep. De tellers van Sovon hebben jarenlange ervaring met het tellen van broed- en trekvogels. Voor het gebruik van de BMP methodiek is Sovon de meest geschikte partij om de monitoring op de kwelder en binnendijs uit te voeren (Sovon, 2018). De wadvogelwerkgroep is de meest geschikte partij voor het uitvoeren van de watervogeltellingen. De wadvogelwerkgroep en Sovon geven een jaarlijkse reflectie op telgebieden en passen deze aan op nieuwe inrichtingen van het gebied. Bij Sovon zijn vele vrijwilligers actief in het uitvoeren van vogeltellingen (de Bruijne W.,

2016), dit gebeurt zowel op individuele basis als in werkgroepverband. Door integrale tellingen wordt samengewerkt met experts, werkgroepen, terreinbeheerders en instituten (Sovon, 2017).

6.3.3 Geadviseerde partijen voor monitoring van vegetatiesamenstelling

In opdracht van het Wetterskip Fryslân hebben de adviesbureaus Altenburg&Wymenga en Ecofide de afgelopen jaren aquatische vegetatie onderzoek uitgevoerd. Dit werd uitgevoerd conform de KRW-richtlijnen en de STOWA schaal voor vegetatieopname. Deze STOWA schaal is een vertaling van de Braun-Blanquet methode (Stowa, 2014). Geadviseerd wordt dat Altenburg&Wymenga en Ecofide in samenwerking met Wetterskip Fryslân de monitoring voor de vegetatiesamenstelling gaat uitvoeren, omdat ze al veel ervaring hebben in dit gebied en ook bekend zijn met de Braun-Blanquet methode. De monitoring van de vegetatiesamenstelling zal wel moeten worden uitgevoerd volgens de officiële Braun-Blanquet methode. De beide adviesbureaus zullen op deze manier ook worden betrokken bij het integrale beheer van zoet-zout overgangen.

6.3.4 Geadviseerde partijen voor monitoring van macrofaunapopulatie

Naast vegetatie onderzoek hebben Altenburg&Wymenga en Ecofide ook onderzoek gedaan naar macrofauna in de binnendijkse waterlichamen. Dit gebeurde ook conform de KRW-richtlijnen (Altenburg&Wymenga, 2017). Op de kwelder zijn nog geen partijen aanwezig die onderzoek naar macrofauna hebben uitgevoerd. Omdat Altenburg&Wymenga en Ecofide al ervaring hebben met macrofauna onderzoek in het gebied, wordt geadviseerd dat zij in samenwerking met Wetterskip Fryslân de monitoring gaan uitvoeren voor het gehele impact gebied.

7 Conclusie en discussie

Het is besloten om biotische variabelen te analyseren. Voor vervolgstappen zijn abiotische factoren van even groot belang (zie tabel 5). De keuze voor het analyseren van alleen biotische variabelen is genomen om het onderzoek af te kunnen bakenen.

Met het gebruik van de MCA zijn de methodieken geanalyseerd op gebied van veroorzaakte impact hanteerbaarheid, representativiteit, datakwaliteit en veiligheid. De veroorzaakte impact door het gebruik van de materialen is onderzocht op basis van de directe impact. Lange termijn impact is niet meegenomen. In de uitvoer van de methodieken is onjuiste handelwijze buiten beschouwing gelaten voor de resultaten.

Al de methodieken voor het meten van de efficiëntie van de duiker (vispassage) zijn met een gemiddelde score van 3,8 het meest geschikt. Echter is een verschil te zien in toegekende scores voor verschillende criteria (zie tabel 5). De telemetrie veroorzaakt een hoge impact op het gebied op relatief grote schaal. Gemiddeld wordt voor dit criterium een 1,5 gescoord. De onderwatercamera scoort hier juist een 5 met een lage impact in het gebied. De representativiteit van de methodieken is verschillend. Hier scoort de onderwatercamera laag met een 2. De telemetrie methodieken scoort hier juist weer een 4. Om de meeste geschikte methodiek voor efficiëntie van de duiker te kiezen moet een afweging gemaakt worden tussen impact en representativiteit. De keuze voor één van de drie telemetrie methodieken ligt aan de te onderzoeken doelsoorten (Vis, 2013). Zo zijn voor kleinere vissoorten als de driedoornige stekelbaars enkel PIT tags te gebruiken. De methodieken die de efficiëntie van de duiker onderzoeken kunnen nog niet tijdens de nulmeting gebruikt worden omdat de duiker nog gerealiseerd moet worden. eDNA is momenteel in ontwikkeling. Mocht deze verder ontwikkeld worden is het mogelijk dat de methodiek een alternatieve score ontvangt. Op dit moment is de methode nog te onzeker om representatieve resultaten uit het onderzoek te verkrijgen. De kans op foutieve metingen is momenteel nog te hoog, maar met het vooruitzicht op snelle (technologische) ontwikkelingen biedt de methodiek perspectief voor de toekomst van vismonitoring. De drie methodieken met een gemiddelde van 4,8 scoren ook onderling op ieder criterium hetzelfde. Met de methodiek BMP tellingen kan het beste de populatieontwikkeling van broedvogels in het gehele gebied in kaart worden gebracht. De BMP methodiek is specifiek gericht op broedvogelonderzoek (Sovon, 2017). Aangezien het impact gebied zich gedeeltelijk in het Natura2000 Waddengebied bevindt zijn watervogeltellingen een waardevolle bijdrage voor de monitoring van vogels. Door BMP tellingen en watervogeltellingen beide aan te wijzen voor monitoring van het impact gebied wordt het gebied optimaal gemonitord. De Braun-Blanquet methode scoort met een gemiddelde van 4,8 het hoogst voor de binnendijkse en buitendijkse gebieden. De drone zorgt echter voor meer verstoring in het gebied voor met name vogels. Dit maakt de Braun-Blanquet methode de meest geschikte methodiek voor het gehele impact gebied. Op gebied van kosten voor onderzoek is drone observatie efficiënter.

De Ekman-Birge happer scoort het hoogst voor de drie deelgebieden. Echter voor metingen in het brakwatermeer scoort het macrofauna hand net even hoog. Onder de voorwaarde dat het brakwatermeer toegankelijk wordt voor kleine boten. Vanaf een boot kunnen macrofauna monsters in het gehele brakwatermeer verzameld worden. De locatiebepaling voor het monitoren van macrofauna is gebaseerd op de huidige situatie van het gebied. Vanuit richtlijnen in het Handboek hydrobiologie wordt aangegeven dat verschillende habitatten gemeten moeten worden (Beers, et al., 2014). Wanneer de nulmeting van start zal gaan, zullen deze gebieden opnieuw bekeken worden om de meeste geschikte locaties te kunnen bemonsteren. Op deze manier wordt data in het gehele impact gebied op éénzelfde wijze verzameld, en kan de data het beste vergeleken worden. Het kostenplaatje van de methodieken is gebaseerd op publicaties. In praktijk kunnen deze afwijken van de daadwerkelijke vraagprijs. Niet voor alle methodieken zijn de kosten gevonden. Hierdoor is een toewijzing van kosten alleen toegevoegd van de methodieken waarvan het gevonden is.

8 Aanbevelingen

Omdat dit rapport een aanzet is tot een monitoringsplan voor het project “Holwerd aan Zee” wordt aanbevolen om dit rapport verder uit te werken tot een volledig monitoringsplan. Voor een volledig monitoringsplan zullen ook de abiotische factoren met de bijbehorende methodieken worden vastgesteld.

In dit rapport zijn de methodieken alleen geanalyseerd aan de hand van literatuuronderzoek en veldobservaties. Het is raadzaam de methodieken ook in de praktijk uit te testen. Daarbij zal een monitoringsprotocol moeten worden opgezet voor de precieze uitvoer van de methodieken.

De methodieken zijn beoordeeld op grond van de informatie die tot nu toe aanwezig was over het Holwerd aan Zee project.

Naast het monitoren van de populatie dynamiek voor vissen en vogels in het gehele gebied kan ook specifiek gericht worden op visetende vogels rondom de duiker. Mogelijk kan er hogere predatie op vis ontstaan bij de realisatie van het nieuwe gebied (de Bruijne W., 2017). Op deze manier kan onderzocht worden of de duiker niet alleen effect heeft op het voorkomen van vissen maar ook op het voorkomen van visetende vogels.

Voor het monitoren van de vegetatiesamenstelling op de kwelder is ook de methodiek VEGWAD meegenomen in de analyse. Deze methodiek wordt om de zes jaar uitgevoerd door Rijkswaterstaat. Aan de hand van infrarood luchtfoto's en vegetatieopname in het veld worden de vegetatiekaarten opgesteld (Reitsma & de Jong, 2016). Om de zes jaar komt er dus een nieuwe vegetatiekaart van de kwelder uit. Deze methodiek zou niet geschikt zijn voor monitoring van het impact gebied, omdat veranderingen op korte termijn zullen plaatsvinden. Echter kan de VEGWAD methodiek wel een waardevolle aanvulling geven om op lange termijn vegetatiesamenstelling te kunnen zien.

Extra bemonsterpunten op het wad zullen nodig zijn om een volledig beeld te krijgen van de vispopulatie gedurende de monitoring. Op deze manier kan worden onderzocht of migrerende vissen die zich op het wad bevinden ook binnendijs trekken na de impact. Om deze extra monitoring te realiseren kan samengewerkt worden met Jaap Vegter, Stichting geïntegreerde visserij. Met een meerdaagse monitoring op het wad voor de kust van de oostelijke kwelder van Holwerd kan de actuele visstand op het wad bemonsterd worden. Dit is een referentiepunt om vis te identificeren dat op het wad zwemt en of deze daadwerkelijk gebruik maakt van de vismigratievoorziening.

Literatuurlijst

- Al, E. (2016). Drones voor natuurbeheer, ' Vakblad voor natuur, bos en landschap. Geraadpleegd op: 2 januari 2018
- Altenburg & Wymenga. (2017). *Luchtfoto-Interpretatie*. Opgehaald van Altenburg & Wymenga: <http://www.altwym.nl/nl.php/project/vegetatieonderzoek/luchtfoto-interpretatie/>. Geraadpleegd op: 27 december 2017
- Altenburg&Wymenga. (2017). *A&W en Ecofide toetsen waterlichamen Wetterskip Fryslan*. Opgehaald van <http://www.altwym.nl/nl.php/news/aw-en-ecofide-toetsen-waterlichamen-wetterskip-fryslan/>. Geraadpleegd op: 13 december 2017
- ATKB. (2017). *Vismigratieonderzoek*. Opgehaald van <https://www.atkb.nl/nl/ecologie/vis/vismigratieonderzoek>. Geraadpleegd op: 28 december 2017
- Balke, T., & Artenz, L. (2013). *Opstellen monitoringsplan Slufter*. Deltares. Geraadpleegd op: 3 januari 2018
- Beers, M., Bijkerk, R., Bonhof, G., Brans, B., Buskens, R., Coops, H., de Wit, M., J. Vermaat., (2014). Macrofauna. J. Vermaat, *Handboek Hydrobiologie*. Amersfoort: Stowa. Geraadpleegd op: 3 januari 2018
- Blom, K., & Dalhuisen, C. (2017). *Invloed van dynamiek op aquatische voedselbronnen (vissen, garnalen en benthos) voor Natura2000 vogelsoorten in de slenk van de slufter van Texel*. Geraadpleegd op: 13 december 2017
- Brouwer, T., Crombaghs, B., Dijkstra, A., Scheper, A. J., & Schollema, P. P. (2008). *Vissenatlas Groningen Drenthe*. Bedum: Profiel Uitgeverij. Geraadpleegd op: 9 december 2017
- Dankers, R., & Steenberg, J. (2004). *Geleidelijke zoet-zout overgangen in Nederland*. Wageningen: Wageningen Universiteit. Geraadpleegd op: 9 december 2017
- de Bruijne, W. (2016). *Monitoringsstrategie Hallumerryt*. Geraadpleegd op: 29 november 2017
- de Bruijne, W. (2017). *Monitoringsrichtlijn zoet-zout gradiënten*. Programma Rijke Waddenzee. Geraadpleegd op: 10 september 2017
- de Vries, D. (2012). *Projectplan Vispassage Zwarte Haan*. Wetterskip Fryslân. Geraadpleegd op: 29 november 2017
- Dijkema, K., van Duin, W., Dijkman, E., Nicolai, A., Jongerius, H., Keegstra, H., & Jongsma, J. (2013). *Friese en Groninger kwelderwerken: Monitoring en beheer 1960 - 2010*. Wageningen: WOT Natuur & Milieu, Wageningen UR. Geraadpleegd op: 9 december 2017
- Ecolana. (2017). <http://ecolana.nl/>. Geraadpleegd op: 29 november 2017
- Elzinga en Oterdoom. (2016). *Quickscan Holwerd aan Zee Toeristische potentie*. Encorys. Geraadpleegd op: 30 september 2017

- Faasse, M., & Stikvoort, E. (2002). *Mariene en estuariene vlokreeftjes van zachte bodems in het deltagebied (crustacea: gammaridea)*. Geraadpleegd op: 29 november 2017
- Fishtronics. (2018). *Techniek elektrovisserij*. Opgehaald van <http://www.elektrovisserij.nl/techniek.html>. Geraadpleegd op: 15 januari 2018
- GESAMP. (1980). *Reports and Studies UNESCO*. Geraadpleegd op: 20 december 2017
- Griffioen, A. (2014). *Data rapportage najaar 2013 fuik monitoring Kornwerderzand t.b.v. de VismigratieRivier*. Geraadpleegd op: 13 december 2017
- Hill, D., Fasham, M., Tucker, G., Shewry, M., & Shaw, P. (2005). *Handbook of Biodiversity Methods*. Cambridge: Cambridge University Press. Geraadpleegd op: 20 september 2017
- Holwerd aan Zee. (2017). *Het project Holwerd aan Zee*. Opgehaald van <https://www.holwerdaanzee.nl/nld/over-haz/project/>. Geraadpleegd op: 22 september 2017
- Holwerd aan Zee. (2017b). *Vakantie op de terp van Holwerd*. Opgehaald van Holwerd aan Zee: <https://www.holwerdaanzee.nl/nld/tijdlijn/>. Geraadpleegd op: 22 september 2017
- Janssen, G. (2000). *Herstel van estuariene gradienten in het Waddengebied*. RIKZ. Geraadpleegd op: 13 december 2017
- Knotters, M., Brus, D., & de Gruijter, J. (2009). *Hoezo representatief? Over de betekenissen van 'representatief' in de KRW literatuur*. Geraadpleegd op: 29 december 2017
- Koffijberg, K. (2017). Toenemende rol drones in Vogelonderzoek. *Sovon-Nieuws*, pp. 8-9. Opgehaald van Sovon. Geraadpleegd op: 2 januari 2018
- Lengkeek, W., & Bergsma, J. H. (2017). *Monitoreng vissen onderwater*. Opgehaald van Buwa: <https://www.buwa.nl/monitoring-vissen-onderwater.html>. Geraadpleegd op: 28 december 2017
- Lerner, A. (2004). *Guidelines for the Use of Fishes in*. Bethesda: American Fisheries Society . Geraadpleegd op: 7 december 2017
- Lydon, C. (2017). *Salt Marsh*. Opgehaald van <http://outerisland.org/index.php?id=salt-marsh>. Geraadpleegd op: 3 januari 2018
- Ministerie van Economische Zaken. (2017). *Natura 2000-gebieden*. Opgehaald van <https://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/gebiedendatabase.aspx?subj=n2k>. Geraadpleegd op: 20 december 2017
- Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie. (2011). *Bescherm de soort Kleine modderkruiper*. Dienst Regelingen. Geraadpleegd op: 20 december 2017
- Moorsel, G., & van Leeuwen, S. (2013). *Effecten van menselijk gebruik op mariene weekdieren in Nederland. Achtergrondrapport bij: Schelpdieren van het Nederlandse Noordzeegebied*.

- Ecologische atlas van de mariene weekdieren (Mollusca)*. Leeuwarden: ResearchGate. Geraadpleegd op: 29 november 2017
- Nederlandse encyclopedie. (2017). *Encyclo; ubiquisten*. Opgehaald van <http://www.encyclo.nl/begrip/ubiquisten>. Geraadpleegd op: 27 november 2017
- Netwerk Ecologische Monitoring (NEM). (2017). *Monitoring van de natuur in Nederland*. Opgehaald van <http://www.netwerkecologischemonitoring.nl/>. Geraadpleegd op: 18 december 2017
- Nicolai, A. (2016). *Natura 2000-beheerplan Waddenzee Periode 2016-2022*. Ministerie van Infrastructuur en Milieu en Rijkswaterstaat Noord-Nederland. Geraadpleegd op: 21 december 2017
- Overheid.nl. (2015). *Wet en regelgeving*. Opgehaald van Regelement voor de binnenvisserij 1985: <http://wetten.overheid.nl/BWBR0009027/2015-07-15>. Geraadpleegd op: 13 oktober 2017
- Ravon. (2018). *Werkgroep VissenOnderzoek Friesland (WVOF)*. Opgehaald van <http://www.ravon.nl/RAVONActief/Werkgroepen/VissenonderzoekFriesland/tabid/1662/Default.aspx>. Geraadpleegd op: 2 januari 2017
- Reitsma, J., & de Jong, J. (2016). *Toelichting bij de Vegetatiekartering Kwelderwerken Friesland & Groningen 2014*. Rijkswaterstaat. Geraadpleegd op: 7 januari 2017
- Rijksoverheid. (2015). *Algemene fysisch-chemische waterkwaliteit KRW, 2015*. Opgehaald van <http://www.clo.nl/indicatoren/nl0252-fysisch-chemische-waterkwaliteit-krw>. Geraadpleegd op: 23 november 2017
- Rijksuniversiteit Groningen. (2017, sep 18). *Systematisch literatuur zoeken*. Opgehaald van RUG: <https://www.rug.nl/language-centre/communication-training/academic/hacv/handboek/schriftelijk/student/bronnen-literatuur/systematisch-zoeken>. Geraadpleegd op: 28 november 2017
- Rijkswaterstaat. (2017). *Rijkswaterstaat*. Opgehaald van Bescherming tegen het water: <https://www.rijkswaterstaat.nl/water/waterbeheer/bescherming-tegen-het-water>. Geraadpleegd op: 28 november 2017
- Rijkswaterstaat. (2018). *Inwinning en monitoring*. Opgehaald van <https://www.rijkswaterstaat.nl/water/waterbeheer/natuur-en-milieu/kwelders/inwinning-en-monitoring.aspx>. Geraadpleegd op: 3 januari 2018
- Sarker, J., Tanmay, M., Rahman, F., Patwary, M., & Rima, N. (2016). *Macrobenthic Community Structure as A Bio-Indicator for the Assessment of Coastal Water Pollution In Greater Noakhali-Bangladesh*. Opgehaald van Journal of Coastal Zone Management: <https://www.omicsonline.org/open-access/macrobenthic-community-structure-as-a-bioindicator-for-the-assessment-of-coastal-water-pollution-in-greater-noakhali-bangladesh-jczm-1000427.php?aid=74109>. Geraadpleegd op: 6 januari 2018

- Schollema, P. P. (2016, november 25). *Karperproject Noord-Willemskanaal*. Opgehaald van Vissennetwerk: www.vissennetwerk.nl/include/. Geraadpleegd op: 6 januari 2018
- Sovon. (2017). *Telmethode broedvogels*. Opgehaald van <https://www.sovon.nl/nl/content/telmethoden-broedvogels>. Geraadpleegd op: 2 januari 2018
- Sovon. (2018). *Handleiding Sovon Watervogel- en slaapplaattellingen*. Opgehaald van https://www.sovon.nl/sites/default/files/doc/Watervogel-_en_Slaapplaattellingen-handleiding.pdf. Geraadpleegd op: 23 december 2017
- Spikmans, F., & de Jong, T. (2006). *Het waarnemen van zoetwatervissen*. Nijmegen: Ravon. Geraadpleegd op: 7 december 2017
- Spikmans, F., Kranenbarg, J., Soldaat, L., de Zeeuw, M., & van Strien, A. (2011). *Netwerk Ecologische Monitoring Handleiding NEM-Meetnet Beek- en Poldervissen*. Ravon. Geraadpleegd op: 7 december 2017
- Sportvisserij Nederland. (2016). *Zoet, brak en zout*. Geraadpleegd op: 2 januari 2018
- Sportvisserij Nederland. (2018). *Beroepsvistuigen*. Opgehaald van <http://www.sportvisserij nederland.nl/vispas/visserijwet-en-regels/binnenwater/beroepsvistuigen.html>. Geraadpleegd op: 11 januari 2018
- Sportvisserij Nederland. (2018b). *Monitoring Friese visstand*. Opgehaald van <http://www.sportvisserij.frl/actueel/7796/monitoring-friese-visstand.html>. Geraadpleegd op: 12 januari 2018
- Staatsbosbeheer. (2017). *Over Noard-Fryslân*. Opgehaald van <https://www.staatsbosbeheer.nl/natuurgebieden/noard-fryslan/over-noard-fryslan>. Geraadpleegd op: 1 december 2017
- Stowa. (2010). *Bemonsteringsapparatuur Handboek Hydrobiologie*. Geraadpleegd op: 18 december 2017
- Stowa. (2012). *Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water 2015-2021*. Geraadpleegd op: 29 december 2017
- Stowa. (2014). *Handboek Hydrobiologie*. Opgehaald van http://handboekhydrobiologie.stowa.nl/Het_Handboek/Het_Handboek.aspx. Geraadpleegd op: 28 november 2017
- Stowa. (2015). *Kaderrichtlijn Water*. Opgehaald van Ecologische beoordeling en KRW: http://krw.stowa.nl/Achtergronden/Kaderrichtlijn_Water.aspx. Geraadpleegd op: 12 oktober 2017
- TKI Watertechnologie. (2015). *Monitoring van vismigratie met eDNA*. Opgehaald van <http://www.tkiwatertechnologie.nl/project/monitoring-van-vismigratie-met-edna/>. Geraadpleegd op: 17 december 2017

- Tydeman, P. (2005). *De polder Breebaart*. RIKZ. Geraadpleegd op: 2 december 2017
- Valentini, A., Herder, J., Bellemain, E., Dejean, T., van Delft, J., Thomsen, P., & Taberlet, P. (2014). *environmental DNA Toepassingsmogelijkheden voor het opsporen van (invasieve) soorten*. Ravon. Geraadpleegd op: 28 december 2017
- van Beek, J., van Rosmalen, R., van Tooren, B., & van der Molen, P. (2014). *Werkwijze Monitoring en Beoordeling Natuurnetwerk en Natura 2000/PAS*. Bij12. Geraadpleegd op: 23 december 2017
- van den Boogaard, B., & Dorenbosch, M. (2015). eDNA en monitoring van trek- en estuariene vissen in het NZK. Geraadpleegd op: 25 december 2017
- Van der Goes en Groot. (2017). *Elektrovissen*. Opgehaald van <http://www.vandergoesengroot.nl/monitoring-en-inventarisatie/vissen-amfibieen-en-reptielen/elektrovissen/>. Geraadpleegd op: 20 december 2017
- van Dijk, A., & Boele, A. (2011). *Handleiding SOVON Broedvogelonderzoek*. Nijmegen: SOVON Vogelonderzoek Nederland. Geraadpleegd op: 28 december 2017
- van Turnhout, C., & Majoor, F. (2016). *Populatie dynamiek en bescherming van Tapuiten in de Noordduinen in 2016*. Geraadpleegd op: 22 december 2017
- Veraart, J., Verdonschot, R., & Paulissen, M. (2013). *Effecten verzilting zoete aquatische ecosystemen*. Opgehaald van http://deltaproof.stowa.nl/Publicaties/deltafact/Effecten_verzilting_zoete_aquatische_ecosystemen.aspx#Werking___Zoutwatertolerantie_van_aquatische_organismen_in_het_algemeen. Geraadpleegd op: 27 november 2017
- Verdonschot, R. (2014). *Verzilting van zoete wateren: Verlies of winst voor de aquatische milieu?* Geraadpleegd op: 29 december 2017
- Verschuieren, L. A., & van der Biezen, S. C. (2012). *Kostenrapport monitoringplan veiligheidsbuffer Oesterdam*. Deventer: Rijkswaterstaat Zeeland. Geraadpleegd op: 13 oktober 2017
- Verspui, R. (2015). *Vismonitoring met VEMCO*. Geraadpleegd op: 8 januari 2018
- Vis, H. (2013). *Monitoring vispassages Peizerdiep en Dwarsdiep met behulp van PIT telemetrie*. Geraadpleegd op: 3 januari 2018
- Vogelbescherming. (2018). *Nieuwe Rode Lijst: 44% van onze broedvogels in de problemen*. Opgehaald van <https://www.vogelbescherming.nl/actueel/bericht/nieuwe-rode-lijst-44-van-onze-broedvogels-in-de-problemen>. Geraadpleegd op: 29 december 2017
- Waarneming.nl. (2016). *Brakwatersteurgarnaal - Palaemonetes varians*. Opgehaald van <https://waarneming.nl/soort/info/26708>. Geraadpleegd op: 3 januari 2018
- Wanningen, H., & de Bruijne, W. (2016). *Holwerd aan Zee – Effecten op vismigratie*. Geraadpleegd op: 18 september 2017

Wereld Natuur Fonds. (2017). *Living Planet Report Zoute en zilte natuur in Nederland*. Geraadpleegd op: 3 januari 2018

Wetterskip Fryslân. (2016). *Projectplan "Project Vijfhuizen"*. Geraadpleegd op: 14 december 2017

Wetterskip Fryslân. (2018). *Wij zijn Wetterskip Fryslân*. Opgehaald van <https://www.wetterskipfryslan.nl/organisatie/over-wetterskip>. Geraadpleegd op: 3 januari 2018

Wiersma, J., Huigen, S., Keukens, B., & Draaijer, J. (2017). *Monitoringsprotocol Hallumeryt*. Leeuwarden: Van Hall Larenstein. Geraadpleegd op: 26 november 2017

Winter, H., Griffioen, A., & van Keeken, O. (2014). *De vismigratierivier: Bronnenonderzoek naar gedrag van vis rond zoet-zout overgangen*. Geraadpleegd op: 6 december 2017

Wintermans, G. (2014). *TREKVISAANBOD LANGS DE WADDENZEEKUST*. Wintermans Ecologiebureau. Geraadpleegd op: 30 november 2017

Bijlage I

Tabel 8: Chloride concentratie en saliniteit ingedeeld per zoutklasse (Veraart et al., 2013)

Zoutklasse	Chloride concentratie (mg/l)	‰ per 1000
Zeer zoet	<150	< 0.27
Zoet	150-300	0.27 – 0.54
Licht brak /Zwak brak	300-1000	0.54 – 1.8
Brak	1000-5000; grote fluctuaties in chloride concentraties	1.8 - 9
Brak-Zout	5000-10.000; grote fluctuaties in chloride concentraties	9 - 18
Zout	>10.000	> 18
Zeewater	18.000	32.5