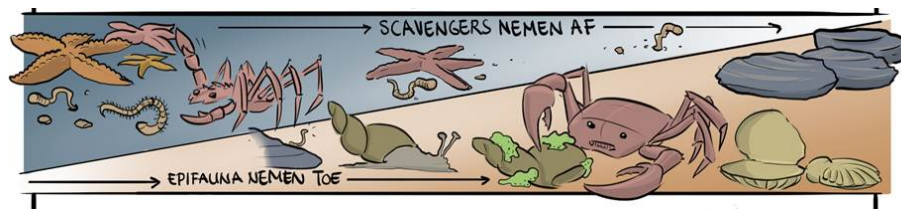


Ontwikkeling zeebodemintegriteit op het Friese Front en de Centrale Oestergronden in relatie tot bodemberoerende visserij

Verslag expert workshop

R.H. Jongbloed¹, D.M.E. Slijkerman¹, R. Witbaard²,
M.S.S Lavaleye²

Rapport C212/13



1 IMARES

2 NIOZ

IMARES Wageningen UR

Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies

Opdrachtgever:

Ministerie van EZ
Postbus 20401
2500 EK Den Haag

BO-11-011.04-005

Publicatiedatum:

19 December 2013

IMARES is:

- een onafhankelijk, objectief en gezaghebbend instituut dat kennis levert die noodzakelijk is voor integrale duurzame bescherming, exploitatie en ruimtelijk gebruik van de zee en kustzones;
- een instituut dat de benodigde kennis levert voor een geïntegreerde duurzame bescherming, exploitatie en ruimtelijk gebruik van zee en kustzones;
- een belangrijke, proactieve speler in nationale en internationale mariene onderzoeksnetwerken (zoals ICES en EFARO).

Dit onderzoek maakt deel uit van het BO programma Natuur en Regio, thema Mariene Biodiversiteit (BO-11-011-.04-005) en wordt gefinancierd door het Ministerie van Economische Zaken onder projectnummer 430.87010.19

Tekening titelblad:

Tommy Tol (JAM visueel denken)

P.O. Box 68

1970 AB IJmuiden

Phone: +31 (0)317 48 09 00

Fax: +31 (0)317 48 73 26

E-Mail: imares@wur.nl

www.imares.wur.nl

P.O. Box 77

4400 AB Yerseke

Phone: +31 (0)317 48 09 00

Fax: +31 (0)317 48 73 59

E-Mail: imares@wur.nl

www.imares.wur.nl

P.O. Box 57

1780 AB Den Helder

Phone: +31 (0)317 48 09 00

Fax: +31 (0)223 63 06 87

E-Mail: imares@wur.nl

www.imares.wur.nl

P.O. Box 167

1790 AD Den Burg Texel

Phone: +31 (0)317 48 09 00

Fax: +31 (0)317 48 73 62

E-Mail: imares@wur.nl

www.imares.wur.nl

© 2013 IMARES Wageningen UR

IMARES, onderdeel van Stichting DLO.
KvK nr. 09098104,
IMARES BTW nr. NL 8113.83.696.B16.
Code BIC/SWIFT address: RABONL2U
IBAN code: NL 73 RABO 0373599285

De Directie van IMARES is niet aansprakelijk voor gevolgschade, noch voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van IMARES; opdrachtgever vrijwaart IMARES van aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van de opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag weergegeven en/of gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier gebruikt worden zonder schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

A_4_3_1-V13.2

Inhoudsopgave

Samenvatting.....	6
1	Introductie..... 11
1.1	Aanleiding 11
1.2	Probleemstelling 11
2	Aanpak..... 13
2.1	Werkwijze: expert workshop 13
2.2	Deelnemers 13
2.3	Uitwerking en afbakening..... 14
3	Bepalende factoren voor toestand en potentie van gebieden op de Noordzee 15
3.1	Abiotische factoren 15
3.2	Ecologische kenmerken 16
3.3	Invloed van bodemberoerende visserij 16
3.4	Ontwikkeling zonder bodemberoerende visserij 18
3.5	Maatregelen om ontwikkelingen te versnellen 21
4	Centrale Oestergronden 22
4.1	Abiotische factoren 22
4.2	Ecologische kenmerken 23
4.3	Invloed van bodemberoerende visserij 23
4.4	Ontwikkeling na stoppen bodemberoerende visserij 24
5	Friese Front 26
5.1	Abiotische factoren 26
5.2	Ecologische kenmerken 26
5.3	Invloed van bodemberoerende visserij 27
5.4	Ontwikkeling na stoppen bodemberoerende visserij 28
6	Vergelijking van Centrale Oestergronden en Friese Front 30
6.1	Abiotische factoren 30
6.2	Ecologische kenmerken 30
6.3	Invloed van bodemberoerende visserij 31
6.4	Ontwikkeling zonder bodemberoerende visserij 31
7	Adviezen 32
8	Referenties 33

9	Kwaliteitsborging	36
10	Verantwoording	36
Bijlage 1.	Verklarende woordenlijst	37
Bijlage 2.	Power point presentatie introductie workshop	38
Bijlage 3.	Introductie gebieden	44
Bijlage 4.	Kaarten bij de workshop	45
Bijlage 5.	Kaarten die verandering in milieumomstandigheden benadrukken	53
Bijlage 6.	Kaart met intensiteit van bodemberoerende visserij	55

Samenvatting

Probleemstelling en opzet van de workshop

In de Kaderrichtlijn mariene strategie wordt in artikel 13.4 aangegeven dat "opgestelde programma's van maatregelen ruimtelijke beschermingsmaatregelen dienen te bevatten, die bijdragen aan samenhangende en representatieve netwerken van beschermde mariene gebieden, waarbij de diversiteit van de samenstellende ecosystemen adequaat is gedekt, zoals speciale beschermingszones in de zin van de Habitatrichtlijn, speciale beschermingszones in de zin van de Vogelrichtlijn en beschermde mariene gebieden...". Daarnaast vraagt de KRM onder element 6 (zeebodemintegriteit) specifiek om onevenredige aantasting van het bodemecosysteem uit te sluiten.

Het bodemecosysteem van het diepe, slibrijke, noordelijke deel van het NCP wordt momenteel nog niet beschermd. Dit type ecosysteem is aanwezig in de gebieden het Friese Front en de Centrale Oestergronden. Deze gebieden zijn door het Kabinet aangemerkt als zoekgebieden voor ruimtelijke beschermingsmaatregelen. Diverse kennisvragen zijn nog niet ingevuld om deze bepalingen te ondersteunen. De kennisvraag die in de implementatie van de KRM aan de orde komt is:

Wat missen we aan "zeebodemintegriteit" als visserij blijft voortbestaan op de Centrale Oestergronden (CO) en het Friese Front (FF) en wat win je als de visserij in deze gebieden wordt opgeheven?

In dit rapport richten we ons op de vraag:

- Wat ontwikkelt zich aan habitatkarakteristieken, en vervolgens aan soorten, als je de gebieden sluit voor bodemberoerende visserij?

Deze vraag is uitgediept middels een workshop met tien experts van zes Nederlandse organisaties met expertise op het gebied van o.a. mariene ecologie, geologie, morfologie, processen, taxonomie, Noordzee benthos, en impacts van menselijke activiteiten, waaronder visserij.

Uitwerking en afbakening

In dit rapport wordt verslag gedaan van de expert workshop. Het betreft hier nadrukkelijk expert input. In de workshop wordt door de aanwezige experts vaak gerefereerd aan inzichten uit gepubliceerde studies. Het is uitdrukkelijk niet de intentie een uitgebreide review te geven van de wetenschappelijke literatuur over de invloed van bodemberoerende visserij op de bodemfauna en de ontwikkelingsmogelijkheden van bodemfauna in de Noordzee.

In onderhavige rapport wordt eerst een overzicht geschetst van de abiotische, ecologische en anthropogene (bodemberoerende visserij) factoren met hun uitwerking op bodemecosystemen die bepalend zijn geweest voor de discussie. Vervolgens worden bijzonderheden voor resp. de Centrale Oestergronden en het Friese Front toegelicht. Daarna is een synthese gemaakt van de overeenkomsten en verschillen van beide gebieden en vermeld in een beknopt overzicht en visueel uitgewerkt in een aantal tekeningen. Als nevenresultaat van de workshop zijn opmerkingen waaronder adviezen uit de workshop verzameld die niet direct met de vraagstelling van de workshop te maken hebben, maar wel waardevol zijn in de scope van de algemene uitwerking van de KRM.

Bepalende factoren (niet gebiedspecifiek)

Abiotische factoren en ecologische kenmerken

Door de experts is gediscussieerd over de invloed van abiotische factoren in de Noordzee op de ecosystemen, namelijk: bodemsamenstelling, diepte, bodemhelling, getijstroom, temperatuur, saliniteit,

gradiënten in sediment- en watersamenstelling, gelaagdheid van de waterkolom, sedimentatie, resuspensie van sediment, consolidatie van de bodem, getijdfront.

Bij het weergeven van de status en ontwikkeling van de bodemfauna is vooral gesproken over structuren, soorten en kenmerken, o.a. biogene structuren, bioturbatie, tweekleppigen, kreeftachtigen, stekelhuidigen, wormachtigen, scavengers (aaseters), sessiele epifauna, benthos dichtheid, biomassa, langlevende soorten, grote soorten, biodiversiteit.

Invloed van bodemberoerende visserij

De directe effecten van bodemberoerende visserij zijn sterfte (soortafhankelijk), verandering in de beschikbaarheid van voedsel en verandering in habitatcondities van het benthos wat uiteindelijk resulteert in effecten op abundantie en diversiteit van de bodemgemeenschap, totale biomassa en secundaire productie. Visserij leidt tot het terugzetten van de successie-reeks naar een eerder stadium. De gevolgen daarvan zijn te zien in leeftijdsopbouw en aanwezigheid van soorten die indicatief zijn voor bodemverstoring, d.w.z. die daarvan profiteren. De Noordzee is al meer dan 100 jaar relatief intensief geëxploiteerd en bevist en daarom hebben veel veranderingen in het ecosysteem al lange tijd plaatsgevonden. Het is eigenlijk niet meer goed mogelijk om vast te stellen wat de natuurlijke, niet door de mens beïnvloede verspreiding van soorten is vanwege de zogenaamde 'shifting baselines' als gevolg van voortdurende klimaatverandering, de introductie van exoten en de langdurige en steeds van karakter veranderende bevissing.

Ontwikkelingen zonder bodemberoerende visserij

Na weren van de bodemberoerende visserij in een gebied, wordt door de experts een bodemstructuurverandering verwacht die voornamelijk wordt bepaald door een toename van natuurlijke bioturbatie en verhoogde invloed van incidentele stormen enerzijds en anderzijds verhoogde stabilisatie van de bodem. Er kan een bodemlevensgemeenschap ontwikkelen waarin epifauna een grotere rol/aandeel heeft. De biodiversiteit kan toenemen en wellicht is dat een herstel richting een vroegere situatie. De dominantie van wormachtigen zal verminderen, en de tweekleppigen en gravende zee-egels kunnen toenemen. De biomassa van epi- en infauna zal mogelijk toenemen, maar een voorspelling daarvan hangt af van diverse factoren. Er wordt verwacht dat de leeftijdsopbouw en dichtheden van de aanwezige soorten zullen veranderen. Welke specifieke soorten dat zullen zijn, en hoe zij de bodem beïnvloeden is speculeren. Enkele experts verwachten dat de biodiversiteit zal toenemen als toppredatoren ook meer kansen krijgen op de Noordzee. Zij dringen daarom op aan het bodemecosysteem in de context van het gehele ecosysteem (bodem en waterkolom) te beschouwen. Biogene structuren en hun geassocieerde bodemfauna kunnen zich weer herstellen. Het habitat wordt door deze structuren dan ook heterogener. Ook wordt een toename verwacht van de dichtheid van schelpdieren en de soortenrijkdom van de bodemfauna. De termijn waarover een bodemgemeenschap zich herstelt is niet te bepalen. Op grond van door de experts genoemde voorbeeldstudies wordt verwacht dat dit in de orde van 5 tot 25 jaar kan liggen. Voor herstel is de aanwezigheid van een bronpopulatie buiten het gebied (connectiviteit) van belang. Deze wordt door de experts als een onvoorspelbare factor beschouwd. Een herstelde bodem heeft vervolgens ook weer uitstraling naar buiten het gebied. De aanwezigheid en introductie van hard substraat wordt genoemd als bepalende factor om de ontwikkeling van epibenthos in het benthische ecosysteem te versnellen.

Centrale Oestergronden

Abiotische factoren en ecologische kenmerken

Een aantal abiotische kenmerken van de Centrale Oestergronden is door de experts besproken en als volgt ingeschat:

- weinig variatie in diepte
- geleidelijke sedimentovergangen (merendeels slib)

- lange Zuid-Noord gradiënt in sedimentsamenstelling en diepte en stabiliteit van stratificatie. Ook het optreden van zuurstofarme condities
- weinig energie input in het systeem.

De Centrale Oestergronden kenmerkt zich door een relatief hoog niveau van biodiversiteit. Tegelijkertijd wordt dit gebied gekenmerkt door een relatief lage visserijintensiteit (Slijkerman et al., 2013). De causaliteit van deze twee observaties is volgens de experts niet duidelijk, maar kan niet worden uitgesloten. Door het wegvangen van oesterbanken waaraan het gebied zijn naam ontleent, bevindt de Centrale Oestergronden zich in een "alternative stable state" van andere typen biogene structuren gevormd door gravende organismen (bijvoorbeeld moddergarnaal (*Upogebia sp.*)) i.p.v. oesterbanken. Er wordt bijna geen sessiele epifauna gevonden, waarvan de oorzaak onduidelijk is. De connectiviteit van de Centrale Oestergronden met betrekking tot bronnen van aanvoer is beperkt vanwege de geografische ligging en de heersende stroming en wind, waardoor er weinig uitwisseling van organismen is.

Ontwikkeling zonder bodemberoerende visserij

Het wegvissen van oesters, met name in de tweede helft van de 19^e eeuw (Olsen, 1883), heeft geresulteerd in het heden ten dage ontbreken van een substantieel aaneengesloten oppervlak aan biogene structuur als hard substraat. Er liggen nu nauwelijks harde substraten op de bodem van de Centrale Oestergronden, wat mogelijk een beperkende factor is voor eventuele hervestiging van oesters of andere sessiele organismen. Hier is echter geen consensus over bij experts. Een herstel tot het historisch beeld van de Centrale Oestergronden, waarin oesterbanken bepalend waren, wordt dan ook niet binnen afzienbare tijd verwacht. Tevens wordt opgemerkt dat dit geen doel op zich is. De kijkrichting is herstel vanaf de huidige situatie, en niet de historische situatie.

Friese Front

Abiotische factoren en ecologische kenmerken

Een aantal abiotische kenmerken van het Friese Front is door de experts als volgt ingeschat:

- variatie in hellingshoek van de bodem Friese Front
- veel energie in het systeem
- variatie in diepte
- weinig stratificatie, namelijk alleen langs de noordrand
- diverse overgangen in sedimentsamenstelling
- frontensysteem (hydrografisch).

Een aantal ecologische kenmerken van het Friese Front is door de experts als volgt ingeschat:

- hoge primaire productie
- hoge biodiversiteit
- grote ruimtelijke heterogeniteit in bodemlevensgemeenschappen
- grote connectiviteit

Op het Friese Front bestaan fjnscalige verschillen in de dichtheid van soorten over korte afstanden. De connectiviteit van het Friese Front wordt door de experts relatief groot geacht vanwege de gunstige geografische ligging in termen van bronnen van aanvoer van organismen en hun larven.

Ontwikkeling na stoppen bodemberoerende visserij

Er is een studie (Duineveld et al., 2007) beschikbaar waarin de bodemlevensgemeenschap van een onbevestigd gebied rondom een platform met bevestigde gebieden op het Friese Front kan worden vergeleken. In het onbevestigde gebied waren er hogere dichtheden van kwetsbare schelpdiersoorten. Ook waren de dichtheden van diep gravende garnalen (*Callinassa subterranea*, moddergarnaal (*Upogebia deltaura*)) hoger. De experts zijn van mening dat er over de oorzaken van de achteruitgang van de

populatieomvang van noordkrompen en afgeknotte gapers op het Friese Front voornamelijk kan worden gespeculeerd. Er zijn wel aanwijzingen dat bodemvisserij hierin een belangrijk aandeel heeft. De experts verwachten dat de bioturbatie een relatief groot herstel kan laten zien op het Friese Front omdat de impact van bodemberoerende visserij (daar op dit moment) groot is zodat na het stoppen van bodemberoerende visserij dus veel verandering kan worden verwacht. Consensus onder de experts m.b.t. deze verwachting is er niet.

Synthese

Er is een synthese gemaakt van de overeenkomsten en verschillen tussen het Friese Front en de Centrale Oestergronden ten aanzien van abiotische factoren, ecologische kenmerken van de bodemfauna, invloed van de bodemberoerende visserij en de ontwikkeling na stoppen van de bodemberoerende visserij op de ontwikkeling van de bodemfauna. Het commentaar van de experts op het resultaat van de synthese is verwerkt in de huidige rapportage.

Het Friese Front en Centrale Oestergronden zijn vergelijkbaar m.b.t. de volgende abiotische factoren:

- Aanlevering sediment en erosie/sedimentatie processen worden primair door abiotische factoren aangedreven
- Verandering van bodemopbouw wordt vooral bepaald door bioturbatie.

Het Friese Front heeft in vergelijking met de Centrale Oestergronden wat betreft abiotische factoren:

- Sterkere getijstroom
- Meer verschil in diepte en daarmee samenhangend sterkere hydrografische en sedimentologische gradiënten
- Deels minder stratificatie (zuiden van het Friese Front), deels meer stratificatie (overige deel).
- Minder consolidatie van de bodem
- Langere zichtbaarheid van visserijsporen in het zuidwestelijke deel van het Friese Front vanwege de aanwezigheid van een zandbodem.

Het Friese Front heeft in vergelijking met de Centrale Oestergronden wat betreft ecologische kenmerken:

- Hogere productie
- Hogere bioturbatie
- Grotere ruimtelijke heterogeniteit in bodemlevensgemeenschappen (door verschil in diepte en sedimenttypen, korte gradiënt van Z → N)
- Grotere diversiteit aan (unieke) habitats
- Hogere biodiversiteit van megabenthos
- Grotere connectiviteit met andere gebieden en daardoor waarschijnlijk meer aanvoer/aanwas organismen van buiten door geografische locatie
- Meer leverend/uitstraling naar gebieden erbuiten
- Vergelijkbare verdeling van kwetsbare benthos soorten in het slibrijke gebied.

Op het Friese Front is de visserijinspanning hoger dan op de Centrale Oestergronden en daardoor de bodemfauna waarschijnlijk sterker beïnvloed door de visserij. Er is echter alleen anekdotische informatie over de bodemfauna van het Friese Front en de Centrale Oestergronden (o.a. dichtheid, biomassa, diversiteit, aandeel van grote en langlevende soorten) beschikbaar in de periode voorafgaande aan intensieve bodemberoerende visserij (voor 1970). Daardoor zijn de door de bodemberoerende visserij veroorzaakte veranderingen in de bodemfauna van het Friese Front en de Centrale Oestergronden ook niet kwantitatief bekend en niet als zodanig onderling te vergelijken.

Het Friese Front en de Centrale Oestergronden zijn kwalitatief wel vergelijkbaar voor wat betreft de volgende ontwikkelingen na het stoppen van bodemberoerende visserij:

- Biodiversiteit toename van de benthos

- Ontwikkeling van biogene structuren
- Scavengers (aaseters) nemen af
- Wormachtigen blijven gelijk
- Kreeftachtigen en tweekleppigen nemen toe
- Bepaalde visserijgevoelige en predatore vissoorten en grote exemplaren van bepaalde vissoorten nemen toe.

Het Friese Front verschilt met de Centrale Oestergronden m.b.t. de volgende ontwikkelingen:

- Sneller herstel bodemfauna (vanwege een startsituatie die een gevolg is van een grotere impact van de visserij en meer dynamiek, heterogeniteit en dynamiek van het landschap)
- Hogere potentie voor toename van langlevende benthosoorten (individuen en soorten)
- Hogere potentie voor toename van biomassa
- Hogere potentie voor toename van biodiversiteit
- Hogere potentie voor meerdere soorten grote vissen.

Adviezen

Er zijn diverse argumenten naar voren gebracht met betrekking tot de potentie en intrinsieke ecologische waarde van de gebieden:

- Het Friese front heeft meer unieke kenmerken betreffende abiotiek en benthos levensgemeenschap.
- Het Friese Front is zowel voor Noordzee als mondiaal gezien een zeer bijzonder gebied.
- De Centrale Oestergronden zijn als habitat op een noordwest Europese schaal minder uniek.
- Suggestie voor aanwijzing van een gebied dwars (zuid-noord oriëntatie) over het Friese Front doorlopend in de Centrale Oestergronden, zodat relatief veel habitats worden beschermd.

Aanvullend argumenten voor de besluitvorming rond geografische zonering en maatregelen voor beperking van bodemberoerende visserij:

- Het bodemecosysteem kan niet los worden gezien van het gehele ecosysteem (inclusief het pelagiale/hydrografische deel) en het voedselweb.
- De ontwikkeling van herstel van de bodemlevensgemeenschappen kan ook worden gestimuleerd, bijvoorbeeld door hard substraat (oesters) uit te zetten.
- een paar grote gebieden compleet (volledig) beschermen geeft een beter resultaat voor de natuurlijke ontwikkeling van bodemfauna, dan het beschermen van meerdere kleine gebieden met toelating van bepaalde visserijmethoden.

1 Introductie

1.1 Aanleiding

De implementatie van de Kaderrichtlijn mariene strategie is in volle gang. In 2015 dient een programma van maatregelen te zijn vastgesteld. In 2016 dienen de maatregelen ten uitvoer te worden gebracht om in 2020 de Goede Milieutoestand (GMT) te bereiken. In de richtlijntekst wordt in artikel 13.4 aangegeven dat "opgestelde programma's van maatregelen ruimtelijke beschermingsmaatregelen dienen te bevatten, die bijdragen aan samenhangende en representatieve netwerken van beschermde mariene gebieden, waarbij de diversiteit van de samenstellende ecosystemen adequaat is gedekt, zoals speciale beschermingszones in de zin van de Habitatrichtlijn, speciale beschermingszones in de zin van de Vogelrichtlijn en beschermde mariene gebieden...". Daarnaast vraagt de KRM specifiek om onevenredige aantasting van het bodemecosysteem onder element 6 (zeebodem integriteit) uit te sluiten.

Momenteel wordt met name het bodemecosysteem van het diepe, slibrijke, noordelijke deel van het NCP nog niet beschermd. Dit type ecosysteem is aanwezig in de gebieden het Friese Front (FF) en de Centrale Oestergronden (CO). Dit onderdeel van het mariene ecosysteem is belangrijk voor mariene biodiversiteit en de goede milieutoestand, vanwege de daar voorkomende rijke biodiversiteit van het bodemecosysteem. In deze gebieden is met name de combinatie van soortenrijkdom en -dichtheid, de aanwezigheid van kwetsbare, zeldzame en bedreigde soorten (zoals langlevende schelpdieren), de totale biomassa, de soortenverspreiding en de evenwichtige samenstelling van de bodemgemeenschap van belang. Bescherming van deze gebieden zal bijdragen aan het bereiken van de doelstellingen voor de biodiversiteit (element 1), onderdelen van het voedselweb (element 4) en zeebodemintegriteit (element 6). Deze elementen kunnen invloed hebben op visbestanden (element 3).

In de Nederlandse Mariene Strategie wordt op artikel 13.4 specifiek aangehaakt door in aanvulling op de implementatie van de Vogel- en Habitatrichtlijn bescherming te bieden aan het bodemecosysteem in de gebieden het Friese Front en de Centrale Oestergronden. Deze gebieden worden aangemerkt als zoekgebieden voor ruimtelijke beschermingsmaatregelen. Binnen deze zoekgebieden wordt de begrenzing van de gebieden waar ruimtelijke beschermingsmaatregelen worden getroffen, bepaald, alsmede de aard van de vanaf 2015 te treffen maatregelen.

1.2 Probleemstelling

Binnen de zoekgebieden Friese Front en Centrale Oestergronden dienen ruimtelijke maatregelen te worden getroffen. Het type maatregel, gericht op het vrijwaren van bodemberoering zodat de zeebodemintegriteit wordt gewaarborgd, dient nog nader te worden bepaald, net als de zones waarbinnen de maatregelen moeten worden toegepast. Diverse kennisvragen zijn nog niet ingevuld om deze bepalingen te ondersteunen.

De kennisvraag die in de implementatie van de KRM aan de orde komt is:

Wat missen we aan "zeebodemintegriteit" als visserij blijft voortbestaan op de Centrale Oestergronden (CO) en het Friese Front (FF) en wat win je als de visserij in deze gebieden wordt opgeheven?

In dit rapport richten we ons op de vraag:

- Wat ontwikkelt zich aan habitatkarakteristieken, en vervolgens aan soorten als je de gebieden sluit voor bodemberoerende visserij.

Deze vraag is middels een expertworkshop uitgediept.

2 Aanpak

2.1 Werkwijze: expert workshop

De kennisvraag *“Wat missen we aan “zeebodemintegriteit” als visserij blijft voortbestaan op de Centrale Oestergronden (CO) en het Friese Front (FF) en wat win je als de visserij in deze gebieden wordt opgeheven?”* is middels een expertworkshop verkend.

Deze vraag is vertaald naar subvragen die in een workshop zijn bediscussieerd:

Hoe gaat de zeebodem van het Friese Front en de Centrale Oestergronden eruit zien wanneer er geen bodemberoering door visserij meer plaatsvindt? In termen van:

- abiotiek
- biotiek (levensgemeenschappen)
- ruimtelijke ontwikkeling en variatie
- temporele ontwikkeling en variatie
- onzekerheid in de voorspellingen
- verschillen tussen Friese Front en Centrale Oestergronden
- potentie van gebieden voor bereiken van KRM doelen
- overeenstemming tussen experts (draagvlak)

De workshop werd ingeleid met een kort overzicht van specificaties van beide gebieden. De hand-outs van deze presentaties staan in Hoofdstuk 0.

De bevindingen van de workshop werd omgezet in tekeningen door JAM visual thinking. De tussentijdse resultaten werden tijdens de workshop gebruikt om gedane uitspraken nader te toetsen en te verfijnen. Daarnaast dragen de tekeningen bij aan het overzicht van de hoofdpunten uit de discussies die zijn gevoerd, en zijn ze onderdeel van deze rapportage.

2.2 Deelnemers

11 personen hebben op 14 augustus 2013 deelgenomen aan de workshop. Achter de namen staan hun organisatie en expertise vermeld.

- Diana Slijkerman: IMARES/KRM/ecotoxicoloog/risicobeoordeling/generalist/KRM
- Ruud Jongbloed: IMARES/ecotoxicoloog/environmental risk assessment of human activities/Natura 2000 en KRM
- Martin Baptist: IMARES/marien ecooloog Texel/lector van Hall Larenstein/systeemecoloog/impactstudies
- Han Lindeboom: IMARES/directielid/hoogleraar Wageningen UR/mariene ecologie in het Antropoceen
- Jan van Dalftsen: Deltares/marien ecooloog/specifiek benthos Noordzee
- Sytze van Heteren: TNO/geoloog/morfoloog Geologische dienst
- Godfried van Moorsel: Ecosub/MWTL Noordzee/Klaverbank/Doggersbank/Marien ecooloog
- Marc Lavaleye: NIOZ/ marien bioloog/taxonomie benthos/database fauna Noordzee
- Rob Witbaard: NIOZ/mariene ecologie/processtudies i.r.t. benthos

- David Tempelman: Grontmij Amsterdam/analist determinaties taxonomie/soorten Noordzee (vooral kleine soorten)
- Tommie Tom, JAM visual thinking: industrieel ontwerpen /visueel denken en verslagleggen

2.3 Uitwerking en afbakening

In dit rapport wordt verslag gedaan van de punten die in de workshop zijn besproken. Het betreft hier nadrukkelijk expert input. In de workshop wordt door de aanwezige experts vaak gerefereerd aan inzichten uit gepubliceerde studies. Deze studies worden vermeld in onderhavige rapport. Het is uitdrukkelijk niet de intentie een uitgebreide review te geven van de wetenschappelijke literatuur over de invloed van bodemberoerende visserij op de bodemfauna en de ontwikkelingsmogelijkheden van bodemfauna in de Noordzee.

Na de workshop is een letterlijke verslaglegging aan de deelnemers rondgestuurd voor correctie en verduidelijking van gemaakte opmerkingen. Het verwerkte verslag is vervolgens geanalyseerd naar besproken hoofdlijnen en thema's van de workshop.

Sturende factoren in de ontwikkeling van het ecosysteem blijkt een goed hanteerbare rode draad te zijn, en is gehanteerd om vervolgens het rapport te structureren. Er zijn ongetwijfeld aanvullingen in de literatuur te vinden, alsmede verdieping op elk genoemd aspect. Dit was echter niet de aard van de exercitie. De bedoeling was een overzicht te geven over de overeenkomsten en verschillen in de ontwikkeling van de Centrale Oestergronden enerzijds, en het Friese Front anderzijds. Op een aantal factoren diende echter wel aanvullende context te worden aangebracht.

In hoofdstuk 3 wordt eerst een overzicht geschetst van de factoren die bepalend zijn geweest voor de discussie. In dit hoofdstuk wordt de algemene uitwerking van die factoren op ecosystemen beschreven. In H4 en H5 worden de bijzonderheden voor resp. de Centrale Oestergronden en het Friese Front toegelicht. In H6 wordt vervolgens een beknopt overzicht van de overeenkomsten en verschillen uitgelicht. In hoofdstuk 7 worden aanvullende opmerkingen uit de workshop aangehaald die tijdens de workshop aan de orde zijn gekomen, maar niet direct met de vraagstelling van dit rapport te maken hebben. In de scope van de algemene uitwerking van de KRM hebben zij wel van doen en daarom opgenomen als nevenresultaat van de workshop.

3 Bepalende factoren voor toestand en potentie van gebieden op de Noordzee

In de workshop zijn abiotische factoren aan de orde gekomen die van belang zijn voor de status en ontwikkeling van de bodemfauna. Hierbij is onderscheid te maken tussen enerzijds de processen en kenmerken die algemeen gelden voor veel gebieden in de Noordzee en welke worden beschreven in dit hoofdstuk en anderzijds specifiek geldende voor de Centrale Oestergronden (hoofdstuk 4) en het Friese Front (hoofdstuk 5). In dit hoofdstuk worden de algemeen geldende factoren benoemd, en in tekening 1 geschetst.

3.1 Abiotische factoren

Voor een beschrijving van de abiotische factoren in de Noordzee en de invloed daarvan op de ecosystemen, inclusief de bodemfauna wordt verwezen naar Witbaard (2009). Het gaat om de volgende abiotische factoren: bodemsamenstelling, diepte, bodemhelling, getijstroom, temperatuur, saliniteit, gradiënten in sediment- en watersamenstelling, gelaagdheid van de waterkolom, sedimentatie, resuspensie van sediment, consolidatie van de bodem, getijdefront. Een aantal hiervan is besproken in de workshop en worden hieronder toegelicht.

Stratificatie waterkolom

In de zomerperiode kan stratificatie (gelaagdheid) ontstaan in diepere delen van de Noordzee waar de stroomsnelheid daalt en de zomer de golven het water niet tot op de bodem mengen. Door opwarming van de bovenste waterlaag in de zomer isoleert deze zich van het diepere koudere water. Dit beïnvloedt de biologische processen. De gelaagdheid wordt opgeheven in de herfst wanneer de wind toeneemt en voor menging zorgt.

Processen waarbij nutriënten vrijkomen

De redoxpotential (o.a. gestuurd door zuurstof in de bodem) in de oppervlaktelagen in de bodem is bepalend voor het gedrag van sommige nutriënten zoals het vrijkomen van fosfaat. Een anaerobe bodem geeft fosfaat af aan het bovenstaande water. Opgewervelde aerobe bodem vangt fosfaat. Opwerveling van slib en sediment (resuspensie), natuurlijk of antropogeen, is van belang voor de waterchemie en daarmee voor fytoplankton bloei. In samenhang met de stratificatie of het verbreken daarvan wordt deze nutriënt uitwisseling dus beïnvloed door bodemberoering. In nutriëntenarme perioden (na de voorjaarsbloei in de zomer) kunnen bij verbreking van de stratificatie, pulsen van nutriëntenrijk bodemwater leiden tot korte perioden van fytoplanktonbloei. Het uitzinken en decomposeren van dit materiaal zorgt voor een stapsgewijze teruggang van de bodemwater zuurstofgehalten (Greenwood et al., 2010). Tijdelijke zuurstofverlaging kan leiden tot zuurstofstress bij organismen.

Invloed van het weer

Grote stormen en erosie, met name langs de Engelse oostkust, hebben invloed op slibgehalten in ons deel van de Noordzee. Stormen kunnen in relatief ondiep water namelijk opwerveling van de bovenste bodemlaag veroorzaken, waarna eerst de grove en later de fijnere sedimentfracties zullen bezinken. Het gaat dus om een interne herverdeling. Slibaanvoer van buiten is afkomstig van de hele Engelse oostkust en vooral veroorzaakt door erosie van de kliffen. Stormen dragen daarom bij aan korte termijn variaties in slib- en sedimenttransporten.

Andere factoren zoals weersinvloeden spelen mee bij het type en de snelheid van de ontwikkeling van de benthos (bodemfauna). Deze kunnen soms ook beperkend werken wanneer de condities voor benthosontwikkeling suboptimaal zijn, bijvoorbeeld een ongunstige windrichting over een langere periode voor de aanvoer van larven uit specifieke bronpopulaties.

Consolidatie van de bodem

Consolidatie van de bodem is vooral bepaald door natuurlijke processen van sedimentatie en bioturbatie. Gravende bodemdieren zorgen voor omwerking van de bodem op een lokale schaal. De effecten van natuurlijke bioturbatie op sediment omwerking en nutriënten uitwisseling is in veel studies onderzocht en kan aanzienlijk zijn (Witbaard et al., 1989). Diverse bioturberende organismen dragen bij aan bodemstabiliteit doordat ze hun woonbuizen actief dan wel passief versterken. Zo maken perkamentwormen een vezelige stevige U-vormige woonbuis die enkele cm boven het bodemoppervlak uitsteekt. In de graafgangen van moddergarnaal (*Upogebia*) en gravende garnaal (*Callianassa*) zorgt de neerslag van mangaan en ijzer voor een versteviging van de wanden en daarmee voor stabiliteit van de open bodemstructuur (door de gangen die ze graven). Consolidatie van het sediment treedt op door compactie van het sediment. Door dit proces wordt sediment moeilijker resuspendeerbaar, d.w.z. dat er hogere stroomsnelheden nodig zijn om het materiaal op te wervelen, in vergelijking met ongeconsolideerde sedimenten.

3.2 Ecologische kenmerken

Bij het weergeven van de status en ontwikkeling van de bodemfauna is vooral gesproken over structuren, soorten en kenmerken, o.a. biogene structuren, bioturbatie, tweekleppigen, kreeftachtigen, stekelhuidigen, wormachtigen, scavengers (aaseters), sessiele epifauna, benthos dichtheid, biomassa, langlevende soorten, grote soorten, biodiversiteit.

Daarbij is een toelichting gegeven over de sessiele epifauna. Dit is de groep van organismen die zich alleen (permanent) vestigt op hard substraat. Hiertoe behoren onder meer sponzen, hydropoliepen, zeepokken, kokerwormen, anemonen, zakpijpen, mosdiertjes, oesterachtigen. Hard substraat raakt in onverstoorde situaties begroeid met organismen. Sessiele epifauna doet het vooral goed op plekken waar wat meer stroming is.

3.3 Invloed van bodemberoerende visserij

De effecten van bodemberoerende visserij zijn samengevat door Slijkerman et al. (2013) en worden herhaald in deze paragraaf. De directe effecten van bodemberoerende visserij zijn sterfte, verandering in de beschikbaarheid van voedsel en verandering in habitat condities van het benthos wat uiteindelijk resulteert in effecten op abundantie en diversiteit van de bodemgemeenschap (Deerenberg & Heinis, 2011). Ook zijn er significante effecten op totale biomassa en secundaire productie aangetoond (Reiss et al. 2009). Bij een verhoging van de bordenvisserijintensiteit van 1,3 naar 18,2 keer bevist per jaar werd de infauna gereduceerd met 72% in aantal, 77% in biomassa en 40% in soortenrijkdom (Hinz et al.

2009). Voor epifauna had de verhoging van visserijintensiteit ook een reductie in aantal en soortenrijkdom tot gevolg (81% en 14%, respectievelijk), maar er was geen effect op biomassa.

De directe effecten van bodemberoerende visserij worden hieronder toegelicht:

Verwijdering en schade

Bodemorganismen kunnen gevangen of beschadigd worden door het vistuig. Dit effect heeft met name invloed op langlevende soorten, wat leidt tot een verschuiving in de leeftijdsopbouw naar jongere dieren of zelfs tot het geheel verdwijnen van soorten die een onregelmatige of vrijwel afwezige broedval hebben. De zeer langlevende soort noordkromp (*Arctica islandica*) werd bijvoorbeeld in de periode 1902-1912 bij 45% van de bemonsteringsstations op de zuidelijke Noordzee waargenomen terwijl dit in 1986 slechts bij ca. 20% van de stations het geval was (Rumohr & Kujawski 2000). Langs de zuidrand van het Friese Front werden aan het eind van de jaren '80 van de vorige eeuw nog redelijke aantallen noordkrompen gevonden (Lindeboom et al. 2008). Meer recente bestandsopnamen (2006-2007) in het gebied suggereren echter dat dichtheden in het gebied sindsdien sterk afgenomen zijn (Lindeboom et al. 2008). Ook in het centrale deel van de Oestergronden lijkt de populatie op zijn retour. Deze teruggang wordt naar alle waarschijnlijkheid veroorzaakt door verhoogde mortaliteit door toegenomen boomkorvisserij zoals op het Friese Front het geval is (Lindeboom et al. 2008).

Ook is aangetoond dat de visserij meer invloed heeft op grote soorten in vergelijking met kleine soorten. Dit kan worden verklaard door het over het algemeen langzamere herstel van grotere soorten (Hiddink et al. 2006). De studie geeft aan dat een reductie in soortenrijkdom primair wordt veroorzaakt door het verlies van soorten met een grote omvang.

Discards en afval

Een ander effect van visserij wordt veroorzaakt door bijvangst. Bijvangst wordt overboord gezet, wat in het voordeel is van aaseters, die zwaar beviste gebieden domineren (Rumohr & Kujawski 2000). Uit een vergelijk van data uit 1902-1912 met data uit 1986 blijkt dat de aanwezigheid van tweekleppige soorten is afgenomen, terwijl aaseters en predatoren (zeesterren, gastropoda en crustacea) vaker werden aangetroffen in 1986. De auteurs veronderstellen dat dit verschijnsel niet alleen te wijten is aan de fysieke impact van de bodemberoerende visserij, maar ook aan de gerelateerde input van grote hoeveelheden voedsel door discards en het beschadigde benthos (Rumohr & Kujawski 2000).

Structuur van het substraat

Door het slepen met het tuig over de bodem kan de structuur van het substraat worden aangetast en treedt er vertroebeling op. Er zijn twee effecten op de structuur van het substraat te onderscheiden (Deerenberg & Heinis, 2011):

- Het verwijderen van abiotische en biotische structuren, zoals zandribbels en biogene riffen, waardoor ook de gerelateerde biota wordt aangetast.
- Het homogeniseren van de bodemstructuur.

De structuur van het substraat is voor de hellingen naar dieper gelegen slibrijke gebieden belangrijker dan voor ondiepe zandige bodems (referenties in Jak et al. 2009).

Abiotische factoren

Bodemberoerende visserij veroorzaakt een grootschalige resuspensie van fijn bodemmateriaal (zie van der Molen et al., 2013)). Theoretisch kan de visserij zo de zuurstofspanning van het bodemwater negatief beïnvloeden en daardoor ook direct negatieve effecten (mortaliteit) op de bodemfauna hebben. Als gevolg van visserij komen er namelijk meer nutriënten en organisch materiaal in de waterkolom door opwoeling van de zeebodem, en vindt introductie van discards en directe mortaliteit plaats van bodemleven. Dit resulteert in verhoogde zuurstofconsumptie als gevolg van afbraakprocessen. In

combinatie met de verlaagde zuurstofspanning door de zomerstratificatie kan dit leiden tot additionele zuurstofstress en verhoogde mortaliteit.

Een modelstudie van Van der Molen et al. (2013) suggereert dat de effecten van bodemvisserij en klimaatverandering additief zijn en dat de effecten op nutriënt-fluxen in de Centrale Oestergronden relatief klein zijn.

Sessiele epifauna

Sessiele epifauna wordt over het algemeen als kwetsbaar gezien voor bodemberoerende visserij hetgeen voor een groot deel terug is te voeren op dislocatie van het gekoloniseerde substraat. Dit kan leiden tot verstikking of suboptimale condities doordat oriëntatie t.o.v. voedselbron of waterstroom in negatieve zin veranderd zijn. Dislocatie van hardsubstraat is in de situatie zonder visserij beperkt tot de effecten van natuurlijke oorzaken zoals stroming bij grote stormen. De (maximale) grootte van de objecten die van positie veranderen onder invloed van natuurlijke processen is beperkter dan in het geval van visserijdislocatie.

Successie en leeftijdsopbouw

In zijn algemeenheid zal verstoring van de bodemintegriteit door visserij leiden tot het terugzetten van de successiereeks naar een eerder stadium. De gevolgen daarvan zijn te zien in leeftijdsopbouw en aanwezigheid van soorten die indicatief zijn voor bodemverstoring, d.w.z. die daar van profiteren.

Shifting baselines en regime shifts

Het is belangrijk om te beseffen dat de Noordzee al meer dan 100 jaar relatief intensief geëxploiteerd en bevestigd wordt en dat veel veranderingen in het ecosysteem al lange tijd hebben plaatsgevonden. Er is beperkte wetenschappelijk gefundeerde informatie beschikbaar over hoe het vroeger echt was. Hierbij verschuift onze kennis van het verleden mee in de tijd, zgn. 'shifting baselines' (verschuivende referentiewaarden) (Pauly, 1995). De referentie van hoe het ecosysteem er van nature uitziet is verschoven, omdat er steeds wordt gerefereerd naar een korte periode tevoren, waar ook al sprake van verstoring was. Daarnaast speelt het fenomeen van 'regime shifts', waarbij vrij plotseling grote veranderingen in het ecosysteem plaatsvinden met o.a. verandering van de dominante soorten (Holbrook et al., 1997, Scheffer et al., 2001) en een verschuiving van het ene evenwichtige systeem naar een ander evenwichtig systeem. De effecten van de visserij op de levensgemeenschappen van de kustzone worden verder geflankeerd door andere – natuurlijke en antropogene – omgevingsfactoren (O'Brien et al., 2000), die interfereren met de reacties op de visserijeffecten (versterken of afzwakken). Het is eigenlijk niet meer goed mogelijk om vast te stellen wat de natuurlijke, niet door de mens beïnvloede verspreiding van soorten is vanwege de genoemde 'shifting baselines' als gevolg van voortdurende klimaatverandering, de introductie van exoten en de langdurige en steeds van karakter veranderende bevissing.

3.4 Ontwikkeling zonder bodemberoerende visserij

Bioturbatie en biogene structuren

Na het stoppen van de bodemberoerende visserij in een gebied, wordt door de experts een bodemstructuurverandering verwacht die voornamelijk wordt bepaald door een toename van natuurlijke bioturbatie (moddergarnaal (*Upogebia*)) en verhoogde invloed van incidentele stormen enerzijds en anderzijds verhoogde stabilisatie van de bodem (gravende garnaal (*Callianassa*)) (naar bevindingen van Duineveld et al., 2007). Organismen worden immers niet meer weggevangen en bovendien worden epibenthische structuren niet meer verstoord.

Omdat er momenteel ook al veel bioturbators in het sediment aanwezig zijn, vragen de experts zich af hoe reëel het is of dat de ontwikkeling van infauna negatief wordt beïnvloed door visserij. Dit is dus een

onbekende factor in de ontwikkeling. In zijn algemeenheid geldt dat niet bekend is in hoeverre aanwezige soorten de terugkeer van de "nieuwe" soorten zullen beletten en hoe snel een gemeenschap zich herstelt. Toch wordt door de experts verwacht dat zich een bodemlevensgemeenschap kan ontwikkelen waarin epifauna een grotere rol/aandeel heeft na het stoppen van bodemberoerende visserij.

Toename biodiversiteit, biomassa, tweekleppigen, afname wormachtigen

Na uitsluiting van bodemberoerende visserij kan biodiversiteit toenemen en wellicht is dat een herstel richting een vroegere situatie. De dominantie van wormachtigen zal verminderen en de tweekleppigen en gravende zee-egels kunnen toenemen. De biomassa van epi- en infauna zal mogelijk toenemen, maar een voorspelling daarvan hangt af van diverse factoren. De biomassa van een bodemgemeenschap wordt sterk bepaald door de productiviteit van de waterkolom er boven. Het is te verwachten dat door de draagkracht de totale biomassa op zich niet zal veranderen maar de verdeling van die biomassa wel. De afname van biomassa van scavengers (aaseters) en wormachtigen komt ten goede aan de toename van biomassa van andere faunagroepen.

Sessiele epifauna en biodiversiteit

De studies van Duineveld et al. (2007), ICES (2013) worden in de workshop als voorbeelden aangehaald, waarin geïllustreerd wordt dat de ontwikkeling tussen onbeviste gebieden rond een platform duidelijk verschilt in termen van biodiversiteit. Een specifiek voorbeeld dat wordt aangehaald is dat sessiele epifauna tot ontwikkeling kan komen omdat de bodemelementen (structuur) waarop ze zich hechten niet meer omgekeerd worden (door visserij), maar de opvattingen van de experts zijn hierover verdeeld.

Toename dichtheden, leeftijd, afname scavengers (aaseters)

Over het algemeen wordt verwacht dat de leeftijdsopbouw en dichtheden van de aanwezige soorten zal veranderen als bodemvisserij verdwijnt. Welke specifieke soorten dat zullen zijn, en hoe zij de bodem beïnvloeden is speculeren. In algemene zin zal met het verdwijnen van visserij ook de visserij-gerelateerde mortaliteit verdwijnen waardoor gemiddelde leeftijden van visserijgevoelige soorten kunnen toenemen. Deze aanname wordt gebaseerd op de studie van Duineveld et al. (2007). Op termijn zal dit ook verschuivingen in de relatieve abundantie en biomassa van soorten (community) te zien geven. Het aandeel scavengers in een van visserijdruk herstelde gemeenschap is naar verwachting lager dan in beviste toestand. Dit zijn o.a. wormen, krabben en zeesterren. Discards en beschadigde organismen zijn immers niet meer als voedselbron aanwezig. Trofische verschuivingen zijn logischerwijze het gevolg.

Toppredatoren

Een potentiële ontwikkeling die wordt geschetst tijdens de workshop- maar zonder consensus- is dat biodiversiteit zal toenemen en gestimuleerd kan worden als toppredatoren (whole ecosystem approach) ook meer kansen krijgen op de Noordzee. Als voorbeeld wordt genoemd de aanwezigheid van roggen, wier foerageergedrag resulteert in een patchy patroon van de bodem. Dergelijke lokale heterogeniteit resulteert mogelijk in een verhoogde biodiversiteit. Een ander voorbeeld dat wordt genoemd is de wulk. Deze komt nu bijna niet meer voor, wat toegeschreven wordt aan de invloed van TBT (tributyltin) en de bodemberoerende visserijdruk in de afgelopen decennia. Door het opheffen van de bodemberoerende visserij wordt de wulk wel weer terug verwacht. De wulk is een grote soort die substraat biedt aan (geassocieerde) andere epifauna. Of ook grote tweekleppigen (noordkromp (*Arctica*), strandgaper (*Mya*), papierschelp (*Thracia*)) in abundantie toenemen/algemener worden is onduidelijk, omdat hierbij ook temperatuurstijging en recruitment uit andere delen van de Noordzee een rol speelt.

Na beëindiging van de bodemberoerende visserij komen er mogelijk meer grote exemplaren van de voorheen beviste vissoorten. Dit hangt af van de omvang van het voor visserij gesloten gebied ten opzichte van het leefgebied van deze dieren (Kaiser, 2005). Na beëindiging van de visserij zal de

visserijsterfte verdwijnen en kunnen van de sessiele bodemdieren meer grote exemplaren en herstel van voor visserij kwetsbare soorten worden verwacht. Voor rondtrekkende vissoorten is het lastiger te voorspellen wat er gebeurt. Als het te sluiten gebied groot is ten opzichte van de verplaatsingen van de dieren, kan bovenstaande respons worden verwacht. In geval het gebied echter relatief klein is, zal er niets tot weinig veranderen na sluiting van het gebied voor de visserij. Het is mogelijk dat er een meer natuurlijk functionerend (oorspronkelijk) voedselweb zal ontstaan. De wetenschap onderzoekt nog steeds of de Noordzee door top-down of door bottom-up processen wordt gereguleerd. Er wordt daarom door enkele experts op aangedrongen het bodemecosysteem in de context van het gehele ecosysteem (bodem en waterkolom) te beschouwen.

Het is onzeker of roggen en haaien in aantal zullen toenemen na beëindiging van bodemberoerende visserij in (een deel van) het Friese Front en/of de Centrale Oestergronden. De omvang van deze gebieden is relatief klein ten opzichte van het leefgebied van roggen en haaien en zal variëren per soort.

Grote soorten

Wanneer bodemberoerende visserij wegvalt, komt er ruimte voor grote soorten die kwetsbaar voor deze visserij zijn (met de wulk als vaak genoemd voorbeeld). Zonder visserij zal de moddergarnaal (*Upogebia* sp.), die nu al talrijk is, niet per se afnemen in aantal. Er kunnen overigens wel uitzonderingen optreden. *Upogebia* behoort tot de grote soorten (= tot 5 cm grote kreeft), maar heeft geen lange levensduur (max. 3 jaar). Deze grote soort lijkt goed bestand tegen de huidige visserijdruk. De soort leeft tamelijk diep ingegraven en is daardoor kennelijk niet erg kwetsbaar voor bodemberoering aan het sedimentoppervlak. De dichtheid, biomassa, leeftijdsopbouw zal mogelijk wel veranderen.

Structuren en hun geassocieerde bodemfauna

Bodemberoerende visserij veroorzaakt een toename van de homogeniteit van het habitat en een afname van de diversiteit van de bodemfauna doordat specifieke structuren met geassocieerde bodemfauna afnemen of verdwijnen. Na het stopzetten van de bodemberoerende visserij wordt verwacht dat pas na lange tijd deze structuren en hun geassocieerde bodemfauna zich weer kunnen ontwikkelen. Het habitat wordt door deze structuren dan ook heterogener en daarmee ook diverser. Ook wordt een toename verwacht van de dichtheid van schelpdieren en de soortenrijkdom van de bodemfauna.

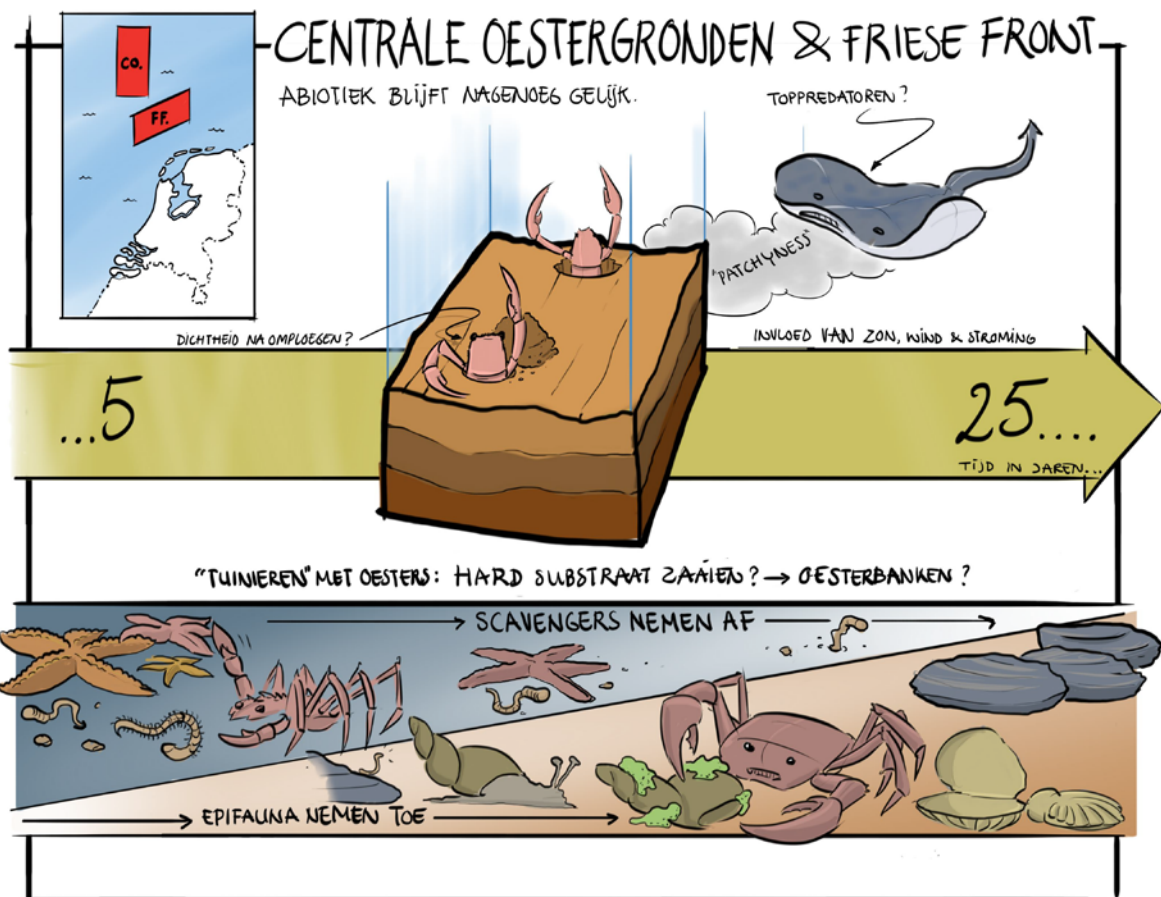
Door de experts wordt niet verwacht dat binnen een korte (ecologische) termijn van ongeveer 5 jaar een andere levensgemeenschap tot stand komt. Herstel van een bodemgemeenschap is voor een groot deel afhankelijk van toevalsprocessen zoals aanwezigheid van larven van de te vestigen soorten en overleving van de gesettelden en latere levensstadia. De relevante processen laten zich praktisch niet sturen, met uitzondering van mortaliteit door visserij. De termijn waarover een bodemgemeenschap zich herstelt is niet te bepalen. Op grond van door de experts genoemde voorbeeldstudies wordt verwacht dat dit in de orde van 5 tot 25 jaar kan liggen. Het werk in het Egmond windpark laat zien dat na vijf jaar zonder visserij geen noemenswaardig veranderde levensgemeenschap was ontstaan (Lindeboom et al., 2011). Duineveld et al. (2007) constateerden wél een andere benthische gemeenschap rondom een olieplatform waar 25 jaar niet gevist werd. Deze observaties zijn echter geen "blauwdruk" en garantie voor toekomst. Voor herstel is de aanwezigheid van een bronpopulatie buiten het gebied van belang (connectiviteit). Door de noodzaak van bronpopulaties voor herstel is dus ook de onderlinge connectiviteit van gebieden belangrijk. Dat wordt door de experts als een onvoorspelbare factor beschouwd. Het is nog onduidelijk waar larven vandaan komen. Ook voor een soort als de noordkromp is een massale broedval mogelijk en kan er van het ene op het andere jaar een massale populatie ontstaan.

Invloed van andere factoren

Factoren buiten de visserijdruk (zoals diverse aspecten van klimaatverandering) zijn medebepalend voor herstel, maar in de workshop is niet uitvoerig ingegaan op alle mogelijke factoren en hun magnitude. Een uitvoerigere studie is hierbij nodig, maar waarschijnlijk zijn hier nog vele kennislacunes.

3.5 Maatregelen om ontwikkelingen te versnellen

De aanwezigheid van hard substraat wordt genoemd als bepalende factor om de ontwikkeling van epibenthos in het benthische ecosysteem te versnellen. Het herstel gaat waarschijnlijk sneller door introductie van oesters of hard substraat waar larven zich op kunnen vestigen. Dergelijke maatregelen worden in Duitsland genomen en kunnen als voorbeeld dienen. In het huidige project wordt deze optie echter niet verder uitgewerkt. Zonder introductie kan het zeer lang duren voordat typische structuur bepalende epibenthos soorten weer aanwezig dan wel dominant zijn (oesters), er wordt gespeculeerd over de periode van 100 jaar. Deze schatting is bepaald door de kans op vestiging van oesterlarven. In de Waddenzee heeft de Japanse oester zich in een korte tijd sterk uitgebreid. Mogelijk is er in de Waddenzee een regime shift opgetreden.



tekening 1 Schets van de aspecten met vergelijkbare ontwikkeling van de Centrale Oestergronden en het Friese Front

4 Centrale Oestergronden

In tekening 2 staan een aantal van de besproken aspecten en ontwikkelingen van de Centrale Oestergronden geschetst. In de opvolgende paragrafen wordt nader ingegaan op deze aspecten.

4.1 Abiotische factoren

Een aantal abiotische kenmerken van de Centrale Oestergronden zijn door de experts besproken en als volgt ingeschat:

- weinig variatie in diepte
- geleidelijke sedimentovergangen (merendeels slib)
- lange Zuid-Noord gradiënt in sedimentsamenstelling en diepte en stabiliteit van stratificatie. Ook het optreden van suboxische condities.
- weinig energie input in het systeem (t.o.v. Friese Front)

Onderstaande abiotische factoren zijn nader besproken.

Bodemsamenstelling

De Centrale Oestergronden zijn door de geografische ligging en de diepte een sedimentatiegebied. Het feit dat er meer dan 100 jaar geleden oesterbanken aanwezig waren verandert aan dit gegeven niets omdat de sedimentatie samen hangt met waterdiepte en daarmee de invloed van golf- en getijstroom en de energietoevoer (Cadee, 1984). Naar verwachting is het sedimenttype van de Centrale Oestergronden op dit moment weinig anders dan voordat er boomkorvisserij voorkwam.

Er zit gem. ca. 20% slib in de bodem van de Centrale Oestergronden. Lokaal komen hogere slibgehaltes voor. Van zuid naar noord is er een verfijning van de sedimenten en wordt het gebied slibrijker. Het slibgehalte lijkt iets afgenomen over de laatste jaren (Biomon; 1998 tot 2010), maar hierover is onder de experts geen overeenstemming.

Stratificatie en nutriënten

Als gevolg van de stratificatie in de waterkolom op de Centrale Oestergronden daalt in de zomer de zuurstofspanning in het water nabij de bodem. Door stormen in de zomer wordt de waterkolom tijdelijk gemengd en vindt nieuwe primaire productie plaats omdat nutriënten beschikbaar komen in de fotische zone (bovenlaag). Als slib en organisch materiaal uitzinken gaat de zuurstofspanning bij de bodem stapsgewijs naar beneden. In het algemeen heeft een verlaging van het zuurstofgehalte een negatieve invloed op de bodemfauna (Greenwood et al., 2010). In rustig weer in de zomer ontstaat of blijft de stratificatie intact en wordt een bel relatief koud water opgesloten tussen bodem en spronglaag. Dit is gunstig voor het overleven van koudeminnende soorten.

Nutriëntengehalten en de verdeling over de waterkolom in de Centrale Oestergronden zijn afhankelijk van de menging (vooral in de winter) en thermische stratificatie in combinatie met fytoplankton productie (vooral in de zomer). Ook uitwisselingsprocessen met de bodem spelen een rol.

4.2 Ecologische kenmerken

Homogeniteit en biodiversiteit

Binnen de Centrale Oestergronden wordt een gradiënt in soortendiversiteit gevonden. Centrale Oestergronden zit op een relatief hoog niveau van biodiversiteit. Tegelijkertijd wordt dit gebied gekenmerkt door een relatief lage visserij-intensiteit (Slijkerman et al., 2013). De causaliteit van deze twee observaties is volgens de experts niet duidelijk, maar kan niet worden uitgesloten. Zo is het bijvoorbeeld ook opvallend dat in de Centrale Oestergronden nog relatief hoge dichtheden kwetsbare soorten worden gevonden, waaronder bijvoorbeeld de noordkromp.

Biogene structuren en "alternative stable state"

De experts bespreken of de Centrale Oestergronden zich door het weggevangen van oesterbanken bevinden in een "alternative stable state" van andere typen biogene structuren gevormd door gravende organismen (bv. moddergarnalen (*Upogebia sp.*)) i.p.v. oesterbanken.

Sessiele epifauna

De experts discussiëren waarom er in de Centrale Oestergronden bijna geen sessiele epifauna wordt gevonden. De oorzaak is onduidelijk. Gericht onderzoek op deze soorten ontbreekt tot op heden en mogelijk kan het discardprogramma van min. EZ daar informatie over geven.

Connectiviteit

De experts vermoeden dat de connectiviteit van de Centrale Oestergronden met betrekking tot bronnen van aanvoer beperkt is vanwege de geografische ligging en de heersende stroming en wind, en dat er daardoor weinig uitwisseling van organismen is. Vanuit noordwestelijke richting is aanvoer van benthoslarven te verwachten en op de grensvlakken met andere gebieden, waaronder het Friese Front.

4.3 Invloed van bodemberoerende visserij

Ontbreken hard substraat

Het wegvissen van oesters, met name in de tweede helft van de 19^e eeuw (Olsen, 1883), heeft geresulteerd in het heden ten dage ontbreken van een substantieel aaneengesloten oppervlak aan hard substraat als biogene structuur. Er liggen nu nauwelijks harde substraten op de bodem van de Centrale Oestergronden, wat mogelijk een beperkende factor is voor eventuele hervestiging van oesters of andere sessiele organismen. Hier is echter geen consensus over bij experts. Een enkele oester die zich vestigt op een lege schelp kan in oorsprong na verloop van tijd uitgroeien tot een mossel- of oesterbank.

Stratificatie, opwerveling en aantasting harde structuren

Stormen, die de bodem van de 40 à 50 meter diepe oestergronden in beweging kunnen brengen, treden slechts enkele keren per jaar op (Zie Thompson et al., 2011), voornamelijk in najaar en winter, wanneer er geen stratificatie is. In tegenstelling tot het natuurlijk proces van de verstoring van de stratificatie door stormen, vindt de verstoring door bodemvisserij het hele jaar plaats en zo ook de daarmee samenhangende resuspensie van fijn sediment. Stormen reiken tot een diepte van 50 meter, met golven van 100 meter lang. Anderzijds kunnen stormen een veel groter gebied in een keer beïnvloeden, terwijl visserij relatief smalle sporen (2 keer 12 m breed) trekt. Voor een effectinschatting moet een afweging gemaakt worden tussen enerzijds de schaal van verstoring en anderzijds de periodiciteit waarmee dat gebeurt en het seizoen waarin. De magnitude van de natuurlijke "verstoring" door stormen en de antropogene verstoring door visserij is verschillend en afhankelijk van de intensiteit. In de workshop wordt verondersteld dat het effect van natuurlijke opwerveling door stormen, waar het systeem zich in

de evolutie op heeft aangepast, niet is te vergelijken met de passage van harde materialen die individuen beschadigen of wegvangen.

Stabiliteit van de bodem

De stabiliteit van de zeebodem verandert met de bodemberoerende visserijdruk en dit heeft consequenties voor de ontwikkeling van de bodemlevensgemeenschap. De herstelduur na bodemverstoring wordt bepaald door de omvang van de schade aan en het herstelvermogen van de organismen en is niet afhankelijk van herstel van de abiotiek (bodemmateriaal). Experts verwachten dat fysieke sporen ten gevolge van bodemvisserij op slibachtige bodems binnen een jaar niet meer zichtbaar zijn. Door visserij geresuspendeerd materiaal zal in een tijdsbestek van enkele dagen (Raaphorst et al., 1998, Puls et al., 1997) weer uitzakken dan wel met de reststroom uit het gebied verdwijnen. Blijkbaar is abiotisch herstel geen randvoorwaarde voor het herstel van de bodemlevensgemeenschap.

Bodempenetratie en opwerveling van suspended matter

Indien bodemberoerende visserij op de Centrale Oestergronden verdwijnt, wordt niet verwacht dat de fysieke omstandigheden die slibdepositie of bodemsamenstelling beïnvloeden/bepalen noemenswaardig veranderen (mate en soort depositie). Aanvoer en concentraties van opgewervelde bodemdeeltjes van buiten het gebied worden voornamelijk bepaald door de hydrografie. Het valt niet te verwachten dat deze zullen veranderen bij het verdwijnen van visserij. Maar als visserij veel slib opwervelt, dan wordt de interne dynamiek wel anders. Thompson et al. (2011) suggereren dat bij toename van stroomsnelheden de bodem tot op 1 cm diepte opgewerveld wordt. Bij boomkorvisserij is de bodempenetratie dieper en de opwerveling groter (Deerenberg & Heinis, 2011). Het is te verwachten dat na het stoppen van de bodemberoerende visserij de dynamiek van gesuspendeerd materiaal vermindert waardoor eventuele negatieve effecten op filterfeeders en na redispositie ook op sessiele bodemorganismen verminderen.

Bodemsamenstelling

Aangezien de structuur voor de hellingen naar dieper gelegen slibrijke gebieden belangrijker is dan voor ondiepe zandige bodems (Jak et al. 2009) is het aannemelijk dat de omvang van het effect van bodemberoerende visserij voor de slibrijke, diepe delen van de Centrale Oestergronden relatief groot is.

4.4 Ontwikkeling na stoppen bodemberoerende visserij

Biogene structuren, waaronder oesterbanken

In de workshop is verondersteld dat het herstel van de ecologie mede wordt bepaald door de frequentie van visserij (Deerenberg & Heinis, 2011). Op de Centrale Oestergronden wordt een groot deel van de bodem gemiddeld 0,5-1 keer per jaar omgewoeld (zie kaart met bodemberoerende visserijintensiteit in hoofdstuk Bijlage 6). Harde structuren (oesters of schelpresten die als hard substraat dienen) worden door de bodemvisserij kapot gemaakt of aan het systeem onttrokken en keren niet zo maar terug wanneer er niet meer wordt gevestigd. Een herstel tot het historisch beeld van de Centrale Oestergronden, waarin oesterbanken bepalend waren, wordt dan ook niet binnen afzienbare tijd verwacht. Tevens wordt opgemerkt dat dit geen doel op zich is, de kijkrichting is herstel vanaf de huidige situatie, en niet de historische.

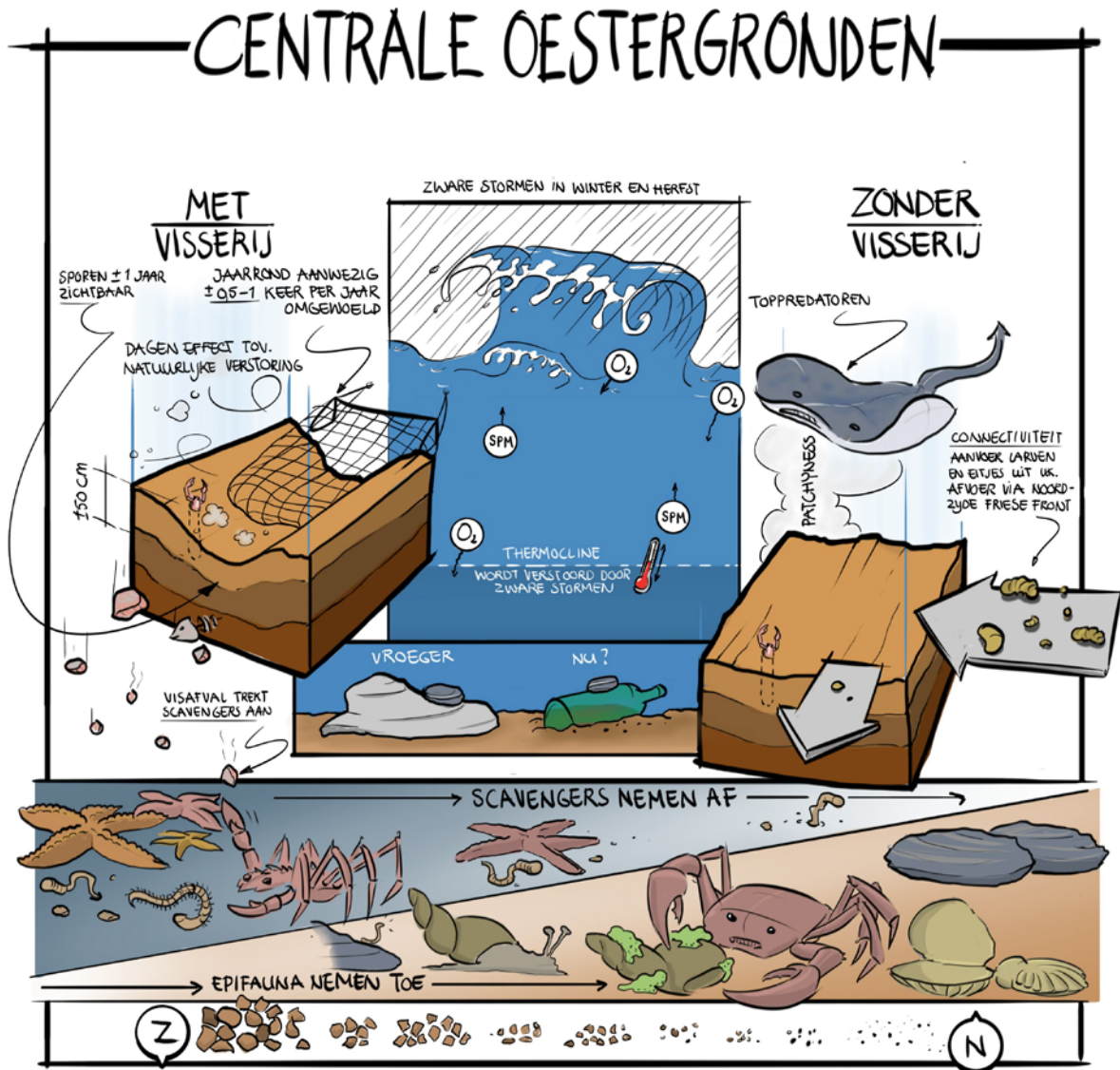
Er wordt opgemerkt dat in potentie natuurlijke oesterbanken zich weer kunnen ontwikkelen, mits er hard-substraat aanwezig is waarop de oesterlarven zich kunnen vestigen. Er zijn schelpresten (dat kan dienen als hard substraat) aanwezig. Er hoeft in beginsel maar weinig harde structuur aanwezig te zijn om vorming van oesterbanken en andere biogene structuren mogelijk te maken. Als voorbeeld wordt door een expert aangehaald dat in het Veerse Meer grote bollen kokerwormen worden aangetroffen op één oester die op zijn beurt was gevestigd op één mossel. De aanvoer van oesterlarven bepaalt ook of deze oesters terug kunnen keren in het gebied. Er is geen overzicht van waar eventuele bron populaties

zich bevinden. In de toekomst zou de noordkrimp zich in het noordelijke deel van de Centrale Oestergronden kunnen uitbreiden en daarmee een grote bijdrage aan de biomassa leveren.

In principe wordt, op grond van de overheersende waterbewegingen, verondersteld dat voor de Centrale Oestergronden de primaire connectiviteit voornamelijk gelegen is in het noordwesten en van waaruit dus een primaire aanvoer van larven te verwachten is. De discussie suggereert dat herstel van de bodemfaunagemeenschap tussen de 5 en 25 jaar kan duren. Wel moet de ruimtelijke schaal in ogenschouw genomen worden, waarbij de omvang van het te sluiten gebied mede bepalend kan zijn. Hierop is niet verder ingegaan.

Maatregelen die de ontwikkeling stimuleren

Er wordt in de workshop gerefereerd aan Duitse herstelprojecten op zee waarbij hard-substraat is geïntroduceerd.



tekening 2 Schets van de ontwikkeling en de bijhorende kenmerken van de Centrale Oestergronden

5 Friese Front

In tekening 3 staan een aantal van de besproken aspecten en ontwikkeling van het Friese Front geschetst. In de opvolgende paragrafen wordt nader ingegaan op deze aspecten.

5.1 Abiotische factoren

Een aantal abiotische kenmerken van het Friese Front zijn door de experts besproken en als volgt ingeschat:

- variatie in hellingshoek van de bodem Friese Front (zie de kaart in H14)
- veel energie in het systeem
- variatie in diepte
- weinig stratificatie, namelijk alleen langs de noordrand
- diverse overgangen in sedimentsamenstelling
- frontensysteem (hydrografisch).

Voor een toelichting op stratificatie in het Friese Front wordt verwezen naar de beschrijving voor stratificatie in de Centrale Oestergronden in paragraaf 4.1.

5.2 Ecologische kenmerken

Een aantal ecologische kenmerken van het Friese Front zijn door de experts besproken en als volgt ingeschat:

- hoge primaire productie
- hoge biodiversiteit
- grote ruimtelijke heterogeniteit in bodemlevensgemeenschappen (door verschil in diepte en sedimenttypen)
- grote connectiviteit

Onderstaande ecologische kenmerken zijn nader besproken.

Soortendichtheid en productiviteit

Creutzberg et al. (1984) en Baars et al. (1999) toonden aan dat er op het Friese Front fjnscalige verschillen bestaan in de dichtheid van soorten over korte afstanden. Hieruit blijkt dat er over een korte afstand een sterk gedefinieerde ruimtelijke zonering is waarin verschillende soorten elkaar afwisselen. Op het Friese Front bevinden zich soorten die bij een hogere dynamiek horen. Een voorbeeld daarvan is de dunschaal (*Abra alba*); een kort levende (3 jaar) schelpdiersoort die soms massaal aanwezig is en dan weer afwezig. Ook *Nucula* is waarschijnlijk zo'n soort. Daarnaast is de productie en de ruimtelijke heterogeniteit daarin hoog als gevolg van het hydrografisch frontensysteem in het Friese Front gebied.

Connectiviteit

De connectiviteit van het Friese Front wordt door de experts groter geacht dan die van de Centrale Oestergronden. Het Friese Front ligt geografisch gunstig in termen van bronnen van aanvoer van organismen en hun larven. Diepte, stroming en wind zijn variabel, waardoor vanuit meerdere richtingen vanuit de Noordzee benthoslarven kunnen worden aangevoerd en in het Friese Front tot ontwikkeling kunnen komen.

5.3 Invloed van bodemberoerende visserij

De algemene effecten van bodemberoerende visserij, die ook voor het Friese Front gelden, zijn beschreven in paragraaf 3.3. Hieronder worden de specifieke effecten op het Friese Front geschreven, zoals die zijn besproken door de experts.

Lindeboom et al. (2008) beschrijven een 'geploegde zeebodem' als een bodem die zwaar met de boomkor wordt bevestigd. Het gehele Friese Front en delen van de Centrale Oestergronden (zuidoost) bestaat uit geploegde zeebodem.

Schelpdieren, kreeftachtigen en biodiversiteit

De effecten van bodemberoerende visserij op de bodemgemeenschap zijn onderzocht door het gesloten gebied rondom een platform binnen het Friese Front te vergelijken met een bevestigd gebied (Duineveld et al. 2007). In het onbevestigde gebied waren er hogere dichtheden van kwetsbare schelpsoorten; zowel de langlevende soorten (o.a. de noordkromp (*A. islandica*) en bolle papierschelp (*Thracia convexa*)) als de korter levende soorten (o.a. dunschaal (*Abra sp.*) en gedoornde hartschelp (*Acanthocardia echinata*)). Ook waren de dichtheden van diep gravende garnalen (*Callinassa subterranea*, *Upogebia deltaura*) hoger. De gravende kreeftjes hebben een groot effect op bodemstructuur, bodemchemie, mineralisatie en op de verspreidingspatronen van andere soorten bodemdieren. De bemonstering liet verder zien dat er in het onbevestigde gebied meer soorten aanwezig waren en dat er een hogere biodiversiteit was (CBS et al. 2010).

Alhoewel bekend is dat de bodemberoerende visserij effect heeft op de abundantie van de noordkromp (*A. islandica*), zijn binnen het refugium rondom het offshore platform geen vroege stadia van kwetsbare bivalven gevonden (Duineveld et al. 2007). Het gebrek aan juveniele *A. islandica* in het gesloten gebied suggereert dat het directe effect van de bodemberoerende visserij onder juvenielen waarschijnlijk niet de voornaamste factor is in de vermindering van succesvolle vestiging. Vanwege het lange larvale stadium van *A. islandica* en de stroming in en rondom het gesloten gebied, kan nieuwe aanwas van larven komen van stocks buiten het Friese Front. Mogelijk zijn de laatste jaren de aantallen volwassen exemplaren van deze stocks dermate laag dat de voortplantingsnelheid ook laag is en daardoor juvenielen binnen het Friese Front niet worden aangetroffen. Noordkromppopulaties met hoge dichtheden komen waarschijnlijk tot stand door sporadische massale vestiging van larven. Als de oorzaak van de sporadische vestiging niet binnen het gebied is gelegen dan zullen effecten van sluiting van het gebied moeilijk te voorspellen zijn (Duineveld et al. 2007).

Afname schelpdieren

Bemonsteringen in 2006 en 2012 met de triple-D bodemschaaf suggereren dat t.o.v. van de jaren 90 van de vorige eeuw de populatie-omvang van noordkrompen en afgeknotte gapers in het Friese Front achteruitgegaan is. Er kan gespeculeerd worden over de oorzaken hiervan, maar diverse studies (Witbaard & Klein, 1994; Bergman et al., 2008; Mensing et al., 2000) die mortaliteit van benthos soorten documenteerden, doen vermoeden dat bodemvisserij hierin een belangrijk aandeel heeft.

5.4 Ontwikkeling na stoppen bodemberoerende visserij

Abiotische factoren

Na het stoppen van bodemberoerende visserij treedt er volgens de experts geen verandering in primaire abiotische factoren op die de randvoorwaarden bepalen waarbinnen de benthische levensgemeenschap zich ontwikkelt. De heterogeniteit van het Friese Front als gevolg van de verscheidenheid in bodemmateriaal/samenstelling en de steile overgang naar diepere delen blijft intact.

Bioturbatie

De mate van bioturbatie, mineralisatie en bodemerosie kan daarentegen wel veranderen doordat de aantallen van de gravende garnalen (*Upogebia* en *Callianassa*), die beschouwd worden als "engineering species", kunnen toenemen bij uitsluiting van bodemvisserij (Duineveld et al., 2007). Op zandige bodems, die vooral in de zuidelijke Noordzee voorkomen, zo ook op de zuidrand van het Friese Front, blijven visserijsporen langer zichtbaar dan in slibbige bodems. Over de periode van zichtbaarheid van visserijsporen bestaat geen grote overeenstemming tussen de experts (perioden genoemd tussen ca. 2 tot ca. 8 jaar). De conclusie is dat de abiotische factoren na het stoppen van bodemberoerende visserij nauwelijks zullen veranderen, net zoals dat in de Centrale Oestergronden niet aan de orde is. Daarentegen verwachten de experts dat de bioturbatie een relatief groot herstel kan laten zien op het Friese Front omdat de impact van visserij (daar op dit moment) groot is en dat na het stoppen van bodemberoerende visserij dus de grootste verandering kan worden verwacht. Het Friese Front wordt frequent bevist, elk deel wordt gemiddeld 2-8 keer per jaar omgewoeld (zie kaart met visserijintensiteit in Bijlage Bijlage 6).

Scavengers (aaseters) en r-strategen

In het algemeen wordt verwacht dat voor het Friese Front dezelfde ecologische ontwikkelingen als op de Centrale Oestergronden plaatsvinden vanaf het moment dat bodemberoerende visserij is verdwenen. Scavengers en r-strategen (o.a. wormen) zullen relatief afnemen.

Biodiversiteit

Er wordt gesteld dat de biodiversiteit van het Friese Front zonder bodemberoerende visserij nog hoger kan worden dan bij de Centrale Oestergronden. Er is immers al hogere biodiversiteit dan op Centrale Oestergronden als gevolg van de heterogeniteit van het habitat en zonder bodemberoerende visserij kan deze verder toenemen. Daarnaast wordt door enkele experts verwacht dat de effectiviteit van de maatregel groter is op het Friese Front omdat de druk daar nu groter is dan op de Centrale Oestergronden; de reductie van de impact is groter. Consensus onder de experts m.b.t. deze verwachting is er niet.

Langlevende soorten

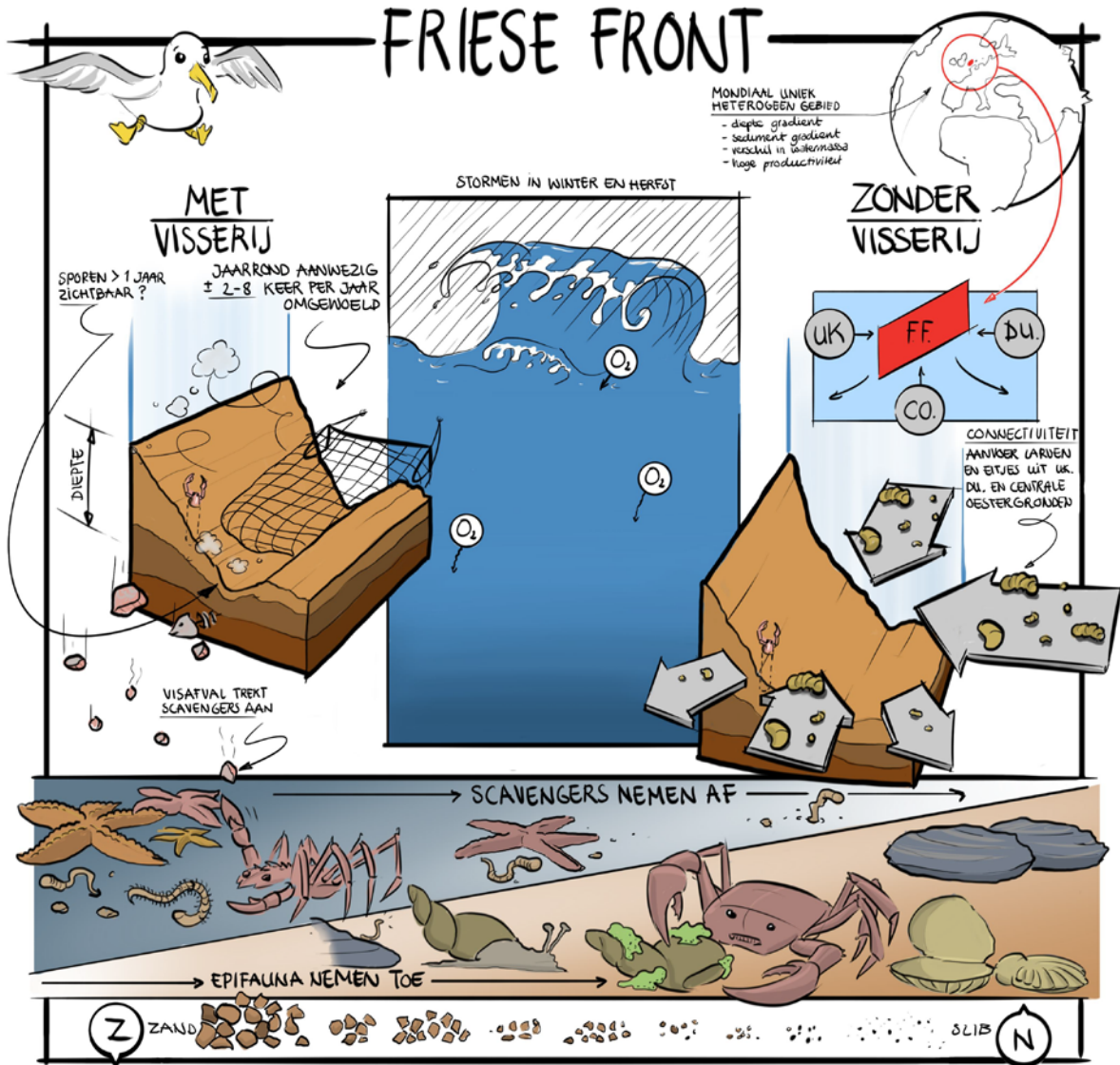
Er zijn aanwijzingen dat een aantal langlevende soorten in het Friese Front verdwenen zijn of sterk in aantal zijn achteruit gegaan. In algemene zin wordt verondersteld dat op termijn een toename van grote (langlevende) soorten te verwachten is als bodemberoerende visserij uitgesloten wordt. Wanneer dergelijke vestiging plaats vindt is onduidelijk omdat de huidige dichtheden buiten en binnen het gebied wellicht onvoldoende hoog zijn om een instantaan herstel (en van binnenuit) mogelijk te maken.

Biogene structuren

Ook in het Friese Front zouden volgens de experts potentieel biogene structuren als oesters en paardenmosselen zich kunnen vestigen, met name langs de noordrand van het Friese Front (=zuidrand Centrale Oestergronden). Dit is echter wel speculatief en gebaseerd op het historisch voorkomen.

Productie

De primaire en secundaire benthische productie in het Friese Front is nu al hoog als gevolg van het frontensysteem en verandert naar verwachting niet na het verdwijnen van de bodemberoerende visserij.



tekening 3 Schets van de ontwikkeling en de bijhorende kenmerken van het Friese Front.

6 Vergelijking van Centrale Oestergronden en Friese Front

In onderhavige hoofdstuk wordt een synthese gemaakt van de overeenkomsten en verschillen tussen het Friese Front en de Centrale Oestergronden ten aanzien van abiotische factoren, ecologische kenmerken van de bodemfauna, invloed van de bodemberoerende visserij en de ontwikkeling na stoppen van deze visserij op de ontwikkeling van de bodemfauna. Deze synthese is gebaseerd op voorgaande hoofdstukken waarin de deelnemers van de workshop hun kennis hebben ingebracht en er publicaties van relevante studies bij zijn betrokken. Het commentaar van de experts op het resultaat van de synthese is verwerkt in de huidige versie.

6.1 Abiotische factoren

Het Friese Front en Centrale Oestergronden zijn vergelijkbaar m.b.t. de volgende abiotische factoren:

- Aanlevering sediment en erosie/sedimentatie processen worden primair door abiotische factoren aangedreven
- Bodemopbouw verandering wordt vooral bepaald door bioturbatie.

Het Friese Front heeft in vergelijking met de Centrale Oestergronden wat betreft abiotische factoren:

- Sterkere getijstroom
- Meer verschil in diepte en daarmee samenhangend sterkere hydrografische en sedimentologische gradiënten
- In het zuiden van het Friese Front treedt in de zomer geen stratificatie op, maar waar wel stratificatie optreedt gevoeliger voor stratificatie door geringere diepte.
- Minder consolidatie van de bodem
- Langere zichtbaarheid van visserijsporen in het zuidwestelijke deel van het Friese Front vanwege de aanwezigheid van een zandbodem, maar verschil met slibbige bodem elders is mogelijk beperkt door de invloed van beperktere diepte en hogere bioturbatie.

6.2 Ecologische kenmerken

Het Friese Front heeft in vergelijking met de Centrale Oestergronden wat betreft ecologische kenmerken:

- Hogere productie
- Hogere bioturbatie
- Grotere ruimtelijke heterogeniteit in bodemlevensgemeenschappen (door verschil in diepte en sedimenttypen, korte gradiënt van Z → N)
- Grotere diversiteit aan (unieke) habitats (Bos et al., 2011) (acht op het Friese Front en twee in de Centrale Oestergronden) (twee habitats komen zowel in Friese Front als in Centrale Oestergronden voor)
- Hogere biodiversiteit van megabenthos (zie Bos et al., 2011)
- Grotere connectiviteit met andere gebieden en daardoor waarschijnlijk meer aanvoer/aanwas organismen van buiten door geografische locatie
- Meer leverend/uitstraling naar gebieden erbuiten
- Vergelijkbare verdeling van kwetsbare benthos soorten in het slibrijke gebied.

6.3 Invloed van bodemberoerende visserij

Op het Friese Front is de bodemberoerende visserijinspanning hoger dan op de Centrale Oestergronden (zie figuur in hoofdstuk Bijlage 6). Hierdoor is op het Friese Front de bodemfauna waarschijnlijk sterker beïnvloed door de visserij. Er is alleen anekdotische informatie over de bodemfauna van het Friese Front en de Centrale Oestergronden (o.a. dichtheid, biomassa, diversiteit, aandeel van grote en langlevende soorten) beschikbaar in de periode voorafgaande aan intensieve bodemberoerende visserij (voor 1970) (Creutzberg et al., 1984; De Vooy et al. 1993, 1998; Rumohr & Kujawski, 2000). Daardoor zijn de door de bodemberoerende visserij veroorzaakte veranderingen in de bodemfauna van het Friese Front en de Centrale Oestergronden ook niet kwantitatief bekend en is er geen kwantitatieve vergelijking te maken tussen Friese Front en Centrale Oestergronden.

6.4 Ontwikkeling zonder bodemberoerende visserij

Het Friese Front en de Centrale Oestergronden zijn vergelijkbaar voor wat betreft de volgende ontwikkelingen na het stoppen van bodemberoerende visserij:

- Biodiversiteit toename van de benthos
- Ontwikkeling van biogene structuren
- Scavengers (aaseters) nemen af
- Wormachtigen blijven gelijk
- Kreeftachtigen en tweekleppigen nemen toe
- Bepaalde visserijgevoelige en predatore vissoorten en grote exemplaren van bepaalde vissoorten nemen toe.

Het Friese Front verschilt met de Centrale Oestergronden m.b.t. de volgende ontwikkeling:

- Sneller herstel bodemfauna (vanwege een startsituatie die een gevolg is van een grotere impact van de visserij en meer dynamiek, heterogeniteit en dynamiek van het landschap)
- Hogere potentie voor toename van langlevende benthos soorten (individuen en soorten)
- Hogere potentie voor toename van biomassa
- Hogere potentie voor toename van biodiversiteit
- Hogere potentie voor meerdere soorten grote vissen.

Enkele van de bovengenoemde eigenschappen zijn opgenomen in Tabel 1. Hierdoor is een vergelijking te maken tussen enerzijds de huidige situatie en anderzijds de toekomstige situatie. Ook is een vergelijking te maken tussen het Friese Front en de Centrale Oestergronden.

Tabel 1 Vergelijking van de benthos eigenschappen in Friese Front en Centrale Oestergronden in de toekomstige situatie. De huidige situatie is gebaseerd op informatie uit Bos et al. (2011), zie daarvoor ook Tabel 1.

Benthoscategorie	Parameter (Engelstalig)	Parameter (Nederlandstalig)	Huidige situatie (met visserij)	Toekomstige situatie (zonder visserij)
Macrobenthos	Density	Dichtheid	FF = CO	?
	Biomass	Biomassa	FF > CO	FF > CO
	Old species	Langlevende soorten	FF < CO	FF > CO
	Large species	Grote soorten	FF < CO	?
	Species richness	Soorten rijkdom	FF < CO	FF > CO
	Species evenness	Soorten Verdeling	FF = CO	?
Megabenthos	Diversity	Diversiteit	FF > CO	FF > CO
	Biomass	Biomassa	FF > CO	FF > CO
	Evenness	Verdeling	FF > CO	?

?: de experts kunnen hier geen uitspraak over doen

7 Adviezen

Ondanks dat het geen onderdeel van de discussie in deze workshop was, zijn diverse argumenten naar voren gekomen met betrekking tot welk gebied welke potentie heeft of intrinsiek een hogere ecologische waarde kent dan de ander. Deze argumenten zijn:

- Uit de vergelijking van Friese Front en Centrale Oestergronden betreffende de abiotiek en de benthos levensgemeenschap blijkt dat het Friese Front meer unieke kenmerken heeft.
- Het Friese Front is een zeer bijzonder gebied van de Noordzee, maar ook mondiaal gezien is het uniek.
- De Centrale Oestergronden is een slibrijk gebied, op het NCP weliswaar een biologische "hotspot", maar in de regio (UK, Noord-west Europa) komen dergelijke habitats veelvuldig voor (bijvoorbeeld Schotse sea lochs met zachte slibrijke bodems). De Oestergronden zijn in vergelijking met het Friese Front als habitat op een noordwest Europese schaal minder uniek.
- Een suggestie voor uitsluiting van bodemberoerende visserij betreft een gebied dwars (zuid-noord oriëntatie) over het Friese Front doorlopend in de Centrale Oestergronden, zodat de diverse habitats die doorkruist worden, worden beschermd.

Aanvullend zijn door de experts de volgende aspecten van de ecosystemen genoemd die belangrijk zijn als argumenten voor de besluitvorming rond zonering van Friese Front en/of Centrale Oestergronden ontwikkeling voor het nemen van maatregelen voor beperking van bodemberoerende visserij:

- Het bodemecosysteem kan niet los worden gezien van het gehele ecosysteem (inclusief het pelagiale/hydrografische deel) en het voedselweb. Het functioneren van marine ecosystemen wordt bepaald door meerdere elementen. Een voorbeeld dat is genoemd is de rol van toppredatoren (bijvoorbeeld roggen) die mogelijk de diversiteit van de benthosgemeenschap beïnvloeden. Om al deze relevante elementen in de bescherming te betrekken is de grootte van de beschermde gebieden van belang als ook de aard van de maatregelen.
- De ontwikkeling van herstel van de bodemlevensgemeenschappen kan ook worden gestimuleerd, bijvoorbeeld door hard substraat (oesters) uit te zetten.
- De geschetste ontwikkeling van een zeebodem met grotere biodiversiteit is gebaseerd op de afwezigheid van alle vormen van bodemberoerende visserij. Deze ontwikkeling wordt niet bereikt bij het toelaten van specifieke vormen van bodemberoerende visserij omdat ook die kunnen leiden tot een significante aantasting van zeebodem integriteit.

- Er wordt verwacht dat een paar grote gebieden compleet (volledig) beschermen een beter resultaat voor de natuurlijke ontwikkeling van bodemfauna geeft, dan het beschermen van meerdere kleine gebieden met toelating van bepaalde visserijmethoden.
- Sommige vogelsoorten (zoals de kleine mantelmeeuw) op het Friese Front hebben geprofiteerd van de discards van de visserij. Met het stoppen van de bodemberoerende visserij zullen deze vogelsoorten naar verwachting afnemen. Dit heeft mogelijk consequenties voor het bereiken van doelen in het kader uitwerking van de Vogelrichtlijn (VR).

8 Referenties

Baars, M.A., Bergman, M.J.N. & Lavaleye, M.S.S. (1999). The Frisian Front revisited. New observations on the benthic and pelagic communities in the transition zone between the Southern Bight and the Oyster Ground. NIOZ report October 1999.

Bergman, M. J. N., van Santbrink, J. W., Piet, G. J. & Rijnsdorp, A. D. (1998). Abundance and species composition of larger sized invertebrate species (megafauna) in relation to beam trawl effort. BEON Rapport, 98-2: 37-53.

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 (<http://edepot.wur.nl/174045>).

Cadee, G.C. (1984). "Macrobenthos and macrobenthic remains on the Oysterground North Sea." Netherlands Journal of Sea Research 18(1/2): 160-178.

CBS, PBL, Wageningen UR (2010) Bodemfauna Noordzee en boomkorvisserij (indicator 1251, versie 03, 12 januari 2010). www.compendiumvoordeleefomgeving.nl. CBS, Den Haag; Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag/Bilthoven en Wageningen UR, Wageningen.

Creutzberg, F., P. Wapenaar, G. Duineveld & N. Lopez Lopez (1984). Distribution and density of the benthic fauna in the southern North Sea in relation to bottom characteristics and hydrographic condition. Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Expl. Mer. 183: 101-110.

Deerenberg, C. & F. Heinis. (2011). Passende beoordeling boomkorvisserij op vis in de Nederlandse kustzone. IMARES rapport C130/11.

De Vooy, C.G.N., J.I. Witte, R. Dapper, J. v. d. Meer & H.W. v. d. Veer (1993). Lange termijn veranderingen op het Nederlands continentaal plat van de Noordzee: Trends in Evertebraten van 1931-1990. Texel, NIOZ report 1993-17: 68pp.

De Vooy, C.G.N. & J. v. d. Meer (1998). "Changes between 1931 and 1990 in by-catches of 27 animal species from the southern North Sea." Journal of Sea Research 39: 291-298.

Duineveld, G.C.A., Bergman, M.J.N. & Lavaleye, M.S.S. (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.

- Greenwood, N. Parker Er. Fernand, L. Sivyver, D.B. Weston, K. Painting SJ. Kröger, S. , Forster, R.M. Lees, H.E. Milss, D.K. & Laane, R.W.P.M, (2010). Detection of low bottom water oxygen concentrations in the North Sea. Implications for monitoring and assessment of ecosystem health. *Biogeosci* 7: 1357-1373.
- Hiddink J.G., Jennings S., Kaiser M.J., Queiros A.M., Duplisea D.E. & Piet G.J. (2006). Cumulative impacts of seabed trawl disturbance on benthic biomass, production, and species richness in different habitats. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 63 (4) - p 721 - 736
- Hinz H., Prieto V. & Kaiser M.J. (2009). Trawl disturbance on benthic communities: Chronic effects and experimental predictions. *Ecol Appl* 19: 761-773
- Holbrook S.J., Schmitt R.J. & Stephens J.S. (1997). Changes in an assemblage of temperate reef fishes associated with a climate shift. *Ecol. Appl.* 7: 1299-1310.
- ICES (2013). Report of the Working Group on Marine Habitat Mapping. The Danish project "Fisheries management in Nature 2000 areas". ICES WGMHM.
- Jak R.G., Bos O.G. & Lindeboom H.J. (2009). Instandhoudingsdoelen Natura 2000 - gebieden Noordzee. Den Helder. IMARES Rapport C065/09.
- Kaiser, M.J. (2005). Are marine protected areas a red herring or fisheries panacea? *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 62: 1194–1199.
- Lindeboom H.J., Witbaard R., Bos O.G. & Meesters H.W.G. (2008). Gebiedsbescherming Noordzee; Habitattypen, instandhoudingsdoelen en beheersmaatregelen. Wageningen, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOtwerkdokument 114.
- Lindeboom, H.J., Kouwenhoven, H.J., Bergman, M.J.N., Bouma, S., Brasseur, S., Daan, R., Fijn, R.C., de Haan, D., Dirksen, S., van Hal, R., Hille Ris Lambers, R., ter Hofstede, R., Krijgsveld, K., Leopold, M. & Scheidat, M., (2011). Short term ecological effects of an offshore wind farm in the Dutch coastal zone, a compilation. *Environ. Res. Lett.* 6 (2011) 035101 (13pp).
- Mensing, B.P., C.V. Fisher, G.C. Cadee, M. Fonds, C.C. ten Hallers-Tjabbes & J.P. Boon (2000). "Shell damage and mortality in the common whelk *Buccinum undatum* caused by beam trawl fishery." *Journal of Sea Research* 43(1): 53-64.
- O'Brien, C.M., Fox C.J., Planque B. & Casey J. (2000). Fisheries: Climate variability and North Sea cod. *Nature* 404: 142.
- Olsen, O.T (1883). Mapping the North Sea Fisheries: O.T. Olsen's Piscatorial Atlas.
- Pauly, D. (1995). Anecdotes and the shifting baseline syndrome of fisheries. *Trends in Ecology and Evolution* 10: 430.
- Puls, W., T. Pohlman & J. Sünderman (1997). Suspended particulate matter in the southern North Sea: Application of a numerical model to extend Nerc North Sea Project data interpretation. *Deutsche Hydrographische Zeitschrift* 49 (2/3): 307_327.
- Raaphorst, W. v., H. Malschaert & H. van Haren (1998). "Tidal resuspension and deposition of particulate matter in the Oyster Grounds, North Sea." *Journal of Marine Research* 56: 257-291.

Reiss H., Greenstreet S.P.R., Sieben K., Ehrich S., Piet G.J., Quirijns F., Robinson L., Wolff W.J. & Kröncke I. (2009). Effects of fishing disturbance on benthic communities and secondary production within an intensively fished area. *Marine Ecology Progress Series* 394:201-213

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.

Scheffer, M., Carpenter, S.R., Foley J.A., Folke C. & Walker B. (2001) Catastrophic shifts in ecosystems. *Nature* 413, 591–596.

Slijkerman, D.M.E.; Bos, O.G.; Wal, J.T. van der; Tamis, J.E.; & Vries, P. de (2013). Zeebodintegriteit en visserij op het Friese Front en de Centrale Oestergronden: Beschikbare kennis en 1e uitwerkingen. Den Helder. IMARES Rapport C078/13 - p. 100.

Thompson, C.E.L., F. Couceiro, G.R. Fones, R. Helsby, C.L. Amos, K. Black, E.R. Parker, N. Greenwood, P.J. Statham & B.A. Kelly-Gerrey (2011). In situ flume measurements of resuspension in the North Sea. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 94: 77-88.

Van der Molen, J., J.N. Aldridge, C. Couglan, E.R. Parker, D. Stephens & P. Ruardij (2013). "Modelling marine ecosystem response to climate change and trawling in the North Sea." *Biogeochemistry* 113: 213-236.

Witbaard, R. (2009). Inleiding Noordzee en Friese Front. In: Zee en kust. Natura 2000-gebieden. Europese Natuur in Nederland. KNNV Uitgeverij. Janssen, J.A.M., J.H.J. Schaminée (red.).

Witbaard, R. & G.C.A. Duineveld (1989). "Some aspects of the biology and ecology of the burrowing shrimp *Callinassa subterranea* (Montagu) (Thalassinidae) from the southern North Sea." *Sarsia* 74: 209-219.

Witbaard, R. & R. Klein (1994). "Long-term trends on the effects of the southern North Sea beamtrawl fishery on the bivalve mollusc *Arctica islandica* L. (Mollusca, bivalvia)." *ICES J. mar. Sci.* 51: 99-105.

Kwaliteitsborging

IMARES beschikt over een ISO 9001:2008 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaatnummer: 124296-2012-AQ-NLD-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 december 2015. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV Certification B.V. Daarnaast beschikt het chemisch laboratorium van de afdeling Vis over een NEN-EN-ISO/IEC 17025:2005 accreditatie voor testlaboratoria met nummer L097. Deze accreditatie is geldig tot 1 april 2017 en is voor het eerst verleend op 27 maart 1997; deze accreditatie is verleend door de Raad voor Accreditatie.

Verantwoording

Rapport C212/13
Projectnummer: 430.87010.19

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en het betreffende afdelingshoofd van IMARES.

Akkoord: Robbert Jak
Onderzoeker

Handtekening:



Datum: 17 december 2013

Akkoord: Lorna Teal
Onderzoeker

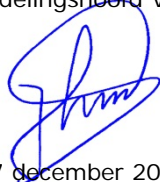
Handtekening:



Datum: 17 december 2013

Akkoord: John Schobben
Afdelingshoofd VIS

Handtekening:



Datum: 17 december 2013

Bijlage 1. Verklarende woordenlijst

Aerobe: met zuurstof

Anaerobe: zuurstofloos

Antropogeen: het tijdperk waarin het klimaat en de atmosfeer de gevolgen ondervinden van menselijke activiteit

Benthische ecosysteem: ecosysteem dat het leven op de bodem betreft

Bioturbatie: het door elkaar werken en verplaatsen van sediment door organismen

Compactie: samenpakking (van sediment)

Consolidatie (van sediment): een proces waarbij sedimenten of bodems onder hun eigen druk inkrimpen

Epibenthos: organismen die op de bodem leven

Epifauna: fauna op een structuur

Hydrografische deel van het ecosysteem: dat wat het water betreft

Infauna: fauna in de bodem

Pelagiaal: de waterkolom betreffende

Redoxpotentiaal, chemische term die de mate van reductie potentieel van een stof aangeeft

r-strategen: soorten die de dichtheid (aantal dieren) snel kunnen laten groeien,

Scavengers: organismen die azen op dood (dierlijke en plantaardig) materiaal

Sessiel: een organisme dat zich niet kan voortbewegen

Shifting baselines: "verschuivende referenties". Als we het referentiepunt verschuiven ('shifting baselines', verleggen we de standaard die we gebruiken om de huidige toestand te vergelijken met vroeger.

Stratificatie: gelaagdheid

Stratificatie: gelaagdheid (hier van water door temperatuurverschillen)

Substraat: ondergrond/sediment waarin organismen kunnen leven

TBT: Tributyltin (werkzame bestanddeel in antifouling verf)

Bijlage 2. Power point presentatie introductie workshop

Kader Richtlijn Marien: Zoekgebieden Friese Front & Centrale Oestergronden

14 augustus 2013
BO -11-011.04-005



 **WAGENINGEN UR**
For quality of life

Aanleiding project



■ Kader Richtlijn Marien

- GMT 6 – zeebodem integriteit
- “voorkomen van onevenredige aantasting van het bodemecosysteem”

 **WAGENINGEN UR**
For quality of life

Definitieve Beleidstekst oktober 2012

- KRM maatregelen:

"10-15% NCP te vrijwaren voor bodemberoerende visserij"

"Verbetering van de omvang, conditie en verspreiding van populaties langlevende en/of kwetsbare (voor fysieke beroering gevoelige) benthossoorten"

Friese Front en Centrale Oestergronden

- Diepe, slibrijke deel nu nog niet beschermd

- Zoekgebieden Friese Front en Centrale Oestergronden

- Hoge soortenrijkdom+ dichtheid
- Kwetsbare + langlevende soorten
- Hoge biomassa
- Evenwichtige bodemgemeenschappen



Vraag EZ (deze workshop)

Wat missen we aan "zeebodemintegriteit" als visserij blijft voortbestaan op

- Centrale Oestergronden
 - Friese Front
- Met andere woorden:
- Wat win je?



Indicatoren KRM

- Nog niet definitief vastgesteld
- Uitgangspunten (iets opgerekt):
- **Kwetsbare soorten** (bodemberoering) (~ langlevend)
 - Dichtheid van soorten die **biogene structuren** vormen
 - **Biomassa**
 - **Biodiversiteit**
 - Habitat
 - Samenstelling typische soorten

Aanpak: expert workshop



- Uitwerking op aantal criteria van zeebodemintegriteit
 - Langlevendheid/Kwestbaarheid/gevoeligheid
 - Biomassa
 - Biodiversiteit
 - Biogene structuren

Agenda

Ochtend: Abiotiek

Pauzes:
10.15 thee
12.30 lunch
15.15 thee

• Middag: Ecologie



Hoofdvraag

- Hoe gaat de zeebodem van het FF en de CO eruit zien wanneer er geen bodemberoering door visserij meer plaatsvindt?
- - abiotiek
- - biotiek (levensgemeenschappen)
- - ruimtelijke ontwikkeling en variatie
- - temporele ontwikkeling en variatie
- - onzekerheid in de voorspellingen
- - **wat zijn de verschillen tussen FF en CO**
- - overeenstemming tussen experts (draagvlak)

Deelvragen: veranderingen in abiotiek

1. Resuspensie en sedimentatie
2. Erosie en bodemschuifspanning
3. Bodemlagen en bijbehorende korrelgrootte
4. Fysieke structuren op de bodem (zoals zand-, stroom- en golfribbels)
5. Variatie in fysieke structuren in termen van heterogeniteit/homogeniteit/overgangen
6. Hoe lang duurt het tot ontstaan nieuw evenwicht
7. Zijn er andere factoren die dit kunnen vertragen/belemmeren?
8. Anders?

Lunchopdracht ecologen: Stikkeren

Geef op de kaart de locaties binnen FF en CO aan met voor de benthos:

Stikker met initialen!

1. de grootste biodiversiteit (oranje)
2. de grootste biomassa (groen)
3. de hoogste kwetsbaarheid/langlevendheid (geel)
4. de grootste dichtheid aan grote soorten (rood)
5. De meeste biogene structuren (blauw)



Deelvragen: veranderingen in biotiek/levensgemeenschappen

1. Welke levensgemeenschappen kunnen/zullen zich gaan vormen?
2. Welke type nu aanwezige levensgemeenschappen soorten zullen zich uitbreiden?
3. Welke type nu aanwezige levensgemeenschappen soorten zullen afnemen?
4. Welke type nieuwe levensgemeenschappen soorten verwacht je?
5. Minimum oppervlak nodig?
6. Is er vorming van (andere) biogene structuren (welke, omvang in dikte en oppervlakte, microtopografie)
7. Variatie in levensgemeenschappen (heterogeniteit/homogeniteit/overgangen)
8. Hoe lang duurt het tot ontstaan nieuw evenwicht
9. Zijn er andere factoren die dit kunnen vertragen/belemmeren?



Bijlage 3. Introductie gebieden

In de workshop is een overzicht gepresenteerd van belangrijke abiotische en ecologische kenmerken van de twee studiegebieden, te weten diepte, bodemsoort, dichtheid, leeftijd, biomassa, rijkdom en biodiversiteit van benthos. Deze kaarten zijn opgenomen in Bijlage 2. De kaarten komen uit de rapporten van Bos et al. (2011) en Slijkerman et al. (2013) en zijn gebaseerd op de stapeling van fysische karakteristieken zoals waterdiepte, sediment samenstelling, hydrografie, etc.. Op basis van dit materiaal is een vergelijking gemaakt tussen de benthische karakteristieken van het Friese Front en de Centrale Oestergronden (Tabel 2).

De onderliggende (biologische) data van deze kaarten worden bediscussieerd op actualiteit. Het merendeel is gebaseerd op MWTL data tot en met 2006. De experts geven echter ook aan dat het algemene beeld niet anders zou zijn met aanvullende nieuwe data. Langlevendheid als criterium van benthos is gedefinieerd voor benthos soorten die ouder dan 10 jaar kunnen worden. De habitats zijn gebaseerd op de fysisch/chemisch/biologische omgeving en reflecteren expliciet niet de biotopen uit de Habitatrichtlijn. De criteria waarop de bestaande Natura 2000-habitattypen (zoals H1110) zijn geselecteerd/gebaseerd sluiten de Centrale Oestergronden en het Friese Front uit als te beschermen habitatype. Het Friese Front kwalificeert momenteel alleen in het kader van de Vogelrichtlijn.

Tabel 2 Vergelijking van de benthos eigenschappen in Friese Front en Centrale Oestergronden (samengesteld op basis van Bos et al. 2011)

Benthoscategorie	Parameter (Engelstalig)	Parameter (Nederlandstalig)	Huidige situatie (met visserij)
Macrobenthos	Density	Dichtheid	FF = CO
	Biomass	Biomassa	FF > CO
	Old species	Langlevende soorten	FF < CO
	Large species	Grote soorten	FF < CO
	Species richness	Soorten rijkdom	FF < CO
	Species eveness	Soorten Verdeling	FF = CO
Megabenthos	Diversity	Diversiteit	FF > CO
	Biomass	Biomassa	FF > CO
	Eveness	Verdeling	FF > CO

Bijlage 4. Kaarten bij de workshop

Kaart nr.	Onderwerp	Figuur in Bron (rapport)	Bron (rapport)
1	Diepte van FF en CO	6	Slijkerman et al. (2013)
2	Slib van FF en CO	7	Slijkerman et al. (2013)
3	Habitat distribution	35	Bos et al. (2011)
4	Macrobenthos density and biomass	8	Bos et al. (2011)
5	Macrobenthos numbers old species	9	Bos et al. (2011)
6	Macrobenthos numbers heavy species	10	Bos et al. (2011)
7	Species richness and evenness	12	Bos et al. (2011)
8	Mega benthos density and biomass	15	Bos et al. (2011)
9	Mega benthos evenness	17	Bos et al. (2011)
10	Macrobenthos biodiversity	19	Bos et al. (2011)
11	Visserij inspanning op het NCP	16	Slijkerman et al. (2013)

Bos OG, Witbaard R, Lavaleye M, Van Moorsel G, Teal LR, Van Hal R, Van der Hammen T, Ter Hofstede R, Van Bemmelen R, Witte RH, Geelhoed S, Dijkman EM (2011) Biodiversity hotspots on the Dutch Continental Shelf: A Marine Strategy Framework Directive perspective (<http://edepot.wur.nl/174045>).

Slijkerman, D.M.E.; Bos, O.G.; Wal, J.T. van der; Tamis, J.E.; Vries, P. de (2013). Zeebodemintegriteit en visserij op het Friese Front en de Centrale Oestergronden: Beschikbare kennis en 1e uitwerkingen. Den Helder : IMARES, (Rapport / IMARES C078/13) - p. 100.

Kader Richtlijn Marien: Zoekgebieden Friese Front & Centrale Oestergronden Introductie gebieden

14 augustus 2013
BO -11-011.04-005



Figuur 1
Diepte

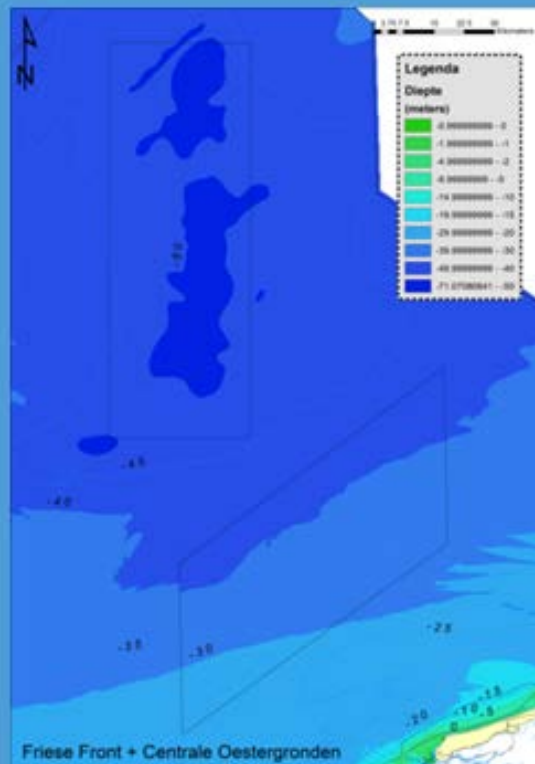


Fig. 2
Bodem materiaal (slib e.d.)



Fig. 2b
slope slib

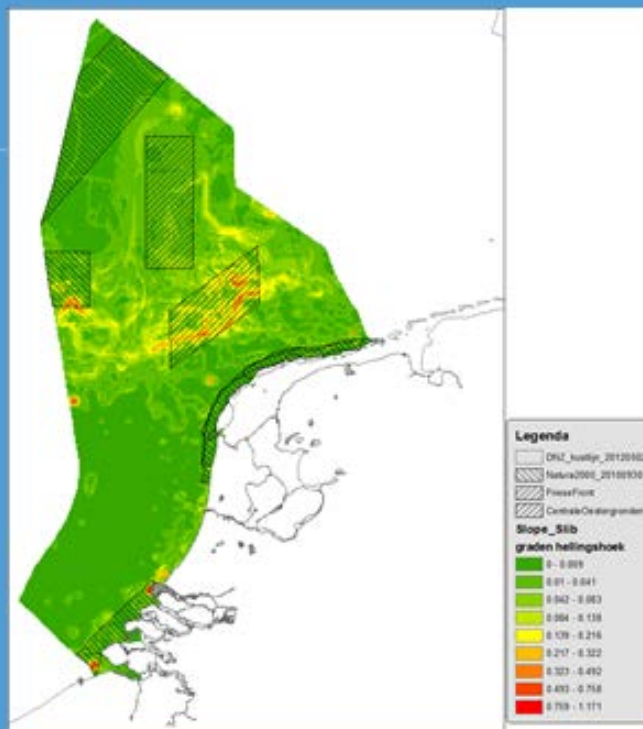
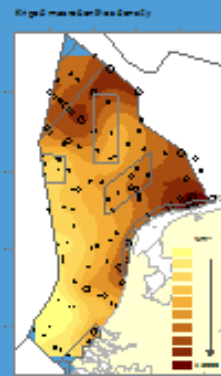


Fig. 4
Macrobenthos
density and biomass

FF = CO



FF > CO

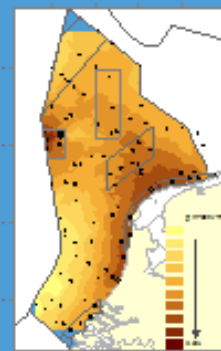


Fig. 5
Macrobenthos numbers old
growing species

FF < CO

Kriged macrobenthos resilience ($l. > 10y$)

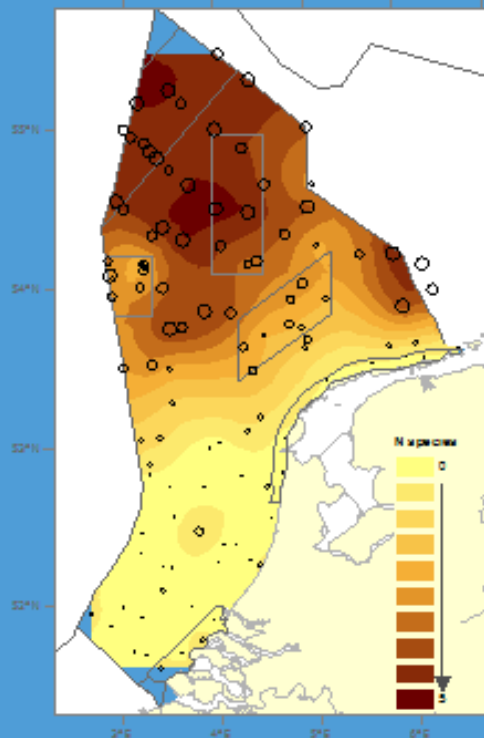


Fig. 6
Macrobenthos numbers
heavy species

FF < CO

Kriged macrob. large spec. (>1000 mg)

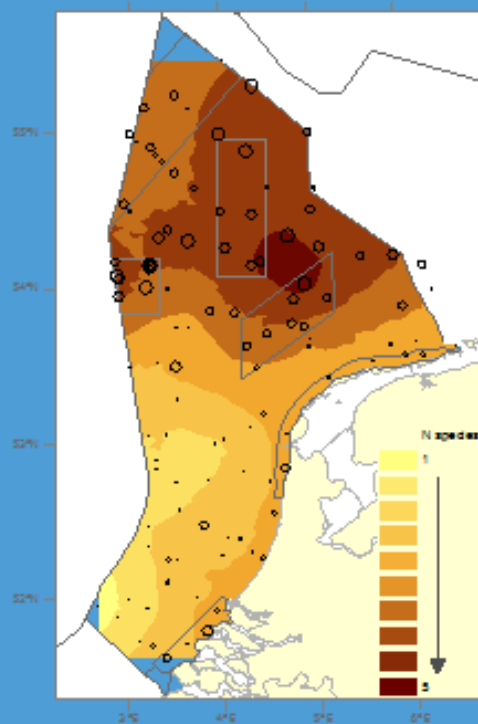
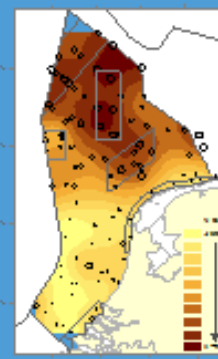


Fig. 7
Macrobenthos species
richness and evenness

FF < CO

FF = CO

Kriged macrobenthos richness



Kriged macrobenthos evenness

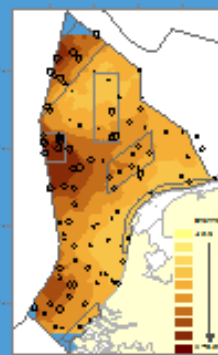
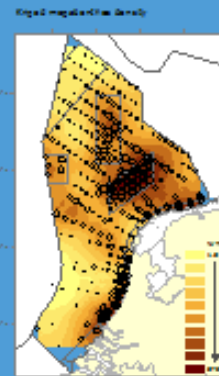


Fig. 8

Megabenthos density and biomass

FF > CO



FF > CO

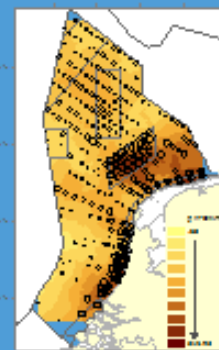
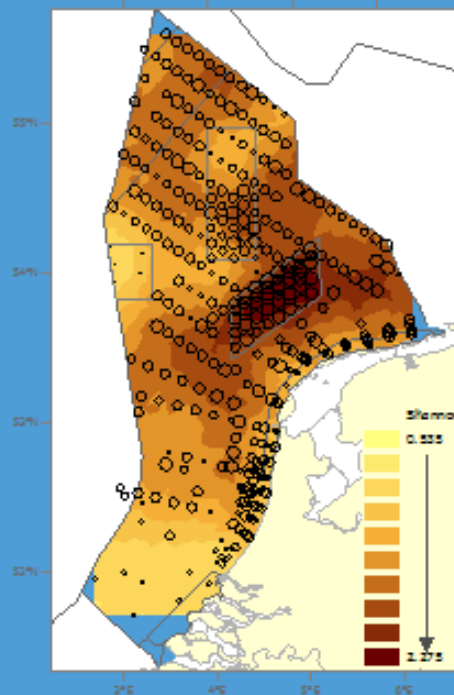


Fig. 9

Megabenthos evenness

FF > CO

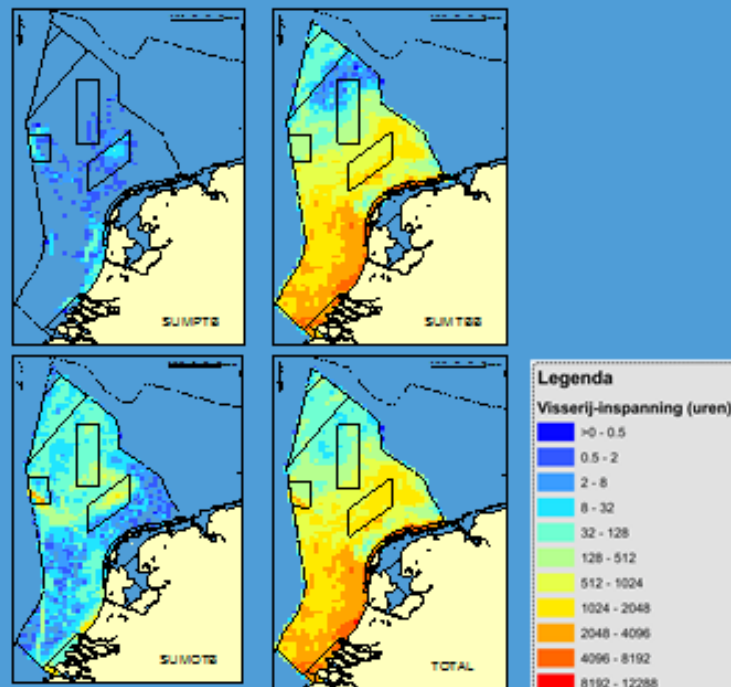
Kriged megabenthos Shannon-Wiener index



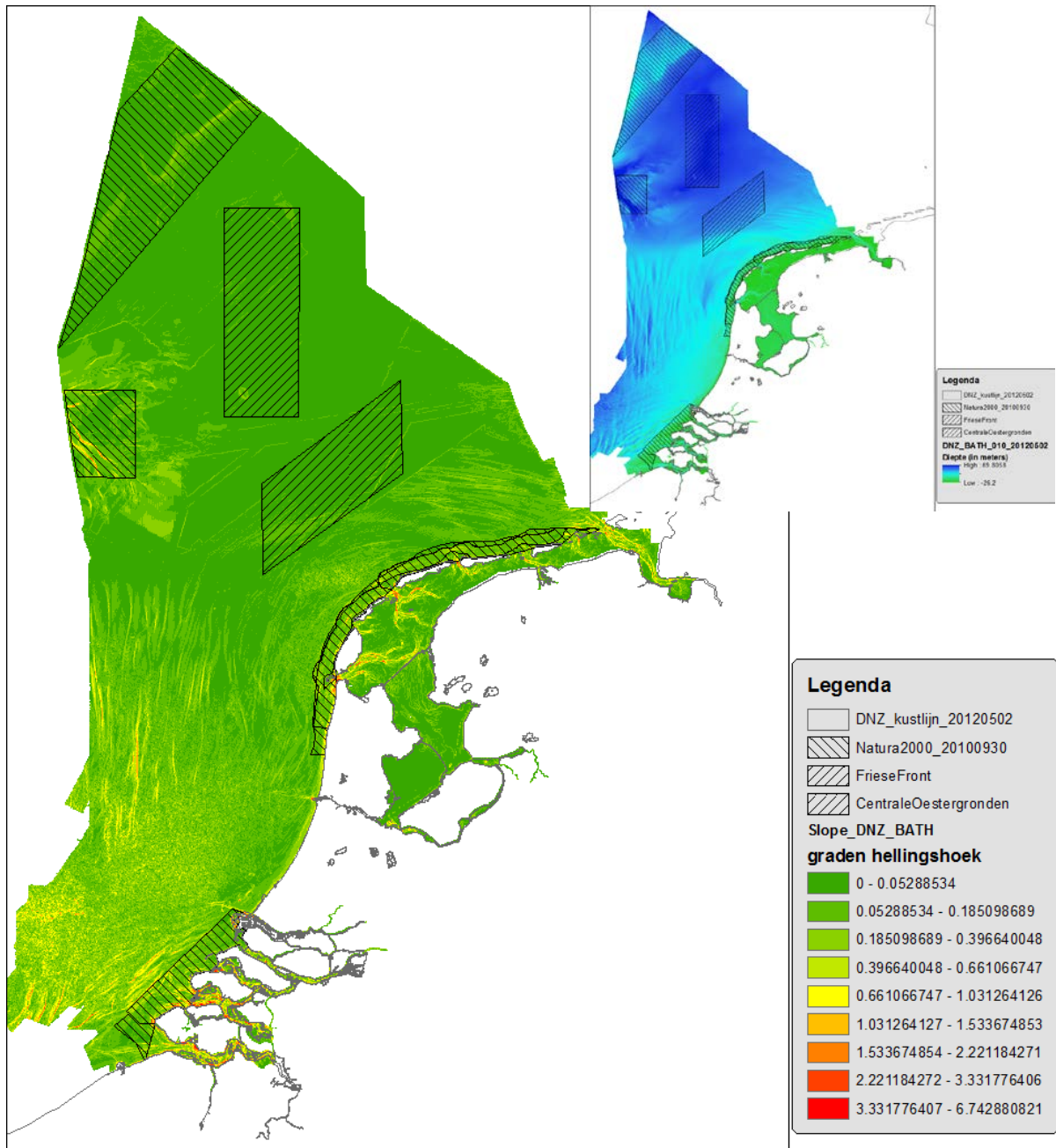
Vergelijking benthos FF en CO

Benthos categorie	Parameter	Huidige situatie (met visserij)	Toekomst (zonder visserij)
Macrobenthos	Density	FF = CO	
	Biomass	FF > CO	
	Old species	FF < CO	
	Large species	FF < CO	
	Species richness	FF < CO	
	Species eveness	FF = CO	
Megabenthos	Diversity	FF > CO	
	Biomass	FF > CO	
	Eveness	FF > CO	

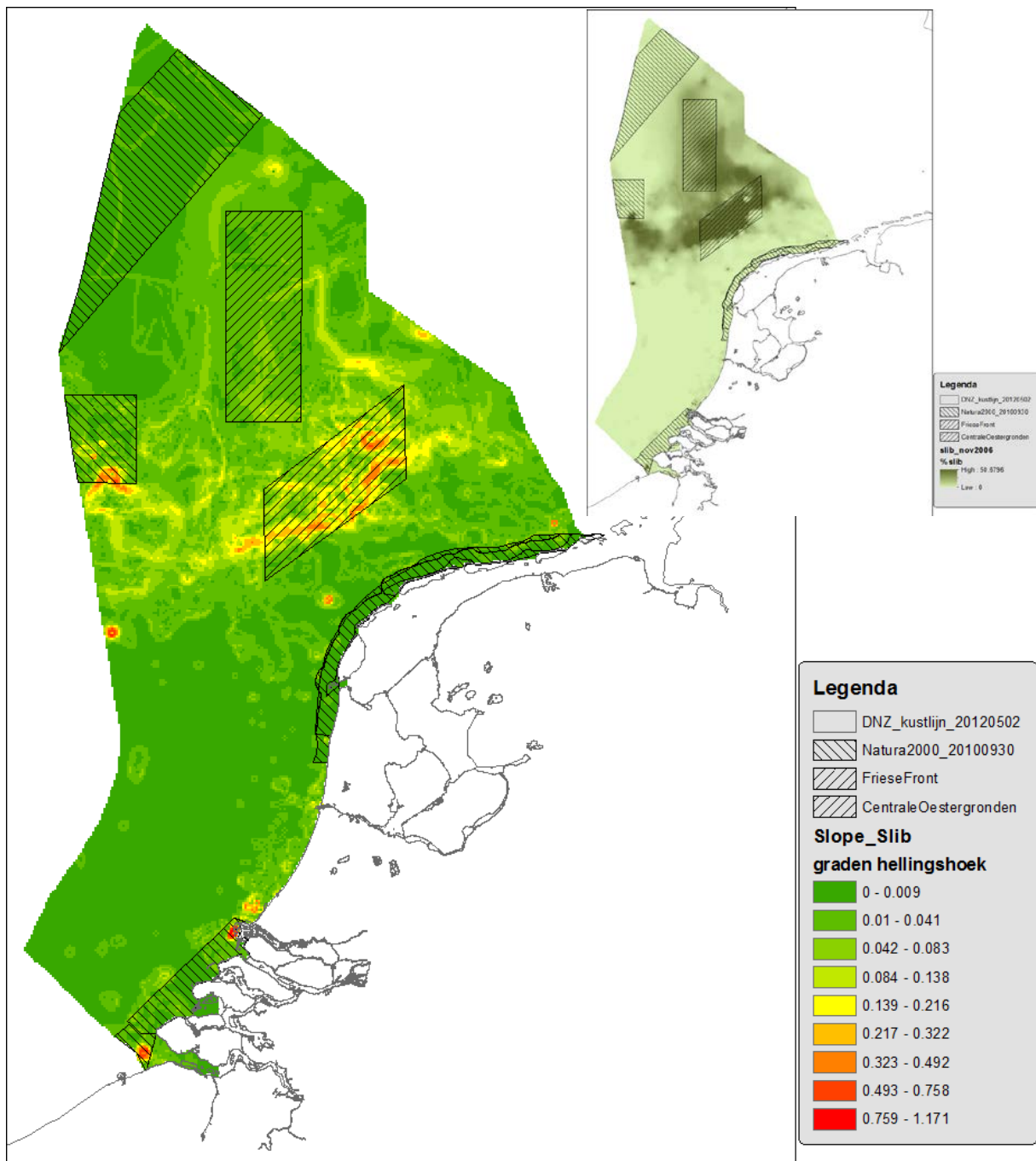
Fig. 11
Fishery effort



Bijlage 5. Kaarten die verandering in milieuomstandigheden benadrukken



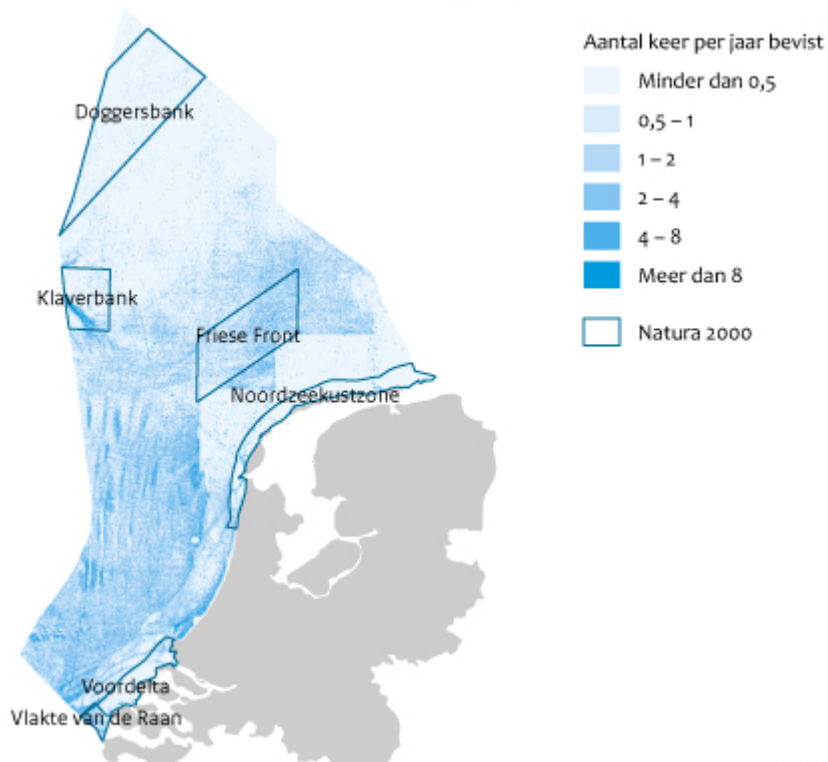
Figuur 1: Slope/helling van de bathymetrie oftewel verandering in de diepte van de zee. Inzet toont de kaart met de diepte van de zeebodem (m.) op het NCP



Figuur 2: Slope oftewel verandering in slibgehalte. De inzet toont de oorspronkelijke kaart met slibarme (lichte) en slibrijke (donkere) gebieden (% slib).

Bijlage 6. Kaart met intensiteit van bodemberoerende visserij

Visserijintensiteit op Nederlands Continentaal Plat, 2007 – 2011



Bron: PBL.

PBL/sep12/2093
www.compendiumvoordeleefomgeving.nl