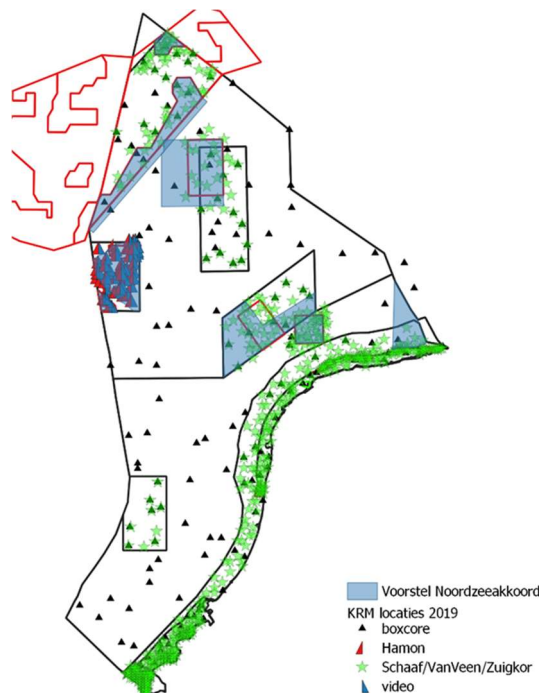


Benodigde meetinspanningen voor evaluatie effectiviteit gebiedssluiting ten behoeve van verbetering kwaliteit benthische habitats

MONS-project ID49 (Monitoringplan benthische habitats
gesloten gebieden – product 1 van 2)

Sander Wijnhoven



Project uitgevoerd door Ecoauthor in opdracht van het Ministerie van Infrastructuur
en Waterstaat (IenW)

Eindrapport, september 2022

Ecoauthor Report Series 2022 - 01

Ecoauthor
Scientific Writing & Ecological Expertise

KvK (CoC) number 65611330

info@ecoauthor.net
www.ecoauthor.net

Leeuwerikhof 16,
NL-4451 CW Heinkenszand,
the Netherlands

Dankwoord

Dank gaat uit naar de opdrachtgevers bestaande uit medewerkers van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) en Rijkswaterstaat RWS) voor het mogelijk maken en toekennen van de opdracht. Specifiek dank aan Guido Hommel (IenW) en Ricardo van Dijk (RWS-WVL) voor de begeleiding van de opdracht en de prettige samenwerking. Dank aan Suzanne Stuijzand (RWS-WVL) voor het bediscussiëren van de opdracht en de doelstellingen, het meedenken over de werkwijze en becommentariëren van een vroege conceptversie. Dank aan Sjaak Vonk (LNV) en Suzanne Stuijzand voor het afstemmingsoverleg en het bediscussiëren van de huidige stand van zaken m.b.t. het effectief sluiten van gebieden, en het denken over een voorkeursstrategie vanuit LNV en IenW, en Joël Cuperus (RWS-CIV) voor het bediscussiëren van de uitvoerbaarheid. Daarnaast dank aan Peter Herman (Deltares) voor het delen van zijn zienswijze en het bediscussiëren van opties en mogelijkheden in een online meeting. Ook dank aan Maarten Platteeuw (RWS-WVL), Edwin Verduin (RWS-ZD) en Suzanne Stuijzand voor het becommentariëren en bediscussiëren van de eerste versie van het Eindrapport en Edwin voor zijn suggesties en verbeteringen met betrekking tot en tweede versie.

© Copyright, 2022. **Ecoauthor** – *Scientific Writing & Ecological Expertise*, Heinkenszand, the Netherlands.

This publication can be reproduced and/or printed or saved in a storage system, acknowledging the authors and/or Ecoauthor (preferably using the citation as suggested).

Afbeelding voorkant: Overzicht ligging KRM-gebieden, gesloten en te sluiten gebieden situatie 2019/2020 en voorgestelde te sluiten gebieden volgens het Noordzeepakkoord (2021) in combinatie met het KRM-meetprogramma anno 2019.

Report should be cited as:

Wijnhoven, S. (2022). Benodigde meetinspanningen voor evaluatie effectiviteit gebiedssluiting ten behoeve van verbetering kwaliteit benthische habitats. MONS-project ID49 (Monitoringplan benthische habitats gesloten gebieden – product 1 van 2). Ecoauthor Report Series 2022 -01, Heinkenszand, the Netherlands.

Index

Samenvatting.....	4
1 Algemene inleiding	8
2 Doel van de opdracht.....	13
3 Methodiek	14
3.1 Signalering kwaliteitsverschillen tussen meetmomenten op basis van individuele soorten en gemeenschappen.....	14
3.2 Methodiek power analyses	16
3.3 Inzet alternatieve monitoringsmethodiek.....	18
3.4 Karakteristieken analyses en testdata per gebied.....	19
3.4.1 Doggersbank.....	20
3.4.2 Centrale Oestergronden	20
3.4.3 Friese Front.....	20
3.4.4 Noordzeekustzone	21
3.4.5 Vlakte van de Raan.....	23
3.5 Kwaliteitsverschillen op basis van vergelijking trends	24
4 Resultaten.....	25
4.1 Voorbeeld resultaten per index (of soort):.....	25
4.2 Benodigd aantal monsters volgens verschillende scenario's.....	28
4.3 Beleidsopties per gebied	31
4.3.1 Doggersbank.....	31
4.3.2 Centrale Oestergronden	32
4.3.3 Friese Front.....	33
4.3.4 Noordzeekustzone	33
4.3.5 Vlakte van de Raan.....	35
4.4 Overige gebieden niet specifiek onderdeel van de huidige studie	35
4.4.1 Klaverbank	35
4.4.2 Borkumse Stenen.....	36
4.5 Frequentie van monitoring.....	36
5 Doorkijkje naar meetplan	38
6 Literatuur.....	39
7 Bijlagen	41
7.1 Bijlage 1: Benodigd aantal monsters gerelateerd aan percentage indicatorsoorten waarvoor verdubbeling/halvering in vóórkomen kan worden gedetecteerd	41
7.2 Bijlage 2: Overzicht resultaten power analyses per indicatorsoort per KRM- en beheergebied	44
7.3 Bijlage 3: Voorgestelde BISI en indicatorsoorten ten behoeve van kwaliteitsbeoordeling rond FF400	53
7.4 Bijlage 4: Grafieken met resultaten power analyses per indicatorsoort of index	55
7.5 Bijlage 5: Overzicht Nederlands deel Noordzee met indeling in Brede HabitatTypes (BHTs)	56

Samenvatting

Gedurende het afgelopen decennium is een behoorlijk aantal te sluiten en enkele inmiddels gesloten gebieden aangewezen waar specifieke vormen van visserij (bodemberoerende visserij) niet zijn toegelaten. Het gaat hier vooral om bodembeschermingsgebieden in en rond KRM-gebieden en Habitatrichtlijngebieden, waar bescherming en kwaliteitsverbetering van de zeebodemhabitats wordt nagestreefd. Behalve dat er monitoring van de benthische gemeenschappen plaatsvindt om de algemene kwaliteitstoestand en ontwikkeling op te volgen, is er ook sprake van specifieke monitoring om de effectiviteit van maatregelen (hier dus met name het sluiten van gebieden voor bodemberoerende visserij) te evalueren. Er worden meer maatregelen ter bescherming van de zeebodemhabitats genomen die vaak een NCP-brede uitwerking hebben (zoals transitie visserijtechnieken naar minder verstorende technieken) of gericht zijn op het ontzien van Natura 2000 gebieden (zoals ruimtelijke planning en ontzien Natura 2000 bij bouw windmolenparken). De uitwerking van het geheel van dergelijke maatregelen zal zichtbaar zijn in de reguliere monitoring van de algemene kwaliteitstoestand op het niveau van (brede habitat types binnen) het NCP of specifieke Natura 2000 gebieden. Aangezien de verwachting is dat fysieke bodemberoering door commerciële visserij de dominante verstoring is die de huidige matige kwaliteit van de zeebodemhabitats op het NCP veroorzaakt, maar uitsluiting ook grote consequenties heeft voor de sector, wordt er specifiek ingezet op de monitoring van de effectiviteit van dergelijke maatregelen. Daarbij is het mogelijk dat uitsluiting van bodemberoerende visserij effectiever is in specifieke habitats zodat verschillende gebieden worden onderzocht. De opzet van de monitoring is dusdanig dat kwaliteitsveranderingen onder invloed van uitsluiting van bodemberoerende visserij zijn te onderscheiden van andere (meer diffuse) verstoringen (als eutrofiëring en effecten van diffuus verspreide verontreinigingen) en grootschalig of natuurlijk optredende veranderingen en ontwikkelingen (als klimaatverandering maar ook natuurlijke jaarlijkse variaties).

De monitoring van de effectiviteit van uitsluiting bodemberoerende visserij (in vervolg 'monitoring effectiviteit maatregelen' genoemd) wordt momenteel indicatief om de 3 jaar rond diverse 'te sluiten' en 'gesloten' gebieden uitgevoerd. De monitoring betreft een Before-After-Control-Impact (BACI) opzet. Waar nog geen sprake is van daadwerkelijke sluiting wordt momenteel de uitgangssituatie (ook wel T0 situatie) vastgesteld. De komende jaren zullen verschillende nog niet gesloten gebieden effectief worden gesloten. Van enkele gesloten en voorgenomen te sluiten gebieden worden begrenzingsen echter ook weer aangepast en er worden nieuwe te sluiten gebieden voorgesteld. Daarom is het nodig om te bepalen wat de benodigde monitoringsinspanning voor de diverse gebieden met verschillende meettechnieken dient te zijn. Op basis van de tot dusver verzamelde data kan nu rekening worden gehouden met de 'natuurlijke' variatie van de bodemdiergemeenschappen (variatie tot uitdrukking komend in gebruikte indicatoren). In het verleden is de benodigde inspanning bepaald op basis van suboptimale datasets, waar er nu in diverse gevallen sprake is van een representatieve dataset.

Aan de hand van power analyses is inzichtelijk gemaakt wat naar verwachting het benodigde aantal meetpunten is dat dient te worden bemonsterd met de bodemschaaf en/of boxcorer om bepaalde verschillen met een bepaalde power en betrouwbaarheid te kunnen detecteren. De wens is om eventuele verschillen in de kwaliteitstoestand van benthische habitats (de zeebodem als leefgebied van benthische gemeenschappen) op basis van de 'Benthische Indicator Soorten Index (BISI)' te kunnen detecteren en daarmee beoordelen. De BISI is in feite een gecombineerde beoordeling van het voorkomen (hier in dichtheden) van een selectie aan indicatorsoorten. In de huidige studie is in principe bepaald welke inspanningen nodig zijn om een eventuele verdubbeling of halvering in de BISI-score met een power van 80% en een betrouwbaarheid van 90% te kunnen detecteren, waarbij de variatie rond de werkelijke meetwaarde ten gevolge van een steekproef waar mogelijk binnen de $\pm 10\%$ wordt gehouden. Een verdubbeling of halvering in BISI-score benaderd naar verwachting de maximale natuurlijke variatie die rond een bepaalde toestand kan worden aangetroffen, zodat het aannemelijk wordt dat grotere verschillen duiden op werkelijke kwaliteitsveranderingen. De BISI

varieert in theorie tussen 0,01 en 100 maar in de praktijk tussen 0,01 en 1 waarbij BISI-score =1 de realistische referentietoestand is. Optioneel (als alternatief scenario) kan echter ook genoeg worden genomen met het kunnen detecteren van verschillen groter dan een verdubbeling of halvering (>100% verschil) en/of een lagere power of betrouwbaarheid. Het huidige meetnet ten behoeve van de beoordeling van de effectiviteit van het sluiten van gebieden voor bodemberoerende visserij is voornamelijk gebaseerd op monitoring met een bodemschaaf. Een alternatief is om in bepaalde gebieden te kiezen voor de boxcorer of de combinatie van de twee bemonsteringstechnieken. Daarnaast is ook de benodigde inspanning in aantallen benodigde monsters voor het kunnen detecteren van verdubbeling of halvering in de dichtheden, of trefkans als alternatief, voor een aantal individuele indicatorsoorten bepaald. Op basis van de resultaten kan een beter onderbouwd besluit worden genomen over waar welke vorm van monitoring per te onderzoeken gebied wordt ingezet. Dit wordt in een meetplan uitgewerkt; het vervolgproduct op deze rapportage.

Overzicht voorstellen	Bodemschaaf			Boxcores
	Huidig aantal monsters (EM)	Voorstel	Alternatief	Eventuele toevoeging
Doggerbank (DB)				
DB-Noord	28	28	26	Eventueel internationaal
DB-Zuid	28	34		
Centrale Oestergronden (COE)				
COE-Gesloten	14	18	14	+14
Friese Front (FF)				
FF600	30	30	20	+38
FF400	42	42		
Noordzeekustzone (NZKZ)				
NZKZ-Gesloten	132	132	(100*)	+38
Vlakte van de Raan (VvdR)				
VvdR-Gesloten	78	78	(54*)	+26

*Alternatief betekent eigenlijk grotendeels opgeven ambitie om effectiviteit maatregelen uitsluiten bodemberoerende visserij te kunnen beoordelen tenzij er grote verandering in de habitatkwaliteit worden verwacht.

Op de **Doggersbank** worden per campagne in totaal 56 bodemschaafmonsters, verdeeld over twee substantieel verschillende te sluiten gebieden met bijbehorende open gebieden, genomen. Het blijkt dat het huidige aantal monsters de gewenste power van het design benadert. Met een geringe uitbreiding van het aantal bodemschaafmonsters in en rond het te sluiten gebied Doggersbank Zuid (van 14 naar 17 monsters in zowel gesloten en in open gebied) kunnen verschillen in indicatorgemeenschappen indicatief voor de benthische kwaliteit worden gedetecteerd. Optioneel kunnen daarvoor twee meetlocaties (1 gesloten en 1 open) van Doggersbank Noord naar Doggersbank Zuid worden verplaatst. De inzet van een boxcorer (als alternatief) zou om diverse extra meetlocaties vragen. Boxcores (of van Veen monsters) zouden juist internationaal kunnen worden opgepakt zodat benodigde inspanningen over landen kunnen worden verdeeld. Er lopen al inspanningen om te komen tot een gezamenlijke monitoringsaanpak rond de internationale Noordzee en de Doggersbank in het bijzonder.

Het evaluatieprogramma op basis van de bodemschaaf rond de **Centrale Oestergronden** maakt momenteel gebruik van 14 meetlocaties. Dit is juist genoeg om enige kwaliteitsverschillen te detecteren indien aanwezig. Een additionele inzet van de boxcorer waarvoor dan 9 extra monsters per campagne worden gevraagd valt te overwegen. Met een uitbreiding van het bodemschaafprogramma met 4 extra meetlocaties, kunnen beoordelingen ook op basis van de gecombineerde BISI (inclusief bodemschaaf en boxcorer gerelateerde indicatorsoorten) worden uitgevoerd.

Rond het **Friese Front** waar voorstellen liggen om zowel delen binnen als buiten het huidige KRM-gebied (dat dezelfde begrenzing heeft als het Vogelrichtlijngebied Friese Front) te sluiten, is er een groot verschil in habitatsamenstelling binnen en buiten het huidige KRM-gebied. Dit zorgt ervoor dat de 'natuurlijke' variatie van de benthische gemeenschappen en daarmee het benodigd aantal monsters verschilt tussen de te sluiten delen binnen en buiten het KRM-gebied Friese Front. Het huidige meetprogramma dat gebruik maakt van 30 bodemschaafmeetlocaties binnen en 42 bodemschaafmeetlocaties buiten het KRM-gebied blijkt voldoende te zijn voor evaluaties. Wel zullen hier een aantal meetlocaties dienen te worden verplaatst wanneer begrenzingen van te sluiten gebieden over enkele jaren worden aangepast en gebieden worden uitgebreid, om de vergelijkbaarheid van monitoring binnen en buiten gesloten gebieden te waarborgen. Het is wenselijk om het meetprogramma hier nu al op aan te passen, zodat effecten van veranderingen in meetlocaties al voor gebiedssluiting (tijdens de T0) inzichtelijk kunnen worden gemaakt en/of worden uitgesloten.

In beide Habitatrictlijngebieden **Noordzeekustzone** en **Vlakte van de Raan** blijkt het nu al uitgebreide monitoringprogramma op basis van de bodemschaaf (gebruikmakende van de monitoring Wettelijke OnderzoeksTaken - WOT) eigenlijk ontoereikend is, en kunnen nauwelijks verschillen worden gedetecteerd. Dit kan te maken hebben met de hoge natuurlijke dynamiek van het gebied, het feit dat ook na het nemen van maatregelen de gebieden niet als onverstoorde kunnen worden beschouwd (niet alle bodemverstoring wordt uitgesloten en er zijn meer verstoringen die een rol spelen in de kustzone) en bodemberoerende visserij ook elders in de kustzone sterk is afgenomen (wat detectie op basis van het huidige design lastig maakt). Dit is in lijn met bevindingen van andere studies in de Voordelta. Daarnaast helpt ook de variatie in monsternamen (inzet verschillende bemonsteringsapparaten, variatie bemonsterd oppervlak, en toepassing sub-sampling, niet bij het kunnen detecteren van eventuele verschillen. Een substantiële verhoging van de power uitgaande van de huidige ruimtelijke schaal met de inzet van de meettechnieken volgens het huidige meetprogramma lijkt niet haalbaar met realistische inspanningen. In de kustgebieden is het essentieel dat er zicht komt op de ontwikkeling van representatieve onverstoord referentiegebieden¹, waar iedere bodemberoerende activiteit kan worden uitgesloten. Aanbevolen wordt om voor beide gebieden in te zetten op een (additionele) monitoring op kleinere schaal en daarvoor gebruik te maken van boxcorers ten behoeve van de evaluatie van maatregelen. Hiervoor zijn dan indicatief een 35 boxcorer-meetlocaties nodig in de Noordzeekustzone en/of 30 op de Vlakte van de Raan. Dit zou echter best minder kunnen zijn wanneer werkelijk voor een kleinere schaal wordt gekozen. Het heeft echter alleen zin wanneer werkelijk representatieve gebieden worden gesloten voor alle vormen van (niet natuurlijke) bodemberoering. Wanneer uitbreiding van het meetnet in de kustzone geen optie is valt te overwegen om de extra boxcore monsters te compenseren door uit te ruilen tegen de additionele meetlocaties die ten behoeve van de KRM aan de WOT-schelpdiersurvey zijn toegevoegd. Substantiële kwaliteitsverbetering zal naar verwachting ook detecteerbaar zijn met het lopende WOT-schelpdiersurvey meetprogramma. (Het WOT-programma is uitgebreider dan de bodemschaafbemonstering ten behoeve van de KRM en wordt jaarlijks uitgevoerd; echter niet alle meetlocaties worden tijdens iedere campagne bezocht, wat voor KRM-toepassing wel een nadrukkelijke wens is²).

Een recente studie evalueert de monitoringsaanpak op de Klaverbank en kan ook model staan voor de mogelijkheden in het gebied van de Borkumse Stenen zodat deze gebieden hier enkel summier

¹ Onverstoord referentiegebieden ten behoeve van validatie interne referentie in BISI methodiek, in tegenstelling tot gebieden waar nog wel bodemberoerende visserij plaatsvindt ('verstoord referentie') waarmee vergelijkbare gebieden met beheermaatregelen volgens een BACI opzet worden vergeleken.

² Het doel van de schelpdiersurvey is in beginsel uiteraard ook anders dan die van de monitoring ten behoeve van de KRM. In beide programma's worden keuzes gemaakt in relatie tot inspanningsreductie waarbij voor de schelpdiersurvey de keuze wordt gemaakt om meer te meten in voor schelpdieren kansrijke gebieden, en meetlocaties niet te bemonsteren wanneer ze 'toevalligerwijze' op het moment dat het bemonsteringsvaartuig in de buurt is moeilijk bereikbaar zijn. Ten behoeve van de KRM-beoordeling wordt de inspanningsreductie onder andere gezocht in het niet jaarlijks bezoeken van de meetlocaties, en het opzoeken van de ondergrens voor wat betreft het benodigde aantal meetlocaties om nog net de gewenste verschillen (indien aanwezig) te kunnen detecteren.

worden besproken. Zo ook kent de Voordelta een eigen gebiedspecifieke monitoringsaanpak en evaluatie (als onderdeel van Natuurcompensatie Maasvlakte) zodat mogelijkheden met betrekking tot monitoring hier verder niet worden besproken.

De frequentie van monitoring ten behoeve van de evaluatie effectiviteit sluiting gebieden is nu in principe eens in de 3 jaar zodat iedere evaluatiecyclus (om de 6 jaar) er twee meetmomenten beschikbaar zullen zijn. Men kan overwegen om voor specifieke gebieden wanneer er duidelijke veranderingen optreden en verstoring werkelijk tot een zeer laag niveau worden gereduceerd, de meetfrequentie op te voeren op beter inzicht te verkrijgen in de ontwikkeling van gebieden na wegnemen druk, en het eerder kunnen detecteren van kwaliteitsverbetering.

1 Algemene inleiding

Met het Noordzeeakkoord (NZA) bereidt Nederland zich voor op de toekomst en worden de uitdagingen van veranderend gebruik van de Noordzee opgepakt. Eén van die uitdagingen is om de intensivering van gebruik in te passen binnen de ecologische draagkracht van het systeem, en door middel van maatregelen daarbij ook nog kwaliteitsverbetering te realiseren. Met name met betrekking tot het ecosysteemfunctioneren, de ecologische draagkracht van het systeem en de cumulatieve effecten van gebruiksfuncties op ecosysteemdiensten en biodiversiteit en de rol van fysische, chemische en biologische factoren daarin, is de huidige kennis ontoereikend om de toekomstige ontwikkelingen te overzien. Zodoende is vanuit het NZA het programma Monitoring-Onderzoek-Natuurversterking-Soortbescherming (MONS) voortgekomen dat voorziet in de behoefte aan een integraal en systematisch onderzoeks- en monitoringsprogramma voor de Nederlandse Noordzee. Vanuit MONS wordt de komende jaren een groot aantal onderzoeks- en monitoringsprojecten gedefinieerd en uitgevoerd. In de huidige eerste fase worden vooral de plannen uitgewerkt die dienen te voorzien in de informatiebehoefte van andere projecten³ en richting de toekomst in het bijzonder. Het betreft hier vooral monitoringsactiviteiten die in een vroeg stadium dienen te worden gestart, zodat bv. de uitgangssituatie kan worden gemeten en/of omdat ten behoeve van het kunnen detecteren van (middel)lange termijn effecten en ontwikkelingen een lange looptijd wordt gevraagd. Daarvoor dienen dan uiteraard optimale meettechnieken en monitoringsdesigns te worden geïdentificeerd of uitgewerkt, die kunnen voorzien in de gevarieerde databehoeftes. Hierbij wordt ook de uitvoerbaarheid (in termen van vergunningen, inspanningen en kosten) meegewogen en zal tevens het gebruikmaken en/of aansluiten bij bestaande activiteiten worden overwogen.

Intermezzo:

In de huidige rapportage, en de correspondentie en literatuur rond zeebodemkwaliteit en – integriteit in het algemeen, komen de termen ‘habitat’ en ‘habitatype’ veelvuldig voor, maar hebben die ‘habitats’ een verschillende betekenis. In principe is een ‘habitat’ een leefgebied van een organisme (plant- of diersoorten) en omvat het alle mogelijke plaatsen waar een bepaald organisme/soort voorkomt. Zowel de biotische als abiotische factoren aan de minimale levensvoorwaarden van de soort voldoen, wat wil zeggen dat de factoren binnen de toleranties van de soort blijven. Hierdoor kan de soort op de betreffende plaatsen overleven, groeien en zich voortplanten.

In relatie tot Natura 2000 en de Habitatrictlijn in het bijzonder, wordt met een habitatype echter het ‘leefgebied’ of het gebied van voorkomen van bepaalde (half)natuurlijke levensgemeenschappen bedoeld; dus een verzameling van soorten die niet allemaal een leefgebied kennen dat exact met het betreffende habitat (of habitatype) overeenkomt, maar onder goede kwaliteitsomstandigheden, normaal gesproken daar wel allemaal worden aangetroffen (een verzameling aan typische en karakteristieke soorten).

Ook in relatie tot de Kaderrichtlijn Marien wordt gesproken over habitats, en veelal over (MSFD) brede habitatypes en speciale of bijzondere habitatypes. Voor wat betreft de brede habitatypes is de term ‘ecotoop’ eigenlijk een beter woord, en worden ecologische eenheden bedoeld waarvan de samenstelling en ontwikkeling worden bepaald door abiotische en biotische condities (en eventueel antropogene condities, maar dan is er wellicht geen sprake van een natuurlijk habitatype), en een bepaalde homogeniteit binnen het ecotoop verondersteld dat duidelijk te onderscheiden is van andere ecotopen. De KRM bijzondere habitatypes zijn veelal kleinschaliger dan de brede habitatypes en duiden juist weer op levensgemeenschappen in overeenstemming met de definitie onder de Habitatrictlijn (sterker nog, de HR-habitatypes worden veelal als bijzondere habitatypes onder de KRM overgenomen), maar ook kleinschaligere levensgemeenschappen waaronder eco-elementen als specifieke riffen, banken en velden van specifieke soorten worden als bijzondere habitatypes aangeduid. Met name in het Engels (met betrekking tot de MSFD, maar dus ook in relatie tot de KRM) wordt in het kader van de KRM niet over ecotopen maar over habitats gesproken.

³ Voor diverse onderzoeken is het bijvoorbeeld van belang om zicht te kunnen hebben op de ontwikkeling van de algemene kwaliteitstoestand en de bentische gemeenschappen in het bijzonder, en de rol die specifieke verstoringen (als bodembereoerende visserij) spelen in de huidige kwaliteitstoestand van de zeebodem, alvorens er kan worden gekeken naar eventuele effecten van plaatsing van windmolens of specifieke inrichtings- en/of actief herstel maatregelen.

In de huidige rapportage spreken we voornamelijk over habitats en habitattypen waar we het in feite hebben over KRM brede habitattypes (en dus eigenlijk de term 'ecotopen' wellicht beter was geweest, maar we willen hier niet afwijken van de gebruikelijke MSFD/KRM terminologie). Een voorbeeld van een KRM breed habitatype is 'diep slibrijk habitat' of 'ondiep zandig habitat'. Wanneer we het hebben over Habitatrichtlijngebieden kan het zijn dat we spreken over habitats en habitattypen zoals gedefinieerd onder de HR, maar zullen we dat specifiek aangegeven. Voorbeelden van HR-habitattypen zijn 'Permanent overstromde banken (H1110)' of 'Riffen van open zee (H1170)'.

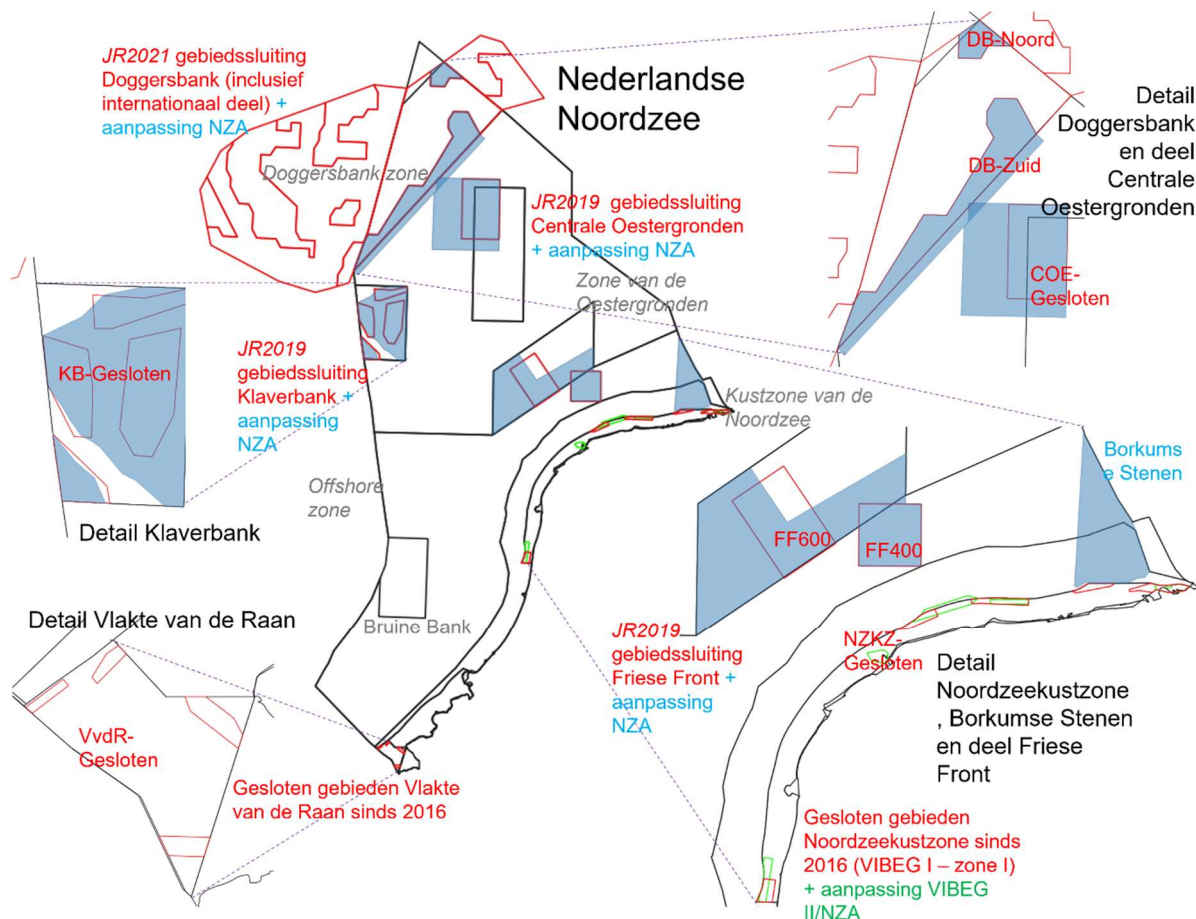
Als onderdeel van de Mariene Strategie (Min IenW & Min LNV, 2018) en voorzien in en ten behoeve van de kwaliteitsdoelstellingen van de KRM en Habitatrichtlijn (landelijk niveau) en Natura 2000 (op gebiedsniveau) zijn er in de Nederlandse Noordzee, bodembeschermingsgebieden ingesteld waar bodemberoerende visserij is of op korte termijn zal worden uitgesloten. Uit diverse onderzoeken is gebleken dat bodemberoerende visserij de belangrijkste drukfactor is die de kwaliteitstoestand van de zeebodemhabitats beïnvloed (ICES, 2021) en zorgt voor een kwaliteitsniveau dat over het algemeen als ontoereikend kan worden bestempeld (Min IenW & Min LNV, 2018). We spreken hier verder van de 'gesloten gebieden' ten opzichte van 'open gebieden' waar geen specifieke beperkende maatregelen van kracht zijn met betrekking tot bodemberoerende visserij⁴. Voor wat betreft de monitoring van de effectiviteit van uitsluiting bodemberoerende visserij wordt in vervolg gesproken van 'monitoring effectiviteit maatregelen'. Vanaf 2008 zijn er effectief gebieden gesloten voor bodemberoerende visserij (zie ook Figuur 1.1 en Tabel 1.1). In eerste instantie heeft dit, tezamen met de instelling van gebieden met andere vormen van beperkende maatregelen met betrekking tot verschillende vormen van visserij, plaatsgevonden in de vorm van natuurcompensatie-maatregelen in de Voordelta (Prins et al., 2020; Van Moorsel et al., 2020). Vanaf 2016 kwamen daar de VIBEG (Visserij in Beschermd Gebieden) gebieden in de Noordzeekustzone en op de Vlakte van de Raan bij (VIBEG, 2011). Ook hier is er sprake van gebieden met verschillende beschermingsniveaus. In het verleden (vanaf 1990) was al sprake van een monitoringprogramma voor benthos (BIOMON geleidelijk overgaand in MWTL Noordzee) ten behoeve van de monitoring van de algemene kwaliteitstoestand en ontwikkeling van de benthische gemeenschappen van het zacht substraat in de Noordzee. Vanaf 2013 wordt er vervolgens gewerkt aan een monitoringsprogramma waarmee ook specifiek de kwaliteit van de zeebodemhabitats in gebieden met bijzondere ecologische waarden kan worden gevolgd en beoordeeld (Wijnhoven et al., 2013; Troost et al., 2013). De gebieden met bijzondere ecologische waarden zijn de Habitatrichtlijngebieden van de Nederlandse Noordzee en een aantal extra gebieden aangeduid als KRM-gebieden⁵ (in het geval van het Friese Front omvat het KRM-gebied het Vogelrichtlijngebied Friese Front) (Min IenW & Min LNV, 2021). Daarvoor worden dan specifieke indicatoren (in dit geval afzonderlijke indicatorsoorten) geselecteerd/gedefinieerd, zodat op basis van de 'natuurlijke' variatie voor die indicatoren de benodigde monitoringsinspanning kan worden afgeleid, behorende bij het ambitieniveau nodig voor het kunnen onderscheiden van eventuele kwaliteitsverschillen (verschillen in resulterende waarden per indicator). De genoemde studies houden, voor zover mogelijk, ook rekening met het kunnen beoordelen van de effectiviteit van maatregelen (visserijbeperkende maatregelen). Dit wordt gerealiseerd door in het voorgestelde (KRM) monitoringprogramma (Min IenW & Min LNV, 2020) vergelijkbare aantallen meetlocaties binnen vergelijkbaar habitatype aan te wijzen in gesloten en open gebieden, zodat in principe volgens een Before-After-Control-Impact (BACI) design kan worden geëvalueerd, wanneer de monitoring op vergelijkbare wijze wordt voortgezet. In 2013 wordt daarbij al rekening gehouden met de sluiting van

⁴ Dient te worden opgemerkt dat er ook landelijke maatregelen zijn met betrekking tot het verkleinen van de impact van visserij (bv. innovatie in visserijtechnieken), waarvan wordt verwacht dat de effecten landelijk zichtbaar dienen te worden. De effectiviteit van dergelijke maatregelen wordt in de ontwikkelfase in projectonderzoek bestudeerd. Ook zijn er specifieke beschermende maatregelen op het niveau van Natura 2000 gebieden (zoals bv. voortkomend uit evaluaties van de beheerplannen). Het monitoringprogramma ter beoordeling van de algemene kwaliteitstoestand onder de KRM is in principe voor ieder van de afzonderlijke Natura 2000 gebieden toereikend voor evaluatie van de kwaliteitsontwikkeling voor ieder van de individuele Natura 2000 gebieden van de Nederlandse Noordzee. De effectiviteit van fingerend beheer kan op basis hiervan dus worden geëvalueerd, zij het dat niet direct inzichtelijk kan worden gemaakt, welke maatregel welk effect heeft (enkel de combinatie van maatregelen wordt geëvalueerd). Indirect zijn er wellicht wel mogelijkheden om inzicht te verkrijgen in specifieke maatregelen, via bv. de specifieke beoordelingen van de BISI die inzicht geven in de relatieve bijdrage van verschillende typen verstoringen met betrekking tot de waargenomen kwaliteitstoestand, of door het vergelijken van de kwaliteitstoestand (en ontwikkelingen) binnen en buiten Natura 2000 gebieden.

⁵ Om te voorkomen dat we continu dienen te spreken over Habitatrichtlijngebieden en KRM-gebieden (die in relatie tot de beoordeling van de effectiviteit van maatregelen van uitsluiting van bodemberoerende visserij niet anders worden behandeld, want in zowel HR-gebieden als in KRM-gebieden wordt kwaliteitsverbetering van de zeebodemhabitats nagestreefd), zullen we in het vervolg spreken over KRM-gebieden (terwijl we daarmee eveneens de HR-gebieden bedoelen).

specifieke delen op de Doggersbank, de Klaverbank, de Vlakte van de Raan en in de Noordzeekustzone.

In 2017 is het programma uitgebreid met monitoring rond de voorgestelde te sluiten gebieden op het Friese Front en de Centrale Oestergronden en is de ligging van de te sluiten gebieden op de Klaverbank bijgesteld (Wijnhoven, 2017). Voor het Friese Front en de Centrale Oestergronden is het opvallend dat de geplande te sluiten gebieden gedeeltelijk buiten de KRM-gebiedsbegrenzing vallen. Binnenkort (met ingang van 2023) worden er daadwerkelijk delen volgens die plannen gesloten voor bodemberoerende visserij op het Friese Front, de Centrale Oestergronden en de Klaverbank. Enkel voor de Doggersbank worden sluitingsplannen die er in 2017 al lagen voorlopig uitgesteld, omdat hierover nog geen internationale overeenstemming is (Tabel 1.1). Voor alle KRM- en HR-gebieden heeft inmiddels ten minste twee keer monitoring volgens het KRM-programma plaatsgevonden met monsternamen in 2015, 2018 en 2021 (waarbij echter voor bepaalde delen van de monitoring ook is/wordt uitgeweken naar het opvolgende jaar). Monitoringdata van de 2021 bemonstering (met doorloop in 2022) zijn echter op het moment van oplevering van deze rapportage nog niet compleet beschikbaar (vanwege de analysetijd komen resultaten over het algemeen driekwart jaar (schaafbemonstering) tot meer dan een jaar (boxcorer en Hamon bemonstering) later beschikbaar). Rond ieder van de genoemde KRM-gebieden is op de genoemde momenten ook specifiek bemonsterd voor de beoordeling van de effectiviteit van maatregelen (met uitzondering van Friese Front en Centrale Oestergronden waar de gesloten gebieden specifiek vanaf 2018 worden meegenomen).



Figuur 1.1. Overzicht Nederland deel Noordzee met positionering te sluiten en gesloten gebieden (actuele situatie in rood) en voorgenomen aanpassing en/of uitbreiding te sluiten gebieden volgens het Noordzeeakkoord (in blauw) en VIBEG II (in groen) ten opzichte van de eveneens ingetekende KRM- en Natura 2000 gebieden (in diverse gevallen is een Natura 2000 gebied tevens KRM-gebied). JR = 'Joint Recommendation' zoals ingediend bij de Europese Commissie (met bijbehorend jaar van indiening). De voorstellen met betrekking tot de Doggersbank betreffen grensoverschrijdende internationaal afgestemde voorstellen).

Tabel 1.1. Overzicht voorgenomen en geëffectueerde gebiedssluiting per KRM-gebied in relatie tot (voorgenomen) uitvoer monitoring (in groen; AT = monitoring tbv Algehele kwaliteitsToestand KRM-gebied; EM = monitoring tbv evaluatie Effectiviteit Maatregelen). EM monitoring is uiteraard uitgevoerd op basis van de dan geldende sluitingsplannen (voorstel tot sluiting aangegeven in eerdere jaren; mogelijk niet geheel passend met aangepaste voorstellen aangegeven in latere jaren). Invulling van jaren na 2022 betreffen uiteraard prognoses. Te sluiten gebiedsdelen in aparte rijen kennen nu in principe een afzonderlijke evaluatie EM, gezien de substantiële verschillen in habitatype met bijbehorende gemeenschappen.

KRM-gebied	Deel	'08	'09- '14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	'25	'26->
Doggerbank (DB)	Noord			AT/EM			AT/EM			AT	EM	Aanpassing voorstel te sluiten gebieden	AT	EM	Voorziene sluiting
	Zuid														
Centrale Oestergronden (COE)				AT			AT/EM			AT	EM	Voorziene sluiting + Aanpassing voorstel	AT	EM	
													Voorziene aanpassing gesloten gebied		
Friese Front (FF)	FF600			AT			AT	AT/EM		AT	EM	Voorziene sluiting + Aanpassing voorstel	AT/EM		
	FF400												Voorziene aanpassing gesloten gebied		
Klaverbank (KB)	(4 delen)			AT/EM		Aanpassing voorstel te sluiten gebieden	AT/EM			AT/EM		Voorziene sluiting + Aanpassing voorstel (2 delen)	AT/EM		
												Voorziene aanpassing gesloten gebied			
Noordzeekust-zone (NZKZ)	Petten, Terschelling west & - oost, Rottumer west & - oost			AT/EM*	Gesloten		AT/EM*			AT/EM		Aanpassing voorstel volgens VIBEG II	AT/EM		
												Voorziene aanpassing gesloten gebied			
Vlakte van de Raan (VvdR)	Westpit-ZW, Westpit-NO, Deurlo, Wielingen			AT/EM*	Gesloten	EM	AT			AT/EM			AT/EM		
Voordelta (VD)		Gesloten		AT			AT			AT			AT		
Borkumse Stenen (BS)												Voorstel te sluiten gebied			
Bruine Bank (BB)				AT			AT			AT		Voorstel te sluiten gebied (enkel kieuw- en wernet)	AT		

*Geen volledig programma tbv evaluatie Effectiviteit Maatregelen; met name aantal bemonsterde locaties voor gesloten gebied is lager dan gewenst (en niet op te vullen met metingen voor andere jaren). Zie voor details o.a. Wijnhoven (2017, 2018), Min LNV & Min IenW (2021).

Zodoende is er in principe voor alle gebieden ten minste een T0 (voor sluiting) uitgevoerd, zij het dat begrenzings voor te sluiten gebieden op de Klaverbank (evenals het bijbehorende monitoringsprogramma) al een keer tussentijds (in 2017) zijn aangepast. Uitzondering is het nieuwe gebied Borkumse Stenen, waarvoor nu gebiedssluiting wordt overwogen (de Bruine Bank, inmiddels aangewezen als Natura 2000-gebied in het kader van de Vogelrichtlijn, is hier minder relevant omdat beschermende maatregelen niet direct gericht zijn op de kwaliteit van de zeebodem).

Inmiddels zijn er voor diverse te sluiten en enkele gesloten gebieden aanpassingen gepland, die overigens vooral uitbreiding/vergroting van gesloten gebieden inhoudt zoals opgenomen in het Noordzeeakkoord (NZA, 2020). Het betreft verschuiving van bestaande gesloten gebieden volgens het VIBEG II akkoord (VIBEG2, 2017; Van Stralen & Craeymeersch, 2018) in de Noordzeekustzone en toevoeging van het gebied van de Borkumse Stenen. Voor wat betreft de nog te sluiten gebieden van het Friese Front, de Centrale Oestergronden en de Doggersbank worden de volgende aanpassingen voorgesteld:

- voornamelijk uitbreiding van het te sluiten gebied binnen het KRM-gebied Friese Front,
- uitbreiding zowel binnen als buiten (de nabijheid van) het KRM-gebied de Centrale Oestergronden,
- en uitbreiding buiten het HR-gebied Doggersbank (voornamelijk ten zuiden van de Doggersbank, verbinding makend met te sluiten delen nabij de Centrale Oestergronden) (NZA, 2020).

Aanpassingen van de te sluiten/gesloten gebieden vragen wellicht om bijstelling van het monitoringprogramma, teneinde enerzijds een representatief beeld te krijgen van de werkelijk gesloten gebieden (en nieuwe gesloten gebieden) en anderzijds om ook in de open gebieden een monitoring te consolideren, zodat eventuele effecten van maatregelen kunnen worden afgezet tegen 'autonome' ontwikkelingen, inclusief verstoringen die niet onder invloed van de maatregelen staan.

Daar waar ten tijde van de inrichting van het monitoringsprogramma de beschikbare informatie met betrekking tot de aanwezige benthische gemeenschappen voor sommige gebieden beperkt was (in omvang, ruimtelijke representativiteit of temporele variatie), is er nu meer informatie beschikbaar die vaak ook specifiek/representatief voor de te onderzoeken gebieden en habitats is. Op basis van de toegenomen informatie is de verwachting dat een betere inschatting van de benodigde inspanningen, om potentieel aanwezige verschillen in de kwaliteitstoestand te kunnen detecteren, kan worden gemaakt. Ten behoeve van de huidige rapportage is onderzocht of zodoende de monitoringsinspanning rond monitoring van de effectiviteit van maatregelen dient te worden bijgesteld (of kan worden bijgesteld afhankelijk of de bevindingen duiden op gewenste uitbreiding of mogelijke reductie van het aantal monsters).

Waar het huidige meetprogramma gebaseerd is op het kunnen detecteren van verschillen (50% verschil in trefkans met een power van 80% en een betrouwbaarheid van 95%) in het voorkomen van (ten minste enkele) individuele indicatorsoorten, wordt er inmiddels voor evaluaties in kader van KRM, Natura 2000 en OSPAR gebruik gemaakt van de Benthische Indicator Soorten Index (BISI) die de evaluatie van een groot aantal indicatorsoorten combineert, en ook de dichtheden in ogenschouw neemt. Het combineren van de informatie voor diverse soorten vergroot mogelijk ook de gevoeligheid (o.a. Wijnhoven, 2018). Afgaande op het benodigde aantal monster voor het kunnen detecteren van verschillen op basis van de BISI zal in ieder geval ook de verandering in trefkans van een aantal van de individuele indicatorsoorten kunnen worden geëvalueerd.

2 Doel van de opdracht

De centrale kennisvraag vanuit MONS met betrekking tot de huidige opdracht luidt: Wat zijn de effecten van fysieke bodemberoering en wat is de effectiviteit van uitsluiting van bodemberoerende visserijactiviteiten voor de benthische gemeenschappen?

Specifiek doel van de huidige opdracht is het opleveren van een monitoringplan dat de opzet levert waarmee deze kennisvraag zal worden beantwoord. Deze rapportage geeft een overzicht van de uitgevoerde statistische analyses volgens een aantal scenario's. In overleg met de opdrachtgever wordt vervolgens een keuze gemaakt voor specifieke scenario's voor de monitoring van geselecteerde gebieden (aanpak per gebied kan verschillen), op basis waarvan een meetplan wordt uitgewerkt. De huidige rapportage is product 1, het meetplan is product 2 behorende tot de opdracht.

De statistische analyses in deze rapportage zijn erop gericht om te evalueren of het huidige KRM-meetnet voldoet om de effectiviteit van de gebiedssluitingen te kunnen vaststellen. Daarbij worden meerdere scenario's getest. Tot op heden is de insteek van het KRM-meetprogramma geweest om voor ieder van de gesloten gebieden te bepalen of de afsluiting inderdaad effectief is. De effectiviteit van dergelijke maatregelen kan worden getest in een selectie van gesloten gebieden die representatief zijn voor het aanbod aan habitattypes. Momenteel is de effectiviteitsmeting volledig gebaseerd op een bodemschaafmonitoring (in de kustzone gebruik makend van de jaarlijkse WOT bemonstering), met uitzondering van de Klaverbank waar zowel Hamon grab als video-observatie worden gebruikt. De effectiviteitsmeting (evenals de overige monitoring om de algemene kwaliteitstoestand van het gehele NCP te monitoren) wordt in principe (volgens meetplan) eens in de drie jaar uitgevoerd. Het is goed denkbaar dat intensiveren, zowel in het aantal monsters als in frequentie, in specifieke gebieden waardevol zou kunnen zijn om de ontwikkeling van de benthische gemeenschappen nog beter te kunnen volgen (bijvoorbeeld door het eerder kunnen signaleren van ontwikkelingen en/of ook kleinere veranderingen kunnen signaleren). Hierbij valt ook te overwegen om alternatieve bemonsteringstechnieken (zoals in dit geval de boxcorer, maar wellicht ook video-observatie) in te zetten. Het verkrijgen van inzichten in de ontwikkeling van gemeenschappen onder verschillende omstandigheden is zeer waardevol met betrekking tot kwaliteitsverbeterende - en herstelmaatregelen en het verkrijgen van inzicht in het systeemfunctioneren; het hoofddoel van het MONS programma.

3 Methodiek

3.1 Signalering kwaliteitsverschillen tussen meetmomenten op basis van individuele soorten en gemeenschappen

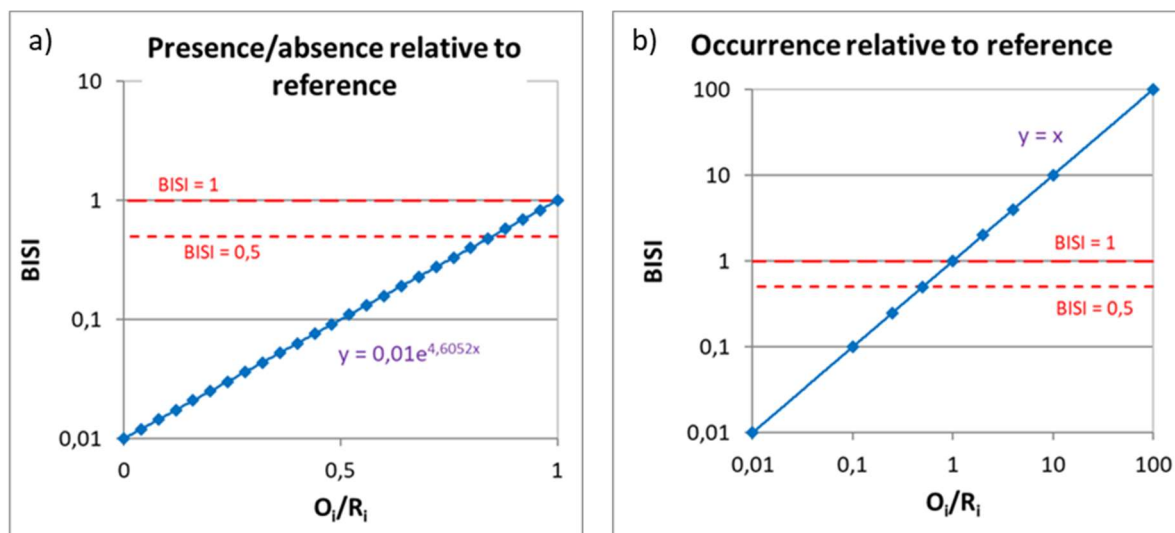
Aan de hand van de beschikbare data uit het KRM-monitoring programma⁶ (inclusief de actuele resultaten van 2018/2019) is het benodigde aantal meetlocaties bepaald volgens de huidige monitoring/meettechnieken ter evaluatie van de effectiviteit van maatregelen. Hiervoor zijn de meest actuele monitoringdata gebruikt, verzameld in 2018/2019 rond de gesloten of te sluiten gebieden. Vaak gaat het daarbij om de specifieke monitoringdata bedoeld voor de evaluatie van de effectiviteit van maatregelen (EM-data). Voor wat betreft de evaluatie van de benodigde inspanningen voor de eventuele inzet van boxcores als alternatieve bemonsteringstechniek, of evaluatie op basis van de combinatie van schaaft- en boxcore-data, zijn resultaten verzameld ten behoeve van de Algemene kwaliteitstoestand (AT-data) van het gerelateerde KRM-gebied (gesloten of te sluiten gebieden liggen steeds ten minste gedeeltelijk in een KRM-gebied), eventueel uitgebreid met enkele qua habitattype overeenkomende nabijgelegen meetlocaties, om het aantal monsters te vergroten. In een aantal gevallen (met name in de kustzone) was de EM-dataset voor 2018/2019 niet compleet (geringe afwijking van het geplande aantal monsters); recent is nagegaan waar geplande monsters zijn gemist of verschoven (Wijnhoven, 2020a), maar waren voorgestelde alternatieve monsters ter vervanging nog niet in de beschikbare dataset opgenomen. In de praktijk heeft dit nauwelijks invloed op de huidige analyses gehad, omdat niet zozeer het eventuele verschil in kwaliteitstoestand tussen open en gesloten gebieden is getest. Gebieden zijn namelijk nog niet of pas recent gesloten. Het gaat hier vooral om de bepaling van het benodigde aantal monsters waarvoor de huidige variatie in de waarnemingen bepaald is. Daarvoor zijn naast de afzonderlijke datasets tevens analyses op basis van de gecombineerde datasets van open en gesloten gebieden gebruikt, waarmee de 'sample size' (het aantal monsters of de steekproefgrootte) beschikbaar voor toetsing wordt verdubbeld.

Het benodigde aantal meetlocaties om verschillen tussen meetmomenten in het voorkomen van *individuele indicatorsoorten* te kunnen detecteren (zowel in ruimtelijk voorkomen middels aanwezigheid als in dichtheden) is door middel van power analyses bepaald, waarbij het uitgangspunt is het kunnen detecteren van verschillen van 50% met een power van 80% en een betrouwbaarheid van 90%. Hiervoor zijn de potentiële indicatorsoorten die onderdeel uitmaken van de BISI voor het betreffende KRM- of Natura 2000-gebied (Wijnhoven, 2018, 2019b) tevens geselecteerd voor analyses van het benodigde aantal monsters op basis van individuele indicatorsoorten. Op vergelijkbare wijze kan het benodigde aantal monsters voor het detecteren van 50% verschillen in de gebiedspecifieke *indicatorgemeenschap* (middels de BISI-score) worden bepaald, met de toestand voor gebiedssluiting als uitgangspunt. Het aantal (en het type) in de BISI betrokken indicatorsoorten zal bepalend zijn voor de power van de BISI. De focus is het kunnen detecteren van verschillen in de algemene kwaliteitstoestand. Met de BISI kunnen ook specifieke beoordelingen worden uitgevoerd, gericht op eventuele effecten van specifieke verstoringen (zoals fysieke verstoring van de bodem o.a. onder invloed van visserij). Het aantal benodigde monsters voor het kunnen detecteren van verschillen is voor specifieke beoordelingen vaak net iets groter dan voor de algemene beoordeling vanwege het geringere aantal indicatorsoorten betrokken bij de evaluatie. Het is echter voor de meeste gebieden de verwachting dat fysieke verstoring door de visserij de dominante verstoring is met invloed op de kwaliteit van de zeebodemhabitats (zoals die naar voren komt in de samenstelling van de bodemdiergemeenschappen). Eventuele verschillen op basis van de BISI in de algemene kwaliteitstoestand van gesloten gebieden ten opzichte van open gebieden op basis van de BISI zijn mede door het design van de EM-monitoring vrijwel zeker het resultaat van genomen maatregelen. De specifieke beoordeling kan hier altijd meer inzicht in geven, zij het dat de betrouwbaarheid van die beoordeling misschien net iets minder is dan de genoemde 90% omdat het benodigde aantal monsters groter is dan het gerealiseerde aantal tijdens monitoring.

⁶ Het KRM benthos monitoringprogramma voorziet in de databehoeft met betrekking tot de benthische gemeenschappen van voornamelijk zacht substraat en natuurlijk hard substraat ten behoeve van zowel het voormalige MWTL (Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands), de KRM en Natura 2000.

Intermezzo:

De onlangs (qua gevoeligheid) geoptimaliseerde BISI is ingezet (nog niet uitgewerkt in protocol), waarbij de soortspecifieke indicatiewaarde (IV; in feite het soortspecifieke gewicht in de beoordeling) uit de log-term is gehaald en de waarde is gehalveerd voor indicatorsoorten met een $IV < 1$ (zoals oorspronkelijk gewaardeerd in Wijnhoven & Bos, 2017; Wijnhoven, 2019a,b). Hierdoor komt de nadruk meer te liggen op het vóórkomen van de beste/meest specifieke indicatorsoorten. Figuur 3.1.1. toont de conceptuele werking van BISI; hoe de BISI-score (als maat voor de kwaliteitstoestand van benthische habitats) reageert op de verandering in het voorkomen van indicatorsoorten, in zowel aan/afwezigheid van soorten als in hun abundanties, relatief ten opzichte van het referentievoorkomen (verondersteld voorkomen onder goede/onverstoorde kwaliteitstoestand).



Figuur 3.1.1. Conceptuele werking van de geoptimaliseerde BISI zoals ingezet (en voorgesteld ter evaluatie van de effectiviteit van maatregelen). a) Relatie tussen de verandering in het aantal aangetroffen indicatorsoorten (ervan uitgaande dat alle aanwezige indicatorsoorten indien aanwezig in referentie voorkomen/dichtheden aanwezig zijn) en de resulterende BISI-score. (O_i/R_i = waargenomen voorkomen indicator soorten gedeeld door referentievoorkomen indicatorsoorten). b) Relatie tussen de verandering in het relatieve voorkomen van indicatorsoorten ten opzichte van het referentievoorkomen (ervan uitgaande dat alle indicatorsoorten aanwezig zijn en dezelfde relatieve verandering laten zien) en de resulterende BISI-score.

In de praktijk reageert de BISI op de gecombineerde variatie van de twee (aan/afwezigheid en abundantie van indicatorsoorten). BISI = 1 is gelijk aan de referentietoestand; Een halvering in de BISI-waarde (ten opzichte van de referentie dus BISI < 0,5) wordt hier in veel gevallen aangehouden als het gewenste te detecteren verschil in BISI-score wat kan duiden op verminderde kwaliteit. Een dergelijk verschil in kwaliteit komt overeen met het verlies (niet detecteren met een veronderstelde representatieve monitoring) van nabij de 15% van de indicatorsoorten, of een achteruitgang van 50% in abundanties/dichtheden van alle indicatorsoorten. Dit laatste klinkt wellicht dramatisch, maar men dient te bedenken dat populatieontwikkelingen veelal een logaritmische schaal volgen, en zo dus ook de BISI; een afname van 2 naar 1 exemplaren is ook 50% en een afname van 2000 naar 1000 exemplaren per m^2 betekend voor diverse soorten mogelijk ecologisch niet zo veel; de soort is dan nog steeds zeer talrijk. Dergelijke veranderingen kunnen dan ook als variatie onder natuurlijke (onverstoorde) omstandigheden worden waargenomen. Bij grotere veranderingen wordt het wel aannemelijker dat verstoringen hier een rol in spelen.

3.2 Methodiek power analyses

Voor ieder van de te evalueren KRM-gebieden waar delen worden of zijn gesloten (in het vervolg wordt gesproken over 'gesloten gebieden' ook waar deze nog niet effectief gesloten zijn), zijn representatieve testsets samengesteld voor de uitvoer van power analyses. De huidige monitoring ten behoeve van beoordeling effectiviteit maatregelen (in de offshore-gebieden volledige gebaseerd op bodemschaafbemonstering en in de kustzone hoofdzakelijk gebaseerd op bodemschaafbemonstering) is in principe representatief voor specifieke gesloten gebieden. Rond ieder gesloten gebied kunnen monsters van het gesloten gebied en het omliggende open gebied worden gecombineerd tot één representatieve testset. Er zijn aparte testsets samengesteld voor gesloten gebieden, behorende bij hetzelfde KRM- (of HR-) gebied, wanneer die gesloten gebieden qua habitatsamenstelling duidelijk verschillen (en daarom nu ook al afzonderlijk worden geëvalueerd). Wanneer gesloten gebieden nu ook al gezamenlijk worden geëvalueerd (zoals in de Noordzeekustzone of op de Vlakte van de Raan, dan is nu ook één testset per (in dit geval) HR-gebied samengesteld. De beschikbaarheid van data afkomstig van boxcorer bemonstering is veelal beperkter. Boxcorers worden op dit moment enkel ingezet ter beoordeling van de algemene kwaliteitstoestand van gehele KRM-gebieden. Testsets op basis van boxcore-monsters zijn dan ook op het niveau van gehele KRM-gebieden samengesteld, om toch aan voldoende data per testset te komen. Dit betekent wel dat de variatie binnen de boxcore-testset mogelijk groter is dan het geval is voor het betreffende gesloten gebied omdat de data afkomstig zijn uit een groter gebied. Dit zal in enkele gevallen leiden tot een geringe overschatting van het benodigde aantal monsters voor evaluatie op basis van boxcore monsters. In het geval van 'FF400', dat in het verleden is voorgesteld als te sluiten gebied op het Friese Front, zijn de boxcore-data overigens in het geheel weinig representatief, zodat voor dat te sluiten gebied geen specifieke analyse op basis van boxcore-data kan worden uitgevoerd.

Ten behoeve van de analyse van het benodigde aantal monsters om verschillen te kunnen detecteren voor individuele potentiële indicatorsoorten, is voor ieder van de testsets het gemiddelde en de standaarddeviatie per indicatorsoort bepaald. Dit is gedaan zowel op basis van waargenomen *dichtheden*, en op basis van de *aan-/afwezigheid* (score van 1 of 0) van soorten. Die waarden zijn indicatief voor het te verwachten vóórkomen en de te verwachten (natuurlijke) variatie voor het betreffende gesloten gebied.

Vervolgens wordt vanuit een testset waar mogelijk (waar omvang testset als voldoende wordt beoordeeld) een random subselectie aan monsters getrokken zonder terugleggen. In het geval van de boxcore-data-analyses is dit niet altijd mogelijk gebleken (beschikbaar aantal monsters is te beperkt). Zodoende is in het geval van de Vlakte van de Raan en het Friese Front, voor zowel individuele indicatorsoorten als voor de BISI op basis van gecombineerde monstertechnieken, met teruglegging gewerkt. Ook voor de bepaling van het benodigde aantal monsters ten behoeve van de BISI (gecombineerde meettechnieken) voor de Noordzeekustzone, is met teruglegging gewerkt.

Per indicatorsoort worden dan random subselecties met afnemend monster-aantal ('sample size') getrokken, waarvan het gemiddelde en de standaarddeviatie worden bepaald. De resultaten per indicatorsoort worden per sub-selectie (met hetzelfde monster-aantal) gecombineerd en:

- de samengestelde ('pooled') standaarddeviatie ten opzichte van de volledige testset,
- de berekende t-statistiek ('computed t-statistic') voor de vergelijking van de subselectie ten opzichte van de volledige testset,
- de kritische t-waarde ('critical value of t'),
- de waarschijnlijkheid van de berekende t-waarde ('probability of computed t') met bijbehorende indicatie van significantie (p),
- en het berekende significant detecteerbare verschil (SDD %) worden bepaald.

Zodoende wordt een reeks opgesteld van resultaten (SDD % en p-waarden) voor subsets met aflopende omvang. Bijvoorbeeld uit testset met n=32 wordt achtereenvolgens een reeks aan random subsets met n=30 t/m n=3 getrokken en doorgerekend. De random selecties aan monsters zijn hetzelfde voor ieder van de potentiële indicatorsoorten behorende bij monitoringstechnieken (specifiek voor bodemschaaf of boxcorer) en KRM-gebieden (eventueel verschillend voor gesloten delen wanneer die afzonderlijk worden beoordeeld). Voor wat betreft de analyses op basis van de BISI worden dezelfde testdata per potentiële indicatorsoort gebruikt, maar nu gecombineerd in de doorrekening van de BISI (op basis van afzonderlijke monitoringstechnieken of de technieken

gecombineerd). Ook voor de BISI kunnen naast de BISI-score zelf, bovengenoemde parameters ('pooled standard deviation', 'computed t-statistic', 'critical value of t', 'probability of computed t' en 'significant detectable difference') worden berekend bij de gemiddelde 'sample size' van de testset. Gemiddelde sample size is in principe gelijk aan die van de afzonderlijke soorten, maar betreft een gemiddelde van de 'sample sizes' van de afzonderlijke soorten wanneer verschillende aantallen monsters per monitoringstechniek worden voorgesteld. Dit is conform de huidige gang van zaken waar beoordelingen op basis van het monitoringprogramma meestal gebruik maken van een ander aantal schaafmonsters dan boxcore-monsters voor bepaling van de algemene kwaliteitstoestand (AT-beoordeling) van KRM-gebieden. Resultaten van (sub)selecties worden tevens vergeleken met resultaten van het huidige monitoringprogramma voor de meest actuele situatie.

Uitgaande van een testset met aantal monsters n_1 en gemiddelde avg_1 en standaarddeviatie $stdev_1$ en subset met n_2 , avg_2 en $stdev_2$, leidt dit tot de volgende berekeningen:

- Samengestelde standaarddeviatie:

$$\text{Pooled stdev} = \sqrt{\frac{((n_2-1) \cdot (stdev_2^2)) + ((n_1-1) \cdot (stdev_1^2))}{((n_2-1) + (n_1-1))}}$$

- Berekende t-statistiek:

$$\text{Computed t-statistic } (t_{\text{stat}}) = \frac{(avg_2 - avg_1)}{\sqrt{\frac{(stdev_2^2)}{n_2} + \frac{(stdev_1^2)}{n_1}}}$$

- Kritische t-waarde:

$$\text{Critical t-value } (t_{\text{crit}}) = \text{TINV}(0,05; n_2 + n_1 - 2)$$

- Waarschijnlijkheid berekende t-waarde:

$$\text{Probability of computed t } (p) = \text{TDIST}(\text{ABS}(t_{\text{stat}}); n_2 + n_1 - 2; 1)$$

- Berekende significant detecteerbare verschil:

$$\text{Sign detectable diff } (\text{SDD } \%) = \text{ABS}(t_{\text{crit}} / t_{\text{comp}} / (100 \cdot (avg_1 - avg_2) / avg_1))$$

Vervolgens kan een niveau worden vastgesteld voor wat wel (of niet) acceptabel is wat betreft de kans op een onterecht waarnemen van een significant verschil, als gevolg van een ontoereikende steekproefgrootte. Deze grens wordt hier op 10% gesteld door voor de waarschijnlijkheid van de berekende t-waarde; $p < 0,1$ aan te houden. Zo wordt geaccepteerd dat in 10% van de gevallen onterecht een significant verschil wordt gevonden. Dit wordt in de statistiek ook wel aangeduid als de kans op een type I fout (vaak aangeduid met α). In feite wordt hier de representativiteit van de subset voor de testset getoetst.

Vervolgens wordt aangehouden dat het gewenst is dat de power van het meetprogramma ongeveer 80% is. Hiermee wordt aangegeven dat wanneer significante verschillen worden gevonden deze in 80% van de gevallen inderdaad significante effecten zullen zijn en niet toevallige afwijkingen van het te verwachten. Door de gevonden p-waarden uit te zetten tegen de steekproefgrootte kan op basis van een afnemende steekproefgrootte worden bepaald waar de α -waarde ($p=0,1$) wordt overschreden. Omdat een power van 80% wordt nagestreefd wordt maximaal 2x (op de 10 gevallen) een p-waarden in de significantie-range (dus $p < 0,1$) toegestaan. Het gevonden significante verschil is namelijk onterecht want er wordt een subset getoetst tegen de complete testset; een significant verschil is het gevolg van een niet representatieve (te) kleine steekproef. Er wordt een benodigd aantal monsters aangehouden dat net groter is dan daar waar bij aflopende steekproefgrootte voor de tweede maal een $p < 0,1$ wordt waargenomen (overeenkomstig power van ongeveer 80%).

Het berekende significant detecteerbare verschil geeft in feite aan wat voor verschillen (gezien de 'natuurlijke' variatie) tussen meetmomenten of metingen voor verschillende situaties naar verwachting kunnen worden gedetecteerd. Daarbij wordt aangehouden dat ten minste verschillen van 100%, overeenkomend met een verdubbeling of halvering van de aantallen (of de trefkans in het geval van registratie aanwezigheid per plot) significant detecteerbaar dienen te zijn. De steekproefgrootte passende bij het gewenste minimaal detecteerbare verschil (MDD) wordt bepaald waarvoor hier in principe 100% wordt aangehouden. Voor wat betreft de BISI resultaten blijkt een detectie van ten minste een verdubbeling of halvering van de BISI-waarde veelal niet haalbaar met een reële monitoringsinspanning; met name wanneer de gemiddelde BISI-waarde relatief laag is zoals in diverse KRM-gebieden momenteel het geval is. In het geval van de BISI wordt tevens de benodigde inspanning voor het kunnen detecteren van 150% (of in een enkel geval 175%) verschillen bepaald.

Dit lijkt wellicht een groot verschil, maar men dient in ogenschouw te nemen dat de BISI in feite een logaritmische schaal kent.

Voor wat betreft de BISI zal eveneens worden geëvalueerd bij hoeveel random monsters (reductie monsteraantal) er in 20% van de gevallen sprake is van een meer dan 10% afwijking van het resultaat van de gehele testset. Wederom omdat een power van 80% wordt nagestreefd wordt toegestaan dat maximaal 2 van de gevonden BISI-waarden bij afnemende steekproefgrootte in de range van >10% afwijking van het resultaat voor de complete testset vallen. In werkelijkheid zou er namelijk geen afwijking moeten zijn omdat een subset wordt getoetst tegen de complete testset. Afwijking is enkel het gevolg van een niet representatieve (te) kleine subset.

3.3 Inzet alternatieve monitoringmethodiek

Video (bijvoorbeeld in combinatie met side-scan sonar en/of multi-beam echo-sounder) is eventueel mogelijk als alternatieve monitoringstechniek daar waar hard substraat en/of riffen worden verwacht. De eventuele inzet van video is echter onderwerp van andere MONS projecten (ID55 en ID56). In relatie tot de effectiviteit van gebiedsbescherming spreek je in het geval van ontwikkeling van biogene riffen over herstel van complexe gemeenschappen. Wanneer kwaliteitsverbetering resulteert in het herstel van biogene riffen is de verwachting dat kwaliteitsverbetering (op grotere schaal) ook met monitoring met inzet van de bodemschaaf zal worden gedetecteerd. Het is wel voor de hand liggend om in enkele gesloten gebieden, waar nu lokaal al riffen worden gevonden, de ontwikkeling en eventuele uitbreiding van die riffen met video (in combinatie met bovengenoemde scanning technieken) te volgen. We spreken dan over monitoring op een kleinere schaal dan voor de bodemschaaf en enkel over delen van gesloten gebieden. Gewenste inspanningen kunnen wellicht worden afgeleid van de huidige monitoring op de Klaverbank en zouden in potentie kunnen worden ingezet in het gebied van de Borkumse Stenen. Het gebruik van video zou kunnen aansluiten bij de monitoring van hard substraat in windmolenparken (MONS ID46). Hierbij dient echter te worden opgemerkt dat de te verwachten gemeenschappen door het type en de spreiding van de relatief kleine harde elementen in natuurlijke omstandigheden niet direct vergelijkbaar zijn met die te verwachten op artificieel hard substraat in windmolenparken. De eventuele inzet van video wordt hier niet verder geanalyseerd. Ook de benodigde inspanningen voor de monitoring van gemeenschappen en de beoordeling van de effectiviteit van maatregelen op de Klaverbank (combinatie Hamon grab en video) worden hier niet verder geanalyseerd. Wijnhoven et al. (2020b) evalueren de huidige aanpak op de Klaverbank, waarbij naast het aantal monsters ook het niet volledig uitzoeken van bepaalde monsters (om de grote benodigde inspanningen enigszins te beperken) een rol speelt in hetgeen met het huidige monitoringprogramma kan worden gedetecteerd.

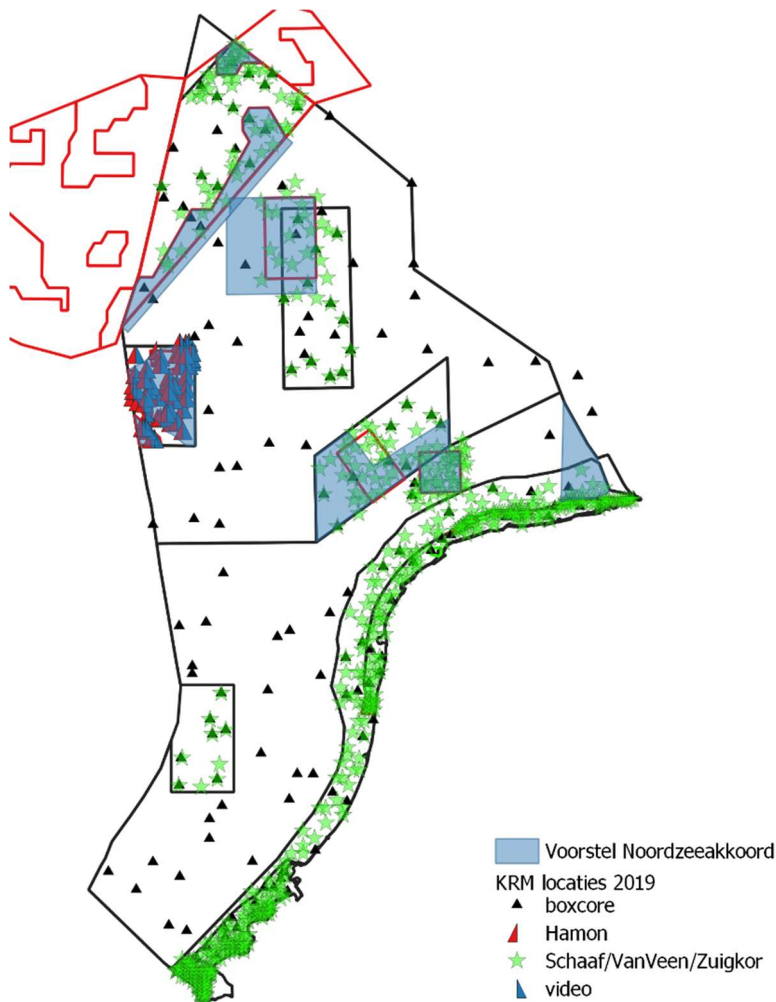
De boxcorer is mogelijk een goede optie voor een meer gedetailleerde en kleinschalige specifieke monitoring van de effectiviteit van gebiedssluiting in een beperkt aantal gebieden. Daarbij opmerkend dat schaaftbemonstering en boxcorer-bemonstering een andere fractie van de aanwezige benthische gemeenschappen bemonsteren. Beide technieken hebben een specifieke geschiktheid voor bepaalde indicatorsoorten, waarbij de schaaft-gerelateerde indicatorsoorten niet overeenkomen met de boxcorer-gerelateerde indicatorsoorten. Wanneer een soort wel met beide technieken kan worden bemonsterd, is het aannemelijk dat de resultaten een beeld geven van andere grootte fracties van dezelfde soort (en daarmee wellicht verschillende levensfasen). Zodoende is de ene techniek niet een één op één vervanging van de andere, en kunnen resultaten met verschillende technieken elkaar aanvullen. Aangezien de bodemschaaf met name geschikt is voor de grotere, wellicht kwetsbaardere soorten voor bodemberoering is in het verleden gekozen om voor de evaluatie van de effectiviteit van visserijmaatregelen gebruik te maken van schaaftbemonstering (en is uiteraard vanuit kostenoverwegingen niet voor zowel de schaaft als de boxcorer gekozen). Daarentegen is voor de evaluatie van de algemene kwaliteitstoestand juist wel gekozen voor boxcorer-monitoring op het gehele NCP en specifiek in de KRM-gebieden (de enige mate van representativiteit hebben voor de variatie aan habitats van het gehele NCP) wel voor de combinatie van technieken. Het is ook niet gezegd dat kleinere organismen geen hinder ondervinden van bodemverstoring; wellicht is de directe schade aan de organismen minder zichtbaar, maar de sterfte na verplaatsing kan zeker zo groot zijn.

Buiten de kustzone hebben we wederom te maken met een resolutie van de huidige beschikbare monitoring op een grotere schaal (geheel KRM-gebied of nog groter), wat extra variatie oplevert. Zoals eerder aangegeven zijn er in de huidige studie in overeenstemming met de bodemschaaf, power analyses uitgevoerd op basis van boxcore-data voor verschillende habitattypes voor zowel individuele indicatorsoorten als voor evaluatie op basis van de BISI, en dan zowel op basis van enkel boxcores

als op basis van zowel boxcorer- en bodemschaafmonsters (en betreffende indicatorsoorten meegenomen in de BISI). Ondanks de schaalverschillen, geven de resultaten in ieder geval een indicatie van de benodigde inspanning. In de praktijk kan het dan bij relatief kleinschalige toepassing meevallen voor wat betreft het benodigde aantal monsters.

3.4 Karakteristieken analyses en testdata per gebied

De resultaten van power analyses zijn afhankelijk van de gebruikte data. Er dienen voldoende representatieve data beschikbaar te zijn, zodat het actuele voorkomen van indicatorsoorten inclusief natuurlijke variatie hierin wordt gereflecteerd voor de te beoordelen gebieden. Dit zijn dus de gesloten of te sluiten gebieden en hun omgeving (die dient als open referentiegebied). Voldoende betekent dat een overmaat aan monsters beschikbaar is zodat diverse (verschillende) random selecties kunnen worden genomen, waarbij het verwachte resultaat (resulterend begrote benodigde aantal monsters) ruim onder het beschikbare aantal van de testset ligt. Wanneer het geraamde benodigde aantal uitkomt in de buurt van het aantal van de testset, wordt het resultaat onzekerder, en bestaat de kans dat het aantal van de testset in feite niet toereikend is, en er in werkelijkheid meer monsters nodig zijn.



Figuur 3.4.1. Overzicht ligging KRM-gebieden (zwart omljnd, evenals de opdeling van het NCP in 4 zones zoals in het verleden gebruikt), gesloten en te sluiten gebieden huidige situatie (rood omljnd, evenals de internationale voorstellen voor de Doggersbank) waar huidige EM monitoring op is ingericht, en voorgestelde te sluiten gebieden volgens het Noordzeeakkoord (lichtblauw ingekleurd) Eveneens weergegeven zijn de KRM-meetlocaties voor benthos monitoring voor de situatie in 2019.

Niet altijd zijn voldoende recente en representatieve monsters beschikbaar voor het gesloten/te sluiten gebied en de directe omgeving. In die gevallen (bijvoorbeeld met betrekking tot de boxcore-data) is er voor gekozen data te gebruiken van de wijdere omgeving (indicatief oor een geheel KRM-gebied en eventueel de omgeving daarvan). Hoewel die data tot op zekere hoogte representatief voor het te beoordelen gebied kunnen zijn, is de ruimtelijke schaal, en daarmee naar verwachting de natuurlijke

variatie in de data, groter, zodat de power analyses kunnen leiden tot een geringe overschatting van het benodigde aantal monsters.

3.4.1 Doggersbank

De Doggersbank is een HR-gebied met twee te sluiten delen (Noord en Zuid) waarvan de begrenzing naar verwachting in de toekomst wordt bijgesteld (zie Figuur 3.4.1 en Tabel 1.1). Het betreft hier een geringe uitbreiding van DB-Noord aan de noordkant (om de begrenzing gelijk te trekken met de voorstellen in het Verenigd Koninkrijk) en een uitbreiding van DB-Zuid aan de zuidkant; beiden tot buiten het huidige HR-gebied. Gezien de habitatsamenstelling van de uitbreiding en de afstand tot de tot dusver aangehouden begrenzingen is de verwachting dat de EM monitoring van 2018 (28 monsters per te sluiten gebied beschikbaar) ook tot op zekere hoogte representatief is voor de nieuwe situatie. Het noordelijke en zuidelijke te sluiten gebied worden afzonderlijk geëvalueerd vanwege nuanceverschillen in de gemeenschappen (die bij gezamenlijke analyse voor verhoogde interne variatie zouden zorgen). Wel wordt de kwaliteitstoestand voor beide delen op basis van dezelfde indicatorsoorten (en BISI) geëvalueerd. De boxcore-monsters genomen in 2018 ten behoeve van de AT-beoordeling (22 van de geplande 23 monsters beschikbaar) zijn gebruikt voor het in overweging nemen van de mogelijkheid om het beheer van de gebieden te monitoren en evalueren op basis van boxcores, waarbij wel de gebieden samen zijn genomen en data van de gehele Doggersbank inclusief de gekende iets afwijkende gemeenschap van de rug zijn gebruikt (DBSG, 2019). Dit zorgt voor grotere interne variatie binnen de testset, zodat een lichte overschatting van het benodigde aantal boxcores het resultaat zal zijn, wanneer een specifiek monitoring design rond een afzonderlijk te sluiten gebied wordt overwogen.

Voor power analyses zijn random selecties aan monsters gebruikt variërend van 3 tot 27 voor de bodemschaaf en 3 tot 21 voor de boxcorer en de gecombineerde boxcore-schaaf evaluatie (gebruik makende van de BISI).

3.4.2 Centrale Oestergronden

KRM-gebied Centrale Oestergronden heeft één voorgenomen te sluiten deel dat er gedeeltelijk buiten valt. Er is een substantiële uitbreiding van het te sluiten gebied voorgesteld richting het zuiden en het oosten, waarmee aansluiting met het te sluiten gebied van de Doggersbank (DB-Zuid) zou worden bewerkstelligd (zie Figuur 3.4.1 en Tabel 1.1). De huidige EM-monitoring omvat het bijgestelde voorgenomen te sluiten gebied en is dus ook representatief voor de nieuwe situatie. Wel dienen meetlocaties te worden verlegd, omdat nu als open aangeduide meetlocaties wellicht in gesloten gebied gaan vallen. De huidige EM-monitoring maakt gebruik van 24 meetlocaties. Van 23 locaties zijn de resultaten beschikbaar voor 2019 en die zijn hier gebruikt als testset voor schaaftbemonstering. In principe bestaat de boxcore bemonstering ten behoeve van de AT beoordeling voor het gehele KRM-gebied uit 18 meetlocaties (data van 17 beschikbaar voor 2018). De testset voor boxcore bemonstering is uitgebreid met 2 monsters gelegen in de omgeving van het KRM-gebied tot een totaal van 19 monsters. De testset is naar verwachting behoorlijk representatief voor de gemeenschappen rond het te sluiten gebied zoals omschreven in het Noordzeeakkoord (NZA, 2020) met enkele nuanceverschillen, omdat de gemeenschappen van de omgeving van het meer naar het noordoosten gelegen te sluiten gebied wellicht iets verschillen door kleine verschillen in habitatsamenstelling ten opzichte van het meer naar het zuidwesten gelegen gebied gedekt door de testset.

Voor power analyses zijn random selecties van monsters gebruikt, variërend van 3 tot 21 voor de schaaft en 3 tot 18 voor de boxcore en de gecombineerde boxcore-schaaf evaluatie (gebruikmakende van de BISI).

3.4.3 Friese Front

Het Friese Front is een KRM-gebied met twee voorgenomen te sluiten gebieden waar de huidige EM monitoring met de schaaft op is afgestemd. Het meest westelijk gelegen te sluiten gebied (FF600) ligt in zijn geheel in het KRM-gebied waarbij de EM-beoordeling momenteel gebruik maakt van 30 meetlocaties (15 in gesloten en 15 in open gebied). Het meer naar het oosten gelegen te sluiten

gebied (FF400) valt grotendeels buiten het KRM-gebied en kent 42 meetlocaties ten behoeve van de EM beoordeling. Het voorstel is om een substantieel groter gebied te sluiten op het Friese Front waarbij beide te sluiten delen worden verbonden en een deel van FF600 juist niet wordt gesloten (zie Figuur 3.4.1 en Tabel 1.1). Aangezien het FF400 gebied een volledig andere habitatsamenstelling kent dan FF600 en het KRM-gebied in zijn geheel (de karakteristieken van FF600 zijn representatief voor het KRM-gebied Friese Front), wordt hier ontraden om de kwaliteitstoestand van FF400 (en ontwikkelingen daarin) te evalueren met enkel de indicatorsoorten voor het Friese Front (en de BISI die daar gebruik van maakt). Ook de referentiewaarden zijn, voor wat betreft het vóórkomen, niet representatief voor de situatie buiten het KRM-gebied (dus rond FF400). Zodoende is hier een specifieke BISI met eigen indicatorsoorten en referentiewaarden afgeleid voor FF400. De nieuw afgeleide BISI betreft een combinatie van de BISIs voor de in FF400 voorkomende brede habitat types, waarbij voor de geselecteerde indicatorsoorten de referentiedichtheden per habitattypen naar oppervlakte ratio zijn verrekend. Indicatorsoorten zijn geselecteerd wanneer zij als zodanig voor 'ondiep zandig habitat' zijn aangemerkt (het dominante habitattypen waaruit het te sluiten gebied voor 66% bestaat), of voor ten minste twee habitattypen zijn aangemerkt als indicatorsoorten waaronder 'diep zandig –' of 'diep slibrijk habitat' of onder goede kwaliteitscondities zeer talrijk aanwezig zijn in één van de twee (ieder goed voor iets meer dan 10% van het oppervlak; zie voor details Bijlage 3). Er worden hier dus een apart monitoringprogramma en een aparte evaluatie voorgesteld voor de te sluiten delen binnen - ten opzichte van buiten het KRM-gebied van het Friese Front (wanneer EM monitoring rond beide delen wordt overwogen).

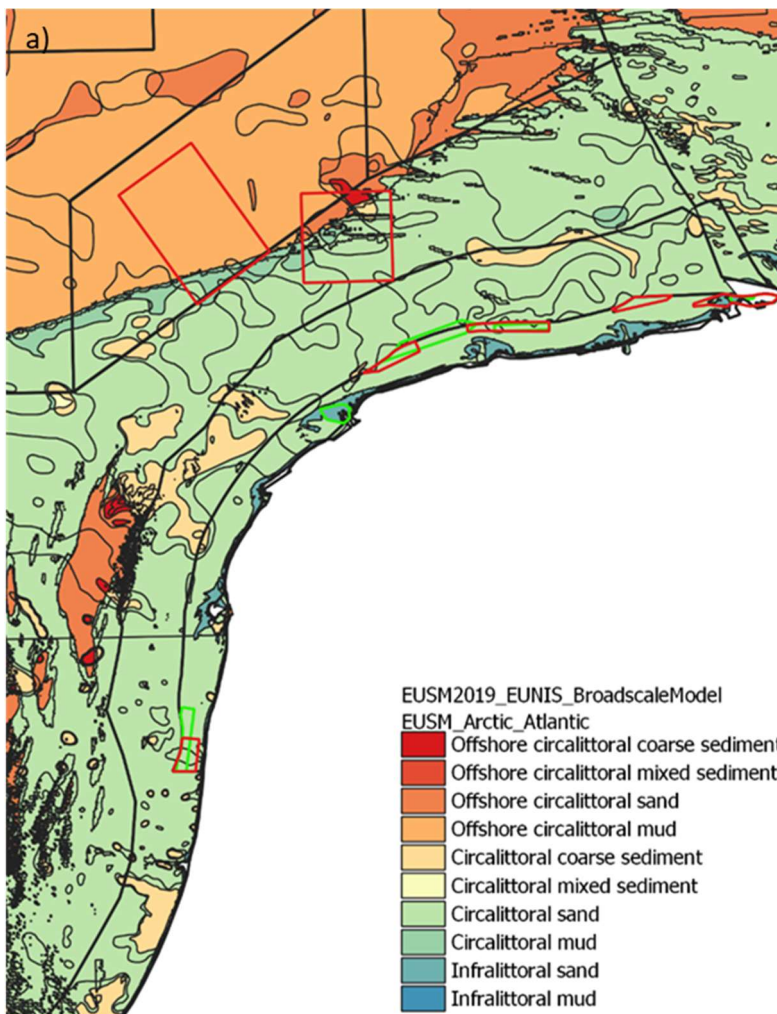
Het benodigde aantal bodemschaafmonsters rond beide te sluiten delen wordt als voldoende representatief verondersteld om het benodigde aantal monsters te bepalen. Binnen het KRM-gebied (analyse benodigd aantal monsters rond FF600) zijn random selecties variërend van 3-30 monsters gebruikt. Buiten het KRM-gebied (analyse benodigd aantal monsters rond FF400) zijn random selecties variërend van 3-40 bodemschaafmonsters. Data in beide gevallen afkomstig van bemonstering in 2019. Daarnaast zijn 9 boxcore-monsters van het KRM-gebied en 2 additionele monsters van net daarbuiten beschikbaar vanuit de bemonstering in 2018 ten behoeve van de AT-beoordeling. Die monsters worden als representatief voor FF600 beschouwd. Omdat het totaal van 11 monsters voor een testset enigszins aan de lage kant is, zijn er rondom selecties van 3-30 boxcore-monsters gemaakt met teruglegging. Het gebruik van een beperkt aantal monsters als de basis kan er voor zorgen dat de waargenomen variatie minder representatief is voor de werkelijke variatie in het gebied dan voor andere gebieden. Dit kan echter zowel tot onder- als overschatting van benodigd aantal boxcore-monsters leiden). Er is hier een benodigd aantal monsters afgeleid voor het kunnen detecteren van verschillen van 100% in het vóórkomen van te monitoren indicatorsoorten met de boxcorer voor het gedeelte binnen het KRM-gebied, evenals dat het benodigd aantal monsters voor de BISI (op basis van boxcorer, en de combinatie boxcorer en bodemschaaf). Voor FF400 is geen representatieve set aan boxcore-monsters beschikbaar.

3.4.4 Noordzeekustzone

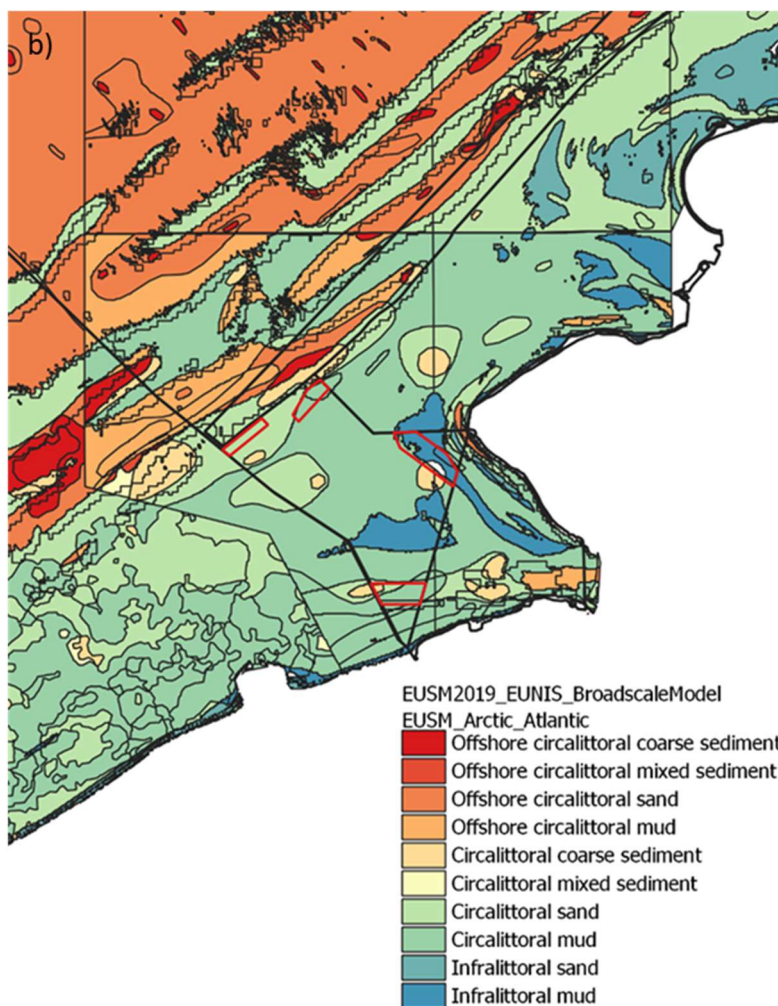
In het HR-gebied van de Noordzeekustzone wordt voor wat betreft de evaluatie van de effectiviteit van sluiting van gebieden (op dit moment 5 gebiedsdelen volledig voor bodemberoerende visserij gesloten; VIBEG, 2011; zie tevens Figuur 3.4.2) gebruik gemaakt van de bodemschaaf (en zuigkor) bemonstering in het kader van de Wettelijke OnderzoeksTaken (WOT) schelpdieren. De monitoring is dusdanig afgestemd dat alle indicatorsoorten opgenomen in de BISI voor de Noordzeekustzone op te volgen met bodemschaafmonitoring, standaard worden geregistreerd, en er waar nodig additionele monster voor de KRM worden genomen (Wijnhoven, 2020a). In principe bestaat het huidige EM-monitoringprogramma uit 132 meetlocaties, waarvan er in 2018 daadwerkelijk 96 zijn bemonsterd. Een extra locatie bezocht in 2017 is aan de testset toegevoegd. Indien de voorgenomen aanpassing van gesloten gebieden wordt uitgevoerd volgens VIBEG II (VIBEG2, 2017), geeft de huidige monitoring en analyse een goed beeld van het aantal meetlocaties dat benodigd is om verschillen in kwaliteit indien aanwezig aan te tonen. Wel zal het vragen om de verplaatsing van locaties om werkelijk de effecten van sluiting te meten, waarbij een complicerend aspect zal zijn dat delen voor enkele jaren gesloten zijn geweest en nu weer toegankelijk zullen worden terwijl vooralsnog open delen dan als gesloten worden aangemerkt, en het in de praktijk al uitdagend is gebleken om voldoende monsters te nemen in de qua omvang relatief kleine gesloten gebieden waar ondieptes, droogval en golfslag de monsternamen bemoeilijken.

Voor wat betreft de boxcore-bemonstering hebben we de beschikking over een 16-tal monsters vanuit het HR-gebied voor 2018, genomen ten behoeve van de AT-monitoring, waar 4 in de nabijheid van de Noordzeekustzone genomen monsters aan toegevoegd kunnen worden. Hoewel de bemonsteringsdichtheid veel lager is dan voor de schaaftbemonstering, is wel de verwachting wel dat de monsters tot op zekere hoogte een indicatie kunnen geven van de toestand in de Noordzeekustzone. Wellicht wordt door het lage aantal de (natuurlijke) variatie minder goed gedekt, maar is de set is even bruikbaar voor de huidige als voor de eventueel toekomstige gesloten gebieden.

Voor power analyses zijn random selecties van monsters gebruikt, variërend van 3 tot 60 voor de bodemschaaf en 3 tot 18 voor de boxcorer. Voor de gecombineerde boxcore-schaaf evaluatie (gebruikmakende van de BISI) zijn random selecties van 3-60 monsters per meettechniek gebruikt, waarbij in tegenstelling tot de afzonderlijke boxcore-evaluatie, nu voor de boxcorer wel met teruglegging is gewerkt om aan voldoende monsters te komen.



Figuur 3.4.2. Ligging gesloten gebieden volgens VIBEG I (VIBEG, 2011) in de Noordzeekustzone (in rood) effectief gesloten op 1 januari 2016 voor alle vormen van bodemberoerende visserij (a). Overige VIBEG gebieden met andere minder vergaande visserijbeperkende regimes zijn niet weergegeven. De EM-monitoring is ingericht op de vergelijking van het geheel aan aangeduide gesloten gebieden (de 5 delen gezamenlijk) ten opzichte van overige gebieden met andere vormen van beheer waar ten minste enige vorm van bodemberoerende visserij plaatsvindt. In groen zijn weergegeven de voorgestelde aanpassingen met betrekking tot te sluiten gebieden, die elk van de 5 afzonderlijke delen betreffen (VIBEG, 2017). Ten noorden van de Noordzeekustzone zijn in rood tevens de te sluiten gebieden volgens het eerste voorstel voor het Friese Front aangegeven.



b) Ligging gesloten gebieden volgens VIBEG I (VIBEG, 2011) op de Vlake van de Raan (in rood), effectief gesloten op 1 januari 2016 voor alle vormen van bodemberoerende visserij. Ook hier is de EM-monitoring zo ingericht dat de 4 delen gezamenlijk worden vergeleken met qua habitatsamenstelling vergelijkbare open delen van het HR-gebied (waar wel bodemberoerende visserij wordt toegestaan).

3.4.5 Vlake van de Raan

Voor de Vlake van de Raan loopt eveneens (als voor de Noordzeekustzone) een EM-monitoringprogramma dat gebruik maakt van een afgestemde WOT-monitoring op basis van bodemschaaf en zuigkor (Wijnhoven, 2020a). Ook hier zijn gebieden (een 4-tal) effectief gesloten op 1 januari 2016 volgens de voorstellen in VIBEG I (VIBEG, 2011). Het EM-monitoringprogramma maakt in principe gebruik van 78 meetlocaties, waarbij 39 monsters verdeeld over de 4 gesloten delen worden genomen die gezamenlijk worden geëvalueerd ten opzichte van de resultaten voor 39 monsters genomen in vergelijkbare open gebieden. Aangezien de bemonstering in 2018 verre van compleet is, maar er in 2017 wel 71 monsters beschikbaar zijn, zijn de data van 2017 hier gebruikt. De boxcore bemonstering op de Vlake van de Raan ten behoeve van de AT-monitoring bestaat uit 8 monsters. Deze zijn tot op zekere hoogte representatief voor de toestand op de Vlake van de Raan, zij het dat dit beperkte aantal niet dezelfde mate aan (natuurlijke) variatie kan dekken als de beschikbare set aan schaaftmonsters. De overzichtskaart van de voorstellen met betrekking tot te sluiten gebieden in het Noordzeeakkoord (NZA, 2020) lijkt te duiden op aanpassing van de gesloten gebieden op de Vlake van de Raan, maar wat er dan wordt aangepast en waar gebieden exact liggen, wordt verder niet gespecificeerd.

Voor power analyses zijn random selecties van monsters gebruikt, variërend van 3 tot 60 voor de bodemschaaf en 3 tot 18 voor de boxcorer. In het laatste geval betreft het random monstersselectie met teruglegging. Voor de gecombineerde boxcore-schaaf evaluatie (gebruikmakende van de BIS1) zijn random selecties van 3-60 monsters per meettechniek gebruikt, waarbij eveneens voor de boxcorer met teruglegging is gewerkt om aan voldoende monsters te komen.

3.5 Kwaliteitsverschillen op basis van vergelijking trends

In feite beschikken we nog niet over voldoende metingen in de tijd om deze analyses voor de gebieden buiten de kustzone uit te voeren (pas 2 à 3 metingen beschikbaar en ook nog geen effectief gesloten gebieden). Er zijn wel langer-lopende tijdreeksen vanuit MWTL, maar daarvan is de representativiteit beperkt omdat die een veel grovere resolutie betreffen (beperkt aantal meetpunten op een grotere schaal in vergelijking tot de monitoring rond gebiedssluiting, wat voor extra variatie zorgt). Voor de kustzone zijn wel voldoende data beschikbaar vanuit PMR, maar daar was effectiviteit niet aantoonbaar (waarschijnlijk door diverse oorzaken, o.a. gelijktijdige kwaliteitsverandering in open gebieden, en het betreft een dynamisch gebied (Prins et al., 2020; Van Moorsel et al., 2020)). Vanuit de WOT zijn veel data beschikbaar, maar er zal nagegaan dienen te worden of er ook voldoende data zijn voor gesloten gebieden (en of daar al kwaliteitsverandering kan worden geconstateerd. Het aantal beschikbare meetjaren na sluiting (3 tot 5) is ook nog beperkt.

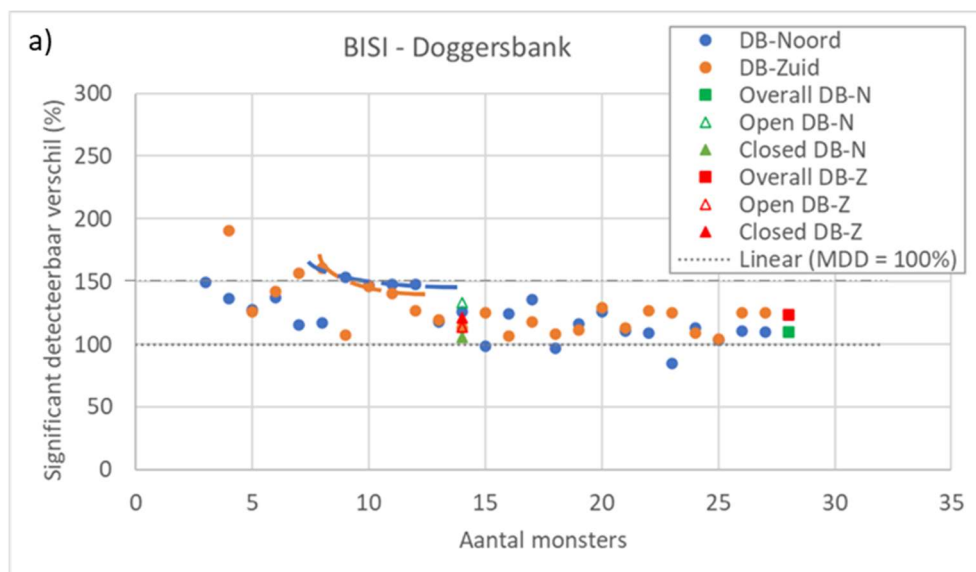
Wat wel kan, is dat er conceptueel wordt getoetst, ervan uitgaande dat een bepaalde kwaliteitstoestand (verdubbeling dichtheden, eventueel in combinatie met verdubbeling trefkans indicatorsoorten, en verdubbeling BISI-score; overeenkomend met toename 100%) na verloop van tijd wordt behaald. We kunnen dan via simulatie berekenen met hoeveel meetpunten uitgaande van een bepaald (representatief) aantal monsters per meting en een veronderstelde kwaliteitsontwikkeling (lineair, asymptotisch, exponentieel) we naar verwachting de kwaliteitsverandering kunnen detecteren. Hoe zich dit het beste vertaalt in een meetprogramma is dan afhankelijk van een schatting van het aantal jaar dat nodig is voor herstel indien een dergelijk herstel optreedt. Herstel kan optreden variërend van 1-3 jaar voor zandige dynamische habitats, waarbij het echter de vraag is of dit ook de meest gevoelige en langlevende soorten van de gemeenschappen betreft, tot wel 20 jaar voor de grof sediment habitats in laagdynamische milieus (Foden et al., 2009; Hill et al., 2011; Desprez, 2012; Kaiser et al., 2018). *We kunnen er zodoende vanuit gaan dat (volledig) herstel al gauw 5 jaar in beslag neemt, maar dat voor de minst snel herstellende habitats en gemeenschappen enige mate van herstel zichtbaar zal zijn na 10 jaar, afhankelijk van het habitatype en de effectiviteit van de maatregelen.* Zo zullen mate en snelheid van herstel samenhangen met de mate waarin gebieden in de praktijk ook daadwerkelijk worden gevrijwaard van fysieke zeebodempverstoring. Dit is o.a. afhankelijk van naleving regels en van de vraag of maatregelen wel ver genoeg gaan, aangezien visserij met een veronderstelde geringe mate van bodempverstoring herstel kan tegenwerken wanneer het totale aantal visserijbewegingen groot is, en er zodoende helemaal geen herstel optreedt. Daarnaast dienen bronpopulaties van nu volledig ontbrekende soorten in voldoende mate in de omgeving aanwezig te zijn. *Wanneer herstel snel(ler) verloopt is jaarlijkse monitoring een optie, wanneer herstel lang(er) duurt blijft de huidige frequentie van eens in de 3 jaar afdoende.*

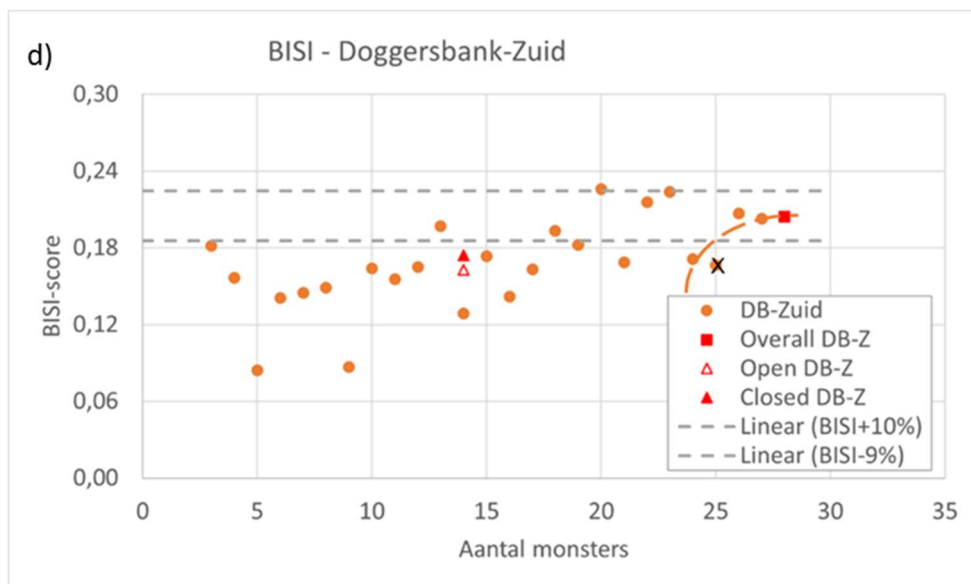
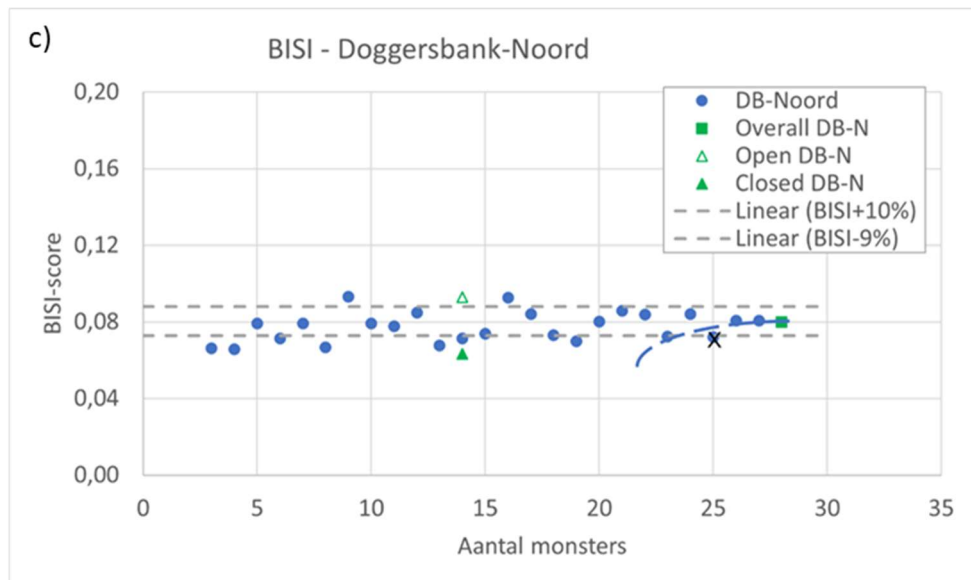
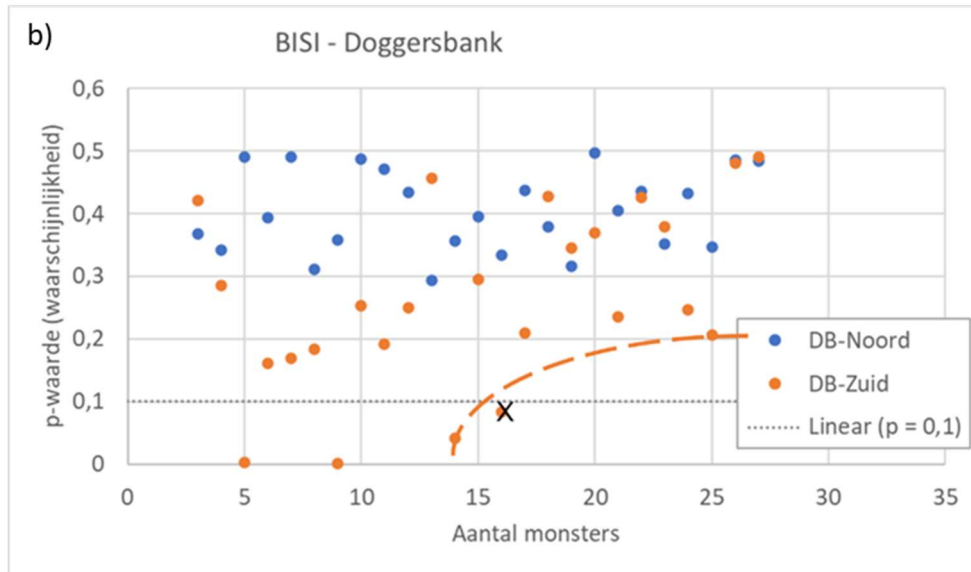
4 Resultaten

4.1 Voorbeeld resultaten per index (of soort):

Een voorbeeld van de verkregen resultaten op basis van de power analyses voor de BISI voor de te sluiten gebieden op de Doggersbank wordt gegeven in Figuur 4.1.2. Een vergelijkbaar voorbeeld voor één van de indicatorsoorten van de Doggersbank; *Ophiura ophiura* wordt gegeven in Figuur 7.4.e. in Bijlage 4. In principe zijn alle opties (indicatorsoorten of BISIs x KRM-gebieden eventueel onderverdeeld in te sluiten gebieden x meettechnieken x type registratie van voorkomen in dichtheden of aan-/afwezigheid) op dezelfde manier uitgewerkt. De afzonderlijke resultaten worden gepresenteerd in Bijlage 3 (er wordt daar ook verwezen naar achterliggende grafieken waarvan de voorbeelden hier worden beschreven).

Op basis van de power analyses worden per situatie in feite twee ramingen van het benodigd aantal monsters verkregen, respectievelijk gebaseerd op het significant te detecteren verschil (SDD = Significant Detectable Difference in %) en op de p-waarde (maat van betrouwbaarheid of significantieniveau). De resultaten per index (of indicatorsoort) voor ieder van de subsets kunnen worden uitgezet als een p-n grafiek (betrouwbaarheid als overschrijdingskans uitgezet tegen steekproefgrootte) en SDD-n grafiek (Significant detecteerbaar verschil in procenten uitgezet tegen steekproefgrootte). Er wordt een benodigd aantal bepaald voor het kunnen detecteren van 100% verschillen in BISI-score (of het vóórkomen van individuele indicatorsoorten). In het verleden werd ook wel gerefereerd aan 50% verschillen (Wijnhoven et al., 2013). In feite wordt hetzelfde verschil bedoeld, maar ging men in het verleden uit van het kunnen detecteren van minimaal een reductie van de populatie van een indicatorsoort tot 50% (halvering) van de uitgangssituatie, terwijl hier de insteek is dat minimaal een verdubbeling (100% toename) kan worden gedetecteerd. (Het verschil is of men uitgaat van de hoogste of de laagste waarde). Voor de SDD-n grafiek wordt bepaald waar de kans reëel is dat de lijn SDD=100% wordt overschreden. Daar een behoorlijke reeks aan subsets (meetwaarden) beschikbaar is, kan worden bepaald waar naar verwachting de lijn wordt overschreden door een relatie door de hoogste SDD-waarden aan te houden, of door de steekproefgrootte te nemen waar lijnen niet meer worden overschreden. Door geen overschrijding toe te staan wordt er zoveel mogelijk voor gezorgd dat minimaal bepaalde verschillen (verdubbeling of halvering populaties) als significant kunnen worden gedetecteerd bij $p < 0,05$. Figuur 4.1.2.a toont het voorbeeld van de BISI op de Doggersbank met onderscheid van het noordelijke (DB-Noord) en het zuidelijke (DB-Zuid) te sluiten gebied. In eerste instantie is de SDD = 100% als gewenst te kunnen detecteren verschil aangehouden. De resultaten tonen dat het benodigde aantal monsters in dat geval groter dient te zijn dan de huidige testset grootte (>28). Voor het kunnen detecteren van verschillen van minimaal 150% zijn echter respectievelijk 10 en 9 monsters nodig voor DB-Noord en DB-Zuid (te bepalen op basis van het snijpunt 'ontwikkeling maximum waarden voor SDD% ten opzichte van steekproefgrootte' met lijn SDD = 150%).





Figuur 4.1.2. Voorbeeld resultaten power analyses voor de BISI van de Doggersbank. Bepaling benodigd aantal monsters op basis van random selecties voor zowel het voorgestelde te sluiten gebied DB-Noord als DB-Zuid. a) Resultaten relatie 'significant detecteerbaar verschil' (SDD in %) ten opzichte van monster aantal. Snijpunt ontwikkeling maximum waarden voor SDD% ten opzichte van steekproefgrootte met lijn van gewenste te detecteren verschil (hier SDD = 150% aangehouden) bepaald benodigde bemonsteringsinspanning. b) Resultaten relatie p-waarde ten opzichte van monster aantal, als maat voor betrouwbaarheid (significante verschillen bij $p < 0,1$ met de complete testset worden niet verwacht aangezien selecties uit dezelfde testset komen. Eenmalige overschrijding van de p-waarde wordt toegestaan als afgeleide van een power van 80%). c) Resultaten BISI-scores per random selectie met toenemend monster-aantal voor Doggersbank-Noord. Eénmalige overschrijding van een 10% afwijking van de werkelijke BISI-score (van de testset) wordt toegestaan als afgeleide van een power van 80%. d) Zelfde grafiek als c. maar nu voor Doggersbank-Zuid. Meetwaarden op basis van huidige monitoring zijn weergegeven in de grafieken in groen en rood; resultaten random selecties in blauw en oranje.

Voor de p-n grafiek wordt bepaald bij welke waarde voor n de lijn $p=0,1$ nog net niet tweemaal is overschreden door een lagere p-waarde, als benadering van een power van 80%. Met de p-n relatie beperken we de kans op een type I fout (α ; foutief detecteren van significante verschillen) tot 10% en benaderen we een power van 80% (door maximaal 1x onderduiken van $p < 0,1$ toe te staan; het snijpunt van de relatie door de minimumwaarden voor p en de lijn $p=0,1$ geeft het veronderstelde power = 80% niveau). Het voorbeeld van de Doggersbank (Figuur 4.1.2.b.) heeft als resultaat voor het benodigd aantal monsters voor DB-Noord een aantal van 3 (dit aantal wordt standaard als minimum benodigd aantal aangehouden indien geen overschrijding van $p=0,1$). Voor DB-Zuid komt het benodigde aantal op 15, te bepalen op basis van het snijpunt ontwikkeling minimum waarden voor p ten opzichte van steekproefgrootte met lijn $p=0,1$ nadat de waarde bij het eerste onderduiken van de lijn bij de hoogste steekproefgrootte is geschrap (voor aanhouden power van 80%).

De twee analyses (SDD-n en p-n) leveren ieder een minimaal benodigd aantal monsters per te beoordelen gebied voor wat betreft de BISI (zelfde procedure voor het bepalen van het benodigde aantal monsters voor individuele indicatorsoorten; zie Figuren in Bijlage 4; Hoofdstuk 7.4) per te beoordelen gebied per meettechniek. Het hoogste aantal van de twee wordt aangehouden als het benodigde aantal en is gebruikt voor het overzicht van de resultaten in Tabel 4.2.1. Daar komt enkel voor wat betreft de BISI een derde raming van het benodigde aantal monsters bij. Deze betreft het aspect dat het ongewenst is dat de beoordeling op basis van een subset significant afwijkt van het resultaat van de gehele subset. We hanteren hiervoor een grens van maximaal 10% afwijking in de BISI-score voor de subset van de testset (zowel in overschrijding als onder-scoring), waarbij een eenmalige toevallige grotere afwijking wordt toegestaan, waarmee in feite weer een power van 80% wordt benaderd (zie Figuur 4.1.2.c & d). Voor DB-Noord en DB-Zuid resulteert dit respectievelijk in een minimaal benodigd aantal van 24 (Figuur 4.1.2.c) en 25 (Figuur 4.1.2.d) monsters, zoals bepaald op basis van het snijpunt ontwikkeling minimum waarden voor BISI-score ten opzichte van de steekproefgrootte met lijn BISI-9% nadat de waarde bij het eerste onderduiken van de lijn bij de hoogste steekproefgrootte is geschrap (10% overschrijding staat (afgerond) gelijk aan 9% onderduiken van de werkelijke BISI-waarde van de gehele testset).

In het geval van de BISI worden zodoende drie ramingen van het minimaal benodigde aantal monsters verkregen, waarvan de hoogste waarde wordt aangehouden. Hiermee wordt het benodigde aantal monsters per te beoordelen deel (open of gesloten rond respectievelijk DB-Noord en DB-Zuid van het voorbeeld) op 24 en 25 geraamd (hoogste waarde voor één van de 3 ramingen). (Ter vergelijking, dit is in de huidige monitoring opzet 14 voor beiden).

Gezien de logaritmische schaal waarop de BISI reageert, is een 10% afwijking van de 'werkelijkheid', gezien de veelal relatief lage BISI-scores voor de te evalueren gebieden, niet zo veel, en valt een vergroting van deze range te overwegen. In het geval van de Noordzeekustzone en de Vlake van de Raan bleek de range van $\pm 10\%$ ook behoorlijk conservatief. Daarom is voor deze gebieden eveneens nagegaan wat eventueel qua inspanningen een realistische marge is die kan worden aangehouden.

Zo ook kan ook worden gesteld dat een minimaal te kunnen detecteren verschil van 100% (gezien de logaritmische schaal), niet zo'n heel groot verschil is en dat een minder gevoelig design

(monitoringvoorstel waarmee de minimaal te kunnen detecteren verschillen wat groter zijn) wellicht ook volstaat. Voor wat betreft de BISI is daarom ook bepaald hoeveel monsters nodig zijn om eventueel minimaal 150% verschillen te kunnen detecteren (en in het geval van de kustgebieden ook 175%), omdat bleek dat 100% met de BISI nauwelijks haalbaar was. De geraamde waarde van het benodigde aantal monsters komt dan namelijk steeds uit rond de gebruikte testset-grootte, waarmee de raming aan betrouwbaarheid verliest.

4.2 Benodigd aantal monsters volgens verschillende scenario's

In overleg met de opdrachtgever is besloten dat het benodigde aantal monsters voor evaluatie op basis van de BISI in principe sturend zal zijn. Met de BISI wordt de gehele indicatorsoorten-gemeenschap, inclusief eventueel interessante specifieke indicatorsoorten vanwege specifieke karakteristieken of gevoeligheden en inclusief detecteerbare typische soorten van de Habitatrichtlijn, beoordeeld. Juist de gecombineerde evaluatie van een set aan indicatorsoorten geeft een representatief en (indien gebaseerd op voldoende monitoringinspanningen) betrouwbaar beeld van de kwaliteitstoestand van de benthische habitats. De resultaten met betrekking tot het benodigd aantal monsters voor evaluatie op basis van de BISI volgens verschillende scenario's (opties met betrekking tot detecteerbare verschillen en betrouwbaarheid en keuze voor een alternatieve monitoringtechniek of de combinatie van technieken) worden hier gepresenteerd. Voor een overzicht van de gebruikte indicatorsoorten in de BISI per gebied en methodiek met bijbehorende referentiedichtheden wordt verwezen naar Wijnhoven et al (2019b). Consequenties van keuzes voor het kunnen evalueren van individuele indicatorsoorten worden als secundair resultaat aangehaald; de resultaten van specifieke analyses worden gepresenteerd in Bijlage 1 en in meer detail in Bijlage 2.

Tabel 4.2.1. Overzicht benodigd aantal monsters voor het kunnen detecteren van ten minste een verdubbeling (100%) of 150% verschillen in de BISI-score (vergelijkbare afname weergegeven met minteken) met een power van 80% en een betrouwbaarheid van 90% (op basis van de p-waarde en maximaal toelaatbare afwijking van werkelijke BISI-waarde). Benodigd aantal monsters weergegeven voor monitoring met de bodemschaaf (huidige praktijk ten behoeve van evaluatie Effectiviteit Maatregelen; EM; uitsluiten bodemberoerende visserij), het alternatief inzet boxcorer of inzet combinatie van monitoringstechnieken.

KRM/HR-gebied / beheer-gebied	Bodemschaaf			Boxcorer			Schaaf + boxcore		
	Huidig aantal mon- sters (EM)	Verschil in BISI-score		Huidig aantal mon- sters (AT) [#]	Verschil in BISI-score		Huidig gemiddeld aantal mon- sters (EM/AT) [#]	Verschil in BISI-score	
		100% of -50%	150% of -60%		100% of -50%	150% of -60%		100% of -50%	150% of -60%
Doggerbank (DB)	56								
DB-Noord	14	>27	24	(1-2)	>21	12	(7-8)	>21	12
DB-Zuid	14	>27	25	(3-6)			(8-10)	>21	17
Centrale Oester- gronden (COE)	14								
COE-Gesloten	7	16	14	(2-3)	>19	9	(4-5)	>18	9
Friese Front (FF)	72								
FF600	15	23	10	(1-2)	>30	23	(8)	>30	21
FF400	21	31	22	(0-2)			(10-11)		
Noordzeekustzo- ne (NZKZ)	132								
NZKZ-Gesloten	66	>60	>60	(2-3)	>18	>18	(34)	>60	>60
Vlakte van de Raai (VvdR)	78								
VvdR-Gesloten	39	>60	>60	(0-2)	15	14	(19-20)	>60	>60

[#]Aantal monsters betreft het aantal aanwezige AT-monsterlocaties in gesloten gebied en in de directe (open)omgeving die mogelijk ook voor EM-monitoring kunnen worden ingezet zodat 2 getallen tussen haakjes worden gegeven (omdat de locaties nu nog niet voor EM-monitoring bedoeld zijn en bij inzet de representativiteit voor het te beoordelen gebied dient te worden bekeken).

Tabel 4.2.1 geeft een overzicht van het benodigde aantal monsters per gesloten gebied om 100% toename (verdubbeling) van de BISI-score te kunnen detecteren. Het gegeven aantal is op basis van de combinatie van waarden verkregen uit de bepaling van het benodigde aantal voor wat betreft het Significant Detecteerbare Verschil (SDD) gecombineerd met het benodigde aantal voor de gewenste betrouwbaarheid op basis van p-waarde ($p < 0,1$) en op basis van maximaal toelaatbare afwijking (hier BISI+10% of BISI-9%) (zie Figuur 4.1.2). Hetzelfde aantal wordt dan uiteraard gevraagd voor de open omgeving van het gesloten gebied ter vergelijking. Dit staat gelijk aan het benodigde aantal monsters om een halvering (50% achteruitgang) van de BISI-score te kunnen detecteren. Een toename met een bepaalde factor Y, in procenten: $100 \cdot (Y-1)\%$ toename, staat gelijk aan een afname volgens $1/Y \cdot \text{BISI}$ -score, en dus $100 \cdot ((1/Y)-1)\%$ toename (resultaat met minteken geeft aan dat het een procentuele afname is). Dit valt te controleren door de zaak om te draaien en het resultaat van de berekende afname als uitgangssituatie te nemen en dan weer een factor Y toename te veronderstellen, wat de originele BISI-waarde oplevert. In de huidige toestand van de benthische habitats op het NCP en het doel om juist de effectiviteit van de maatregel van het sluiten van gebieden voor bodemberoerende visserij te evalueren wordt overigens verwacht dat er juist sprake van kwaliteitsverbetering (en daarmee toename van de BISI-score) kan zijn, en niet zozeer een verdere achteruitgang. Ook wordt het benodigde aantal monsters voor een 150% toename (of 60% afname) gegeven. Dit omdat een verdubbeling van de BISI-score nog redelijk conservatief is en omdat in alle gevallen voor wat betreft de boxcorer of combinatie van technieken en voor Doggersbank en kustgebieden ook wat betreft de monitoring met bodemschaaf, de testset niet groot genoeg is voor bepaling van het exacte benodigde aantal meetlocaties. Het resulterende aantal monsters is echter niet enkel het resultaat van de berekening van het minimaal te detecteren verschil (MDD%). Ook dient rekening te worden gehouden met het significantieniveau (p-waarde) en daarmee de power, en de variatie rond de BISI-waarde als een maat voor de betrouwbaarheid. Wanneer de 'sample size' afneemt, neemt de kans op afwijking van de werkelijkheid toe. Het benodigde aantal monsters kan dus door ieder van de 3 factoren worden bepaald.

Voor de Power analyses is voor de bodemschaaf gebruik gemaakt van voor EM bedoelde monsters (gerelateerd aan de gesloten gebieden), maar voor de boxcorer zijn monsters ter beoordeling Algemene kwaliteitsToestand (AT; evt. met toevoeging van enkele in de nabijheid van gesloten gebieden liggende monsters) aangewend die een geheel KRM-gebied bestrijken. Het schaalniveau en daarmee de te verwachten variatie in BISI-scores is daardoor mogelijk iets groter dan wanneer monitoring geconcentreerd plaatsvindt rond de gesloten gebieden. Zodoende is het hier gepresenteerde benodigde aantal monsters voor de boxcorer mogelijk een lichte overschatting. Voor raming benodigd aantal monsters bij inzet zowel bodemschaaf als boxcorer is enkel het benodigde aantal monsters in geval van gelijke aantallen per techniek bepaald; een aantal van 14 betekent dan zowel 14 schaaftmonsters als 14 boxcore-monsters (Tabel 4.2.1).

Tabel 4.2.1 laat zien dat het huidige monitoringdesign voor geen enkel te beoordelen gebied overeenkomt met de ideale monitoringsinspanning waarmee met een grote waarschijnlijkheid aangegeven verschillen in de BISI-score kunnen worden gedetecteerd met geringe kans op het onterecht signaleren van significante verschillen. Voor wat betreft het Friese Front komt de huidige monitoringinspanning in de buurt van het gevraagde voor het kunnen detecteren van 150% verschillen in BISI-score op basis van de bodemschaafbemonstering: 22 à 23 meetlocaties afhankelijk van het gesloten gebieden, waar nu respectievelijk 21 en 15 monsters worden genomen. Voor wat betreft de Doggersbank en Centrale Oestergronden in het verschil net iets groter. De variatie in de huidige monitoringresultaten voor beide HR-gebieden in de kustzone is dusdanig groot, dat het huidige grote aantal van 66 en 39 per gesloten gebied en dus 132 en 78 in totaal voor respectievelijk Noordzeekustzone en Vlake van de Raan niet toereikend lijkt te zijn. Zoals eerder aangegeven kan eventueel ook gekozen worden voor een alternatieve monitoringtechniek. De boxcorer is dan het meeste voor de hand liggend, omdat dat aansluit bij de al lopende monitoring van de algemene kwaliteitstoestand van o.a. KRM- en HR-gebieden en er zodoende eventueel al gebruik kan worden gemaakt van enkele meetlocaties die in en rond gesloten gebieden liggen. Hoewel beide methodieken inzicht geven in de kwaliteitstoestand van de benthische habitats is het pallet aan geschikte indicatorsoorten verschillend en daarmee ook de mate waarin relaties met verschillende drukfactoren kunnen worden gelegd. Het benodigde aantal boxcores voor evaluaties met een vergelijkbare detecteerbaarheid van verschillen, power en betrouwbaarheid als voor bemonstering met de bodemschaaf, is met name op de Doggersbank en in de kustzone lager dan voor de bodemschaaf (Tabel 4.2.1). Het aantal reeds bestaande meetlocaties dat eventueel kan worden gebruikt is echter beperkt. Bij keuze voor een combinatie van meettechnieken is de gevraagde inspanning altijd groter

(zowel voldoende schaaft monsters als boxcorer-monsters), plaatselijk kan dit echter interessant zijn, omdat het wel meer inzichten geeft.

Tabel 4.2.2. Detecteerbaarheid, power en betrouwbaarheid van de huidig monitoring design ten behoeve van beoordeling Effectiviteit Maatregelen (EM) van gesloten gebieden voor bodemberoerende visserij. Gegeven achtereenvolgens: Het huidige aantal bodemschaaft monsters (totaal per KRM-gebied en aantal genomen in zowel gesloten als vergelijkbaar open gebied); het significant detecteerbaar verschil in BISI-score (SDD %), met bijbehorende gerealiseerde betrouwbaarheid (op basis van p-waarde) in het geval significante verschillen worden gevonden en variatie in BISI-score die als ‘natuurlijk’ dient te worden gezien (niet significant is). De gewenste power, betrouwbaarheid en detectievermogen is het minimaal kunnen detecteren van 150% verschillen in BISI-score met een power van 80% en betrouwbaarheid van 90% ($p < 0,1$) waarbij de afwijking van de werkelijkheid minder dan 10% (-9,1% voor afname) bedraagt. Waarden in groen voldoen aan de wensen; met waarde in oranje kan eventueel worden gewerkt; waarde in rood betekent dat kwaliteitsverbetering niet te onderscheiden is van natuurlijke variatie (kleuren in kolom ‘Huidig aantal monsters’ geeft oordeel over combinatie van detecteerbaarheid, power en betrouwbaarheid).

Bodemschaaft KRM/HR-gebied / beheer-gebied	Huidig aantal monsters (EM)	Kwaliteiten huidig design			Absoluut minimum voor enige zeggings- kracht
		Significant detecteerbaar verschil (SDD %)	Mogelijk te hanteren significantie niveau ivm p-waarde bij power 80%	Percentage afwijking BISI- score als ‘natuurlijke’ variatie (niet significant)	
Doggerbank (DB)	56				
DB-Noord	14	136% (of -58%)	<0,31	-13% (of +14%)	13 (BISI-16%)
DB-Zuid	14	129% (of -57%)	<0,04	-37% (of +58%)	17 ($p < 0,21$; BISI-20%)
Centrale Oester- gronden (COE)	14				
COE-Gesloten	7	129% (of -57%)	<0,32	-15% (of +18%)	7
Friese Front (FF)	72				
FF600	15	125% (of -56%)	<0,38	-9% (of +10%)	10 (SDD=142%; BISI-13%)
FF400	21	117% (of -54%)	<0,31	-10% (of +11%)	21
Noordzeekustzone (NZKZ)	132				
NZKZ-Gesloten	66	139% (of -58%)	<0,001	-35% (of +53%)	
Vlakte van de Raan (VvdR)	78				
VvdR-Gesloten	39	175% (of -64%)	<0,001	-33% (of +49%)	
GEWENST		<100% (of -50%)	>0,1	< -9% (of < +10%)	
Evt nog mogelijk		<150% (of -60%)		-X% << (SDD-100)%	

Ondanks dat de benodigde begrootte aantallen monsters in het ideale geval hoger uitpakken dan de huidige situatie, is niet gezegd dat een kleiner aantal monsters geen inzichten kan geven. Er dient bij een kleiner aantal monsters dan echter genoeg te worden genomen met iets minder zekerheid. De resultaten in Tabel 4.2.2. laten per te beoordelen gebied zien wat nog kan worden gedetecteerd met het huidige design. Zoals al geconcludeerd voldoet de huidige monitoring niet aan de ideale gewenste inspanning die in de regel ‘GEWENST’ in groen is weergegeven met de waarden voor de afzonderlijke factoren ‘detecteerbaar verschil’, ‘power (op basis van p-waarde)’ en betrouwbaarheid (afgeleid van percentage afwijking van werkelijke waarde). Men kan echter genoeg nemen met minimaal te detecteren verschillen die net iets groter zijn (tot 150% wordt acceptabel geacht). Daarnaast valt met de betreffende monitoringinspanning te werken wanneer het minimaal te detecteren verschil behoorlijk groter is dan wat binnen de range van de natuurlijke variatie valt. Of andersom dat een natuurlijke variatie van meer dan 10% ook nog acceptabel is wanneer het minimaal te detecteren verschil in ieder geval ruim buiten de natuurlijke variatie valt (maar vervolgens niet de 150% als minimale

detectiegrens overschrijdt). Indicatief wordt 8% als minimaal gewenst verschil aangehouden tussen de berekende natuurlijke variatie (percentage lager dan werkelijke waarde niet significant afwijkend beschouwd) ten opzichte van percentage minimaal detecteerbaar verschil groter dan een verdubbeling. Aan het significantieniveau van 90% en de power van 80% wordt hier niet getornd. In theorie kan dat wel, maar doordat factoren niet onafhankelijk zijn is het dan lastig te bepalen waar grenzen dienen te liggen. Aangezien het significantieniveau in diverse situaties nog niet het probleem is (zie ook specifiek de grafieken met p-waarden uitgezet tegen de monitoringinspanning in Bijlage 4 met voorbeeld in Figuur 4.1.2), is daar nog ruimte. Zie ook het halen van het gewenste significantieniveau in combinatie met de power weergegeven in 'groen' in de desbetreffende kolom (Tabel 4.2.2).

Voor het overzicht zijn alle factoren die wellicht niet optimaal zijn maar nog wel werkbaar, in oranje weergegeven. De eerste kolom geeft aan per te beoordelen gebied of de huidige monitoringinspanning eventueel een werkbare zeggingskracht heeft. Wanneer geen enkele van de drie factoren de gestelde limiet overschrijdt (en in rood is aangeduid) dan kan er met de huidige monitoring worden gewerkt (en is dat weergegeven met een oranje in plaats van een rode kleur in kolom 1. De laatste kolom geeft een indicatie van de ondergrens wat nog net mogelijk is (dus nog net oranje). Daarbij wordt aangegeven naast het minimaal benodigde aantal meetlocaties, welke aspecten daarmee voornamelijk worden verlaagd. Zo kan men het aantal locaties rond Doggersbank-Noord terugbrengen naar 13 voor het gesloten en 13 voor bijbehorend open gebied; dit heeft vooral invloed op de te verwachten variatie rond de werkelijke BISI-score die als niet significant kan worden beschouwd (de overige aspecten blijven in dezelfde orde van grootte). Voor Doggersbank-Zuid wordt juist minimaal een uitbreiding naar 17 monsters gevraagd, om een grotere power te verkrijgen (significantieniveau van 90% wordt dan wel gehaald, en de waargenomen variatie rond de werkelijke BISI-score wordt substantieel verlaagd van 37 naar 20% onder de werkelijke waarde. Op het Friese Front (rond FF600) bestaat nog wat ruimte om de monsteraantallen te reduceren door genoeg te nemen met een groter minimaal detecteerbaar verschil (tot 142%) waarbij de waargenomen variatie rond de werkelijke BISI-score oploopt tot 13%. Het is echter geen advies om overal de ondergrens op te zoeken wanneer de huidige situatie voldoende zeggingskracht geeft. In de andere gebieden is geen winst te halen. Aangegeven in oranje betekent dat dat de ondergrens al is bereikt in rood kan geen design worden voorgesteld dat aan de eisen voldoet, omdat de huidige inspanningen niet voldoende zijn om een voldoende grote testset samen te stellen.

4.3 Beleidsopties per gebied

De resultaten van de power analyses waarbij wordt uitgegaan van beoordeling op basis van de BISI worden hier samengevat in voorstellen met betrekking tot het monitoringprogramma. Resultaten van de power analyses voor individuele soorten worden gedetailleerd gepresenteerd in Bijlage 1 en Bijlage 2.

4.3.1 Doggersbank

De power analyses met betrekking tot de Doggersbank laten zien dat momenteel (EM-monitoring op basis van 14 schaaftmonsters per beheereenheid⁷) het genomen aantal monsters met name voor wat betreft het gesloten gebied Zuid te laag is. Voor het ten minste kunnen detecteren van een verdubbeling van de BISI-score zijn meer dan 27 monsters per beheereenheid nodig, maar de 14 monsters zijn wel toereikend voor het kunnen detecteren van 136% toename van de BISI-score in DB-Noord. Voor DB-Zuid wordt wel een kleine uitbreiding van het aantal bodemschaaftmonsters naar 17 in het gesloten en 17 in het omliggende open gebied gevraagd, om de power en betrouwbaarheid te vergroten, waarmee dan 129% verschillen minimaal te detecteren zullen zijn. Men kan overwegen het aantal meetlocaties in het gesloten gebied Noord en rond het gesloten gebied Noord van 14 terug te brengen naar 13. Gezien de wezenlijke verschillen tussen de gemeenschappen van de noordelijke en de zuidelijke helling van de Doggerbank en de wens vanuit de EC / STEFC om aandacht aan de monitoring te besteden (DBSG, 2019) lijkt het volledig achterwegen laten van de monitoring rond één van de gesloten gebieden hier niet wenselijk.

Voor het eventueel kunnen detecteren van 150% verschillen op basis van een boxcorer-bemonstering zijn 12 boxcorer meetlocaties in en rond ieder van de gesloten gebieden nodig. Hierbij dient te worden

⁷ Beheereenheid = het te sluiten/gesloten gebied onderverdeeld in delen met afzonderlijke evaluatie (op de Doggersbank het noordelijke en het zuidelijke deel), met onderscheid in het te sluiten en het open gedeelte ten behoeve van de evaluatie.

bedacht dat de interne variatie in de testset waarschijnlijk groter is dan voor de afzonderlijke gesloten gebieden (o.a. omdat ook de rug van de Doggersbank naar verluid een te onderscheiden gemeenschap kent; DBSG, 2019), zodat het werkelijk benodigde aantal monsters nog net iets lager kan uitvallen. Er is echter op dit moment een beperkt aantal meetlocaties beschikbaar vanuit de monitoring van de algemene kwaliteitstoestand, zodat inzet van boxcorer een behoorlijke uitbreiding van de inspanningen op de Doggersbank zou betekenen. Het is niet verrassend dat minder boxcores nodig zijn dan schaaftmonsters, omdat boxcore-soorten in hoge dichtheden kunnen worden gevonden (dit is waarom de boxcorer geschikt is voor die soorten). Het is wel de vraag of de typische boxcore-soorten de meest geschikte soorten zijn om effecten van fysieke bodemberoering inzichtelijk te maken. Ze lijken namelijk over het algemeen minder gevoelig voor bijvoorbeeld bodemberoerende visserij dan de typische schaaft-gerelateerde soorten. De boxcorer lijkt geschikter voor de evaluatie van effecten op kleinere schaal en voor evaluatie van de algemene kwaliteitstoestand waarin aspecten als nutriënten, verontreinigingen en verandering van habitatkarakteristieken als sedimentsamenstelling en hydrodynamiek een rol spelen. Men kan overwegen om een monitoring met de boxcorer op te zetten rond een specifiek (kleinschaliger) gedeelte van één van de gesloten gebieden.

Het is raadzaam om op de Doggersbank na te gaan of gemeenschappelijke internationale monitoringinspanningen kan zorgen voor een reductie van de inspanningen per land, en/of een vergroting van de power van het design. Een eerste aanzet om tot verdere afstemming en een gezamenlijk programma te komen is reeds gegeven (Van Hoey et al., 2022). Wanneer internationale gemeenschappelijke monitoring van de grond kan komen (waarvoor de Doggersbank uitermate geschikt lijkt), dan is de kans groot dat bemonstering met Van Veen happer een rol gaat spelen (tot op zekere hoogte vergelijkbaar met de boxcorer zoals blijkt uit gemeenschappelijke OSPAR beoordelingen waarin de twee nu al worden gecombineerd; OSPAR Quality Status Report 2023 in voorbereiding), gezien de brede inzet hiervan in Duitsland, het Verenigd Koninkrijk en in mindere mate Denemarken (Van Hoey et al., 2022).

Wanneer wordt gekozen voor de voortzetting van de monitoring met de bodemschaaft ten behoeve van de EM-beoordeling (met of zonder uitbreiding aan meetlocaties), is het niet noodzakelijk om meetlocaties te verplaatsen om aan de nieuw voorgestelde begrenzingen van te sluiten gebieden te voldoen; het huidige design is ook representatief voor de nieuwe situatie.

4.3.2 Centrale Oestergronden

Momenteel bestaat de EM-beoordeling op de Centrale Oestergronden uit 7 schaaftmonsters per beheereenheid. De resultaten van de power analyses geven aan dat dit niet ideaal is. Voor detectie van een verdubbeling van de BISI-score zijn bijvoorbeeld 16 schaaftmonsters per beheereenheid nodig. Echter, de huidige 7 meetlocaties (14 in totaal) zijn wel voldoende voor het kunnen detecteren van 129% verschillen wat in combinatie met de te verwachten variatie op basis van een beperkt aantal monsters juist voldoende lijkt.

Voor het kunnen detecteren van 150% verschillen in de BISI-score op basis van boxcores, worden 9 boxcores per beheereenheid gevraagd. Dat is ook het benodigde aantal monsters per meettechniek voor een gecombineerde schaaft-boxcore evaluatie op basis van de BISI (detectie 150% verschillen). Met momenteel 18 meetlocaties ten behoeve van AT-beoordeling in de omgeving (9 in en rond het huidige gesloten gebied) leent de huidige monitoring zich wel om met een kleine uitbreiding van het aantal boxcores het design ook geschikt te maken voor EM beoordeling op basis van boxcores en de gecombineerde meettechniek-beoordeling. Daarvoor zijn dan 9 extra boxcore-monsters nodig en wellicht 4 extra bodemschaaftmonsters, om ook evaluatie op basis van de gecombineerde technieken mogelijk te maken. Dit zou dan meteen ook net iets meer power opleveren voor wat betreft de bodemschaaft-evaluatie.

Wanneer de huidige schaaftmonitoring ten behoeve van de EM-monitoring wordt voortgezet (met of zonder uitbreiding), wordt een verplaatsing van enkele locaties gevraagd om aan te sluiten op het nieuw voorgestelde te sluiten gebied (en dezelfde aantallen monsters van hetzelfde habitattypen te realiseren in open en gesloten gebied).

Beleidsopties Centrale Oestergronden (COE) met betrekking tot monitoring Effectiviteit Maatregelen (EM; uitsluiten bodemberoerende visserij):				
Aantal	Schaafmonsters			Boxcorermonsters
Beheergebied	Huidig	Optie 1: juist voldoende zeggingskracht	Optie 2: combi met boxcorer	Optie 3: aanvullend (afzonderlijk of combi met schaaf; zie optie 2)
COE-Gesloten	7	7	9 (+2)	9 (+7)
Verplaatsing enkele meetlocaties gezien uitbreiding te sluiten gebied noodzakelijk				

*Aantallen benodigd in zowel gesloten als open gebied

4.3.3 Friese Front

Op het Friese Front is er sprake van de voorgenomen sluiting van 2 gebieden met grote verschillen in habitatsamenstelling. Ook bij de voorgenomen wijzigingen waarin de twee worden verbonden, dient men eigenlijk te spreken over het gedeelte binnen het KRM-gebied en het gedeelte erbuiten. Laatstgenoemde deel is eigenlijk weinig karakteristiek voor het Friese Front en de beschermde gemeenschap aldaar, maar bestaat grotendeels uit ondiep zandig habitat (van de offshore). Doordat het huidige te sluiten FF400 gebied de overgang van het diepe slibrijke habitat (typisch voor het Friese Front), via het diepe zandige naar het ondiepe zandige habitat omvat is de variatie in habitats en daarmee in de samenstelling van de gemeenschappen van nature groot. Dit leidt tot een groter aantal benodigde meetlocaties voor EM-evaluatie dan bijvoorbeeld voor FF600. Momenteel worden er 15 schaafmonsters per beheereenheid rond FF600 en 21 rond FF400 genomen. De genoemde aantallen zijn niet voldoende voor het kunnen detecteren van 100% verschillen in BISI-score (Tabel 4.2.1), maar in het geval van FF600 wel voor het detecteren van 125% verschillen. Wanneer wordt geaccepteerd dat de 'natuurlijke' variatie binnen de subset voor wat betreft de BISI-score rond FF400 net iets groter dan 10% is, dan kunnen verschillen van minimaal 117% worden gedetecteerd.

Wanneer EM-monitoring op basis van boxcorers wordt overwogen voor het Friese Front dient rekening te worden gehouden met een behoorlijk aantal benodigde meetlocaties. Zoals aangegeven zorgt de inclusie van atypisch Friese Front habitat voor een grote natuurlijke variatie in de gemeenschappen. Mogelijk dat het benodigde aantal monsters lager is dan de huidige begrote 23 per beheereenheid om verschillen van 150% in de BISI te kunnen detecteren, maar het beschikbare aantal boxcore-monsters voor het typische Friese Front habitattype is te beperkt om hier beter zicht op te krijgen. Een grove inschatting is echter dat een benodigd aantal boxcores net iets boven het begrote aantal voor de Centrale Oestergronden zou kunnen liggen; indicatief 20 per beheereenheid voor verschillen van 100% in BISI.

De voorgenomen aanpassingen van begrenzingen en uitbreidingen van gesloten gebieden vragen wel om verplaatsingen van enkele meetlocaties bij voortzetting van het huidige meetprogramma. Dit is nodig om ervoor te zorgen dat wederom hetzelfde aantal meetlocaties in onderling vergelijkbaar open en gesloten gebied komen te liggen en dat ze aansluiten op de nieuwe plannen met betrekking tot te sluiten gebied.

Beleidsopties Friese Front (FF) met betrekking tot monitoring Effectiviteit Maatregelen (EM; uitsluiten bodemberoerende visserij):				
Aantal	Schaafmonsters			Boxcorer / Van Veen monsters
Per beheergebied	Huidig	Optie 1: juist voldoende zeggingskracht	Optie 2: alternatief	Optie 3: aanvullend (afzonderlijk of combi met schaaf; zie optie 2)
FF600	15	10 (-5)	15	20 (+19)
FF400	21	21	21	
Verplaatsing enkele meetlocaties gezien uitbreiding te sluiten gebied noodzakelijk				

*Aantallen benodigd in zowel gesloten als open gebied

4.3.4 Noordzeekustzone

De resultaten van de power analyses onderschrijven de bevindingen van eerdere studies in de kustzone van de Noordzee (o.a. Prins et al., 2020 met betrekking tot de Voordelta). Het benodigde aantal bodemschaafmonsters voor het kunnen detecteren van enige verschillen in de gemeenschappen is in de kustzone aanzienlijk. De resultaten (Tabel 4.2.1) laten hier zien dat voor het kunnen detecteren van verschillen van 100 of 150% in de BISI-score (met de voorgestelde power

van 80% en betrouwbaarheid van 90%) er wellicht veel meer monsters dan de huidige 66 per beheereenheid nodig zijn. De resultaten van de power analyses (Tabel 7.2.d) laten zien dat er inderdaad verschillen van 150% of 175% in BISI-score te detecteren zijn met respectievelijk 34 en 20 schaaftmonsters per beheereenheid, maar dan dienen we wel een veel lagere power en betrouwbaarheid voor lief te nemen. De analyses laten zien dat een afwijking van de verkregen BISI-resultaten van de ‘werkelijke’ waarde, in de range van $\pm 10\%$, bij de huidige ‘natuurlijke’ variatie niet realistisch is, maar dat dient te worden gedacht aan $\pm 40\%$. Overigens is het verschil tussen minimaal te kunnen detecteren verschillen van 150% of 175% in BISI-score en de genoemde 40% verschil die als niet afwijkend van de uitgangssituatie dient te worden beschouwd, voldoende om toch iets met de resultaten te kunnen doen. Wellicht zijn er meerdere redenen waarom het lastig is om verschillen in de kwaliteitstoestand van habitats in de kustwateren te detecteren. Aspecten die hierbij meespelen zijn:

- de grote natuurlijke variatie in vóórkomen van de algemenere indicatorsoorten,
- de grote ruimtelijke variatie in verstoringen en de relatieve onvoorspelbaarheid daarvan,
- gebrek aan (zicht op) goede indicatorsoorten wat wellicht ook samenhangt met de algehele substantiële mate van verstoring van de zeebodem,
- de variatie ten gevolge van gebruikte meettechniek waarbij effectief bemonsterde oppervlaktes sterk variëren per monster en soort door het in de praktijk combineren van sterk verschillende technieken (als bodemschaaf, zuigkor en Van Veen happer) en het subsampelen en lastig kunnen bepalen van bemonsterd oppervlak (deels bepaald door substraattype en de vaarsnelheid die in ondiep water en bij golfslag moeilijk te reguleren is) (o.a. Wijnhoven 2020a).

De huidige testset van 20 boxcorermonsters was ontoereikend om te bepalen hoeveel monsters er nodig zijn voor beoordeling op basis van de BISI, maar dit lijken er gezien de resultaten voor de meeste indicatorsoorten niet veel meer dan een 20-tal te zijn. Wel is de vraag of de boxcore-gerelateerde indicatorsoorten de meest geschikte soorten zijn om juist eventuele effecten van fysieke bodemberoering en bodemberoerende visserij in het bijzonder te kunnen detecteren. Zes van de 12 boxcore-gerelateerde soorten hebben echter indicatiewaarde voor effecten van fysieke bodemberoering (Wijnhoven et al., 2019b), zodat ook boxcore-bemonstering voldoende inzicht in de effectiviteit van maatregelen zou moeten kunnen geven. Daarnaast is het noodzakelijk dat representatieve gebieden effectief volledig vrijgesteld worden van visserijactiviteiten (en andere potentiële bodemberoerende activiteiten), zodat geschikte referentiegebieden worden verkregen die zicht kunnen geven op de te verwachten ontwikkelingen van de bodemdier-gemeenschappen en de potenties in de kustgebieden. Uiteraard zou zich daar in eerste instantie de EM-monitoring op moeten concentreren.

Wat betreft de schaaftbemonstering lijkt het weinig zinvol om de huidige EM-monitoring uit te breiden en is de verwachting dat wanneer er effectief gebieden worden beschermd, en er substantiële kwaliteitsverbetering wordt gerealiseerd, de WOT-monitoring hier enig inzicht in kan verschaffen. Mogelijk kunnen huidige EM-meetlocaties worden verplaatst (met name de onlangs als additioneel toegevoegde meetlocaties komen dan in aanmerking; Wijnhoven, 2020a) naar geselecteerde kleinschalige gebieden (bij voorkeur ook daar waar effectieve sluiting voor alle vormen van visserij kan worden gerealiseerd). Hierbij wordt een verdere standaardisatie van de meettechniek voorgesteld. Monitoring op basis van boxcorers is dan te overwegen.

Beleidsopties Noordzeekustzone (NZKZ) met betrekking tot monitoring Effectiviteit Maatregelen (EM; uitsluiten bodemberoerende visserij):				
Aantal	Schaaftmonsters			Boxcorermonsters
Beheergebied	Huidig	Optie 1: juist voldoende zeggingskracht	Optie 2: inspanningsreductie enkel in combi met optie 3	Optie 3: aanvullend
NZKZ-Gesloten	66	66?	50 (-16)	21 (+19)
Verplaatsing meetlocaties gezien aanpassing te sluiten gebied noodzakelijk				

*Aantallen benodigd in zowel gesloten als open gebied

4.3.5 Vlake van de Raan

De resultaten en de gevolgtrekkingen met betrekking tot de Vlake van de Raan vertonen grote overeenkomsten met die voor de Noordzeekustzone. Ook hier duiden de resultaten op een groot aantal benodigde schaaftmonsters om enige verschillen te kunnen detecteren. Zesenvijftig per beheereenheid (nog altijd substantieel meer dan de huidige 39) zou het kunnen detecteren van 150% verschillen in BISI-score mogelijk maken wanneer een lagere power en betrouwbaarheid wordt geaccepteerd (verschillen van 50% ten opzichte van de ‘werkelijke’ waarde moeten dan worden geaccepteerd). Met de huidige 39 monsters kunnen dan ten minste verschillen van iets meer dan 175% worden gedetecteerd. De resultaten met betrekking tot de inzet van boxcores zijn veelbelovend. Vijftien monsters (per beheergebied) zijn toereikend voor het kunnen detecteren van verschillen van 100% in de BISI-score. Een EM-monitoring op basis van boxcorer-monsters (of Van Veen happer-monsters) valt eventueel te overwegen, ter vervanging van onlangs toegevoegde additionele meetlocaties aan de WOT-monitoring, wanneer daadwerkelijk effectief een gebied wordt gesloten voor alle vormen van visserij. Dan komt er op de Vlake van de Raan namelijk een werkelijke referentie beschikbaar.

Beleidsopties Vlake van de Raan (VvdR) met betrekking tot monitoring Effectiviteit Maatregelen (EM; uitsluiten bodemberoerende visserij):					
Aantal	Schaafmonsters				Boxcorermonsters
Beheergebied	Huidig	Optie 1: juist voldoende zeggingskracht	Optie 2: alternatief	Optie 3: inspanningsreductie enkel in combi met optie 4	Optie 4: aanvullend
VvdR-Gesloten	39	56 (+17)	39	27 (-12)	14 (+13)
Zonder verplaatsing bestaande meetlocaties					

*Aantallen benodigd in zowel gesloten als open gebied

4.4 Overige gebieden niet specifiek onderdeel van de huidige studie

4.4.1 Klaverbank

Aanpassingen Klaverbank met betrekking tot monitoring Effectiviteit Maatregelen (EM; uitsluiten bodemberoerende visserij):		
Aantal	Hamon-monsters	Video-transecten
Beheergebied	Huidig	Huidig
KB-Gesloten	17	16
Verplaatsing gering aantal meetlocaties gezien aanpassing te sluiten gebied noodzakelijk. Volledig uitzoeken alle Hamon monsters (splitten niet toestaan) wenselijk; alternatief vastleggen locaties die worden gesplit (Wijnhoven,2020b).		

*Aantallen benodigd in zowel gesloten als open gebied

Er zijn geen aanvullende power analyses uitgevoerd ten behoeve van het EM-monitoringprogramma rond de Klaverbank waar gebruik wordt gemaakt van bemonstering met Hamon-happer en video-transecten. De recente studie van Wijnhoven (2020b) doet al aanbevelingen met betrekking tot de inrichting van het monitoringprogramma. Deze betreffen een ruimer gebruik voor wat betreft de evaluaties van de data afkomstig van video monitoring. Daarnaast wordt daarbij aanbevolen de Hamon monsters volledig uit te zoeken, maar mocht dat qua inspanning niet haalbaar zijn, om ten minste de locaties vast te leggen waar een beperkter oppervlak wordt geanalyseerd. Het splitten van Hamon-monsters tot dusver (op variërende locaties) bemoeilijkt ook het bepalen van het benodigde aantal monsters omdat de power mede wordt bepaald door het uitgezochte deel. Wijnhoven (2020b) laat zien dat met het huidige meetprogramma bestaande uit 17 Hamon-monsters en 16 video-transecten per beheereenheid er naar verwachting verschillen in vóórkomen van indicatorsoorten en kwaliteitstoestand op basis van de BISI te detecteren zijn die in de range liggen van wat kan worden verwacht wanneer gebiedssluiting effectief is. Dan gaat het weliswaar voor wat betreft de BISI om een behoorlijk verschil in de score wat dan dient te worden gerealiseerd, tenzij genoeg wordt genomen met een lagere power en/of betrouwbaarheid. De huidige EM-monitoring is nog niet afgestemd op de meest recente voorstellen met betrekking tot gebiedssluiting (Min LNV & Min IenW, 2021), zodat een

klein aantal meetlocaties mogelijk dient te worden verplaatst om aan een gelijke verdeling en dekking van habitats binnen en buiten gesloten gebieden te voldoen. De wijziging van de gebiedssluiting betreft de aanpassing van 4 naar 2 te sluiten gebieden volgens grofweg dezelfde contouren waarbij echter ook tussenliggend gebied wordt gesloten.

4.4.2 Borkumse Stenen

Dit gebied is momenteel nog geen onderdeel van de EM-monitoring en valt (met uitzondering van één boxcorder meetlocatie) buiten de AT-monitoring. Hoewel een substantieel deel bestaat uit zacht substraat, wordt de gebiedssluiting voornamelijk ingesteld om bescherming en kwaliteitsverbetering van hard substraat elementen te bewerkstelligen. In afwezigheid van voldoende monitoringdata zijn er geen power analyses met betrekking tot dit te sluiten gebied uitgevoerd. Indien EM-monitoring ook hier gewenst is, is het voor de hand liggend om de werkwijze voor de Klaverbank als uitgangspunt te nemen. Daarbij kan worden overwogen om conform de Klaverbank zowel video-monitoring als monsternamen met Hamon-happer in te zetten (ook respectievelijk 16 en 17 meetlocaties per beheereenheid), of als alternatief met geringere inspanning een monitoring enkel op basis van de video. Aangezien een niet-gesloten referentie binnen of buiten het gebied voor wat betreft hard substraat-elementen eigenlijk ontbreekt (of die zou in samenwerking met Duitsland in een gezamenlijk design dienen te worden gevonden), zou men beter kunnen spreken over een monitoring van de algemene kwaliteitstoestand (AT-monitoring), waarbij wel kwaliteitsverbetering kan worden gedetecteerd, maar op basis van de monitoring niet kan worden uitgesloten dat dan ook andere factoren buiten gebiedssluiting een rol spelen (uiteraard is de oorzaak van secundair belang wanneer kwaliteitsverbetering wordt gerealiseerd).

Beleidsopties Borkumse Stenen met betrekking tot monitoring Effectiviteit Maatregelen (EM; uitsluiten bodembereoerende visserij):						
Aantal	Hamon-monsters			Video-transecten		
Beheergebied	Huidig	Optie 1:	Optie 3: Combi met optie 2	Huidig	Optie 2:	Optie 3: Combi met optie 1
Borkumse Stenen (volledig gesloten)	0	17 (+17)	17 (+17)	0	16 (+16)	16 (+16)

*Totaal aantal voor gehele gebied Borkumse Stenen: bij gebrek aan vergelijkbaar open gebied is dit eigenlijk monitoring Algemene kwaliteitstoestand (AT); voor werkelijke effectmeting eventueel samenwerking in gezamenlijke monitoring met Duitsland.

4.5 Frequentie van monitoring

Zoals aangegeven is het eventueel mogelijk om op basis van bestaande data de ontwikkelingen van een kwaliteitsverbetering te simuleren door geleidelijk de waargenomen dichtheden random per indicatorsoort en monster te verhogen tot een gewenst niveau, bijvoorbeeld aansluitend bij de 100% toename van dichtheden. Op dezelfde manier kan ook een gecombineerde simulatie worden uitgevoerd, waarbij eveneens de trefkans van indicatorsoorten verdubbelt. De huidige waargenomen 'natuurlijke' variatie in de data kan worden overgenomen, waarbij dan wordt aangenomen dat de ruimtelijke variatie onafhankelijk van het kwaliteitsniveau vergelijkbaar blijft. In principe kan op basis daarvan worden bepaald hoeveel meetmomenten nodig zijn om aan voldoende meetpunten te komen om significante verschillen in trends te detecteren (met inachtneming van een power van 80% en een betrouwbaarheid van 90%). Cruciaal in deze benadering is echter de snelheid waarmee kwaliteitsverbetering tot het gewenste niveau verloopt. Ook dienen we dan nog eventuele frustrerende invloeden van optredende tussentijdse verstoringen op één of andere manier mee te wegen. Zolang we geen goede voorbeelden met monitoring uit de regio hebben, blijft het enigszins gissen en komen we uit in de orde van grootte van jaren tot tientallen jaren, benodigd om tot het gewenste niveau van herstel te komen. Verhoging van de frequentie lijkt dan ook alleen zinvol wanneer er indicaties zijn dat er veranderingen in de goede richting zijn na verloop van tijd, maar dat de meetbaarheid wordt beperkt door de omvang van het meetprogramma. Die indicaties hebben we nu niet (zou ook alleen nog maar kunnen in de kustzone waar gebieden daadwerkelijk zijn gesloten). Voor de natuurlijke variatie (dus de T0) worden nu voldoende metingen gedaan (er zullen al snel 3 meetmomenten beschikbaar zijn). Wanneer bij effectieve sluiting er zicht komt op ontwikkelingen in de gewenste richting, kan worden besloten de monitoringfrequentie in die gevallen op te voeren naar eens per twee jaar of jaarlijks. Uiteindelijk gaat het dan enkel om het sneller kunnen detecteren van gewenste

ontwikkelingen, maar is het niet zo dat meer inspanningen nodig zijn omdat de frequentie lager is. De verwachting is dat wanneer de kwaliteit werkelijk verbetert, het ook meetbaar zal zijn. Het verhogen van de meetfrequentie zou eventueel interessant kunnen zijn (op het moment dat er veranderingen gaan optreden) om beter inzicht te krijgen in het herstelproces na wegnemen van de druk, maar is niet noodzakelijk om uiteindelijk kwaliteitsverschillen te kunnen aantonen wanneer er daadwerkelijk substantiële verbeteringen optreden.

5 Doorkijkje naar meetplan

Op basis van de bevindingen van de statistische analyses, expert consultatie en uiteraard in overleg met de opdrachtgever wordt gekozen welke gesloten gebieden onderdeel (blijven) uitmaken van de monitoring van de effectiviteit van maatregelen. De meest geschikte gebieden zijn die, die ten minste een representatief beeld gevend van de KRM brede habitattypes en de HR-habitattypes waarvoor beoordeling van de kwaliteitstoestand plaatsvindt en kwaliteitsverbetering wordt nagestreefd. Daarbij zal tevens worden aangegeven volgens welk scenario (welke meettechniek, en met welke inspanning in aantallen meetlocaties en de frequentie) zal worden gemonitord. Al deze factoren/aspecten kunnen dus verschillen per gebied. Hierin zal meewegen waar eventueel gebruik kan worden gemaakt van lopende monitoring (zoals bv. in de kustzone nu al gebeurt i.r.t. de WOT) of eventueel projectmatige metingen. Ook wordt meegewogen of meetlocaties al deel uitmaken van de monitoring van de algemene kwaliteitstoestand als onderdeel van het KRM monitoringprogramma.

Er zal een beknopt overzicht worden gegeven van de monitoring, zo veel mogelijk in tabelvorm, zodat inzichtelijk is wat, waar, wanneer en hoe zal worden bemonsterd. Voor de bemonsterings- en analysemethodieken, en het dataformat en wijze van opslag en ontsluiting wordt zo veel mogelijk verwezen naar de daarvoor bestaande protocollen. Alleen verdere specificering of afwijking van de standaard zal worden gepresenteerd.

Op basis van de keuzes worden eventuele nieuwe meetlocaties of verplaatsingen van bestaande meetlocaties doorgevoerd. In de praktijk betekent verplaatsing dat de oude locatie komt te vervallen en dat een nieuwe locatie wordt aangewezen. Voorstellen worden compleet uitgewerkt en resulteren in een overzicht van meetlocaties met karakteristieken.

Het meetprogramma ten behoeve van de effectiviteit van maatregelen zal worden gepresenteerd in enkele overzichtelijke kaarten van de specifieke gebieden en één overzichtskaart van het gehele vanaf dat moment actuele benthos-monitoringprogramma KRM+MONS van de (natuurlijke) habitats. Het onderscheid daarbij is dat het KRM-meetprogramma in principe een lange termijn monitoring betreft die tot ver in de toekomst dient te voorzien in de databehoeftes voor algemene kwaliteitsbeoordelingen en rapportages in het kader van KRM, N2000 en Habitatrichtlijn en eventueel KRW waar het de kustgebieden betreft. Het is daarbij mogelijk dat ook monitoring ten behoeve van de effectiviteit van maatregelen hier deel van uitmaakt. Echter de monitoring ten behoeve van de evaluatie van de effectiviteit van maatregelen (hier gebiedssluiting voor specifieke vormen van visserij en de bodemberoerende visserij in het bijzonder) is typisch een tijdelijke monitoring. Ook een tijdelijke monitoring kan een behoorlijke looptijd kennen. Wanneer het de bedoeling is dat de monitoring wordt voortgezet om ook na het bereiken van een GES ('Good Environmental Status') te blijven volgen of het gebied in GES blijft en de maatregel standhoudt, is dat typisch iets voor het KRM-meetprogramma. Wanneer monitoring bedoeld is om enkel de effectiviteit van maatregelen te toetsen voor beginnende kwaliteitsverbetering of eventueel tot GES toestand, maar vervolgens het stopzetten van de genoemde monitoring wordt voorzien, dan is dit typisch iets voor het MONS-meetprogramma. Een tussenweg zou kunnen zijn dat wordt gestart met monitoring in het kader van MONS, maar dat bij afloop van het MONS-programma wordt besloten dat de monitoring (eventueel met een aangepaste frequentie of inrichting) zo waardevol is dat wordt besloten om die op te nemen als onderdeel van het 'permanente' KRM-programma.

In een (digitale) annex zal het voorgestelde meetprogramma (overzicht van de locaties met coördinaten en karakteristieken) worden gepresenteerd waarbij wordt aangegeven welke locaties nieuw zijn, welke een voortzetting zijn van bestaande monitoringslocaties (eventueel met uitbreiding van inzet voor specifieke beoordelingen) en welke zijn komen te vervallen.

6 Literatuur

- DBSG (2019). Annex 1 to the Joint Recommendation for Offshore Fisheries Management on the International Dogger Bank under the Common Fisheries Policy. Background Document, Dogger Bank Steering Group. The Hague, Bonn, London, 9 July 2019.
- Desprez, M. (2012). Synthèse bibliographique. L'impact des extractions de granulats marins sur les écosystèmes marins et la biodiversité. Les études de l'UNPG - Nature et paysage, 95 pp.
- Foden, J., Rogers, S.I., Jones, A.P. (2009). Recovery rates of UK seabed habitats after cessation of aggregate extraction. Marine Ecology Progress Series 390, 15–26.
- Hill, J.M., Marzioletti, S., Pearce, B. (2011). Recovery of seabed resources following marine aggregate extraction. Marine Aggregate Levy Sustainability Fund (MALSF). Science Monograph Series 2 (first version).
- Kaiser, M.J., Hormbrey, S., Booth, J.R., Hinz, H., Hiddink, J.G. (2018). Recovery linked to life history of sessile epifauna following exclusion of towed mobile fishing gear. Journal of Applied Ecology 55, 1060-1070.
- Min IenW & Min LNV (2018). Mariene Strategie (deel 1). Actualisatie van huidige milieutoestand, goede milieutoestand, milieudoelen en indicatoren. 2018-2024. Publicatie van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat en het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselveiligheid, Den Haag. Juni 2018.
- Min IenW & Min LNV (2020). Mariene Strategie (deel 2). Actualisatie van het KRM monitoringprogramma 2020-2026. Publicatie van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat en het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselveiligheid, Den Haag, juni 2020.
- Min IenW & Min LNV (2021). Ontwerp Mariene Strategie voor het Nederlandse deel van de Noordzee 2022-2027 (deel 3). KRM-programma van maatregelen. Publicatie van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat en het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselveiligheid, Den Haag, maart 2021.
- Min LNV & Min IenW (2021). Proposed conservation measures necessary for compliance with obligations under Union environmental legislation. Concept document voor de artikel 11 procedure uit het Gemeenschappelijk Visserijbeleid, versie 30-09-2021.
- NZA, 2020. Het Akkoord voor de Noordzee. Extra mijlen voor een gezonde Noordzee. Overlegorgaan Fysieke Leefomgeving.
<https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2020/06/19/bijlage-of-rapport-het-akkoord-voor-de-noordzee>.
- Prins, T., Van der Meer, J., Herman, P. (2020). Eindrapportage monitoring- en onderzoeksprogramma Natuurcompensatie Voordelta (PMR-NCV). Wageningen Marine Research rapport C053/20, Deltares rapport 1230156-001-ZKS-0001.
- Troost, K., Van Asch, M., Craeymeersch, J., Duineveld, G., Escaravage, V., Goudswaard, K., Lavaleye, M., Wijnhoven, S. (2013). Monitoringsplan T0 VHR gebieden Noordzee. IMARES rapport C049/13.
- Van Hoey, G., De Backer A., Wijnhoven, S. (2022). Roadmap for integrated benthic monitoring in Greater North Sea. Workshop report of the online 'Benthic Monitoring Workshop of 16-17 December 2021' as organized by ILVO and Ecoauthor within the frame of OSPAR (OBHEG) and commissioned by Rijkswaterstaat (the Netherlands). ILVO-report, 26 pp.
- Van Moorsel, G., Van Horssen, P., Poot, M., Soldaat, L. (2020). Ruimtelijke analyse en trends benthos Voordelta. Rapport Ecosub, Greenstat en Centraal Bureau voor de Statistiek.
- Van Stralen, M.R. & Craeymeersch, J.A.M. (2018). Positionering zone 2 - VIBEG II akkoord. Ontwikkeling van het voorstel en de ecologische onderbouwing daarbij. Rapport Onderzoeksbureau MarinX & Wageningen Marine Research.
- VIBEG, 2011. Vissen binnen de grenzen van Natura 2000. Afspraken over het visserijbeheer in de Noordzeekustzone en Vlakte van de Raan voor de ontwikkeling van natuur en visserij.
- VIBEG2, 2017. Noordzeekustvisserijakkoord 2017 (VIBEG2). Ministerie van Economische Zaken.
- Wijnhoven, S., Duineveld, G., Lavaleye, M., Craeymeersch, J., Troost, K., van Asch, M. (2013). Kaderrichtlijn Marien indicatoren Noordzee. NIOZ, Monitor Taskforce Publication Series 2013-02.
- Wijnhoven, S. & Bos, O.G. (2017). Benthische Indicator Soorten Index (BISI): Ontwikkelingsproces en beschrijving van de Nationale Benthos Indicator Noordzee inclusief protocol voor toepassing. Ecoauthor Report Series 2017 – 02, Heinkenszand, the Netherlands

- <http://ecoauthor.net/wp-content/uploads/2017/10/Final-report-Benthos-Indicator-North-Sea-v260917-EN.pdf>).
- Wijnhoven, S. (2017). Actualisatie meetplan KRM-benthosmonitoring. Monsterlocaties ter evaluatie gesloten gebieden Friese Front en Centrale Oestergronden en aanpassingen Klaverbank en Doggersbank. Rapport Ecoauthor & Wageningen Marine Research. Ecoauthor Report Series 2017 - 03, Heinkenszand, the Netherlands.
 - Wijnhoven, S. (2018). T0 beoordeling kwaliteitstoestand NCP op basis van de Benthische Indicator Soorten Index (BISI). Toestand en ontwikkelingen van benthische habitats en KRM gebieden op de Noordzee in en voorafgaand aan 2015. Rapport Ecoauthor & Wageningen Marine Research. Ecoauthor Report Series 2018 – 01, Heinkenszand, the Netherlands (<http://ecoauthor.net/wp-content/uploads/2018/09/Eindrapport-T0-kwaliteit-benthische-habitats-KRM-Noordzee.pdf>).
 - Wijnhoven, S. (2019a). Protocol Benthic Indicator Species Index (BISI): Protocol BISI for generic application (BISI v2). Version v311219 as an update of v181218. Ecoauthor Report Series 2019 - 05, Heinkenszand, the Netherlands (<http://ecoauthor.net/wp-content/uploads/2020/02/Protocol-BISI-v2-for-Generic-Application-v311219.pdf>).
 - Wijnhoven, S. (2019b). Assessment tool: 'Benthic Indicator Species Index (BISI)': Application of BISI v2 in the Dutch North Sea with consolidation of earlier identified references. v311219 (<http://ecoauthor.net/wp-content/uploads/2020/02/BISI-Assessment-Tool-for-the-Dutch-North-Sea-v311219.xlsx>).
 - Wijnhoven, S. (2020a). Notitie: Overzicht te gebruiken 'schaaf'-monsters van de kustzone van de Noordzee voor KRM beoordelingen periode 2014-2018. Ecoauthor Notitie 31 januari 2020. Met digitale bijlage: 'WMR monsters tbv KRM beoordeling 2015_2018_SW300120.xlsx'.
 - Wijnhoven, S. (2020b). Analyse consequenties van splitten Hamon monsters Klaverbank voor kwaliteitsbeoordeling inclusief aanbevelingen voor toekomstige werkwijze. Ecoauthor Report Series 2020 - 01, Heinkenszand, the Netherlands.

7 Bijlagen

7.1 Bijlage 1: Benodigd aantal monsters gerelateerd aan percentage indicatorsoorten waarvoor verdubbeling/halvering in vóórkomen kan worden gedetecteerd

Tabel 7.1. Overzicht resultaten benodigd aantal monsters voor het kunnen detecteren van ten minste een verdubbeling/halvering in het vóórkomen in dichtheden (D) en trefkans als aan-/afwezigheid (A) van alle (100%), 75% of 50% van de potentiële indicatorsoorten per aangeduid KRM-/HR-gebied (of specifiek beheergebied), met een power van 80% en een betrouwbaarheid van 90%. Per gebied wordt totaal aan geëvalueerde indicatorsoorten gegeven. Vervolgens wordt het benodigd aantal monsters weergegeven voor monitoring met de bodemschaaf (huidige praktijk ten behoeve van evaluatie Effectiviteit beheerMaatregelen; EM) en het alternatief monitoring met de boxcorer. Voor de bodemschaaf is tevens het percentage indicatorsoorten gegeven waarvoor het huidige monitoring design toereikend is (per gesloten gebied). De geselecteerde indicatorsoorten zijn dezelfde als voor de BISI; voor een overzicht per gebied en methodiek met bijbehorende referentiedichtheden wordt verwezen naar Wijnhoven et al (2019b). De benodigde aantallen monsters in groen orden met het huidige monitoringprogramma al gehaald.

KRM/HR-gebied / beheer-gebied	Bodemschaaf									Boxcorer						
	Totaal indicator soorten (n)*	Verschil voor 100% soorten		Verschil voor 75% soorten		Verschil voor 50% soorten		% soorten waarvoor huidig design geschikt		Totaal indicator soorten (n)*	Verschil voor 100% soorten		Verschil voor 75% soorten		Verschil voor 50% soorten	
		D	A	D	A	D	A	D	A		D	A	D	A	D	A
Doggerbank (DB)	Momenteel 56 tbv EM; 14 per beheergebied (testsets met n=28)									Momenteel 22 tbv AT volledig KRM-gebied (testset n=22)						
DB-Noord	14 (16)	24	24	18	17	9	8	64%	71%	18	18	18	13	11	11	10
DB-Zuid	16 (16)	22	22	15	14	9	7	69%	81%							
Centrale Oestergronden (COE)	Momenteel 14 tbv EM; 7 per beheergebied (testsets met n=23)									Momenteel 18 tbv AT volledig KRM-gebied (testset n=19)						
	11	19	15	14	10	11	7	18%	64%	8 (9)	15	15	12	12	11	7
Friese Front (FF)	Momenteel 72 tbv EM; 15 per beheergebied FF600 (testset met n=30) en 21 per beheergebied FF400 (testset met n=42)									Momenteel 9 tbv AT volledig KRM-gebied (testset n=11)						
FF600	8	21	20	16	10	12	8	63%	88%	8	25	25	22	22	19	18
FF400	14 (16)	35	33	29	22	22	7	43%	71%							
Noordzeekust-zone (NZKZ)	Momenteel 132 tbv EM; 66 per beheergebied (testsets met n=97)									Momenteel 16 tbv AT volledig KRM-gebied (testset n=20)						
	12 (13)	>60	>60	>60	55	>60	48	42%	83%	12	>18	15	16	12	13	10
Vlakte van de Raan (VvdR)	Momenteel 78 tbv EM; 39 per beheergebied (testsets met n=97)									Momenteel 8 tbv AT volledig KRM-gebied (testset n=8)						
	10 (13)	>60	>60	>60	>60	>60	51	0%	20%	12	>18	>18	16	18	16	17

Voor de Power analyses gebruik gemaakt van voor EM bedoelde monsters (gerelateerd aan de gesloten gebieden) voor de bodemschaaf*; voor de boxcorer** zijn monsters ter beoordeling Algemene kwaliteits Toestand (AT; evt. met toevoeging van enkele in de nabijheid van gesloten gebieden liggende monsters) aangewend die een geheel KRM- of HR-gebied bestrijken. Het schaalniveau en daarmee de te verwachten variatie in BISI-scores is daardoor mogelijk iets groter dan wanneer monitoring geconcentreerd plaatsvindt rond de gesloten gebieden. Zodoende is het hier gepresenteerde benodigde aantal monsters voor de boxcorer mogelijk een lichte overschatting.

* In zijn geheel niet aangetroffen indicatorsoorten niet meegeteld (wel in het aantal tussen haakjes). De verwachting is dat wanneer dichtheden voor die soorten toenemen, ten minste de aanwezigheid significant kan worden gedetecteerd met een monitoringprogramma dat voldoet voor de meeste indicatorsoorten; voor wat betreft veranderingen in dichtheden is geen inschatting te doen omdat er nu geen zicht is op de te verwachten 'natuurlijke' variatie onder goede omstandigheden in de te evalueren gebieden.

Tabel 7.1 worden de resulterende waarden gegeven van de analyses per indicatorsoort per KRM-gebied en eventueel te sluiten deel indien verschillend van samenstelling per meettechniek. Het betreft hier de maximumwaardes met betrekking tot het benodigde aantal monsters, zij het dat die getallen kunnen afnemen wanneer genoeg wordt genomen met het minimaal kunnen detecteren van de verdubbeling (of halvering) van een deel van de geselecteerde indicatorsoorten (hier 75% of 50%). Daar waar het evalueren op basis van aan-/afwezigheid indicatorsoorten betekent dat hiermee het benodigde aantal monsters wordt gereduceerd, is dit (tussen haakjes) aangegeven. Dit is niet altijd het geval. Voor soorten die vrijwel overal aanwezig zijn of vrijwel overal ontbreken, levert het werken met aan-/afwezigheid juist geen inspanningsreductie op; in het laatste geval is wel de verwachting dat de trefkans zal toenemen bij kwaliteitsverbetering. Het werken met aan-/afwezigheid geeft uiteraard wel informatieverlies, en zorgt dat gedetailleerde ontwikkelingen sowieso buiten beeld blijven.

De opties voor inspanningsreductie (echter wel gepaard gaande met informatieverlies) zijn:

- Het kunnen detecteren van verschillen voor een afnemend aantal indicatorsoorten. Hier voorstellen met betrekking tot kunnen detecteren van verschillen voor alle (100%), 75% of 50% van de geselecteerde indicatorsoorten.
- Een speciale versie van een reductie van het aantal indicatorsoorten waarvoor verschillen kunnen worden gedetecteerd, is de keuze voor één van de twee meettechnieken (op basis van monitoring met bodemschaaf of met boxcore). In feite is de huidige toestand van de monitoring rond de Effectiviteit van Maatregelen (EM) al een keuze voor de bodemschaaf. Op basis van de huidige analyses kan eventueel worden nagegaan of de inzet van de boxcorer voor sommige te sluiten gebieden gunstig is, en/of de gewenste informatie oplevert (beide technieken hebben voor- en nadelen en ontwikkelingen van indicatorsoorten zijn veelal het beste te volgen met één van de twee). Uiteraard is ook een gecombineerde inzet een optie, waarmee het aantal te volgen indicatorsoorten en de bruikbaarheid van de BISI⁸ wordt vergroot.
- Beperking tot detecteren verschillen in trefkans in plaats van dichtheden.
- Genoegen nemen met een groter verschil dat minimaal kan worden gedetecteerd (hier 100%, 150% of 175%, enkel onderzocht voor de BISI).
- Vervolgens zijn er uiteraard opties om niet alle gesloten en/of te sluiten gebieden te volgen en/of in detail te evalueren door middel van een specifieke monitoring gericht op de evaluatie van de effectiviteit van maatregelen. In principe wordt in ieder van de KRM- en HR-gebieden een AT-monitoring uitgevoerd op basis van zowel bemonstering met boxcorer als met bodemschaaf, waarbij effectief beheer wanneer het bijdraagt aan substantiële verbetering van de kwaliteitstoestand van het gehele KRM-/HR-gebied op den duur in principe zal worden gedetecteerd (de maatregelen hebben per slot van rekening tot doel kwaliteitsverbetering op het niveau van KRM-/HR-gebieden en/of Brede HabitatTypes (BHTs) op landelijk niveau). Het is echter de vraag of dit het geval is wanneer de gesloten/te sluiten gebieden een relatief beperkt percentage van het oppervlak beslaan (zoals bijvoorbeeld in de kustzone) en het is lastiger aan te tonen dat kwaliteitsverbetering te relateren is aan de beheermaatregelen of wellicht andere oorzaken heeft.

De benodigde monitoring voor evaluatie op basis van de BISI wordt in Hoofdstuk 4.3 besproken. Hier wordt specifiek ingegaan op het kunnen detecteren van veranderingen in individuele indicatorsoorten.

Doggersbank:

Met het huidige monitoringprogramma op basis van de bodemschaaf kan een verdubbeling van de dichtheden worden gedetecteerd voor iets meer dan 50% van de schaaf-gerelateerde indicatorsoorten voor DB-Noord (9 soorten; zie Tabel 7.2.a in Bijlage 2) en bijna 75% van de schaaf-gerelateerde indicatorsoorten voor DB-zuid (11 soorten op de in totaal 16 geselecteerde indicatorsoorten). Voor het

⁸ In de huidige rapportage wordt enkel aandacht besteed aan de inzetbaarheid van de BISI ten behoeve van de beoordeling van de algemene kwaliteitstoestand van zeebodem habitats. Dit is een index die in principe reageert op een range van verstoringen en gebruik maakt van alle geselecteerde indicatorsoorten. Daarnaast bestaat de mogelijkheid om op basis van dezelfde data specifieke beoordelingen uit te voeren gericht op specifieke verstoringen. Het betreft dan een evaluatie op basis van een subset aan soorten. Consequentie is wel dat met een reductie van het aantal indicatorsoorten in de BISI de power van de analyse afneemt, en er veelal een groter aantal monsters zal worden gevraagd voor het nog kunnen detecteren van bepaalde verschillen (Wijnhoven, 2019a). Wanneer die opties worden overwogen dient er rekening mee te worden gehouden dat het minimaal benodigde aantal monsters groter is dan hier gerapporteerd, of dat genoeg dient te worden genomen met een lagere gerealiseerde power; dat wellicht de minimaal te kunnen detecteren verschillen grotere zijn dan hier gerapporteerd.

kunnen detecteren van dezelfde verschillen voor alle soorten zijn 22 (DB-Zuid) tot 24 (DB-Noord) monsters per beheereenheid nodig.

Het benodigde aantal boxcore-monsters voor het kunnen detecteren van een verdubbeling van de dichtheden van 50% van boxcore-gerelateerde indicatorsoorten (9 soorten) vraagt om iets meer monsters (11 per beheereenheid) dan de bodemschaaf. Hierbij dient te worden bedacht dat de interne variatie in de testset waarschijnlijk groter is dan voor de afzonderlijke gesloten gebieden (o.a. omdat ook de rug van de Doggersbank naar verluid een te onderscheiden gemeenschap kent; DBSG, 2019), zodat het werkelijk benodigde aantal monsters ook zou kunnen uitkomen op minder dan 10. Dat een boxcore-bemonstering wellicht om minder monsters vraagt blijkt uit de gevonden aantallen monsters voor het kunnen detecteren van alle boxcore-gerelateerde indicatorsoorten (er zijn dan 18 monsters per beheereenheid nodig).

Centrale Oestergronden:

Met het huidige design kan voor slechts 3 van de 11 schaaf-gerelateerde soorten een verdubbeling in de dichtheden worden gedetecteerd. Enkel kijkende naar aan-/afwezigheid kan een verdubbeling in trefkans voor ongeveer 50% van de indicatorsoorten (6 soorten) worden gedetecteerd (Tabel 7.2.b in Bijlage 2). Met 16 schaafmonsters kan ook een verdubbeling in dichtheden voor 10 van de 11 schaaf-gerelateerde indicatorsoorten worden gedetecteerd, of een verdubbeling in trefkans voor alle soorten.

De beoordeling op basis van boxcores (beschikbare testset behoorlijk representatief voor een eventuele monitoring rond het te sluiten gebied) zou om een 15-tal monsters per beheereenheid vragen voor het kunnen detecteren van een verdubbeling in de dichtheden voor 8 van de 9 boxcore-gerelateerde indicatorsoorten. De 9^{de} indicatorsoort ontbreekt momenteel in de waarnemingen, zodat het lastig is te bepalen wat de huidige trefkans is.

Friese Front:

Momenteel worden er 15 schaafmonsters per beheereenheid rond FF600 en 21 rond FF400 genomen. Met deze inspanning kan een verdubbeling in de dichtheden voor 5 van de 8 schaaf-gerelateerde indicatorsoorten van het Friese Front voor wat betreft FF600 en 6 op de 14 indicatorsoorten voor wat betreft FF400 worden gedetecteerd. In afwezigheid van boxcorer-monsters in de omgeving van FF400 en de beperkte representativiteit van de monitoring binnen het KRM-gebied, kan niet worden bepaald wat er specifiek nodig is voor indicatorsoorten te monitoren met de boxcorer. In Bijlage 3 wordt de lijst van voorgestelde indicatorsoorten ten behoeve van de evaluatie van FF400, met bepaald referentievoorkomen, gepresenteerd.

Noordzeekustzone:

De resultaten (Tabel 4.2.1) laten hier zien dat 48 schaafmonsters per beheereenheid nodig zijn voor het kunnen detecteren van een verdubbeling van de trefkans voor 6 van de 13 schaaf-gerelateerde indicatorsoorten; voor 8 indicatorsoorten is dit 55 monsters. Het devies lijkt hier het concentreren van monitoring tot beperkte gebiedjes op een kleinere schaal, waarbij wordt gezocht naar een bemonsteringstechniek die binnen dat gebied overal op dezelfde wijze kan worden ingezet (grote mate van standaardisatie). Dat dit iets kan opleveren wordt tot op zekere hoogte onderbouwd door de resultaten van de power analyses voor de boxcores (die optimaal gestandaardiseerd zijn) en laten zien dat op de schaal van de gehele Noordzeekustzone ten minste voor 9 van de 12 boxcore-gerelateerde soorten er een verdubbeling van de dichtheden kan worden gedetecteerd met 16 monsters per beheereenheid.

Vlakte van de Raan:

Voor 9 van de 12 boxcore-gerelateerde indicatorsoorten kan een verdubbeling van de dichtheden worden gedetecteerd met 16 monsters per beheereenheid.

7.2 Bijlage 2: Overzicht resultaten power analyses per indicatorsoort per KRM- en beheergebied

Tabel 7.2. Overzicht resultaten power analyses met aanduiding benodigd aantal monsters voor het significant kunnen detecteren van enerzijds verschillen kleiner dan 100% hetgeen gelijk is aan verdubbeling dichtheden of trefkans (aangeduid tussen haakjes indien het een reductie van benodigd aantal monsters oplevert), waarbij anderzijds in meer dan 90% van de gevallen geen onterecht significante verschillen worden aangetroffen ($\alpha=0,1$) en de power van het design rond de 80% ligt, voor de geselecteerde indicatorsoorten van de BISI, en voor beoordeling op basis van de BISI zelf (tussen haakjes het benodigd aantal monster voor het kunnen detecteren van ten minste verschillen kleiner dan 150%).

7.2.a. Doggersbank (DB)

Scientific name	Nederlandse naam	Meet-techniek	DB-Noord			DB-Zuid		
			verschil <100%	p > 0,1	BISI + 10%	verschil <100%	p > 0,1	BISI + 10%
<i>Acrocnida brachiata</i>	Ingegraven slangster	Boxcore	11	12 (3)		11	12 (3)	
<i>Alcyonium digitatum</i>	Dodemansduim	Schaaf	na	na		15	19	
<i>Aphrodite aculeata</i>	Zeemuis	Schaaf	14 (13)	10		6	3	
<i>Arctica islandica</i>	Noordkromp	Schaaf	12 (8)	3		14 (7)	15 (12)	
<i>Astropecten irregularis</i>	Gewone kamster	Schaaf	6 (3)	3		6 (3)	3	
<i>Bathyporeia elegans</i>	Een kniksprietkreeftje	Boxcore	11 (10)	3		11 (10)	3	
<i>Bathyporeia guilliamsoniana</i>	Een kniksprietkreeftje	Boxcore	15 (10)	13 (7)		15 (10)	13 (7)	
<i>Buccinum undatum</i>	Wulk	Schaaf	17	24		14	10 (8)	
<i>Corystus cassivelaunus</i>	Helmkrab	Schaaf	9 (6)	3		6 (3)	3	
<i>Echinocyamus pusillus</i>	Zeeboontje	Boxcore	12 (10)	10 (3)		12 (10)	10 (3)	
<i>Ensis ensis</i>	Kleine zwaardschede	Schaaf	9 (3)	3		8 (7)	5 (3)	
<i>Ensis siliqua</i>	Groot tafelmesheft	Schaaf	8 (3)	3		10	10 (4)	
<i>Euspira nitida</i>	Glanzende tepelhoren	Boxcore	9 (6)	3		9 (6)	3	
<i>Fabulina fabula</i>	Rechtsgestreepte platschelp	Boxcore	11 (9)	4 (3)		11 (9)	4 (3)	
<i>Gari fervensis</i>	Geplooid zonnenschelp	Schaaf	9 (3)	3		8 (3)	3	
<i>Goniada maculata</i>	Een borstelworm	Boxcore	7 (5)	8 (3)		7 (5)	8 (3)	
<i>Iphinoe trispinosa</i>	Een zeekomma	Boxcore	15	18		15	18	
<i>Kurtiella bidentata</i>	Tweetandschelpje	Boxcore	11 (7)	9 (3)		11 (7)	9 (3)	
<i>Lanice conchilega</i>	Schelpkokerworm	Boxcore	11	13		11	13	
<i>Liocarcinus holsatus</i>	Gewone zwemkrab	Schaaf	7	7 (3)		9 (6)	6 (3)	
<i>Luidia sarsii</i>	Een kamster	Schaaf	9	15 (7)		6 (4)	3	
<i>Magelona johnstoni</i> + <i>M. filiformis</i>	Borstelwormen	Boxcore	6 (3)	3		6 (3)	3	

<i>Nephtys assimilis</i>	Een borstelworm	Boxcore	14	11 (4)		14	11 (4)	
<i>Nephtys cirrosa</i>	Een borstelworm	Boxcore	10 (9)	4 (3)		10 (9)	4 (3)	
<i>Nephtys hombergii</i>	Een borstelworm	Boxcore	11 (9)	17 (11)		11 (9)	17 (11)	
<i>Neptunea antiqua</i>	Noordhoren	Schaaf	na	na		18	22	
<i>Ophiothrix fragilis</i>	Brokkelster	Schaaf	18	24		15 (12)	12 (11)	
<i>Ophiura</i>	Gewone slangster	Schaaf	18 (17)	15		9	11	
<i>Owenia fusiformis</i>	Een borstelworm	Boxcore	6	10		6	10	
<i>Pagurus bernhardus</i>	Gewone heremietkreeft	Schaaf	7 (6)	3		9 (6)	3	
<i>Psammechinus miliaris</i>	Kleine zeeappel	Schaaf	18	17		14	22	
<i>Sigalion mathildae</i>	Een borstelworm	Boxcore	11	3		11	3	
<i>Spiophanes bombyx</i>	Noordelijke zandkokerworm	Boxcore	7 (6)	5 (3)		7 (6)	5 (3)	
<i>Urothoe poseidonis</i>	Bulldozerkreeftje	Boxcore	10	5 (3)		10	5 (3)	
BISI		Schaaf	>27 (10)	3	24	>27 (9)	15	25
BISI		Boxcore	>21 (10)	3	12	>21 (10)	3	12
BISI		Schaaf + boxcore	>21 (10)	3	12	>21 (10)	3	17

Verschil < 100% = Benodigd aantal monsters voor het kunnen detecteren van verschillen kleiner dan 100% (verdubbeling dichtheden of trefkans)

p > 0,1 = Benodigd aantal monsters om onterecht significante verschillen in meer dan 90% van de gevallen te voorkomen en een power van rond de 80% te behalen.

Tabel 7.2. Overzicht resultaten power analyses met aanduiding benodigd aantal monsters voor het significant kunnen detecteren van enerzijds verschillen kleiner dan 100% hetgeen gelijk is aan verdubbeling dichtheden of trefkans (aangeduid tussen haakjes indien het een reductie van benodigd aantal monsters oplevert), waarbij anderzijds in meer dan 90% van de gevallen geen onterecht significante verschillen worden aangetroffen ($\alpha=0,1$) en de power van het design rond de 80% ligt, voor de geselecteerde indicatorsoorten van de BISI, en voor beoordeling op basis van de BISI (tussen haakjes het benodigd aantal monster voor het kunnen detecteren van ten minste verschillen kleiner dan 150%) zelf.

7.2.b. Centrale Oestergronden (COE)

Scientific name	Nederlandse naam	Meet-techniek	COE1000		
			verschil <100%	p > 0,1	BISI + 10%
<i>Acanthocardia echinata</i>	Gedoornde hartschelp	Schaaf	8 (3)	3	
<i>Amphiura filiformis</i>	Draadarmige slangster	Boxcore	12 (6)	9 (3)	
<i>Aphrodite aculeata</i>	Zeemuis	Schaaf	11 (7)	11 (3)	
<i>Arctica islandica</i>	Noordkromp	Schaaf	12 (7)	14 (3)	
<i>Brissopsis lyrifera</i>	Een zeeegel	Schaaf	7 (3)	3	
<i>Callianassa subterranea</i>	Moddergarnaal	Boxcore	8 (7)	3	
<i>Chaetopterus variopedatus</i>	Perkamentkokerworm	Boxcore	7	9 (4)	
<i>Chamelea striatula</i>	Gewone venusschelp	Schaaf	13 (3)	14 (3)	
<i>Corbula gibba</i>	Korfschelp	Boxcore	11 (5)	6 (3)	
<i>Cylichna cylindracea</i>	Valse oubliehoren	Boxcore	5	3	
<i>Dosinia lupinus</i>	Dichtgestreepte artemisschelp	Schaaf	3	3	
<i>Echinocardium cordatum</i>	Zeeklit	Schaaf	10	13 (6)	
<i>Echinocardium flavescens</i>	Een zeeegel	Schaaf	6	9 (3)	
<i>Nephtys incisa</i>	Een borstelworm	Boxcore	12 (11)	15	
<i>Nucula nitidosa</i>	Driehoekige parelmoerneut	Boxcore	14	10 (9)	
<i>Sthenelais limicola</i>	Een borstelworm	Boxcore	12 (10)	12	
<i>Terebellides stroemii</i>	Een borstelworm	Boxcore	na	na	
<i>Turritella communis</i>	Penhoren	Schaaf	7 (6)	3	
<i>Upogebia deltaura</i>	Harige molkreeft	Schaaf	10	19 (15)	
<i>Upogebia stellata</i>	Kleine molkreeft	Schaaf	13 (12)	8 (6)	
BISI		Schaaf	16 (4)	3	14
BISI		Boxcore	>19 (13)	6	9
BISI		Schaaf + boxcore	>18 (7)	3	9

Verschil<100% = Benodigd aantal monsters voor het kunnen detecteren van verschillen kleiner dan 100% (verdubbeling dichtheden of trefkans)

p > 0,1 = Benodigd aantal monsters om onterecht significante verschillen in meer dan 90% van de gevallen te voorkomen en een power van rond de 80% te behalen.

Tabel 7.2. Overzicht resultaten power analyses met aanduiding benodigd aantal monsters voor het significant kunnen detecteren van enerzijds verschillen kleiner dan 100% hetgeen gelijk is aan verdubbeling dichtheden of trefkans (aangeduid tussen haakjes indien het een reductie van benodigd aantal monsters oplevert), waarbij anderzijds in meer dan 90% van de gevallen geen onterecht significante verschillen worden aangetroffen ($\alpha=0,1$) en de power van het design rond de 80% ligt, voor de geselecteerde indicatorsoorten van de BISI, en voor beoordeling op basis van de BISI (tussen haakjes het benodigd aantal monster voor het kunnen detecteren van ten minste verschillen kleiner dan 150%) zelf.

7.2.c. Friese Front (FF)

Scientific name	Nederlandse naam	Meet-techniek	FF600			FF400		
			verschil <100%	p > 0,1	BISI + 10%	verschil <100%	p > 0,1	BISI + 10%
<i>Abra alba</i>	Witte dunschaal	Schaaf				15	24	
<i>Amphiura filiformis</i>	Draadarmige slangster	Boxcore	19	12				
<i>Arctica islandica</i>	Noordkromp	Schaaf				14	29	
<i>Atherospio guillei</i>	Een borstelworm	Boxcore	25	12				
<i>Bathyporeia elegans</i>	Een kniksprietkreeftje	Boxcore				x	x	
<i>Bathyporeia guilliamsoniana</i>	Een kniksprietkreeftje	Boxcore				x	x	
<i>Buccinum undatum</i>	Wulk	Schaaf						
<i>Callianassa subterranea</i>	Moddergarnaal	Boxcore	8	3		x	x	
<i>Chamelea striatula</i>	Gewone venusschelp	Schaaf				10	3	
<i>Corbula gibba</i>	Korfschelp	Boxcore				x	x	
<i>Corystus cassivelaunus</i>	Helmkrab	Schaaf	11	9		8	12	
<i>Donax vittatus</i>	Zaagje	Schaaf				22	33	
<i>Dosinia lupinus</i>	Dichtgestreepte artemisschelp	Schaaf	14	15		x	x	
<i>Euspira nitida</i>	Glanzende tepelhoren	Boxcore	11	22		x	x	
<i>Echinocardium cordatum</i>	Zeeklit	Schaaf	12	21		x	x	
<i>Echinocyamus pusillus</i>	Zeeboontje	Boxcore				x	x	
<i>Fabulina fabula</i>	Rechtsgestreepte platschelp	Boxcore				x	x	
<i>Goneplax rhomboides</i>	Hoekige krab	schaaf	7	4				
<i>Lanice conchilega</i>	Schelpkokerworm	Boxcore				x	x	
<i>Leptosynapta inhaerens</i>	Een zeekomkommer	Boxcore	24	21				
<i>Liocarcinus holsatus</i>	Gewone zwemkrab	Schaaf				7	3	
<i>Lutraria lutraria</i>	Gewone otterschelp	Schaaf				11	10	
<i>Mactra stultorum</i>	Grote strandschelp	Schaaf				5	4	
<i>Magelona johnstoni + M. filiformis</i>	Borstelwormen	Boxcore				x	x	
<i>Mytilus edulis</i>	Gewone mossel	Schaaf						
<i>Nephtys cirrosa</i>	Een borstelworm	Boxcore				x	x	

<i>Nephtys incisa</i>	Een borstelworm	Boxcore	18	21				
<i>Ophiura albida</i>	Kleine slangster	Schaaf	10	12		19	22	
<i>Ophiura</i>	Gewone slangster	Schaaf				11	23	
<i>Owenia fusiformis</i>	Een borstelworm	Boxcore				x	x	
<i>Oxydromus flexuosus</i>	Neonworm	Boxcore	19	3				
<i>Pagurus bernhardus</i>	Gewone heremietkreeft	Schaaf				8	7	
<i>Podarkeopsis helgolandica / P. capensis</i>	Borstelwormen	Boxcore	19	6				
<i>Pontocrates altamarinus</i>	Een vlokreeft	Boxcore				x	x	
<i>Sigalion mathildae</i>	Een borstelworm	Boxcore				x	x	
<i>Spiophanes bombyx</i>	Noordelijke zandkokerworm	Boxcore				x	x	
<i>Spisula subtruncata</i>	Halfgeknotte strandschelp	Schaaf				13	35	
<i>Terebellides stroemii</i>	Een borstelworm	Boxcore				x	x	
<i>Thia scutellata</i>	Nagelkrabje	Schaaf				14	28	
<i>Thracia convexa</i>	Bolle papierschelp	Schaaf	10	7				
<i>Turritella communis</i>	Penhoren	Schaaf				9	29	
<i>Upogebia deltaura</i>	Harige molkreeft	Schaaf (FF600)/ Boxcore (FF400)	7	16		x	x	
<i>Upogebia stellata</i>	Kleine molkreeft	Schaaf	9	21				
<i>Urothoe poseidonis</i>	Bulldozerkreeftje	Boxcore				x	x	
BISI		Schaaf	23	3	7	31	10	22
BISI		Boxcore	>30 (21)	8	23	x	x	x
BISI		Schaaf + boxcore	>30 (16)	3	21	x	x	x

Verschil < 100% = Benodigd aantal monsters voor het kunnen detecteren van verschillen kleiner dan 100% (verdubbeling dichtheden of trefkans)

$p > 0,1$ = Benodigd aantal monsters om onterecht significante verschillen in meer dan 90% van de gevallen te voorkomen en een power van rond de 80% te behalen.

Soorten die deel uitmaken van voorgestelde BISI voor FF400 (en dus ook potentiële indicatorsoorten zijn), maar waarvoor geen voldoende representatieve monitoring beschikbaar is voor wat betreft de boxcore zijn aangeduid met 'x' voor wat betreft het geraamde benodigde aantal monsters (x = waarde onbekend).

Tabel 7.2. Overzicht resultaten power analyses met aanduiding benodigd aantal monsters voor het significant kunnen detecteren van enerzijds verschillen kleiner dan 100% hetgeen gelijk is aan verdubbeling dichtheden of trefkans (aangeduid tussen haakjes indien het een reductie van benodigd aantal monsters oplevert), waarbij anderzijds in meer dan 90% van de gevallen geen onterecht significante verschillen worden aangetroffen ($\alpha=0,1$) en de power van het design rond de 80% ligt, voor de geselecteerde indicatorsoorten van de BISI, en voor beoordeling op basis van de BISI (tussen haakjes het benodigd aantal monster voor het kunnen detecteren van ten minste verschillen kleiner dan 150% en / 175%) zelf.

7.2.d. Noordzeekustzone (NZKZ) & Vlakte van de Raan (VvdR)

Scientific name	Nederlandse naam	Meet-techniek	NZKZ			VvdR		
			verschil <100%	p > 0,1	BISI + 10%	verschil <100%	p > 0,1	BISI + 10%
<i>Abra alba</i>	Witte dunschaal	Boxcore	15	12		12	16	
<i>Bathyporeia elegans</i>	Een kniksprietkreeftje	Boxcore	14	16		16	9	
<i>Buccinum undatum</i>	Wulk	Schaaf	na	na		na	na	
<i>Chamelea striatula</i>	Gewone venusschelp	Schaaf	14	49		na	na	
<i>Corystus cassivelaunus</i>	Helmkrab	Schaaf	12	53		19	>60	
<i>Donax vittatus</i>	Zaagje	Schaaf	10	>60		17	>60	
<i>Echinocardium cordatum</i>	Zeeklit	Boxcore	11	10		11	15	
<i>Euspira nitida</i>	Glanzende tepelhoren	Schaaf	18	>60		26	.60	
<i>Fabulina fabula</i>	Rechtsgestreepte platschelp	Boxcore	9	11		13	8	
<i>Lanice conchilega</i>	Schelpkokerworm	Boxcore	3	12		15	16	
<i>Limecola balthica</i>	Nonnetje	Schaaf	19	46		14	>60	
<i>Liocarcinus holsatus</i>	Gewone zwemkrab	Schaaf	8	50		13	>60	
<i>Lutraria</i>	Gewone otterschelp	Schaaf	15	56		32	>60	
<i>Mactra stultorum</i>	Grote strandschelp	Schaaf	26	>60		na	na	
<i>Magelona johnstoni + M. filiformis</i>	Borstelwormen	Boxcore	13	>18		>18	3	
<i>Mytilus edulis</i>	Gewone mossel	Schaaf	32	>60		46	>60	
<i>Nephtys cirrosa</i>	Een borstelworm	Boxcore	7	3		16	6	
<i>Nephtys hombergii</i>	Een borstelworm	Boxcore	10	15		15	16	
<i>Ophiura</i>	Gewone slangster	Schaaf	18	>60		14	>60	
<i>Owenia fusiformis</i>	Een borstelworm	Boxcore	12	13		12	16	
<i>Pagurus bernhardus</i>	Gewone heremietkreeft	Schaaf	14	>60		15	54	
<i>Pontocrates altamarinus</i>	Een vlokreeft	Boxcore	5	10		>18	4	
<i>Spiophanes bombyx</i>	Noordelijke zandkokerworm	Boxcore	12	16		>18	5	
<i>Spisula subtruncata</i>	Halfgeknotte strandschelp	Schaaf	21	>60		24	>60	
<i>Urothoe poseidonis</i>	Bulldozerkreeftje	Boxcore	11	16		13	14	
BISI		Schaaf	>60 (43 / 20)	>60	>60 (34 ^a)	>60 (56 / 23)	>60	>60 (40 ^b)
BISI		Boxcore	>18 (15)	6	>18	>18 (17)	3	14

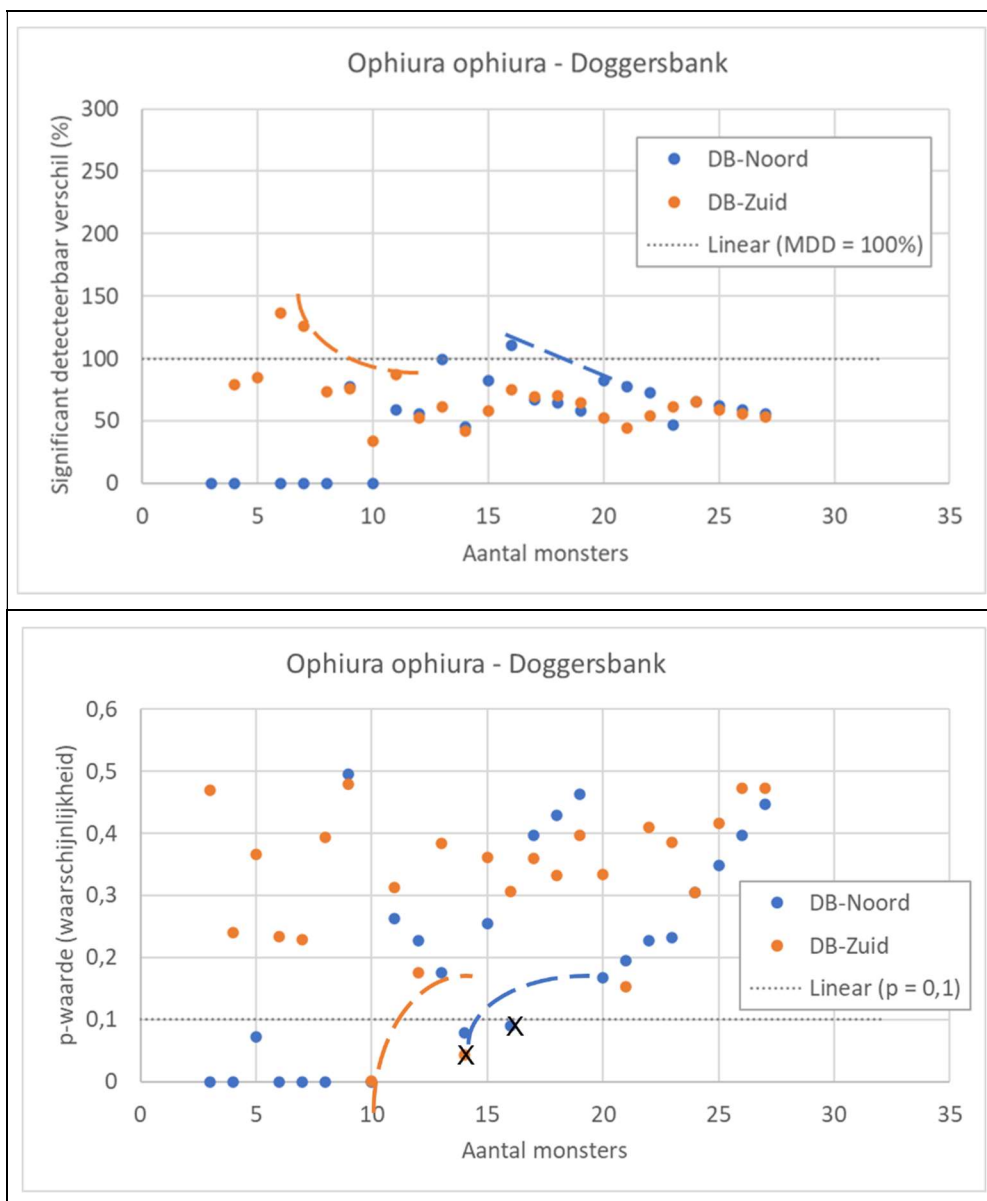
BISI	Schaaf + boxcore	>60 (19 / 9)	>60	>60 (19 ^c)	>60 (23 / 9)	>60	>60 (24 ^d)
------	---------------------	-----------------	-----	---------------------------	-----------------	-----	---------------------------

Verschil < 100% = Benodigd aantal monsters voor het kunnen detecteren van verschillen kleiner dan 100% (verdubbeling dichtheden of trefkans)

$p > 0,1$ = Benodigd aantal monsters om onterecht significante verschillen in meer dan 90% van de gevallen te voorkomen en een power van rond de 80% te behalen.

^{a,b,c,d} Minimaal benodigd aantal monsters voor een stabiele afwijking van de 'werkelijke' waarde voor de totale testset, maar neemt toe bij verdere afname aantal monsters. Stabiele afwijking betreft maximaal 35,4% voor schaaftbemonstering^a en 26,0% voor gecombineerde schaaft- en boxcore-bemonstering^c in de Noordzeekustzone, en 44,9% voor schaaftbemonstering^b en 34,1% voor gecombineerde schaaft- en boxcore-bemonstering^d op de Vlakte van de Raan.

Figuur 7.2.e Voorbeeld resultaten power analyses voor *Ophiura ophiura* (Gewone slangster) als indicatorsoort voor de Doggersbank. Bepaling benodigd aantal monsters op basis van random selecties voor zowel het voorgestelde te sluiten gebied DB-Noord als DB-Zuid op basis van relatie a) Significant detecteerbaar verschil (SDD = 100% als minimaal gewenst te kunnen detecteren aangehouden; resultaat benodigd aantal monsters voor DB-Noord komt op 18, en voor DB-Zuid op 9) te bepalen op basis van snijpunt ontwikkeling maximum waarden voor SDD% ten opzichte van steekproefgrootte met lijn SDD%=100. b) Niet meer dan 1x overschrijding van de p-waarde van 0,1 (als afgeleide van een betrouwbaarheid van 90% en een power van 80%; resultaat benodigd aantal monsters voor DB-Noord komt op 15, en voor DB-Zuid op 11) te bepalen op basis van snijpunt ontwikkeling minimum waarden voor p ten opzichte van steekproefgrootte met lijn p=0,1 nadat de waarde bij het eerste onderduiken van de lijn bij de hoogste steekproefgrootte is geschrapt. Hiermee wordt het benodigde aantal monsters per te beoordelen deel (open of gesloten) rond respectievelijk DB-Noord en DB-Zuid op 18 en 11 geraamd (hoogste waarde voor één van ramingen). (Ter vergelijking, dit is in de huidige monitoring opzet 14 voor beide).



Een voorbeeld van de verkregen resultaten op basis van de power analyses voor één van de indicatorsoorten (in dit geval *Ophiura ophiura*; Figuur 7.2.e) voor de te sluiten gebieden op de Doggersbank. In principe zijn alle opties (indicatorsoorten of BISIs x KRM-/HR-gebieden eventueel onderverdeeld in te sluiten gebieden x meettechnieken x type registratie van voorkomen in dichtheden of aan-/afwezigheid) op dezelfde manier uitgewerkt. De afzonderlijke resultaten worden gepresenteerd in Bijlage 3 (er wordt daar ook verwezen naar achterliggende grafieken waarvan hier voorbeelden worden getoond).

7.3 Bijlage 3: Voorgestelde BISI en indicatorsoorten ten behoeve van kwaliteitsbeoordeling rond FF400

Tabel 7.3.1. Constructie van de BISI voor de habitatconstitutie zoals aanwezig op en rond het voorgestelde te sluiten gebied FF400. De BISI is samengesteld vanuit de BISIs voor de aanwezige afzonderlijk Brede Habitat Types (BHTs; zie Wijnhoven 2019b). Indicatorsoorten zijn geselecteerd wanneer zij als indicatorsoort voor ‘ondiep zandig habitat’ zijn aangemerkt (het dominante habitattype waaruit het te sluiten gebied voor 66% bestaat), of voor ten minste twee habitattypes zijn aangemerkt als indicatorsoorten waaronder ‘diep zandig –’ of ‘diep slibrijk habitat’ of onder goede kwaliteitscondities zeer talrijk aanwezig zijn in één van de twee (ieder goed voor iets meer dan 10% van het oppervlak). Het referentie voorkomen is berekend vanuit de referentiewaarden per BHT maal het oppervlakte-aandeel in FF400. Voor toepassing van de BISI is het tevens nodig dat de indicatiewaarde (wegingsfactor) per soort wordt bepaald (over te nemen vanuit de BHT beoordelingen). De genoemde indicatorsoorten kunnen afzonderlijk worden geëvalueerd; in de huidige rapportage is het naar verwachting benodigde aantal monsters voor evaluatie op basis van de schaaf bepaald (waarvoor een voldoende representatieve testset beschikbaar is).

Scientific name	Nederlandse naam	Breed habitat type (BHT)	Ondiep zandig	Diep zandig	Diep slibrijk	Ondiep slibrijk	Ondiep grof sediment	Diep grof sediment	FF400
		Meettechniek / Aandeel oppervlak	0,659	0,104	0,101	0,059	0,045	0,032	1
<i>Abra alba</i>	Witte dunschaal	Schaaf	94,666			152,544	22,060		72,378
<i>Arctica islandica</i>	Noordkromp	Schaaf		0,024	0,602			0,250	0,071
<i>Bathyporeia elegans</i>	Een kniksprietkreeftje	Boxcore	328,316	100,220					226,783
<i>Bathyporeia guilliamsoniana</i>	Een kniksprietkreeftje	Boxcore		89,613			185,088		17,649
<i>Buccinum undatum</i>	Wulk	Schaaf	0,012					0,382	0,020
<i>Callianassa subterranea</i>	Moddergarnaal	Boxcore			201,079				20,309
<i>Chamelea striatula</i>	Gewone venusschelp	Schaaf	4,098		11,547		1,935		3,954
<i>Corbula gibba</i>	Korfschelp	Boxcore			477,063				48,183
<i>Corystus cassivelaunus</i>	Helmkrab	Schaaf	0,235	0,485	0,684		0,138		0,281
<i>Donax vittatus</i>	Zaagje	Schaaf	3,647	1,520		0,598			2,597
<i>Dosinia lupinus</i>	Dichtgestreepte artemisschelp	Schaaf		9,167	0,900				1,044
<i>Euspira nitida</i>	Glanzende tepelhoren	Boxcore	69,230	31,890	23,105		151,053		58,070
<i>Echinocardium cordatum</i>	Zeeklit	Schaaf	111,872	45,154	80,942		90,267		90,657
<i>Echinocyamus pusillus</i>	Zeeboontje	Boxcore		158,000			95,685	1438,540	66,771
<i>Fabulina fabula</i>	Rechtsgestreepte platschelp	Boxcore	402,834	64,010		90,944	313,037		291,577
<i>Lanice conchilega</i>	Schelpkokerworm	Boxcore	2082,360	166,790		248,700			1404,294
<i>Liocarcinus holsatus</i>	Gewone zwemkrab	Schaaf	1,904	0,126		5,521	3,384		1,746
<i>Lutraria lutraria</i>	Gewone otterschelp	Schaaf	2,544				5,468		1,923

<i>Mactra stultorum</i>	Grote strandschelp	Schaaf	0,148						0,098
<i>Magelona johnstoni</i> + <i>M. filiformis</i>	Borstelwormen	Boxcore	3223,600			520,000			2155,032
<i>Mytilus edulis</i>	Gewone mossel	Schaaf	49,819						32,831
<i>Nephtys cirrosa</i>	Een borstelworm	Boxcore	261,440	67,670					179,329
<i>Ophiura albida</i>	Kleine slangster	Schaaf		4,171	39,375				4,411
<i>Ophiura ophiura</i>	Gewone slangster	Schaaf	15,856	1,262		43,189	18,390		13,956
<i>Owenia fusiformis</i>	Een borstelworm	Boxcore	162,643			60,000			110,722
<i>Pagurus bernhardus</i>	Gewone heremietkreeft	Schaaf	1,390	0,488			1,743		1,045
<i>Pontocrates altamarinus</i>	Een vlokreeft	Boxcore	66,768						44,000
<i>Sigalion mathildae</i>	Een borstelworm	Boxcore	50,939						33,569
<i>Spiophanes bombyx</i>	Noordelijke zandkokerworm	Boxcore	3553,400	634,960		658,400			2446,572
<i>Spisula subtruncata</i>	Halfgeknotte strandschelp	Schaaf	72,775			45,568			50,647
<i>Terebellides stroemii</i>	Een borstelworm	Boxcore			9,442			13,076	1,372
<i>Thia scutellata</i>	Nagelkrabje	Schaaf		0,627			15,574		0,766
<i>Turritella communis</i>	Penhoren	Schaaf			19,108				1,930
<i>Upogebia deltaura</i>	Harije molkreeft	Boxcore			43,900			593,820	4,434
<i>Urothoe poseidonis</i>	Buldozerkreeftje	Boxcore	1249,887	89,924					833,028

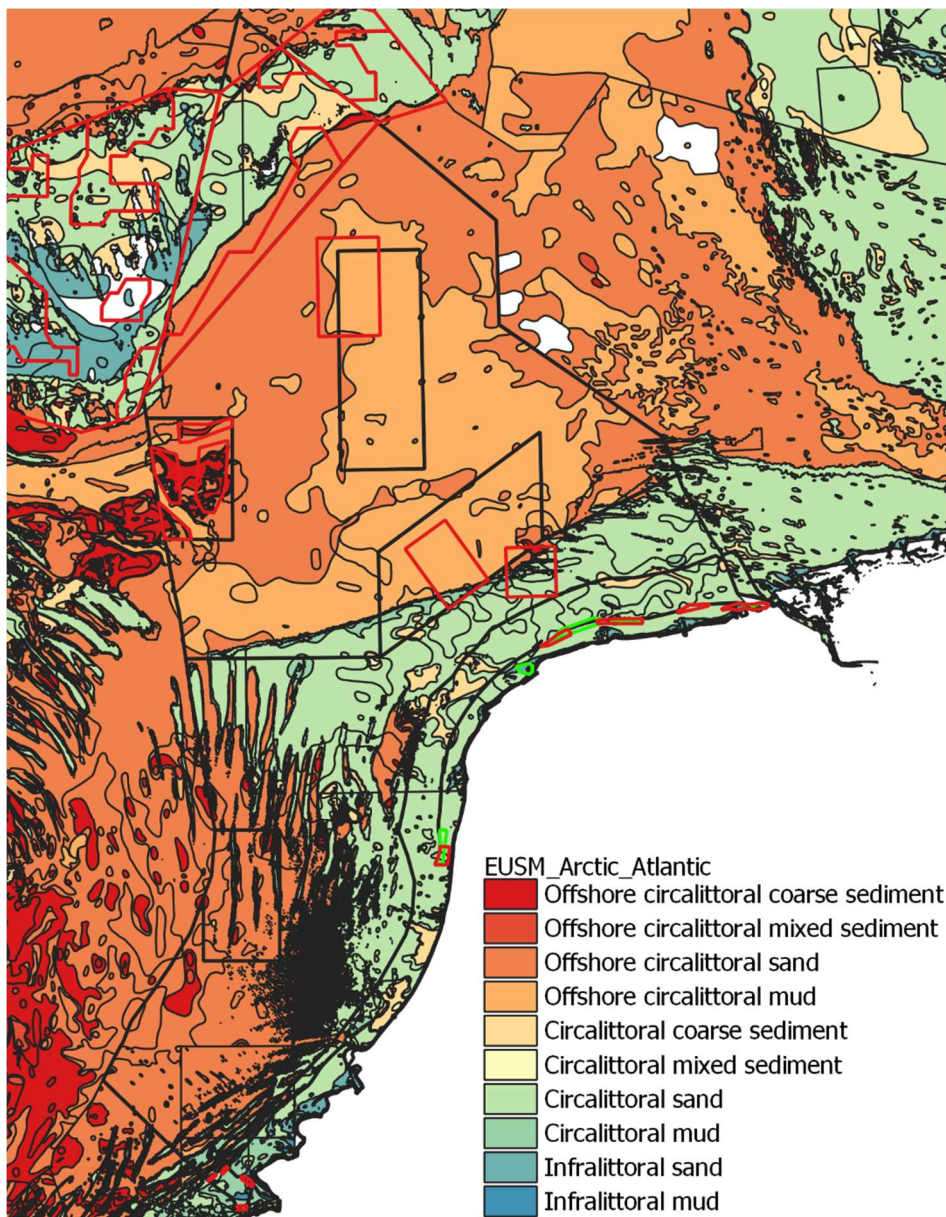
7.4 Bijlage 4: Grafieken met resultaten power analyses per indicatorsoort of index

Grafieken met resultaten power analyses per indicatorsoort of index (BISI) zijn beschikbaar via:
<http://ecoauthor.net/wp-content/uploads/2022/07/Bijlage-4-grafieken-behorende-bij-Ecoauthor-Report-Series-2022-01.zip> (Paswoord: 'Bijlage4').

Het betreft de berekening benodigd aantal schaaft- of boxcore-monsters of beiden voor de indicatorsoorten zoals geselecteerd per te beoordelen KRM-/HR-gebied en/of specifiek te sluiten gedeelte van het KRM-/HR-gebied, aansluitende bij de geselecteerde indicatorsoorten voor de BISI (Wijnhoven, 2019b), en voor de BISI zelf (op basis schaaftmonsters, boxcore-monsters of beiden). Resultaten voor berekend significant detecteerbaar verschil in procenten (SDD) en de waarschijnlijkheid (van de berekende t-waarde) als p-waarde tussen 0-1 weergegeven (p), op basis van random subsets voor testsets per meettechniek (schaaft of boxcore).

De resultaten per indicatorsoort voor ieder van de KRM-/HR-gebieden, te sluiten gebieden en/of meettechnieken zijn uitgezet als een SDD-n en een p-n grafiek; genoemde parameter tegen aantal monsters n voor random selectie. Random selecties zonder terugleggen voor alle testsets van de schaaft en diverse testsets op basis van de boxcorer met uitzondering van het Friese Front en de Vlake van de Raan. Dit geldt ook voor de gecombineerde toepassing van de meettechnieken in de BISI, waarbij ook voor de boxcores van de Noordzeekustzone random selecties met teruglegging zijn gebruikt. Voor de SDD-n grafiek wordt bepaald waar de kans reëel is dat de lijn SDD=100% wordt overschreden (voor de BISI wordt ook wel SDD=150% of een enkele keer SDD=175% gehanteerd (zie hoofddocument). Doordat we beschikken over een behoorlijke reeks aan subsets (meetwaarden) kunnen we bepalen waar naar verwachting de lijn wordt overschreden door een relatie door de hoogste SDD-waarden aan te houden (of de steekproefgrootte te nemen waar lijnen niet meer worden overschreden). Voor de p-n grafiek wordt bepaald bij welke waarde voor n de lijn $p=0,1$ nog net niet tweemaal is overschreden door een lagere p-waarde, als benadering van een power van 80%. Met de p-n relatie wordt de kans op een type I fout (α ; foutief detecteren van significante verschillen) beperkt tot 10% en wordt een power van 80% benaderd. Met de SDD-n relatie wordt er zoveel mogelijk voor gezorgd dat minimaal bepaalde verschillen (verdubbeling -of halvering- populaties in dichtheden of op basis van trefkans en de BISI-score) als significant kunnen worden gedetecteerd bij $p<0,05$.

7.5 Bijlage 5: Overzicht Nederlands deel Noordzee met indeling in Brede HabitatTypes (BHTs)



Figuur 7.5.1 Overzicht Nederlandse deel van de Noordzee met indeling in MSFD Brede Habitat Types (BHTs; [EUSeaMap, 2021](#)) en positionering KRM-gebieden en MSFD zonering (zwarte omkadering) en voorgenomen te sluiten en gesloten gebieden (rood omlijnd) en voorgestelde te sluiten gebieden volgens VIBEG II (groen omlijnd).