

Kaderrichtlijn Marien indicatoren Noordzee

Naar een uitgebalanceerde selectie van indicator soorten ter evaluatie van habitats en gebieden en scenario's hoe die te monitoren.

Sander Wijnhoven¹, Gerard Duineveld¹, Marc Lavaleye¹, Johan Craeymeersch², Karin Troost², Margriet van Asch²



¹Koninklijk Nederlands Instituut voor Zeeonderzoek (NIOZ)

²Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies (IMARES Wageningen UR)

Kaderrichtlijn Marien indicatoren Noordzee

Naar een uitgebalanceerde selectie van indicator soorten ter evaluatie van habitats en gebieden en scenario's hoe die te monitoren.

Sander Wijnhoven¹, Gerard Duineveld¹, Marc Lavaleye¹, Johan Craeymeersch², Karin Troost², Margriet van Asch²

¹Koninklijk Nederlands Instituut voor Zeeonderzoek (NIOZ)

²Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies (IMARES Wageningen UR)

Eind rapport 31 mei 2013



Studie uitgevoerd in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken (EZ) onder begeleiding van het project team bestaande uit Vincent van der Meij (EZ), Robin Hamerlinck (I&M, RWS), Wilmar Remmelts (I&M), Hans Ruiter (I&M, RWS), Suzanne Stuijzand (I&M, RWS) en Peter Bot (I&M, RWS), met bijdragen van Wouter Lengkeek (Bureau Waardenburg), Godfried van Moorsel (Ecosub), David Tempelman (Grontmij), Leo Soldaat (CBS) en Adriaan Gmelig Meyling (CBS).

Dankwoord

De auteurs bedanken het projectteam bestaande uit Vincent van der Meij (EZ), Robin Hamerlinck (I&M, RWS), Wilmar Remmelts (I&M), Hans Ruiter (I&M, RWS), Suzanne Stuijtzand (I&M, RWS) en Peter Bot (I&M, RWS) voor de begeleiding van de studie en de discussies met betrekking tot de invulling. Dank aan het expert team bestaande uit Wouter Lengkeek (Bureau Waardenburg), Godfried van Moorsel (Ecosub), David Tempelman (Grontmij) voor hun waardevolle inbreng met betrekking tot de soort selecties, aanduiding van indicator waarden en het bediscussiëren van de eerste resultaten. Dank aan Leo Soldaat (CBS) en Adriaan Gmelig Meyling (CBS) voor het meedenken over de te gebruiken statistische technieken. Willem van Loon (I&M, RWS) bedankt voor commentaar op de concept versies van de rapportage.

© Copyright, 2013. Koninklijk Nederlands Instituut voor Zeeonderzoek. Den Hoorn & Yerseke, Nederland.

Alle rechten zijn beschermd. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm, geluidsband, elektronisch of op welke andere wijze ook en evenmin in een opslag systeem worden opgeslagen zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de auteurs/directeur van het Koninklijk Nederlands Instituut voor Zeeonderzoek (NIOZ).

Wijnhoven, S., Duineveld, G., Lavaleye, M., Craeymeersch, J., Troost, K., van Asch, M., 2013. Kaderrichtlijn Marien indicatoren Noordzee; Naar een uitgebalanceerde selectie van indicator soorten ter evaluatie van habitats en gebieden en scenario's hoe die te monitoren. Monitor Taskforce Publication Series 2013 – 02. NIOZ, Den Hoorn & Yerseke, Nederland.

Inhoudsopgave

Dankwoord	4
Samenvatting.....	5
1. Inleiding.....	7
2. Materiaal en methoden	9
2.1. Onderzoeksgebieden	9
2.2. Gebruikte datasets	10
2.3. Selectie potentiële indicatorsoorten	13
2.4. Statistische methodieken.....	14
2.4.1. Aan-afwezigheid soorten op basis van recente trefkans.....	14
2.4.2. Aan-afwezigheid soorten op basis van Poisson verdeling	15
2.4.3. Benodigde temporele dekking van bemonstering - trendanalyse	15
2.4.4. Power analyse dichtheden en trefkans soorten	16
2.4.5. Power analyse AMBI index.....	17
3. Resultaten.....	19
3.1. Selectie 'slimme' indicator soorten	19
3.2. Evaluatie toepasbaarheid samengestelde indicatoren (AMBI)	22
3.2.1. Resultaten toetsing AMBI	23
3.2.2. Inschatting benodigd aantal monsters voor AMBI	23
3.3. Effect van reductie van de monitoringsfrequentie	25
3.3.1. WOT-schelpdiersurvey	25
3.3.2. MWTL	26
3.4. Effect van reductie van de ruimtelijke dekking van de monitoring	28
3.5. Berekening van het benodigde aantal monsters per indicator soort.....	29
3.5.1. Aantal monsters nodig voor detectie (aan-/afwezigheid) 'typische soorten' (HR).....	29
3.5.2. Aantal monsters nodig voor detectie trends 'slimme' indicator soorten (KRM).....	35
3.6. Analyse detectie 'typische soorten' met huidige monitoring.....	40
3.7. Voorstellen voor een nieuw monitoringsprogramma	42
4. Aanbevelingen	45
Literatuur.....	49
5. Bijlagen	51

Samenvatting

De huidige studie heeft meerdere doelen. Het eerste doel is het selecteren van een set 'slimme' indicatoren (soorten of samengestelde indicatoren) ter evaluatie van de status van gebieden in het Nederlandse deel van de Noordzee waar bodembeschermingsmaatregelen genomen zijn of worden in het kader van de Habitatrictlijn (HR) en Kaderrichtlijn Marien (KRM). Uitgangspunt voor het zoeken naar 'slimme' indicatorsoorten vormde de lijst met 'typische soorten' die reeds in het kader van Habitatrictlijn voorgesteld zijn voor specifieke gebieden op het NCP. Deze lijst is uitgebreid met soorten aangedragen door de auteurs en de partners in dit project op basis van expert judgement. Via literatuuronderzoek zijn aan iedere soort scores toegekend met betrekking tot hun gevoeligheid voor bodemverstoring, hun potentieel voor herstel, lichaamsgrootte, en belang voor structuur en functie. Op basis van deze gegevens is voor ieder soort een samengestelde score berekend, en is op grond daarvan een selectie van indicatorsoorten gemaakt. Tijdens een workshop met de project partners is deze lijst gefinaliseerd. Daarnaast is de potentie van het inzetten van samengestelde indicatoren zoals de AMBI index onderzocht. Het blijkt dat de AMBI of vergelijkbare index momenteel nog niet inzetbaar is, vanwege het niet beschikbaar zijn van een getoetste classificatie van de soorten t.a.v. de relevante stress factoren (bodemverstoring). AMBI en afgeleiden zijn in potentie een waardevolle indicator kan zijn waarvoor een redelijk beperkt aantal boxcore monsters benodigd is.

Een tweede doel is om op basis van recente data afkomstig uit verschillende monitoringsprogramma's tot een monitoring voorstel te komen dat geschikt is voor het vaststellen van zowel aanwezigheid van 'typische' HR soorten alsmede veranderingen in de trefkans en/of aantallen van bovengenoemde gebiedspecifieke 'slimme' indicatoren. Uit de analyse van beschikbare data blijkt dat de huidige monitoringprogramma's niet toereikend zijn om van een groot aantal 'typische' HR soorten enkel de eventuele aanwezigheid aan te tonen. Met name de monitoringsinspanning op de Klaverbank en de Doggersbank schiet in dit opzicht te kort. Naar aanleiding van deze analyse worden in dit rapport 4 scenario's voorgesteld met verschillende monitoringsinspanning. In 3 scenario's wordt voorgesteld om in de bodembeschermingsgebieden (BBG) op het NCP - waaronder Natura 2000-gebieden - het aantal boxcore monsters uit te breiden en aan te vullen met schaaftrekken voor 'slimme' indicatoren. De schaaftrekken zijn nodig om de 'slimme' indicatoren die een lagere dichtheid hebben omdat ze veelal uit lang levende soorten gevoelig voor bodem verstoring bestaan, adequaat te bemonsteren. Specifiek voor de stenige Klaverbank wordt voorgesteld om schaaftrekken te vervangen door videotracks, en boxcores door Hamon happen. De voorgestelde aantallen monsters (boxcore, schaaft/video) in de 3 scenario's zijn toegesneden op het kunnen vaststellen van de aanwezigheid van 'typische' HR soorten alsmede het vaststellen van een 50% verandering in de ruimtelijke verspreiding en/of dichtheid van 'slimme' indicatoren in elk van de BBG (met 80% zekerheid). De voorgestelde scenario's zijn:

- 1) continueren van het huidige monitoring programma bestaande uit de 3-jaarlijkse MWTL monitoring met de boxcorer en de WOT schelpdierinventarisaties met behulp van de schaaft in de kustgebieden
- 2) BBG waarmee de aanwezigheid van 'typische' HR soorten en tevens 50% verandering in de ruimtelijke distributie van 'slimme' indicatoren kunnen worden geëvalueerd in de BBG op het NCP aangevuld met Bruine Bank
- 3) BBG+ is identiek aan BBG met daarnaast een continuering van het langlopende MWTL boxcore programma in overige gebieden
- 4) BBG+_abundantie is het meest uitgebreide scenario waarmee ook veranderingen in dichtheden voor een aantal 'slimme' indicatoren kunnen worden gevolgd

Met het oog op de KRM doelstellingen die NCP breed zijn, raden we verder aan om de inspanningen te concentreren op de gebieden waar bodembeschermings- maatregelen genomen zijn of gaan worden te weten de Natura 2000-gebieden (Noordzeekustzone, Voordelta en de Vlake van de Raan), gebieden die als zodanig zijn aangemeld (Klaverbank, Doggersbank) en de Centrale Oestergronden en het Friese Front, en deze aan te vullen met de Bruine Bank als representatief gebied in de Zuidelijke Bocht. De bodemfauna in deze serie gebieden vormt een adequate dwarsdoorsnede van de gemeenschappen die op het NCP zijn aangetroffen.

Een derde doel van deze studie bestaat uit een evaluatie van de temporele bemonsteringsfrequentie. Op basis van de lange tijdreeksen van MWTL boxcores (1995-2010) en WOT schaaftrekken (1993-2012) is gekeken of er in de BBG trends in de indicatoren te detecteren waren, en of die trends veranderen bij reductie van deze jaarlijkse tijdreeksen naar eens per 2 of 3 jaar. Het blijkt dan dat

detecteren van lineaire trends nauwelijks nog mogelijk is mede door het optreden van nieuwe d.w.z. artificiële trends. Hierbij moet benadrukt worden dat er in de jaarlijkse MWTL monitoring weinig duidelijke trends te zien zijn. Omdat het MWTL programma al 2x temporeel onderbroken is, lijkt de noodzaak hier aan vast te houden weggevallen. Aangezien er eens in de 6 jaar gerapporteerd moet worden in het kader van KRM lijkt ons een bemonstering eens per 3 jaar een minimum vereiste. Onderzoek in gebieden waar bodemberoering wordt uitgesloten laat zien dat veranderingen zich langzaam voltrekken met name wat betreft grotere en langlevende indicator soorten. Middels hogere aantallen monsters in de gebieden kan per gebied en soort een statistisch betrouwbare uitspraak gedaan worden over 50% veranderingen in de trefkans/dichtheid tussen waarnemingen in de 6-jarige periode. Daarnaast kunnen waarnemingen vergeleken worden met de bandbreedte voortkomend uit MWTL waarnemingen over de afgelopen 20 jaar. Met deze instrumenten kunnen afwijkende patronen gesignaleerd worden en indien nodig aanpassingen gedaan worden aan het monitoringsprogramma om deze te volgen.

Een laatste aanbeveling is om ook in de toekomst het monitoringsprogramma te evalueren aan de hand van power analyses omdat veranderingen in dichtheden en varianties van soorten hetzij kunnen leiden tot mogelijkheden om de monitoringsinspanningen te reduceren hetzij kunnen vragen om een uitbreiding om het detectievermogen te behouden.

1. Inleiding

De Noordzee is een belangrijk ecosysteem met waardevolle habitats waarvan de kwaliteitstoestand dient te worden gevolgd en in stand dient te worden gehouden en eventueel dient te worden verbeterd. In het verleden was een goede milieu toestand met name van nationaal belang. Steeds meer worden kwaliteitsdoelstellingen scherper omschreven en dienen er vanuit Europese wegen duidelijke en toetsbare doelen te worden omschreven waarbij de richting van de ontwikkelingen in de Noordzee en met name deelgebieden binnen de Noordzee gunstig dienen te zijn. Een en ander is omschreven in de Europese richtlijnen als de Habitatrichtlijn (HR), het Gemeenschappelijke Visserijbeleid en de Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM). Met betrekking tot laatstgenoemde is deze voor Nederland reeds uitgewerkt in een initiële beoordeling, een omschrijving van de goede milieutoestand en milieudoelen met daarmee samenhangende indicatoren: Mariene Strategie deel 1 (Ministerie I&M en EL&I, 2012). De volgende stap is dat voor 15 juli 2014 een monitoringprogramma dient te worden opgesteld en uitgevoerd zodat ontwikkelingen kunnen worden beoordeeld en doelen kunnen worden geactualiseerd. Waar de Mariene Strategie deel 1 nog spreekt over algemene doelen als diversiteit en bodem integriteit, is het nu zaak om deze ook specifiek in te vullen met toetsbare indicatoren. Met name indicatoren in het kader van de KRM, waarin het benthos op diverse aspecten wordt beoordeeld – o.a. diversiteit, zeebodem integriteit, structuur, functie - zijn nog niet uitgewerkt. Aanvullende wensen/eisen t.a.v. de indicatoren die hiervoor ontwikkeld moeten worden, zijn:

- 1) dat hun aanwezigheid en/of de populatie-ontwikkelingen goed te volgen zijn met een monitoringsprogramma
- 2) dat indicatoren zo mogelijk geschikt zijn om ook ontwikkelingen in structuur en functie te volgen in habitats aangewezen op basis van de HR, zodat met overeenkomstige sets aan indicatoren volgens dezelfde monitoringsprogramma's voor de verschillende richtlijnen kan worden gewerkt
- 3) benodigde monitoring zoveel mogelijk aansluit bij de huidige monitoringsactiviteiten zodat bemonsteringcampagnes meerdere doelen kunnen dienen (KRM, HR, NATURA 2000, het Gemeenschappelijke Visserijbeleid)

De huidige studie dient te leiden tot voorstellen voor 'slimme indicatoren' die geschikt zijn om aan de eisen van de KRM richtlijn te voldoen en voor de monitoring van deze indicatoren, rekening houdend met de bovengenoemde aanvullende eisen. Bij de selectie van dergelijke indicatoren en hun bemonsteringseisen zullen we ons richten op die gebieden op het NCP waar bodembeschermende maatregelen genomen zijn of overwogen worden in HR of andere kader (bv VIBEG). Deze gebieden staan genoemd in Tabel 1 samen met hun huidige status. Collectief zullen dit vervolgens *bodembeschermingsgebieden* (BBG) genoemd worden. Als onderdeel van deze studie zullen de huidige benthos monitoring programma's worden geëvalueerd op hun effectiviteit met betrekking tot het volgen van veranderingen in indicatoren. Waar nodig, zullen voorstellen worden gedaan om huidige monitoringprogramma's aan te passen om de benodigde ruimtelijke en temporele resolutie te verkrijgen die statistische toetsing toelaat van veranderingen in indicator waarden.

Er zijn momenteel 2 langlopende monitoringprogramma's, nl. de MWTL (Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands) en de WOT (Wettelijke Onderzoekstaken) schelpdiersurvey. Beide programma's hebben hun eigen doelen en functionaliteiten die behouden dienen te blijven. De huidige MWTL wordt uitgevoerd in opdracht van de Waterdienst van Rijkswaterstaat, loopt sinds 1991 en richt zich op de macrobenthische infauna gemeenschappen op het gehele NCP. In de loop van de jaren is de MWTL aangepast zowel in strategie als frequentie (Zie Materiaal en methoden). De WOT inventarisatie van schelpdieren wordt jaarlijks uitgevoerd op 862 locaties (jaar 2012) langs de Nederlandse kust. Naast schelpdieren worden ook andere grotere soorten bemonsterd. Bij de MWTL wordt gebruik gemaakt van een boxcorer terwijl voor de WOT een bodemschaaf wordt gebruikt (zie Materiaal en methoden). De meest recente data afkomstig uit bovenstaande monitoringprogramma's, aangevuld met NIOZ data, vormen de basis voor de analyses met betrekking tot welke indicator soorten geschikt zijn voor de KRM en welke bemonsterings inspanning nodig is om veranderingen in indicatoren te volgen.

Uitgangspunt bij het zoeken naar geschikte 'slimme' indicatoren voor de KRM zijn de lijsten met 'typische soorten' waarvan de aanwezigheid kenmerkend is voor de verschillende HR habitats op het NCP (LNV, 2008; Pajmans & Asjes, 2012). Op basis van literatuurstudie, recente monitoringsdata en

expert judgement zal hiermee een selectie worden gemaakt van indicator soorten die middels hun aan- of afwezigheid dan wel trends in hun populatie ontwikkeling, kunnen worden ingezet om de milieukwaliteit te monitoren en te evalueren (KRM doelstelling). In volgende hoofdstukken zullen deze soorten 'slimme indicatoren' worden genoemd die overigens ook 'typisch soorten' kunnen zijn in de HR. Met behulp van statistiek zal worden geanalyseerd welke monitoring nodig is d.w.z. welk instrument, hoeveel monsters er nodig zijn om verandering in de 'slimme indicatoren' vast te stellen in de BBG en in hoeverre bestaande monitoring daarvoor geschikt is. Tenslotte zal het resultaat worden uitgewerkt in enkele voorbeeld monitoring programma's (scenario's) met elk hun voors en tegens met betrekking tot de informatie die zij leveren en de inspanning die ze vragen.

Parallel aan deze studie wordt ook een vergelijkbare studie uitgevoerd (Troost *et al.*, 2013) die specifiek is gericht op Natura 2000-gebieden en dus de 'typische soorten', rekening houdt met eventueel voor visserij te sluiten (deel)gebieden en voorstellen zal doen met betrekking tot de specifieke invulling en inrichting van een monitoringsplan. Beide studies hebben waar mogelijk gebruik gemaakt van elkaars resultaten en zullen op bepaalde onderdelen naar de ander verwijzen.

2. Materiaal en methoden

2.1. *Onderzoeksgebieden*

Naast de evaluaties in het kader van de KRM (landelijk en voor de BBG) zullen er evaluaties in het kader van de Vogel- en Habitatrichtlijn (landelijk en voor de Natura 2000-gebieden) dienen plaats te vinden. Momenteel zijn er in dit kader drie relevante Natura 2000-gebieden aangewezen: Vlake van de Raan (Habitatrichtlijngebied), Voordelta en Noordzeekustzone (beide Vogel- en Habitatrichtlijngebied). Ook zijn de gebieden Doggersbank en Klaverbank aangemeld als Habitatrichtlijngebied. Het Friese Front kwalificeert als Vogelrichtlijngebied en is daarom als toekomstig Natura 2000-gebied in dit kader niet relevant. Wel is het gebied Friese Front, samen met de Centrale Oestergronden relevant als bodembeschermingsgebied onder de KRM. De locaties van de gebieden is weergegeven in Figuur 1.

Het NATURA 2000-gebied Noordzeekustzone omvat de kustzone vanaf Bergen (Noord Holland) tot aan Rottum. De Voordelta is het gebied voor de mondingen van de deltawateren exclusief de monding van de Westerschelde. Het gebied buitengaats voor de monding van de Westerschelde is de Vlake van de Raan. De Klaverbank, een uniek gebied vanwege de aanwezigheid van grind en stenen, is gelegen aan de westkant van de Oestergronden. Het eveneens voor de HR aangemelde gebied op de Doggersbank omvat vrijwel de gehele zone van de Doggersbank, met uitzondering van de noordelijke punt. Het Friese Front ligt ten noorden van de Waddeneilanden aan de zuidrand van de Oestergronden. De Centrale Oestergronden ligt ten noorden van het Friese Front centraal in het diepere deel van de Oestergronden.

De bovengenoemde gebieden hebben gemeen dat er bodembeschermingsmaatregelen genomen worden, bv in het kader van de Habitatrichtlijn, ofwel dat er een voornemen bestaat dit te doen in *zoekgebieden voor aanvullende bodembeschermingsmaatregelen* zoals het Friese Front en de Centrale Oestergronden. Omdat de KRM een landelijke (NCP brede) dekking heeft, is er in deze studie naar gestreefd om indicatoren en gebieden te betrekken die tesamen representatief zijn voor de macrobenthos gemeenschappen c.q. habitats op het NCP (zie bv Holtmann *et al.* 1996). In de hierboven genoemde gebieden ontbreekt de offshore gemeenschap die in de Zuidelijke Bocht is aangetroffen in diepere grove zanden. Om deze lacune te vullen is er in dit rapport voor gekozen om de 'Bruine Bank' in onze analyse op te nemen als vertegenwoordiger van deze offshore gemeenschap. De Bruine Bank die is gelegen aan de westelijke grens van het NCP ter hoogte van IJmuiden en kwalificeert als Vogelrichtlijngebied (Bos & van Bemmelen 2012).



Figuur 1. Posities van de voor deze studie relevante gebieden en hun gebruiksfuncties (bron: IDON-Integraal Beheerplan Noordzee 2015 Herziening 2013)

2.2. Gebruikte datasets

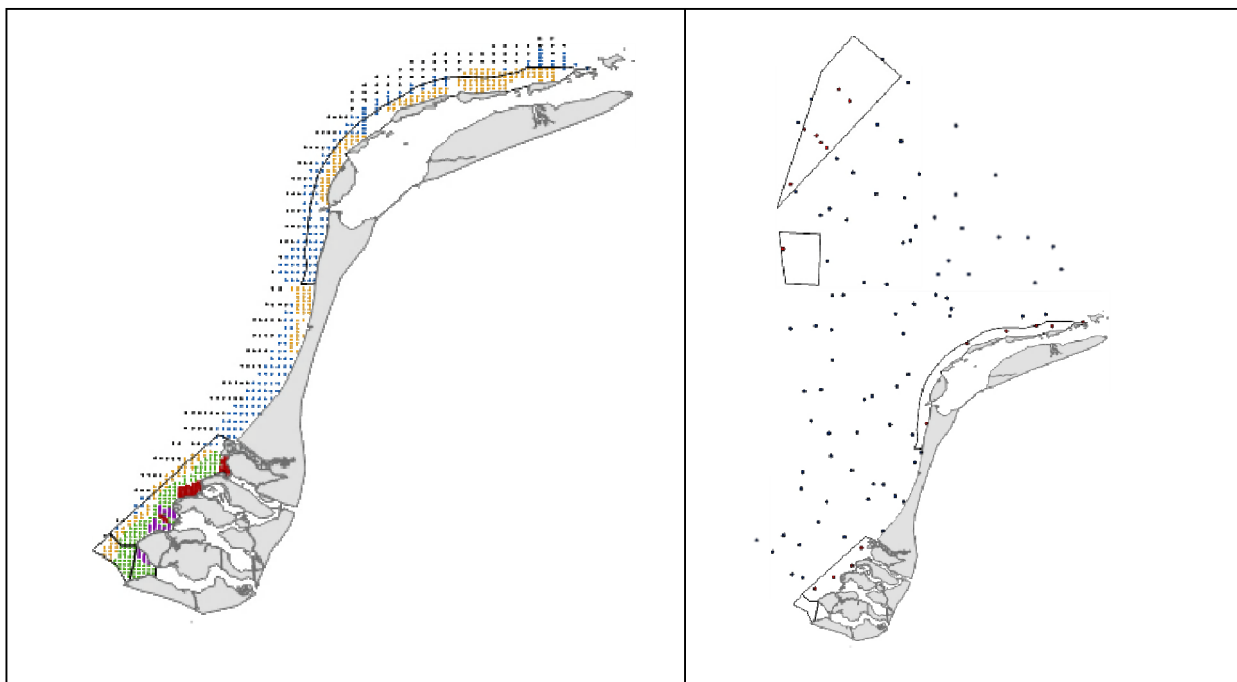
De huidige studie maakt gebruik van de meest recente datasets voor de diverse berekeningen van de benodigde monster inspanning. De datasets (Tabel 1) zijn afhankelijk van het gebied en de te berekenen parameter. Centraal staan de data van de MWTL en het WOT-schelpdiersurvey,

aangezien dit de langlopende monitoring programma's zijn die aan de basis staan van de evaluaties van het Noordzee benthos in het kader van de KRM en Natura2000. Verder zijn data gebruikt die zijn verzameld met de Triple-D schaar van het NIOZ op diverse locaties op het NCP.

Tabel 1. Aantallen monsters van de MWTL die in de bodembeschermingsgebieden uit dit rapport liggen. De gebieden aangeduid als: Coastal zone, Offshore, Oystergrounds zijn (grotere) zones van het NCP die worden onderscheiden in het MWTL programma.

Gebied	Status	Aantal boxcore stations 1995 - heden
<i>Bodembeschermingsgebieden</i>		
Noordzeekustzone	Vogel- & Habitatrichtlijngebied	6
Voordelta	Vogel- & Habitatrichtlijngebied	4
Vlakte van de Raan	Habitatrichtlijngebied	0
Doggersbank	Aangemeld Habitatrichtlijngebied	8
Klaverbank	Aangemeld Habitatrichtlijngebied	1
Friese Front	Voorgenomen Vogelrichtlijngebied; voorgenomen bodembeschermingsgebied KRM	9
Centrale Oestergronden	Voorgenomen Vogelrichtlijngebied; voorgenomen bodembeschermingsgebied KRM	7
Bruine Bank	Bijzondere ecologische waarde	3
<i>NCP gebieden (MWTL)</i>		
Coastal zone		7
Offshore		30
Oystergrounds		24
Doggersbank (overig)		1

Het MWTL programma voor de Noordzee is gericht op het in kaart brengen van het macrobenthos en het volgen van veranderingen in de gemeenschappen, en wordt uitgevoerd in opdracht van de Waterdienst van Rijkswaterstaat. De MWTL omvat 100 Reineck boxcorer monsters die reeds sinds 1995 op vaste locaties verspreid over het NCP worden genomen (Figuur 2b). De boxcore monsters hebben een oppervlakte van 0.078 m² met een minimale diepte van 15 cm, en worden gespoeld over een 1 mm zeef. Tot en met 2012 is de MWTL bemonstering jaarlijks in het voorjaar uitgevoerd. Thans wordt een frequentie van bemonstering om de 3 jaar aangehouden. De MWTL voor 1995 omvatte slechts 25 locaties op het NCP waarbij op iedere locatie 5 monsters werden genomen. Tabel 1 geeft de aantallen monsters van het huidige MWTL programma die in de verschillende BBG uit dit rapport liggen.



Figuur 2. Overzicht van de monsterlocaties van de WOT-schelpdiersurvey (schaaftrekken) in de Noordzee kustgebieden (a) en de monsterlocaties van het MWTL programma (boxcorer monsters) (b) overgenomen van Troost *et al.* (2013).

Het WOT-schelpdiersurvey programma (Wettelijke Onderzoeks Taken) is gericht op het in kaart brengen van de bestanden aan commercieel interessante schelpdieren en de ontwikkelingen daarvan in de Noordzee kustzone. De bemonstering loopt sinds 1993 in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken en wordt overwegend met een schaaftrek uitgevoerd. Het programma omvat 862 locaties die volgens een stratified design gericht op de gebieden met de naar verwachting hoogste schelpdier dichtheden zijn uitgezet. Naast de schaaftrek (bemonstering van een oppervlak van 15 m²), wordt lokaal ook een zuigkor (30 m²) en een Van Veen grijper (3 x 0.1 m²) ingezet, waarbij de verwachte monsterdiepte respectievelijk 10, 7 en 15 cm bedraagt en de monsters worden gezeefd over 0.5 cm (Goudswaard *et al.*, 2012). Naast de commercieel interessante soorten als de Mossel (*Mytilus edulis*), de Kokkel (*Cerastoderma edule*), de Halfgeknotte strandschelp (*Spisula subtruncata*) en de Amerikaanse zwaardschede (*Ensis directus*), worden momenteel ook al andere grotere soorten geteld. Tabel 2 geeft de verdeling van het aantal WOT-schelpdiersurvey monsters over de Natura 2000-gebieden en de KRM zones.

Tabel 2. Aantal stations van de WOT-schelpdiersurvey die binnen en buiten de Natura 2000-gebieden liggen

Status	Gebied	Aantal stations
<i>Natura 2000 en genomineerd voor Natura 2000</i>	Noordzeekustzone	165
	Voordelta	258
	Vlakte van de Raan	38
<i>buiten Natura 2000-gebieden</i>	Coastal zone	373

Bovenstaande twee datasets zijn aangevuld met NIOZ gegevens die in de periode 2007-2010 verzameld met behulp van de Triple-D bodemschaaftrek in het kader van diverse wetenschappelijke programma's (BSIK, NNSM, Atlas). Deze diepgravende schaaftrek is geconstrueerd om de grotere en zeldzamere infauna en epifauna soorten te bemonsteren die niet efficiënt met een boxcorer worden gevangen. De NIOZ schaaftrekmonsters hebben een oppervlak van 20 m² en een diepte van 18 cm. Monsters worden over een 8x8 mm zeef gezeefd, waarbij alle organismen tot op soort zijn uitgezocht. Tussen 2007-2010 is met de Triple-D schaaftrek een NCP-brede survey uitgevoerd die de meeste BBG uit deze studie omvat met m.u.v. de meest kustnabije gebieden (Vlakte van de Raan, Voordelta). Op

basis van deze dataset is er een atlas gemaakt met de verspreiding van de meest algemene grotere benthos soorten (Witbaard *et al.* 2013). Van deze Atlas is gebruik gemaakt voor de keuze van de 'slimme indicatoren' (zie Hoofdstuk 2.3). Tenslotte zijn voor de analyse van benodigde monitoring op de Klaverbank een aantal onderwater videopnames gekwantificeerd die het NIOZ in 2011 en 2012 heeft opgenomen op de Klaverbank. Door de aanwezigheid van stenen en grind zijn belangrijke delen van de Klaverbank ongeschikt voor bodembemonstering. Vandaar dat benthos gegevens van de Klaverbank schaars zijn en toevlucht is genomen tot video-opnames. De video-opnames door het NIOZ besloegen een oppervlak tussen de 600 en 1500 m² waarbinnen de organismen op soort zijn gebracht (indien mogelijk) en zijn geteld, hetgeen een dataset opleverde met dichtheden per 20 m². Aanvullend is gebruik gemaakt van een monitoringsprogramma voor de Klaverbank uitgevoerd in 2002 door EcoSub met de Hamon grab waarbij 62 monsters zijn genomen (Van Moorsel, 2003).

2.3. Selectie potentiële indicatorsoorten

Uitgaande van de lijst met 'typische soorten' geïdentificeerd voor de Habitatrichtlijn gebieden (LNV, 2008; Pajmans & Asjes, 2012), is op basis van expert judgement en literatuur een eerste voorstel gemaakt voor een lijst potentiële 'slimme indicator soorten' die zowel goed te bemonsteren zijn als belangrijke informatie vertegenwoordigen over de staat van het milieu m.b.t. zeebodem integriteit, structuur en functie. Voor de Centrale Oestergronden, het Friese Front en de Bruine bank zijn geen 'typische soorten' aangewezen en is een eerste selectie gedaan op basis van expert judgement

Het eerste voorstel voor een soortenlijst van de hand van de auteurs (NIOZ, IMARES) is door een aantal experts beoordeeld, voorzien van aanvullende informatie en aangevuld met andere eveneens potentieel indicatieve soorten. De betrokken experts die voor input hebben gezorgd zijn Wouter Lengkeek (Bureau Waardenburg), Godfried van Moorsel (Ecosub) en David Tempelman (Grontmij).

Om vervolgens een reproduceerbare keuze te maken uit deze uitgebreide soortenlijst, is voor elke soort een indicatorwaarde berekend die is samengesteld uit scores voor relevante beoordelingscriteria in het kader van KRM. Deze criteria zijn: de frequentie van voorkomen, het karakteristiek zijn van de soort voor het te evalueren gebied, de gevoeligheid van de soort voor specifiek bodemverstoring, de gevoeligheid voor andersoortige verstoring van het ecosysteem, het belang van de soort voor structuur en functie van het ecosysteem, de lichaamsgrootte, de potentie van de soort voor herstel, en tenslotte de maximale leeftijd van de soort. De scores zijn toegekend op basis van een literatuur studie en expert judgement. De relatie tussen de gehanteerde criteria en de scores is als volgt:

- 1) **Is een soort in voldoende mate aanwezig?** Hiervoor is de trefkans van de soort berekend in de meest recente survey uit MWTL 2010, Hamon 2000 of NIOZ schaaft 2007-2012. De gebruikte dataset is afhankelijk van de soort. De trefkans is de proportie van de monsters in een gebied waarin de soort is aangetroffen en levert een waarde op tussen 0 (=niet aanwezig) en 1 (=alle monsters). Indien mogelijk is daarnaast gekeken hoe vaak de soort in de afgelopen 5 jaar is aangetroffen in het gebied. Ook dit levert een score op tussen 0 (=geen enkel jaar) en 1 (=alle jaren). Als er geen data van eerdere jaren waren - zoals in de NIOZ schaaftdataset - is er een waarde van 1 aangenomen. De twee uitkomsten zijn vervolgens vermenigvuldigd zodat de maximale score van deze factor 1 is.
- 2) **Is de soort karakteristiek voor het gebied?** De score hiervoor (ja = 1, nee = 0) is grotendeels gebaseerd op de NIOZ schaaft atlas (Witbaard *et al.*, 2013) Een score van 1 betekent dat de soort uitsluitend in het specifieke bodembeschermingsgebied wordt aangetroffen, een score van <1 dat het zwaartepunt van de verspreiding in het gebied ligt, en een score 0 dat de soort niet frequenter wordt aangetroffen in het gebied dan daar buiten.
- 3) **Is de soort gevoelig voor bodemverstoring?** Dit is een belangrijk criterium in het kader van de KRM bodemintegriteit. De scores kunnen variëren tussen 1 = zeer gevoelig, 0.5 = gevoelig, 0 = niet gevoelig. Scores zijn toegekend op basis van literatuur onderzoek.
- 4) **Is de soort gevoelig voor ecologische verstoring?** Het gaat hier in feite om additionele indicator eigenschappen zoals gevoeligheid voor olieproducten, toxische stoffen, hypoxische condities, toename van de temperatuur. Vanwege ontbreken van (literatuur) informatie is de score niet voor alle soorten goed te bepalen. De scores voor dit criterium zijn 0 of 1.
- 5) **Is de soort belangrijk voor ecologische processen?** In feite worden hier 3 aspecten beoordeeld, namelijk het belang voor het voedselweb (als voedselbron voor hogere trofische niveaus als vissen en vogels), creëert de soort permanente structuren (zoals tunnels en kokers die effect hebben op processen en soortensamenstelling), of is de soort een belangrijke bioturbator of bio-irrigator (en

dus belangrijk voor chemische processen en fluxen. De drie aspecten worden ieder gescoord tussen de 0 en 1 en vervolgens gemiddeld. Dus de totale score ligt tussen 0 en 1. Deze factor is met name van belang om de structuur en functie van een habitat te volgen, hetgeen nodig is voor Natura 2000-gebieden en gebieden vallend onder de Habitatrictlijn

- 6) **Kan de soort groot worden?** Een grote soort kan vaak makkelijker beschadigd of weggevisd worden dan een kleinere. Er zijn 4 klassen van lichaamsgewichten onderscheiden met scores 0.25, 0.5, 0.75 en 1.
- 7) **Is de soort een goede indicator voor beginnend herstel?** Hier scoren soorten met frequent nakomelingen hoog (=1) en soorten met nauwelijks nakomelingen laag (=0). Deze scores drukken uit dat indicatoren een potentieel voor herstel hebben.
- 8) **Gaat het om een langlevende soort?** Hiervoor is de maximale leeftijd gedeeld door 10, en hebben soorten die 10 jaar of langer leven de maximale score (=1) gekregen.

Voor het samenstellen van de uiteindelijke indicatorwaarde is het belang van de verschillende criteria in overweging genomen en zijn in een aantal gevallen weegfactoren toegekend. Voor criterium 2, 3 en 6-8 is een weegfactor 2 gehanteerd terwijl die voor criterium 4 slechts 0.25 is. Dit laatste omdat criterium 2 en 3 specifiek de kwaliteit van het te evalueren gebied weergeven en specifiek gericht zijn op de voor de KRM belangrijke drukfactoren, terwijl criterium 4 eerder een factor is die wanneer problematisch dan voor de gehele Noordzee speelt en dan op die schaal dient te worden aangepakt. Bovendien zijn de scores van verwante criteria 6-8 tot één score omgerekend door ze te vermenigvuldigen. Immers een langlevende en vaak ook grote soort heeft weinig of geen indicator waarde als er geen recruitment plaats vindt (de 3 aspecten zijn dus in feite tesamen 1 criterium). Omdat een van de belangrijkste eisen aan een 'slimme indicator' is dat de soort bemonsterd kan worden, is de score van criterium 1 (s1) vermenigvuldigd met de som van scores van alle andere criteria. Deze methodiek levert de volgende formule op waar s staat voor score en het bijbehorende getal voor het betreffende criterium:

$$\text{Indicator waarde} = s1 * [2*s2 + 2*s3 + 0.25*s4 + s5 + 2*(s6*s7*s8)]$$

De maximale indicator waarde die een soort zodoende voor een gebied kan behalen is 7,25.

De soorten met de hoogste indicatorwaardes zijn vervolgens geselecteerd waarbij meegeteld is dat er zekere mate van taxonomische verscheidenheid onder de indicatoren dient te bestaan m.a.w. niet uitsluitend langlevende bivalven. Verder zijn aan de selectie die 'typische soorten' uit de HR toegevoegd die karakteristiek of exclusief zijn voor een gebied, indien deze soorten niet al tot de selectie behoorden. De geselecteerde 'slimme indicatorsoorten' zijn vervolgens op 12 maart 2013 in een workshop te Den Haag aan het bovengenoemde expert team voorgelegd en bediscussieerd samen met de eerste resultaten met betrekking tot de statistische resultaten en berekeningen van het benodigde aantal monsters. De algemene conclusie van de workshop was dat er wellicht nog wel discussie mogelijk was over de ene of de andere afzonderlijke soort, maar dat de selectie goed onderbouwd was en dat de berekeningen van het benodigde aantal monsters zullen moeten uitwijzen welke soorten daadwerkelijk als 'slimme indicatoren' uit de bus komen.

2.4. Statistische methodieken

2.4.1. Aan-afwezigheid soorten op basis van recente trefkans

Het benodigde aantal monsters om de aan- of afwezigheid van 'typische soorten' in het kader van HR te bepalen kan worden berekend door uit te gaan van de recente trefkans. Daarbij is een aanname dat de monsternamen random is (dat is echter niet altijd het geval) en dat de monsters een representatieve weerspiegeling zijn van het totale oppervlak met eventuele heterogeniteiten (zoals verschillende ecotopen en habitats daarin). Omdat voor berekening van het aantal benodigde monsters is uitgegaan van het meest recente monsterjaar met een bepaalde methodiek is eveneens aangenomen dat het daarbij om een representatief jaar gaat (en geen uitzonderlijk jaar door bepaalde omstandigheden). Om met zekerheid te kunnen concluderen dat een soort echt ontbreekt, dient een zeer groot oppervlak te worden bemonsterd. Er is er hier voor gekozen om met 95% zekerheid aan te tonen dat een soort aanwezig is of ontbreekt. In feite betekent dit dat wanneer een soort in minder dan 5% van de monsters zal voorkomen, deze veelal als afwezig zal worden aangemerkt. In de praktijk betekent dit dat de aan- en afwezigheid van soorten volgens de hier gegeven definitie altijd met 21 monsters kan worden aangetoond. Wanneer een betrouwbaarheid van 95% te weinig is, en een betrouwbaarheid van 99% wordt gewenst, dan betekent dat dat er al 101 monsters nodig zijn voor de

eventuele conclusie dat een soort afwezig is. Voordeel van de hier gehanteerde methodiek is dat rekening wordt gehouden met de actuele distributie van soorten wat met name belangrijk is wanneer aannemelijk is dat een soort niet egaal verspreid over het gebied voor komt, maar eerder *patchy*, of met een voorkeur voor bepaalde deelgebieden. De betrouwbaarheid van de methodiek zal toenemen wanneer het aantal monsters waarop de berekening gebaseerd is groter wordt.

2.4.2. Aan-afwezigheid soorten op basis van Poisson verdeling

Het benodigde aantal monsters om aan- en afwezigheid van 'typische soorten' in het kader van de HR aan te tonen is ook te bepalen uitgaande van de Poisson verdeling. Deze berekening gaat uit van de gemiddelde dichtheid waarin een soort in een gebied voor komt, en het in totaal bemonsterde oppervlak. Volgens de formule:

$$f(x, \lambda) = (e^{-\lambda} / \lambda^x) / x!$$

waarbij λ het verwachte voorkomen is (dichtheid [$n \text{ m}^{-2}$] * bemonsterd oppervlak [m^2]) en x het aangetroffen aantal individuen waarvoor de probabiliteit van aantreffen wordt berekend. De aanname hierbij is dat de soort overal in gemiddelde dichtheden aanwezig is, hetgeen voor egaal over het gebied verspreide soorten een reële aanname is maar bij een *patchy* verspreidingspatroon niet opgaat. In de praktijk waar *patchiness* vaak voorkomt zal dit betekenen dat het berekende aantal benodigde monsters een onderschatting is en dus het absoluut minimum vereiste is om iets met die indicatorsoort te kunnen. Bij grote aantallen monsters in vrij homogene gebieden is deze methodiek echter redelijk betrouwbaar en daarom is deze in Troost *et al.* (2013) gehanteerd voor de berekening van het aantal benodigde monsters voor het aantonen van 'typische soorten' in de Natura 2000-gebieden van de kustzone. In Troost *et al.* (2013) is de berekening en het mogelijk effect daarvan ook uitgebreid naar berekeningen voor afzonderlijke EUNIS-4 habitats en/of open en gesloten gebieden, wat voor bepaalde soorten een significante verbetering van de betrouwbaarheid kan opleveren, en hier en daar zelfs een reductie van het benodigde aantal monsters indien de aanwezigheid van een soort in het meest geschikte habitat wordt getoetst.

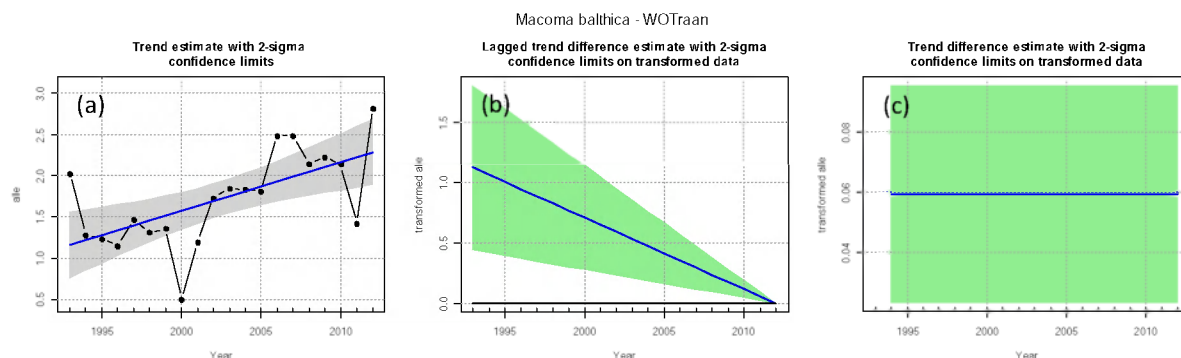
Hier hanteren we de Poisson resultaten van Troost *et al.* (2013) als het absolute minimum vereiste voor het aantonen van de aan- of afwezigheid van soorten in BBG op het NCP.

2.4.3. Benodigde temporele dekking van bemonstering - trendanalyse

Een van de vragen aan deze studie betreft de benodigde monsternamen voor het analyseren van trends in indicator- en andere soorten. De trendanalyses zijn uitgevoerd met behulp van *Trend Spotter* als script geïntegreerd in het statistische pakket R. Het minimum vereiste voor het eventueel kunnen berekenen van een trend is een tijdserie bestaande uit minimaal drie datapunten groter dan nul. Trendanalyses berekend met R gaan uit van de gemiddelden per tijdseenheid (hier de gemiddelde dichtheid zoals waargenomen per Natura 2000-gebied per jaar). De berekende trends, per indicator en per gebied, kunnen grafisch worden weergegeven in drie figuren (zie Figuur 3 voor *Macoma balthica* in het gebied van de Vlake van de Raan op basis van de WOT-schelpdiersurvey data als voorbeeld) die als volgt dienen te worden geïnterpreteerd:

- In de eerste figuur (a) worden de data als gemiddelde per jaar weergegeven als zwarte bollen. De berekende trend is weergegeven als een blauwe vloeiende lijn en het 95%-betrouwbaarheidsinterval als een grijze band om deze lijn. De interpretatie van de betrouwbaarheidsintervallen is dat per tijdstap de werkelijke trendwaarde met 95% zekerheid tussen de bijbehorende onder- en bovengrens ligt. Ze betekenen dus niet dat alle meetpunten met 95% zekerheid binnen het grijze vlak zullen liggen.
- De tweede figuur (b) toont het verschil tussen het laatste jaar van meten en ieder van de voorafgaande jaren hetgeen de afgeleide van grafiek (a) is. De afgeleide is in feite de richtingscoëfficiënt en geeft de mate van verandering (stijging of daling) van de trend weer. Bij een lineaire trend is dat dus altijd een rechte. Naast de richtingscoëfficiënt van de trend wordt ook het betrouwbaarheidsinterval getoond als groen vlak. Wanneer de laatste waarneming - dit is de nullijn in grafiek (b) - binnen het betrouwbaarheidsinterval valt, is er geen sprake van een significante verandering.
- De derde figuur (c) toont het verschil tussen ieder opvolgend jaar hetgeen altijd constant is wanneer er gebruik wordt gemaakt van een lineaire trend. In feite kan aan de hand van grafiek (b)

altijd worden afgelezen of er sprake is van een significante trend. Bij dalende trends zal in grafiek (b) de lijn met het confidentie interval onder nul liggen (en naar de nullijn toe gaan).



Figuur 3. Voorbeeld grafieken trend spotter resultaten in dit geval voor *Macoma balthica* op basis van de WOT-schelpdiersurvey data voor de Vlake van de Raan; a) Trend met 95% betrouwbaarheidsinterval op basis van de jaargemiddelden; b) Verschilgrafiek van laatste jaar van metingen ten opzichte van voorgaande jaren op basis van de trend; c) Verschilgrafiek tussen de opeenvolgende jaren, hetgeen altijd constant is indien gebruik is gemaakt van een lineaire trend.

In deze studie zijn trendanalyses gebruikt voor het analyseren van het effect van reductie van bemonsteringsfrequentie op de detecteerbaarheid van lineaire trends in de WOT en MWTL data. Daartoe zijn uit de jaarlijkse data 'nieuwe' datasets samengesteld met een 2- en 3-jaarlijkse frequentie. Vervolgens zijn al deze datasets geanalyseerd op het voorkomen van lineaire trends. Hierbij kunnen we de volgende uitkomsten onderscheiden:

- Als er sprake is van een lineaire trend in de jaarlijkse data en deze behouden blijft in de 2- en/of 3-jaarlijkse data, is dit een aanwijzing dat een lagere bemonsteringsfrequentie mogelijk is.
 - Als er geen trend kan worden gedetecteerd in een jaarlijkse dataset en dit zo blijft in de 2- en 3-jaarlijkse data, kan dit betekenen dat er inderdaad geen veranderingen plaats vinden en dat een lagere bemonsteringsfrequentie mogelijk is. Echter de mogelijkheid blijft bestaan dat het initiële aantal monsters reeds in de jaarlijkse dataset ontoereikend was voor analyse van een trend. Er is in dit geval geen eenduidige conclusie t.a.v. trend mogelijk.
 - Als er geen trend zichtbaar is in de jaarlijkse serie maar wel trends zichtbaar worden in de 2- en/of 3-jaarlijkse data, duidt dit in de laatste gevallen op een te lage bemonsteringsfrequentie. Er is in dit geval geen eenduidige conclusie t.a.v. trend mogelijk.

Bovenstaande analyse heeft een beperkte voorspellingswaarde omdat er geen inzicht bestaat over toekomstige veranderingen o.i.v. klimaat en beleid, en de bemonsteringsfrequentie die nodig is om eventuele (lineaire) veranderingen als gevolg daarvan te analyseren. Naast de trendanalyse, is in deze studie d.m.v. Power analyse (zie 2.4.4.) berekend hoeveel monsters nodig zijn voor detectie van veranderingen in dichtheden van soorten tussen twee surveys (tijdstippen) los van de bemonsteringsfrequentie. Op basis van het aantal monsters uit de Power analyse kan een uitspraak gedaan worden of een soort binnen een gekozen tijdsbestek significant toe- of afneemt hetgeen een alternatief is voor trend detectie of basis van een gefixeerd lineair model.

2.4.4. Power analyse dichtheden en trefkans soorten

Met een Power analyse kan op basis van het gemiddelde en een standaard deviatie van een steekproef berekend worden hoeveel monsters vereist zijn om een bepaald verschil (Effect Size), met een zekere betrouwbaarheid en een bepaalde waarschijnlijkheid van de juiste conclusie (Power) aan te tonen. In de toepassingen voor deze studie is voor een betrouwbaarheid van 95% ($\alpha = 0.05$) en een Power van 80% ($1 - \beta = 0.8$) gekozen. Dit laatste betekent dat in 80% van de gevallen de conclusie op basis van het berekende aantal monsters naar verwachting juist zal zijn.

Naast de Power is de gekozen Effect Size bepalend voor de uitkomst van Power analyse. De Effect Size hangt samen met het gewenste verschil dat men wil aantonen. Deze studie is ervan uitgegaan dat minimaal een verandering van 50% in de dichtheid of trefkans (ruimtelijke verspreiding) van een soort dient te worden aangetoond in vergelijking met de meest recente survey (MWTL, NIOZ schaaft, WOT). Bodemdier populaties kunnen van nature grote fluctuaties vertonen in de ruimtelijke spreiding en vooral in de dichtheden. Een dergelijke grote variantie die dit veroorzaakt zorgt er voor dat er een groot aantal monsters nodig zal zijn om kleine veranderingen significant te kunnen detecteren. Hoe

groter de verschillen, des te minder monsters zijn er nodig om dat significant te kunnen aantonen. We achten het minimaal wenselijk om een halvering of 50% toename van de populatie grootte in een zone of gebied te kunnen detecteren, daar het dan om substantiële verschillen gaat. Voor een set aan slimme soorten zal echter de soort met de meeste natuurlijke variatie ten opzichte van de gemiddelde trefkans danwel dichtheid bepalend zijn voor het benodigde aantal monsters (waarbij dit aantal uiteraard acceptabel dient te zijn anders is de soort bij nader inzien niet 'slim' te noemen). Dit betekent dat voor de overige slimme soorten voor dat gebied wellicht kleinere verschillen dan 50% reeds gedetecteerd kunnen worden met het voorgestelde aantal monsters. Het willen detecteren van 50% verandering betekent dat de bijbehorende Effect Size (d) kan worden bepaald volgens: $d = (avg/(avg*0.5))/stdev$; waarbij avg =gemiddelde en $stdev$ =standaard deviatie, zijn in de meest recente survey. Omdat de WOT data zijn verzameld via een gestratificeerde opzet met verschillende monsterdichtheden en habitat oppervlaktes is in dit geval een gewogen gemiddelde berekend. Voor de standaard deviaties betekent dit dat de wortel uit de som van de varianties vermenigvuldigd met het oppervlakte aandeel wordt genomen.

Met betrekking tot de WOT is nagegaan of voor bepaalde soorten de monitoring kan worden toegespitst op bepaalde habitats (eenheden gedefinieerd door specifieke abiotische en biotische factoren die representatief zijn voor het voorkomen van bepaalde soorten of soortencombinaties danwel gemeenschappen)), bv. omdat de soort voornamelijk in dat habitat te vinden is. Het selecteren van geschikte habitats voor de evaluatie zorgt voor een reductie van de variatie onder de te evalueren monsters wat tevens een reductie in het aantal benodigde monsters voor evaluatie van die soort betekent. De ontwikkelingen in zo'n habitat kunnen eveneens voldoende indicatief zijn, en de combinatie van benodigde aantallen monsters voor de geselecteerde 'slimme' soorten (eventueel toegespitst op bepaalde habitats) kan een reductie van het totaal benodigde aantal monsters per bodembeschermingsgebied betekenen ten opzichte van de berekening uitgaande van het gewogen gemiddelde. Wel dient te worden opgemerkt dat de gehanteerde habitats in feite surogaat-habitats zijn; ze zijn namelijk gebaseerd op het (verwachte) voorkomen van *Ensis directus* en *Spisula subtruncata* op basis van historische (visserij) gegevens. De gebruikte habitats zijn te onderscheiden in Figuur 2a op basis van het gehanteerde grid (monster dichtheid) weergegeven met verschillende kleuren (van de hoogste dichtheid naar de laagste respectievelijk: rood, paars, groen, geel, blauw en zwart; voor details zie Troost *et al.*, 2013).

Voor de Power analyse in deze studie is het programma GPOWER (Faul & Erdfelder, 1992) gebruikt, waarbij is uitgegaan van een 2-zijdige t-test aangezien we het benodigde aantal monsters berekenen om het verschil tussen 2 jaren te testen waarbij we niet a-priori weten of een toename of een afname valt te verwachten.

2.4.5. Power analyse AMBI index

Naast het gebruik van soorten als indicator wordt overwogen om samengestelde indicatoren te gebruiken ter evaluatie van de ontwikkeling in habitats en gebieden. De AMBI index (Borja *et al.* 2011) en daarvan afgeleide indices (BEQI-2, Verschoor *et al.* 2013) worden frequent genoemd als kandidaat indicator. De basis voor de berekening van de AMBI wordt gevormd door een classificatie van soorten ten aanzien van hun respons op de relevante stress factor. Oorspronkelijk zijn de soorten in het AMBI systeem geclassificeerd naar hun gevoeligheid voor organische verrijking. Recentelijk zijn nieuwe classificaties gemaakt gericht op andere stress factoren (zie Hoofdstuk 3). Volgens Gittenberger (2011), Van Loon *et al.* (2011) en Boon *et al.* (2011) moeten boxcore monsters aan de volgende voorwaarden dienen te voldoen om een potentieel bruikbare waarden voor AMBI te verkrijgen:

- 1) Er dienen minimaal 3 soorten aanwezig te zijn,
- 2) er dienen in totaal minimaal 6 individuen aanwezig te zijn,
- 3) voor minimaal 80 % van de individuen in het monster dient een AMBI score beschikbaar te zijn.

We hebben deze voorwaarden getoetst voor de MWTL boxcore monsters van 2010. In de methodieken wordt nergens vermeld welk percentage van de monsters geschikt moet zijn om een betrouwbare AMBI voor dat gebied te berekenen. Wij adviseren hier een percentage van 95 % aan te houden, want een AMBI op basis van slechts een fractie van de monsters zou substantiële verschuivingen kunnen missen.

Onafhankelijk van de uitkomst of in dit stadium reeds een betrouwbare AMBI voor een gebied kan worden bepaald, hebben we aan de hand van de waargenomen variatie in AMBI waarden tussen verschillende monsters reeds een schatting gemaakt van het aantal benodigde boxcore monsters om

eventueel ontwikkelingen in de AMBI-score voor een gebied te kunnen opvolgen. Dit is bepaald met behulp van een Power analyse voor de zones en gebieden met minimaal 3 voor AMBI geschikte monsters. De Power analyses (zie 2.4.4.) zijn uitgevoerd uitgaande van een betrouwbaarheidsinterval van 95 % ($\alpha = 0.05$) en de gewenste power van 80 % ($1-\beta = 0.8$). Aangezien de AMBI-scores per soort gebruik maken van 5 klassen waarbij iedere klasse een duidelijk verschil in gevoeligheid weergeeft, hebben we besloten dat we op zijn minst verschillen in de AMBI voor de gehele gemeenschap willen detecteren van 0.5; want dat betekent afgerond in feite een verschuiving van de ene naar de andere AMBI klasse. Met dit gegeven kunnen we de 'effect size (d)' berekenen die het verschil in de gemiddelde AMBI-scores (tussen bv 2 jaren of 2 gebieden) gedeeld door de standaard deviatie weergeeft: $d = (\mu_1 - \mu_2) / \text{stdev}$ hetgeen dus $0.5 / \text{stdev}$ is. Omdat we niet op voorhand weten of we een verbetering of verslechtering kunnen verwachten wordt er 2-zijdig getest. Aan de hand van α , β en d wordt het benodigde aantal monsters per campagne bepaald.

Hier dient nog te worden vermeld dat de AMBI methodiek is bedoeld voor de evaluatie op basis van macrobenthische gemeenschappen waarmee over het algemeen de fractie aan organismen die achterblijft op een 1 mm zeef wordt bedoeld. De boxcorer is dus het instrument om de gemeenschappen voor toepassing van de AMBI te bemonsteren, terwijl de schaaaf voor de huidige methodiek niet geschikt is (dat zou dan een compleet andere classificatie vergen omdat een andere soorten verhouding kan worden verwacht en de kleine soorten niet worden meegewogen).

3. Resultaten

3.1. Selectie 'slimme' indicator soorten

Volgens de eerder weergegeven formule is voor een selectie van soorten (zie methoden Hoofdstuk 2.3) een score berekend die uitdrukking geeft aan hun waarde als 'slimme' indicator. In de score is meegewogen of de soorten relatief frequent in de monsters is aangetroffen en ook consistent in meerdere jaren is aangetroffen, gevoelig is voor bodemverstoring, van belang is voor het voedselweb, belangrijk voor de structuur van de bodem, belangrijk voor bodemprocessen en/of potentieel indicatief voor herstel. Voor details en scores zie Bijlage 1.

In Tabel 3 zijn soorten die op basis van een hoge score zijn uitgekozen als 'slimme' indicator soorten rood gekleurd. Soorten die op basis van expert judgement zijn toegevoegd om een gebalanceerde verdeling van de indicator soorten over de diverse taxonomische groepen te krijgen zijn weergegeven in blauw. Daarnaast is een aantal soorten toegevoegd uit de lijst van 'typische soorten' die in het kader van de Habitatrichtlijn aan habitattypen toegekend zijn (LNV, 2008; Pajmans & Asjes, 2012). Het betreft 'typische soorten' die ofwel als karakteristiek (K) of als exclusief (E) zijn aangemerkt (groen gekleurd in Tabel 3).

De rode, groene en blauwe soorten in Tabel 3 vormen tezamen de 'slimme' indicator soorten. Voor elk bodembeschermingsgebied is zo een eigen set aan 'typische' (HR) en 'slimme' indicatoren (KRM) aangewezen (Tabel 3). In hoofdstuk 3.4 zal berekend worden wat het aantal benodigde monsters per bodembeschermingsgebied is om elk van deze indicator soorten goed te bemonsteren. Daaruit zal dan blijken of de soorten ook werkelijk in de praktijk gebruikt kunnen worden.

Tabel 3. Overzicht van de 'typische soorten' (LNV, 2008I; Pajmans & Asjes, 2012) en de hier geselecteerde 'slimme' soorten per bodembeschermingsgebied. *Ind. TS = de indicator aanduiding van de 'typische soorten' (Ca = Indicator abiotisch, Cb = Indicator biotisch structuur, K = Karakteristiek voor habitat, E = Exclusief voor habitat zie ook Bijlage 1). De reden van selectie van de 'slimme' soorten is aangeduid met een kleur: rood = hoge indicatorscore, groen = 'typische soort' Karakteristiek en/of Exclusief voor het habitat, blauw = expert judgment.

TYPISCHE SOORTEN	Ind. TS*	SLIMME INDICATORSOORTEN
H1110B VOORDELTA		
<i>Spiophanes bombyx</i>	Cab	
<i>Nephtys cirrosa</i>	Cab	
<i>Ophelia borealis</i>	Cab	
<i>Bathyporeia elegans</i>	Cab	
<i>Urothoe poseidonis</i>	Cab	
<i>Euspira pulchella</i>	Cab	
<i>Macoma balthica</i>	K+Cab	Macoma balthica
<i>Angulus fabulus</i>	Cab	
<i>Lanice conchilega</i>	Cab	Lanice conchilega
<i>Echinocardium cordatum</i>	Cab	Echinocardium cordatum
<i>Buccinum undatum</i>	Cab	
<i>Spisula subtruncata</i>	K+Cab	Spisula subtruncata
		Pagurus bernhardus
		Ophiura ophiura
H1110B VLAKTE VAN DE RAAN		
<i>Spiophanes bombyx</i>	Cab	

<i>Nephtys cirrosa</i>	Cab	
<i>Ophelia borealis</i>	Cab	
<i>Bathyporeia elegans</i>	Cab	
<i>Urothoe poseidonis</i>	Cab	
<i>Euspira pulchella</i>	Cab	
<i>Macoma balthica</i>	K+Cab	Macoma balthica
<i>Angulus fabulus</i>	Cab	
<i>Lanice conchilega</i>	Cab	Lanice conchilega
<i>Echinocardium cordatum</i>	Cab	Echinocardium cordatum
<i>Buccinum undatum</i>	Cab	
<i>Spisula subtruncata</i>	K+Cab	Spisula subtruncata
		Pagurus bernhardus
		Ophiura ophiura
H1110B NEDERLANDSE KUSTZONE		
<i>Spiophanes bombyx</i>	Cab	
<i>Nephtys cirrosa</i>	Cab	
<i>Ophelia borealis</i>	Cab	
<i>Bathyporeia elegans</i>	Cab	
<i>Urothoe poseidonis</i>	Cab	
<i>Euspira pulchella</i>	Cab	
<i>Macoma balthica</i>	K+Cab	Macoma balthica
<i>Angulus fabulus</i>	Cab	
<i>Lanice conchilega</i>	Cab	Lanice conchilega
<i>Echinocardium cordatum</i>	Cab	Echinocardium cordatum
<i>Buccinum undatum</i>	Cab	
<i>Spisula subtruncata</i>	K+Cab	Spisula subtruncata
		Pagurus bernhardus
		Ophiura ophiura
		Pontocrates altamarinus
H1110C Permanent Overstroomde Banken DOGGERSBANK		
<i>Sigalion mathildae</i>	K+Cab	Sigalion mathildae
<i>Bathyporeia elegans</i>	K+Cab	Bathyporeia elegans
<i>Bathyporeia guilliamsoniana</i>	K+Cab	Bathyporeia guilliamsoniana
<i>Iphinoe trispinosa</i>	K+Cab	Iphinoe trispinosa
<i>Echinocyamus pusillus</i>	Ca	
<i>Euspira pulchella</i>	K+Cab	Euspira pulchella
<i>Mactra stultorum</i>	Ca	
<i>Lanice conchilega</i>	K+Cab	Lanice conchilega
<i>Arctica islandica</i>	Ca	
<i>Acrocorda brachiata</i>	E	Acrocorda brachiata
<i>Buccinum undatum</i>	Cab	

		<i>Gari fervensis</i>
		<i>Ensis ensis</i>
		<i>Ensis siliqua</i>
		<i>Corystes cassivelaunus</i>
		<i>Psammechinus miliaris</i>
		<i>Nephtys assimilis</i>
H1170 KLAVERBANK		
<i>Sabellaria spinulosa</i>	K+Ca	<i>Sabellaria spinulosa</i>
<i>Chone duneri</i>	K	<i>Chone duneri</i>
<i>Galathea intermedia</i>	E	<i>Galathea intermedia</i>
<i>Acropagia crassa</i>	Cab	
<i>Pododesmus patelliformis</i>	K+Ca	<i>Pododesmus patelliformis</i>
<i>Spirobranchus triqueter</i>	Ca	
<i>Corallinacea (kalk algen)</i>	K	<i>Lithothamnion sonderi</i>
<i>Alcyonium digitatum</i>	Cab	<i>Alcyonium digitatum</i>
<i>Buccinum undatum</i>	Cab	
<i>Dosinia exoleta</i>	Cab	
		<i>Urticina spec.</i>
		<i>Hydrozoa*</i>
OESTERGRONDEN		
		<i>Callianassa subterranea</i>
		<i>Upogebia stellata</i>
		<i>Brissopsis lyrifera</i>
		<i>Corbula gibba</i>
		<i>Acanthocardia echinata</i>
		<i>Turritella communis</i>
		<i>Amphiura filiformis</i>
FRIESE FRONT		
		<i>Amphiura filiformis</i>
		<i>Callianassa subterranea</i>
		<i>Upogebia deltaura</i>
		<i>Thracia convexa</i>
		<i>Goneplax rhomboides</i>
		<i>Corystus cassivelaunus</i>
		<i>Nephtys incisa</i>
BRUINE BANK		
		<i>Donax vittatus</i>
		<i>Ensis spp.</i>
		<i>Ophiura ophiura</i>

		<i>Thia scutellata</i>
		<i>Nephtys cirrosa</i>

Het doel van de bemonstering is voor 'typische (HR) soorten' en 'slimme' indicatorsoorten (KRM) verschillend. Voor de 'typische soorten' is het van belang om hun aanwezigheid te kunnen aantonen. Voor de 'slimme' indicatorsoorten is het met name van belang om ontwikkelingen en verschuivingen in de populatie omvang te kunnen waarnemen. Er zal dan ook worden nagegaan wat de benodigde monitoring inspanning dient te zijn om verschillen in gemiddelde dichtheden en/of in de ruimtelijke verspreiding te kunnen detecteren. Het zal duidelijk zijn dat hier meer monsters voor nodig zijn in vergelijking tot alleen het aantonen of een soort aanwezig is.

3.2. Evaluatie toepasbaarheid samengestelde indicatoren (AMBI)

Naast het gebruik van soorten als indicator wordt overwogen om samengestelde indicatoren te gebruiken ter evaluatie van de ontwikkeling in habitats en gebieden. Hierbij kan worden gedacht aan algemene kwaliteitsindicatoren met betrekking tot biodiversiteit van de bodemdierengemeenschappen zoals de soortenrijkdom en verschillende diversiteits-indices (evenness, Simpson, Shannon-Wiener). Problematisch bij deze samengestelde indicatoren is dat de relatie tot het type verstoring niet te leggen is, zoals dat wel het geval is bij soorten (zie b.v. de lange lijst van literatuur die gebruikt is voor onderbouwing van de indicator soorten, Bijlage 1). Bovendien is het vaak onduidelijk is wat het effect van diverse verstoringen zal zijn op de genoemde indicatoren, hoewel er steeds meer bewijs komt dat er met deze indexen trends in de ecologische kwaliteit -met name in relatie tot eutrofiëring- kunnen worden aangetoond (Borja *et al.*, 2011).

Omdat mag worden aangenomen dat bepaalde soorten in potentie elkaars rol in het systeem kunnen overnemen en omdat soorten om bepaalde redenen (zijnde de niet te evalueren verstoringen) in bepaalde gebieden kunnen ontbreken (toevalligheden, beperkte verspreiding, tijdelijke afwezigheid, predatiedruk, ziekte, etc.) kan er voor worden gekozen om de gehele gemeenschap te evalueren. Het is daarbij wel zaak dat er een goede referentie gemeenschap beschikbaar is, of dat de mogelijk aan te treffen soorten ook grotendeels geclassificeerd zijn (naar de mate van gevoeligheid voor bepaalde verstoringen). Er zijn hiervoor reeds diverse methodieken in de ons omringende landen ontwikkeld. Veelal worden daarbij traditionele indicatoren als soortenrijkdom en/of soortendiversiteit gecombineerd met de op soortenclassificatie gebaseerde samengestelde parameter (zie Boon *et al.* 2011).

In Nederland is de meest genoemde samengestelde indicator op basis van bodemdieren, die eventueel in aanmerking komt voor de evaluatie van de BBG, gebaseerd op AMBI (Marien Biologische Index). Deze AMBI is initieel ontwikkeld voor de evaluatie van effecten van organische verrijking en verontreinigingen in het ecosysteem (Borja *et al.*, 2000). Onlangs is een eerste classificatie-lijst gepubliceerd van algemeen in de Nederlandse kustwateren voorkomende soorten waarbij de gevoeligheid voor verstoringen van de soorten is gescoord conform het AMBI systeem. Daarbij is naast de classificatie met betrekking tot organische verrijking en verontreinigingen ook een indeling gemaakt met betrekking tot sedimentatie effecten en een indeling met betrekking tot bodemverstorende activiteiten door visserij (Gittenberger, 2011). Met name de classificatie m.b.t. gevoeligheid voor verstoring door bodem visserij is nog niet ter dege gevalideerd (van Loon, pers.med.).

Het dient te worden vermeld dat er meerdere initiatieven gaande zijn of zijn geweest om de Nederlandse mariene fauna te classificeren naar verstoringen gevoeligheid (o.a. door NIOZ en IMARES). Een van de recent meest gebruikte is de Benthische Ecosysteem Kwaliteits Index (BEQI) die ontwikkeld werd voor de Kaderrichtlijn Water voor de overgangswateren (Van Hoey *et al.*, 2007). Deze is inmiddels aangepast voor toepassing in mariene kustwateren (nu BEQI-2 genaamd), waarbij de AMBI gecombineerd wordt met de Soortenrijkdom (S: hier het aantal soorten per 0.1 m²) en de Diversiteit volgens Shannon (H') (o.a. Van Loon *et al.*, 2011). De 3 indicatoren worden afgezet tegen een referentiewaarde (99 percentiel waarde) en vervolgens worden de 3 gemiddeld.

Aangezien de AMBI of gerelateerde index veelvuldig wordt genoemd voor toepassing in op het NCP in de Noordzee analyseren we hieronder de toepasbaarheid en het benodigde aantal monsters om de veranderingen in de AMBI te kunnen vaststellen.

3.2.1. Resultaten toetsing AMBI

De 100 boxcore monsters van de MWTL Noordzee campagne 2010 bevatten allemaal minimaal 3 soorten en minimaal 6 individuen waarmee aan de eerste twee AMBI criteria wordt voldaan. Een percentage van 80 % van de individuen in een monster waaraan een AMBI-score kan worden toegekend, wordt echter veelvuldig niet gehaald (Tabel 4).

Aangenomen dat minimaal 95 % van de monsters per te evalueren gebied aan de AMBI criteria dienen te voldoen, dan blijkt dat dit voor geen enkel gebied genoemd in Tabel 4 opgaat. Het is dan ook duidelijk dat de huidige lijsten die zijn opgesteld en getoetst voor de Westerschelde en Waddenzee, niet toepasbaar zijn voor de offshore delen van de Noordzee. Dit blijkt uit het feit dat het percentage voor AMBI geschikte monsters in de Noordzee kustzone en de Voordelta nog redelijk is maar verder uit de kust neemt het aantal soorten en individuen zonder AMBI-score snel toe. De MWTL soortenlijst bevat 259 taxa waarvan er slechts 90 in de huidige AMBI lijsten voor komen. In feite is er wel een veel uitgebreidere soorten lijst beschikbaar met betrekking tot gevoeligheid voor verrijking, namelijk die van Borja *et al.* (2011), we hebben deze echter niet meer in dit rapport kunnen verwerken. Van Loon (pers. med.) geeft aan dat de 'Borja-lijst' eveneens relaties vertoont met andere stressfactoren (zie Muxica *et al.* 2005, Borja *et al.* 2011, Verschoor *et al.* submitted). Wij menen dat dit dan wel eerst goed dient te worden gevalideerd omdat anders niet duidelijk zal zijn wat de indicatiewaarde van mogelijke resultaten zal zijn.

Tabel 4. Totaal aantal beschikbare MWTL monsters in 6 Bodembeschermingsgebieden en in 4 zones van het NCP die in het MWTL worden onderscheiden. In de tweede en derde kolom het aantal monsters waarvoor minimaal 80 % van de individuen een AMBI-score kan worden toebedeeld, en het percentage monsters dat daarmee geschikt is voor analyse van de AMBI, respectievelijk.

	Totaal n monsters	n Monsters geschikt voor AMBI	% monsters geschikt voor AMBI
Bodembeschermingsgebied			
CentraleOester	7	1	14.29
DoggerBank	8	1	12.5
FrieseFront	9	0	0
Klaverbank	1	0	0
NZkustzone	6	5	83.33
VoorDelta	4	3	75
Zone			
OYS	42	8	19.05
DOG	7	1	14.29
OFF	34	7	20.59
COA	17	12	70.59

3.2.2. Inschatting benodigd aantal monsters voor AMBI

Indien men de AMBI berekent voor de gebieden met een redelijk hoog aantal geschikte monsters, te weten de BBG Noordzeekustzone (83.3%) en Voordelta (75%) en de grote zones op het NCP die in de MWTL onderscheiden worden COA (kustzone, 70.6%) en OFF (offshore Zuidelijke Bocht, 20%), dan kan de variatie in de scores voor de verschillende bruikbare monsters binnen gebieden wel een indicatie geven van het eventueel benodigde aantal monsters. We dienen echter wel een slag om de arm te houden, omdat het zeer wel mogelijk is dat juist de niet geschikte monsters (hogere percentage nog niet volgens de AMBI-score te plaatsen individuen) afwijkende AMBI-scores vertonen van hier gebruikte monsters.

Met de Poweranalyse kan dan ook het benodigd aantal monsters berekend worden. De resultaten zijn weergegeven in Tabel 5. Dat is als volgt gedaan. Gebruikmakende van het aantal voor AMBI geschikte monsters waarvoor de gemiddelde AMBI-score met bijbehorende standaard deviatie is berekend, is de gegeven effect size (d) bepaald. Met een Power analyse kan hiermee het aantal

benodigde monsters worden bepaald om bij de gegeven variatie met een power van 80% ($1-\beta$) en een significantie niveau van 0.05 (α) een verschil van minimaal 0.5 op de schaal van de AMBI-score te kunnen waarnemen. De aantallen monsters konden worden bepaald voor 2 BBG (NZ kustzone, VoorDelta) en 3 MWTL Noordzee zones (COA, OFF, OYS). De AMBI-scores en bijbehorend benodigd aantal monsters is berekend voor 3 types verstoringen (organische verrijking + verontreinigingen, sedimentatie en visserij effecten).

Tabel 5. Het voor AMBI benodigd aantal boxcore monsters voor 3 types verstoringen en voor verschillende gebieden op basis van Power analyse. NZkustzone en Voordelta zijn bodembeschermingsgebieden (NATURA 2000). COA (coastal), OFF (offshore) en OYS (Oestergronden) zijn zones op het NCP die in de MWTL worden onderscheiden.

Bodem- beschermingsgebied	NZkustzone			Voordelta		
	AMBI Organic enrichment	AMBI Sedimenta- tion	AMBI Fisheries	AMBI Organic enrichment	AMBI Sedimenta- tion	AMBI Fisheries
Aantal bruikbare monsters	5	5	5	3	3	3
Gemiddelde	2.085	3.067	2.415	2.116	2.882	2.503
stdev	0.296	0.657	0.306	0.683	0.292	0.425
d	1.689	0.761	1.635	0.732	1.713	1.175
Aantal benodigde monsters	7	29	7	31	7	13

Zone	COA			OFF		
	AMBI Organic enrichment	AMBI Sedimenta- tion	AMBI Fisheries	AMBI Organic enrichment	AMBI Sedimenta- tion	AMBI Fisheries
Aantal bruikbare monsters	12	12	12	7	7	7
Gemiddelde	2.149	3.206	2.574	1.454	2.914	2.942
stdev	0.675	0.541	0.515	0.222	0.399	0.353
d	0.741	0.925	0.971	2.248	1.252	1.415
Aantal benodigde monsters	30	20	18	5	12	9

Zone	OYS		
	AMBI Organic enrichment	AMBI Sedimenta- tion	AMBI Fisheries
Aantal bruikbare monsters	8	8	8
Gemiddelde	2.184	2.850	3.009
stdev	0.436	0.721	0.581
d	1.147	0.694	0.860
Aantal benodigde monsters	13	34	23

In de Noordzeekustzone blijkt dan dat naar schatting 7 boxcores per campagne voldoen om eventuele ontwikkelingen in de Organic enrichment-AMBI en de Fisheries-AMBI op te volgen. Voor de sedimentation-AMBI zijn met 29 boxcores beduidend meer monsters nodig. De sedimentatie-

verstoring is in dit gebied dan ook hoog (gemiddeld geclacificeerd als AMBI-score 3; Gittenberger, 2011) te noemen en nog belangrijker, de variatie in deze indicator binnen het gebied blijkt groot te zijn (wat het detecteren in veranderingen in het gebied als geheel moeilijker maakt). Voor de Voordelta is het juist de invloed van organische verrijking en verontreinigingen die variabel blijkt te zijn; wat vraagt om naar schatting 31 monsters voor dit gebied. De variatie in de invloed van sedimentatie en visserij effecten lijkt beduidend kleiner (hoewel hier de steekproef grootte met $n=3$ natuurlijk wel klein is voor zo'n conclusie).

De 3 MWTL zones (COA, OFF, OYS) zijn uitgestrekte gebieden op het NCP met daarom een grotere variatie in de gemeenschappen dan de BBG. Toch lijkt de AMBI-evaluatie met betrekking tot 'Organic enrichment' in OFF (Offshore Zuidelijke Bocht) af te kunnen met 5 monsters, daar deze stressfactor nauwelijks een rol speelt in het gebied (lage standaard deviatie). In de andere 2 zones OYS en COA is de variatie groter en zijn respectievelijk 13 en 30 monsters nodig. Het effect van sedimentatie en visserij lijkt in de 3 zones min of meer vergelijkbaar hoog en vraagt ter bepaling van eventuele veranderingen om 9 à 12 monsters in de Offshore zone, 18 à 20 monsters in de gehele Noordzee-kustzone en 23 à 34 monsters in de zone van de Oestergronden (Tabel 5).

3.3. Effect van reductie van de monitoringsfrequentie

Ter beoordeling van de benodigde temporele resolutie voor het detecteren van trends in dichtheden is gebruik gemaakt van de beschikbare lange tijdreeksen met een jaarlijkse monitoringfrequentie zijnde het WOT-schelpdiersurvey monitoringprogramma lopende van 1993-2012 en het MWTL monitoringprogramma lopende van 1995-2010.

3.3.1. WOT-schelpdiersurvey

Tabel 6 geeft de resultaten van het effect van reductie van de temporele resolutie voor het WOT-schelpdiersurvey programma voor de indicator soorten voor de Voordelta, de Vlake van de Raan en de Noordzeekustzone (alle BBG die binnen het WOT-schelpdiersurvey monitoringsprogramma vallen). Voor een aantal soorten wordt momenteel in de WOT enkel de aan- en afwezigheid genoteerd (niet kwantitatief) waardoor geen dichtheden bekend zijn (eventueel kunnen de dichtheden voor deze soorten in de toekomst worden gemonitord). Voor 4 van de 5 indicator soorten in de Voordelta (H1110B) waar jaarlijks 258 monsters genomen worden, zijn geen significante trends in de dichtheden waargenomen, alleen voor *Spisula subtruncata* wordt een significante afname gedetecteerd. Bij reductie van de monitoringsfrequentie naar eens per twee jaar blijft (in beide scenario's) het resultaat alleen voor *Ophiura ophiura* en *Ophiura* hetzelfde (zijnde niet significant). Voor die soorten blijft ook monitoring om de 3 jaar dezelfde resultaten op te leveren (en laten de grafieken zien dat de populaties vooral sterk kunnen fluctueren tussen jaren waarbij het gemiddelde redelijk constant blijft; Bijlage 2). Voor de Vlake van de Raan is het aantal beschikbare monsters per jaar (38) beduidend lager dan voor de Voordelta, maar ook de heterogeniteit van het gebied (de leefomgeving met betrekking tot de abiotische factoren) is minder groot. Voor 4 van de 5 soorten verandert het resultaat van de trend analyse niet bij een reductie van de temporele monitoringsfrequentie. Voor *Macoma balthica* wordt een duidelijke significante toename gevonden ondanks sterke jaar tot jaar fluctuaties in de dichtheden, die niet meer altijd wordt waargenomen wanneer de monitoringsfrequentie wordt verlaagd (Tabel 6, Bijlage 2). In de Noordzeekustzone blijkt de monitoringsfrequentie voor 2 soorten (*Spisula subtruncata* en *Ophiura ophiura*) te kunnen worden gereduceerd tot eens in de 3 jaar, voor *Macoma balthica* gaat dat nog goed wanneer eens per 2 jaar wordt gemonitord. Voor *Ophiura* en *Pagurus bernhardus* blijkt reductie van de frequentie niet mogelijk zonder grote risico's op valse resultaten. Voor soorten die duidelijke trends laten zien en redelijk egaal verspreid over het gehele gebied voorkomen (niet te *patchy*) en waarvoor natuurlijke jaarlijkse fluctuaties beperkt zijn, zou de monitoringsfrequentie dus kunnen worden gereduceerd. Maar voor andere soorten zoals *Pagurus bernhardus* en *Macoma balthica* zou een reductie van de monitoringsfrequentie kunnen leiden tot een foutieve indicaties. Er dient te worden bedacht dat het WOT-schelpdiersurvey programma bestaat uit een relatief groot aantal monsters per gebied; het effect van een ruimtelijke reductie van dat aantal wordt onderzocht in Hoofdstuk 3.4.

Tabel 6. Resultaten trendanalyses op basis van de WOT-schelpdiersurvey schaaftmonsters voor 3 Natura 2000-gebieden ter indicatie van de temporele resolutie. De trends zijn berekend met behulp van trendspotter voor de indicatorsoorten op basis van de gehele dataset ('alle jaren': jaarlijkse databeschikbaarheid), op basis van databeschikbaarheid om de 2 jaar (selectief ieder tweede jaar uit de dataset weglaten, startende in 1993 (2a) of 1994 (2b)), en databeschikbaarheid om de 3 jaar (selectief ieder tweede en derde jaar weglaten, startende in 1993 (3a), 1994 (3b) of 1995 (3c)). Significante trends (+ = toenemend; - = afnemend) met 95% betrouwbaarheid zijn weergegeven; ns = geen significante

trend gevonden; na = niet voldoende geschikte data aanwezig. In geel zijn de trends weergegeven die duiden op dezelfde ontwikkeling als de resultaten van de jaarlijkse monitoring; een tegengestelde ontwikkeling is aangeduid in het oranje (zie tevens Bijlage 2).

species	alle jaren	elke 2 jaar		elke 3 jaar			opmerking
	1	2a	2b	3a	3b	3c	
H1110B VOORDELTA							
<i>Echinocardium cordatum</i>	na						kwalitatief, niet kwantitatief (op paar waarnemingen na)
<i>Lanice conchilega</i>	na						kwalitatief, niet kwantitatief
<i>Macoma balthica</i>	ns	-					
<i>Ophiura</i>	ns						hele tijdreeks, genus <i>Ophiura</i> en alle daaronder liggende soorten
<i>Ophiura ophiura</i>	ns						vanaf 2005. Daarvoor vaak op genusnivo waargenomen
<i>Pagurus bernhardus</i>	ns		+	+	+		vanaf 1995, in 1994 helemaal niet waargenomen
<i>Spisula subtruncata</i>	-	-	ns	ns	ns	-	
H1110B VLAKE VAN DE RAAN							
<i>Echinocardium cordatum</i>	na						kwalitatief, niet kwantitatief (op paar waarnemingen na)
<i>Lanice conchilega</i>	na						kwalitatief, niet kwantitatief
<i>Macoma balthica</i>	+	ns	+	ns	+	+	
<i>Ophiura</i>	+	+	+	+	+	+	hele tijdreeks, genus <i>Ophiura</i> en alle daaronder liggende soorten
<i>Ophiura ophiura</i>	ns						
<i>Pagurus bernhardus</i>	ns						
<i>Spisula subtruncata</i>	-	-	-	-	-	-	
H1110B NOORDZEEKUSTZONE							
<i>Echinocardium cordatum</i>	na						kwalitatief, niet kwantitatief (op paar waarnemingen na)
<i>Lanice conchilega</i>	na						kwalitatief, niet kwantitatief
<i>Macoma balthica</i>	ns					-	
<i>Ophiura</i>	-	-	+	ns	-	-	hele tijdreeks, genus <i>Ophiura</i> en alle daaronder liggende soorten
<i>Ophiura ophiura</i>	ns						vanaf 2005. Daarvoor vaak op genusnivo waargenomen
<i>Pagurus bernhardus</i>	ns	+				+	
<i>Pontocrates altamarinus</i>	na						niet waargenomen tijdens survey
<i>Spisula subtruncata</i>	-	-	-	-	-	-	

3.3.2. MWTL

Tabel 6 geeft de resultaten van het effect van reductie van de temporele resolutie voor het MWTL programma voor de indicator soorten voor de meeste BBG waarin monsterlocaties gelegen zijn. In de Voordelta liggen slechts 4 MWTL stations. Trendanalyse geeft een significante toename voor *Echinocardium cordatum*; voor *Lanice conchilega*, *Ophiura ophiura* en *Spisula subtruncata* wordt geen significante verandering waargenomen (Tabel 7, Bijlage 3). Reductie van de monitoringfrequentie naar eens per 2 jaar geeft alleen voor *L. conchilega* het zelfde resultaat. Het is dan ook de vraag of het aantal monsters niet te klein is. Dit wordt bevestigd door het frequent missen

van de soort in bepaalde jaren (Bijlage 3). Voor de Noordzeekustzone (6 monsters per jaar) wordt bij reductie naar eens per 2 jaar voor *Ophiura ophiura* en *Spisula subtruncata* hetzelfde resultaat verkregen (geen significante trend), en die voor *O. ophiura* ook consequent wordt gevonden bij monitoring eens in de 3 jaar. Voor *O. ophiura* is echter toch duidelijk dat het aantal monsters ontoereikend is gezien het frequent ontbreken van de soort (Bijlage 3). De waargenomen significante trends (afname *Macoma balthica* en toename *Pontocrates altamarinus*) worden niet consequent terug gevonden bij reductie van de monitoringsfrequentie. Voor de Doggersbank (jaarlijks 8 monsters) worden voor 4 van de 10 indicatorsoorten significante trends waargenomen, voor *Iphinoe trispinosa* (afname) en voor *Nephtys assimilis* (toename) blijven deze trends ook bij reductie van het programma naar eens per 2 of per 3 jaar te zien (Tabel 7, Bijlage 3). Het ontbreken van een significante trend voor 4 soorten wordt ook bij een reductie van de frequentie naar eens per 2 jaar consequent gevonden en lijkt daar niet direct te berusten op een gebrek aan data (Bijlage 3). Voor de Oestergronden (7 stations) wordt voor 4 indicator soorten een significante toename gevonden, en voor de 3 andere soorten geen significante trend. *Callianassa subterranea* en *Corbula gibba* vertonen nog steeds een consequente toename bij monitoring eens in de 2 jaar en laatstgenoemde ook bij eens in de 3 jaar. Voor *Acanthocardia echinata* en *Brissopsis lyrifera* is de trefkans duidelijk te laag, of met andere woorden het aantal monsters per jaar ontoereikend om trends in dichtheden waar te nemen (Bijlage 3). Voor het Friese front met 9 monsters per jaar is de monsterdichtheid voor minimaal 4 soorten ontoereikend (worden frequent gemist in de monitoring; Bijlage 3). Voor *C. subterranea*, waarvoor een significante toename wordt gevonden, wordt deze ook consequent gevonden bij een reductie van de monitoring naar eens in de 2 jaar (Tabel 7).

Tabel 7. Resultaten trendanalyses op basis van de MWTL – Boxcorermonsters voor Bodembeschermingsgebieden ter indicatie van de temporele resolutie. Trends zijn berekend met behulp van trendspotter voor aangetroffen indicator soorten op basis van de gehele dataset ('alle jaren': jaarlijkse databeschikbaarheid), databeschikbaarheid om de 2 jaar (selectief ieder tweede jaar uit de dataset weglaten, startende in 1995 (2a) of 1996 (2b)), en databeschikbaarheid om de 3 jaar (selectief ieder tweede en derde jaar weglaten, startende in 1995 (3a), 1996 (3b) of 1997 (3c)). Significante trends (+ = toenemend; - = afnemend) met 95% betrouwbaarheid zijn weergegeven; ns = geen significante trend gevonden; na = niet voldoende geschikte data aanwezig. In geel zijn de trends weergegeven die duiden op dezelfde ontwikkeling als de resultaten van de jaarlijkse monitoring; een tegengestelde ontwikkeling is aangeduid in oranje (zie tevens Bijlage 3).

species	alle jaren	elke 2 jaar		elke 3 jaar			opmerkingen
	1	2a	2b	3a	3b	3c	
H1110B VOORDELTA							
<i>Echinocardium cordatum</i>	+	ns	+	+	+	ns	
<i>Lanice conchilega</i>	ns			+	-	-	
<i>Macoma balthica</i>	na						komt maar 1 jaar voor
<i>Ophiura ophiura</i>	ns		+			+	
<i>Pagurus bernhardus</i>	na						komt niet voor
<i>Spisula subtruncata</i>	ns	-				-	
H1110B NOORDZEEKUSTZONE							
<i>Lanice conchilega</i>	ns					-	
<i>Macoma balthica</i>	-	-	ns	-	-	ns	
<i>Ophiura ophiura</i>	ns						véél 0-en
<i>Pagurus bernhardus</i>	na						komt niet voor
<i>Pontocrates altamarinus</i>	+	ns	+	+	+	ns	
<i>Spisula subtruncata</i>	ns				-		
H1110C DOGGERSBANK							
<i>Acrocnida brachiata</i>	-	-	ns	-	ns	ns	
<i>Bathyporeia elegans</i>	ns					-	
<i>Bathyporeia guilliamsoniana</i>	ns				+		

<i>Corystes cassivelaunus</i>	-	-	ns	-	ns	-	
<i>Ensis ensis</i>	ns			-			
<i>Ensis siliqua</i>	na						komt niet voor
<i>Euspira pulchella</i>	ns		-		-	-	
<i>Gari fervensis</i>	ns		+	+			
<i>Iphinoe trispinosa</i>	-	-	-	-	-	-	komt vrijwel niet meer voor sinds 2002
<i>Lanice conchilega</i>	ns	-	+				
<i>Nephtys assimilis</i>	+	+	+	+	+	+	komt niet voor tot 2003
<i>Psammechinus miliaris.</i>	na						komt niet voor
<i>Sigalion mathildae</i>	ns			-	+		
OESTERGRONDEN							
<i>Acanthocardia echinata</i>	ns						
<i>Amphiura filiformis</i>	+	+	ns	+	+	+	
<i>Brissopsis lyrifera</i>	ns						
<i>Callianassa subterranea</i>	+	+	+	ns	+	ns	
<i>Corbula gibba</i>	+	+	+	+	+	+	
<i>Turritella communis</i>	+	+	ns	+	+	ns	
<i>Upogebia stellata</i>	ns		+			+	
FRIESE FRONT							
<i>Amphiura filiformis</i>	ns		-	-			
<i>Callianassa subterranea</i>	+	+	+	+	+	ns	
<i>Corystus cassivelaunus</i>	ns					-	
<i>Goneplax rhomboides</i>	na						komt niet voor
<i>Nephtys incisa</i>	+	+	ns	+	ns	+	
<i>Thracia convexa</i>	ns						
<i>Upogebia deltaura</i>	ns			+			

3.4. Effect van reductie van de ruimtelijke dekking van de monitoring

Ter analyse van het effect van ruimtelijke uitdunning van het aantal monsters is een dataset nodig van een Bodembeschermingsgebied waarin een groot aantal monsters jaarlijks bemonsterd wordt. Hiervoor lijkt alleen de WOT-schelpdiersurvey in de kustzone geëigend. Omdat deze WOT monitoring gestratificeerd plaatsvindt omdat er doelgericht naar hoge schelpdierconcentraties gezocht wordt, kan niet zomaar elk willekeurig gebied voor onze analyses genomen worden. Uiteindelijk is het gebied voor de Zuid-Hollandse kust gekozen dat is gelegen tussen de Natura 2000-gebieden Noordzeekustzone en Voordelta. Hierin zijn in de periode 1993-2012 gemiddeld 70 monsters genomen. Dit gebied is specifiek gekozen omdat dit gebied relatief homogeen is qua abiotiek. In de andere gebieden zou in feite eerst nog onderscheid dienen te worden gemaakt in verschillende ecotopen daar eventuele variatie in dichtheden mogelijk direct te relateren is aan de gebieden met verschillende abiotiek. Troost *et al.* (2013) zal inzicht geven in het effect van verschillende ecotopen op het benodigd aantal monsters. Hier wordt enkel het effect van verdunning in een relatief homogeen gebied met natuurlijke variatie in de populaties geanalyseerd. Uit de poel van 70 stations zijn 10 x random selecties van respectievelijk 50, 40, 30, 20 en 10 monsters per jaar gemaakt, waarop evenals voor de totale dataset een trendanalyse is uitgevoerd. De resultaten zijn weergegeven in Tabel 8. Eén afwijking van het resultaat duidt op een power van ongeveer 90% wat nog acceptabel genoemd kan worden. Twee afwijkingen geeft een power van 80%, etc. Onder de 80% is het niet meer gewenst om met de resultaten te werken.

Tabel 8. Het effect van de ruimtelijke verdunning van het aantal monsters op de trendanalyse. Trends zijn initieel met een betrouwbaarheid van 95% bepaald met behulp van trendspotter voor 70 WOT-monsters (alle). Een significante trend is met een + (toename) of een - (afname) aangegeven. Bij een reductie van het aantal monsters tot 50, 40, 30 20, en 10 is berekend in procenten hoeveel het resultaat van de trendanalyse nog overeenkomt met die van alle monsters tesamen. Voor afzonderlijke trendanalyse resultaten per run zie Bijlage 4.

Aantal monsters	alle	10	20	30	40	50
<i>Chamelea striatula</i>	+	40%	50%	60%	60%	80%
<i>Ensis</i>	+	90%	100%	100%	100%	100%
<i>Macoma balthica</i>	-	60%	70%	100%	100%	100%
<i>Spisula subtruncata</i>	-	100%	100%	100%	100%	100%
<i>Corystes cassivelaunus</i>	+	50%	70%	80%	100%	100%
<i>Pagurus bernhardus</i>	+	100%	100%	100%	100%	100%

De resultaten laten zien dat voor een relatief homogeen gebied significante trends voor *Spisula subtruncata* en *Pagurus bernhardus* (die respectievelijk een duidelijke afname en toename in de dichtheden laten zien) ook met 10 (schaaf-)monsters per jaar nog met een hoge power kunnen worden gedetecteerd. Voor *Ensis* is de power van 90% bij 10 monsters per jaar ook nog altijd acceptabel te noemen. Voor *Macoma balthica* en *Corystes cassivelaunus* zijn echter tegen of minimaal 30 monsters per jaar benodigd om met voldoende power nog de trend te kunnen detecteren. Voor *Chamelea striatula* zijn 50 monsters per jaar nodig om de significante toename voor die soort met redelijke zekerheid (power) te kunnen detecteren.

3.5. Berekening van het benodigde aantal monsters per indicator soort

3.5.1. Aantal monsters nodig voor detectie (aan-/afwezigheid) 'typische soorten' (HR)

Poisson methode - voor 'typische soorten' (HR) is het alleen vereist om hun aan- of afwezigheid in een BBG te kunnen aantonen. Het aantal benodigde monsters voor het met 95 % zekerheid aantonen van de aanwezigheid (of afwezigheid) van een soort kan worden ingeschat door gebruik te maken van de Poisson methode. De berekening gaat uit van de gemiddelde dichtheid van de te analyseren soorten, de kans op het aantreffen van de soort en het bemonsterde oppervlak. Uiteraard neemt de betrouwbaarheid van de schatting toe wanneer er voor het te analyseren gebied meer monsters beschikbaar zijn. Omwille daarvan is de berekening hier enkel uitgevoerd voor gebieden met behoorlijke databeschikbaarheid. Een aanname bij de berekening volgens de Poisson verdeling is wel dat de te analyseren soort egaal verspreid over het gebied voor komt. Voor een aantal soorten is deze aanname bruikbaar, voor soorten die een *patchy* verspreidingspatroon vertonen (bijvoorbeeld voorkomen in banken of specifiek in bepaalde zones) zal het ingeschatte aantal monsters te laag uitvallen. Daarom is het raadzaam om de te analyseren gebieden eerst in te delen naar ecotopen. Troost et al. (2013) gaat dieper in op de gehanteerde methodiek, de achterliggende berekende dichtheden en zal tevens berekeningen laten zien waarbij rekening is gehouden met gebiedsdelen met verschillende dichtheden. Hier passen we deze methodiek toe op de BBG als, zonder verdere opdeling in habitats. Dat betekent dat hier het absolute minimum aantal monsters wordt gegeven wat nodig is om de soort te kunnen aantonen; in de praktijk zal men altijd enkele monsters meer dienen te nemen om te voorkomen dat de soort onterecht wordt gemist. De resultaten van deze Poisson analyse staan in Tabel 9.

Tabel 9. Resultaten van het ingeschatte benodigde aantal monsters voor het aantonen van de 'typische soorten' in de Noordzeekustzone, de Voordelta en op de Doggersbank, voor zowel de boxcorer als wel de schaaft, op basis van de Poisson methode. Het aantal monsters waarop de berekening is uitgevoerd dient voldoende groot te zijn om met enige zekerheid een betrouwbare uitkomst te krijgen. Daarom is een drempel-oppervlak gedefinieerd dat minimaal dient te worden bemonsterd (en dus een drempelwaarde voor het aantal monsters) dat specifiek is voor ieder gebied (zie Troost et al., 2013).

monstertuig	Minimaal aantal monsters	
	schaaf	boxcore

oppervlak per locatie (m²)	15	0.078
NOORDZEEKUSTZONE		
<i>Lanice conchilega</i>		2
<i>Spiophanes bombyx</i>		1
<i>Nephtys cirrosa</i>		5
<i>Ophelia borealis</i>		8
<i>Bathyporeia elegans</i>		1
<i>Urothoe poseidonis</i>		1
<i>Echinocardium cordatum</i>		2
<i>Euspira pulchella</i>	70	>10000
<i>Spisula subtruncata</i>	1	192
<i>Macoma balthica</i>	1	3
<i>Angulus fabula</i>	1	18
<u>Drempelwaarde (minimaal aantal monsters)</u>	<u>1</u>	<u>8</u>
VOORDELTA		
<i>Lanice conchilega</i>		2
<i>Spiophanes bombyx</i>		2
<i>Nephtys cirrosa</i>		2
<i>Ophelia borealis</i>		30
<i>Bathyporeia elegans</i>		7
<i>Urothoe poseidonis</i>		1
<i>Echinocardium cordatum</i>		4
<i>Euspira pulchella</i>	2	96
<i>Spisula subtruncata</i>	1	14
<i>Macoma balthica</i>	2	11
<i>Angulus fabula</i>	1	3
<u>Drempelwaarde (minimaal aantal monsters)</u>	<u>1</u>	<u>8</u>

monstertuig	schaaf	schaaf	boxcore
oppervlak per locatie (m²)	10	20	0.078
DOGGERSBANK			
<i>Lanice conchilega</i>			11
<i>Sigalion mathildae</i>			3
<i>Bathyporeia guilliamsoniana</i>			6
<i>Bathyporeia elegans</i>			1

<i>Iphinoe trispinosa</i>			35
<i>Acrocnida brachiata</i>			1
<i>Echinocyamus pusillus</i>			35
<i>Arctica islandica</i>	16	8	2022
<i>Buccinum undatum</i>	10	5	1239
<i>Macra stultorum</i>	75	38	9600
<u>Drempelwaarde (minimaal aantal monsters)</u>	<u>2</u>	<u>1</u>	<u>39</u>

De resultaten laten zien dat voor de Noordzeekustzone in theorie 1 schaaf voldoet voor de 'typische soorten' die met de WOT schaaf zijn aangetroffen. Alleen *Euspira pulchella* is een uitzondering, hiervoor zijn zo'n 70 schaafmonsters benodigd (wat overigens voorlopig geen probleem is omdat het WOT-schelpdiersurvey programma in deze zone veel meer monsters bevat). De met de boxcore te detecteren soorten kunnen veelal met 8 monsters (eveneens de drempelwaarde; het absolute minimum) worden gedetecteerd. Voor 3 soorten zijn veel meer monsters nodig, maar die soorten kunnen weer goed met de schaaf bemonsterd worden.

In de Voordelta blijkt de aanwezigheid van de goed met de schaaf te detecteren soorten met 2 schaafmonsters veelal al te kunnen worden aangetoond. Voor de boxcore-soorten volstaat de drempelwaarde van 8 boxcores veelal; allen voor het aantonen van *Ophelia borealis* zijn een 30-tal boxcores nodig. Voor het bodembeschermingsgebied op de Doggersbank waar de 'typische soorten' vaak in lagere dichtheden worden gevonden zijn ca. 40 schaafmonsters van 20 m² nodig om de aanwezigheid van de grotere soorten aan te tonen. De overige soorten (goed te monitoren met de boxcore) blijven allen onder de drempelwaarde van 39 boxcoremonsters waarmee hun aan- of afwezigheid kan worden onderzocht.

Actuele trefkans – als alternatief voor de Poisson methode kan het benodigde aantal monsters ook worden ingeschat op basis van de actuele trefkans. Het percentage van de monsters waarin de soort voorkomt is dan een indicatie voor het benodigde aantal monsters om in de toekomst de aan- of afwezigheid van de soort aan te tonen. Voordeel van de methodiek is dat indirect rekening wordt gehouden met de ruimtelijke verspreiding van de soort, en dat deze ook kan worden gehanteerd voor soorten met een *patchy* of onevenredige verspreiding. Wel dienen de monsters via random design te zijn genomen, of dienen de monsterlocaties idealiter zoals ze nu worden genomen vast te liggen en in de toekomst niet te worden verschoven of uitgebreid en ingeperkt. Wanneer de actuele situatie per toeval niet representatief is voor het gemiddelde voorkomen, zal het benodigde aantal monsters kunnen worden over- of onderschat.

Beide methodieken (Poisson en Actuele trefkans) hebben hun beperkingen omdat er sprake is van een aanname, respectievelijk een homogene verspreiding van de soort (Poisson), en een representatieve monsternamen met betrekking tot de ruimtelijke distributie (Actuele trefkans). De eerst genoemde methodiek is enkel relatief betrouwbaar voor soorten waarvan bekend is dat ze geen patchy verspreidingspatroon vertonen, en er binnen hetzelfde ecotoop type bemonsterd wordt. Wanneer er duidelijk sprake is van verschillende ecotopen en de soort een relatie met die ecotopen vertoont valt het aan te bevelen aparte analyses voor de ecotopen uit te voeren, maar kan uiteindelijk wellicht wel worden volstaan met monitoring gericht op één of enkele ecotopen om de soort aan te tonen. De betrouwbaarheid van de schatting volgens de actuele trefkans zal toenemen wanneer deze berust op een groter aantal monster of idealiter op meerdere jaren. Gezien de onzekerheden van beide methodes is het aan te bevelen om het berekende benodigde aantal monsters voor het aantonen van soorten als absolute minimum te zien waarmee mogelijk nog iets kan worden gedetecteerd, maar in de praktijk zal men een aantal monsters meer dienen te nemen. In de voorgestelde scenario's is dit echter geen probleem, daar het detecteren van veranderingen in trefkans en dichtheden maatgevend zal zijn voor het benodigde aantal monsters (en dit getal in de praktijk substantieel hoger zal liggen dan de aantallen benodigd voor het aantonen van soorten. In Tabel 10 is voor elke indicator soort het aantal monsters dat nodig is om hun aan-/afwezigheid vast te stellen berekend middels de actuele trefkans. Deze is als volgt berekend; $(1 - \text{Trefkans}) / (\text{Aantal monsters}) < 0.05$; Bijvoorbeeld, de soort *Acrocnida brachiata* is op de Doggersbank in 16 van de 25 schaafmonster aangetroffen. Dit betekent een trefkans van 16/25 is 0.640. Hieruit kan worden bepaald hoeveel monsters men nodig heeft om met 95% zekerheid te kunnen zeggen of de soort wel of niet

aanwezig is. Namelijk, de kans om met één monster de soort onterecht te missen is $1 - 0.64 = 0.36$ (36%), de kans om met 2 monsters de soort onterecht te missen is $0.36/2 = 0.18$ (18%), de kans om met 3 monsters de soort onterecht te missen is $0.36/3 = 0.12$ (12%). Wanneer de kans om de soort onterecht te missen onder de 5% duikt wordt dit als acceptabel gezien (in meer dan 95% van de gevallen is het resultaat van de bemonstering dan correct). Dit blijkt voor *A. brachiata* op de Doggersbank bij 8 schaaftersters het geval te zijn ($0.36/8 = 0.04$ (4%)).

Tabel 10. Het geschatte aantal benodigde monsters met de schaafter dan wel boxcorer voor het aantonen van indicator soorten in de Bodembeschermingsgebieden. Voor Klaverbank zijn dit *Video tracks met een oppervlak van 20 m² i.p.v. schaaftermonsters, en **Hamon grabs met een oppervlak van 0.6 m² i.p.v. boxcorer monsters). De aantallen monsters zijn berekend op basis van de actuele trefkans (zie tekst) te berekenen via $(1 - \text{Trefkans}) / (\text{Aantal monsters}) < 0.05$.

Bodembeschermingsgebied			Schaaf (20m ²)*			Boxcorer (0.078m ²)**		
Indicator soort	Typisch	Slim	Aanwezig in N monsters	Trefkans	Benodigd aantal monsters	Aanwezig in N monsters	Trefkans	Benodigd aantal monsters
KLAVERBANK								
Jaar			2012	(Video)		2002	(Hamon grab)	
Totaal monsters			11			62		
<i>Alcyonium digitatum</i>	x	x	9	0.818	4			
<i>Aporrhais pespelecani</i>			3	0.273	15			
<i>Buccinum undatum</i>	x		7	0.636	8			
<i>Chlamys opercularis</i>			2	0.182	17			
<i>Hydrozoa</i>		x	9	0.818	4			
<i>Pomatoceros sp.</i>			6	0.545	10			
red algae	x	x	4	0.364	13			
<i>Urticina spec.</i>		x	8	0.727	6			
<i>Dosinia exoleta</i>	x	x				31	0.500	11
<i>Sabellaria spinulosa</i>	x							
<i>Chone duneri</i>	x					38	0.613	8
<i>Pododesmus patelliformis</i>	x							
<i>Lithothamnion sonderi</i>	x	x				1	0.016	20
<i>Galathea intermedia</i>						4	0.065	19
<i>Acropagia crassa</i>						7	0.113	18
DOGGERSBANK								
Jaar			2007			2010		
Totaal monsters			25			9		
<i>Acrocrida brachiata</i>	x	x	16	0.640	8	6	0.667	7
<i>Arctica islandica</i>	x		6	0.240	16	1	0.111	18
<i>Buccinum undatum</i>	x		9	0.360	13			
<i>Corystes cassivelaunus</i>		x	24	0.960	1			
<i>Echinocyamus pusillus</i>	x		0	0.000	21	3	0.333	14
<i>Ensis ensis</i>		x	20	0.800	5	5	0.556	9
<i>Ensis siliqua</i>		x	18	0.720	6			
<i>Gari fervensis</i>		x	24	0.960	1	1	0.111	18

<i>Mactra corallina</i>	x		1	0.040	20			
<i>Psammechinus miliaris</i>		x	14	0.560	9			
CENTRALE OESTERGRONDEN								
Jaar			2007			2010		
Totaal monsters			36			7		
<i>Acanthocardia echinata</i>		x	27	0.750	6			
<i>Amphiura filiformis</i>		x	6	0.167	17	7	1.000	1
<i>Brissopsis lyrifera</i>		x	35	0.972	1	1	0.143	18
<i>Callianassa subterranea</i>		x	17	0.472	11	7	1.000	1
<i>Corbula gibba</i>		x	36	1.000	1	7	1.000	1
<i>Turritella communis</i>		x	34	0.944	2	1	0.143	18
<i>Upogebia stellata</i>		x	22	0.611	8	1	0.143	18
FRIESE FRONT								
Jaar			2012			2010		
Totaal monsters			30			8		
<i>Amphiura filiformis</i>		x	19	0.633	8	7	0.875	3
<i>Callianassa subterranea</i>		x	27	0.900	3	7	0.875	3
<i>Corystes cassivelaunus</i>		x	29	0.967	1			
<i>Goneplax rhomboides</i>		x	21	0.700	7			
<i>Thracia convexa</i>		x	16	0.533	10			
<i>Upogebia deltaura</i>		x	25	0.833	4	4	0.5	11
NOORDZEEKUSTZONE								
Jaar			2007			2010		
Totaal monsters			27			6		
<i>Buccinum undatum</i>	x		0	0.000	21			
<i>Chamelea striatula</i>		x	12	0.444	12			
<i>Echinocardium cordatum</i>	x		11	0.407	12			
<i>Lanice conchilega</i>	x	x	0	0.000	21	4	0.667	7
<i>Lutraria lutraria</i>		x	6	0.222	16			
<i>Macoma balthica</i>	x		13	0.481	11	4	0.667	7
<i>Ophiura ophiura</i>		x	19	0.704	6			
<i>Pagurus bernhardus</i>		x	19	0.704	6			
<i>Spisula subtruncata</i>	x	x	9	0.333	14	1	0.167	17
Bruine Bank								
Jaar			2007			2010		
Totaal monsters			9			6		
<i>Donax vittatus</i>		x	7	0.778	5			
<i>Ensis spp.</i>		x	7	0.778	5			
<i>Ophiura ophiura</i>		x	8	0.889	3			
<i>Thia scutellata</i>		x	9	1	1			

<i>Nephtys cirrosa</i>		x				5	0.833	4
------------------------	--	---	--	--	--	---	-------	---

De extremen (die uiteraard frequenter voorkomen wanneer het benodigde aantal monsters is ingeschat op basis van een klein aantal monsters) zijn het voorkomen van de soort in alle monsters, of de soort zit in geen enkel monster. In het eerste geval komt men uit op een trefkans van 1 en is theoretisch 1 monster benodigd om de aan- of afwezigheid van een soort te kunnen aantonen. Wanneer de soort in geen enkel monster is aangetroffen en het aantal beschikbare monsters minder dan 20 bedraagt dan zal het resultaat van het met 95% zekerheid vaststellen van de aan- of afwezigheid van de soort zijn dat 21 monsters dienen te worden genomen. Wanneer de soort ontbreekt bij het nemen van 21 monsters is het uiteraard niet noodzakelijk dat de soort geheel ontbreekt, maar kan worden gesteld dat de soort op 95% van de locaties zal ontbreken. Men zou kunnen zeggen dat de frequentie van voorkomen verwaarloosbaar klein is.

Het is uiteraard mogelijk om de afwezigheid met meer zekerheid te kunnen vaststellen, maar dat vraagt dan om grotere aantallen monsters (met 99% betrouwbaarheid vaststellen van afwezigheid betekent dat 101 monsters dienen te worden genomen). Evenals voor de Poisson methode is het raadzaam om voor de zekerheid enkele monsters op te tellen bij de in Tabel 10 gegeven aantallen monsters omdat de waargenomen trefkans niet de gemiddelde trefkans hoeft te zijn (kan uitzonderlijk jaar zijn). Ook is het raadzaam om gedurende de monitoring zo nu en dan het benodigde aantal monsters nog eens opnieuw te berekenen omdat veranderingen in dichtheden of ruimtelijke verspreiding een reductie dan wel verhoging van het aantal benodigde monsters kan inhouden.

De in Tabel 10 gerapporteerde aantallen benodigde monsters betreft het aantal monsters om in een volgend random jaar de aan- of afwezigheid van de soorten in een bodembeschermingsgebied aan te tonen. Indien wordt uitgegaan van een evaluatie om de 6 jaar en een bemonstering om de 3 jaar en als het gaat om enkel de aan- of afwezigheid van een soort in die 6 jaar vast te stellen, dan kan worden volstaan met de helft van het gerapporteerde aantal benodigde monsters per monsterjaar mits kan worden aangenomen dat de variabiliteit in de ruimtelijke spreiding van de soort van jaar tot jaar, verwaarloosbaar is. In de praktijk zal met het verdelen van het totaal benodigde aantal monsters of meerdere jaren de totale variatie in de observaties toenemen en is het raadzaam om niet op het hier berekende minimum benodigde aantal monsters te gaan zitten maar iets daar boven. Wel is een monsternamen verdeeld over meerdere jaren gunstiger wanneer men trends (ontwikkelingen in de tijd) wil gaan bekijken. De tussenweg voor een relatief betrouwbare uitspraak over de aanwezigheid van de soort gedurende een periode van 6 jaar, en het optimaliseren van de dataset voor trenddetectie is dan bemonstering om de 3 jaar.

Omdat men steeds een het minimum aantal benodigde monsters dient te vergelijken met een periode waarin ook weer minimaal dat aantal beschikbaar is, dient men een T0 uit te voeren waarbij het minimum benodigde aantal monsters wordt genomen. Gedurende de daarop volgende 6 jaar dient men ter vergelijking wederom aan het minimum aantal monsters te komen; bij bemonstering om de 3 jaar betekent dit 2 keer minimaal de helft van het benodigde aantal monsters nemen. Voor *A. brachiata* op de Doggersbank betekent dit op T0 acht schaaftmonsters nemen. Op T1 (na 6 jaar) dient men weer over minimaal 8 monsters te beschikken, wat betekent het nemen van 4 monsters na 3 jaar en 4 monsters na 6 jaar volgens een random monsternamen (in ieder geval niet beide keren op dezelfde locatie). Op T2 (na 12 jaar) zijn weer in totaal acht monsters nodig voor een periode van 6 jaar; dus 4 monsters nemen na 9 jaar en 4 monsters nemen na 12 jaar. Ter verduidelijking, dit geeft het volgende bemonsteringsschema indien enkel de Doggersbank op basis van *A. brachiata* wordt geëvalueerd:

Evaluatie tijdstip	T0		T1		T2		T3	
Na aantal jaren	0	3	6	9	12	15	18	etc
Te nemen aantal monsters	8	4	4	4	4	4	4	etc

In het gebied van de Klaverbank zijn 2 'typische soorten' helemaal niet aangetroffen: *Sabellaria spinulosa* en *Pododesmus patelliformis*, wat doet vermoeden dat ze zeldzaam zijn of niet goed met de bestaande apparatuur bemonsterd worden. Met 17 videotracks en 20 Hammonhap sessies kan van alle andere soorten de aan- en afwezigheid met 95% betrouwbaarheid worden aangetoond.

Een aantal van de indicator soorten van de Doggersbank kunnen met zowel de schaaaf als de boxcore worden aangetoond. Maar een soort als *Gari fervensis* blijkt in vrijwel alle schaaafmonsters voor te komen (aanwezigheid kan met 1 of enkele monsters worden aangetoond), terwijl die maar sporadisch in de boxcore monsters voorkomt. Het met 95% zekerheid aantonen van alle indicator soorten vraagt om 8 tot 21 schaaafmonsters, met boxcores kunnen slecht 5 van de 10 soorten worden aangetoond met 18 boxcores.

Voor de Centrale Oestergronden zijn geen 'typische soorten' aangemeld. Voor de volledigheid wordt voor een de 'slimme' indicator soorten het benodigde aantal monsters voor het aantonen van de aanwezigheid gegeven. Door het meest efficiënte bemonsteringstuig te kiezen kan steeds met een paar monsters (tot 8 monsters in 6 jaar) worden volstaan.

Voor alle 'slimme' indicator soorten van het Friese Front geldt dat de aanwezigheid kan worden aangetoond met in totaal om en nabij de 10 schaaafmonsters en 3 boxcore monsters. Voor het gebied van de Bruine Bank zijn dat 5 schaaafmonsters en 4 boxcore monsters.

Voor de Noordzeekustzone lijkt het er op dat *Buccinum undatum* dusdanig zeldzaam is dat een groot aantal monsters nodig zal zijn om een exemplaar te vinden. Voor *Lanice conchilega* blijkt de boxcorer een efficiënter bemonsteringsapparaat dan de schaaaf (die voornamelijk inzicht geeft in de aanwezigheid van *Lanice* raffen; i.e. het massaal voorkomen van *Lanice* kokertjes). De aanwezigheid van enkele soorten kan wellicht ook met de WOT-schelpdiersurvey worden aangetoond. Voor de reeds aangetroffen en getelde soorten in 2012 blijkt dat tussen de 10 en 18 schaaafmonsters nodig zijn om de aanwezigheid van de soorten *Macoma balthica*, *Spisula subtruncata*, *Pagurus bernhardus* en *Ophiura ophiura* aan te tonen (zie Bijlage 7). Dat is net iets meer dan op basis van de NIOZ-schaaaf data, wat ook niet vreemd is omdat het bemonsterde oppervlak iets kleiner is (15 in plaats van 20 m²).

Om de bovengenoemde soorten binnen het WOT-schelpdiersurvey programma in de Voordelta aan te tonen zijn 12 tot 16 schaven nodig, om de soorten in het gebied van de Vlake van de Raan aan te tonen zijn 18 tot 20 schaven nodig. Dat laatste met uitzondering van *Ophiura ophiura* die in vrijwel ieder schaafmonster zal worden gevonden.

3.5.2. Aantal monsters nodig voor detectie trends 'slimme' indicator soorten (KRM)

Voor het detecteren van trends zijn relatief lange tijdreeksen noodzakelijk en minimaal 5 meetmomenten in de tijd wanneer een eventuele toe- of afname zeer duidelijk aanwezig is en de variatie binnen een meetperiode laag. In hoofdstuk 3.3 en 3.4 wordt duidelijk dat ook bij grote aantallen monsters en een tijdreeks van 20 jaar (WOT-schelpdiersurvey bemonstering) het voor de meeste soorten nog steeds niet mogelijk is om de meetfrequentie te reduceren (naar eens per 2 of per 3 jaar) of het aantal monsters per jaar te verminderen zonder dat dat effect heeft op de trendanalyse resultaten. Aangezien het MWTL meetprogramma momenteel al is teruggebracht naar een bemonstering van eens in de 3 jaar, zal zo'n trendanalyse niet echt veel opleveren als eens in de 6 jaar over de BBG gerapporteerd moet worden.

Als alternatief wordt hier een methode aangedragen om te analyseren of de trefkans van een indicator soort in een gebied met 50% is af- of toegenomen, met andere woorden of de ruimtelijke distributie van die soort met 50% veranderd is. Een nog fijnere methode is om te analyseren of de gemiddelde dichtheid van een indicator soort in dat gebied in een bepaalde periode met 50% is af- of toegenomen. Voor beide methodes wordt hier geanalyseerd hoeveel monsters er nodig zijn om dit verschil van 50% te kunnen aantonen met een betrouwbaarheid van 95% en een power van 80%. Daarvoor wordt de Power analyse gebruikt op basis van een 2-zijdige t-test, hetgeen betekent dat de huidige situatie (meest recente bemonstering) kan worden vergeleken met een volgend monitoringsjaar.

De keuze voor een detectie grens van 50% is (zoals eerder aangegeven voor de trefkans) ingegeven door :

1) Praktische overwegingen. Het blijkt dat keuze voor deze grens een aantal monsters oplevert die in verhouding staan tot het huidige monitorings inspanning in het MWTL (100 boxcores). Een keuze voor detectie van kleinere veranderingen, bv 25 of zelfs 10%, betekent een toename van het aantal monsters met een factor 3 tot 10

2) Ecologische overwegingen. Beschikbare gegevens over jaar-op-jaar variatie in trefkans en dichtheden over de afgelopen 20 jaar van relevante soorten (o.a. indicator soorten *Acrocnida brachiata* op de Doggersbank en *Amphiura filiformis* in de Oestergronden; Verduin *et al.* 2012), laten

zien dat deze variatie groot kan zijn en soms de 50% overstijgt. Keuze voor detectie van kleinere veranderingen lijkt gezien de variatie dan niet zinvol of niet haalbaar.

De resultaten van de Poweranalyse op basis van 50% verandering staan in Tabel 11. Wanneer wordt uitgegaan van een evaluatiemoment om de 6 jaar en een monitoring eens in de 3 jaar kunnen die 2 bemonsteringen per periode samen worden geëvalueerd ten opzichte van de voorgaande periode hetgeen betekent dat per bemonsteringscampagne slechts de helft van de in Tabel 11 gerapporteerde monsters benodigd is. Bedenk dan echter wel, dat zoals eerder aangegeven, de onzekerheid iets toeneemt daar naar verwachting de variatie tussen monsters van verschillende jaren groter kan zijn dan de variatie tussen monsters van hetzelfde jaar. Dit zal met name spelen voor de maatgevende indicator/soort, maar voor het grootste gedeelte van de indicatoren/soorten is het voorgestelde aantal monsters sowieso groter dan het benodigde aantal.

Tabel 11. Resultaten geschatte benodigde aantal monsters voor het aantonen van minimaal 50% veranderingen in de ruimtelijke spreiding (trekkan) en de gemiddelde dichtheden van indicator soorten in de verschillende Bodembeschermingsgebieden waarvoor campagnes met voldoende schaaft en/of boxcorer monsters aanwezig zijn. In het gebied van de Klaverbank zijn dit *Video tracks met een oppervlak van 20 m² i.p.v. schaaftmonsters, en **Hamon grabs met een oppervlak van 1 m² i.p.v. boxcorer monsters (zie tevens Bijlagen 5 en 6).

Bodembeschermings gebied			Ruimtelijke spreiding (Trefkans)		Gemiddelde dichtheden	
			Schaaf (20m²)*	Boxcorer (0.078m²)**	Schaaf (20m²)*	Boxcorer (0.078m²)**
Soort	Typisch	Slim	Benodigd aantal monsters			
KLAVERBANK **,**						
Jaar			2012	2002	2012	2002
Totaal monsters			11	62	11	62
<i>Alcyonium digitatum</i>	x	x	13		221	
<i>Aporrhais pespelecani</i>			146		173	
<i>Buccinum undatum</i>	x		32		55	
<i>Chlamys opercularis</i>			245		333	
<i>Hydrozoa</i>		x	13		109	
<i>Pomatoceros sp.</i>			47		135	
<i>kalkroodwieren</i>	x	x	97		301	
<i>Urticina spec.</i>		x	22		48	
<i>Dosinia exoleta</i>	x	x		51		127
<i>Sabellaria spinulosa</i>	x					
<i>Chone duneri</i>	x			33		581
<i>Pododesmus patelliformis</i>	x					
<i>Lithothamnion sonderi</i>	x	x		3020		3020
<i>Galathea intermedia</i>				733		1061
<i>Acropagia crassa</i>				396		509
DOGGERSBANK						
Jaar			2007	2010	2007	2010
Totaal monsters			25	9	25	9
<i>Acrocrida brachiata</i>	x	x	38	29	153	134
<i>Arctica islandica</i>	x		209	445	296	

<i>Buccinum undatum</i>	x		118		169	
<i>Corystes cassivelaunus</i>		x	4		20	
<i>Echinocyamus pusillus</i>	x			113		113
<i>Ensis ensis</i>		x	18	46	51	57
<i>Ensis siliqua</i>		x	27		72	
<i>Gari fervensis</i>		x	4	445	71	445
<i>Macra corallina</i>	x		1571		1571	
<i>Psammechinus miliaris</i>		x	53		169	
CENTRALE OESTERGRONDEN						
Jaar			2007	2010	2007	2010
Totaal monsters			36	7	36	7
<i>Acanthocardia echinata</i>		x	23		97	
<i>Amphiura filiformis</i>		x	326	2	526	22
<i>Brissopsis lyrifera</i>		x	4	347	69	347
<i>Callianassa subterranea</i>		x	74	2	206	14
<i>Corbula gibba</i>		x	2	2	161	81
<i>Turritella communis</i>		x	5	347	100	347
<i>Upogebia stellata</i>		x	43	347	157	347
FRIESE FRONT						
Jaar			2012	2010	2012	2010
Totaal monsters			30	8	30	8
<i>Amphiura filiformis</i>		x	39	9	538	58
<i>Callianassa subterranea</i>		x	9	9	49	26
<i>Corystes cassivelaunus</i>		x	4		48	
<i>Goneplax rhomboides</i>		x	29		74	
<i>Thracia convexa</i>		x	58		296	
<i>Upogebia deltaura</i>		x	15	58	63	71
NOORDZEEKUSTZONE						
Jaar			2007	2010	2007	2010
Totaal monsters			27	6	27	6
<i>Buccinum undatum</i>	x					
<i>Chamelea striatula</i>		x	83		169	
<i>Echinocardium cordatum</i>	x		96		585	
<i>Lanice conchilega</i>	x	x		31		135
<i>Lutraria lutraria</i>		x	230		296	
<i>Macoma balthica</i>	x		72	31	960	143
<i>Ophiura ophiura</i>		x	29		402	
<i>Pagurus bernhardus</i>		x	29		115	
<i>Spisula subtruncata</i>	x	x	132	298	288	298

Bruine Bank						
Jaar			2007	2010	2007	2010
Totaal monsters			9	6	9	6
<i>Donax vittatus</i>		x	17		52	
<i>Ensis spp.</i>		x	17		171	
<i>Ophiura ophiura</i>		x	8		17	
<i>Thia scutellata</i>		x	2		62	
<i>Nephtys cirrosa</i>		x		13		55

In Tabel 11 is te zien dat in het algemeen minder monsters nodig zijn om veranderingen in de trefkans te detecteren dan om significante veranderingen in dichtheden waar te nemen. Uitzonderingen hierop zijn soorten waarvan de dichtheid 0 of 1 is.

Voor de Klaverbank blijkt uit Tabel 11 dat al met een relatief beperkt aantal video tracks veranderingen in de trefkans voor de 'slimme' soorten *Alcyonium digitatum*, *Hydrozoa* en *Urticina spec.* kunnen worden gedetecteerd. Met de boxcore geldt dit ook voor *Dosinia exoleta*. Voor kalkroodwieren moet echter een aanzienlijk aantal videotracks gemaakt worden (97, bij 2x bemonsteren in 6 jaar toch nog bijna 50 videotrack per monster campagne). Indien men verschillen in dichtheden wil detecteren vraagt dit al gauw om meer dan een verdubbeling van het aantal benodigde monsters. Dit lijkt fysiek vrijwel ondoenlijk: b.v. 221 videotrack voor *Alcyonium digitatum*. Alleen voor de soorten *Urticina spec.* en *Buccinum undatum* lijkt dit eventueel nog haalbaar.

Voor de Doggersbank zijn veranderingen in de trefkans en de dichtheden van *Corystes cassivelaunus* met de schaaft goed te detecteren (respectievelijk 4 en 20 schaaftmonsters). Voor *Gari fervensis* geldt dit ook voor de trefkans (in totaal 4 schaaft monsters), maar voor de dichtheden zijn in totaal zo'n 71 schaaftmonsters nodig (of 36 per jaar bij monitoring eens in de 3 jaar). Het detecteren van veranderingen in de trefkans lijkt overigens voor alle 'slimme' soorten met een enigszins realistische inspanning haalbaar, en veranderingen in dichtheden zijn met minder dan 37 monsters per jaar te detecteren voor *Corystes cassivelaunus*, *Ensis ensis*, *Ensis siliqua* en *Gari fervensis*.

In het gebied van de Centrale Oestergronden is het aantal benodigde monsters om eventuele verschillen aan te tonen, kleiner dan op de Klaverbank en de Doggerbank, vanwege een grotere homogeniteit van het gebied en de daarbij behorende gemeenschappen. Zo kan hier met 23 schaaftmonsters (12 per campagne om de 3 jaar) en enkele boxcore monsters (1 per campagne om de 3 jaar) voor 6 van de 7 'slimme' indicator soorten de trefkans worden geëvalueerd (alleen voor *Upogebia stellata* zouden eventueel 43 schaaftmonster noodzakelijk zijn). Een eventuele 50% verandering in gemiddelde dichtheden zou voor *Amphiura filiformis* en *Callianassa subterranea* met 22 boxcore monsters in 6 jaar nog kunnen worden gedetecteerd.

Voor het Friese Front zouden 15 schaaftmonsters en 5 boxcore monsters om de 3 jaar volstaan om 50% veranderingen in de trefkans van de potentieel 'slimme' soorten te kunnen detecteren, met uitzondering van de soort *Thracia convexa*. Om ook veranderingen in dichtheden voor enkele soorten te detecteren zijn al gauw minimaal 25 schaaftmonsters om de 3 jaar noodzakelijk.

Voor de Noordzeekustzone is het aantal benodigde monsters weer wat groter en zijn 16 boxcore monster om de 3 jaar en tot 115 schaaftmonsters om de 3 jaar noodzakelijk om veranderingen in de trefkans te detecteren. Dit laatste is echter geen probleem daar het WOT-schelpdiersurvey programma bestaat uit jaarlijks 165 schaaftmonsters. Deze worden echter gestratificeerd genomen gericht op de gebieden waar de hoogste schelpdier dichtheden worden verwacht, dus hier dienen wellicht wel initieel een aantal random schaaftstations te worden aangewezen, die deels reeds onderdeel van de WOT-schelpdiersurvey zullen zijn, en deels nieuwe (extra) stations (zie Hoofdstuk 3.6). De 'typische' soort *Buccinum undatum* wordt overigens in het geheel niet aangetroffen in dit Natura2000 gebied. De aantallen monsters voor het detecteren van veranderingen in dichtheden zijn voor alle indicator soorten groot te noemen, maar wellicht kan er op basis van het huidige WOT-schelpdiersurvey programma toch een uitspraak worden gedaan. Uit analyse van die WOT-schelpdiersurvey data van 2012 blijkt dat met 131 schaaftmonsters veranderingen van 50% in de ruimtelijke distributie van de soorten *Macoma balthica*, *Spisula subtruncata*, *Ophiura ophiura* en *Pagurus bernhardus* kunnen worden gedetecteerd (Bijlage 7). Voor de 2 eerstgenoemde zijn overigens een 16-tal schaaftmonsters al toereikend. Het aantonen van veranderingen van 50% in

gemiddelde dichtheden is met 19 schaaftmonsters al te realiseren voor *Macoma balthica*, maar voor *P. bernhardus* en *O. texturata* zijn iets meer dan 100 schaaftmonsters nodig. De dichtheden van *S. subtruncata* zijn in de Noordzeekustzone zo variabel dat veranderingen in dichtheden niet met realiseerbare aantallen monsters te detecteren zijn. Voor dezelfde soorten is het WOT-schelpdiersurvey programma voor de Voordelta overigens wel toereikend. Veranderingen in de ruimtelijke distributie zijn in het gebied van de Vlake van de Raan met het huidige WOT-schelpdiersurvey programma enkel te detecteren voor *Ophiura ophiura*. Voor het gebied van de Bruine Bank kunnen met 9 schaaftmonsters en 7 boxcore monsters om de 3 jaar veranderingen van 50% in de trefkans met een power van 80% worden gedetecteerd voor de 5 aangewezen slimme soorten. Voor het detecteren van vergelijkbare veranderingen in dichtheden zijn 31 schaaftmonsters en 28 boxcore monsters benodigd, maar dan worden de ontwikkelingen voor *Ensis* veelal niet opgemerkt (vraagt om 86 schaaftmonsters).

In de hiervoor beschreven methodiek is uitgegaan van het detecteren van een generieke 50% verandering in trefkans (zie argumentatie hierboven). Van een deel - dwz de meest algemene - van de gekozen 'slimme' indicatoren is de trefkans thans hoger dan 0.66 (Tabel 10). Hierdoor is het niet mogelijk om vast te stellen of de ruimtelijke verspreiding van een dergelijke soort met 50% of meer toeneemt. Opgemerkt moet worden dat o.i. dergelijke algemene indicator soorten wel relevant zijn in de context van KRM monitoring. Immers een 50% afname van deze algemene soorten zou op een significante verandering van het ecosysteem duiden. Naast bodemberoering, spelen andere stressfactoren (pH, temperatuur) een rol in de toekomstige Noordzee en deze zouden zowel een toename maar ook afname kunnen veroorzaken van indicator soorten, ondanks beleid gericht op bodembescherming.

De soorten waarvan de huidige trefkans de 0.66 overstijgt, zijn algemene soorten. Om veranderingen in de trefkans van deze soorten vast te stellen is in feite een lager aantal samples vereist dan in de scenario's wordt voorgesteld. Immers deze zijn gebaseerd op de minst algemene indicatoren dan wel de indicatoren met (van nature) grootste variatie ten op zichte van het gemiddelde. Dit biedt de mogelijkheid om onder het trefkans scenario, voor de algemene soorten te toetsen of hun dichtheid verandert. Ter indicatie; in hoofdstuk 3.7 zullen we voorstellen doen voor de inrichting van het toekomstige monitoringprogramma in de vorm van 3 scenario's. In het minimale scenario (BBG) worden 20 boxcoremonsters en 14 schaaftmonsters voorgesteld wat in principe volstaat voor de detectie van 50% verschillen in de ruimtelijke distributie (= trefkans) van de geselecteerde 'slimme' soorten (met uitzondering van *Psammechinus miliaris*, waarvoor het benodigde aantal schaaftmonsters pas na 12 jaar wordt gehaald; dus deze soort is wellicht minder 'slim' dan gedacht qua indicatiewaarde. Voor de andere soorten zijn niet alleen 50% veranderingen in de trefkans met het genoemde aantal monsters te detecteren, maar voor *Acrocnida brachiata* zijn ook al 30% veranderingen te detecteren, voor *Ensis ensis* 25% veranderingen en voor *Corystes cassivelaunus* en *Gari ferversis* zelfs 10% veranderingen met de genoemde aantallen monsters. Voor die soorten die al in vrijwel alle monsters worden aangetroffen in het uiteraard enkel haalbaar om een significante afname in de trefkans te detecteren, maar in die gevallen wordt het uiteraard zinvol om juist naar toenames in de dichtheden te gaan kijken. Zo is het voorgestelde aantal monsters ook toereikend om 50% veranderingen in dichtheden voor de reeds zeer frequent aangetroffen *C. cassivelaunus* te detecteren. Uiteraard is het niet noodzakelijk dat alle voorgestelde indicatoren/soorten veranderingen laten zien binnen 6 jaar; in feite kan één veranderende indicator al de richting van de ontwikkelingen duiden, en kunnen patronen duidelijker worden of worden bevestigd door meerdere indicatoren na bijvoorbeeld 12 jaar (2 evaluatie periodes).

Een aantal van de specifiek aangewezen habitats met instandhoudingsdoelstellingen en/of verbeterdoelstellingen in het kader van de KRM is gelegen zowel binnen als buiten de BBG. Aangezien de doelstellingen gelden voor het habitat als geheel, dient niet alleen het gedeelte binnen de BBG te worden geevalueerd, maar ook het geheel van de delen zowel binnen als buiten de BBG. De bovengenoemde berekende benodigde aantallen monsters gelden voor de delen binnen de BBG; voor evaluatie van de habitats als geheel dient een aantal monsters naar oppervlakte-ratio aan het gedeelte buiten de BBG te worden toegevoegd. Als voorbeeld betekent dit voor de Doggersbank en het habitat Permanent overstroemde banken (H1110C) dat naast het BBG Doggersbank ook het resterende gebied ten Noorden daarvan bevat, dat nog eens ongeveer 1/9^{de} van het berekende benodigde aantal monsters binnen de BBG, buiten de BBG dient te worden genomen voor het totaalbeeld van H1110C.

3.6. Analyse detectie 'typische soorten' met huidige monitoring

De huidige monitoring bestaat uit het MWTL programma met een boxcorer bemonstering en het WOT-schelpdiërsurvey programma wat hoofdzakelijk uit bemonstering met de schaaf in de kustzones bestaat. Analyse van de recente resultaten van de huidige bemonstering van het NCP, d.w.z. MWTL 2010, WOT 2012 en de NIOZ Schaafbemonstering 2007 laat zien in deze surveys, alle 'typische soorten' van de Klaverbank worden gemist. Dit is verklaarbaar vanwege ontbreken van monsters van de Klaverbank. Tevens kunnen slechts 4 van de 11 'typische soorten' van de Doggersbank worden aangetoond, 10 van de 12 'typische soorten' van de Noordzeekustzone, 9 van de 12 'typische soorten' van de Voordelta en 6 van de 12 'typische soorten' van de Vlake van de Raan (Tabel 12). Voor de Vlake van de Raan en de Voordelta is het de vraag of *Buccinum undatum* en *Ophelia borealis* überhaupt met een realiseerbaar monitoringsprogramma kunnen worden aangetoond, en dat geldt voor eerstgenoemde ook voor de Noordzeekustzone.

Tabel 12. Overzicht van de 'typische soorten' (HR) per Bodembeschermingsgebied, waarvan de aanwezigheid met de huidige monitoring met 95% betrouwbaarheid wel of niet kan worden aangetoond. Benodigd geeft het aantal benodigde monsters om de aanwezigheid van de soort te kunnen aantonen met de schaaf (s) of boxcore (b); voor de Klaverbank is dat met video (s) en de hamon grab (b); ? betekent dat de soort in zijn geheel niet is aangetroffen in recente bemonsteringen, wat betekent dat de soort zeer zeldzaam is of de gehanteerde methodieken ongeschikt (de huidige monitoring is dan in ieder geval ontoereikend); *wordt met de schaaf aangetroffen maar niet gekwantificeerd.

Bodem- beschermings- gebied	Huidig aantal monsters	Voldoet voor	Ontoereikend voor	Benodigd	
				s	b
Klaverbank					
Video	0		Acropagia crassa		9
Hamon	0		Alcyonium digitatum	2	
Boxcore	1		Buccinum undatum	4	
			Chone duneri		4
			Dosinia exoleta		6
			Galathea intermedia		10
			Lithothamnion sonderi (red algae)	7	
			Pododesmus patelliformis	?	?
			Sabellaria spinulosa	?	?
			Spirobranchus triqueter	?	?
Doggersbank					
Boxcore	8	Acrocnida brachiata		4	4
Schaaf	0		Arctica islandica	8	9
		Bathyporeia elegans			1
		Bathyporeia guilliamsoniana			6
			Buccinum undatum	7	
		Echinocyamus pusillus			7
			Euspira pulchella	?	?
			Iphinoe trispinosa		35
			Lanice conchilega		11
			Mactra stultorum	10	
		Sigalion mathildae		3	

Noordzeekustzone					
Boxcore	6	<i>Angulus fabulus</i>		1	
WOT	495	<i>Bathyporeia elegans</i>			1
(WOT is jaarlijks 165 schaaf monsters)			<i>Buccinum undatum</i>	?	?
		<i>Echinocardium cordatum</i>		6	2
		<i>Euspira pulchella</i>		70	
		<i>Lanice conchilega</i>			4
		<i>Macoma balthica</i>		6	4
		<i>Nephtys cirrosa</i>			5
			<i>Ophelia borealis</i>		8
		<i>Spiophanes bombyx</i>			1
		<i>Spisula subtruncata</i>		7	9
		<i>Urothoe poseidonis</i>			1
Voordelta					
Boxcore	4	<i>Angulus fabulus</i>		1	
WOT	774		<i>Bathyporeia elegans</i>		7
(WOT is nu jaarlijks 258 schaaf monsters)			<i>Buccinum undatum</i>	?	?
		<i>Echinocardium cordatum</i>		*	4
		<i>Euspira pulchella</i>		2	
		<i>Lanice conchilega</i>		*	2
		<i>Macoma balthica</i>		2	20
		<i>Nephtys cirrosa</i>			2
			<i>Ophelia borealis</i>		30
		<i>Spiophanes bombyx</i>			2
		<i>Spisula subtruncata</i>		1	14
		<i>Urothoe poseidonis</i>			1
Vlakte van de Raan					
Boxcore	0	<i>Angulus fabulus</i>		1	
WOT	114		<i>Bathyporeia elegans</i>		7
(WOT is nu jaarlijks 38 schaaf monsters)			<i>Buccinum undatum</i>		
		<i>Echinocardium cordatum</i>		*	4
		<i>Euspira pulchella</i>		2	
		<i>Lanice conchilega</i>		*	2
		<i>Macoma balthica</i>		2	20
			<i>Nephtys cirrosa</i>		2
			<i>Ophelia borealis</i>		30
			<i>Spiophanes bombyx</i>		2
		<i>Spisula subtruncata</i>		1	14
			<i>Urothoe poseidonis</i>		1

3.7. Voorstellen voor een nieuw monitoringsprogramma

Hier worden een aantal monitoring scenario's gegeven, die gebaseerd zijn op het aantal boxcores/schaaftrekken/videotrekken dat nodig is om een verandering van 50% met een zekerheid van 80% (power) vast te stellen. Dit aantal is berekend met een poweranalyse. Dit is gedaan voor zowel de trefkans ofwel presentie (scenario BBG en BBG+), als wel voor de dichtheid van de soorten (scenario BBG+_abundantie).

Scenario BBG is een beknopt scenario en concentreert zich alleen op de BBG inclusief de Bruine Bank en op de specifieke habitats met instanthoudingsdoelstellingen als geheel (zowel binnen als buiten de BBG). De overige MWTL stations die buiten deze gebieden liggen, vallen hier weg. De Bruine Bank is hier aan toegevoegd omdat dit gebied al in een eerdere publicaties als een bijzonder gebied wordt aangeduid, maar vooral omdat bij concentratie van monitoring op de zogenaamde BBG de Zuidelijke Bocht ofwel het zandige Offshore gebied helemaal buiten de boot valt. Zo worden toch alle verschillende habitats op het NCP in voldoende mate door de monsterprogramma's gedekt, en kan gesteld worden dat deze monitoring ook een goed beeld kan geven van het gehele NCP.

Scenario BBG+ concentreert zich niet alleen op de Beschermde gebieden van het NCP + de specifieke habitats buiten de BBG (zie scenario BBG) maar neemt ook alle bestaande MWTL stations mee om een eventuele vergelijking tussen beschermd en onbeschermd gebied te kunnen maken (onderscheid autonome trend en effecten van maatregelen of verstoringen). Verder kan de reeds ingezette historische reeks aan de hand van de MWTL monsters (o.a. belangrijk voor trend analyses) voort worden gezet en kunnen de ontwikkelingen in de afzonderlijke zones of gehele Noordzee op dezelfde manier als in het verleden in kaart worden gebracht.

Scenario BBG+_abundantie is gelijk aan scenario BBG+ maar dan gebaseerd op dichtheid i.p.v. trefkans. Voor dit programma zijn beduidend meer monsters nodig dan de vorige 2 scenario's.

Deze scenario's kunnen met willekeurige frequentie uitgevoerd worden (iedere 1, 2, 3 jaar) omdat ze i.t.t. de MWTL voldoende monsters omvatten voor een statistische toetsing van een evt. verandering tussen twee opeenvolgende surveys. Uiteraard hangt de mate waarin lange trends duidelijk worden af van de monitoringsfrequentie. Er wordt van uit gegaan dat bij alle scenario's in de toekomst ook een AMBI of soortgelijke samengestelde indicator kan worden berekend. Alleen voor de Klaverbank kon niet berekend worden of dit daadwerkelijk ook kan voor alle scenario's (op basis van de Hamon grabs). Voor de Vlake van Raan en de Doggersbank, waarvoor het ook niet mogelijk was om de AMBI te toetsen, is het wel waarschijnlijk dat het aangegeven aantal boxcore monsters in alle 3 de scenario's toereikend is.

Welke indicator soorten met deze scenario's wel of niet kunnen worden gevolgd is aangegeven in de bijbehorende Bijlage 8. Het valt op dat met het BBG en het BBG+ scenario dezelfde indicatoren soorten kunnen worden geëvalueerd, maar dat bij laatstgenoemde de MWTL doelstellingen behouden blijven. De MWTL monsters die buiten de BBG liggen kunnen van belang zijn om een beter inzicht te krijgen in de schaal en daarmee ook de oorzaak van waargenomen verandering in indicatoren.

Met alle drie de voorgestelde scenario's kunnen dus van de meeste 'slimme' indicatoren, maar ook van de 'typische soorten' die in voldoende mate aanwezig zijn, veranderingen op een statistisch verantwoorde wijze worden gevolgd (Bijlage 8), overigens zowel binnen de BBG als in de specifieke habitattypes met instandhoudingsdoelingen als geheel (zowel binnen als buiten de BBG). Voor het louter aantonen of een soort aanwezig is, de minimum eis voor de 'typische soorten', zijn deze scenario's uiteraard ook ruim voldoende. Omdat de keuze van de 'slimme' indicatoren mede is gebeurd op grond van hun belangrijkheid voor de structuur en functie van een habitat (criterium 5 in Hoofdstuk 2.3), kan ook gesteld worden dat met deze scenario's een goed beeld van de kwaliteit van een habitattype wordt verkregen. Hiermee wordt door alle drie de scenario's voldaan aan de eisen voor de landelijke Habitatrichtlijnrapportage ('artikel 17-rapportage'). Voor de evaluatie van Natura 2000-beheermaatregelen zijn de scenario's voldoende om voor het gehele gebied te bepalen of er verbetering optreedt en of dat eisen gehaald worden. Het aantal monsters is echter niet toereikend om te bepalen of de eventuele verbeteringen specifiek voortkomen uit beheersmaatregelen of dat het om algehele veranderingen of 'toevallige' autonome ontwikkelingen in de Natura 2000-gebieden of de gehele Noordzee gaat, binnen een evaluatietermijn van 6 jaar. Echter, door de keuze voor 'slimme' soorten specifiek gekozen op basis van hun indicatorwaarde zal veelal toch kunnen worden aangegeven of de ontwikkelingen het gevolg zijn van beheersmaatregelen of niet. Verder zal het in de meeste gevallen (afhankelijk van het aantal types beheer per te evalueren gebied) na 12 jaar wel mogelijk zijn om direct te toetsen of de bevinden het resultaat zijn van beheersmaatregelen. De genoemde eisen beslaan twee aspecten, namelijk het aantonen van de aan- of afwezigheid in het

habitattype van de 'typische soorten', en het aantonen van veranderingen in de structuur en functie van een habitat.

Tabel 13. Vergelijking tussen het huidige monitoring programma en de drie nieuwe monitoring scenario's met daarbij aangegeven het aantal boxcores, hamonhappen, schaaftrekken en videotracks die uitgevoerd moeten worden in elk gebied. Alle scenario's gaan ervan uit dat gefocussed wordt op de Bodembeschermingsgebieden inclusief de Bruine Bank. *Tussen haakjes het aantal benodigde WOT schaven.

Monitoring voorstel		huidige MWTL & WOT	Scenario BBG	Scenario BBG+	Scenario BBG+_abundantie
Beschermde gebieden			gebaseerd op aantonen verandering in trefkans	gebaseerd op aantonen verandering in trefkans	gebaseerd op aantonen verandering in dichtheid
Klaverbank	Video	0	16	16	77
	Hamon	0	17	17	17
	Boxcore	1	0	1	1
Doggersbank	Boxcore	8	20	20	20
	Schaaf	0	14	14	85
Centrale Oestergronden	Boxcore	7	18	18	18
	Schaaf	0	12	12	81
Friese Front	Boxcore	9	6	9	29
	Schaaf	0	15	15	37
Noordzeekustzone	Boxcore	6	16	16	16
	Schaaf	165	66	66	293
Voordelta	Boxcore	4	16	16	16
	Schaaf	258	83	83	283
Vlakte van de Raan	Boxcore	0	8	8	8
	Schaaf	38	39	39	95
Bruine Bank	Boxcore	3	7	7	28
	Schaaf	0	9	9	31
Overig Coastal zone (buiten bodembeschermingsgebieden)	Boxcore	7	16	16	16
	Schaaf	401	77	77	224
Overig Offshore (buiten bodembeschermingsgebieden)	Boxcore	30	0	27	27
	Schaaf	0	0	0	0
Overig Oystergrounds (buiten bodembeschermingsgebieden)	Boxcore	24	0	24	24
	Schaaf	0	0	0	0
Overig Doggersbank (buiten bodembeschermingsgebieden)	Boxcore	1	2	2	2
	Schaaf	0	2	2	10
TOTAAL NCP	Boxcore	100	109	164	205
	Schaaf*	0	53(+264)	53(+264)	453(+685)
	Hamon	0	17	17	17
	Video	0	16	16	77

Verder moet bedacht worden dat in zowel de MWTL-monitoring en de NIOZ schaaf survey altijd alle gevonden soorten zijn meegenomen. Indien dit bemonstering protocol in toekomst wordt voortgezet (en het lijkt weinig tijdswinst op te leveren als maar een deel van de soorten wordt uitgezocht), dan biedt de verkregen datasets veel meer mogelijkheden voor toekomstige analyse (AMBI, biodiversiteits indexen).

Met betrekking tot de WOT-schelpdiersurvey monsters dient hier wel te worden vermeld dat het voor de KRM doelstellingen wel van belang is om de soorten *Chamelea striatula*, *Ophiura ophiura* en *Pagurus bernhardus* structureel mee te tellen. Die soorten behoren nu niet tot de standaard soorten voor de WOT-schelpdiersurvey rapportages maar worden over het algemeen wel geteld. Verder dient er rekening mee te worden gehouden dat de in de WOT-schelpdiersurvey waargenomen trefkans en gemiddelde dichtheid niet de werkelijke trefkans en gemiddelde dichtheid zijn, daar er gestratificeerd bemonsterd wordt gericht op hoge schelpdieren aantallen. Indien de methodiek met betrekking tot de WOT-schelpdiersurvey niet verandert, is dat geen probleem want de gegevens per jaar blijven vergelijkbaar. Wanneer te voorzien valt dat in de toekomst een andere strategie zal worden gebruikt of het aantal monsters wordt aangepast, dan is het te overwegen een aantal van de WOT-schelpdiersurvey locaties bij voorbaat random over het gebied te verdelen onafhankelijk van de onderscheiden strata. Een aantal van die random locaties kunnen gewoon samen vallen met WOT-schelpdiersurvey locaties, maar een aantal ook niet. Dit laatste heeft dan tot gevolg dat er een aantal extra schaafmonsters genomen zou moeten worden voor de KRM doelstellingen. Dit kan dan wel met dezelfde frequentie in tijd worden uitgevoerd als voor de overige monsters benodigd voor de KRM doelstelling (eens per 1, 2 of 3 jaar).

4. Aanbevelingen

Uit de analyses blijkt dat de huidige MWTL niet toereikend is om voor een groot aantal 'typische soorten' in het kader van de Habitatrichtlijn enkel de eventuele aan- afwezigheid aan te tonen. Met name op de Klaverbank en de Doggersbank schiet de MWTL te kort. Om de 'typische soorten' te kunnen detecteren (HR) en bovendien inzicht te krijgen in veranderingen in verspreiding/dichtheid van 'slimme' indicator soorten (KRM) vereist een uitbreiding van het aantal boxcore monsters plus een aanvullend programma met een bodemschaaf voor de grotere (zeldzamere) soorten. Leidend hierbij is de eis dat KRM indicatoren getoetst moeten worden op trends omdat dit doorgaans meer monsters vereist dan nodig zijn voor het vaststellen van aan- afwezigheid van 'typische soorten' (Tabel 10, 11). Met de hogere aantallen monsters nodig voor de KRM is dus ook toetsing van aan- afwezigheid van 'typische soorten' in HR kader mogelijk. Op basis van Power analyse is het aantal monsters berekend dat nodig is voor het detecteren van een 50% verandering in trefkans of dichtheid van 'slimme' indicatoren. Hiervoor zijn een aantal scenario's onderscheiden die m.u.v. het nul scenario (geen wijziging), de bemonstering concentreren op de BBG van het NCP d.w.z. Klaverbank, Doggersbank, Centrale Oestergronden, Friese Front, Noordzeekustzone, Voordelta en de Vlake van de Raan, Bruine Bank. Doordat de stations in deze BBG worden geconcentreerd (en hun aantal verhoogd) kunnen nu verandering in de tijd worden aangetoond. Aangezien bovengenoemde BBG toch alle relevante bodemgemeenschappen op het NCP bevatten, wordt verwacht hiermee ook een goed beeld van het hele NCP te krijgen. Omdat de keuze van de 'slimme' indicatoren mede is gebeurd op grond van hun belangrijkheid voor de structuur en functie van een habitat zal ook een indruk worden verkregen van veranderingen in de structuur en functie van een habitat. De verschillen tussen de scenario's met aanpassingen betreffen het al dan niet blijven volgen van de MWTL en de keuze tussen trefkans en dichtheid als te toetsen parameter.

We stellen voor om een van de bovenstaande aangepaste scenario's over te nemen waarbij de inspanningen geconcentreerd worden op de bovengenoemde BBG op het NCP + de specifiek aangewezen habitatdelen gelegen buiten de BBG. Hiermee worden alle relevante bodemgemeenschappen op het NCP bemonsterd en kan aan eisen in het kader van HR en KRM voldaan worden. Voor de consistentie van de monitoringsreeksen is het aan te bevelen om de huidige MWTL stations in bovengenoemde gebieden als vaste stations te behouden. Bij verdeling van de overige punten moeten heterogeniteit (bv zonering, ecotopen) en beleid (sluiten van delen voor visserij) in het oog worden gehouden.

Het is aan te bevelen om in de planning van de monsterlocaties voor de WOT-schelpdiersurvey, de voor de KRM evaluatie benodigde (schaaf)stations te betrekken. Een belangrijk deel van de KRM stations zal samenvallen met die uit de WOT-schelpdiersurvey stations hetgeen de efficiëntie ten goede komt. Een aantal stations t.b.v. de KRM zal buiten het gebied van de WOT-schelpdiersurvey vallen, maar is wel nodig om een representatief beeld te krijgen van met name de soorten die niet tot de kernsoorten van het WOT-schelpdiersurvey programma behoren. Deze extra stations kunnen met dezelfde synchroniteit als de overige monsters op het NCP worden bemonsterd.

Uitspraken over benodigde temporele dekking op basis van data uit het verleden hebben beperkte voorspellende waarde, met name waar het effecten van beleid en klimaat betreft. De analyse in dit rapport toont aan dat door het reduceren van de jaarlijkse MWTL monitoring naar eens per 2 of 3 jaar, detectie van lineaire trends doorgaans onbetrouwbaar wordt. Hierbij moet direct benadrukt worden dat lineaire trends in de jaarlijkse MWTL monitoring zeldzaam zijn. Als alternatief stellen we voor om - i.p.v. op langjarige lineaire trends - te concentreren op detectie van veranderingen tussen 2 monitoringstijdstippen middels een van de voorgestelde scenario's. Als er iedere 6 jaar gerapporteerd moet worden, kan met een bemonstering per 3 jaar vastgesteld worden of er binnen een dergelijke periode veranderingen hebben plaatsgevonden. Daarnaast kunnen de verkregen waarden getoetst worden aan de 'natuurlijke' bandbreedte uit de langjarige MWTL waarin immers weinig duidelijke trends te zien zijn. Met deze 'vinger aan de pols' strategie kan snel ingespeeld worden op onvoorziene ontwikkelingen en drastische verschuivingen. Het is aan te raden om de betrouwbaarheid van het monitoringsprogramma regelmatig te ijken naar nieuwe situaties gebruik makend van technieken in dit rapport.

Het is aan te bevelen dat zodra er voor de Nederlandse mariene gebieden gevalideerde AMBI classificatie lijsten beschikbaar zijn die toepasbaar zijn op de soorten van open zee, er getoetst wordt of het aantal monster dat voorgesteld is voor de offshore gebieden, zoals Klaverbank en Doggerbank,

voldoet om verandering in AMBI (en aanverwante) index te detecteren. Voor de kust nabije Vlake van de Raan waar de huidige AMBI classificatie lijsten al toegepast kunnen worden, is deze toets al mogelijk nadat een eerste campagne is uitgevoerd. Het resultaat zal echter alleen betrekking hebben op de status ten aanzien van verstoring door organische verrijking. Voor andere stressfactoren (sedimentatie, visserij) moeten de classificaties nog gevalideerd worden. Om AMBI of een andere samengestelde gemeenschapsindicator eventueel in de toekomst te kunnen evalueren, is het aan te bevelen de hier in ieder van de voorgestelde scenario's genoemde boxcore aantallen niet te verminderen wanneer het er op lijkt dat dit eventueel mogelijk is met behoud van de detectiemogelijkheden van typische en slimme soorten. De genoemde boxcore aantallen houden rekening met een toekomstige implementatie van een samengestelde gemeenschapsindicator.

Los van welk scenario gekozen wordt voor toekomstige monitoring van de BBG's, dwz op basis van trefkans of dichtheid, is het aan te bevelen om alle soorten te determineren en van elk individu zoveel mogelijk de parameters gewicht, leeftijd, lengte en eventueel parasitisme te meten. Dit met het oog op toekomstige ontwikkelingen o.a. in multi-metrische indicatoren.

Puntsgewijze tips en aanbevelingen die in dit rapport zijn gedaan:

-Het optimale scenario waarmee wordt voldaan aan de doelstellingen, evaluatie van de ontwikkelingen van de bodembeschermingsgebieden en het mogelijk maken van rapportage in het kader van de Kaderrichtlijn Marien op basis van de aan-/afwezigheid van typische soorten en de populatie ontwikkelingen van slimme soorten, in periodes van 6 jaar, is scenario BBG+_abundantie. Ook met het scenario BBG+ kunnen de doelstellingen worden gehaald maar zijn met betrekking tot de uitvoerbaarheid enige concessies gedaan op het gebied van de specificiteit, de detectielimiet, de evaluatietermijn en het aantal in te zetten indicatoren (in de praktijk kunnen er keuzes worden gemaakt en geeft het totaalplaatje voldoende zekerheid wat betreft de evaluatie).

-Om de 6 jaar (bij iedere evaluatie) dient aan de hand van Power analyses te worden bepaald of het ingezette monitoringsprogramma kan/moet worden bijgesteld daar grote veranderingen in gemiddelde en variaties in abundanties een uitbreiding van het aantal monsters kan vragen of een reductie van het aantal monsters toe laat.

-Het aanbevolen aantal monsters dient in een periode van 6 jaar te worden genomen. Er wordt aanbevolen dit in 2 campagnes (dus iedere 3 jaar) te doen (frequenter bemonsteren zorgt er voor dat het aantal monsters per jaar te laag wordt (tenzij het totaal aantal monsters wordt uitgebreid) om een representatief beeld te verkrijgen terwijl om de 6 jaar bemonsteren er voor zorgt dat trenddetectie vrijwel onmogelijk wordt). Voor de T0 zullen wellicht wel alle monsters in één campagne genomen dienen te worden (daar de planning geen ruimte geeft voor verdeling over meerdere jaren).

-De bemonstering vraagt om het tellen, determineren en wegen van alle soorten, de lengte te bepalen voor de individuen in de schaaftbemonstering (voor de boxcore bemonstering enkel voor de grotere organismen zoals schelpdieren, kreeftachtigen en zee- en slangsterren conform het MWTL-protocol), de leeftijd te bepalen voor schelpdieren en parasieten te noteren; om in de toekomst de eventuele inzet van samengestelde gemeenschapsindicatoren en indicatoren op basis van grootte of leeftijd mogelijk te maken.

-De berekende aantallen voor het bepalen van de aan-/afwezigheid van soorten dient vanwege de beperkingen van de rekenmethodieken (zowel Poisson als actuele trefkans) als absoluut minimum te worden gezien en het dient de aanbeveling hier enkele monsters boven te gaan zitten (in de praktijk zal dit weinig problemen geven daar ook populatieontwikkelingen zullen worden gedetecteerd die veelal om grotere aantallen monsters vragen).

-Voor het bepalen van de aan-/afwezigheid van soorten kan een monitoringprogramma toegespitst op bepaalde (de meeste geschikte) ecotopen een reductie van het aantal benodigde monsters betekenen (of de detectiegevoeligheid verhogen).

-Het is aan te bevelen de MWTL boxcore stations op vaste locaties te behouden om de continuering van ingezette reeksen te waarborgen (meest ideaal voor trend analyses). Overige stations zouden random moeten worden geplaatst in de te monitoren gebieden, wanneer een evaluatie van het gehele gebied wordt beoogd om potentiële effecten van beheersmaatregelen optimaal te evalueren (eventueel worden de random locaties in de daar op volgende jaren gehandhaafd).

-Effect evaluatie van beheersmaatregelen kan het beste worden gerealiseerd door gelijke aantallen monsters per beheereenheid te nemen rekening houdende met de relevante ecotopen. In de aanwezigheid van diverse te onderscheiden gebieden kan in een dergelijk design het aantal te nemen monsters behoorlijk oplopen; het random toekennen van monsters over het gehele gebied is dan een redelijk alternatief, maar geeft minder zekerheid met betrekking tot de oorzaak van de waargenomen ontwikkelingen (autonoom tov beheer).

-Het is aan te bevelen om bij de WOT-planning de benodigde KRM stations voor schaaflmonsters in de kustgebieden te betrekken. Op de vooraf random geselecteerde locaties dienen ten minste de soorten *Chamelea striatula*, *Ophiura ophiura* en *Pagurus bernhardus* naast alle schelpdieren te worden geteld, opgemeten en gewogen en indien mogelijk ook *Echinocardium cordatum*.

-Het is aan te bevelen dat zodra er uitgebreide AMBI classificatie lijsten beschikbaar zijn die toepasbaar zijn op de soorten van open zee, er getoetst wordt of het aantal monster dat voorgesteld is voor de offshore gebieden, zoals Klaverbank en Doggerbank, voldoet om verandering in AMBI (en aanverwante) index te detecteren.

-Monitoring wordt bij voorkeur in het voorjaar voor de broedval uitgevoerd, aansluitend bij de MWTL systematiek.

-Het is aan te bevelen zeker niet op de T0 monitoring te bezuinigen, daar het uitvoeren van een volledige T0 monitoring juist inzicht zal verschaffen in de 'natuurlijke' variatie van de gemeenschappen van enkele tot nu toe onderbemonsterde gebieden. Dergelijk inzicht op basis van een groter aantal monsters verhoogt de betrouwbaarheid, waardoor bij herberekening van het benodigde aantal monsters de aantallen mogelijk voor de toekomst nog iets naar beneden kunnen worden bijgesteld (geldt bv voor de Vlake van de Raan waar het aantal monsters nu vrij hoog uit pakt daar berekeningen zijn gebaseerd op een vrij beperkt aantal monsters).

Literatuur

- Boon, A.R., Gittenberger, A., Van Loon, W.M.G.M. (2011). Review of marine benthic indicators and metrics for the WFD and design of an optimized BEQI.
- Borja, A., Franco, J., Pérez, V. (2000). A Marine Biotic Index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin* 40, 1100-1114.
- Borja, A., Barbone, E., Basset, A., Borgersen, G., Brkljacic M., Elliott, M., Mikel Garmendia J., Carlos Marques J., Mazik K., Muxika I., Magalhães Neto, J., Norling, K., Germán Rodríguez, J., Rosati, I., Rygg B., Teixeira H., Trayanova A., 2011. Response of single benthic metrics and multi-metric methods to anthropogenic pressure gradients, in five distinct European coastal and transitional ecosystems. *Marine Pollution Bulletin* 62: 499-513.
- Faul, F., Erdfelder, E. (1992). GPOWER: A priori, post-hoc, and compromise power analyses for MS-DOS (Computer program). Bonn, FRG: Bonn University, Dep. Of Psychology.
- Gittenberger A., van Loon, W.M.G.M. (2011) Common Marine Macrozoobenthos Species in The Netherlands, their Characteristics and Sensitivities to Environmental Pressures, GiMaRIS report 2011.08.
- Goudswaard, P.C., Perdon, K.J., Jol, J., Hartog, E., van Asch, M., Troost, K. (2012). Het bestand aan schelpdieren in de Nederlandse kustwateren in 2012. Rapportage IMARES Wageningen UR, Rapport CO85/12, 44 pp.
- Lindeboom, H.J., Dijkman, E.M., Bos, O.G., Meesters, E.H., Cremer, J.S.M., De Raad, I., Bosma, A. (2008) Ecologische Atlas Noordzee, ten behoeve van gebiedsbescherming. Wageningen IMARES, Den Burg, 289 pp.
- LNv, 2008. Profielendocumenten habitatype en –soorten. Ministerie van LNv.
- Ministerie van I&M, Ministerie van EL&I, 2012. Mariene Strategie voor het Nederlandse deel van de Noordzee 2012-2020, Deel 1. 140 pp.
- Muxika I., Borja A. and Bonne W., 2005. The suitability of the marine biotic index (AMBI) to new impact sources along European coasts. *Ecological Indicators* 5 : 19–31.
- Pajmans, A.J., Asjes, J. (2012). Mariene monitoring & Natura 2000. Rapportage IMARES Wageningen UR, Rapport BO-11-011.04-001, 155 pp.
- Troost, K., van Asch, M., Craeymeersch, J., Duineveld, G., Escaravage, V., Goudswaard, K, Lavaleye, M., Van Sluis, C. (2013). Monitoringsplan T₀ VHR gebieden Noordzee. Rapportage IMARES Wageningen UR.
- Van Hoey, G., Drent, J., Ysebaert, T., Herman, P. (2007). The Benthic Ecosystem Quality Index (BE-QI), intercalibration and assessment of Dutch coastal and transitional waters for the Water Framework Directive. NIOO rapport 2007-02, pp. 242.
- Van Loon, W.M.G.M., Verschoor, A.J., Gittenberger, A. (2011). Benthic Ecosystem Quality Index 2: Calibration of the BEQI-2 WFD metric for marine benthos in coastal waters. RWS/RIVM/GiMaRIS rapport, pp. 19.
- Van Moorsel, G.W.N.M. (2003). Ecologie van de Klaverbank, Biotasurvey 2002. Ecosub, Doorn, pp. 154.
- Verschoor A.J., Gittenberger A., Boon A., van Loon W.M.G.M. (2013). Benthic Ecosystem Quality Index 2: a multi-metric index for macrozoobenthos in transitional and coastal waters.
- Witbaard R., Duineveld, G.C.A., Bergman, M.J.N., Lavaleye, M.S.S., Watmough, T., 2013. Atlas of the megabenthos in the Dutch Economic Zone of the North Sea. NIOZ report 2013-04, pp. 221.

5. Bijlagen

Bijlage 1. Overzicht selectie, keuze en score van potentiële indicator soorten per Beschermde gebied inclusief (potentieel) Natura 2000 gebied (en habitat) met onderscheid van de reeds geselecteerde 'typische soorten' en mogelijke 'slimme' soorten.

- 1) Potentiële 'slimme' soorten met in zwart de initieel geselecteerde soorten en in kleur de soorten door de partners daar aan toe gevoegd: **rood** = IMARES, **blauw** = Waardenburg, **groen** = Van Moorsel, **oranje** = Grontmij.
- 2) Indicator score: **rood** = hoge indicatorscore, **groen** = 'typische' soort K&E, **blauw** = expert judgment.
- 3) Consistentie voorkomen, getoetst op surveys 2007-2010
- 4) Recent voorkomen, frequentie in samples van recente surveys (MWTL 2010, Hamon 2000 of NIOZ schaaft 2007 of 2012)
- 5) Gevoelig voor bodem verstoring
- 6) Gevoelig voor ecologische verstoring (ToC, O₂, tox)
- 7) Belang voor voedselweb voor hogere trofische niveau's
- 8) Creëert permanente structuren (tunnels, tubes)
- 9) Van belang voor bodemprocessen via bioturbatie of bioirrigatie
- 10) Potentieel indicatief voor herstel: 0.1 = geen recruits, 1 = regelmatig recruits

Ca = Indicator abiotic Cb = Indicator biotic structuur K = Karakteristiek v. habitat E = Exclusief voor habitat	Typische soorten	Potentiële 'slimme' soorten ¹⁾	Indicator score ²⁾	Consistentie voorkomen ³⁾	Recent voorkomen ⁴⁾	karakteristiek	bodem verstoring ⁵⁾	ecologische verstoring ⁶⁾	belang voedselweb ⁷⁾	permanente structuur ⁸⁾	Bodemprocessen ⁹⁾	lichaamsgrootte	Herstel ¹⁰⁾	leeftijd	Opmerkingen partners
H1110B VOORDELTA															
Cab	<i>Spiophanes bombyx</i>		0,4	4	0,5	0	0	0	0	1	1	0,25	1	0,2	(van Moorsel) wisselt van jaar tot jaar: dus geen C soort. Pionier: relatieve abundantie is wrsch. wel een maat voor (natuurlijke) verstoring
Cab	<i>Nephtys cirrosa</i>		0,1	4	0,5	0	0	0	0	0	0	0,25	1	0,3	(van Moorsel) v
Cab	<i>Ophelia borealis</i>		0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,50	1	0,6	(van Moorsel) ongeschikt: wordt vrijwel nooit in kustzone gevangen
Cab	<i>Bathyporeia elegans</i>		0,2	4	0,5	0	0	0	1	0	0	0,25	1	0,1	(van Moorsel) v
Cab	<i>Urothoe poseidonis</i>		0,1	4	0,25	0	0	0	1	0	0	0,25	1	0,1	(van Moorsel) v
Cab	<i>Euspira pulchella</i>		0,0		0,04	0	0	0	0	0	0	0,50	1	0,3	(van Moorsel) ongeschikt: wordt vrijwel nooit in kustzone gevangen (wel in Offshorezone)
K+Cab	<i>Macoma balthica</i>		0,1		0,11	0	0	0	0	0	0	0,50	1	1,0	(van Moorsel) v
Cab	<i>Angulus fabulus</i>		0,1		0,05	1	0	0	0	0	0	0,50	1	0,3	(Craeymeersch) vooral noordelijke soort in Abra alba gemeenschap; (van Moorsel) mn in noordelijk kustgebied
Cab	<i>Lanice conchilega</i>	Lanice conchilega	0,1	1	0,25	0	0,5	1	1	1	1	0,50	1	0,1	(van Moorsel) v WOT, keystone species, host voor <i>Malgrenia darbouxi</i>
Cab	<i>Echinocardium</i>	Echinocardium	1,2	4	0,5	0	0	1	1	0	1	0,75	1	1,0	(van Moorsel) v

	<i>cordatum</i>	cordatum													
Cab	<i>Buccinum undatum</i>	Buccinum undatum	0,0		0	0	1	1	0	0	0	1,00	0,1	1,0	(van Moorsel) Wulk komt wrsch. terug zodra TBT en verwante stoffen zijn afgenomen (WOT)
K+Cab	<i>Spisula subtruncata</i>	Spisula subtruncata	0,4		0,09	0,5	1	0	1	0	1	0,75	1	0,3	(van Moorsel) Een van de schelpdierbanksoorten (WOT)
		Chamelea striatula	0,0		0	0	1	0	0	0	0	0,75	0,5	1,0	(van Moorsel) cf WOT
		Lutraria lutraria	0,1		0,04	0	0,5	0	0	0	0	1,00	1	0,5	(van Moorsel) Een van de schelpdierbanksoorten (WOT)
		Pagurus bernhardus	0,9		0,29	0	0,5	0	0	0	0	1,00	1	1,0	(van Moorsel) Niet erg kwetsbaar voor bodemberoerende visserij, profiteert mogelijk van
		Ophiura ophiura	2,2		0,56	0,5	1	1	1	0	0	0,50	1	0,5	(van Moorsel) trefkans MWTL laag

	Typische soorten	Potentiële 'slimme' soorten ¹⁾	Indicator score ²⁾	Consistentie voorkomen ³⁾	Recent voorkomen ⁴⁾	karacteristiek	bodem verstoring ⁵⁾	ecologische verstoring ⁶⁾	belang voedselweb ⁷⁾	permanente structuur ⁸⁾	Bodemprocessen ⁹⁾	lichaamsgrootte	Herstel ¹⁰⁾	leeftijd	Opmerkingen partners
H1110B VLAKTE VAN DE RAAN															
Cab	<i>Spiophanes bombyx</i>		0,0			0	0	0	1	0	1	0,25	1	0,2	
Cab	<i>Nephtys cirrosa</i>		0,0			0	0	0	0	0	0	0,25	1	0,3	
Cab	<i>Ophelia borealis</i>		0,0			0	0	0	0	0	0	0,50	1	0,6	
Cab	<i>Bathyporeia elegans</i>		0,0			0	0	0	0	0	1	0,25	1	0,1	
Cab	<i>Urothoe poseidonis</i>		0,0			0	0	0	0	0	1	0,25	1	0,1	
Cab	<i>Euspira pulchella</i>		0,0		0,00	0	0	0	0	0	0	0,50	1	0,3	
K+Cab	<i>Macoma balthica</i>		0,3		0,29	0	0	0	0	0	0	0,50	1	1,0	
Cab	<i>Angulus fabulus</i>		0,2		0,08	1	0	0	0	0	0	0,50	1	0,3	
Cab	<i>Lanice conchilega</i>	Lanice conchilega	0,0			0	0,5	1	1	1	1	0,50	1	0,1	
Cab	<i>Echinocardium cordatum</i>	Echinocardium cordatum	0,0			0	0	1	1	0	1	0,75	1	1,0	
Cab	<i>Buccinum undatum</i>	Buccinum undatum	0,0		0,00	0	1	1	0	0	0	1,00	0,1	1,0	
K+Cab	<i>Spisula</i>	Spisula subtruncata	0,0		0,00	0,5	1	0	1	0	1	0,75	1	0,3	

	<i>subtruncata</i>														
		Chamelea striatula	0,0		0,00	0	1	0	0	0	0	0,75	0,5	1,0	
		Lutraria lutraria	0,0		0,00	0	0,5	0	0	0	0	1,00	1	0,5	
		Pagurus bernhardus	1,5		0,50	0	0,5	0	0	0	0	1,00	1	1,0	
		Ophiura ophiura	3,1		0,79	0,5	1	1	1	0	0	0,50	1	0,5	

	Typische soorten	Potentiële 'slimme' soorten ¹⁾	Indicator score ²⁾	Consistente voorkomen ³⁾	Recent voorkomen ⁴⁾	karacteristiek	bodem verstoring ⁵⁾	ecologische verstoring ⁶⁾	belang voedselweb ⁷⁾	permanente structuur ⁸⁾	Bodemprocessen ⁹⁾	lichaamsgrootte	Herstel ¹⁰⁾	leeftijd	Opmerkingen partners
H1110B NEDERLANDSE KUSTZONE															
Cab	<i>Spiophanes bombyx</i>		0,4		0,83	0	0	0	0	0	1	0,25	1	0,2	(van Moorsel) wisselt van jaar tot jaar: dus geen C soort. Pionier: relatieve abundantie is wrsch. wel een maat voor (natuurlijke) verstoring
Cab	<i>Nephtys cirrosa</i>		0,1		0,5	0	0	0	0	0	0	0,25	1	0,3	(van Moorsel) v
Cab	<i>Ophelia borealis</i>		0,0		0	0	0	0	0	0	0	0,50	1	0,6	(van Moorsel) ongeschikt: wordt vrijwel nooit in kustzone gevangen
Cab	<i>Bathyporeia elegans</i>		0,0		0,5	0	0	0	0	0	0	0,25	1	0,1	(van Moorsel) v
Cab	<i>Urothoe poseidonis</i>		1,8		0,83	1	0	0	0,5	0	0	0,25	1	0,1	(van Moorsel) v
Cab	<i>Euspira pulchella</i>		0,0		0,06	0	0	0	0	0	0	0,50	1	0,3	(van Moorsel) ongeschikt: wordt vrijwel nooit in kustzone gevangen (wel in Offshorezone)
K+Cab	<i>Macoma balthica</i>		0,7		0,67	0	0	0	0	0	0	0,50	1	1,0	(van Moorsel) v
Cab	<i>Angulus fabulus</i>		0,8		0,33	1	0	0	0	0	0	0,50	1	0,3	(Craeymeersch) vooral noordelijke soort in Abra alba gemeenschap; (van Moorsel) mn in noordelijk kustgebied
Cab	<i>Lanice conchilega</i>	Lanice conchilega	1,6	4	0,67	0	0,5	1	1	1	1	0,50	1	0,1	(van Moorsel) v WOT, keystone species, host voor <i>Malgrenia darbouxii</i> ; (Tempelman) Geschikte soort als indicator,
Cab	<i>Echinocardium</i>	Echinocardium	1,2		0,49	0	0	1	1	0	1	0,75	1	1,0	(van Moorsel) v

	<i>cordatum</i>	cordatum													
Cab	<i>Buccinum undatum</i>	Buccinum undatum	0,0		0	0	1	1	0	0	0	1,00	0,1	1,0	(van Moorsel) Wulk komt wrsch. terug zodra TBT en verwante stoffen zijn afgenomen (WOT); (Tempelman) Minder geschikte soort als indicator,
K+Cab	<i>Spisula subtruncata</i>	Spisula subtruncata	2,2		0,53	0,5	1	0	1	0	1	0,75	1	0,3	(van Moorsel) Een van de schelpdierbanksoorten (WOT); (Tempelman) Geschikte soort als indicator,
		Chamelea striatula	1,7		0,61	0	1	0	0	0	0	0,75	0,5	1,0	(van Moorsel) cf WOT
		Lutraria lutraria	0,8		0,40	0	0,5	0	0	0	0	1,00	1	0,5	(van Moorsel) Een van de schelpdierbanksoorten (WOT); (Tempelman) Geschikte soort als indicator,
		Pagurus bernhardus	2,3		0,76	0	0,5	0	0	0	0	1,00	1	1,0	(van Moorsel) Niet erg kwetsbaar voor bodemberoerende visserij, profiteert mogelijk van ; (Tempelman) Minder geschikte soort als indicator,
		Ophiura ophiura	3,3		0,83	0,5	1	1	1	0	0	0,50	1	0,5	(van Moorsel) trefkans MWTL laag; (Tempelman) Geschikte soort als indicator,
		Liocarcinus arcuatus	1,1		0,23	1	1	0	1	0	0	1,00	1	0,3	(van Moorsel) alg. bij hard substraat in Zeeland, opportunistische en mobiele soort: minder geschikt (Callaway et al 2007 [12]: andere Liocarcinus-soorten zitten in de lift); (Tempelman) Minder geschikte soort als indicator,
		Liocrcinus marmoreus	1,1		0,21	1	1	0	1	0	0	1,00	1	0,3	(van Moorsel) opportunistoische en mobiele soort: minder geschikt (Callaway et al 2007 [12]: andere Liocarcinus-soorten zitten in de lift); (Tempelman) Minder geschikte soort als indicator,
		Owenia fusiformis	0,4	3	0,33	0	0	1	1	1	1	0,25	1	0,5	(van Moorsel)Karakteristieke soort (in verg. met OFF) - met structuurvormende koker
		Pontocrates altamarinus	2,2	4	0,50	1	1	0	1	0	0	0,25	1	0,1	(van Moorsel) Karakteristieke soort
		Magelona johnstoni	0,4	4	0,83	0	0	0	1	0	0	0,25	1	0,3	(van Moorsel) Constante soort, mn in noordelijk deel kustzone

	Typische soorten	Potentiële 'slimme' soorten ¹⁾	Indicator score ²⁾	Consistentie voorkomen ³⁾	Recent voorkomen ⁴⁾	Karakteristiek	bodem verstoring ⁵⁾	ecologische verstoring ⁶⁾	belang voedselweb ⁷⁾	permanente structuur ⁸⁾	Bodemprocessen ⁹⁾	lichaamsgrootte	Herstel ¹⁰⁾	leeftijd	Opmerkingen partners
H1110C Permanent Overstroomde Banken DOGGERSBANK															
K+Cab	<i>Sigalion mathildae</i>		2,1	4	0,89	1	0	0	0	0	0	0,50	1	0,4	(van Moorsel) Karakteristiek
K+Cab	<i>Bathyporeia elegans</i>		0,9	4	0,89	0	0	1	1	0	1	0,25	1	0,1	(van Moorsel) De comb. <i>Bathyporeia eleg.</i> , <i>guil.</i> , <i>nana</i> , <i>ten.</i> is karakteristiek. (Tempelman) Een flink deel van de " <i>Bathyporeia elegans</i> " betreft vermoedelijk <i>B. nana</i> , die tot 2009 niet werd herkend.
K+Cab	<i>Bathyporeia guilliamsoniana</i>		0,6	4	0,67	0	0	1	1	0	1	0,25	1	0,1	(van Moorsel) De comb. <i>Bathyporeia eleg.</i> , <i>guil.</i> , <i>nana</i> , <i>ten.</i> is karakteristiek
K+Cab	<i>Iphinoe trispinosa</i>		0,0	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0,25	1	0,1	(van Moorsel) niet karakteristiek voor DOG
Ca	<i>Echinocyamus pusillus</i>		0,3	4	0,33	0	0	1	0	0	0	0,25	1	1,0	(van Moorsel) karakteristiek (net als Klaverbank), maar lage dichtheid in MWTL, soortkwetsbaar [12]
K+Cab	<i>Euspira pulchella</i>		0,1		0,13	0	0	0	1	0	0	0,50	1	0,3	(van Moorsel) niet karakteristiek in vgl. met OYS
Ca	<i>Mactra stultorum</i>		0,6		0,19	0	1	0	0	0	0	0,75	1	0,6	(van Moorsel) dominant in 1921-'23 [63, 64, 65], neemt steeds verder af [62]
K+Cab	<i>Lanice conchilega</i>	Lanice conchilega	0,8	4	0,33	0	0,5	1	1	1	1	0,50	1	0,1	(van Moorsel) MWTL: zeker niet Karakteristiek, keystone species, host voor <i>Malmgrenia darbouxi</i> ; (Tempelman) Geschikte soort als indicator,
Ca	<i>Arctica islandica</i>	Arctica islandica	0,5		0,19	0	1	0,5	0	0	0	1,00	0,1	1,0	(van Moorsel) Voor zover aanwezig alleen op de randen die buiten het selecteerde gebied vallen(?) zie

															ook Van Moorsel 2011 [63]; (Tempelman) Minder geschikte soort als indicator,
E	<i>Acrocrida brachiata</i>	Acrocrida brachiata	2,2		0,71	1	0	0	1	0	1	0,50	1	0,4	(van Moorsel) Bijna Exclusief voor DOG; (Tempelman) Geschikte soort als indicator,
Cab	<i>Buccinum undatum</i>	Buccinum undatum	0,7		0,32	0	1	1	0	0	0	1,00	0	1,0	(van Moorsel) [62] in kwart tot helft van alle trekken; (Tempelman) Geschikte soort als indicator,
		Gari fervensis	4,6		0,97	1	1	0	0	0	0	0,75	0,5	1,0	(van Moorsel) wrsch. karakteristiek voor DOG maar dichtheid te laag voor MWTL, te klein voor boomkor - schaafsoort; (Tempelman) Geschikte soort als indicator,
		Acanthocardia echinata	1,3		0,42	0,5	1	0	0	0	0	1,00	0	1,0	
		Ensis ensis	3,8		0,84	1	1	0	1	0	0	1,00	0,1	1,0	(van Moorsel) in helft MWTLmonsters, in '51-'52 1 vd 2 dominante bivalven [63, 64]
		Ensis siliqua	2,4		0,74	0,5	1	0	0	0	0	1,00	0,1	1,0	(Tempelman) Minder geschikte soort als indicator,
		Alcyonidium diaphanum	0,2		0,03	1	1	0	0	0,5	0	1,00	0,5	0,5	(van Moorsel) [62] zeer wisselend per jaar: in 3 - 65% van de monsters
		Corystes cassivelaunus	4,6		0,94	0	1	1	1	0	1	1,00	1	1,0	(van Moorsel) [62] 62% Karakteristiek soort, in de lift door boomkor? [12], boomkormonitoring
		Astropecten irregularis	2,0		0,94	0,5	0,5	0	0	0	0	1,00	0,1	0,5	(van Moorsel) [62] 94% Exclusief, boomkormonitoring
		Psammechinus miliaris.	2,3		0,48	1	0,5	1	0	0	0	0,75	1	1,0	(van Moorsel) [62] 84% Karakteristiek, boomkormonitoring
		Spisula subtruncata & elliptica	1,0		0	0	1	0	1	0	1	0,75	1	0,3	(van Moorsel) dominant in 1921-'23 [63, 64, 65]
		Angulus fabulus	2,0	4	0,89	0	1	0	0	0	0	0,50	1	0,3	(van Moorsel) Karakteristiek in vgl. met OYS, in '51-'52 1 vd 2 dominante bivalven [63, 64]
		Magelona filiformis & johnstoni	0,8	4	1,00	0	0	0	1	0	1	0,25	1	0,3	(van Moorsel) Karakteristiek

		Nephtys assimilis	3,2	4	0,67	1	1	1	0	0	0	0,50	1	0,6	(van Moorsel) Karakteristiek
		Owenia fusiformis	0,8	4	0,56	0	0	1	1	1	1	0,25	1	0,5	(van Moorsel) Karakteristiek - met structuurvormende koker
		Bathyporeia eleg., guil., nana, ten.	0,3	4	0,67	0	0	0	1	0	0	0,25	1	0,1	(van Moorsel) Karakteristiek
		Periculodus longimanus	0,0	4	0,56	0	0	0	0	0	0	0,25	1	0,1	(van Moorsel) Karakteristiek
		Siphonoecetes kroyeranus	1,7	4	0,56	0,5	1	0	0	0	0	0,25	1	0,2	(van Moorsel) Karakteristiek
		Bathyporeia nana	0,6	2	0,56	1	0	0	0	0	0	0,25	1	0,1	(van Moorsel) vrijwel exclusief
		Clymenura lankesteri	0,6	4	0,22	1	0	0	0	0	0	0,50	1	0,5	

	Typische soorten	Potentiële 'slimme' soorten ¹⁾	Indicator score ²⁾	Consistentie voorkomen ³⁾	Recent voorkomen ⁴⁾	Karakteristiek	bodem verstoring ⁵⁾	ecologische verstoring ⁶⁾	belang voedselweb ⁷⁾	permanente structuur ⁸⁾	Bodemprocessen ⁹⁾	lichaamsgrootte	Herstel ¹⁰⁾	leeftijd	Opmerkingen partners
H1170 KLAVERBANK															
K+Ca	<i>Sabellaria spinulosa</i>		0,0		0,00	1	1	0	0,5	1	0	0,50	1	0,1	(van Moorsel) Vormt in bescheiden mate structuur op stenen, maar geen Sabellariabanken zoals beschreven voor de Waddenzee (Hamon)
K	<i>Chone duneri</i>		2,5		0,61	1	1	0	0	0	0	0,25	1	0,1	(Lengkeek) wel opnemen, heeft stabiele bodem nodig?; (van Moorsel) Een van de meest algemene soorten van de Klaverbank, vrijwel Exclusief, maar zowel tussen stenen als grind (Hamon). In aanv. op Wouter: heeft waarschijnlijk geen stabiele bodem nodig
E	<i>Galathea intermedia</i>		0,3		0,06	1	1	0	0	0	0	0,75	1	0,5	(Lengkeek) wel opnemen, literatuuraanwijzing dat minder voorkomt met meer visserij Rhumor 2000; (van Moorsel) Exclusief (Hamon)
Cab	<i>Acropagia crassa</i>		0,5		0,11	1	1	0	0	0	0	0,50	0,5	1,0	(van Moorsel) Karakteristiek voor grind, maar wel lage dichtheid (Hamon)
K+Ca	<i>Pododesmus patelliformis</i>		0,0		0,00	1	1	0	0	0	0	0,50	1	0,3	(van Moorsel) Epifauna van stabiel hardsubstraat - allen te determineren na verzamelen (geen video)
Ca	<i>Spirobranchus triqueter</i>	Spirobranchus triqueter	1,7		0,50	1	0	0	0	1	0	0,50	1	1,0	(van Moorsel) Karakteristiek voor niet-estuarien Hard substraat, pioniersoort (Video)
K	<i>Lithothamnion sonderi</i>	Lithothamnion sonderi	1,3		0,25	1	1	1	0	0	0	0,50	1	1,0	(van Moorsel) Korstvormende kalkroodwieren niet met zekerheid op video te identificeren tot op soort: op de Klavrbank komt minmaal ook <i>Phymatolithon</i>

														sp. voor [66]	
Cab	<i>Alcyonium digitatum</i>	Alcyonium digitatum	4,4		0,88	1	1	0	0	0	0	1,00	0,5	1,0	(van Moorsel) Karakteristiek , uitstekend op Video te zien.
Cab	<i>Buccinum undatum</i>	Buccinum undatum	1,5		0,63	0	1	1	0	0	0	1,00	0,1	1,0	(van Moorsel) Video (verzamelen voor beschadigingen)
Cab	<i>Dosinia exoleta</i>	Dosinia exoleta	2,1		0,5	1	1	0	0	0	0	0,75	0,1	1,0	(van Moorsel) Karakteristiek voor grind en stenen - hlevert belangrijke bijdrage aan biomassa (Hamon)
		Urticina spec.	3,8		0,75	1	1	0	0	0	0	1,00	0,5	1,0	
		Porifera	1,1		0,38	0	1	0	0	1	0	1,00	1	0,3	(Lengkeek) Structuurvormende varianten afwezig bij visserijdruk, typerend voor harde substraten zoals op klaverbank (Lamberts et al 2011, kaiser et al 2000); (van Moorsel) Eens met Wouter: grote structuurvormende soorten zijn indicatief voor ontbreken verstoring (in het algemeen: geen pionier, langzame groei, breekbaar)
		Hydrozoa	2,5		0,88	0	1	0	1	1	0	0,25	1	0,3	(Lengkeek) Afname in dichtheid en formaat door visserijdruk. (Lamberts et al., 2011, Collie et al 1997);(van Moorsel) Oneens met Wouter: een hoge dichtheid aan hydrozoa kan juist op verstoring duiden omdat dit vaak pioniersoorten zijn.
		Opisthobranchia	0,0		0	1	1	0	0	0	0	0,25	1	0,1	(Lengkeek) Afhankelijk van goede epibenthische gemeenschap dus verwachtte afname door visserij (persoonlijke inschatting); (van Moorsel) Deels oneens met Wouter: sommige naaktslakkenvoeden zich met pioniersoorten, overigens vaak te klein voor Video
		Aporrhais pespelicani	1,7		0,38	1	1	0	0	0	0	0,75	1	0,3	(Lengkeek) Onbeschadigde individuen alleen bij lage visserijdruk. Afwezigheid onbeschadigde individuen goede indicator voor verstoring (persoonlijke inschatting)
		Xandarovula patula	0,0		0	1	1	0	0	0	0		1	0,1	(Lengkeek) Afhankelijk van goede epibenthische gemeenschap, met name dodemansduim, dus

															verwachtte afname door visserij (persoonlijke inschatting)
		Aequipecten opercularis	1,3		0,25	1	1	0	0	0	0	1,00	1	0,6	(Lengkeek) Juvenielen afhankelijk van goede epibentische gemeenschap voor settlement, dus verwachtte afname door visserijdruk (Lambert et al 2011)
		Cerianthus lloydii	0,8		0,31	0	1	0	0	1	0	1,00	0,1	1,0	(van Moorsel) Karakeristiek (Hamon/Video)
		Aonides paucibranchiata	0,2		0,65	0	0	0	1	0	0	0,00	1	0,1	(van Moorsel) Exclusief (Hamon)
		Goniadella bobretzkii	0,2		0,50	0	0	0	1	0	0	0,00	1	0,1	(van Moorsel) Exclusief (Hamon)
		Protodorvillea kefersteini	0,1		0,16	0	0	0	1	0	0	0,00	1	0,1	(van Moorsel) Exclusief (Hamon)
		Urothoe marina	1,1		0,44	1	0	0	1	0	0	0,25	1	0,2	(van Moorsel) Exclusief (Hamon)
		Upogebia deltaura	1,1		0,74	0	0	1	0	1	1	1,00	1	0,3	(van Moorsel) Keystone species (Hamon)
		Pagurus cuanensis	0,1		0,03	1	0,5	0	0	0	0	1,00		1,0	(van Moorsel) Keystone species (Video/scuba/kor)
		Arctica islandica	0,2		0,08	0	1	0	0	0	0	1,00	0,1	1,0	(van Moorsel) Karakteristiek (Hamon)
		Polititapes virgineus	1,0		0,24	1	1	0	0	0	0		0,5	0,8	(van Moorsel) (voorm. Tapes rhomboides): Karakteristiek voor grind, maar wel lage dichtheid (Hamon)
		Timoclea ovata	0,5		0,23	0	1	0	0	0	0		0,5	0,8	(van Moorsel) Karakteristiek voor grind, maar wel lage dichtheid (Hamon)
		Echinocyamus pusillus	1,5		0,71	0	1	0	0	0	0	0,25	1	0,3	(van Moorsel) Karakteristiek voor Klaverbank - dichtheid veel hoger dan Doggersbank (Hamon) gezien kleine afmeting wrsch. pionier
		Glyphesione klatti	0,0		0,00	1	0	0	0	0	0	0,00	1	0,1	
		Terebellides stroemi	1,1		0,45	0	1	0	0	1	0	0,50	0,5	0,3	
		Spiophanes kroyeri	0,5		0,19	0	1	0	0	1	0	0,25	1	0,1	

	Typische soorten	Potentiële 'slimme' soorten ¹⁾	Indicator score ²⁾	Consistentie voorkomen ³⁾	Recent voorkomen ⁴⁾	karacteristiek	bodem verstoring ⁵⁾	ecologische verstoring ⁶⁾	belang voedselweb ⁷⁾	permanente structuur ⁸⁾	Bodemprocessen ⁹⁾	lichaamsgrootte	Herstel ¹⁰⁾	leeftijd	Opmerkingen partners
OESTERGRONDEN															
		Callianassa subterranea	4,4	4	1,00	0,5	1	0,5	1	1	1	0,75	1	0,2	(van Moorsel) v
		Upogebia stellata	3,4		0,63	1	1	0	1	1	1	0,75	1	0,3	(van Moorsel) niet erg karakteristiek, wel keystone species
		Upogebia deltaura	2,8		0,50	1	1	0	1	1	1	1,00	1	0,3	(van Moorsel) niet erg karakteristiek, wel keystone species
		Brissopsis lyrifera	5,1		0,95	1	1	1	0	0	1	0,75	1	0,5	(van Moorsel) v
		Dosinia lupinus	2,8		0,74	0,5	1	0	0	0	0	0,75	0,5	1,0	(van Moorsel) v
		Chamelea striatula	2,5		0,92	0	1		0	0	0	0,75	0,5	1,0	(van Moorsel) v
		Corbula gibba	3,5	4	1,00	1	0,5	0	1	0	0	0,50	1	0,2	(van Moorsel) v; (Tempelman) Minder geschikte soort als indicator,
		Acanthocardia echinata	3,0		0,71	1	1		0	0	0	1,00	0,1	1,0	(van Moorsel) v; (Tempelman) Minder geschikte soort als indicator,
		Arctica islandica	2,4		0,55	1	1	0,5	0	0	0	1,00	0,1	1,0	(van Moorsel) v
		Echinocardium flavescens	2,4		0,76	1	0	0	0	0	1	0,75	0,5	1,0	(van Moorsel) niet in MWTL; (Tempelman) Minder geschikte soort als indicator,
		Turritella communis	4,7		0,95	1	1		0	0	0	0,50	1	1,0	(van Moorsel) v; (Tempelman) Minder geschikte soort als indicator,

		Amphiura filiformis	4,3	4	1,00	0,5	0,5	1	1	1	1	0,50	1	1,0	(van Moorsel) zeer belangrijke soort voor oestergronden; (Tempelman) Geschikte soort als indicator,
		Thracia phaseolina	0,2		0,11	0,5	0	0	0	0	0	0,75	0,5	1,0	(Tempelman) Minder geschikte soort als indicator,
		Thyasira flexuosa	0,0		0,00	1	1	1	0	0	0	0,50	0,1	0,3	(van Moorsel) dichtheid lijkt te laag voor monitoring; (Tempelman) Minder geschikte soort als indicator,
		Chaetopterus variopedatus	0,1		0,03	1	1	0	0	1	0	0,75	0,1	0,3	(van Moorsel) lage dichtheid, maar keystone species met hoge biomassa, host voor <i>Gattyana cirrhosa</i> ; (Tempelman) Geschikte soort als indicator,
		Aphrodite aculeata	2,7		0,82	1	0,5	0,5	0	0	0	0,75	0,1	1,0	(van Moorsel) lage dichtheid; (Tempelman) Minder geschikte soort als indicator,
		Echinocardium cordatum	2,2		0,92	0	0	1	1	0	1	0,75	1	1,0	(van Moorsel) Niet karakteristiek, wel keystone ivm bioturbatie, filtratie en host; (Tempelman) Minder geschikte soort als indicator,
		Nephtys incisa	0,7	4	0,14	1	1	1	0	0	0	0,50	1	0,5	(van Moorsel) Voorgesteld door Grontmij, maar ik vind de soort niet erg karakteristiek voor de centrale Oestergronden, wel voor de Oestergronden als geheel
		Cylichna cylindracea	1,4		0,71	1	0		0	0	0	0,25	0,1	0,3	
		Sthenelais limicola	0,7	4	0,29	0	1	1	0	0	0	0,50	1	0,3	
		Terebellides stroemi	1,9	3	0,57	1	1	0	0	1	0	0,50	0,5	0,3	
		Nucula nitidosa	2,3	4	0,57	0,5	1	0	0	0	0	0,50	1	1,0	

	Typische soorten	Potentiële 'slimme' soorten ¹⁾	Indicator score ²⁾	Consistentie voorkomen ³⁾	Recent voorkomen ⁴⁾	karakteristiek	bodem verstoring ⁵⁾	ecologische verstoring ⁶⁾	belang voedselweb ⁷⁾	permanente structuur ⁸⁾	Bodemprocessen ⁹⁾	lichaamsgrootte	Herstel ¹⁰⁾	leeftijd	Opmerkingen partners
FRIESE FRONT															
		Amphiura filiformis	4,3	4	1,00	0,5	0,5	1	1	1	1	0,50	1	1,0	(van Moorsel) v; (Tempelman) Geschikte soort als indicator
		Callianassa subterranea	4,1	4	1,00	0,5	1	0,5	0	1	1	0,75	1	0,2	(van Moorsel) v; (Tempelman) Geschikte soort als indicator
		Upogebia deltaura	4,0		0,76	1	1	0	0	1	1	1,00	1	0,3	(van Moorsel) Karakteristiek, keystone species; (Tempelman) Geschikte soort als indicator
		Upogebia stellata	2,2		0,53	0,5	1	0	0	1	1	0,75	1	0,3	(van Moorsel) veel minder karakteristiek dan U. deltaura, wel keystone species; (Tempelman) Geschikte soort als indicator
		Thracia convexa	2,1		0,47	1	1	1	0	0	0	0,75	0,1	1,0	(van Moorsel) dichtheid te laag voor MWTL; (Tempelman) Geschikte soort als indicator
		Dosinia lupinus	1,6		0,50	0,5	1	0	0	0	0	0,75	0,1	1,0	(van Moorsel) dichtheid te laag voor MWTL; (Tempelman) Geschikte soort als indicator
		Goneplax rhomboides	3,9		0,66	1	1	0	1	1	1	1,00	1	0,5	(van Moorsel) dichtheid te laag voor MWTL; (Tempelman) Minder geschikte soort als indicator. Niet opnemen, soort is nieuw aangekomen en wie zal het zeggen, waardoor hij misschien weer uit het gebied verdwijnt.
		Ophiura albida	2,7		0,89	0,5	0,5	1	1	0	0,5	0,50	1	0,3	(van Moorsel) v; (Tempelman) Geschikte soort als indicator

		Corystus cassivelaunus	4,3		0,87	0,5	1	0	1	1	1	1,00	1	0,5	(van Moorsel) Wel aanwezig op FF doch in lage dichtheid, niet zozeer in slibrijk sediment?; (Tempelman) Minder geschikte soort als indicator, niet opnemen, soort is talrijker op Oestergronden.
		Echinocardium cordatum	1,3		0,84	0	0	1	0	0	1	0,50	1	1,0	(van Moorsel) Niet karakteristiek, wel keystone ivm bioturbatie, filtratie en host; (Tempelman) Geschikte soort als indicator, hier inderdaad erg talrijk en lijkt geschikt.
		Euspira pulchella	1,6	4	0,71	0	1	0	0	0	0	0,50	1	0,3	(Tempelman) in dit gebied vrij talrijk. Belangrijk in foodweb (predatore slak).
		Leptosynapta inhaerens	0,5	4	0,14	0,5	1	0	0	0	1	0,50	0,1	0,3	
		Atherospio guillei	1,2	4	0,57	1	0	0	0	0	0	0,25	1	0,2	(van Moorsel) Specifiek voor FF. (Tempelman) soort met een opmerkelijk beperkte verspreiding, binnen dat gebied talrijk (64); nadeel kan zijn, dat de soort vroeger niet werd herkend.
		Ophiodromus flexuosus	1,9	4	0,86	1	0	0	0,5	0	0	0,25	1	0,2	(van Moorsel) Karakteristiek voor FF
		Nephtys incisa	2,0	4	0,57	0,5	1	1	0	0	0	0,25	1	0,5	(Tempelman) deze drie soorten zijn hier talrijk (64) en elders minder of afwezig; wormen zijn een belangrijke groep in dit gebied; de soorten zijn makkelijk te herkennen en makkelijk te verzamelen.
		Podarkeopsis helgolandica/capensis	2,1	4	1,00	1	0	0	0	0	0	0,25	1	0,2	(van Moorsel) Karakteristiek voor FF

	Typische soorten	Potentiële 'slimme' soorten ¹⁾	Indicator score ²⁾	Consistentie voorkomen ³⁾	Recent voorkomen ⁴⁾	karacteristiek	bodem verstorings ⁵⁾	ecologische verstorings ⁶⁾	belang voedselweb ⁷⁾	permanente structuur ⁸⁾	Bodemprocessen ⁹⁾	lichaamsgrootte	Herstel ¹⁰⁾	leeftijd	Opmerkingen partners
BRUINE BANK															
		Corystus cassivelaunus	2,8		0,56	0,5	1	0	1	1	1	1,00	1	0,5	
		Donax vittatus	3,6		0,78	1	1	0	1	0	0	0,50	1	0,3	
		Ensis spp.	2,7		0,78	1	0,5	0	1	0	0	1,00	0,1	1,0	
		Echinocardium cordatum	1,9		0,78	0	0	1	1	0	1	0,75	1	1,0	
		Liocarcinus holsatus	1,8		0,78	0	0	0	1	0	0	1,00	1	1,0	
		Ophiura albida	2,4		0,78	0,5	0,5	1	1	0	0,5	0,50	1	0,3	
		Ophiura ophiura	3,5		0,89	0,5	1	1	1	0	0	0,50	1	0,5	
		Pagurus bernhardus	2.3		0,78	0	0,5	0	0	0	0	1,00	1	1,0	
		Thia scutellata	3.5		1,00	1	0,5	0	0	0	0	0,50	1	0,5	
		Nephtys cirrosa	4.8	4	1,00	1	1	1	0	0	0	0,50	1	0,5	

Lijst van soorten uit Bijlage 1 waarvan onderzocht is of ze geschikt kunnen zijn als 'slimme' indicator voor bodemverstoring op het NCP. De nummers verwijzen naar de literatuur die gebruikt is om de scores voor 9 relevante beoordelingscriteria in het kader van KRM te onderbouwen. Voor ontbrekende soortnamen is geen relevante literatuur gevonden, en zijn de scores gedaan op expert judgement of aan de hand van vergelijkbare soorten. Daardoor staan er ook soortnamen tussen die niet in Bijlage 1 genoemd worden.

<i>Abra alba</i>	68
<i>Acanthocardia echinata</i>	77,11
<i>Acrocnida brachiata</i>	73,24,24
<i>Aequipecten opercularis</i>	11,11
<i>Alcyonidium diaphanum</i>	16,38,38
<i>Alcyonium digitatum</i>	55,
<i>Alitta virens</i>	13
<i>Amphiura filiformis</i>	77,15,90,79,30,82,91,30,11
<i>Angulus fabulus</i>	5,13
<i>Aphrodite aculeata</i>	50,18,6,55,38,13
<i>Aporrhais pespellicani</i>	13
<i>Arctica islandica</i>	73,77,76,94,18,6,85,28,55,11,95
<i>Asterias rubens</i>	13
<i>Astropecten irregularis</i>	77,38,11
<i>Balanus crenatus</i>	13
<i>Bathyporeia elegans</i>	10,58,13
<i>Bathyporeia guilliamsoniana</i>	58,13
<i>Brissopsis lyrifera</i>	73,3,18,6,33,49,28,45,92,66,11,?,11
<i>Buccinum undatum</i>	56,57,38,38
<i>Callianassa subterranea</i>	31,55,21,93,78,75,93,37,93
<i>Carcinus maenas</i>	13
<i>Cerastoderma edule</i>	11
<i>Cerianthus lloydii</i>	43,38,11
<i>Chaetopterus variopedatus</i>	13
<i>Chamelea striatula</i>	77,6,38,
<i>Chone duneri</i>	13
<i>Corbula gibba</i>	73,86,4,6,26,55,48,28,38,11
<i>Corystus cassivelaunus</i>	6,77,23,38,55
<i>Cylichna cylindracea</i>	6,
<i>Dosinia exoleta</i>	55,13
<i>Dosinia lupinus</i>	77,6,4,38,
<i>Echinocardium cordatum</i>	77,23,72,81,67,54,38,32
<i>Echinocardium flavescens</i>	77,18,
<i>Echinocyamus pusillus</i>	77,64,38,38
<i>Ensis ensis</i>	6,11,11
<i>Ensis siliqua</i>	6,11,34
<i>Euspira pulchella</i>	25,13
<i>Gari fervensis</i>	77,6,38,38
<i>Goneplax rhomboides</i>	63,80,35,2
<i>Goniadella bobretzkii</i>	38
<i>Lanice conchilega</i>	70,41,55,73,42,97,17,69,46,37,52,38
<i>Leptosynapta inhaerens</i>	53,38
<i>Liocarcinus arcuatus</i>	78,38,13
<i>Liocarcinus holsatus</i>	13

<i>Liocarcinus marmoreus</i>	78,38,13
<i>Lithothamnion sonderi</i>	55,38
<i>Macoma balthica</i>	11,13
<i>Magelona johnstoni</i>	5,78,38,11
<i>Metridium senile</i>	13
<i>Nephtys assimilis</i>	25,86,55,38
<i>Nephtys cirrosa</i>	86,53,55,11
<i>Nephtys hombergii</i>	13
<i>Nephtys incisa</i>	4,55,11
<i>Nucula nitidosa</i>	86,77,11,11
<i>Ophelia borealis</i>	13
<i>Ophiodromus flexuosus</i>	28,
<i>Ophiura albida</i>	8,77,90,62,44,12,38,11
<i>Ophiura ophiura</i>	8,5,96,38,39,11
<i>Owenia fusiformis</i>	5,64,22,78,71,?,38,11
<i>Pagurus bernhardus</i>	8,77,38,11
<i>Pagurus cuanensis</i>	8,38
<i>Polititapes virgineus</i>	38
<i>Pontocrates altamarinus</i>	7
Porifera (structuur vormend)*	38
<i>Protodorvillea kefersteini</i>	38
<i>Psammechinus miliaris</i>	77,55,38
<i>Sagartia troglodytes</i>	13
<i>Sigalion mathildae</i>	13
<i>Spio martinensis</i>	13
<i>Spiophanes bombyx</i>	5,40,20,11,74
<i>Spiophanes kroyeri</i>	38
<i>Spirobranchus triqueter</i>	55,38
<i>Spisula subtruncata & elliptica</i>	6,19
<i>Sthenelais limicola</i>	4,64
<i>Thia scutellata</i>	6
<i>Thracia convexa</i>	55,38,13
<i>Thracia phaseolina</i>	13
<i>Thyasira flexuosa</i>	77,53,31,45,79,38,13
<i>Timoclea ovata</i>	38
<i>Turritella communis</i>	77,89,6,11
<i>Upogebia deltaura</i>	31,1,78,46,38
<i>Upogebia stellata</i>	31,1,78,38
<i>Urothoe marina</i>	11
<i>Urothoe poseidonis</i>	71,71,13
<i>Urticina spec.</i>	55,83,11
<i>Venerupis senegalensis</i>	38,11

Gebruikte literatuur voor het samenstellen van Bijlage 1.

1. Astall CM, Taylor AC, Atkinson RJA (1997) Behavioural and physiological implications of a burrow-dwelling lifestyle for two species of upogebiid mud-shrimp (Crustacea: Thalassinidea). *Estuarine Coastal and Shelf Science* 44: 155-168.
2. Atkinson RJ (1974) Behavioral Ecology of Mud-Burrowing Crab *Goneplax-Rhomboides*. *Marine Biology* 25: 239-252
3. Atkinson LJ, Field JG, Hutchings L (2011) Effects of demersal trawling along the west coast of southern Africa: multivariate analysis of benthic assemblages. *Marine Ecology-Progress Series* 430: 241-255.
4. Ball BJ, Fox G, Munday BW (2000) Long- and short-term consequences of a Nephrops trawl fishery on the benthos and environment of the Irish Sea. *ICES Journal of Marine Science* 57: 1315-1320.
5. Bergman MJN, Hup M (1992) Direct Effects of Beamtrawling on Macrofauna in a Sandy Sediment in the Southern North-Sea. *ICES Journal of Marine Science* 49: 5-11.
6. Bergman MJN, van Santbrink JW (2000) Mortality in megafaunal benthic populations caused by trawl fisheries on the Dutch continental shelf in the North Sea in 1994. *ICES Journal of Marine Science* 57: 1321-1331.
7. Bergman MJN, van Santbrink JW, Buijs J, Craeymeersch JA, et al. (1998) The distribution of benthic macrofauna in the Dutchsector of the North Sea inrelation to the microdistribution of beam trawling. BEON Final Report 98-2, 87pp
8. Bergmann M, Moore PG (2001a) Mortality of *Asterias rubens* and *Ophiura ophiura* discarded in the Nephrops fishery of the Clyde Sea area, Scotland. *ICES Journal of Marine Science* 58: 531-542.
9. Bergmann M, Moore PG (2001b) Survival of decapod crustaceans discarded in the Nephrops fishery of the Clyde Sea area, Scotland. *ICES JOURNAL OF MARINE SCIENCE* 58: 163-171.
10. Binnendijk E (2007) Dieet van 11 demersale vissoorten in de Nederlandse Voordelta-IMARES Rapport 06.007, 107 pp
11. BIOTIC - Biological Traits Information Catalogue. <http://www.marlin.ac.uk/biotic/> -
12. Boos K, Gutow L, Mundry R, Franke HD (2010) Sediment preference and burrowing behaviour in the sympatric brittlestars *Ophiura albida* Forbes, 1839 and *Ophiura ophiura* (Linnaeus, 1758) (Ophiuroidea, Echinodermata). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 393: 176-181.
13. Bos, O.G., Witbaard, R., Lavaleye, M., van Moorsel, G., Teal, L.R., van Hal, R., van der Hammen, T., ter Hofstede, R., van Bemmelen, R., Witte, R.H., Geelhoed, S., Dijkman, E.M., 2011. Biodiversity hotspots on the Dutch Continental Shelf. A Marine Strategy Framework Directive perspective. Report number C071/11. IMARES Wageningen UR. pp. 145.
14. Braeckman U, Provoost P, Gribsholt B, Van Gansbeke D, Middelburg JJ, et al. (2010) Role of macrofauna functional traits and density in biogeochemical fluxes and bioturbation. *Marine Ecology Progress Series* 399: 173-186.
15. Bradshaw C, L. O. Veale and A. R. Brand (2002) The role of scallop-dredge disturbance in long-term changes in Irish Sea benthic communities: a re-analysis of an historical dataset. *J Sea Res* 47: 161-184.
16. Callaway R, Alsvag J, de Boois I, Cotter J, Ford A, et al. (2002) Diversity and community structure of epibenthic invertebrates and fish in the North Sea. *ICES Journal of Marine Science* 59: 1199-1214.
17. Callaway R (2006) Tube worms promote community change. *Marine Ecology Progress Series* 308: 49-60.
18. Callaway R, Engelhard GH, Dann J, Cotter J, Rumohr H (2007) A century of North Sea epibenthos and trawling: comparison between 1902-1912, 1982-1985 and 2000. *Marine Ecology-Progress Series* 346: 27-43.
19. Cardoso JFMF, Witte JIJ, van der Veer HW (2007) Growth and reproduction of the bivalve *Spisula subtruncata* (da Costa) in Dutch coastal waters. *JOURNAL OF SEA RESEARCH* 57: 316-324.
20. D'Andrea AF, Lopez GR, Aller RC (2004) Rapid physical and biological particle mixing on an intertidal sandflat. *Journal of Marine Research* 62: 67-92.

21. Daan R, Vanhetgroenewoud H, Dejong SA, Mulder M (1992) Physicochemical and Biological Features of a Drilling Site in the North-Sea, 1 Year after Discharges of Oil-Contaminated Drill Cuttings. *Marine Ecology Progress Series* 91: 37-45.
22. Daan, R., Mulder, M. & Leeuwen, A.V., 1994. Differential sensitivity of macrozoobenthic species to discharges of oil-contaminated drill cuttings in the North Sea. *Netherlands Journal of Sea Research*, 33, 113-127
23. Daan R, Mulder M (1996) On the short-term and long-term impact of drilling activities in the Dutch sector of the North Sea. *ICES Journal of Marine Science* 53: 1036-1044.
24. Davoult D, Harlay J, Gentil F (2009) Contribution of a Dense Population of the Brittle Star *Acrocnida brachiata* (Montagu) to the Biogeochemical Fluxes of CO₂ in a Temperate Coastal Ecosystem. *Estuaries and Coasts* 32: 1103-1110.
25. Deerenberg C, Heinis F (HWE), Jongbloed RH (2011) Passende beoordeling Boomkorvisserij op vis in de Nederlandse kustzone: Bijlagen. IMARES rapport C130/11, deel 5/5, 71pp.
26. De Groot, S.J. & Lindeboom, H.J., 1994. Environmental impact of bottom gears on benthic fauna in relation to natural resources management and protection of the North Sea Netherlands Institute for Sea Research.. NIOZ-Rapport 1994-11, RIVO-DLO report CO26/94.
27. De Juan S, Thrush SF, Demestre M (2007) Functional changes as indicators of trawling disturbance on a benthic community located in a fishing ground (NW Mediterranean Sea). *Marine Ecology Progress Series* 334: 117-129.
28. Diaz RJ, Rosenberg R (1995) Marine benthic hypoxia: A review of its ecological effects and the behavioural responses of benthic macrofauna. *Oceanography and Marine Biology - an Annual Review*, Vol 33 33: 245-303
29. Donohue PJC, Calosi P, Bates AH, Laverock B, Rastrick S, et al. (2012) Impact of exposure to elevated pCO₂ on the physiology and behaviour of an important ecosystem engineer, the burrowing shrimp *Upogebia deltaura*. *Aquatic Biology* 15: 73-86.
30. Duineveld GCA, van Noort GJ (1986) Observations on the Population-Dynamics of *Amphiura filiformis* (Ophiuroidea, Echinodermata) in the Southern North-Sea and Its Exploitation by the Dab, *Limanda limanda*. *Netherlands Journal of Sea Research* 20: 85-94.
31. Duineveld GCA, Bergman MJN, Lavaleye MSS (2007) Effects of an area closed to fisheries on the composition of the benthic fauna in the southern North Sea. *ICES Journal of Marine Science* 64: 899-908.
32. Duineveld GCA, Jenness MI (1984) Differences in Growth-Rates of the Sea-Urchin *Echinocardium cordatum* as Estimated by the Parameter-Omega of the Vonbertalanffy Equation Applied to Skeletal Rings. *MARINE ECOLOGY-PROGRESS SERIES* 19: 65-72.
33. Dyer MF, Pope JG, Fry PD, Portmann JE (1983) Changes in fish and benthos catches off the Danish coast in september 1981. *Journal of the marine biological Association UK* 63: 767-775.
34. Fahy E, Gaffney J (2001) Growth statistics of an exploited razor clam (*Ensis siliqua*) bed at Gormanstown, Co Meath, Ireland. *HYDROBIOLOGIA* 465: 139-151.
35. Fanelli E, Badalamenti F, D'Anna G, Pipitone C (2009) Diet and trophic level of scaldfish *Arnoglossus laterna* in the southern Tyrrhenian Sea (western Mediterranean): contrasting trawled versus untrawled areas. *JOURNAL OF THE MARINE BIOLOGICAL ASSOCIATION OF THE UNITED KINGDOM* 89: 817-828.
36. Forster S, Graf G, Kitlar J, Powilleit M (1995) Effects of Bioturbation in Oxic and Hypoxic Conditions - a Microcosm Experiment with a North-Sea Sediment Community. *Marine Ecology-Progress Series* 116: 153-161.
37. Forster S, Graf G (1995) Impact of Irrigation on Oxygen Flux into the Sediment - Intermittent Pumping by *Callianassa subterranea* and Piston-Pumping by *Lanice conchilega*. *Marine Biology* 123: 335-346.
38. <http://www.genustraitshandbook.org.uk>

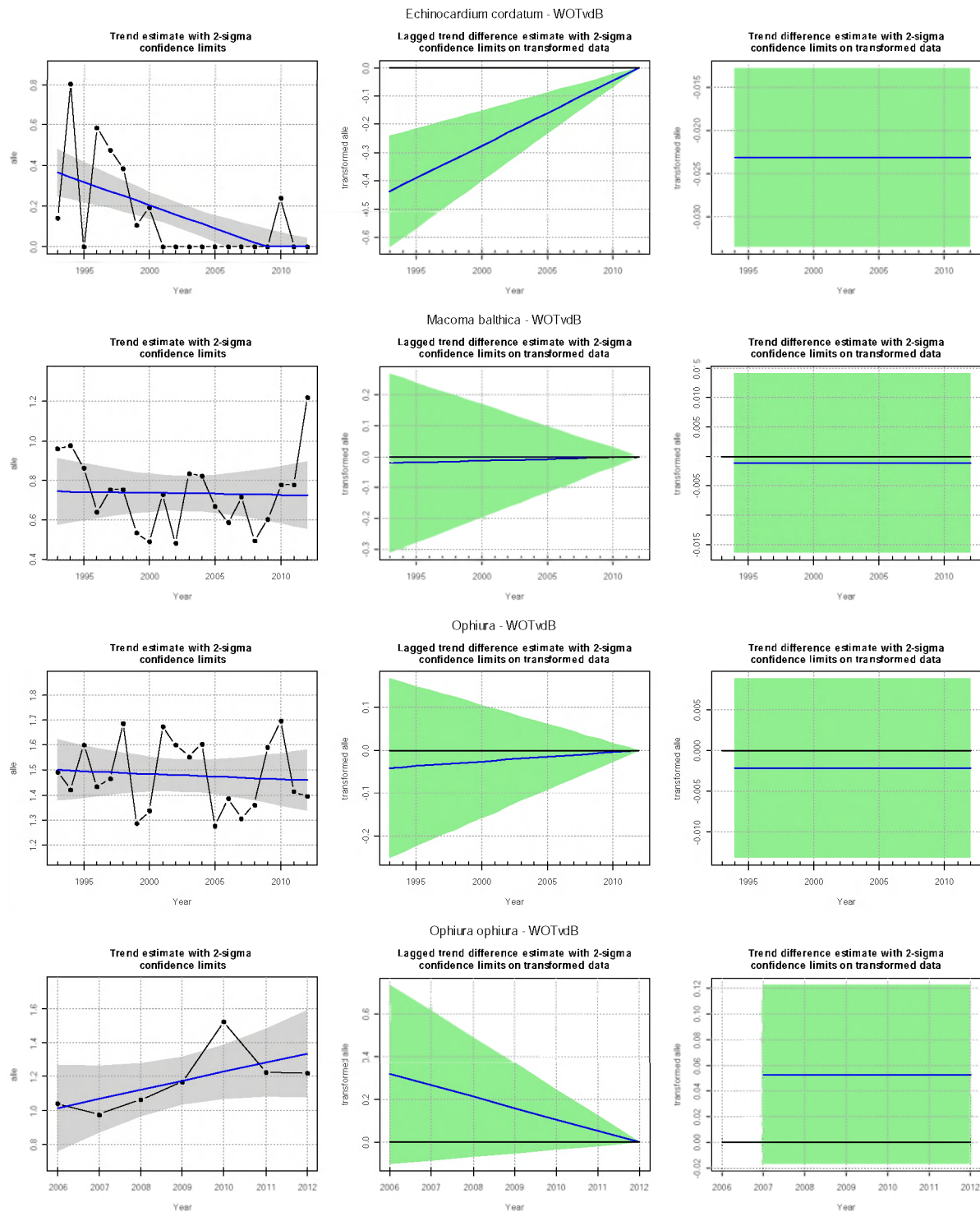
39. Gage JD (1990) Skeletal Growth Bands in Brittle Stars - Microstructure and Significance as Age Markers. JOURNAL OF THE MARINE BIOLOGICAL ASSOCIATION OF THE UNITED KINGDOM 70: 209-224.
40. Gilkinson KD, Gordon DC, MacIsaac KG, McKeown DL, Kenchington ELR, et al. (2005) Immediate impacts and recovery trajectories of macrofaunal communities following hydraulic clam dredging on Banquereau, eastern Canada. ICES Journal of Marine Science 62: 925-947.
41. Godet L, Toupoint N, Fournier J, Le Mao P, Retiere C, et al. (2009) Clam farmers and Oyster-catchers: Effects of the degradation of *Lanice conchilega* beds by shellfish farming on the spatial distribution of shorebirds. Marine Pollution Bulletin 58: 589-595.
42. Hamerlynck O, Cattrijsse A (1994) The Food of *Pomatoschistus-Minutus* (Pisces, Gobiidae) in Belgian Coastal Waters, and a Comparison with the Food of Its Potential Competitor *P-Lozanoi*. Journal of Fish Biology 44: 753-771.
43. Hauton, C., Hall-Spencer, J.M. & Moore, P.G., 2003. An experimental study of the ecological impacts of hydraulic bivalve dredging on maerl. ICES Journal of Marine Science, 60, 381-392.
44. Heinis F & Deerenberg C (2011) Passende beoordeling Boomkorvisserij op vis in de Nederlandse kustzone: Deelrapport Voordelta-IMARES Rapport c130/11, 101pp.
45. Hinz H, Kroncke I, Ehrich S (2005) The feeding strategy of dab *Limanda limanda* in the southern North Sea: linking stomach contents to prey availability in the environment. Journal of Fish Biology 67: 125-145.
46. Hiscock K., Langmead O. & Warwick R. (2004) Identification of seabed indicator species from time-series and other studies to support implementation of the EU Habitats and Water Framework Directives. Report to the Joint Nature Conservation Committee and the Environment Agency from the Marine Biological Association. Plymouth: Marine Biological Association. JNCC Contract F90-01-705. 109 pp
47. Van Hoey G, Guilini K, Rabaut M, Vincx M, Degraer S (2008) Ecological implications of the presence of the tube-building polychaete *Lanice conchilega* on soft-bottom benthic ecosystems. Marine Biology 154: 1009-1019.
48. Howe RL, Rees AP, Widdicombe S (2004) The Impact of two species of bioturbating shrimp (*Callinassa subterranea* and *Upogebia deltaura*) on sediment denitrification. Journal of the marine biological Association UK 84: 629-632.
49. Jensen JN (1990) Increased Abundance and Growth of the Suspension-Feeding Bivalve *Corbula-Gibba* in a Shallow Part of the Eutrophic Limfjord, Denmark. Netherlands Journal of Sea Research 27: 101-108.
50. Josefson AB, Widbom B (1988) Differential Response of Benthic Macrofauna and Meiofauna to Hypoxia in the Gullmar-Fjord Basin. Marine Biology 100: 31-40.
51. Kaiser MJ, Edwards DB, Armstrong PJ, Radford K, Lough NEL, et al. (1998) Changes in megafaunal benthic communities in different habitats after trawling disturbance. ICES Journal of Marine Science 55: 353-361.
52. Kaiser MJ, Ramsay K, Richardson CA, Spence FE, Brand AR (2000) Chronic fishing disturbance has changed shelf sea benthic community structure. Journal of Animal Ecology 69: 494-503.
53. Kamp A, Witte U (2005) Processing of C-13-labelled phytoplankton in a fine-grained sandy-shelf sediment (North Sea): relative importance of different macrofauna species. Marine Ecology Progress Series 297: 61-70.
54. Lindeboom, H.J. & De Groot, S.J., 1998. The effects of different types of fisheries on the North Sea and Irish Sea benthic ecosystems. NIOZ-Rapport, 404 pp.
55. Lohrer AM, Thrush SF, Gibbs MM (2004) Bioturbators enhance ecosystem function through complex biogeochemical interactions. Nature 431: 1092-1095.
56. MARLIN-Marine Life Information Network-<http://www.marlin.ac.uk/species.php>
57. Mensink BP, Fisher CV, Cadée GC, Fonds M, Ten Hallers-Tjabbes CC, et al. (2000) Shell damage and mortality in the common whelk *Buccinum undatum* caused by beam trawl fishery. Journal of Sea Research 43: 53-64.

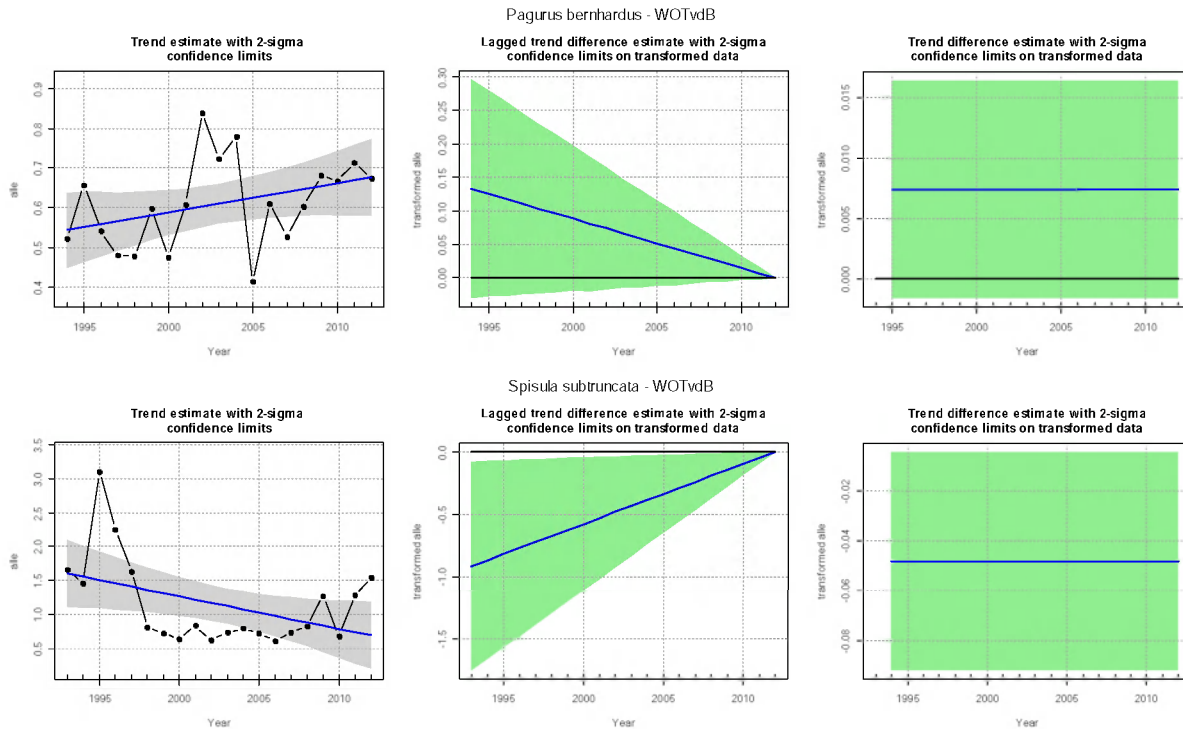
58. Mensink BP, Kralt H, Vethaak AD, Ten Hallers-Tjabbes CC, Koeman JH, et al. (2002) Imposex induction in laboratory reared juvenile *Buccinum undatum* by tributyltin (TBT). *Environmental Toxicology and Pharmacology* 11: 49-65.
59. Moore, J.J., 1998. Sea Empress oil spill: impacts on rocky and sedimentary shores. In *The Sea Empress Oil Spill* (ed. R. Edwards & H. Sime), pp. 173-187. Lavenham, Suffolk: Chartered Institution of Water and Environmental Management
60. Van Moorsel, G.W.N.M. 2003. Ecologie van de Klaverbank, Biotasurvey 2002. Ecosub, Doorn, 154 pp.
61. Van Moorsel, G.W.N.M. 2005. Macrofauna en hydromorfologie van zoute wateren. Ecosub, Doorn, 78 pp
62. Van Moorsel, G.W.N.M. 2011. Species and habitats of the international Dogger Bank. Ecosub, Doorn, 73 pp.
63. Neumann H, Ehrich S, Kroncke I (2008) Effects of cold winters and climate on the temporal variability of an epibenthic community in the German Bight. *Climate Research* 37: 241-251.
64. Neumann H, Ehrich S, Kroncke I (2010) Establishment of the angular crab *Goneplax rhomboides* (Linnaeus, 1758) (Crustacea, Decapoda, Brachyura) in the southern North Sea. *Aquatic Invasions* 5: S27-S30.
65. Olsfard, F. & Gray, J.S., 1995. A comprehensive analysis of the effects of offshore oil and gas exploration and production on the benthic communities of the Norwegian continental shelf. *Marine Ecology Progress Series*, 122, 277-306.
66. Olsfard F (1999) Effects of copper contamination on recolonisation of subtidal marine soft sediments - an experimental field study. *Marine Pollution Bulletin* 38: 448-462.
67. Olsfard F, Schaanning MT, Widdicombe S, Kendall MA, Austen MC (2008) Effects of bottom trawling on ecosystem functioning. *Journal of experimental marine biology and ecology* 366: 123-133.
68. Osinga R, Kop AJ, Malschaert JFP, VanDuyl FC (1997) Effects of the sea urchin *Echinocardium cordatum* on bacterial production and carbon flow in experimental benthic systems under increasing organic loading. *Journal of Sea Research* 37: 109-121.
69. Piet GJ, Rijnsdorp AD, Bergman MJN, van Santbrink JW, Craeymeersch J, et al. (2000) A quantitative evaluation of the impact of beam trawling on benthic fauna in the southern North Sea. *ICES JOURNAL OF MARINE SCIENCE* 57: 1332-1339.
70. Rabaut M, Guilini K, Van Hoey G, Magda V, Degraer S (2007) A bio-engineered soft-bottom environment: The impact of *Lanice conchilega* on the benthic species-specific densities and community structure. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 75: 525-536.
71. Rabaut M, Braeckman U, Hendrickx F, Vincx M, Degraer S (2008) Experimental beam-trawling in *Lanice conchilega* reefs: impact on the associated fauna. *Fisheries Research* 90: 209-216
72. Rabaut, M.; Du Four, I.; Nakas, G.; Van Lancker, V.R.M.; Degraer, S.; Vincx, M. (2009). Ecosystem engineers stabilize sand bank systems: *Owenia fusiformis* aggregations as ecologically important microhabitat, in: Rabaut, M. (2009). *Lanice conchilega*, fisheries and marine conservation: Towards an ecosystem approach to marine management. pp. 273-297, PhD Thesis. Ghent University: Gent. ISBN 978-90-8756-025-6. xvii, 354 pp.
73. Reiss H, Meybohm K, Kroncke I (2006) Cold winter effects on benthic macrofauna communities in near- and offshore regions of the North Sea. *Helgoland Marine Research* 60: 224-238.
74. Reiss H, Cunze S, König K, Neumann H, Kroncke I (2011) Species distribution modelling of marine benthos: a North Sea case study. *Marine Ecology- Progress Series* 442: 71-86.
75. Robertson AI (1979) The relationship between annual production: biomass ratios and life spans for marine macrobenthos. *Oecologia* 38: 193-202.
76. Rowden AA, Jones MB, Morris AW (1998) The role of *Callianassa subterranea* (Montagu) (THALASSINIDEA) in sediment resuspension in the North Sea. *Continental Shelf Research* 18: 1365-1380.

77. Rumohr H, Krost P (1991) Experimental-Evidence of Damage to Benthos by Bottom Trawling with Special Reference to *Arctica-Islandica*. *Meeresforschung-Reports on Marine Research* 33: 340-345.
78. Rumohr H, Kujawski T (2000) The impact of trawl fishery on the epifauna of the southern North Sea. *ICES Journal of Marine Science* 57: 1389-1394.
79. Rijnsdorp AD, Vingerhoed B (2001) Feeding of plaice *Pleuronectes platessa* L. and sole *Solea solea* (L.) in relation to the effects of bottom trawling. *JOURNAL OF SEA RESEARCH* 45: 219-229.
80. Rygg B (1985) Effect of Sediment Copper on Benthic Fauna. *Marine Ecology Progress Series* 25: 83-89.
81. Sartor P, Francesconi B, Rossetti I, De Ranieri S (2006) Catch composition and damage incurred to crabs discarded from the eastern ligurian sea "rapido" trawl fishery. *Hydrobiologia* 557: 121-133.
82. Slomp CP, Vanraaphorst W, Malschaert JFP, Kok A, Sandee AJJ (1993) The Effect of Deposition of Organic-Matter on Phosphorus Dynamics in Experimental Marine Sediment Systems. *HYDROBIOLOGIA* 253: 83-98.
83. Solan M, Kennedy R (2002) Observation and quantification of in situ animal-sediment relations using time-lapse sediment profile imagery (t-SPI). *Marine Ecology-Progress Series* 228: 179-191.
84. Sonnewald, M. & M. Türkay 2012. The megaepifauna of the Dogger Bank (North Sea): species composition and faunal characteristics 1991-2008. *Helgoland Marine Research* 66 (1) 63-75.
85. Theede, H., (1973). Comparative studies on the influence of oxygen deficiency and hydrogen sulphide on marine bottom invertebrates. *Netherlands Journal of Sea Research*, 7, 244-252.
86. Tuck ID, Hall SJ, Robertson MR, Armstrong E, Basford DJ (1998) Effects of physical trawling disturbance in a previously unfished sheltered Scottish sea loch. *Marine Ecology Progress Series* 162: 227-242
87. Ursin E. 1952. Change in the composition of the bottom fauna of the Dogger Bank area. *letters to Nature* 170, 324.
88. Veale LO, Hill AS, Hawkins SJ, Brand AR (2000) Effects of long-term physical disturbance by commercial scallop fishing on subtidal epifaunal assemblages and habitats. *Marine Biology* 137 (2000) 2, 325-337.
89. Vergnon R, Blanchard F (2006) Evaluation of trawling disturbance on macrobenthic invertebrate communities in the Bay of Biscay, France: Abundance biomass comparison (ABC method). *Aquatic Living Resources* 19: 219-228.
90. Vitisen B, Vismann B (1997) Tolerance to low oxygen and sulfide in *Amphiura filiformis* and *Ophiura albida* (Echinodermata: Ophiuroidea). *Marine Biology* 128: 241-246.
91. Vopel K, Thistle D, Rosenberg R (2003) Effect of the brittle star *Amphiura filiformis* (Amphiuridae, Echinodermata) on oxygen flux into the sediment. *Limnology and Oceanography* 48: 2034-2045.
92. Widdicombe S, Austen MC (1998) Experimental evidence for the role of *Brissopsis lyrifera* (Forbes, 1841) as a critical species in the maintenance of benthic diversity and the modification of sediment chemistry. *Journal of experimental marine biology and ecology* 228: 241-255.
93. Witbaard R, Duineveld GCA (1989) Some Aspects of the Biology and Ecology of the Burrowing Shrimp *Callinassa-Subterranea* (Montagu) (Thalassinidea) from the Southern North-Sea. *Sarsia* 74: 209-219.
94. Witbaard R, Klein R (1994) Long-Term Trends on the Effects of the Southern North-Sea Beamtrawl Fishery on the Bivalve Mollusk *Arctica-Islandica* L (Mollusca, Bivalvia). *ICES Journal of Marine Science* 51: 99-105.
95. Witbaard R, Duineveld GCA, DeWilde PAWJ (1997) A long-term growth record derived from *Arctica islandica* (Mollusca, Bivalvia) from the Fladen Ground (northern North Sea). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 77: 801-816.
96. Wood HL, Spicer JI, Lowe DM, Widdicombe S (2010) Interaction of ocean acidification and temperature; the high cost of survival in the brittlestar *Ophiura ophiura*. *Marine Biology* 157: 2001-2013.
97. Zuhlke R (2001) Polychaete tubes create ephemeral community patterns: *Lanice conchilega* (Pallas, 1766) associations studied over six years. *Journal of Sea Research* 46: 261-272.

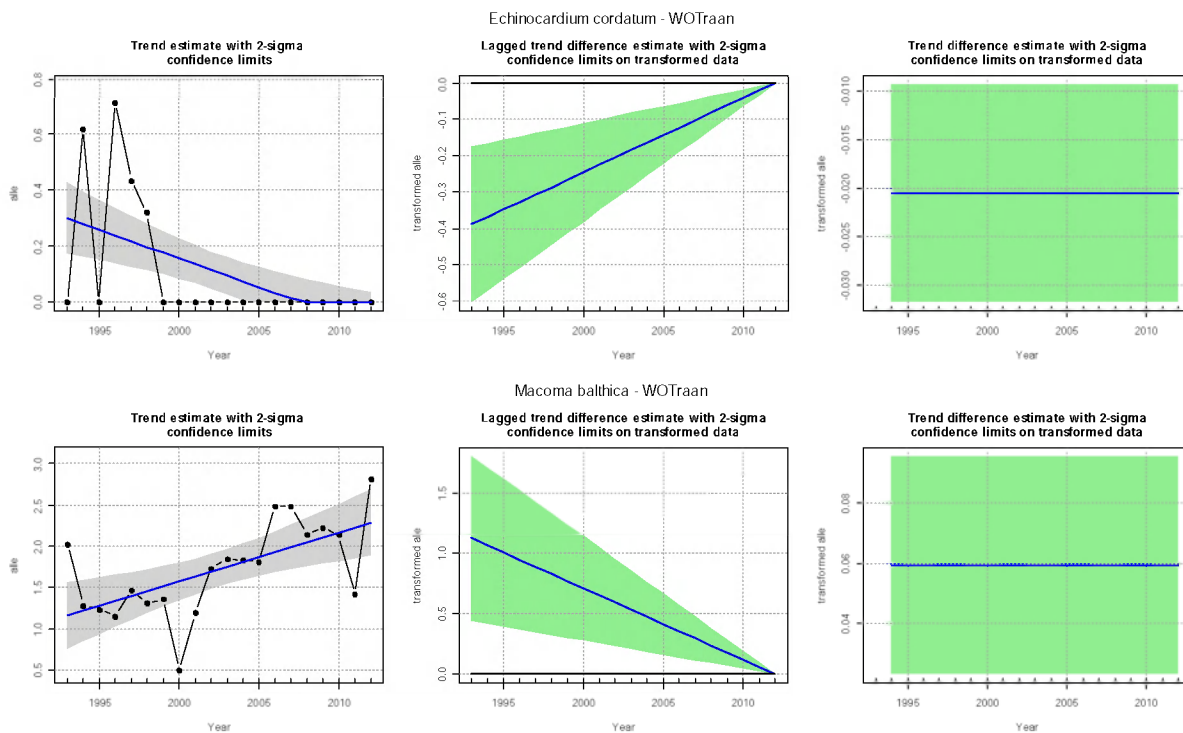
Bijlage 2. Resultaten trendanalyses met trend spotter voor 'slimme' soorten per Natura 2000-gebied behorende bij Tabel 6 op basis van de WOT-schelpdierssurvey data.

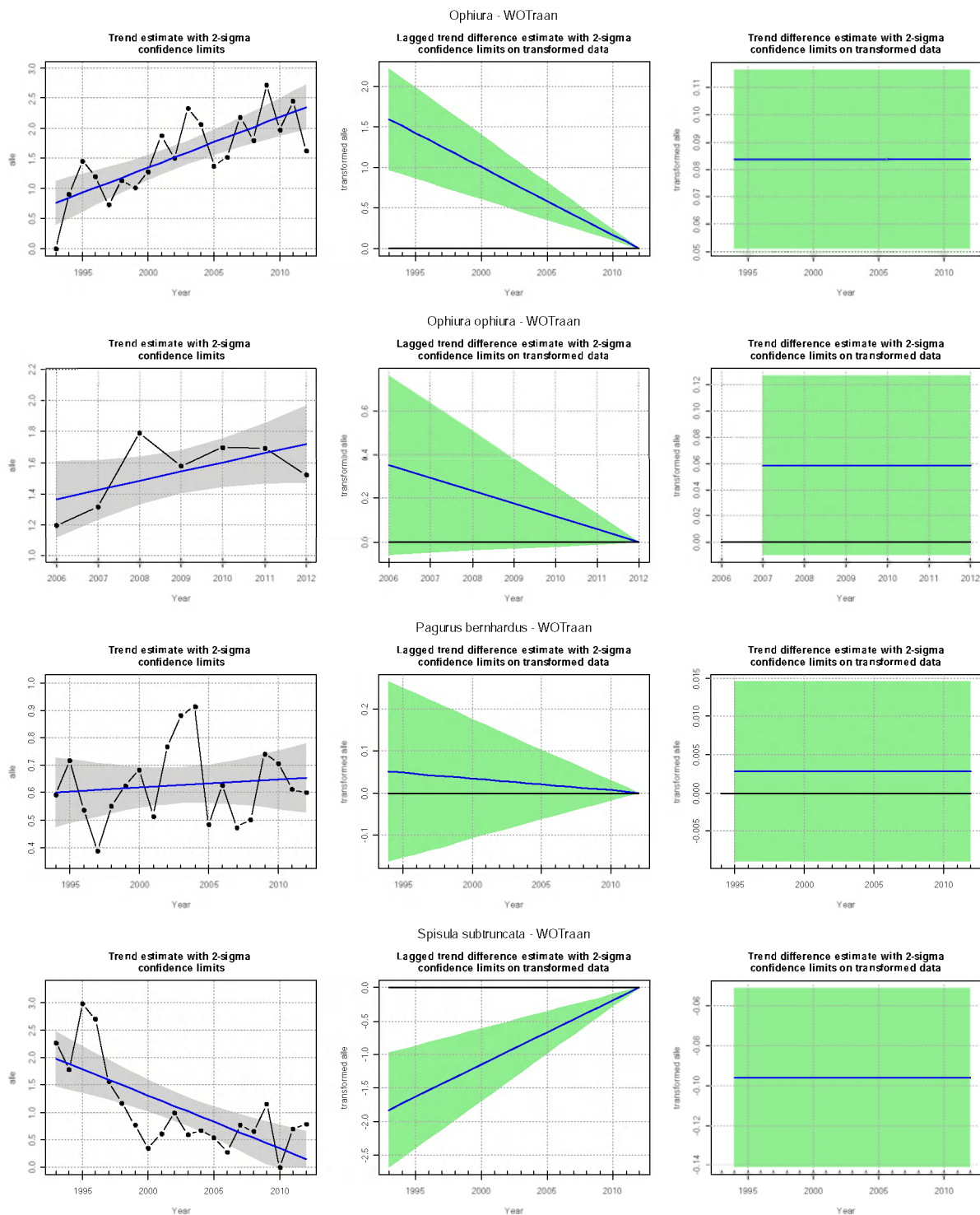
Voordelta H1110B



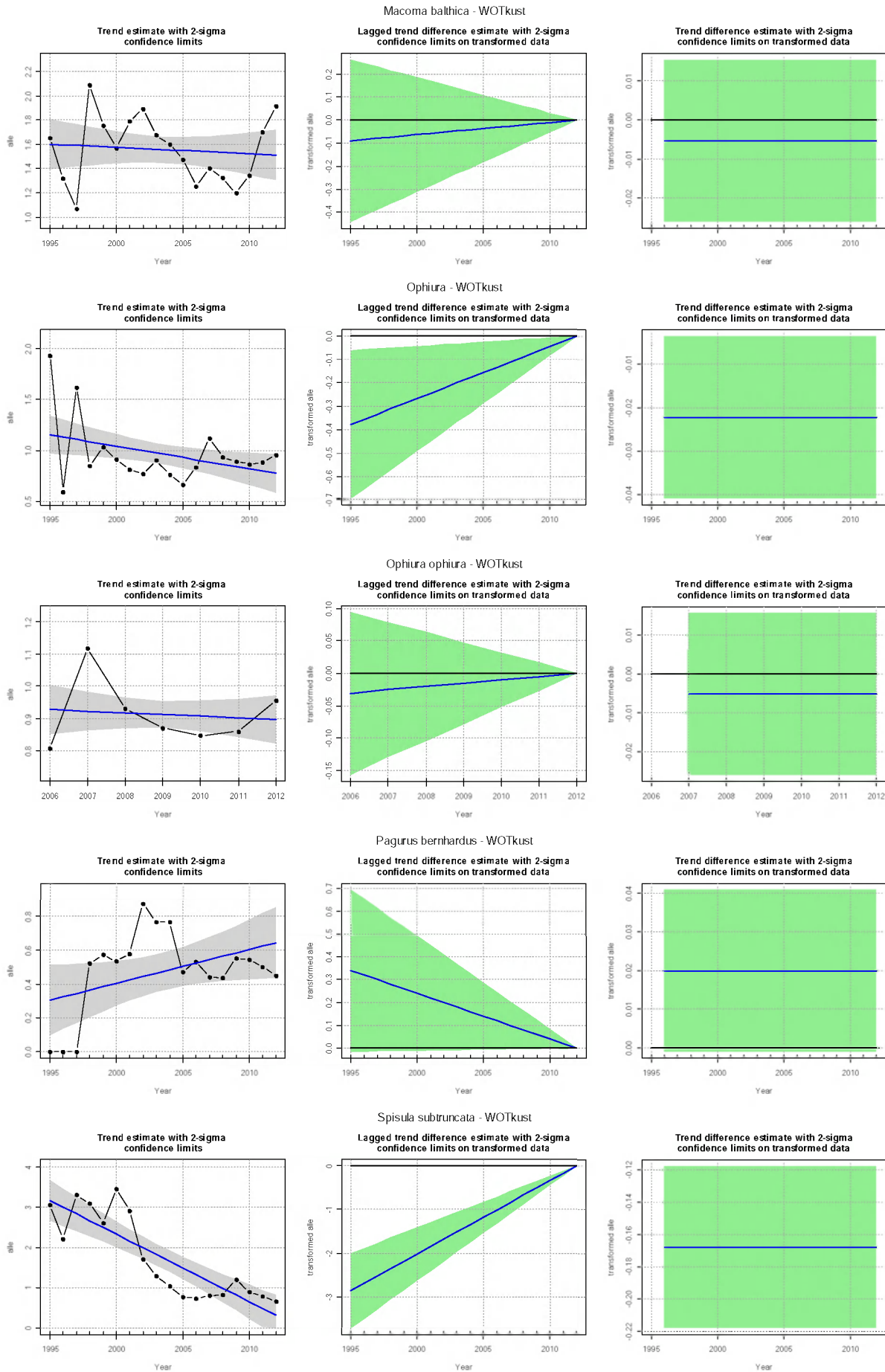


Vlakte van de Raan



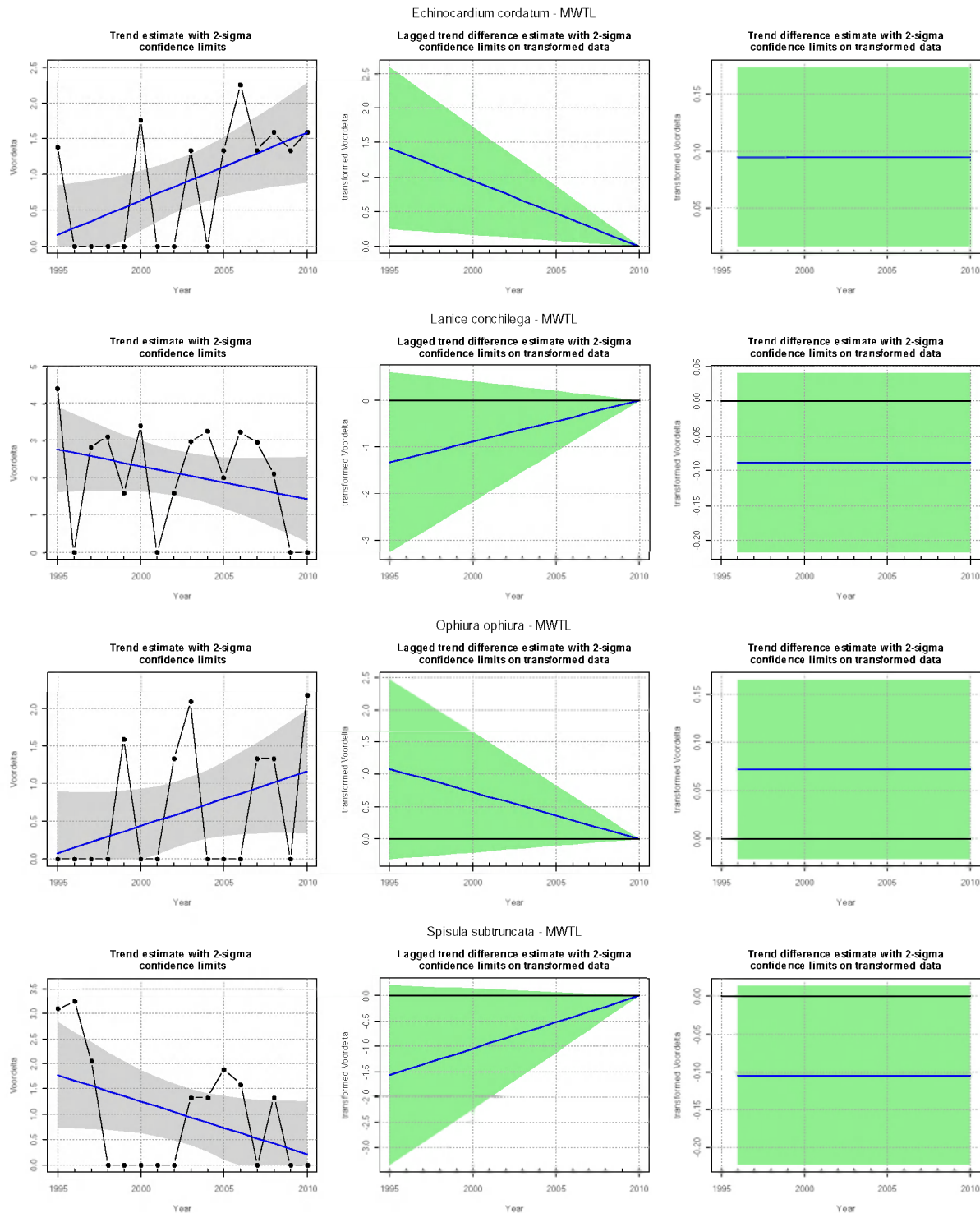


Noordzeekustzone

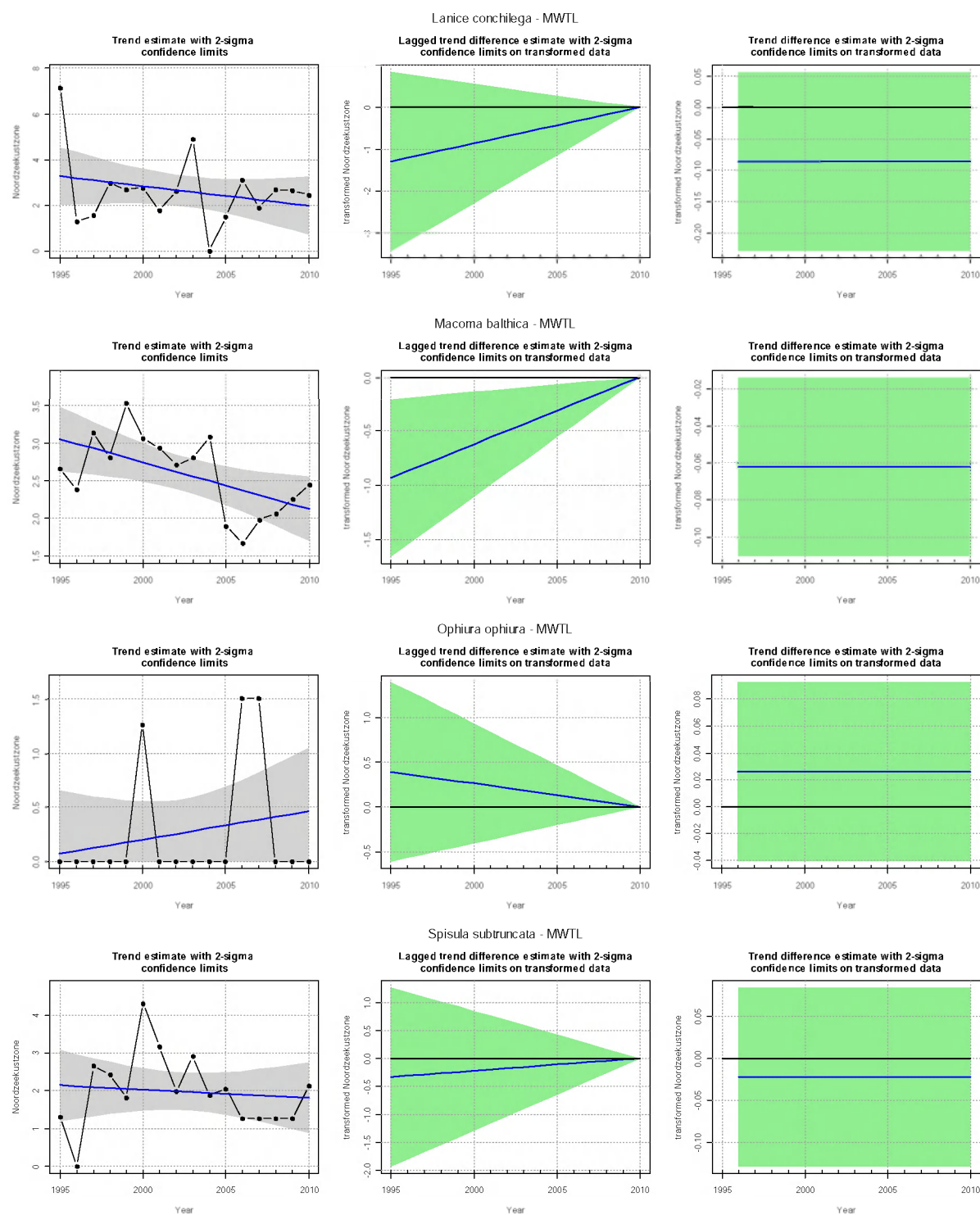


Bijlage 3. Resultaten trendanalyses met trend spotter voor 'slimme' soorten per Natura 2000-gebied behorende bij Tabel 7 op basis van de MWTL data.

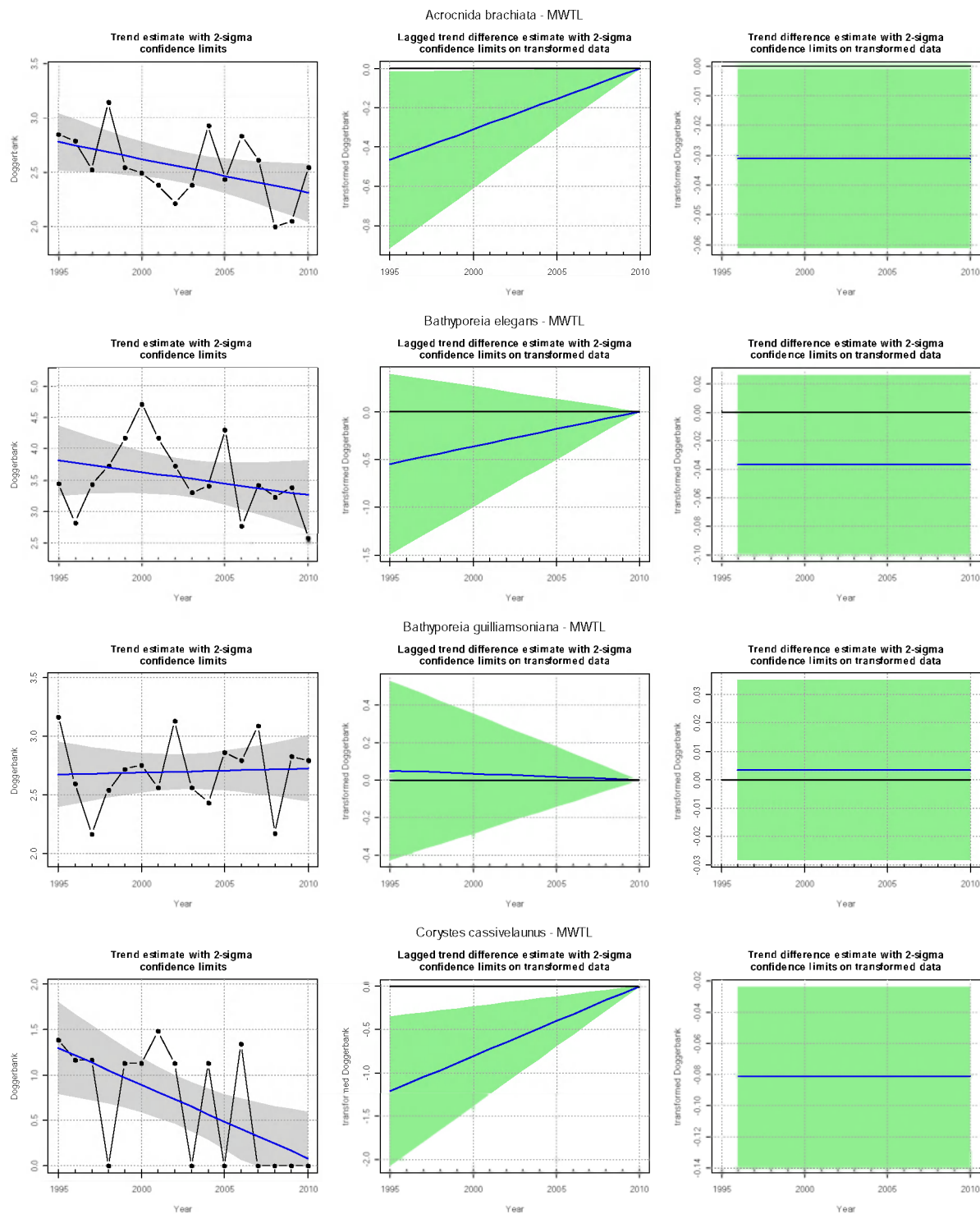
H1110B Voordelta

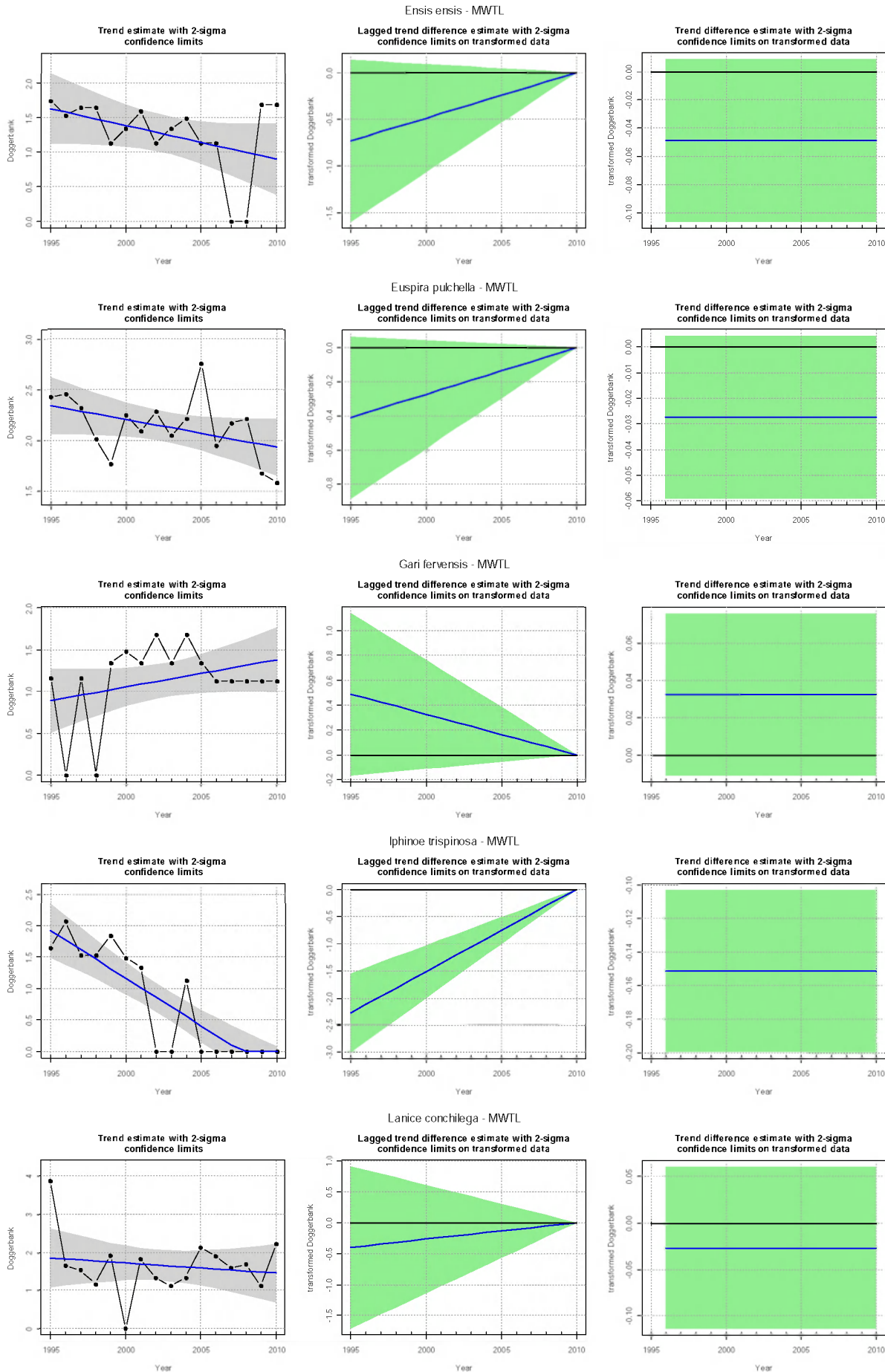


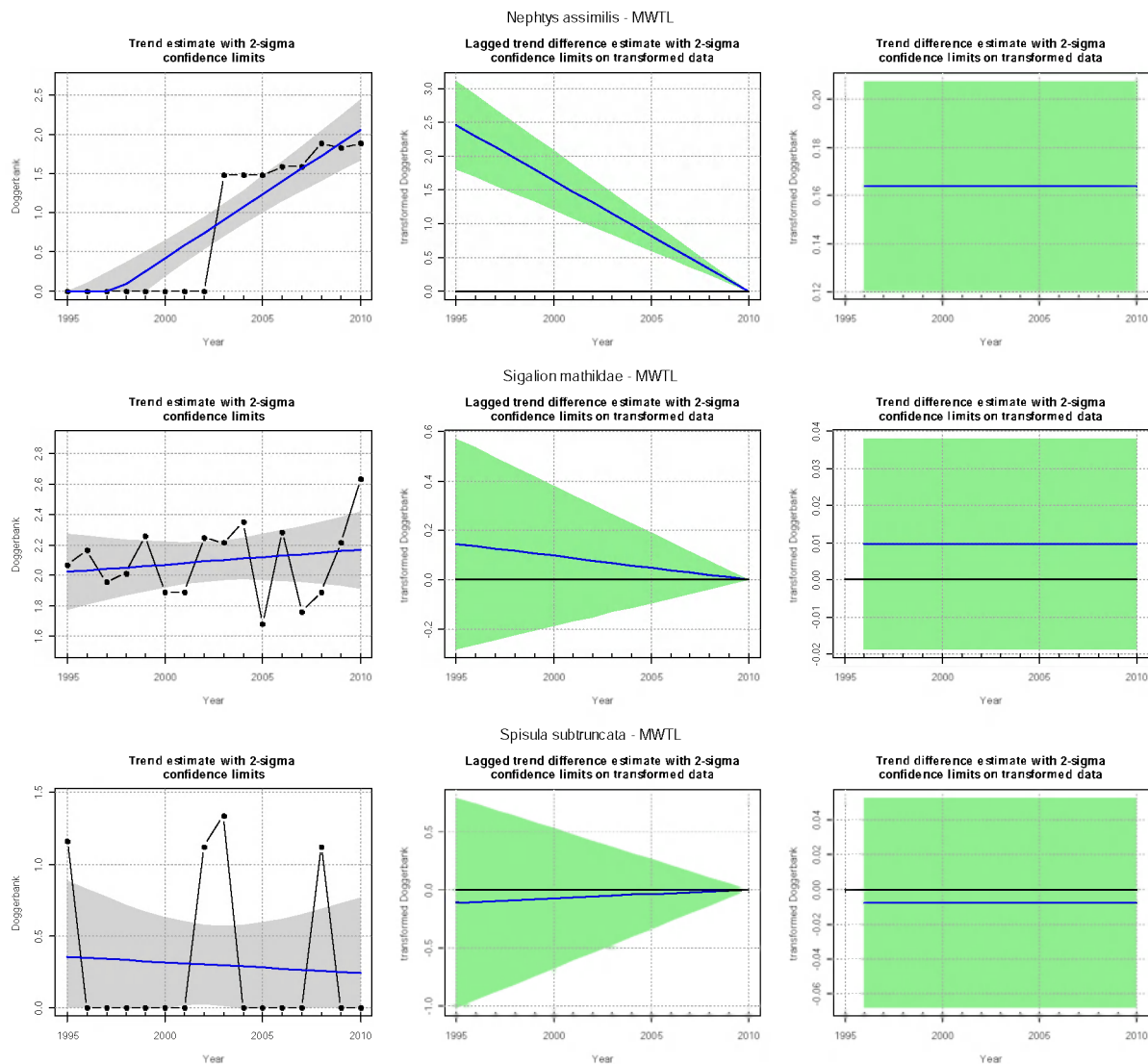
Noordzeekustzone



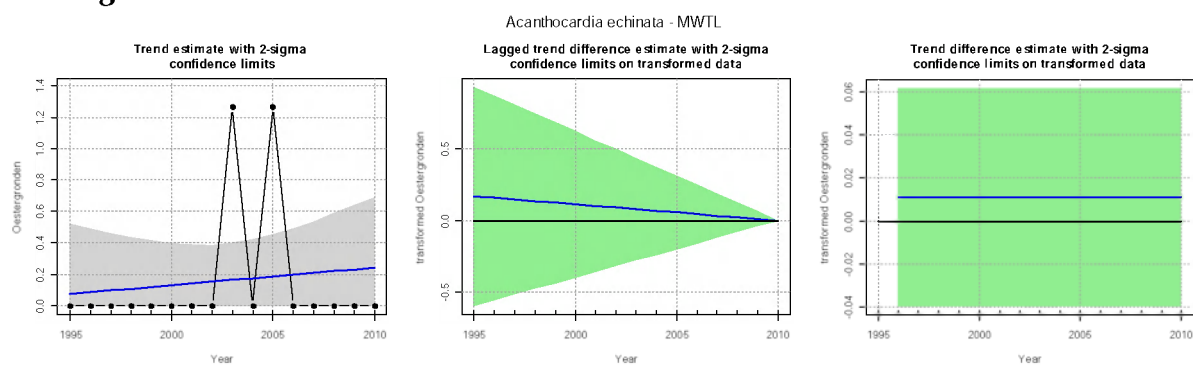
Doggersbank

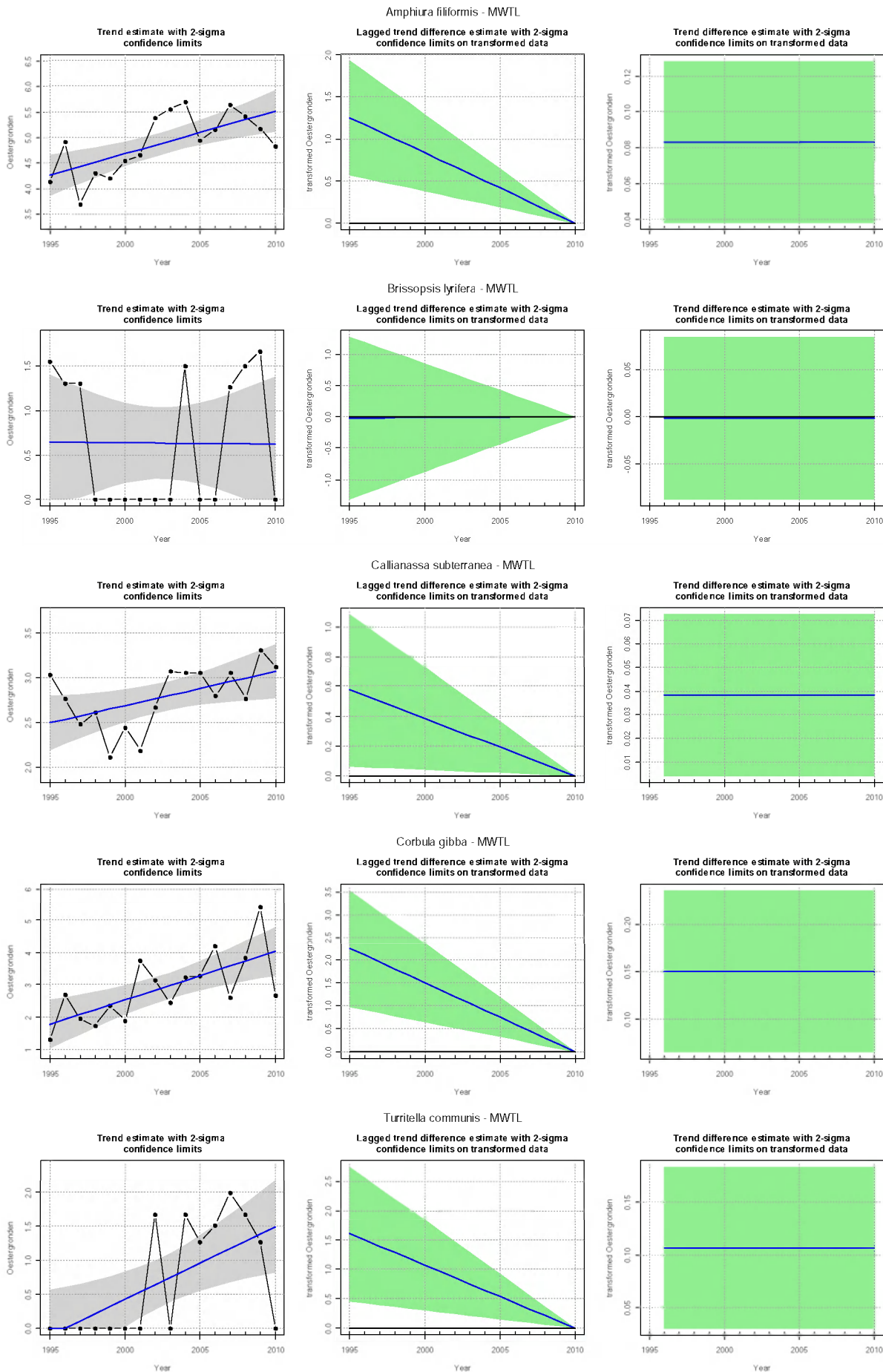


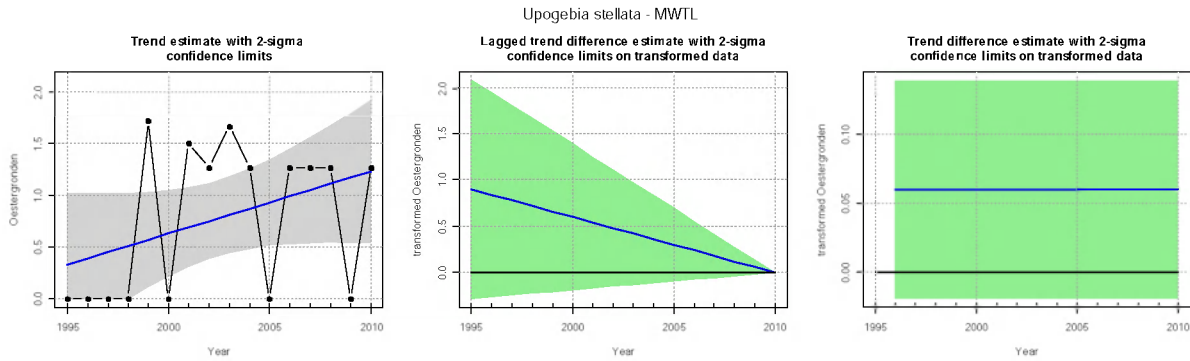




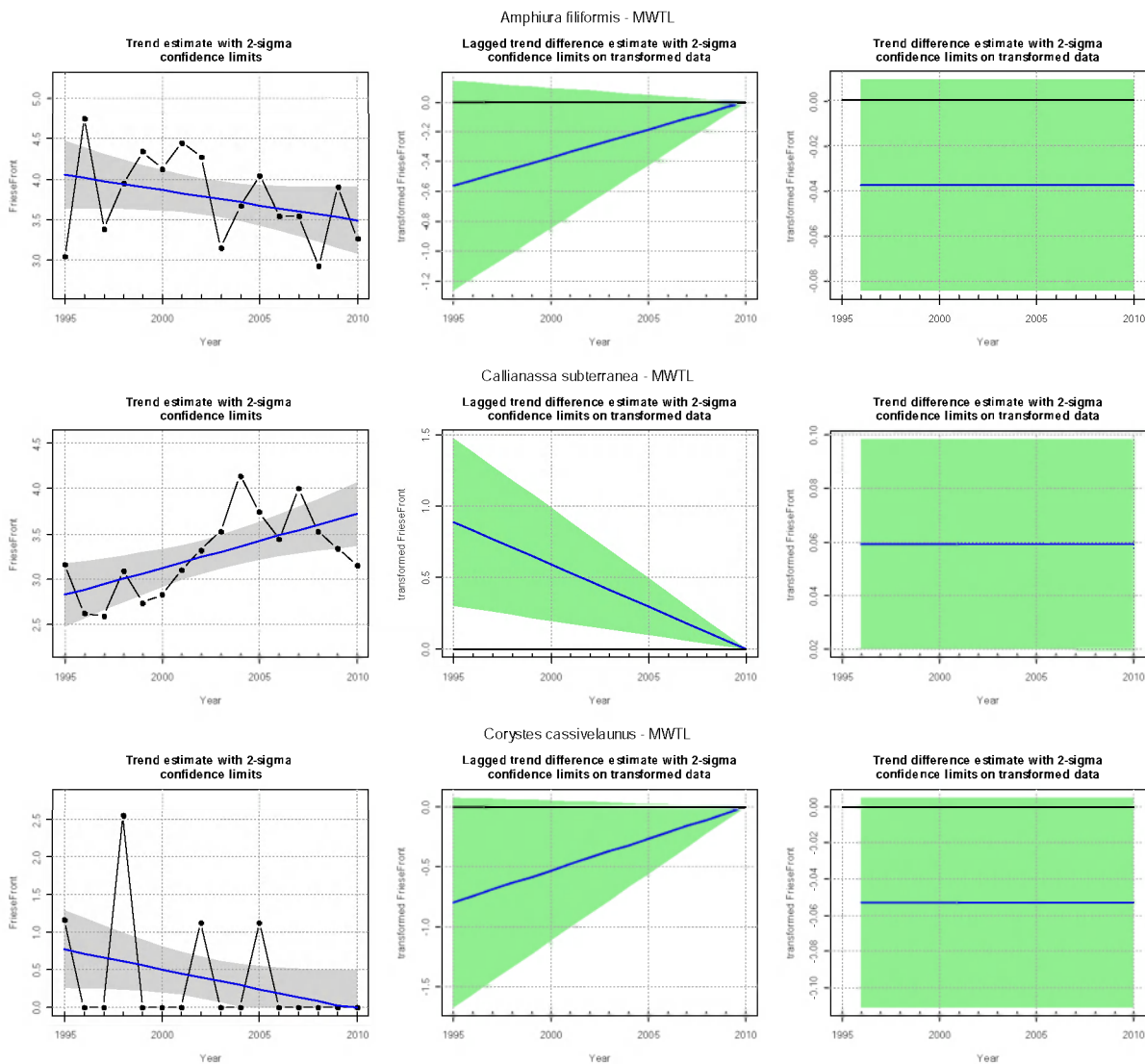
Oestergronden

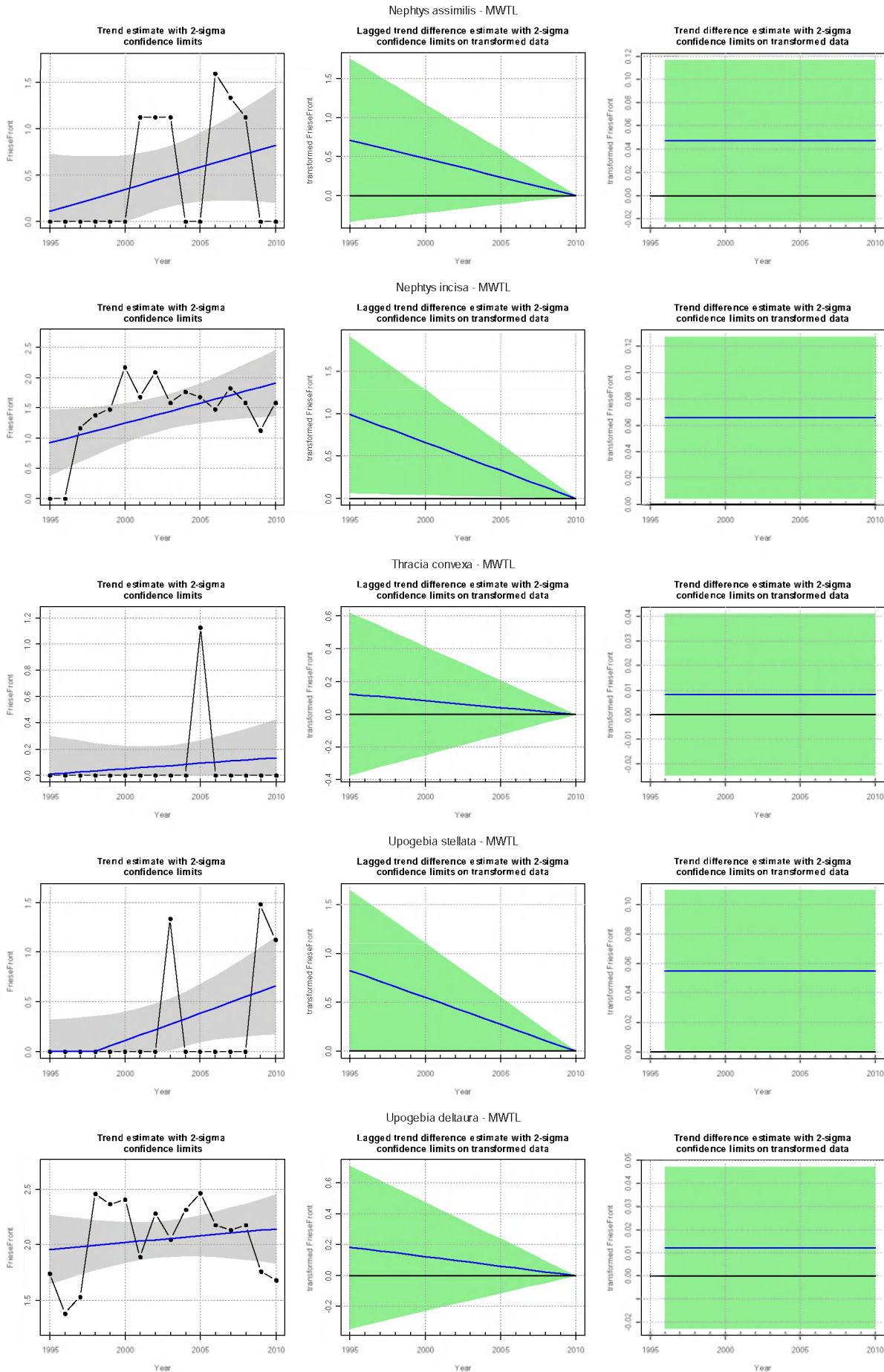






Friese Front





Bijlage 4. Resultaten van de afzonderlijke runs voor de ruimtelijke verdunningsanalyse op basis van 70 schaafronster (WOT data) per jaar voor de periode 1993-2012. Resultaten behorende bij de analyse van hoofdstuk 3.4 en Tabel 8.

species	alle 10 punten										
run	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Chamelea striatula</i>	+	+	ns	ns	ns	+	ns	+	ns	+	ns
<i>Ensis</i>	+	+	+	+	+	+	ns	+	+	+	+
<i>Macoma balthica</i>	-	ns	-	ns	-	-	-	-	-	ns	ns
<i>Spisula subtruncata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Corystes cassivelaunus</i>	+	+	+	+	+	+	ns	ns	ns	ns	ns
<i>Pagurus bernhardus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
species	alle 20 punten										
run	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Chamelea striatula</i>	+	+	+	ns	+	ns	ns	ns	+	+	ns
<i>Ensis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Macoma balthica</i>	-	ns	-	ns	-	-	-	ns	-	-	-
<i>Spisula subtruncata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Corystes cassivelaunus</i>	+	+	+	+	ns	+	+	+	+	ns	ns
<i>Pagurus bernhardus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
species	alle 30 punten										
run	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Chamelea striatula</i>	+	ns	ns	+	+	+	+	+	ns	ns	+
<i>Ensis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Macoma balthica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Spisula subtruncata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Corystes cassivelaunus</i>	+	+	+	+	+	ns	+	+	+	ns	+
<i>Pagurus bernhardus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
species	alle 40 punten										
run	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Chamelea striatula</i>	+	ns	+	+	+	+	ns	+	+	ns	ns
<i>Ensis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Macoma balthica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Spisula subtruncata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Corystes cassivelaunus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Pagurus bernhardus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
species	alle 50 punten										
run	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Chamelea striatula</i>	+	+	+	ns	+	ns	+	+	+	+	+
<i>Ensis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Macoma balthica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Spisula subtruncata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Corystes cassivelaunus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Pagurus bernhardus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Bijlage 5. Resultaten van de power analyses (op basis van 2-zijdige t-test) met betrekking tot het minimaal detecteren van 50% verandering in de ruimtelijke spreiding (trekfraks) met een betrouwbaarheid van 95% en een power van 80% van 'typische -' en potentieel 'slimme' soorten voor de Bodembeschermingsgebieden. Avg = gemiddelde trekfraks op schaal van 0 tot 1; Stdev = bijbehorende standaard deviatie; d = 'effect size'; N = benodigd aantal monsters ter evaluatie (behorende bij Tabel 11).

"Beschermd" gebied			Schaaf (20m ²)*				Boxcorer (0.078m ²)**			
Soort	Typi sch	Slim	Avg	Stdev	d	N	Avg	Stdev	d	N
KLAVERBANK										
Jaar			2012	(Video)			2002	(Hamon grab)		
Totaal monsters			11				62			
<i>Alcyonium digitatum</i>	x	x	0.818	0.405	1.011	13				
<i>Aporrhais pespelecani</i>			0.273	0.467	0.292	146				
<i>Buccinum undatum</i>	x		0.636	0.505	0.631	32				
<i>Chlamys opercularis</i>			0.182	0.405	0.225	245				
<i>Hydrozoa</i>		x	0.818	0.405	1.011	13				
<i>Pomatoceros sp.</i>			0.545	0.522	0.522	47				
<i>red algae</i>	x	x	0.364	0.505	0.360	97				
<i>Urticina spec.</i>		x	0.727	0.467	0.778	22				
<i>Dosinia exoleta</i>	x	x					0.500	0.504	0.496	51
<i>Sabellaria spinulosa</i>	x									
<i>Chone duneri</i>	x						0.613	0.491	0.624	33
<i>Pododesmus patelliformis</i>	x									
<i>Lithothamnion sonderi</i>	x	x					0.016	0.127	0.064	3020
<i>Galathea intermedia</i>							0.065	0.248	0.130	733
<i>Acropagia crassa</i>							0.113	0.319	0.177	396
DOGGERSBANK										
Jaar			2007				2010			
Totaal monsters			25				9			
<i>Acrocnida brachiata</i>	x	x	0.640	0.490	0.653	38	0.667	0.500	0.667	29
<i>Arctica islandica</i>	x		0.240	0.436	0.275	209	0.111	0.333	0.167	445
<i>Buccinum undatum</i>	x		0.360	0.490	0.367	118				
<i>Corystes cassivelaunus</i>		x	0.960	0.200	2.400	4				
<i>Echinocyamus pusillus</i>	x		0.000	0.000			0.333	0.500	0.333	113
<i>Ensis ensis</i>		x	0.800	0.408	0.980	18	0.556	0.527	0.527	46
<i>Ensis siliqua</i>		x	0.720	0.458	0.786	27				
<i>Gari fervensis</i>		x	0.960	0.200	2.400	4	0.111	0.333	0.167	445
<i>Mactra corallina</i>	x		0.040	0.200	0.100	1571				
<i>Psammechinus miliaris</i>		x	0.560	0.507	0.553	53				

CENTRALE OESTERGRONDEN										
Jaar			2007				2010			
Totaal monsters			36				7			
<i>Acanthocardia echinata</i>		x	0.750	0.439	0.854	23				
<i>Amphiura filiformis</i>		x	0.167	0.378	0.220	326	1.000	0	max	2
<i>Brissopsis lyrifera</i>		x	0.972	0.167	2.917	4	0.143	0.378	0.189	347
<i>Callianassa subterranea</i>		x	0.472	0.506	0.466	74	1.000	0	max	2
<i>Corbula gibba</i>		x	1.000	0.000	10	2	1.000	0	max	2
<i>Turritella communis</i>		x	0.944	0.232	2.033	5	0.143	0.378	0.189	347
<i>Upogebia stellata</i>		x	0.611	0.494	0.618	43	0.143	0.378	0.189	347
FRIESE FRONT										
Jaar			2012				2010			
Totaal monsters			30				8			
<i>Amphiura filiformis</i>		x	0.633	0.490	0.646	39	0.875	0.354	1.237	9
<i>Callianassa subterranea</i>		x	0.900	0.305	1.475	9	0.875	0.354	1.237	9
<i>Corystes cassivelaunus</i>		x	0.967	0.183	2.647	4				
<i>Goneplax rhomboides</i>		x	0.700	0.466	0.751	29				
<i>Thracia convexa</i>		x	0.533	0.507	0.526	58				
<i>Upogebia deltaura</i>		x	0.833	0.379	1.099	15	0.500	0.535	0.468	58
NOORDZEEKUSTZONE										
Jaar			2007				2010			
Totaal monsters			27				6			
<i>Buccinum undatum</i>	x		0.000	0.000						
<i>Chamelea striatula</i>		x	0.444	0.506	0.439	83				
<i>Echinocardium cordatum</i>	x		0.407	0.501	0.407	96				
<i>Lanice conchilega</i>	x	x	0.000	0.000			0.667	0.516	0.645	31
<i>Lutraria lutraria</i>		x	0.222	0.424	0.262	230				
<i>Macoma balthica</i>	x		0.481	0.509	0.473	72	0.667	0.516	0.645	31
<i>Ophiura ophiura</i>		x	0.704	0.465	0.756	29				
<i>Pagurus bernhardus</i>		x	0.704	0.465	0.756	29				
<i>Spisula subtruncata</i>	x	x	0.333	0.480	0.347	132	0.167	0.408	0.204	298
BRUINE BANK										
Jaar			2007				2010			
Totaal monsters			9				6			
<i>Donax vittatus</i>		x	0.78	0.44	0.882	34				
<i>Ensis spp.</i>		x	0.78	0.44	0.882	34				
<i>Ophiura ophiura</i>		x	0.89	0.33	1.333	16				
<i>Thia scutellata</i>		x	1.00	0.00	10.00	4				
<i>Nephtys cirrosa</i>		x					0.83	0.41	1.021	26

Bijlage 6. Resultaten van de power analyses (op basis van 2-zijdige t-test) met betrekking tot het minimaal detecteren van 50% verandering in de gemiddelde dichtheden met een betrouwbaarheid van 95% en een power van 80% van 'typische -' en potentieel 'slimme' soorten voor de Bodembeschermingsgebieden uit dit rapport. Avg = gemiddelde trefkans op schaal van 0 tot 1; Stdev = bijbehorende standaard deviatie; d = 'effect size'; N = benodigd aantal monsters ter evaluatie (behorende bij Tabel 11).

Beschermd gebied			Schaaf (20m ²)*				Boxcorer (0.078m ²)**			
Soort	Typisch	Slim	Avg	Stdev	d	N	Avg	Stdev	d	N
KLAVERBANK										
Jaar			2012	(Video)			2002	(Hamon grab)		
Totaal monsters			11				62			
<i>Alcyonium digitatum</i>	x	x	2.745	5.786	0.237	221				
<i>Aporrhais pespelecani</i>			0.008	0.015	0.268	173				
<i>Buccinum undatum</i>	x		0.056	0.058	0.480	55				
<i>Chlamys opercularis</i>			0.008	0.020	0.193	333				
<i>Hydrozoa</i>		x	1.339	1.973	0.339	109				
<i>Pomatoceros sp.</i>			5.398	8.875	0.304	135				
red algae	x	x	1.281	3.161	0.203	301				
<i>Urticina spec.</i>		x	0.070	0.068	0.514	48				
<i>Dosinia exoleta</i>	x	x					2.306	3.678	0.314	127
<i>Sabellaria spinulosa</i>	x									
<i>Chone duneri</i>	x						129.726	443.534	0.146	581
<i>Pododesmus patelliformis</i>	x									
<i>Lithothamnion sonderi</i>	x	x					0.057	0.450	0.064	3020
<i>Galathea intermedia</i>							1.452	6.706	0.108	1061
<i>Acropagia crassa</i>							0.306	0.985	0.156	509
DOGGERSBANK										
Jaar			2007				2010			
Totaal monsters			25				9			
<i>Acrocrida brachiata</i>	x	x	23.200	36.071	0.322	153	69.800	114.520	0.305	134
<i>Arctica islandica</i>	x		0.400	0.866	0.231	296				
<i>Buccinum undatum</i>	x		0.560	0.917	0.306	169				
<i>Corystes cassivelaunus</i>		x	20.240	11.016	0.919	20				
<i>Echinocyamus pusillus</i>	x		0.000	0.000			8.533	12.800	0.333	113
<i>Ensis ensis</i>		x	19.000	16.813	0.565	51	8.533	9.051	0.471	57
<i>Ensis siliqua</i>		x	7.640	8.103	0.471	72				
<i>Gari fervensis</i>		x	4.840	5.096	0.475	71	1.422	4.267	0.167	445
<i>Mactra corallina</i>	x		0.080	0.400	0.100	1571				
<i>Psammechinus miliaris</i>		x	3.360	5.484	0.306	169				

CENTRALE OESTERGRONDEN									
Jaar			2007				2010		
Totaal monsters			36				7		
<i>Acanthocardia echinata</i>		x	4.021	4.966	0.405	97			
<i>Amphiura filiformis</i>		x	5.903	17.062	0.173	526	582.471	381.479	0.763
<i>Brissopsis lyrifera</i>		x	56.299	58.382	0.482	69	1.829	4.838	0.189
<i>Callianassa subterranea</i>		x	3.590	6.488	0.277	206	93.400	47.825	0.976
<i>Corbula gibba</i>		x	319.382	507.893	0.314	161	86.071	109.239	0.394
<i>Turritella communis</i>		x	248.544	310.583	0.400	100	1.829	4.838	0.189
<i>Upogebia stellata</i>		x	4.819	7.588	0.318	157	1.829	4.838	0.189
FRIESE FRONT									
Jaar			2012				2010		
Totaal monsters			30				8		
<i>Amphiura filiformis</i>		x	50.767	148.586	0.171	538	113.775	122.281	0.465
<i>Callianassa subterranea</i>		x	50.567	44.205	0.572	49	99.350	70.460	0.705
<i>Corystes cassivelaunus</i>		x	7.300	6.265	0.583	48			
<i>Goneplax rhomboides</i>		x	2.267	2.434	0.466	74			
<i>Thracia convexa</i>		x	1.967	4.263	0.231	296			
<i>Upogebia deltaura</i>		x	66.267	65.571	0.505	63	8.000	9.524	0.420
NOORDZEEKUSTZONE									
Jaar			2007				2010		
Totaal monsters			27				6		
<i>Buccinum undatum</i>	x		0.000	0.000					
<i>Chamelea striatula</i>		x	2.676	4.371	0.306	169			
<i>Echinocardium cordatum</i>	x		25.639	78.190	0.164	585			
<i>Lanice conchilega</i>	x	x	0.000	0.000			29.900	49.100	0.304
<i>Lutraria lutraria</i>		x	0.509	1.104	0.231	296			
<i>Macoma balthica</i>	x		101.019	396.084	0.128	960	32.033	54.235	0.295
<i>Ophiura ophiura</i>		x	218.824	553.147	0.198	402			
<i>Pagurus bernhardus</i>		x	4.565	6.129	0.372	115			
<i>Spisula subtruncata</i>	x	x	7.713	16.488	0.234	288	17.100	41.886	0.204
BRUINE BANK									
Jaar			2007				2010		
Totaal monsters			9				6		
<i>Donax vittatus</i>		x	15.13	15.27	0.495	104			
<i>Ensis spp.</i>		x	6.87	12.70	0.270	342			
<i>Ophiura ophiura</i>		x	12.17	6.97	0.872	34			
<i>Thia scutellata</i>		x	11.87	13.19	0.450	124			
<i>Nephtys cirrosa</i>		x					40.60	42.46	0.478

Bijlage 7. Overzicht van de resultaten met betrekking tot het benodigde aantal monsters voor het aantonen van de aanwezigheid, een veranderingen van minimaal 50% in de trefkans, en een verandering van 50% in de gemiddelde dichtheden van indicator soorten op basis van de WOT-schelpdiersurvey data van 2012.

Beschermde gebied			Schaaf (15m ²)*			
Soort	Typisch	Slim	Avg	Stdev	d	N
NOORDZEEKUSTZONE						
Jaar			2012			
Totaal monsters			233			
Aan-/afwezigheid						
<i>Macoma balthica</i>	x					18
<i>Spisula subtruncata</i>	x	x				17
<i>Pagurus bernhardus</i>		x				13
<i>Ophiura ophiura</i>		x				10
Ruimtelijke distributie (trekkans)						
<i>Macoma balthica</i>	x		0.140	0.109	0.642	31
<i>Spisula subtruncata</i>	x	x	0.167	0.125	0.667	29
<i>Pagurus bernhardus</i>		x	0.355	0.813	0.218	261
<i>Ophiura ophiura</i>		x	0.519	0.776	0.334	112
Dichtheden						
<i>Macoma balthica</i>	x		2.027	1.722	0.589	37
<i>Spisula subtruncata</i>	x	x	1.661	54.332	0.015	502823
<i>Pagurus bernhardus</i>		x	0.328	0.677	0.242	212
<i>Ophiura ophiura</i>		x	1.567	2.698	0.290	148
VOORDELTA						
Jaar			2012			
Totaal monsters			165			
Aan-/afwezigheid						
<i>Macoma balthica</i>	x					14
<i>Spisula subtruncata</i>	x	x				16
<i>Pagurus bernhardus</i>		x				16
<i>Ophiura ophiura</i>		x				12
Ruimtelijke distributie (trekkans)						
<i>Macoma balthica</i>	x		0.339	0.406	0.417	72
<i>Spisula subtruncata</i>	x	x	0.224	0.421	0.266	176
<i>Pagurus bernhardus</i>		x	0.235	0.427	0.275	165
<i>Ophiura ophiura</i>		x	0.401	0.416	0.483	54

Dichtheden						
<i>Macoma balthica</i>	x		8.821	27.364	0.161	478
<i>Spisula subtruncata</i>	x	x	0.207	0.701	0.148	566
<i>Pagurus bernhardus</i>		x	0.039	0.087	0.226	243
<i>Ophiura ophiura</i>		x	0.900	2.698	0.167	445
VLAKE VAN DE RAAN						
Jaar			2012			
Totaal monsters			38			
Aan-/afwezigheid						
<i>Macoma balthica</i>	x					20
<i>Spisula subtruncata</i>	x	x				19
<i>Pagurus bernhardus</i>		x				18
<i>Ophiura ophiura</i>		x				1
Ruimtelijke distributie (trekkans)						
<i>Macoma balthica</i>	x		0.050	0.182	0.136	670
<i>Spisula subtruncata</i>	x	x	0.094	0.255	0.184	366
<i>Pagurus bernhardus</i>		x	0.147	0.287	0.256	190
<i>Ophiura ophiura</i>		x	0.967	0.846	0.571	39
Dichtheden						
<i>Macoma balthica</i>	x		15.713	148.123	0.053	4403
<i>Spisula subtruncata</i>	x	x	0.185	0.834	0.111	1005
<i>Pagurus bernhardus</i>		x	0.047	0.150	0.157	503
<i>Ophiura ophiura</i>		x	2.687	5.191	0.259	186

Bijlage 8. Overzicht van de huidige monitoring en 3 scenario's om de toekomstige monitoring in te richten. Weergegeven zijn het huidige en minimaal benodigde aantal monsters per monitoring scenario bij monitoring elke 3 jaar en evaluatie elke 6 jaar. Weergegeven is of de aan-/afwezigheid van 'typische soorten', 50% verandering in de ruimtelijke verspreiding van 'slimme' soorten en 50% verandering in de gemiddelde dichtheden van 'slimme' soorten met 95% betrouwbaarheid kan worden gedetecteerd. Aanvullend is ook aangegeven of de AMBI of een vergelijkbare samengestelde parameter zou kunnen worden geevalueerd. 'Typische soorten' die dusdanig zeldzaam zijn dat ze met alle scenario's hoogstwaarschijnlijk worden gemist zijn eveneens weergegeven. Soorten in rood aangeduid behoren niet tot de reeds aangewezen 'typische soorten' of de selectie van 'slimme' soorten maar zouden vanwege hun redelijke detecteerbaarheid goed als dusdanig kunnen functioneren (behorende bij Tabel 13).

Gebied	Nu	BBG	BBG+	BBG+_abundantie	Nu	BBG scenario	BBG+ scenario	BBG+_abundantie scenario	Wat mogelijk toch wordt gemist
Klaverbank					Typische soorten (aan-/afwezig):				
Video	0	16	16	77		<i>Acropagia crassa</i>	<i>Acropagia crassa</i>	<i>Acropagia crassa</i>	
Hamon	0	17	17	17		<i>Alcyonium digitatum</i>	<i>Alcyonium digitatum</i>	<i>Alcyonium digitatum</i>	
Boxcore	1	0	1	1		<i>Buccinum undatum</i>	<i>Buccinum undatum</i>	<i>Buccinum undatum</i>	
						<i>Chone duneri</i>	<i>Chone duneri</i>	<i>Chone duneri</i>	
						<i>Dosinia exoleta</i>	<i>Dosinia exoleta</i>	<i>Dosinia exoleta</i>	
						<i>Galathea intermedia</i>	<i>Galathea intermedia</i>	<i>Galathea intermedia</i>	
						<i>Lithothamnion sonderi</i> (red algae)	<i>Lithothamnion sonderi</i> (red algae)	<i>Lithothamnion sonderi</i> (red algae)	
									<i>Pododesmus patelliformis</i>
									<i>Sabellaria spinulosa</i>
									<i>Spirobranchus triquetus</i>
					Slimme soorten (ruimtelijke trend):				
						<i>Alcyonium digitatum</i>	<i>Alcyonium digitatum</i>	<i>Alcyonium digitatum</i>	
								<i>Aporrhais pespelecani</i>	
						<i>Chone duneri</i>	<i>Chone duneri</i>	<i>Chone duneri</i>	

						Hydrozoa	Hydrozoa	Hydrozoa	
								Lithothamnion sonderi (red algae)	
								Pomatoceros sp.	
						Urticina spec.	Urticina spec.	Urticina spec.	
					Slimme soorten (trend in dichtheden):				
								Aporrhais pespelecani	
								Buccinum undatum	
								Hydrozoa	
								Pomatoceros sp.	
								Urticina spec.	
					AMBI				
						onbekend	onbekend	onbekend	
Gebied	Nu	BBG	BBG+	BBG+_abundantie	Nu	BBG scenario	BBG+ scenario	BBG+_abundantie scenario	Wat mogelijk toch wordt gemist
Doggersbank					Typische soorten (aan-/afwezig):				
Boxcore	8	20	20	20	Acrocnida brachiata	Acrocnida brachiata	Acrocnida brachiata	Acrocnida brachiata	
Schaaf	0	14	14	85		Arctica islandica	Arctica islandica	Arctica islandica	
					Bathyporeia elegans	Bathyporeia elegans	Bathyporeia elegans	Bathyporeia elegans	
					Bathyporeia guilliamsoniana	Bathyporeia guilliamsoniana	Bathyporeia guilliamsoniana	Bathyporeia guilliamsoniana	
						Buccinum undatum	Buccinum undatum	Buccinum undatum	
						Echinocyamus pusillus	Echinocyamus pusillus	Echinocyamus pusillus	
									Euspira pulchella
									Iphinoe trispinosa
						Lanice conchilega	Lanice conchilega	Lanice conchilega	

								<i>Macra stultorum</i>	
					<i>Sigalion mathildae</i>	<i>Sigalion mathildae</i>	<i>Sigalion mathildae</i>	<i>Sigalion mathildae</i>	
					Slimme soorten (ruimtelijke trend):				
						<i>Acrocnida brachiata</i>	<i>Acrocnida brachiata</i>	<i>Acrocnida brachiata</i>	
						<i>Corystes cassivelaunus</i>	<i>Corystes cassivelaunus</i>	<i>Corystes cassivelaunus</i>	
						<i>Ensis ensis</i>	<i>Ensis ensis</i>	<i>Ensis ensis</i>	
								<i>Ensis siliqua</i>	
						<i>Nephtys assimilis</i>	<i>Nephtys assimilis</i>	<i>Nephtys assimilis</i>	
						<i>Psammechinus miliaris</i>	<i>Psammechinus miliaris</i>	<i>Psammechinus miliaris</i>	
					Slimme soorten (trend in dichtheden):				
								<i>Acrocnida brachiata</i>	
								<i>Buccinum undatum</i>	
						<i>Corystes cassivelaunus</i>	<i>Corystes cassivelaunus</i>	<i>Corystes cassivelaunus</i>	
								<i>Ensis ensis</i>	
								<i>Ensis siliqua</i>	
								<i>Gari fervensis</i>	
								<i>Psammechinus miliaris.</i>	
					AMBI				
						waarschijnlijk wel	waarschijnlijk wel	waarschijnlijk wel	
Gebied	Nu	BBG	BBG+	BBG+_abundantie	Nu	BBG scenario	BBG+ scenario	BBG+_abundantie scenario	Wat mogelijk toch wordt gemist
Centrale Oestergronden					Typische soorten (aan-/afwezig):				
Boxcore	7	18	18	18	(Geen soorten aangewezen: enkele goed te monitoren soorten geïdentificeerd!)				

Schaaf	0	12	12	81		<i>Acanthocardia echinata</i>	<i>Acanthocardia echinata</i>	<i>Acanthocardia echinata</i>	
						<i>Amphiura filiformis</i>	<i>Amphiura filiformis</i>	<i>Amphiura filiformis</i>	
						<i>Brissopsis lyrifera</i>	<i>Brissopsis lyrifera</i>	<i>Brissopsis lyrifera</i>	
						<i>Callianassa subterranea</i>	<i>Callianassa subterranea</i>	<i>Callianassa subterranea</i>	
						<i>Corbula gibba</i>	<i>Corbula gibba</i>	<i>Corbula gibba</i>	
						<i>Turritella communis</i>	<i>Turritella communis</i>	<i>Turritella communis</i>	
						<i>Upogebia stellata</i>	<i>Upogebia stellata</i>	<i>Upogebia stellata</i>	
					Slimme soorten (ruimtelijke trend):				
						<i>Acanthocardia echinata</i>	<i>Acanthocardia echinata</i>	<i>Acanthocardia echinata</i>	
						<i>Amphiura filiformis</i>	<i>Amphiura filiformis</i>	<i>Amphiura filiformis</i>	
						<i>Brissopsis lyrifera</i>	<i>Brissopsis lyrifera</i>	<i>Brissopsis lyrifera</i>	
						<i>Callianassa subterranea</i>	<i>Callianassa subterranea</i>	<i>Callianassa subterranea</i>	
						<i>Corbula gibba</i>	<i>Corbula gibba</i>	<i>Corbula gibba</i>	
						<i>Turritella communis</i>	<i>Turritella communis</i>	<i>Turritella communis</i>	
					Slimme soorten (trend in dichtheden):				
								<i>Acanthocardia echinata</i>	
						<i>Amphiura filiformis</i>	<i>Amphiura filiformis</i>	<i>Amphiura filiformis</i>	
								<i>Brissopsis lyrifera</i>	
						<i>Callianassa subterranea</i>	<i>Callianassa subterranea</i>	<i>Callianassa subterranea</i>	
								<i>Corbula gibba</i>	
								<i>Turritella communis</i>	
								<i>Upogebia stellata</i>	
					AMBI				
						ja	ja	ja	
Gebied	Nu	BBG	BBG+	BBG+_	Nu	BBG scenario	BBG+ scenario	BBG+_abundantie	Wat mogelijk toch

				abundantie				scenario	wordt gemist
Friese Front					Typische soorten (aan-/afwezig):				
Boxcore	9	9	9	29	(Geen soorten aangewezen: enkele goed te monitoren soorten geïdentificeerd!)				
Schaaf	0	15	15	37	<i>Amphiura filiformis</i>	<i>Amphiura filiformis</i>	<i>Amphiura filiformis</i>	<i>Amphiura filiformis</i>	
					<i>Callianassa subterranea</i>	<i>Callianassa subterranea</i>	<i>Callianassa subterranea</i>	<i>Callianassa subterranea</i>	
						<i>Corystus cassivelaunus</i>	<i>Corystus cassivelaunus</i>	<i>Corystus cassivelaunus</i>	
						<i>Goneplax rhomboides</i>	<i>Goneplax rhomboides</i>	<i>Goneplax rhomboides</i>	
						<i>Thracia convexa</i>	<i>Thracia convexa</i>	<i>Thracia convexa</i>	
					<i>Upogebia deltaura</i>	<i>Upogebia deltaura</i>	<i>Upogebia deltaura</i>	<i>Upogebia deltaura</i>	
					Slimme soorten (ruimtelijke trend):				
					<i>Amphiura filiformis</i>	<i>Amphiura filiformis</i>	<i>Amphiura filiformis</i>	<i>Amphiura filiformis</i>	
					<i>Callianassa subterranea</i>	<i>Callianassa subterranea</i>	<i>Callianassa subterranea</i>	<i>Callianassa subterranea</i>	
						<i>Corystus cassivelaunus</i>	<i>Corystus cassivelaunus</i>	<i>Corystus cassivelaunus</i>	
						<i>Goneplax rhomboides</i>	<i>Goneplax rhomboides</i>	<i>Goneplax rhomboides</i>	
								<i>Thracia convexa</i>	
						<i>Upogebia deltaura</i>	<i>Upogebia deltaura</i>	<i>Upogebia deltaura</i>	
					Slimme soorten (trend in dichtheden):				
								<i>Amphiura filiformis</i>	
								<i>Callianassa subterranea</i>	
								<i>Corystus cassivelaunus</i>	
								<i>Goneplax rhomboides</i>	
								<i>Upogebia deltaura</i>	
					AMBI				
					ja	ja	ja	ja	

Gebied	Nu	BBG	BBG+	BBG+_abundantie	Nu	BBG scenario	BBG+ scenario	BBG+_abundantie scenario	Wat mogelijk toch wordt gemist
Noordzeekustzone					Typische soorten (aan-/afwezig):				
Boxcore	6	16	16	16	<i>Angulus fabulus</i>	<i>Angulus fabulus</i>	<i>Angulus fabulus</i>	<i>Angulus fabulus</i>	
WOT	495	66	66	293	<i>Bathyporeia elegans</i>	<i>Bathyporeia elegans</i>	<i>Bathyporeia elegans</i>	<i>Bathyporeia elegans</i>	
(WOT is jaarlijks 165 schaaf monsters)									<i>Buccinum undatum</i>
					<i>Echinocardium cordatum</i>	<i>Echinocardium cordatum</i>	<i>Echinocardium cordatum</i>	<i>Echinocardium cordatum</i>	
					<i>Euspira pulchella</i>	<i>Euspira pulchella</i>	<i>Euspira pulchella</i>	<i>Euspira pulchella</i>	
					<i>Lanice conchilega</i>	<i>Lanice conchilega</i>	<i>Lanice conchilega</i>	<i>Lanice conchilega</i>	
					<i>Macoma balthica</i>	<i>Macoma balthica</i>	<i>Macoma balthica</i>	<i>Macoma balthica</i>	
					<i>Nephtys cirrosa</i>	<i>Nephtys cirrosa</i>	<i>Nephtys cirrosa</i>	<i>Nephtys cirrosa</i>	
						<i>Ophelia borealis</i>	<i>Ophelia borealis</i>	<i>Ophelia borealis</i>	
					<i>Spiophanes bombyx</i>	<i>Spiophanes bombyx</i>	<i>Spiophanes bombyx</i>	<i>Spiophanes bombyx</i>	
					<i>Spisula subtruncata</i>	<i>Spisula subtruncata</i>	<i>Spisula subtruncata</i>	<i>Spisula subtruncata</i>	
					<i>Urothoe poseidonis</i>	<i>Urothoe poseidonis</i>	<i>Urothoe poseidonis</i>	<i>Urothoe poseidonis</i>	
					Slimme soorten (ruimtelijke trend):				
						<i>Chamelea striatula</i>	<i>Chamelea striatula</i>	<i>Chamelea striatula</i>	
					<i>Echinocardium cordatum</i>	<i>Echinocardium cordatum</i>	<i>Echinocardium cordatum</i>	<i>Echinocardium cordatum</i>	
					<i>Lanice conchilega</i>	<i>Lanice conchilega</i>	<i>Lanice conchilega</i>	<i>Lanice conchilega</i>	
					<i>Macoma balthica</i>	<i>Macoma balthica</i>	<i>Macoma balthica</i>	<i>Macoma balthica</i>	
						<i>Ophiura ophiura</i>	<i>Ophiura ophiura</i>	<i>Ophiura ophiura</i>	
						<i>Pagurus bernhardus</i>	<i>Pagurus bernhardus</i>	<i>Pagurus bernhardus</i>	
					<i>Spisula subtruncata</i>	<i>Spisula subtruncata</i>	<i>Spisula subtruncata</i>	<i>Spisula subtruncata</i>	
					Slimme soorten (trend in dichtheden):				

						<i>Chamelea striatula</i>	<i>Chamelea striatula</i>	<i>Chamelea striatula</i>	
						<i>Echinocardium cordatum</i>	<i>Echinocardium cordatum</i>	<i>Echinocardium cordatum</i>	
						<i>Lanice conchilega</i>	<i>Lanice conchilega</i>	<i>Lanice conchilega</i>	
						<i>Macoma balthica</i>	<i>Macoma balthica</i>	<i>Macoma balthica</i>	
							<i>Ophiura ophiura</i>	<i>Ophiura ophiura</i>	
							<i>Pagurus bernhardus</i>	<i>Pagurus bernhardus</i>	
						<i>Spisula subtruncata</i>	<i>Spisula subtruncata</i>	<i>Spisula subtruncata</i>	
						AMBI			
						ja	ja	ja	
Gebied	Nu	BBG	BBG+	BBG+_abundantie	Nu	BBG scenario	BBG+ scenario	BBG+_abundantie scenario	Wat mogelijk toch wordt gemist
Voordelta					Typische soorten (aan-/afwezig):				
Boxcore	4	16	16	16	<i>Angulus fabulus</i>	<i>Angulus fabulus</i>	<i>Angulus fabulus</i>	<i>Angulus fabulus</i>	
WOT	774	83	83	283		<i>Bathyporeia elegans</i>	<i>Bathyporeia elegans</i>	<i>Bathyporeia elegans</i>	
(WOT is nu jaarlijks 258 schaaf monsters)									<i>Buccinum undatum</i>
					<i>Echinocardium cordatum</i>	<i>Echinocardium cordatum</i>	<i>Echinocardium cordatum</i>	<i>Echinocardium cordatum</i>	
					<i>Euspira pulchella</i>	<i>Euspira pulchella</i>	<i>Euspira pulchella</i>	<i>Euspira pulchella</i>	
					<i>Lanice conchilega</i>	<i>Lanice conchilega</i>	<i>Lanice conchilega</i>	<i>Lanice conchilega</i>	
					<i>Macoma balthica</i>	<i>Macoma balthica</i>	<i>Macoma balthica</i>	<i>Macoma balthica</i>	
					<i>Nephtys cirrosa</i>	<i>Nephtys cirrosa</i>	<i>Nephtys cirrosa</i>	<i>Nephtys cirrosa</i>	
									<i>Ophelia borealis</i>
					<i>Spiophanes bombyx</i>	<i>Spiophanes bombyx</i>	<i>Spiophanes bombyx</i>	<i>Spiophanes bombyx</i>	
					<i>Spisula subtruncata</i>	<i>Spisula subtruncata</i>	<i>Spisula subtruncata</i>	<i>Spisula subtruncata</i>	
					<i>Urothoe poseidonis</i>	<i>Urothoe poseidonis</i>	<i>Urothoe poseidonis</i>	<i>Urothoe poseidonis</i>	

					Slimme soorten (ruimtelijke trend):				
					<i>Echinocardium cordatum</i>	<i>Echinocardium cordatum</i>	<i>Echinocardium cordatum</i>	<i>Echinocardium cordatum</i>	
					<i>Lanice conchilega</i>	<i>Lanice conchilega</i>	<i>Lanice conchilega</i>	<i>Lanice conchilega</i>	
					<i>Macoma balthica</i>	<i>Macoma balthica</i>	<i>Macoma balthica</i>	<i>Macoma balthica</i>	
						<i>Ophiura ophiura</i>	<i>Ophiura ophiura</i>	<i>Ophiura ophiura</i>	
						<i>Pagurus bernhardus</i>	<i>Pagurus bernhardus</i>	<i>Pagurus bernhardus</i>	
					<i>Spisula subtruncata</i>	<i>Spisula subtruncata</i>	<i>Spisula subtruncata</i>	<i>Spisula subtruncata</i>	
					Slimme soorten (trend in dichtheden):				
					<i>Echinocardium cordatum</i>	<i>Echinocardium cordatum</i>	<i>Echinocardium cordatum</i>	<i>Echinocardium cordatum</i>	
					<i>Macoma balthica</i>	<i>Macoma balthica</i>	<i>Macoma balthica</i>	<i>Macoma balthica</i>	
						<i>Ophiura ophiura</i>	<i>Ophiura ophiura</i>	<i>Ophiura ophiura</i>	
						<i>Pagurus bernhardus</i>	<i>Pagurus bernhardus</i>	<i>Pagurus bernhardus</i>	
					<i>Spisula subtruncata</i>	<i>Spisula subtruncata</i>	<i>Spisula subtruncata</i>	<i>Spisula subtruncata</i>	
					AMBI				
						ja	ja	ja	
Gebied	Nu	BBG	BBG+	BBG+_abundantie	Nu	BBG scenario	BBG+ scenario	BBG+_abundantie scenario	Wat mogelijk toch wordt gemist
Vlakte van de Raan					Typische soorten (aan-/afwezig):				
Boxcore	0	8	8	8	<i>Angulus fabulus</i>	<i>Angulus fabulus</i>	<i>Angulus fabulus</i>	<i>Angulus fabulus</i>	
WOT	114	114	114	114		<i>Bathyporeia elegans</i>	<i>Bathyporeia elegans</i>	<i>Bathyporeia elegans</i>	
(WOT is nu jaarlijks 38 schaaf monsters)									<i>Buccinum undatum</i>
					<i>Echinocardium cordatum</i>	<i>Echinocardium cordatum</i>	<i>Echinocardium cordatum</i>	<i>Echinocardium cordatum</i>	
					<i>Euspira pulchella</i>	<i>Euspira pulchella</i>	<i>Euspira pulchella</i>	<i>Euspira pulchella</i>	
					<i>Lanice conchilega</i>	<i>Lanice conchilega</i>	<i>Lanice conchilega</i>	<i>Lanice conchilega</i>	

					<i>Macoma balthica</i>	<i>Macoma balthica</i>	<i>Macoma balthica</i>	<i>Macoma balthica</i>	
						<i>Nephtys cirrosa</i>	<i>Nephtys cirrosa</i>	<i>Nephtys cirrosa</i>	
									<i>Ophelia borealis</i>
						<i>Spiophanes bombyx</i>	<i>Spiophanes bombyx</i>	<i>Spiophanes bombyx</i>	
					<i>Spisula subtruncata</i>	<i>Spisula subtruncata</i>	<i>Spisula subtruncata</i>	<i>Spisula subtruncata</i>	
						<i>Urothoe poseidonis</i>	<i>Urothoe poseidonis</i>	<i>Urothoe poseidonis</i>	
					Slimme soorten (ruimtelijke trend):				
					<i>Echinocardium cordatum</i>	<i>Echinocardium cordatum</i>	<i>Echinocardium cordatum</i>	<i>Echinocardium cordatum</i>	
						<i>Lanice conchilega</i>	<i>Lanice conchilega</i>	<i>Lanice conchilega</i>	
						<i>Macoma balthica</i>	<i>Macoma balthica</i>	<i>Macoma balthica</i>	
						<i>Ophiura ophiura</i>	<i>Ophiura ophiura</i>	<i>Ophiura ophiura</i>	
						<i>Pagurus bernhardus</i>	<i>Pagurus bernhardus</i>	<i>Pagurus bernhardus</i>	
					<i>Spisula subtruncata</i>	<i>Spisula subtruncata</i>	<i>Spisula subtruncata</i>	<i>Spisula subtruncata</i>	
					Slimme soorten (trend in dichtheden):				
					<i>Echinocardium cordatum</i>	<i>Echinocardium cordatum</i>	<i>Echinocardium cordatum</i>	<i>Echinocardium cordatum</i>	
						<i>Ophiura ophiura</i>	<i>Ophiura ophiura</i>	<i>Ophiura ophiura</i>	
						<i>Pagurus bernhardus</i>	<i>Pagurus bernhardus</i>	<i>Pagurus bernhardus</i>	
					<i>Spisula subtruncata</i>	<i>Spisula subtruncata</i>	<i>Spisula subtruncata</i>	<i>Spisula subtruncata</i>	
					AMBI				
						waarschijnlijk wel	waarschijnlijk wel	waarschijnlijk wel	
Gebied	Nu	BBG	BBG+	BBG+_abundantie	Nu	BBG scenario	BBG+ scenario	BBG+_abundantie scenario	Wat mogelijk toch wordt gemist
Bruine bank					Typische soorten (aan-/afwezig):				
Boxcore	3	7	7	28		<i>Donax vittatus</i>	<i>Donax vittatus</i>	<i>Donax vittatus</i>	

Schaaf	0	9	9	31		<i>Ensis spp.</i>	<i>Ensis spp.</i>	<i>Ensis spp.</i>	
						<i>Ophiura ophiura</i>	<i>Ophiura ophiura</i>	<i>Ophiura ophiura</i>	
						<i>Thia scutellata</i>	<i>Thia scutellata</i>	<i>Thia scutellata</i>	
					<i>Nephtys cirrosa</i>	<i>Nephtys cirrosa</i>	<i>Nephtys cirrosa</i>	<i>Nephtys cirrosa</i>	
					Slimme soorten (ruimtelijke trend):				
						<i>Donax vittatus</i>	<i>Donax vittatus</i>	<i>Donax vittatus</i>	
						<i>Ensis spp.</i>	<i>Ensis spp.</i>	<i>Ensis spp.</i>	
						<i>Ophiura ophiura</i>	<i>Ophiura ophiura</i>	<i>Ophiura ophiura</i>	
						<i>Thia scutellata</i>	<i>Thia scutellata</i>	<i>Thia scutellata</i>	
						<i>Nephtys cirrosa</i>	<i>Nephtys cirrosa</i>	<i>Nephtys cirrosa</i>	
					Slimme soorten (trend in dichtheden):				
								<i>Donax vittatus</i>	
									<i>Ensis spp.</i>
						<i>Ophiura ophiura</i>	<i>Ophiura ophiura</i>	<i>Ophiura ophiura</i>	
								<i>Thia scutellata</i>	
								<i>Nephtys cirrosa</i>	
					AMBI				
						ja	ja	ja	
Gebied	Nu	BBG	BBG+	BBG+_abundantie					
Overig Coastal zone									
Boxcore	7	0	16	16					
WOT	1203	1203	1203	1203					
(WOT is nu jaarlijks 401 schaaf monsters)									

Overig Offshore									
Boxcore	30	0	27	27					
Schaaf	0	0	0	0					
Overig Oystergrounds									
Boxcore	24	0	24	24					
Schaaf	0	0	12	12					
Overig Doggersbank									
Boxcore	1	0	1	1					
Schaaf	0	0	0	0					

