

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/279187780>

# Natuurwaarden Borkumse Stenen: project aanvullende beschermd gebied

Technical Report · January 2014

CITATION

1

READS

443

11 authors, including:



**Oscar Georg Bos**

Wageningen University & Research

86 PUBLICATIONS 1,058 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**Sander Glorius**

Wageningen University & Research

30 PUBLICATIONS 98 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**Joop W.P. Coolen**

Wageningen University & Research

73 PUBLICATIONS 1,053 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**joël Cuperus**

Rijkswaterstaat

39 PUBLICATIONS 172 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



rECTO - Refugia and Ecosystem Tolerance in the Southern Ocean [View project](#)



Belgica121 [View project](#)

# Natuurwaarden Borkumse Stenen

## Project Aanvullende beschermde gebieden

O.G. Bos<sup>1</sup>, S. Glorius<sup>1</sup>, J.W.P. Coolen<sup>1</sup>, J. Cuperus<sup>1</sup>, B. van der Weide<sup>1</sup>, A. Aguera Garcia<sup>1</sup>, P.W. van Leeuwen<sup>1</sup>, W. Lengkeek<sup>2</sup>, S. Bouma<sup>2</sup>, M. Hoppe<sup>1</sup>, H. van Pelt<sup>1</sup>

Rapport C115.14



1 IMARES Wageningen UR  
2 Bureau Waardenburg ([www.buwa.nl](http://www.buwa.nl))

# IMARES Wageningen UR

(IMARES - Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies)

Opdrachtgever:

Ministerie van EZ  
Dhr .V. van der Meij  
Regieteam Natura 2000  
Postbus 20401  
2500 EK DEN HAAG

BO-11-011.04-008

Publicatiedatum:

25 augustus 2014

**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 is uitgevoerd binnen het kader van het EZ-programma Beleidsondersteunend Onderzoek*

P.O. Box 68 1970 AB IJmuiden Phone: +31 (0)317 48 09 00 Fax: +31 (0)317 48 73 26 E-Mail: <a href="mailto:imares@wur.nl">imares@wur.nl</a> <a href="http://www.imares.wur.nl">www.imares.wur.nl</a>	P.O. Box 77 4400 AB Yerseke Phone: +31 (0)317 48 09 00 Fax: +31 (0)317 48 73 59 E-Mail: <a href="mailto:imares@wur.nl">imares@wur.nl</a> <a href="http://www.imares.wur.nl">www.imares.wur.nl</a>	P.O. Box 57 1780 AB Den Helder Phone: +31 (0)317 48 09 00 Fax: +31 (0)223 63 06 87 E-Mail: <a href="mailto:imares@wur.nl">imares@wur.nl</a> <a href="http://www.imares.wur.nl">www.imares.wur.nl</a>	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: <a href="mailto:imares@wur.nl">imares@wur.nl</a> <a href="http://www.imares.wur.nl">www.imares.wur.nl</a>
--	--	---	--

© 2014 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-V13.3

## Inhoudsopgave

Inhoudsopgave.....	3
Samenvatting.....	5
1 Inleiding.....	8
1.1 Achtergrond.....	8
1.2 Afbakening en uitgangspunten.....	8
1.3 Kennisvraag.....	9
1.4 Doel.....	9
2 Methoden.....	10
2.1 Studiegebied.....	10
2.2 Opzet onderzoek.....	11
2.3 Sediment.....	12
2.3.1 Sediment classificatie.....	12
2.4 Boxcores (macrofauna).....	12
2.4.1 Bemonstering.....	12
2.4.2 Determinatie.....	13
2.4.3 Definitie habitattypen.....	13
2.4.4 Analyses boxcorer benthos data.....	14
2.4.5 Abundantie.....	14
2.4.6 Soortenrijkdom.....	14
2.4.7 Diversiteit (Shannon-Wiener Index).....	14
2.4.8 Evenness (Pielou's evenness index).....	15
2.4.9 Benthossamenstelling multivariaat.....	15
2.5 IMARES drop down camera (epifauna).....	18
2.5.1 Bemonstering.....	18
2.5.2 Verwerking van de beelden.....	18
2.5.3 Analyse van de beelden.....	18
2.6 SCUBA – duikend onderzoek.....	18
2.6.1 Duikprocedure.....	19
2.6.2 Duikteam.....	19
2.6.3 Locaties.....	19
2.7 SCUBA kwadrant (macrofauna, 0,05 m <sup>2</sup> ).....	19
2.7.1 Bemonstering.....	19
2.7.2 Conservering.....	20
2.7.3 Determinatie.....	20
2.8 SCUBA lijntransect (epifauna).....	20
2.9 Analyse SCUBA data.....	20
2.10 DNA monsters.....	20
2.11 Typische soorten en indicatorsoorten.....	21
2.12 Omvang gebied H1170.....	22
3 Resultaten.....	28
3.1 Sediment.....	28
3.2 Substraat types.....	30
3.3 Boxcores (macrofauna).....	30
3.3.1 Biodiversiteit.....	32
3.3.2 Soortgroepen en soorten per habitat.....	33

3.4	Drop down camera (epifauna) .....	37
3.5	SCUBA kwadrant (macrofauna).....	40
3.6	SCUBA lijntransect (epifauna).....	42
3.7	Overzicht biodiversiteit .....	44
3.8	Typische soorten .....	46
3.9	Omvang gebied H1170 .....	46
4	Discussie en conclusies .....	49
4.1	Substraat .....	49
4.2	Biodiversiteit .....	49
4.2.1	Biodiversiteit van hard substraat (stenen, keien) .....	49
4.2.2	Biodiversiteit van zacht substraat (Lanice velden en zandbodems) .....	50
4.3	Omvang gebied met habitatype H1170 .....	51
4.3.1	Vergelijking areaal H1170 met Klaverbank en Texelse Stenen .....	51
4.4	Vergelijking typische soorten Borkumse Stenen met Klaverbank .....	51
4.5	Onderzoeksopzet en gebruikte technieken .....	52
4.5.1	Aanpassing opzet onderzoek gedurende de survey.....	52
4.5.2	Voor- en nadelen van de gebruikte technieken .....	52
4.6	Eindconclusies .....	53
5	Aanbevelingen voor toekomstig onderzoek .....	55
6	Kwaliteitsborging .....	56
7	Dankwoord .....	57
	Referenties .....	58
	Verantwoording .....	60
	Bijlagen .....	61
Bijlage A.	Indicatorsoorten .....	62
Bijlage B.	Boxcore (macrofauna): Aantallen per soort per station .....	65
Bijlage C.	Boxcore (macrofauna) soortenlijst met opmerkingen m.b.t. determinatie .....	69
Bijlage D.	Drop cam (epifauna): Aantallen per soort per station .....	72
Bijlage E.	SCUBA kwadrant (macrofauna): Aantallen per soort per kwadrant .....	73
Bijlage F.	SCUBA lijntransect (epifauna): Aantallen/bedekking per soorten per station .....	75
Bijlage G.	SCUBA lijntransect (epifauna): aantallen/bedekking per soort per station .....	76
Bijlage H.	Soortenlijst alle methoden samen, per fylum .....	77
Bijlage I.	Definitie habitatype H1170 (uit rapport van Jak <i>et al.</i> 2009) .....	81

## Samenvatting

In dit rapport wordt de bodemfauna in het gebied 'Borkumse Stenen' beschreven. De doelen van dit onderzoek waren (1) verifiëren van de side-scan sonar data uit 2009 door middel van het nemen van bodemonsters (*ground truthing*); (2) onderzoeken van de biodiversiteit geassocieerd met het aanwezige harde substraat en die vergelijken met die van het omliggende gebied; (3) een voorstel doen voor een lijst met typische soorten voor H1170 voor dit gebied en (4) een uitspraak doen over het aanwezige oppervlak 'riffen' (Habitatype H1170).

Achtergrond. Het gebied 'Borkumse Stenen' ligt ten noorden van Schiermonnikoog en grenst aan de zuidzijde aan het Nederlandse Natura 2000-gebied Noordzeekustzone en aan de oostzijde aan het Duitse Natura 2000-gebied 'Borkum Riffgrund', dat o.a. vanwege de aanwezigheid van habitatype H1170 ('riffen') is aangewezen. In 2009 is als onderdeel van het project 'Aanvullende beschermde gebieden' een side-scan sonar studie in het gebied de Borkumse Stenen uitgevoerd. Toen is vastgesteld dat er zeer waarschijnlijk stenen en hard substraat aanwezig zijn (Bos & Paijmans 2012).

Survey 2013. Om vast te stellen welke sedimenttypen aanwezig zijn ('*ground truthing*') en welke natuurwaarden daarmee geassocieerd zijn, is in 2013 een tweede survey uitgevoerd (11-16 augustus 2013), waarin een inventarisatie is uitgevoerd van de aanwezige fauna per sedimenttype. De resultaten daarvan staan in dit rapport beschreven. Het onderzoek vond plaats in het zuidelijk deel van het gebied 'Borkumse Stenen'.

Methoden. Op zacht substraat (zand, klein grind) is macrobenthos met een boxcorer (0,07 m<sup>2</sup>) bemonsterd (fauna > 1mm), en epifauna met een drop down camera (circa 0,33 m<sup>2</sup>/foto) gefotografeerd. Het harde substraat (stenen, grote keien) is door middel van SCUBA duiken onderzocht, waarbij de macro/epifauna is bemonsterd door een 'schraapmonster' te nemen. Hierbij wordt een metalen frame (0,05 m<sup>2</sup>) op een steen geplaatst en wordt alle aanwezige fauna afgeschraapt en verzameld. De grotere epifauna in de directe omgeving van de stenen is geïnventariseerd met zichtwaarnemingen langs een lijntransect (2 meter breed, 50 m lang, dekking 100 m<sup>2</sup>).

### Substraat

In het gebied zijn grofweg drie verschillende substraattypen onderscheiden (Figuur 25):

- Zand. Het grootste gedeelte van het gebied bestaat uit matig fijn tot matig grof zand.
- Lanice veld. Een aanzienlijk deel van het gebied bestaat uit dichte velden van de kokerworm *Lanice conchilega* op zand. Deze worm vormt met zijn kokers bekleed met schelpresten en zand een soort 'hoogpolig tapijt', en is tijdens de side-scan sonar survey van 2009 waarschijnlijk aangezien voor 'grind' door een soortgelijke reflectie. Lanice wormen kunnen ook grotere 'bulten' vormen (> 30 cm), die tijdens de side-scan sonar survey waarschijnlijk aangezien zijn voor stenen. We spreken van een *Lanice*-veld bij dichtheden van > 500 ind/m<sup>2</sup>.
- Grind/keien/stenen (H1170). Een klein deel van het gebied – dicht bij de Duitse grens- bestaat uit "grind", kleine en grote stenen (tot enkele meters in lengte). Dit is als H1170 gedetermineerd. Verspreid in het gebied liggen losse grote stenen.

Biodiversiteit hard substraat: Het harde substraat gedeelte van de Borkumse Stenen lijkt vooral aanwezig in een klein gebied nabij Duitsland (bij de locaties Steen 114, 116 en 999), waar de bodem bedekt is met grind, keien en grote stenen. Dit harde substraat is zeer dicht begroeid. Ook zijn in de buurt van dat gebied losse grote stenen aanwezig (lengte > 1,5 m) op een zandbodem die begroeid is met schelpkokerwormen (*Lanice conchilega*). In dit gebied is de hoogste biodiversiteit (hoge dichtheden, grote soortenrijkdom) gevonden.

Duikend onderzoek liet zien dat de stenen voor 100% begroeid waren met typische hard-substraat soorten zoals zeeanjerieren, sponzen, hydroidpoliepen, dodemansduim en grijze korstzakpijp, met daartussen soorten als de noordzeekrab, slakdolf (visje), heremietkreeft, ringsprietgarnaal en hooiwagenkrab. Het 'schraaponderzoek' (kwadrant op steen), waarbij ook kleinere benthos aan het licht komt, liet nog een aantal extra soorten zien, zoals mosdiertjes, kleinere geleedpotigen en wormen.

De omgeving van de stenen bestond nabij locatie 'Steen 999' uit een keien/grind/zand-veld waar zowel duikend onderzoek als drop down camera onderzoek is uitgevoerd en waar een boxcoremonster is genomen. Van alle boxcore monster uit de survey, bevatte dit kleiige monster met grind en schelpgruis de hoogste soortenrijkdom (> 50 soorten) en de hoogste dichtheden (ca 21.000 ind/m<sup>2</sup>), waaronder een hoge dichtheid *Laniche conchilega* en een aantal gravende kreeftjes *Pestarella tyrrhena*.

In dit hele gebied was het harde substraat uitbundig begroeid en kan zonder twijfel worden gesproken van het aanwezig zijn van abiotische rif begroeid met een uitgebreide rifgemeenschap van hardsubstraat soorten (habitattype H1170).

#### Biodiversiteit zacht substraat:

- *Lanice* habitat: De overige gebieden die in eerste instantie voor grindachtig hard substraat werden aangezien (Bos & Paijmans 2012) bleken bij nader onderzoek vooral uit dichtbegroeide velden van de zandkokerworm *Lanice conchilega* te bestaan (ook bekend onder de naam schelpkokerworm). Deze kokerwormvelden vormen een driedimensionaal habitat met een hogere lokale biodiversiteit dan de 'kale' zandbodem in de rest van het gebied (meer soorten, hogere dichtheid aan soorten). Er werden tussen de 36 en 45 soorten per boxcore hap aangetroffen. De dichtheid van individuen van alle soorten samen was ca 10.500 tot 16.000 individuen/m<sup>2</sup>: hoger dan in de zand habitat, maar lager dan de hard substraat habitat.
- Zand habitat: Het grootste gedeelte van het onderzoeksgebied bestaat uit zacht substraat. Met de boxcore werden 15-35 soorten/hap aangetroffen. De dichtheid van individuen was ca 1100 tot 4500 ind/m<sup>2</sup>.

#### Soortenrijkdom studiegebied

In totaal zijn er 199 taxa gedetermineerd. Waarschijnlijk zijn dit ongeveer 180-190 verschillende soorten (omdat sommige soorten op video waarschijnlijk dezelfde zijn als in de boxcore, maar op verschillend taxonomische niveau worden gerapporteerd).

#### Typische soorten

Als typische soorten voor hard substraat (habitattype H1170 'riffen') op de Borkumse Stenen, in het kader van eventuele toekomstige monitoring door middel van video of duikend onderzoek, worden in dit rapport voorgesteld:

##### *Primaire indicatoren*

- Dodemansduim (*Alcyonium digitatum*)
- (structuurvormende) sponzen
- Hydroïdpoliepen

##### *Secondaire indicatoren:*

- Naakslakken (of eieren daarvan)
- Hooiwagenkrab (*Macropodia sp.*)

##### *Registratiesoorten*

- Driekantige kalkkokerworm (*Spirobranchus triqueter*)
- Slakdolf (*Liparis liparis liparis*)

### Omvang areaal habitatype H1170

De in dit onderzoek gevonden habitatkenmerken zijn vergeleken met de (voorlopige) definitie van het habitat H1170 uit Jak *et al.* (2009). Op basis hiervan concluderen we dat er zeker H1170 aanwezig is.

- Binnen het studiegebied (zuidelijke deel van de Borkumse Stenen) bestaat mogelijk circa 979 ha uit H1170.
- Binnen het gehele gebied Borkumse Stenen bestaat mogelijk 1980 ha uit H1170.

Hierbij moet worden opgemerkt dat er ook zandbodem in het stenige gebied aanwezig was, zodat het areaal toch kleiner kan zijn. Ervan uitgaande dat de Klaverbank en de Borkumse Stenen samen 100% van het areaal H1170 in Nederland vormen, dan draagt de Klaverbank met circa 96,9% veruit het grootste deel bij. Mogelijk zijn er nog andere locaties waar H1170 aanwezig is, zoals bij de Texelse Stenen, maar daar is nog geen onderzoek naar gedaan.

Met de resultaten in dit rapport kan het ministerie van EZ besluiten en aan de Europese Commissie melden of het gebied al dan niet voor bescherming onder Natura 2000 in aanmerking komt.



## 1 Inleiding

### 1.1 Achtergrond

Het gebied 'Borkumse Stenen' (*Figuur 1*) ligt ten noorden van Schiermonnikoog en grenst aan het Nederlandse Natura 2000-gebied Noordzeekustzone en het Duitse Natura 2000-gebied 'Borkum Riffgrund'. Het Duitse gebied is beschermd via de Habitatrichtlijn (EU 1992) op basis van o.a. de aanwezigheid van habitattypen riffen (H1170). Duitsland heeft het gebied geselecteerd, samen met een aantal andere bijzondere gebieden in de Duitse Noordzee en Oostzee, op basis van modellering van de zeebodem en aanvullend veldonderzoek voor de delen van de zeebodem waarvoor kennis ontbrak. Voor het Nederlandse deel van de Borkumse Stenen was het voorheen onduidelijk (Lindeboom *et al.* 2005, Witbaard *et al.* 2008) of er nog hard substraat met begroeiing aanwezig was en of het gebied daarom als Natura 2000-gebied zou kunnen kwalificeren.

De Europese Commissie heeft Nederland bij de beoordeling van de in 2008 aangemelde mariene Natura 2000-gebieden gevraagd of aan de Nederlandse zijde van de grens sprake was van eenzelfde habitattypen als aan Duitse zijde van de landsgrens. Een probleem was dat nog niet vastgesteld was of het habitattypen H1170 in voldoende mate aanwezig was. Het gebrek aan kennis over het gebied vormde de aanleiding om het gebied nader te onderzoeken. In 2009 heeft voormalig minister Verburg aan de Tweede Kamer toegezegd onderzoek uit te voeren naar aanvullende beschermde gebieden, waaronder Borkumse Stenen.

In 2009 is een side-scan sonar studie in het gebied de Borkumse Stenen uitgevoerd. Toen is vastgesteld dat er zeer waarschijnlijk stenen en hard substraat aanwezig zijn (Bos & Paijmans 2012) (*Figuur 1*). In die survey zijn echter geen bodemonsters genomen of video opnames gemaakt om de bodemkaart te kunnen controleren. Om vast te stellen welke sedimenttypen aanwezig zijn ('*ground truthing*') en welke natuurwaarden daarmee geassocieerd zijn, is in 2013 een tweede survey uitgevoerd (11-16 augustus 2013), waarin een inventarisatie is uitgevoerd van de aanwezige fauna per sedimenttype. In dit rapport worden de resultaten van die survey beschreven. Met de resultaten in dit rapport kan het ministerie van EZ besluiten en aan de Europese Commissie melden of het gebied al dan niet voor bescherming onder Natura 2000 in aanmerking komt.

### 1.2 Afbakening en uitgangspunten

Bij de opzet van het onderzoek is uitgegaan van de volgende uitgangspunten om de onderzoeksopzet af te bakenen:

- Het onderzoek moet kunnen aantonen dat habitattypen H1170, waarvan de definitie in eerste aanzet is omschreven in Jak *et al.* (2009) (p65), in het gebied wel of niet aanwezig is (zie bijlage Bijlage I).
- Belangrijk is om '*ground truthing*' uit te voeren, zodat de bodemtypes op de kaart uit het eindrapport 'Aanvullende Beschermde Gebieden' (Bos & Paijmans 2012) geverifieerd kunnen worden. Van elk bodemtype moeten monsters genomen worden.
- Dit onderzoek betreft een inventarisatie van soorten (meerdere technieken, veel soorten) en nog geen monitoring (beperkt aantal technieken, beperkt aantal soorten). De data moeten wel te gebruiken zijn in een eventueel toekomstige monitoringsreeks.
- De focus ligt op het gebied met hard substraat, dicht bij de Noordzeekustzone.
- Er is aandacht voor species-area curves (toename aantal soorten met aantal monsters).
- Er worden technieken gebruikt die in eventuele monitoring in de toekomst ook gebruikt kunnen worden.
- Voor typische soorten (Natura 2000) moet de aan/afwezigheid geconstateerd kunnen worden.

### **1.3 Kennisvraag**

Op basis van de side-scan sonar survey van de Borkumse Stenen in 2009 (Bos & Paijmans 2012) is vastgesteld dat habitatype H1170 (Riffen) mogelijk aanwezig is. De vraag is of de riffen ook daadwerkelijk habitat zijn voor de typische soorten die op een rif verwacht mogen worden. De vraag die in het onderzoek 'Aanvullende Beschermde Gebieden' (Bos & Van Bemmelen 2012) is blijven liggen, is: **'1.b. Hoe ziet de met het aanwezige harde substraat geassocieerde biodiversiteit eruit? (bedekkingsgraad en soortensamenstelling van sessiele epifauna; daarnaast ook mobiele epifauna, visfauna). Hoe onderscheidt deze biodiversiteit zich van het omliggende gebied?'**

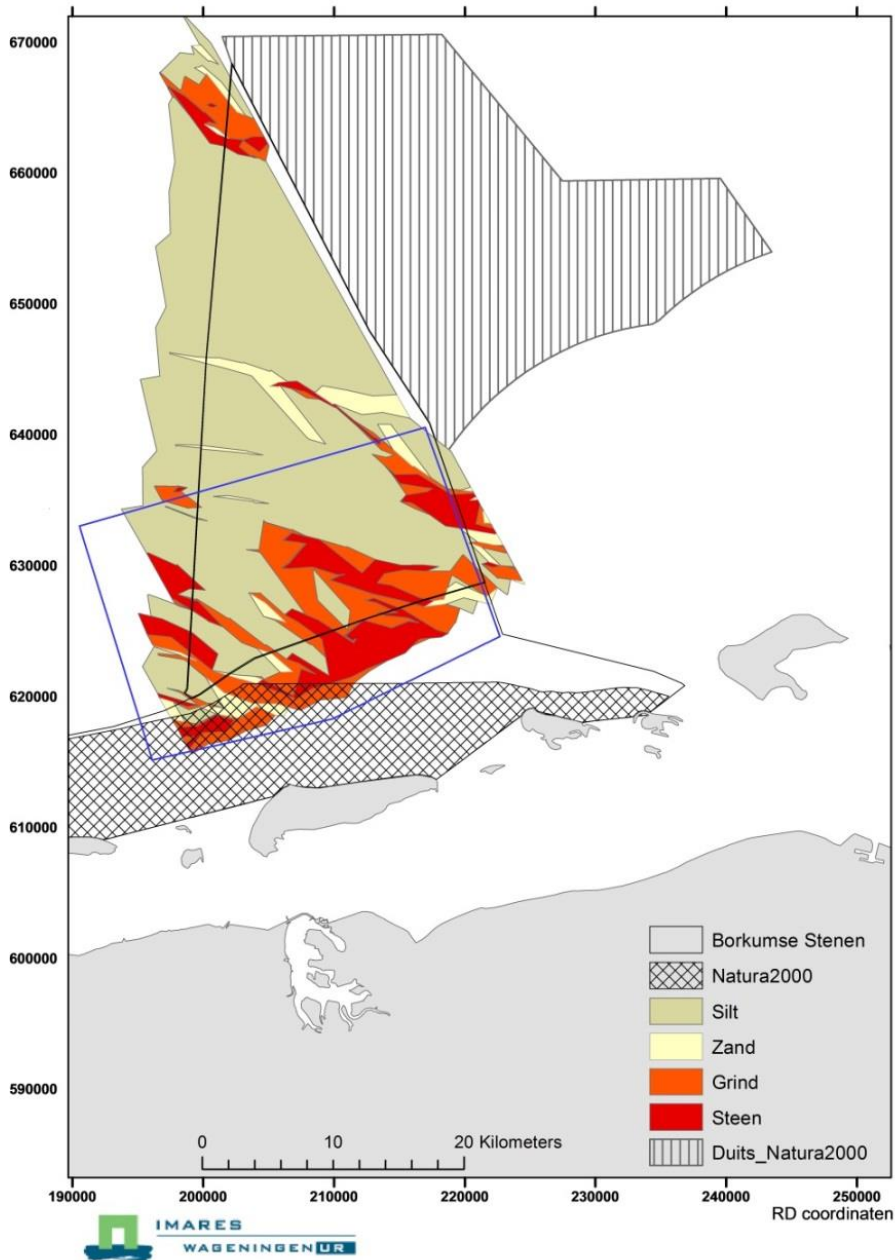
### **1.4 Doel**

De doelen van dit onderzoek waren (1) verifiëren van de side-scan sonar data uit 2009 door middel van het nemen van bodemonsters (*ground truthing*); (2) onderzoeken van de biodiversiteit geassocieerd met het aanwezige harde substraat en die vergelijken met die van het omliggende gebied; (3) een voorstel doen voor een lijst met typische soorten voor H1170 voor dit gebied en (4) een uitspraak doen over het aanwezige oppervlak 'riffen' (habitatype H1170).

## 2 Methoden

### 2.1 Studiegebied

Het studiegebied bestaat uit de zuidelijke helft van het Borkumse Stenen gebied (Figuur 1) dicht bij de Noordzeekustzone.



*Figuur 1. Kaart van het gebied Borkumse Stenen. De kleuren geven aan welk sedimenttype verwacht werd op basis van side-scan sonar data uit 2009 (Bos & Pajmans 2012). Of deze verwachtingen kloppen is onderzocht in dit rapport door middel van ground truthing. Aangegeven zijn begrenzings van het studiegebied (blauwe rechthoek) en begrenzings van het gebied 'Borkumse Stenen' zoals voorgesteld door Lindeboom et al. (2005) (driehoekige begrenzing) en door het IBN2015 (IDON 2005) (driehoekige begrenzing plus het gebied eronder). Het kruislings gearceerde gebied is het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone. Het gebied ten oosten is het Duitse gebied 'Borkum Riffgrund'.*

## 2.2 Opzet onderzoek

Er is per substraattype (hard substraat: stenen, grind; zacht substraat: zand) onderscheid gemaakt tussen klein benthos (macrofauna) en groter/zeldzamer/ mobieler benthos (epifauna), die elk met een passende techniek zijn bemonsterd (Tabel 1). Ook zijn sediment- en DNA-monsters genomen.

Zacht substraat. Op zacht substraat (zand, klein grind) is macrobenthos met een boxcorer (bodenhapper met diameter 31 cm, 0,07 m<sup>2</sup>) bemonsterd (fauna > 1 mm), en epifauna met een drop down camera (stereocamera, circa 0,33 m<sup>2</sup>/foto) gefotografeerd (Figuur 3).

Hard substraat. Het harde substraat (stenen, grote keien) is door middel van SCUBA duiken onderzocht, waarbij de macro/epifauna is bemonsterd door een 'schraapmonster' te nemen. Hierbij wordt een metalen frame (0,05 m<sup>2</sup>) op een steen geplaatst en wordt alle aanwezige fauna afgeschraapt en verzameld. De grotere fauna in de directe omgeving van de stenen is geïnventariseerd met zichtwaarnemingen langs een lijntransect (2 meter breed, 50 m lang, dekking 100 m<sup>2</sup>). De lengte van het lijntransect werd geborgd door het uitzwemmen van een 50 meter lange transectlijn, de breedte van het transect werd geborgd door met een twee meter lange stok dwars over de lijn te zwemmen en alle soorten te kwantificeren binnen het bereik van de stok. Bij het duikend onderzoek is gebruikt gemaakt van GoPro camera's om de werkzaamheden vast te leggen. Elke methode wordt hieronder apart in detail besproken.

Tabel 1. Overzicht strategie en gebruikte technieken voor de bemonstering van zacht en hard substraat bij de Borkumse Stenen.

	Techniek	Parameters	Afgeleide parameters
<b>Zacht substraat</b> (zand, <i>Lanice</i> velden, klein grind)			
Macrofauna	Boxcorer (0,07 m <sup>2</sup> )	Aantallen per taxon	Dichtheid, diversiteit (soortenrijkdom, etc.)
Epifauna	IMARES drop down camera transect (10 m <sup>2</sup> )	Bedekkingsgraad/aantallen per taxon	Dichtheid, diversiteit (soortenrijkdom, etc.)
Sediment	Steekbuisje 60 ml uit boxcore monster of met Van Veenhapper	Korrelgrootteverdeling	
DNA	Steekbuisje 80 ml uit boxcore monster	Aan/afwezigheid per taxon	Diversiteit
<b>Hard substraat</b> (Stenen, keien, omliggende omgeving)			
Macro/epifauna op stenen	SCUBA schraapmonster (kwadrant 0,05 m <sup>2</sup> )	Aantallen per taxon	Dichtheid, diversiteit (soortenrijkdom, etc.), Typische soorten
Fauna op en nabij bodem	SCUBA lijntransect 50 m (100 m <sup>2</sup> )	Bedekkingsgraad/aantallen per taxon	Dichtheid, diversiteit (soortenrijkdom, etc.), Typische soorten
Sediment (rondom stenen)	Steekbuisje 60 ml uit boxcore monster of direct uit bodem tijdens het duiken	Korrelgrootteverdeling	
DNA van macrofauna	Sample (ca 50 ml) uit SCUBA schraapmonster + 900 ml zeewater op 1 meter naast steen (eDNA)	Aan/afwezigheid per taxon	Aan/afwezigheid, diversiteit (soortenrijkdom, etc.)
Video (GoPro)	GoPro beelden van schraapmonster, stenen en lijntransect	Ter controle: aan/afwezigheid per taxon Algemeen onderwater beeld	

## 2.3 Sediment

Van elke bezochte locatie is voor zover mogelijk een sedimentmonster genomen met de Van Veenhapper (bij slecht weer), boxcore, of door duikers (zie *Figuur 3*). De Hamonhapper was meegenomen om er eventueel grind of stenen mee te bemonsteren mochten de andere technieken falen, maar bleek niet nodig. Steeds is de steekbuis van 60 ml in het sediment geduwd, is de inhoud van de steekbuis in een gelabeld plastic zakje gedaan en is het monster in de vriezer (-20°C) bewaard tot verdere bewerking.

De sedimentmonsters zijn door het NIOZ (S. Holthuijsen) geanalyseerd. De monsters zijn maximaal 96 uur lang gevriesdroogd, totdat ze droog waren. Eerst is tussen de 0,5 en 5 gram -afhankelijk van de geschatte korrelgrootte- gehomogeniseerd sediment gezeefd over een 2 mm zeef en gewogen en in 13 ml PP Autosampler buisjes gedaan. Water (RO water) werd toegevoegd en het buisje werd gedurende 30 seconden geschud op een vortex mixer. Daarna zijn de mediane korrelgrootte en het percentage silt/klei (<63 µm) bepaald met een Coulter LS 13 320 particle analyser en Autosampler. Dit apparaat meet deeltjes in de range van 0,04-2000 µm in 126 grootteklassen door middel van laser diffractie (780 nm) en PIDS (450 nm, 600 nm en 900 nm) technologie. The optische module 'Gray' is gebruikt voor de berekeningen.

### 2.3.1 Sediment classificatie

De sedimentresultaten worden weergegeven volgens de classificatie van NEN5104 (NEN 1989):

Ondergrens	Bovengrens	Fractie
≥630 mm	-	blokken
≥200 mm	630 mm	keien
≥63 mm	200 mm	stenen
≥16 mm	63 mm	Zeer grof grind
≥5,6 mm	16 mm	Matig grof grind
≥2 mm	5,6 mm	Fijn grind
≥0,420 mm	2 mm	Uiterst grof zand
≥300 µm	420 µm	Zeer grof zand
≥210 µm	300 µm	Matig grof zand
≥150 µm	210 µm	Matig fijn zand
≥105 µm	150 µm	Zeer fijn zand
≥63 µm	105 µm	Uiterst fijn zand
≥2 µm	63 µm	silt
-	< 2 µm	lutum

## 2.4 Boxcores (macrofauna)

### 2.4.1 Bemonstering

De boxcorer (van NIOZ, diameter 31 cm, 54,5 cm hoog, oppervlakte 0,07 m<sup>2</sup>) werd overboord gezet met een kraan. Op het moment dat hij de bodem raakte werd de 'pot' met behulp van gewichten de zeebodem ingedrukt. Tijdens het ophalen werd de afsluitklep onder de pot geplaatst waarna de boxcorer aan dek werd gehesen en op een 1mm zeef gezet. Teveel aan water op het monster is afgeheveld over de zeef, zodat geen materiaal verloren kon gaan. Aan dek is de steekdiepte van de pot gemeten. Bij een steekdiepte <25cm werd een nieuw monster genomen. Per locatie zijn 2 boxcore monsters genomen. Het eerste boxcore monster diende voor de bemonstering van de macrofauna. Hierbij werd de inhoud met zeewater gezeefd over een metalen 1 mm-zeef met ronde perforatie. Het achtergebleven materiaal werd in een plastic monsterpot overbracht en geconserveerd met 6% formaldehyde zeewater oplossing. Monsterlocatie, monsternummer en tijdstip werden op het dekformulier genoteerd evenals aanwezigheid van opvallende soorten.

Het tweede boxcore monster is gebruikt voor het nemen van een sedimentmonster. Hierbij is circa 60 ml sediment bemonsterd met behulp van een plastic steekbuisje (zie paragraaf 'sediment'). Verder is ten behoeve van DNA onderzoek een monster van circa 80 ml sediment genomen (zie paragraaf 'DNA'). Monsterlocatie, monsternummer en tijdstip werden op het dekformulier genoteerd.

#### 2.4.2 Determinatie

In het benthoslaboratorium (IMARES, Den Helder) zijn de monsters gekleurd met Bengaals roze, waarna alle epi- en infauna is gescheiden van schelp-, plant-, kiezel- en veendeeltjes. Alle individuele organismen zijn vervolgens met behulp van een binoculair op soort gebracht en geteld. Door aanwezigheid van beschadigde of juveniele soorten, waarvan de onderscheidende kenmerken nog onvoldoende ontwikkeld zijn, was het niet in alle gevallen mogelijk de aanwezige soorten tot op soortniveau te determineren. De volgende regels zijn hierbij gehanteerd (zie ook opmerkingen in soortenlijst in Bijlage C):

- Wanneer een juveniel tot genus niveau was gedetermineerd, en in hetzelfde monster slechts één soort van dit genus werd aangetroffen, is aangenomen dat het juveniele individu tot dezelfde soort behoort. In dat geval is de waarneming van het juveniele individu samengevoegd met deze soort.
- Wanneer een juveniel tot genus niveau was gedetermineerd, en in hetzelfde monster twee of meer soorten van dit genus werden aangetroffen, is de waarneming van het juveniele individu verwijderd voor verdere data analyse.
- Wanneer een juveniel tot genus niveau was gedetermineerd, en in hetzelfde monster geen soorten van dit genus werden aangetroffen, is de waarneming van het juveniel behouden voor verdere data analyse.
- Voor beschadigde organismen, die slechts tot genus niveau zijn gedetermineerd, werden dezelfde regels gevolgd als voor juveniele organismen.

#### 2.4.3 Definitie habitattypen

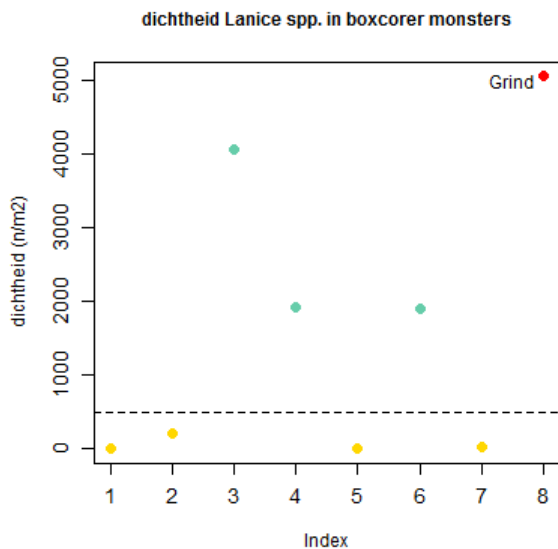
Zowel met de boxcore als met de drop down camera zijn grote velden schelpkokerwormen *Lanice conchilega* aangetroffen in het gebied dat op de side-scan sonar beelden voor 'grind' werd aangezien (Figuur 1). Deze kokerwormen vormen een 'hoogpolig tapijt' met veel ruimte en structuur voor andere soorten. Voor verdere analyse zijn de boxcore monsters daarom onderverdeeld in:

- Zand habitat ( $<500 \text{ Lanice}/\text{m}^2$ ) en
- *Lanice* veld ( $>500 \text{ Lanice}/\text{m}^2$ )

Onder de grens van 500 individuen/ $\text{m}^2$  (of 5 individuen op een stukje van 10 x 10 cm) is geen sprake meer van een '*Lanice* veld' (Tabel 2 in Rabaut *et al.* 2009).

Verder is een boxcore monster genomen in het stenen/grind veld nabij de Duitse grens (monsterpunt 'Steen 999'). Deze grind/steen omgeving hebben we op basis van de drop down camera beelden als apart habitat beschouwd:

- Grind veld (grind+stenen)



Figuur 2. Boxcore data. Verdeling van de 8 onderzochte boxcore monsters (x-as) in 'zand habitatype' (geel) en 'Lanice velden' (groen) op basis van de aangetroffen Lanice dichtheid (y-as). De gestreepte lijn geeft de grens aan van 500 individuen Lanice/m<sup>2</sup>, waarboven sprake is van Lanice velden. Rode stip: monster uit het stenen/grind gebied.

#### 2.4.4 Analyses boxcorer benthos data

Voor elk monster waarvan de benthos soortensamenstelling bepaald is, zijn de parameters totale abundantie, soortenrijkdom, Pielou's evenness (verdeling van de individuen over de soorten) en de Shannon-Wiener diversiteitsindex berekend (Tabel 1).

#### 2.4.5 Abundantie

De abundantie (ind/m<sup>2</sup>) is berekend door het totaal aantal individuen per monster te delen door het bemonsterd oppervlak (0,07 m<sup>2</sup>). Soorten die wel aangetroffen zijn maar waarvoor het boxcorer-apparaat niet het geschikte bemonsteringstuig is, zoals pelagische vissen bijvoorbeeld, zijn hierbij buiten beschouwing gelaten.

#### 2.4.6 Soortenrijkdom

De soortenrijkdom is op twee manieren bekeken; (1) het aantal verschillende soorten dat aangetroffen is in de individuele monsters en (2) het aantal verschillende soorten dat aangetroffen is in alle monsters gezamenlijk. Het waargenomen aantal soorten zal altijd een onderschatting zijn van de complete soortenrijkdom op een willekeurige locatie, omdat met name zeldzame soorten een grote kans hebben te worden gemist in individuele monsters. Met een grotere inspanning (i.e. het nemen van meer monsters) zullen meer soorten worden 'ontdekt' waarmee de waargenomen soortenrijkdom toeneemt.

Om inzicht te verkrijgen in de relatie tussen inspanning (i.e. monsternummer) en soortenrijkdom is een 'species accumulation curve' gemaakt. In deze grafiek is de accumulatie van soorten uitgezet tegen het monsternummer. Berekeningen zijn uitgevoerd in het programma R, waarbij ook hier gebruik is gemaakt van beschikbare functies in het 'Vegan' pakket (<http://vegan.r-forge.r-project.org/>).

#### 2.4.7 Diversiteit (Shannon-Wiener Index)

De Shannon-Wiener Index is als volgt berekend:  $H = -\sum P_i (\ln P_i)$ , waarbij H=Diversiteitsindex, en  $P_i$  is 'aandeel van soort i ten opzichte van het totaal aantal van alle soorten'. Deze index berekent de orde, of dis-orde, binnen een monster, gebruik makend van zowel soortenverdeling als het aantal verschillende soorten. De index neemt toe wanneer het aantal soorten toeneemt en wanneer de verdeling van de individuen over de soorten gelijkmatiger wordt (evenness).

Bij de aanwezigheid van een groot aantal verschillende soorten waarbij de aantallen sterk gedomineerd worden door enkele soorten zal de diversiteitsindex relatief laag zijn, terwijl deze hoger zal zijn wanneer bij eenzelfde aantal verschillende soorten de aantallen evenwichtiger verdeeld zijn over de verschillende soorten.

#### 2.4.8 Evenness (Pielou's evenness index)

De evenness is berekend met behulp van Pielou's evenness index  $E=H/\ln(R)$ , waarbij  $E$ =Evenness,  $H$ =diversiteitsindex,  $R$ =soortenrijkdom. Deze index berekent hoe evenwichtig de aantallen verdeeld zijn over de verschillende soorten. De waarde varieert van "0" tot "1". Een lage evenness is een indicatie dat het monster wordt gedomineerd door slechts één of enkele soorten. Een hoge evenness geeft aan dat alle soorten in min of meer gelijke aantallen aanwezig zijn. Er is dan sprake van een homogene verdeling. Voor de berekening van (Shannon-Wiener) diversiteit en Pielou's evenness is gebruik gemaakt van het pakket 'vegan' (Oksanen 2011) in R (R Development Core Team, 2013).

#### 2.4.9 Benthossamenstelling multivariaat

Een clusteranalyse is uitgevoerd om te onderzoeken of en hoe stations groeperen op basis van gelijkenis in zowel aanwezige soorten als soortdichtheden. Een 'Bray Curtis dissimilarity matrix' is berekend aan de hand van dichtheden van soorten:

$$BC\_dis = \frac{\sum_{j=1}^J |n_{ij} - n_{i'j}|}{n_{i+} + n_{i'+}}$$

Waarbij voor de soorten  $j=1$  t/m  $J$  de som wordt berekend van het absolute verschil in abundantie tussen twee monsters  $i$  en  $i'$ , waarna deze wordt gedeeld door het totaal aantal individuen  $n$  van alle soorten samen voor beide monsters  $i$  en  $i'$ . Een 0 geeft aan dat de monsters gelijk zijn, een 1 dat ze volledig verschillen.

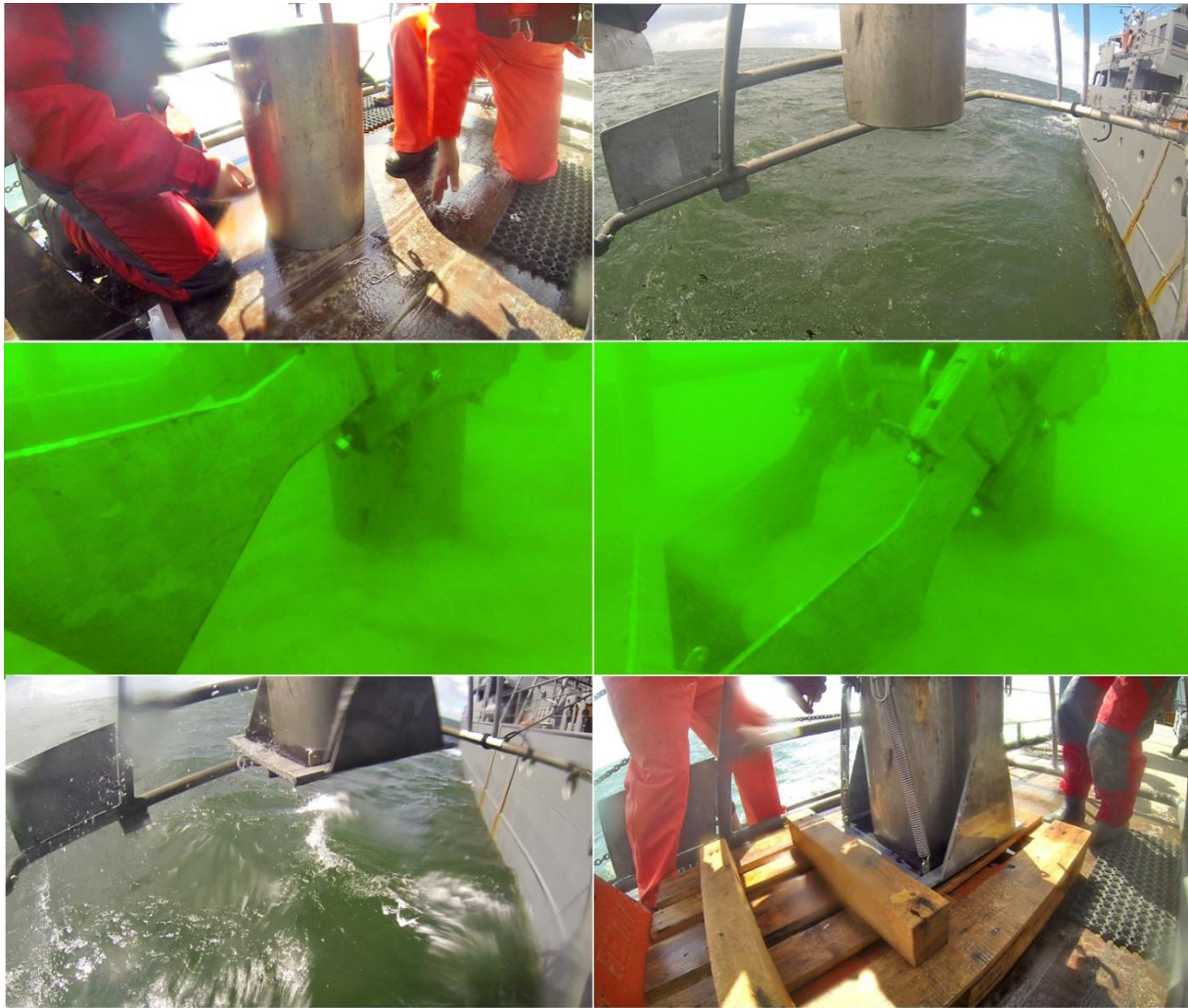
Afhankelijk van de soortendichtheden is een wortel- of logtransformatie toegepast om zo de nadruk/dominerend effect van de soorten met hoge dichtheden te verminderen. Alleen soorten die in meer dan 5% van de monsters voorkomen zijn meegenomen in deze analyse.

Het resultaat van de clusteranalyse is gevisualiseerd in nMDS plots. Hierin worden stations met onderling grote gelijkenis dicht bij elkaar afgebeeld, stations die sterker van elkaar verschillen worden op grotere afstand van elkaar geplot. Berekeningen zijn uitgevoerd in de R omgeving met functies beschikbaar binnen het 'vegan' pakket (Oksanen 2011).





Figuur 3. Foto's van gebruikte bemonsteringstechnieken. Van boven naar beneden: Van Veen happer en Boxcore; Drop down camera (stereocamera in frame) en boxcore monster met *Lanice conchilega*. Onder: Duikers nemen een schraapmonster van een steen. Het lijntransect is zichtbaar tussen de steen en de duikers  
Foto's: IMARES en Udo van Dongen.



## GoPro beelden boxcore

*Figuur 4. Boxcore beelden met een GoPro camera. Van boven naar beneden: De boxcore wordt gereed gemaakt, te water gelaten, daalt af, snijdt door het sediment, wordt opgehaald en weer aan dek gezet, waarna de verwerking begint (niet afgebeeld). Foto's: IMARES.*

## 2.5 IMARES drop down camera (epifauna)

### 2.5.1 Bemonstering

Het doel van deze bemonstering was om alle grotere/mobiele/zeldzamere benthossoorten op zacht substraat (zand, grind) te fotograferen en later op soort te determineren. Het gaat om soorten die met hoge waarschijnlijkheid niet in boxcore of SCUBA monsters voorkomen. Er is gebruik gemaakt van een drop down camera gemonteerd in een metalen frame. De camera is een stereocamera en bevat twee fotocamera's (5 foto's per seconde) die de zeebodem van boven fotograferen (circa 0,33 m<sup>2</sup>/foto). De beelden van beide camera's kunnen eventueel worden gecombineerd om '3D' beelden te creëren, waarmee individuen (wormen, zeesterren, etc.) kunnen worden opgemeten, maar van deze optie is geen gebruik gemaakt.

De drop down camera was gemonteerd in een frame die aan een kraan langszij hing (*Figuur 3*). Tijdens het fotograferen werd het schip stil gelegd en bewoog het schip alleen schommelend op de golven met de stroom en wind mee. Hierdoor stond de cameraopstelling steeds enkele seconden stil op de zeebodem, waarna hij weer verder 'zwaaide' (decimeters tot meters). De beelden werden live aan boord op een monitor getoond, zodat de kabellengte van de kraan en andere instellingen konden worden geoptimaliseerd. Op elke locatie is tenminste een serie van circa 5 minuten opgenomen, maar meestal meer, met als doel om in ieder geval circa 10 m<sup>2</sup> zeebodem te fotograferen.

Monsterlocatie, monsternummer en tijdstip werden op het dekformulier genoteerd evenals aanwezigheid van opvallende soorten. De foto's zijn opgeslagen op een harddisk.

### 2.5.2 Verwerking van de beelden

Eerst zijn goede beelden (lichte foto's) automatisch van slechte beelden (te donkere foto's) gescheiden met behulp van fotoanalyse software (PhotoShop script). Daarna is handmatig per locatie een aantal niet-overlappende foto's geselecteerd (circa 30), die samen ongeveer 10 m<sup>2</sup> zeebodem vormen. Van een aantal series was het zelfs mogelijk om een aaneengesloten beeld te maken ('panorama foto') (*Figuur 20*).

### 2.5.3 Analyse van de beelden

Per foto is de aan/afwezigheid van kokerwormen (*Lanice conchilega*) genoteerd, alsmede de aantallen zeesterren, krabben, anemonen en andere soorten of soortgroepen. Hierbij is gebruik gemaakt van het programma 'ImageJ' (<http://rsb.info.nih.gov/ij/>). Eventuele andere opvallende zaken zijn ook genoteerd. Vervolgens is bepaald of de bodem als 'zand habitat' of als 'Lanice habitat' geclassificeerd zou moeten worden volgens dezelfde criteria als bij de boxcore data (grens bij 500 individuen *Lanice*/m<sup>2</sup>), door 2 representatieve foto's uit de reeks van 30 te nemen en in deze foto's de kokerwormen te tellen.

## 2.6 SCUBA – duikend onderzoek

Duikend biologisch onderzoek in de Noordzee is niet algemeen maar het kan heel goed en het gebeurt dan ook met enige regelmaat. Op diep water (circa >30 m) kan een duiker minder monsterstations bezoeken dan een remotely operated bemonsteringsapparaat (ROV), maar de informatie die per locatie naar boven gehaald kan worden is veel completer. Een duiker kan zichtwaarnemingen combineren met video en monsternamen. Tevens kan een duiker in 1 duik meerdere habitats onderzoeken. Voor het inzetten van duikers voor onderzoek is het wel noodzakelijk om aan bepaalde wettelijke veiligheidsregels te voldoen. Zo moeten de duikers gecertificeerde beroepsduikers zijn is er bij duiken dieper dan 15 meter verplicht een decompressietank aanwezig. Om de veiligheid tijdens dit onderzoek te garanderen is gewerkt met een schip en schipper met ervaring met SCUBA duikwerk (NV Seatec, Antwerpen) en met de juiste faciliteiten (o.a. decompressiekamer).

### 2.6.1 Duikprocedure

Voorafgaand aan de duik werd op teken van de schipper de duikboei met anker overboord gezet op de juiste locatie. Daarna werd gewacht tot de stroming was verminderd. Ondertussen werden twee bemanningsleden met rubberboot in het water gelaten om de duikers naar de duikstek te brengen en ze weer op te halen. Achter de rubberboot was een 'surfplank' gemonteerd om duikers mee te vervoeren. Elke duiker sprong van boord (van circa 2,5 m hoogte), hees zich op de 'surfplank', werd naar de duikboei gebracht en daalde af naar de bodem, terwijl hij met de duikleider aan boord de communicatie onderhield. Na afloop van de duik werd elke duiker weer teruggebracht naar het schip, en in een kooi aan dek gehesen.

### 2.6.2 Duikteam

Het duikteam had een vaste taakverdeling: de duikploegleider bereidde de duikplanning voor, en onderhield vanaf het schip draadloos contact met de verschillende beroepsduikers. De eerste duiker verkende de duiklocatie, zocht het harde substraat op voor zover aanwezig, en legde een lijntransect van 50 meter uit in willekeurige richting vanaf het anker van de duikboei. De andere duikers daalden daarna af om de fauna te bemonsteren, waarbij 1 duiker de macrofauna op de stenen bemonsterde, 1 duiker video-opnamen (met een GoPro) maakte van de aanwezige fauna en de derde duiker het lijntransect zwom om de visuele inventarisatie uit te voeren (Figuur 3). Aan boord was tijdens elke fase een standby duiker aanwezig.

### 2.6.3 Locaties

De duiklocaties zijn geselecteerd op basis van de verwachte aanwezigheid van grote stenen (zie lijst in rapport Bos & Paijmans 2012). Aangezien duiken alleen mogelijk is op de kentering (wanneer het water stilstaat) waren in totaal 8-9 duiken bij daglicht mogelijk in de geplande 5 dagen van de survey. Verder moest rekening gehouden worden met de volgorde (diepe duiken voorafgaand aan ondiepe duiken). Uiteindelijk zijn er 6 duiken gemaakt. Er was 1 dag (dinsdag 12/08/2013) waarop alle duiken geannuleerd zijn vanwege de weersomstandigheden.

Tabel 2. Duiklocaties Borkumse Stenen (voor een kaart zie Figuur 5). 'Steen 999' is een locatie die tijdens de vaartocht is aangetroffen met de drop down camera. Om verwarring met andere locaties te voorkomen is een hoog nummer toegekend. Per steen is aangegeven welke bemonsteringstechniek is toegepast.

StationID	Duiklocatie	X_WGS84 (OL)	Y_WGS84 (NB)	Datum	Tijd	Lijn Transect	Kwadrant
St_116	1	6,344268	53,685290	11-8-2013	15:00	X	X
St_228	2	6,305229	53,615950	13-8-2013	10:20	X	Nee, geen steen aanwezig
St_251	3	6,274814	53,619490	13-8-2013	15:45	X	Nee, geen steen aanwezig
St_341	4	6,257548	53,582880	14-8-2013	11:16	X	Nee, geen steen aanwezig
St_114	5	6,343456	53,685990	14-8-2013	16:00	X	X
St_999	6	6,343050	53,687800	15-8-2013	6:00	X	X

## 2.7 SCUBA kwadrant (macrofauna, 0,05 m<sup>2</sup>)

### 2.7.1 Bemonstering

Het doel van deze bemonstering was om alle aanwezige soorten op hard substraat (stenen) te bemonsteren en in het laboratorium op soort te determineren. Er is gebruik gemaakt van een metalen kwadrant (0,05 m<sup>2</sup>) en een airliftsamper ('onderwaterstofzuiger'). Het metalen kwadrant werd door de duiker op een willekeurige positie op een steen geplaatst (indien aanwezig) en alle binnen het kwadrant aanwezige fauna werd met een plamuurmes van de steen afgestoken.

Het plamuurmes was bevestigd aan de 'stofzuigerslang', een PVC buis, waarin water omhoog werd gestuwd door middel van een luchtstroom vanuit een duikfles, wat resulteerde in zuigkracht bij het plamuurmes. Met deze methode wordt vrijwel alle fauna binnen het frame opgezogen. Het monster komt vervolgens in een verwisselbaar opvangnetje terecht (maaswijdte 500 µm). Door onder water van opvangnet te wisselen, zijn meerdere individuele monsters genomen. Deze methode werkt alleen bij relatief grote stenen (groter dan het metalen frame).

Op de laatste duiklocatie zijn naast de schraapmonsters, ook 5 kleinere complete stenen in een zip-lock plastic zak verzameld en omhoog gebracht. De tweede duiker (S. Bouma) maakte video-opnamen van de aanwezige soorten en substraattypen op en rondom de stenen met een GoPro onderwatercamera.

### 2.7.2 *Conservering*

De monsters en losse stenen werden aan boord minimaal 3 uur verdoofd in een zeewater-menthol oplossing. Dit zorgt ervoor dat bijvoorbeeld anemonen hun tentakels niet intrekken. Daarna zijn ze in een plastic monsterpot overbracht en geconserveerd met 6% gebufferde formaldehyde zeewater oplossing voor transport naar het benthoslaboratorium (IMARES Den Helder).

### 2.7.3 *Determinatie*

In het benthoslaboratorium is alle fauna zonder kleuring vooraf gescheiden van schelp-, plant-, kiezel- en veendeeltjes. Alle individuele organismen zijn vervolgens met behulp van een binoculair op soort gebracht en geteld volgens de methode beschreven bij de boxcore (zie paragraaf 2.4 over de boxcore).

## 2.8 **SCUBA lijntransect (epifauna)**

Voor het waarnemen van grotere fauna/zeldzamere fauna (epifauna) en soorten die met hoge waarschijnlijkheid niet in boxcore of epifauna monsters voorkomen, is de lijntransect methode geschikt. Deze methode wordt door het Marine Motoring Handbook van de JNCC aanbevolen voor dit type duikend onderzoek (Davies *et al.* 2001). Het transect werd voorbereid door de eerste duiker, die een 50 meter lang lint uitrolde in een willekeurige richting op de zeebodem, beginnend bij het anker van de duikboei. De volgende duiker daalde vervolgens af en zwom met 2 meter lange PVC buis met een GoPro camera over deze lijn. Op de heenweg noteerde hij alle zichtbare vrijbewegende soorten. Op de terugweg noteerde hij alle zich onder de buis bevindende soorten binnen de totaaloppervlakte van 100 m<sup>2</sup> (50 transect x 2 m buis). De waarnemingen (aantallen of bedekkingsgraad van soorten, bedekkingsgraad van habitattypen) werden tijdens het duiken op een leitje onder water ingevuld. De GoPro video opnames dienden ter controle en aanvulling.

## 2.9 **Analyse SCUBA data**

Voor de 'schraapdata' en lijntransect data (macrobenthos + epibenthos) zijn voor zover mogelijk dezelfde analyses uitgevoerd als voor de boxcore monsters: bepaling van abundantie, soortenrijkdom, diversiteit, evenness (zie *Tabel 1*).

## 2.10 **DNA monsters**

De ontwikkeling van moleculaire meta-barcoding technieken biedt veel voordelen voor monitoring in de toekomst. Met moleculaire barcoding kunnen soorten op grond van de basevolgorde in een specifiek stukje DNA worden geïdentificeerd. Voordeel is dat alle aanwezige soorten gelijktijdig in een monster moleculair worden geïdentificeerd en dat veel monsters tegelijkertijd kunnen worden geanalyseerd. De vraag is hoe vergelijkbaar traditionele en DNA technieken zijn.

Dit onderzoek bood de gelegenheid om deze vergelijkbaarheid te onderzoeken. Daarom zijn DNA monsters genomen tijdens het boxcoren (apart DNA monster) en uit de SCUBA-kwadrant monsters (klein monster uit gehele monster). Dit DNA onderzoek maakt deel uit van het KB project 'KB-14-005-029 Biodiversiteit van harde substraten in de Nederlandse Noordzee'. De resultaten zullen dan ook in de rapportage van dat project beschreven worden.

In dit onderzoek zijn de volgende DNA monsters genomen:

- Boxcore: Bij de boxcore methode zijn DNA monsters genomen door een steriel bemonsteringsbuisje in het sediment te drukken (circa 80 ml), de inhoud in een steriele monsterzak (900 ml) te doen en in te vriezen.
- SCUBA kwadrant: Bij het duikend onderzoek is een DNA monster genomen uit de potten met monsters door met een steriele lepel een submonster van 50 ml over te brengen in een steriele buis en deze in te vriezen.
- Op een aantal locaties is op circa 1 meter stroomafwaarts van een met het kwadrant te bemonsteren steen een watermonster genomen, om te onderzoeken of in de nabijheid van hard substraat ook omgevings-DNA (losse deeltjes) van harde substraatsoorten gevonden zouden kunnen worden. Hierbij is onder water een steriele monsterzak van 900 ml geopend, gevuld met water, en gesloten. Aan boord is dit watermonster gefilterd over een 30 µm filter en overgebracht in een steriele buis en ingevroren.

### **2.11 Typische soorten en indicatorsoorten**

In het geval dat het gebied de Borkumse Stenen als Natura 2000-gebied aangemeld wordt, dan zal een lijst met typische soorten of indicatorsoorten moeten worden gedefinieerd om iets te zeggen over de kwaliteit van het gebied. Op verzoek van de opdrachtgever is in dit rapport alvast een voorzet gegeven om tot een set van Natura 2000-typische soorten (of indicatorsoorten) te komen. In essentie betreft dit een lijst van soorten/taxa die gezamenlijk een goede kwaliteitsindicator vormen voor de levensgemeenschap van dit habitatype en die met video en beperkte bodemhappen kunnen worden gedetecteerd. Deze lijst is waar nodig aangevuld met soorten die in het bijzonder een goede indicator zijn voor effecten van potentiële beschermingsmaatregelen (beperken van bodemverstoring).

De selectie van de typische/indicatorsoorten voor H1170 op de Borkumse Stenen is uitgevoerd volgens algemene selectiecriteria voor Natura 2000-typische soorten (Jak *et al.* 2009) gecombineerd met criteria opgesteld voor selectie van typische soorten op de Klaverbank (Lengkeek *et al.* 2013) (Box 1).

Tijdens een workshop bij IMARES (december 2013) zijn alle hard substraatsoortenlijsten uit dit project vergeleken met de indicatorlijsten voor de Klaverbank (Lengkeek *et al.* 2013) en zijn nieuwe soorten uit dit project toegevoegd die voldeden aan de criteria (Box 1). De lijst is gebaseerd op de lijst van Lengkeek *et al.* (2013) voor de Klaverbank en bestaat uit:

- Primaire indicatoren: algemeen, goed zichtbaar, verwachte sterke negatieve effecten van bodemverstoring
- Secundaire indicatoren: minder duidelijk effect van bodemverstoring dan primaire indicatoren en / of minder zichtbaar, en
- Registratie-soorten: zeldzaam, minder zichtbaar of minder effect van bodemverstoring, maar belangrijk om waarnemingen te registreren.

## 2.12 Omvang gebied H1170

De gevonden substraattypes in dit onderzoek zijn vergeleken met de voorspelde substraattypes op basis van het side-scan sonar onderzoek uit 2009 (Bos & Pajmans 2012). De omvang van het gebied (uitgedrukt in hectares) waar hard substraat voorkwam is geschat door de oppervlakte van de polygoon te nemen waarbinnen hard substraat is gevonden. Om iets te kunnen zeggen over de rest van het Borkumse Stenen gebied buiten het huidige studiegebied is gekeken naar Duits onderzoek van Swartzer & Diesing (2003) waarin voor het Nederlandse deel ook potentiële rifgebieden staan ingetekend.

Officiële Nederlandse definities van Natura 2000 habitattypen en soorten worden vastgelegd in de zogenaamde profieldocumenten. Voor habitatype H1170 is een dergelijk profieldocument nog niet beschikbaar. Een eerste opzet is wel gemaakt door het ministerie van LNV in 2009; deze is opgenomen in het rapport van Jak *et al.* (2009) (zie tekst in Bijlage I). In dit rapport worden de hier gevonden resultaten vergeleken met de criteria voor H1170 uit Jak *et al.* (2009) om te kunnen concluderen of het habitatype daadwerkelijk aanwezig is.

Box 1. Selectiecriteria voor selectie van typische soorten (indicatorsoorten) voor de Borkumse Stenen (alleen H1170).

Algemene selectiecriteria voor Natura 2000-typische soorten zijn (Jak *et al.*, 2009):

1. de soorten zijn bruikbaar als indicator van een goede abiotische toestand of goede biotische structuur (dit criterium betreft alleen constante soorten (Ca, Cb, Cab; zie verder) of zijn kenmerkend voor het habitat(sub)type (E en K-soorten; zie verder);
2. de soorten zijn meetbaar en kunnen worden gedetecteerd in bestaande monitoringsprogramma's (n.v.t. voor H1170 op de Borkumse Stenen);
3. de soorten worden sinds de inwerkingtreding van de Habitatrichtlijn (1994) of werden in de periode 1960-1994 dusdanig regelmatig aangetroffen dat trends en/of verspreiding kunnen worden vastgesteld (n.v.t. voor H1170 op de Borkumse Stenen wegens gebrek aan monitoring);
4. de soorten zijn geen exoot (een exoot is door toedoen van de mens sinds 1900 geïntroduceerd).

Tot Natura 2000-typische soorten worden gerekend:

- Constante soorten met indicatie voor goede abiotische toestand (Ca);
- Constante soorten met indicatie voor goede biotische structuur (Cb);
- Constante soorten met indicatie voor goede abiotische toestand en goede biotische structuur (Cab);
- Karakteristieke soorten (K), soorten waarvan de ecologische vereisten vooral voorkomen in het betreffende habitat(sub)type;
- Exclusieve soorten (E), soorten waarvan de ecologische vereisten alleen voorkomen in het betreffende habitat(sub)type.

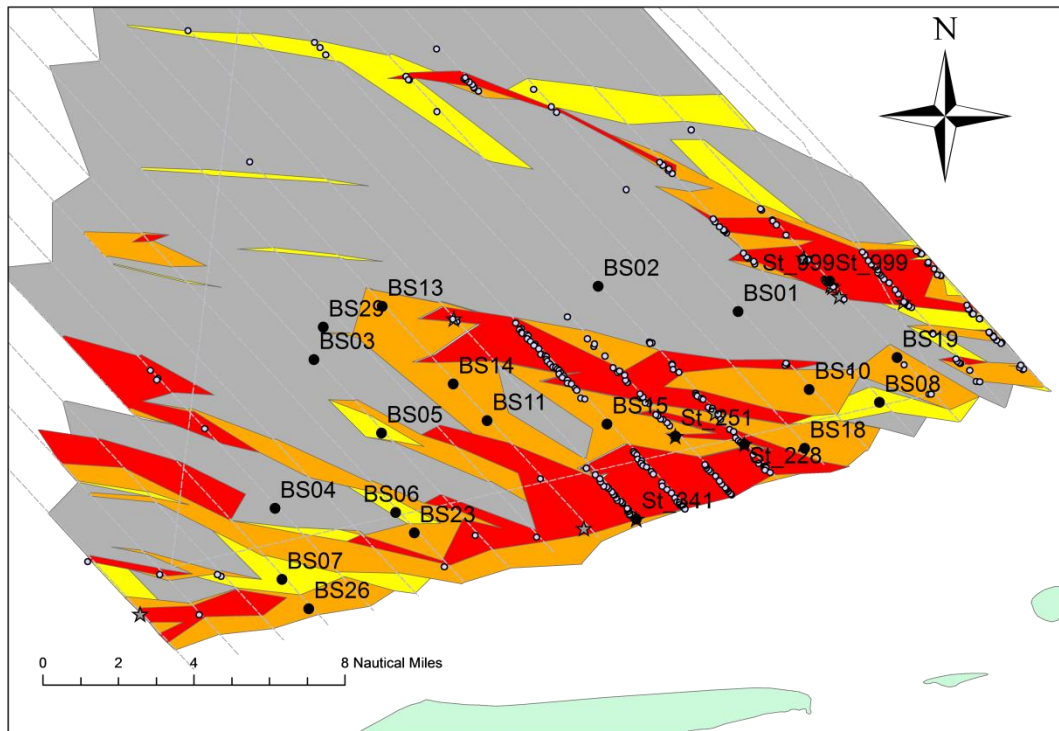
Indicatoren voor een goede abiotische toestand en/of goede biotische structuur van habitattype H1170 op de Borkumse Stenen dienen te voldoen aan één of meerdere van onderstaande specifieke criteria:

- a) De soort is langlevend
- b) De soort is indicatief voor "grind"voorkomens met een lage natuurlijke dynamiek
- c) De soort is sessiel en/of draagt bij aan een complexe biogene structuur (een deel van deze soorten is tevens K-soort);
- d) De soort afhankelijk van stabiel liggende stenen (en een deel van deze soorten is tevens K-soort);
- e) De soort is indicatief voor de grote helderheid van het habitattype (n.v.t. voor de Borkumse Stenen
- f) De soort is van belang voor de trofische structuur van het habitattype.

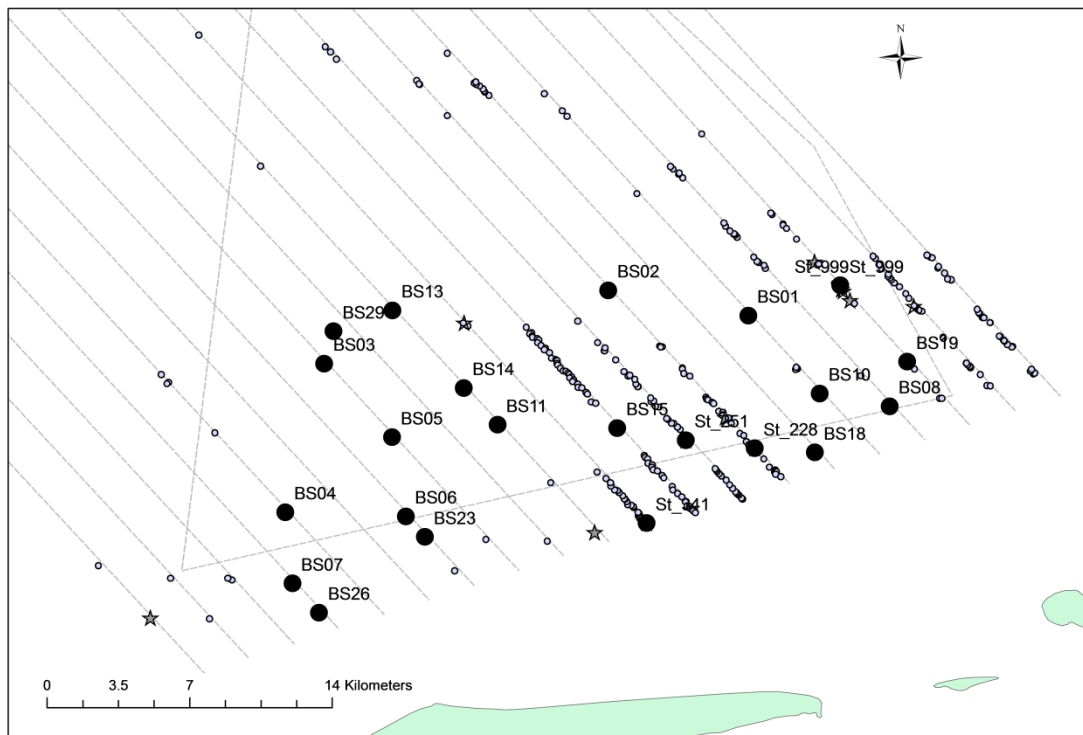
Indicatoren die in het bijzonder geschikt zijn om effecten van potentiële beschermingsmaatregelen (minder bodemberoering) te indiceren dienen te voldoen aan één of beide van onderstaande aanvullende specifieke criteria (gebaseerd op het rapport 'Voorbereidingen voor een Natura 2000 monitoringsplan voor Habitattype H1170 op de Klaverbank', (Lengkeek *et al.* 2013):

- g) Op basis van de indicatorsoorten moeten effecten van de voorgestelde beschermingsmaatregel kwantificeerbaar zijn (d.w.z. de soort neemt direct toe in aantal, formaat of complexiteit van groeivorm wanneer minder bodemverstoring optreedt, of de soort neemt toe in aantal of formaat door toename van andere soorten) (Lengkeek *et al.* 2013)
- h) De soorten kunnen worden gedetecteerd met voorgestelde monitoringstechnieken voor H1170 (video en beperkt bodemhappen (Lengkeek *et al.* 2013))

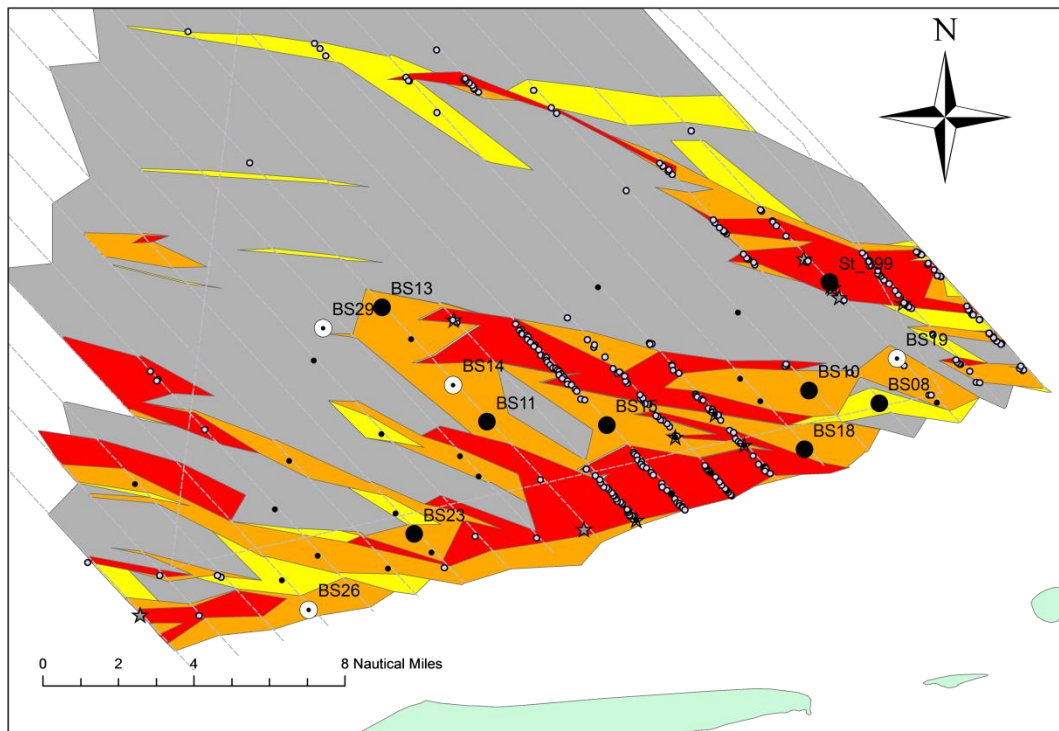




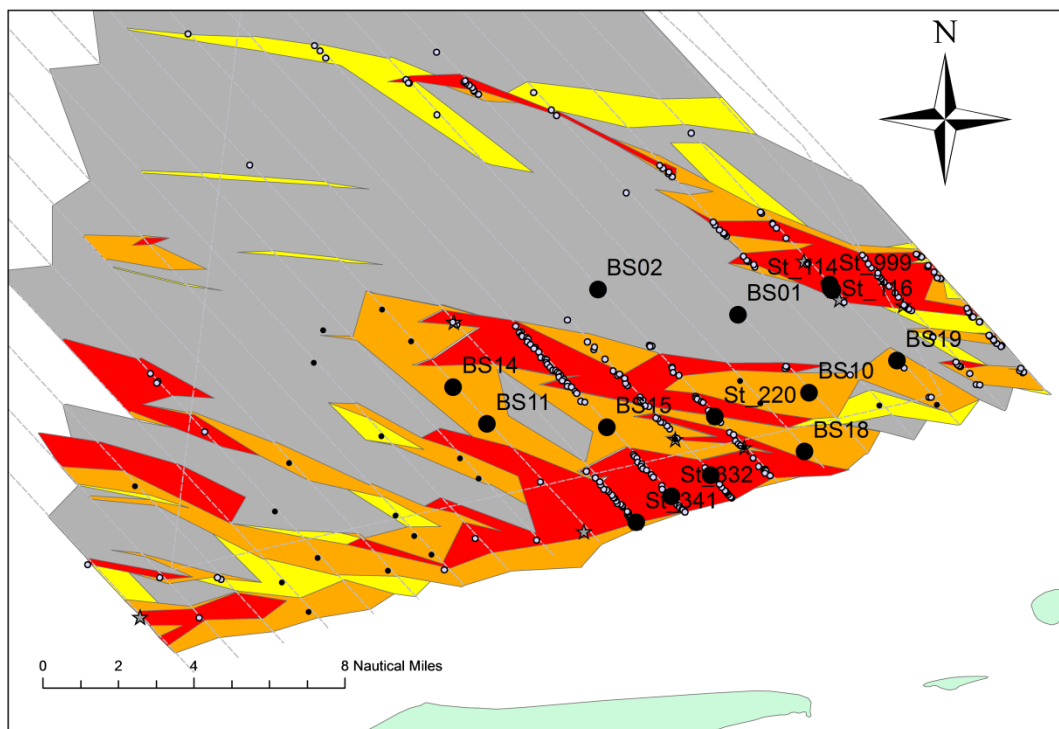
Figuur 5. Bemonsterde stations (alle technieken samen). De onderliggende kaart geeft de interpretatie weer van de side-scan sonar data uit 2009, voordat ground truthing van de data plaatsvond en laat dus niet de habitattypen zien zoals gevonden in het onderhavige rapport. De bolletjes en sterren geven de locaties van potentiële stenen >30 cm. De donkere sterretjes geven de grootste potentiële stenen aan, die het doel vormden voor het duikend onderzoek.



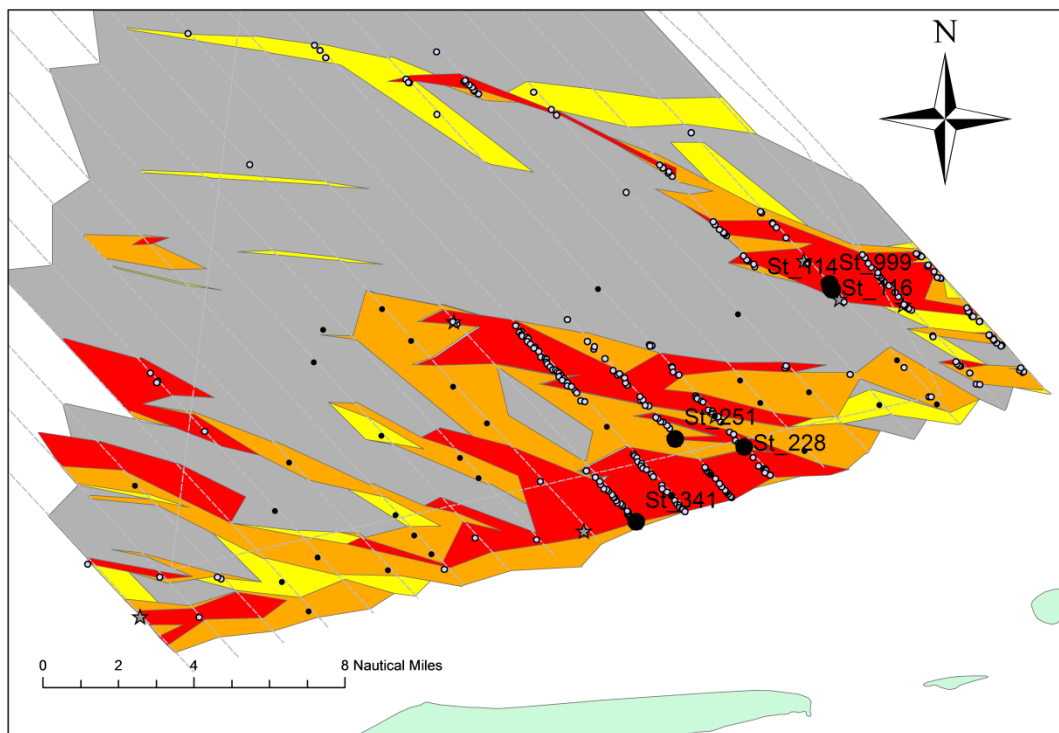
Figuur 6. Locaties sediment monsters (zwarte stippen). De kleine bolletjes en sterren zijn potentiële stenen zoals gevonden tijdens het side-scan sonar onderzoek (zie ook uitleg bij Figuur 5).



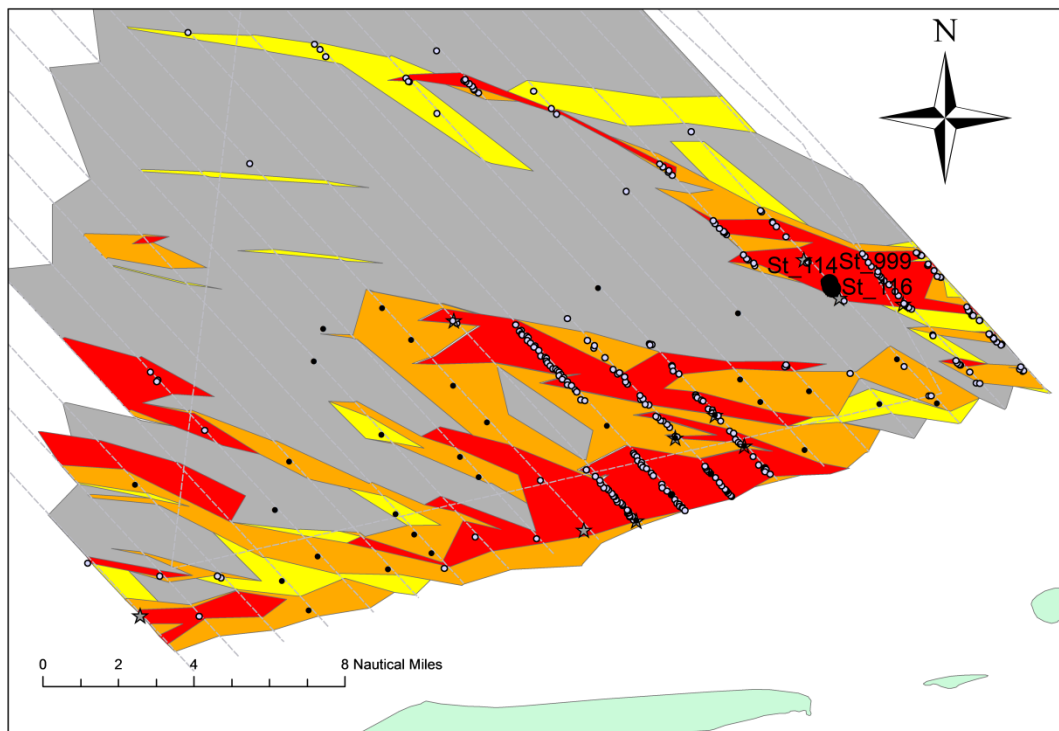
*Figuur 7. Locaties boxcore monsters. Grote zwarte stippen = monsters geanalyseerd en beschreven in dit rapport; grote witte stippen = nog niet geanalyseerd maar wel opgeslagen; kleine zwarte punten = andere monsterpunten binnen dit onderzoek. Voor een toelichting op de overige symbolen en kleuren, zie Figuur 5.*



*Figuur 8. Locaties drop down camera (dikke zwarte stippen). Voor een toelichting op de overige symbolen en kleuren, zie Figuur 5.*



*Figuur 9. Locaties lijntransect bemonsteringen SCUBA (dikke zwarte stippen). Voor een toelichting op de overige symbolen en kleuren, zie Figuur 5.*



*Figuur 10. Locaties kwadrant bemonsteringen op potentiële stenen m.b.v. SCUBA (dikke zwarte stippen). Voor een toelichting op de overige symbolen en kleuren, zie Figuur 5.*

Tabel 3. Overzicht van stations per bemonsteringstechniek. X=bemonsterd en geanalyseerd, (X)=bemonsterd maar niet geanalyseerd, (o)=geen monster genomen (want geen stenen aanwezig).\*=monsterpunt gekozen op basis van relatief hoge bezoekfrequentie door gezenderde zeehonden (zie rapport Bos & Pajmans 2012). Doel was om eventueel verband tussen locatie van zeehonden en habitatype nader te onderzoeken t.b.v. toekomstige projecten.

STATION					Sediment	Boxcore/drop down camera		SCUBA	
Station_ID	X_WG S84	Y_WGS 84	Depth (max)	Substrate op basis side-scan sonar 2009	Van Veen Boxcore Duikend	Boxcore	Drop down camera	Quadrat	Line_transect
BS01	6,3025	53,6745	14	"slib"	X		X		
BS02	6,2406	53,6856	20	"slib"	X		X		
BS03	6,1152	53,6534	22	"slib"	X				
BS04	6,0980	53,5877	17	"slib"	X				
BS05	6,1451	53,6208	18	"zand"	X				
BS06	6,1513	53,5859	16	"zand"	X				
BS07	6,1011	53,5563	15	"zand"	X				
BS08	6,3649	53,6344	16	"zand"		X			
BS10	6,3339	53,6401	17	"grind"	X	X	X		
BS11	6,1917	53,6263	24	"grind"		X	X		
BS12	6,1169	53,5671		"grind"	X				
BS13	6,1453	53,6768	21	"grind"		X			
BS14	6,1768	53,6425	22	"grind"	X	(X)	(X)		
BS15	6,2446	53,6249	22	"grind"	X	X	X		
BS16	6,3034	53,6452	18	"grind"	X				
BS17	6,3124	53,6353		"grind"	X				
BS18	6,3318	53,6141	16	"grind"		X	X		
BS19	6,3726	53,6542	19	"grind"	X	(X)	X		
BS20	6,3904	53,6347		"grind"	X				
BS21	6,1798	53,6111		"grind"	X				
BS23	6,1596	53,5768	20	"grind"		X			
BS24	6,1671	53,5687		"grind"	X				
BS25	6,1479	53,5614		"grind"	X				
BS26	6,1129	53,5434	16	"grind"	X	(X)			
BS27	6,1043	53,6090		"grind"	X				
BS28	6,0362	53,5988		"grind"	X				
BS29*	6,1193	53,6675		"Zand"	X	(X)			
St_116	6,3443	53,6853	25	"steen"			(X)	X	X
St_228	6,3052	53,6160		"steen"				(o)	X
St_118				"steen"			X		
St_251	6,2748	53,6195		"steen"				(o)	X
St_341	6,2575	53,5829	13	"steen"			X	(o)	X
St_114	6,3435	53,6860	23	"steen"			X	X	X
St_999	6,3431	53,6878	25	"steen"		X	X	X	X
St_220	6,2922	53,6295		"steen"			X		
St_246	6,2905	53,6036		"steen"			X		
St_332	6,2730	53,5943		"steen"			X		
TOTAAL bemonsterd					22 stations	12 stations	16 stations	6 stations	6 stations
TOTAAL geanalyseerd					22 stations	8 stations	14 stations	3 stations	6 stations

### 3 Resultaten

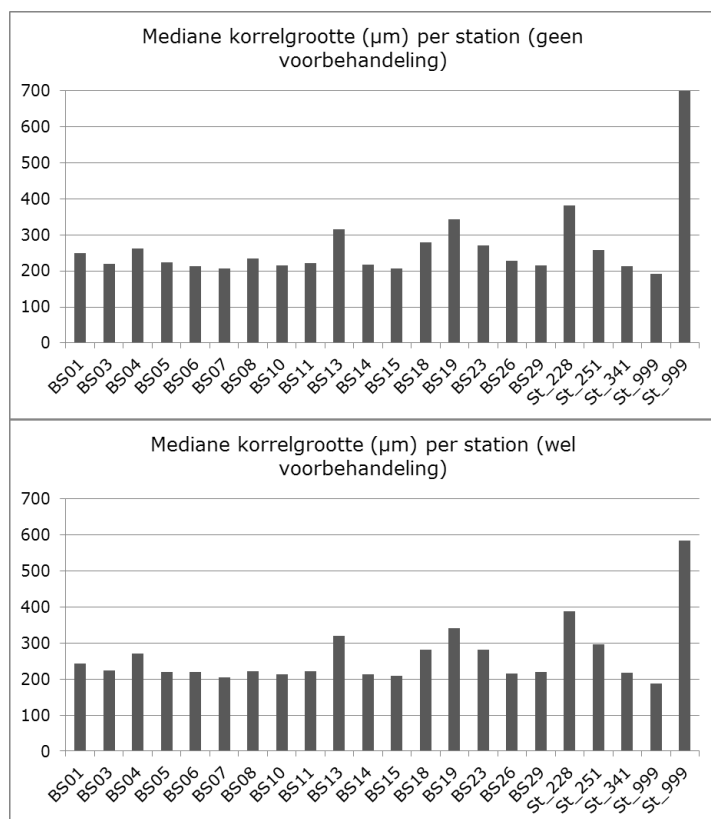
#### 3.1 Sediment

Het sediment van de meerderheid van de stations bestond uit matig fijn zand (125-210  $\mu\text{m}$ ), van een aantal uit matig grof zand (210-300  $\mu\text{m}$ ), van 2 uit zeer grof zand (300-420  $\mu\text{m}$ ) en van 1 station (Steen 999) uit uiterst grof zand (0,420-2 mm) (Figuur 11).

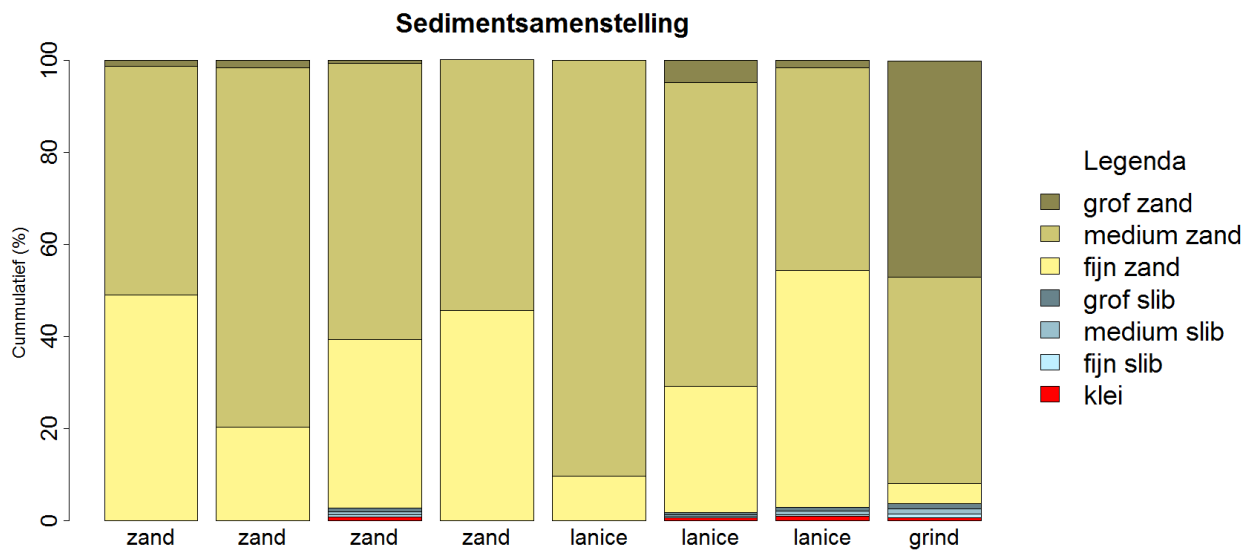
Sediment genomen uit boxcoremonsters op het zand bestaan vooral uit korrels met nagenoeg dezelfde afmeting (medium- en fijn zand) waarbij nog wel wat kleinere (slib) maar geen grotere korrels aangetroffen worden (zie onder andere hoge skewness en kurtosis waarden, Figuur 14).

Het sediment van de boxcores genomen in de *Lanice* habitat lijkt sterk op dat van het zandhabitat maar laat in 2 van de 3 monsters iets meer bereik in korrelgroottes zien dan in het merendeel van de zandmonsters (Figuur 12) evenals wat lagere skewness en kurtosis waarden (Figuur 14), hoewel die niet significant verschillend van die van het zandhabitat. Aanwezigheid van slib en klei wordt in Rabaut *et al.* (2007) toegeschreven aan aanwezigheid van schelpkokerwormen die de hydrodynamische omstandigheden verlagen waarbij fijner materiaal kan bezinken.

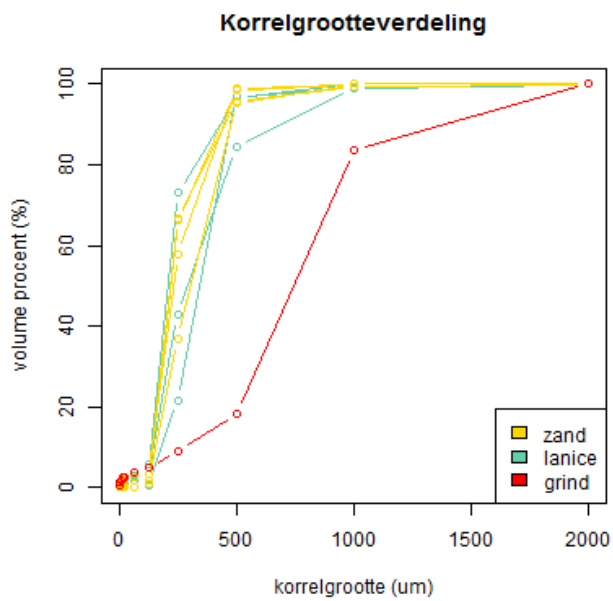
Het sediment in het grindveld is duidelijk afwijkend in structuur in vergelijking tot zowel het zand- als schelpkokerwormenhabitat. Het sediment bestaat zowel uit klei, slib, medium- en grofzand. Er is een groot scala aan verschillende korrelgroottes aanwezig in het grindveld, zie ook lage skewness- en kurtosiswaarden in Figuur 14.



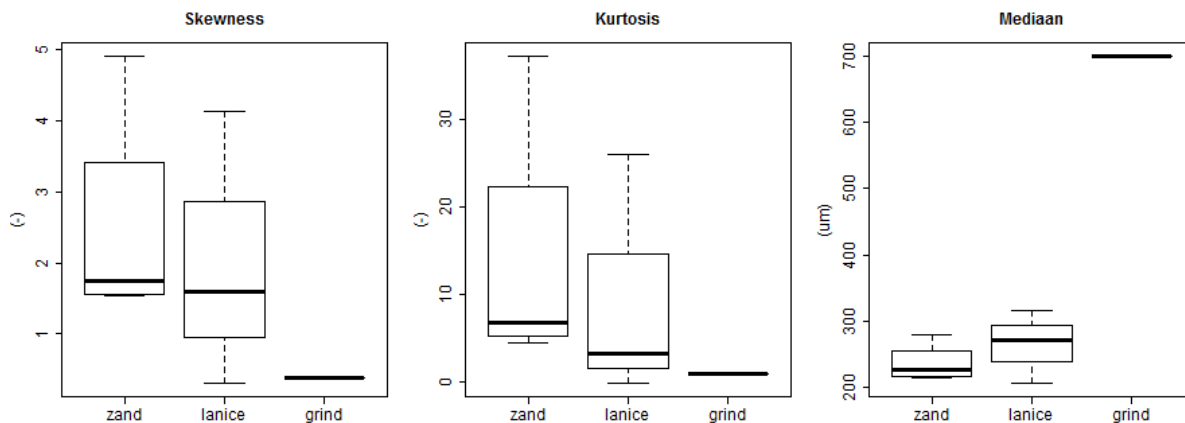
Figuur 11. Mediane korrelgrootte ( $\mu\text{m}$ ) per station. Boven: onbehandeld. Onder: voorbehandeld met peroxide (schelpgruis en organisch materiaal opgelost). Alleen in station 'Steen 999' is grind aangetroffen.



Figuur 12. Sedimentsamenstelling van de boxcore locaties.



Figuur 13. Cumulatieve korrelgrootte verdeling van het sediment uit de boxcore monsters.



Figuur 14. De sedimentkarakteristieken skewness, kurtosis en mediane korrelgrootte van de bemonsterde locaties.

### 3.2 Substraat types

Op basis van de sediment analyses, de drop down camera beelden en de SCUBA resultaten hebben we de resultaten van de side-scan sonar beelden uit 2009 (Bos & Paijmans 2012) geherinterpreteerd. Destijds is op basis van reflectiekarakteristieken het gebied opgedeeld in de sedimenttypen 'slib', 'zand', 'grind' en 'korstachtige/steenachtige structuren'. Ook zijn toen losse grotere stenen (>30 cm) gemarkeerd. Dit onderzoek laat zien dat deze interpretatie niet geheel juist is:

- Het verwachte sedimenttype 'slib' (stations BS1 t/m 4) bestond in werkelijkheid uit 'matig grof zand' met een korrelgrootte tussen 219 en 261 µm.
- Het verwachte sedimenttype 'zand' (stations BS5 t/m BS8 en BS29) bestond uit 'matig fijn zand' tot 'matig grof zand' met een mediane korrelgrootte variërend van 206-233 µm.
- Het verwachte sedimenttype 'grind' (overige stations: BS9-BS29) bestond bij de meerderheid van de stations uit zand met een hoge dichtheid kokerwormen (*Lanice conchilega*) (zie Boxcore en drop down camera resultaten). Kokerwormen produceren kokers bedekt met schelpengruis en zand, die centimeters boven het zand uitsteken en daardoor uiteraard andere side-scan sonar beelden produceren dan vlak zand.
- Een aantal 'stenen' zoals gedetecteerd met de side-scan sonar werden tijdens het duiken in het gebied nabij de Duitse grens inderdaad aangetroffen op de verwachte locatie. In de ondiepere delen boven Schiermonnikoog zijn deze stenen niet gevonden, terwijl de side-scan sonar beelden wel de aanwezigheid van 'stenen > 30 cm' deden vermoeden. In plaats daarvan zijn door de duikers 'bulten' met *Lanice conchilega* gevonden (Tabel 7).
- Tenslotte is nog een gebied bedekt met een mozaïek van zand, *Lanice conchilega*, grind, keien en grote stenen gevonden in buurt van Steen 114 en 116.

### 3.3 Boxcores (macrofauna)

Van de in totaal 12 bemonsterde stations is van 8 stations een boxcore monster uitgezocht. De overige monsters zijn niet geanalyseerd vanwege beperkingen in de tijd, omdat de nadruk lag op hard substraat (zie 'Afbakening', paragraaf 1.2). Vooral het monster 'Steen 999' uit het stenige gebied nabij Duitsland kostte veel uitzoektijd, maar was voor het bepalen van de natuurwaarde van habitattypen riffen (H1170) belangrijk. Van de acht uitgezochte boxcore monsters zijn er vier als 'zand habitat' geclassificeerd, drie als '*Lanice conchilega* veld', en 1 als 'grind'.

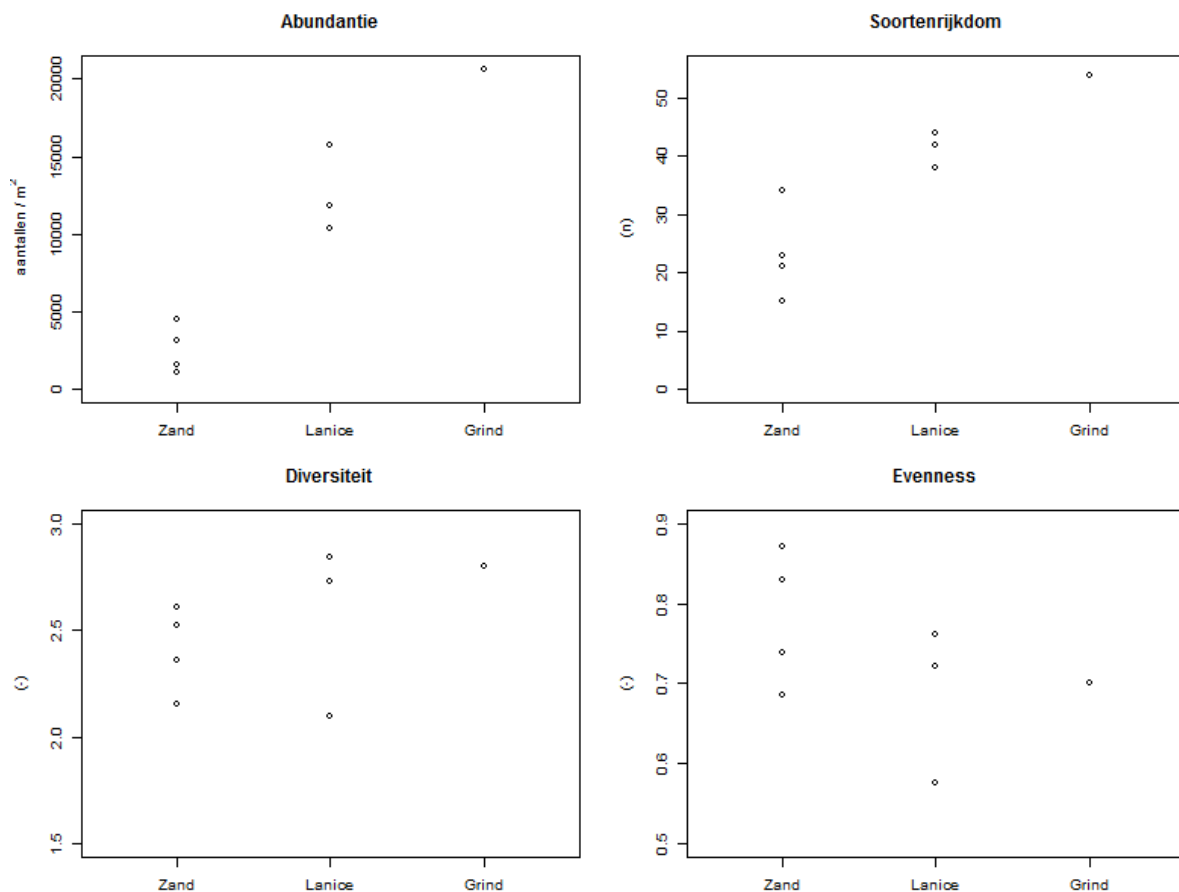


Figuur 15. Boxcore onderzoek. Boven: monster in zandig habitat; gezeefd monster. Midden: monster van *Lanice* veld (*Lanice conchilega*); gezeefd *Lanice* monster met schelpengruis en zeeklit (*Echinocardium cordatum*). Onder: gravend kreeftje (*Pestarella tyrrhena*). Foto's: IMARES.



### 3.3.1 Biodiversiteit

De soortenrijkdom (op basis van 1 boxcore hap) is met > 50 soorten het hoogst in het grind/steen habitat, gevolgd door de *Lanice* habitat (tussen de 36 en 45 soorten), en de zandhabitat (15-35 soorten). Dit is de soortenrijkdom gebaseerd op opgewerkte data, waarbij bepaalde taxa uit de ruwe data (Bijlage B) samengevoegd zijn (zie paragraaf 2.4.2). Ook de dichtheid (aantal individuen van alle soorten samen/m<sup>2</sup>) is het hoogst in de grind/steen habitat (ca 21.000 ind/m<sup>2</sup>), een stuk lager in de *Lanice* habitat (ca 10.500 tot 16.000 ind/m<sup>2</sup>) en het laagst in de zand habitat (ca 1100 tot 4500 ind/m<sup>2</sup>). De Shannon-Wiener index was het hoogst voor de *Lanice* habitat (2,8) en lager voor de andere twee. De Evenness volgde een omgekeerd patroon, met lage waarden voor het grindmonster (0,7) en hogere waarden voor het zand-habitat en de *Lanice* habitat.



Figuur 16. Boxcore data: dichtheden (abundantie, ind/m<sup>2</sup>), soortenrijkdom (N/m<sup>2</sup>), diversiteit (Shannon-Wiener index) en evenness (Pielou) voor de verschillende stations. Per bemonsterd station is 1 punt weergegeven. Er zijn 8 stations in totaal.

Tabel 4. Boxcore data: dichtheid per hap (0,07 m<sup>2</sup>) en per m<sup>2</sup> en aantal taxa per hap.

		Zand habitat <b>BS 10</b>	Zand habitat <b>BS 11</b>	Lanice veld <b>BS 13</b>	Lanice veld <b>BS 15</b>	Zand habitat <b>BS 18</b>	Lanice veld <b>BS 23</b>	Zand habitat <b>BS 8</b>	Grind <b>Steen 999</b>
Dichtheid/hap	excl Lanice	256	306	833	598	115	706	76	1.125
	incl Lanice	256	320	1.120	734	115	840	77	1.482
Dichtheid per m <sup>2</sup>	excl Lanice	3.657	4.371	11.900	8.543	1.644	10.086	1.086	16.073
	incl Lanice	3.657	4.571	16.000	10.486	1.644	12.000	1.100	21.173
N Taxa	Totaal per hap	30	36	53	57	25	56	19	71

### 3.3.2 Soortgroepen en soorten per habitat

De dichtheid per soortgroep en per soort per habitat is in *Figuur 18* en *Figuur 19* uitgezet voor de meest voorkomende soorten. De soortenaccumulatiecurve is uitgezet in *Figuur 17*.

#### Zandhabitat:

In het zandhabitat hebben wormen (Annelida) de hoogste dichtheid en kennen ze het hoogste aantal soorten (gemiddeld 13 soorten/boxcore hap), gevolgd door de kreeftachtigen (Crustacea; 5 soorten) en weekdieren (Mollusca: 4 soorten). De meest abundante soort in de zand habitat is *Urothoe poseidonis* (bulldozerkreeftje), gevolgd door de wormen *Ophelia borealis* en *Scoloplos armiger* (wapenworm).

In het zand worden opvallend veel kreeftachtigen in relatief hoge dichtheden aangetroffen. Kenmerkend zijn *Urothoe poseidonis*, die zich in kan graven en geassocieerd is met zandig sediment, en *Bathyporeia elegans* (zie Bijlage B). Daarnaast zijn *Bathyporeia pelagica* en *Bathyporeia guilliamsoniana* belangrijke onderscheidende kreeftachtigen voor het zandhabitat. Deze soorten worden geassocieerd met een *Bathyporeia-Angulus* benthosgemeenschap (Rachor & Nehmer 2003).

#### Lanice velden:

De meest voorkomende diergroep wordt ook hier gevormd door de wormen, met 23 soorten, gevolgd door de kreeftachtigen (8 soorten) en weekdieren (5 soorten). De meest voorkomende soort in de *Lanice*-velden is de worm *Spiophanes bombyx*, gevolgd door *Lanice conchilega* (schelp- of zandkokerworm) en *Scoloplos armiger*.

Op de *Lanice*-velden worden relatief veel wormensoorten aangetroffen. De hier aangetroffen soorten komen overeen met die gevonden door Rabaut *et al.* (2007). Naast weekdieren en kreeftachtigen worden ook hydroïdpoliepen in grotere aantallen gevonden, zoals *Tubularia indivisa* (penneschaft) en *Ectopleura larynx* (gorgelpijp). Deze soorten zijn dikwijls aanwezig op de kokers van *Lanice*. De zeerups *Malmgreniella arenicolae*, een commensaal levende worm, werd tijdens de analyse gevonden in lege kokers van de schelpkokerworm. De aangetroffen soorten worden geassocieerd met een *Angulus fabula* benthosgemeenschap van fijn tot middelgrof zand (Rachor & Nehmer 2003). Soorten die met deze gemeenschap worden geassocieerd zijn: *Lanice conchilega*, *Urothoe poseidonis*, *Spiophanes bombyx* en *Magelona johnstoni*.

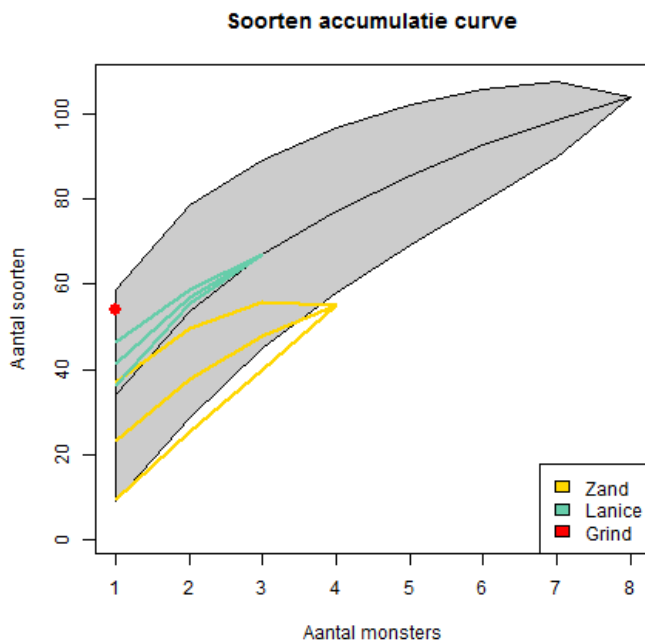
#### Grind/steen habitat:

In de 'grind/steen' habitat (rondom Steen 999) is de meest voorkomende soortgroep die van de wormen met 24 soorten in 1 boxcore monster. Ook van kreeftachtigen (12 soorten) en weekdieren (10 soorten) waren verschillende soorten aanwezig.

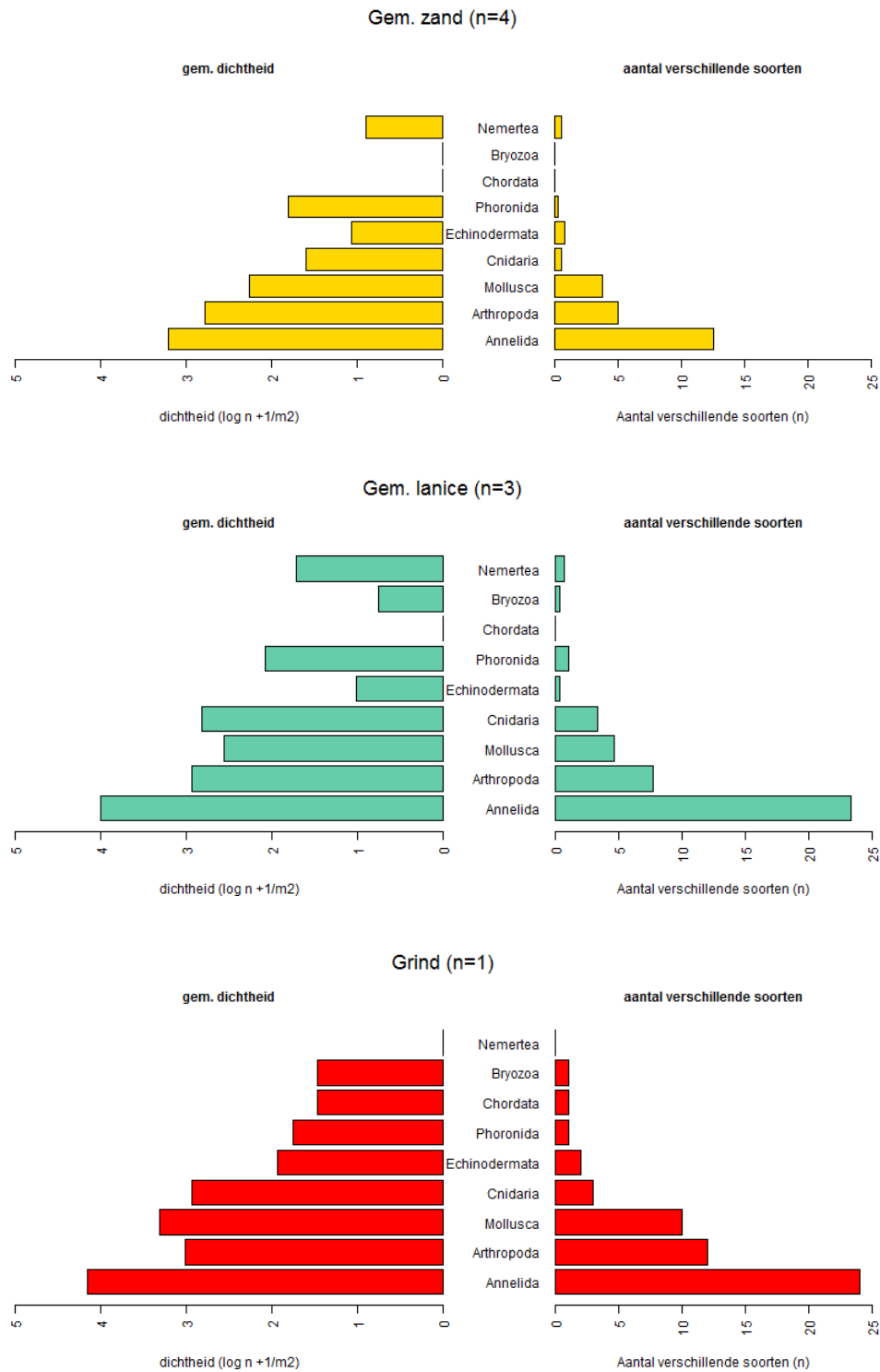
De meest voorkomende soort is *Lanice conchilega*, gevolgd door *Scoloplos armiger* en *Abra alba* (witte dunschaal). Kenmerkend is ook de veel lagere abundantie van gravende kreeftjes (*Urothoe*, *Bathyporeia*; Figuur 15 en soortenlijst in bijlage).

Het monster genomen in het grindveld onderscheidt zich onder andere door het hoge aantal weekdiersoorten. Het Nederlands zee-areaal bestaat maar voor een beperkt deel uit grind/stenig habitat waardoor de gevonden weekdiersoorten die hiermee geassocieerd zijn normaal gesproken weinig aangetroffen worden in Nederland. Voorbeelden welke tijdens deze inventarisatie aangetroffen zijn, zijn *Alvania lactea* (wit drijfhoorentje) en *Striarca lactea* (melkwitte arkschelp) (De Bruyne *et al.* 2013). *Alvania* is een soort welke veelal onder grote stenen leeft op plaatsen met grover zand. Daarnaast is *Abra alba* (witte dunschaal), een veelvoorkomende soort, in hoge dichtheid aangetroffen. Deze soorten worden geassocieerd met een *Goniadella-Spisula* gemeenschap van grof zandig en stenig gebied (Rachor & Nehmer 2003). Soorten die met deze gemeenschap worden geassocieerd zijn onder andere de wormen *Spio cf. filicornis* en *Aonides paucibranchiata*, beide soorten zijn ook in dit onderzoek aangetroffen.

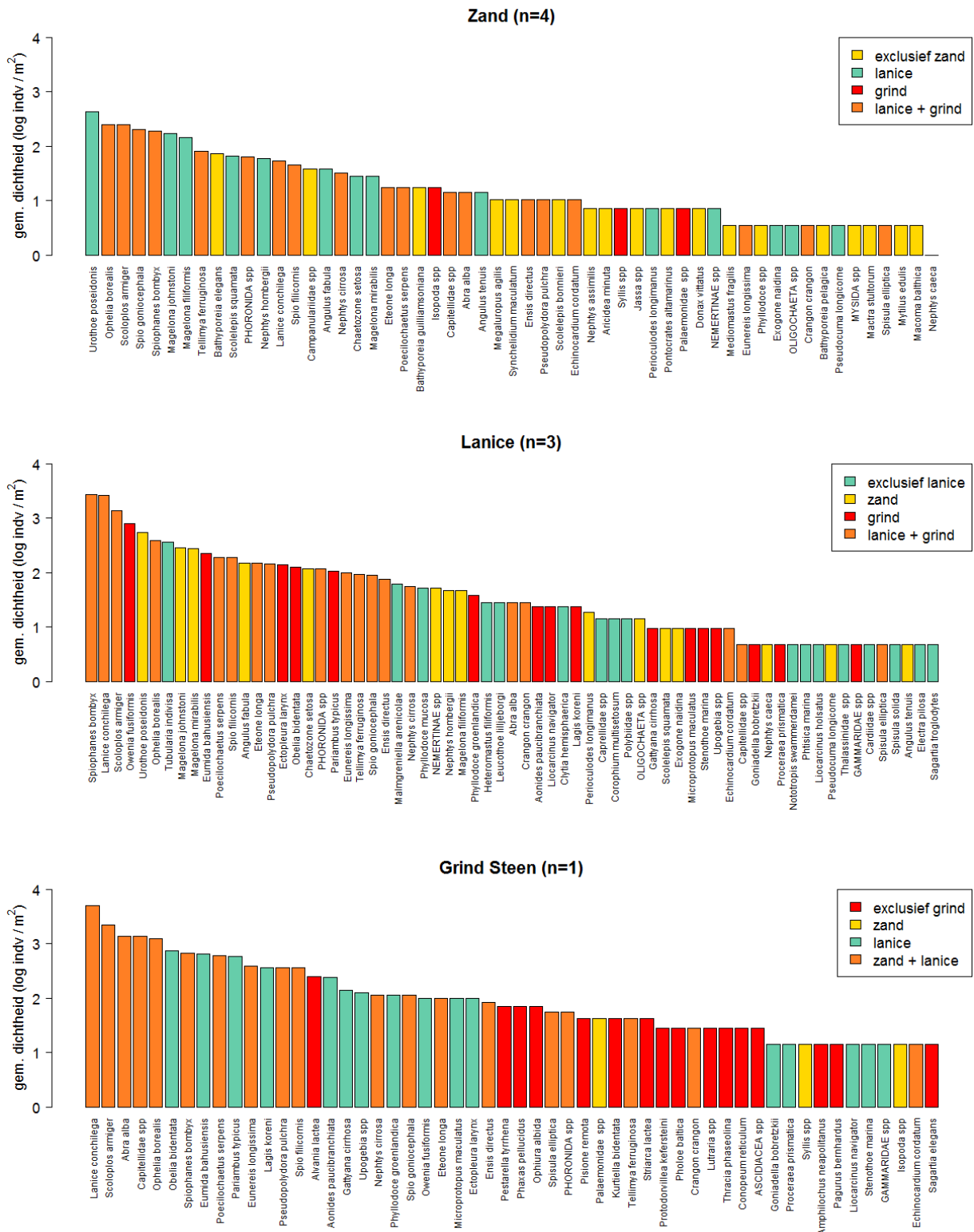
Opgemerkt dient te worden dat in het monster genomen in het grindveld de hoogste dichtheid van *Lanice conchilega* aangetroffen is. Veel soorten aanwezig in het stenengebied zijn dan ook tevens aangetroffen in het *Lanice*-gebied, zoals een aantal kreeftachtigen: *Pariambus typicus* (spookkreeft), *Upogebia spp.*, *Microprotopus maculatus* (een vlokreeft) en *Pestarella tyrrhena*. Met de boxcorer zijn geen (grote) stenen bemonsterd. Soorten die zich op stenen vasthechten, zoals zeeanjerier en dodemansduim, zijn niet in het boxcorermonster aangetroffen maar zijn wel geregistreerd op videobeelden en door duikers. Ook de noordzeekrab is met de onderwatercamera geregistreerd.



*Figuur 17. Boxcore data: soortenaccumulatie-curve. De curves laten de toename in soortenrijkdom zien met het toenemend aantal monsterpunten, waarbij opgemerkt moet worden dat het aantal monsterpunten in dit onderzoek zeer beperkt is. De groene curve (inclusief onzekerheid) geeft het toenemend aantal soorten weer in de Lanice habitat (3 monsters), de oranje curve in het zandige habitat (4 monsters), de rode stip in het stenige habitat (1 monster rondom steen 999) en de grijze curve het totaal van alle monsters (8 monsters).*



Figuur 18. Boxcore data. Links: gemiddelde dichtheid ( $\log(n+1)/m^2$ ) per diergroep (phylum) per habitat (zand, Lanice, grind/steen). Rechts: Aantal soorten per diergroep (phylum). 'n' is het aantal monsters.



Figuur 19. Boxcore data. Aantal individuen per soort per m<sup>2</sup> (NB dichtheid is uitgedrukt op <sup>10</sup>log schaal) per habitat (zand, Lanice, grind/steen). De kleur geeft aan in welke habitats de soort nog meer is aangetroffen. 'n' is het aantal monsters.

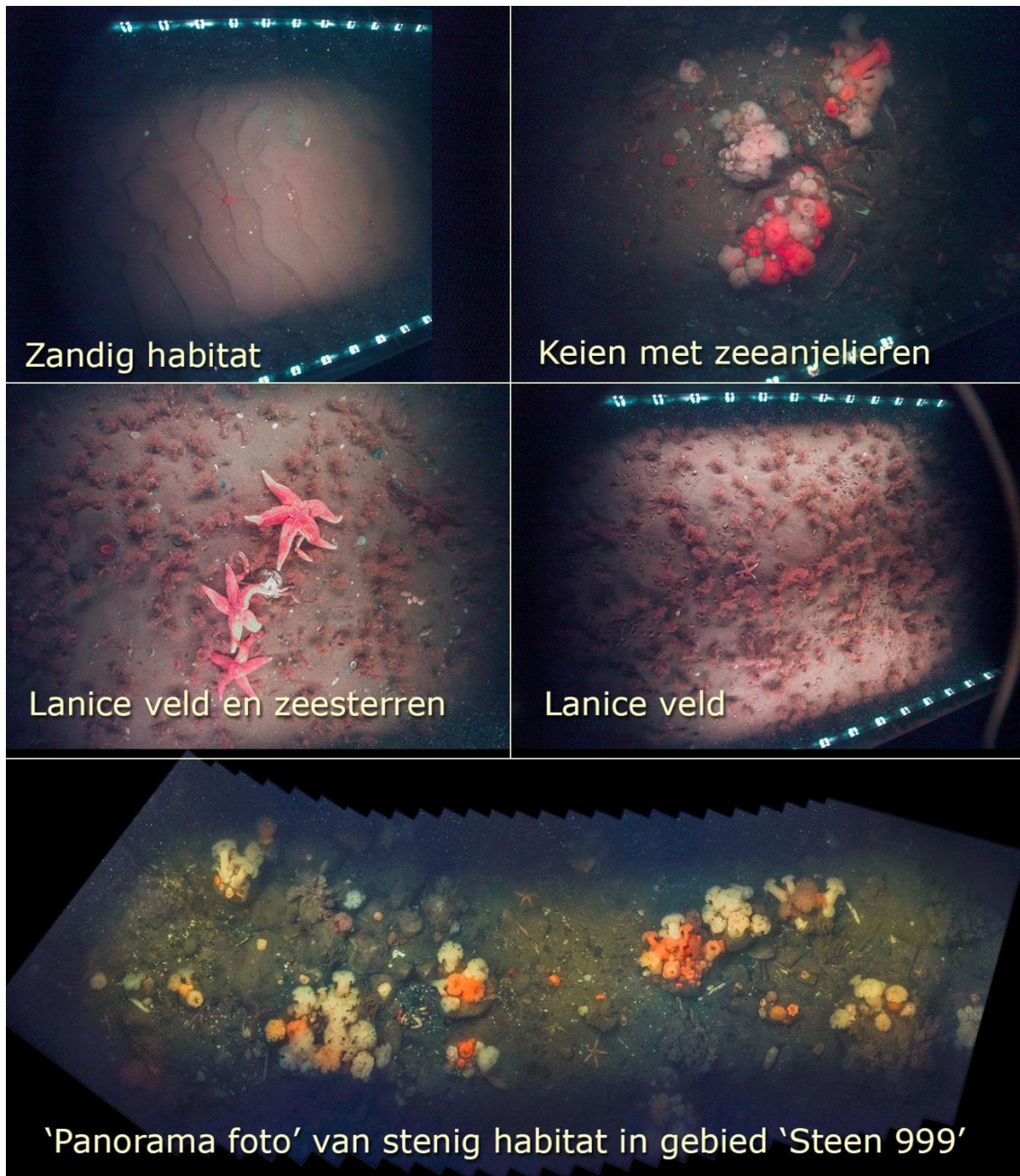
### 3.4 Drop down camera (epifauna)

In totaal zijn op 16 stations opnames gemaakt, in zowel gebieden met zand, als met *Lanice conchilega*, als met stenen. Van 13 stations zijn de beelden geanalyseerd. Bij steen 999 is een lange opname gemaakt, waarvan twee gedeeltes (a en b) zijn geanalyseerd. De verschillende habitats zijn zichtbaar in *Figuur 20*.

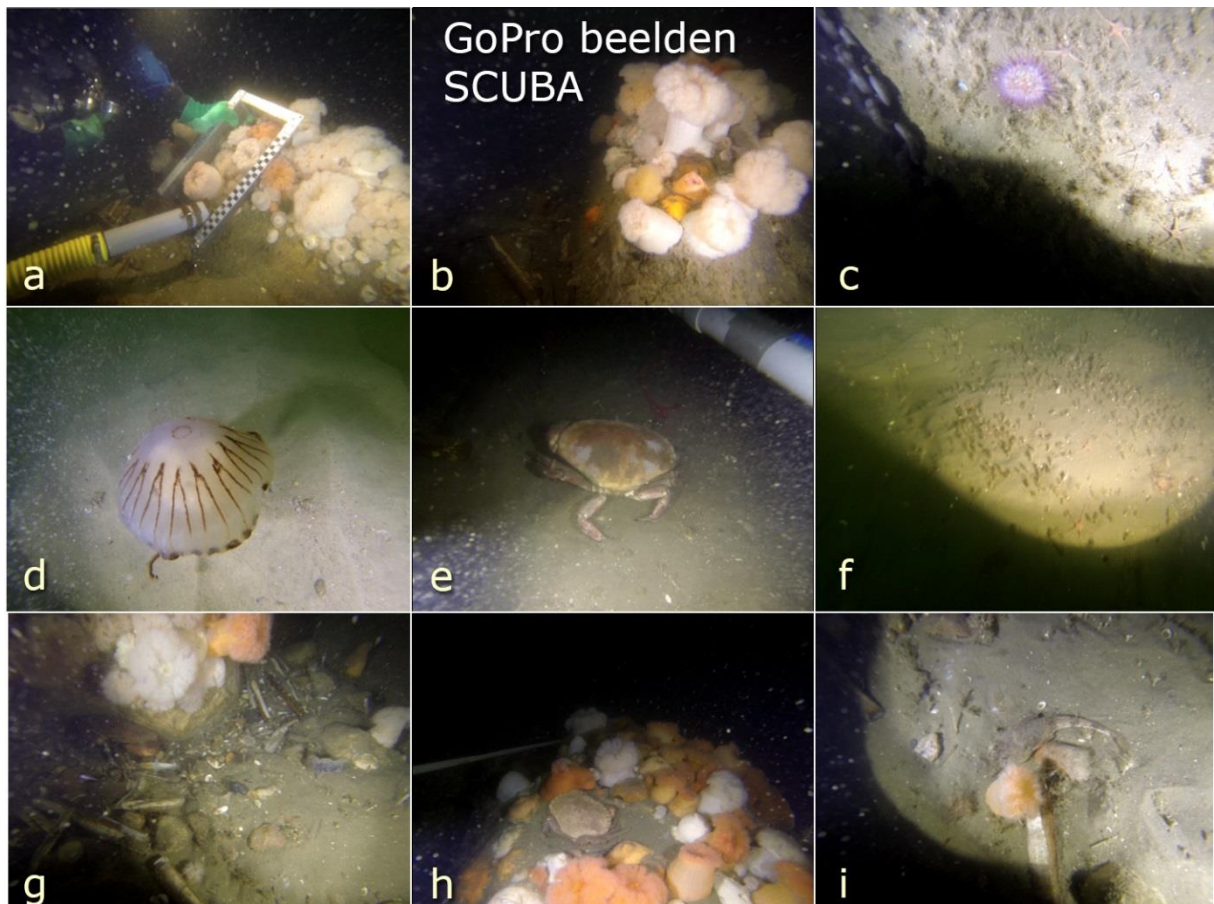
- Zand habitat: In het zandige habitat kwam bijna altijd *Lanice* voor, slangsterren, krabben en zeesterren (voor soortenlijst zie Bijlage D).
- *Lanice* habitat: In de *Lanice* habitat waren naast slangsterren en krabben ook redelijk wat anemonen aanwezig en waren er in vergelijking met de zandige habitat veel meer zeesterren aanwezig.
- Grind habitat: De grindvelden in de buurt van locatie 'Steen 999' kenden de grootste aantallen individuen en soorten, waarbij naast de kokerwormen de zeeanjelieren (*Figuur 20* rechtsboven, en panoramafoto) en andere anemonen en slangsterren overheersten. Ook zijn er 2 noordzeekrabben gezien (Bijlage D).

*Tabel 5. Drop down camera data. Lanice dichtheden < 500 ind/m<sup>2</sup> (aangegeven met 0) of > 500 ind/m<sup>2</sup> (1) voor 2 foto's per station.*

Station	BS01	BS02	BS10	BS11	BS15	BS18	BS19	ST_118	ST_220	ST_246	ST_332	ST_341	ST_999a	ST_999b
Foto 1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1
Foto 2	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0



*Figuur 20. Drop down camera onderzoek. Verschillende substraten in het Borkumse Stenen gebied. Elke foto komt overeen met circa 0,33 m<sup>2</sup>. De onderste foto is samengesteld uit 26 overlappende foto's en geeft een gebiedje van circa 2 x 0,5 m weer. Foto's: IMARES.*



Figuur 21. SCUBA onderzoek. a) kwadrant van 0,05 m<sup>2</sup> en airlift; b) steen met zeeanjelieren *Metridium senile*; c) kokerwormen *Lanice conchilega*, slibanemonen *Sagartia troglodytes* en horsmakreeltjes *Trachurus trachurus*; d) kompaskwal *Chrysaora hysoscella*; e) Noordzeekrab *Cancer pagurus*; f) kokerwormen met anemonen; g) rand van steen met veel *Ensis*; h) steen met Noordzeekrab; i) harnasmannetje *Agonus cataphractus*. Foto's: IMARES/Bureau Waardenburg.



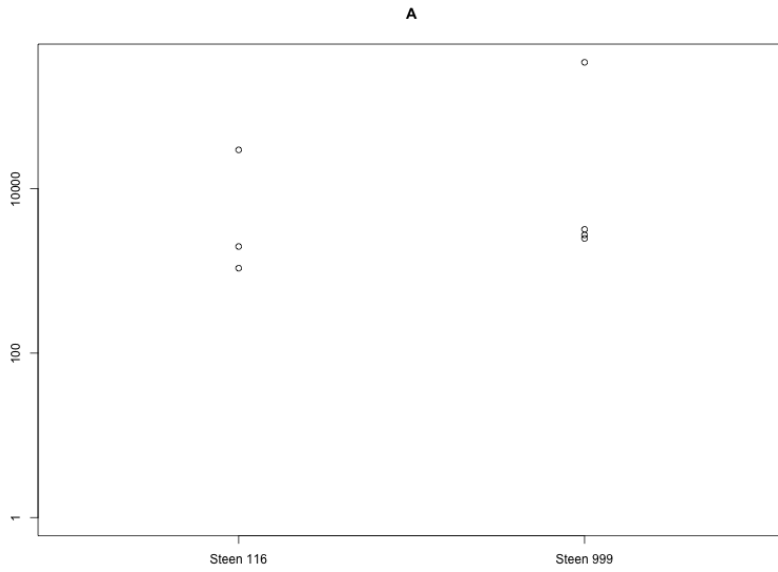
### 3.5 SCUBA kwadrant (macrofauna)

Er is gedoken op 6 verschillende locaties (*Tabel 3, Tabel 6*). Alleen van de locaties nabij de Duitse grens (Steen 114, Steen 116 en Steen 999) zijn succesvol 'schraapmonsters' genomen (*Figuur 21*). Op de andere locaties waar er stenen waren verwacht op basis van de side-scan sonar beelden, werden door de duikers geen stenen aangetroffen. In plaats daarvan werden enkele 'bulten' met grote dichtheden van de kokerworm *Lanice conchilega* gevonden.

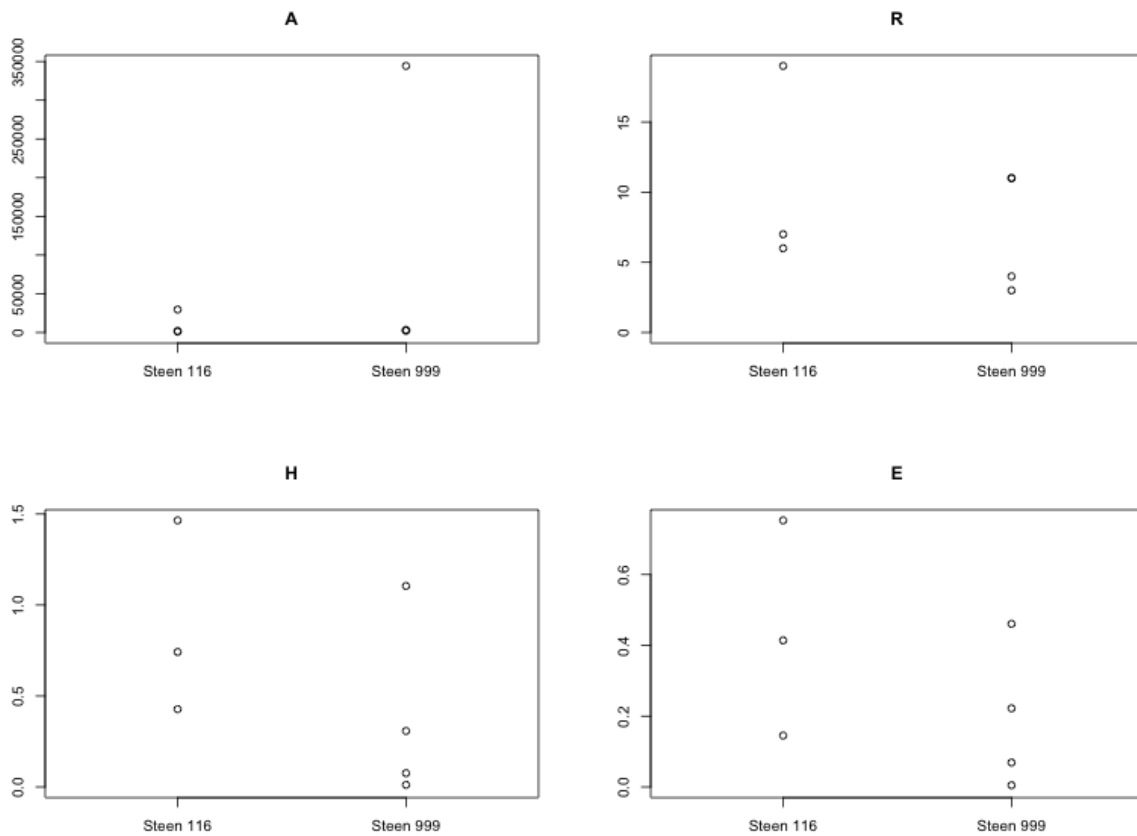
Er zijn in totaal 7 monsters (0,05 m<sup>2</sup>) gedetermineerd van (slechts) twee locaties: 'Steen 116' en 'Steen 999' (zie soortenlijst/monster in Annex E). Meer was niet mogelijk binnen de tijdspanne van dit project. De soortenrijkdom varieerde tussen de monsters van 3 tot 21 soorten (gemiddeld: 9,6 soorten/monster). De dichtheid (aantal individuen van alle soorten samen/0,05 m<sup>2</sup>) varieerde van 1 tot 17141 individuen, de Shannon-Wiener index van 0 tot 1,4 en de Evenness van 0 tot 1,8 (*Figuur 22, Figuur 23*). Verder laat *Figuur 24* de soortenaccumulatiecurve zien, waarbij het aantal monsters uiteraard zeer beperkt is, maar die wel aangeeft dat de twee stenen in soortensamenstelling verschillen en dat bij meer monsters nog meer soorten te verwachten zijn.

*Tabel 6. SCUBA kwadrant. Detailoverzicht schraapmonsters.*

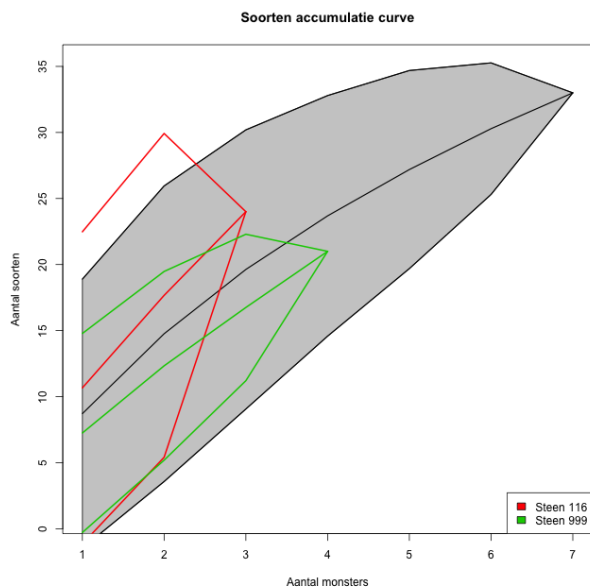
Sample_number	Date	Loc_name	Loc_number	Orientation quadrant	Subs_type	Sample_size (cm2)	No_cont.	Depth (m)	Temp (C)	Type	Remarks
SS0059 A+B	12-08-13	steen 116	S0048	Diagonal	steen	500	2	28	18	Biodiv & DNA mbc	B = DNA mbc sub sample
SS0060	12-08-13	steen 116	S0048	Diagonal	steen	500	1	28	18	biodiv	
SS0061	12-08-13	steen 116	S0048	Diagonal	steen	500	1	28	18	biodiv	
SS0062 A+B	15-08-13	steen 114	S0049	Diagonal	steen	500	2	28	18	Biodiv & DNA mbc	B = DNA mbc sub sample
SS0063	15-08-13	steen 114	S0049	Diagonal	steen	500	1	28	18	biodiv	taken next to SS0064
SS0064	15-08-13	steen 114	S0049	Diagonal	steen	500	1	28	18	biodiv	taken next to SS0063
SS0065	15-08-13	steen 114	S0049	Vertical	steen	500	1	28	18	biodiv	
SS0066	16-08-13	steen 999	S0050		steen	500	1			biodiv	
SS0067 A+B	16-08-13	steen 999	S0050		steen	500	2			biodiv & DNA mbc	B = DNA mbc sub sample
SS0068	16-08-13	steen 999	S0050		steen	500	2			biodiv & eDNA	eDNA EDSS0068
SS0069	16-08-13	steen 999	S0050		steen	500	1			biodiv	
SS0070	16-08-13	steen 999	S0050	n/a	steen	n/a	5	28	18	biodiv	5 stones, put away seperately



Figuur 22. SCUBA kwadrant data: dichtheden (abundantie: totaal aantal individuen per 0,05 m<sup>2</sup>) per monster.



Figuur 23. SCUBA kwadrant data: dichtheden (A: abundantie), soortenrijkdom (R), diversiteit (H: Shannon-Wiener index) en evenness (E: Pielou) voor de verschillende stations. Per station zijn 3 monsters genomen (0,05 m<sup>2</sup>).



Figuur 24. SCUBA kwadrant data: soortenaccumulatie-curve. De curves laten de toename in soortenrijkdom zien met het toenemend aantal monsterpunten. De groene curve (inclusief onzekerheid) geeft het toenemend aantal soorten weer bij station 'Steen 999' (4 monsters), de rode curve in station 'Steen 116' (3 monsters), en de grijze curve het totaal van alle monsters (7 monsters van 0,05 m<sup>2</sup>).

### 3.6 SCUBA lijntransect (epifauna)

De lijntransecten zijn op alle duiklocaties uitgevoerd (Tabel 3). Op één van de locaties (Steen 341) was het zicht zo slecht (<0,5 m) dat er gewerkt is met een 'scanbreedte' van 1 meter, in plaats van de gebruikelijke 2 meter. De lijntransectmethode werkte goed. Per duik is een beschrijving gemaakt (zie Tabel 7). De soortenlijst staat in bijlage F. In totaal zijn 24 soorten aangetroffen op de zandbodem en 16 soorten in/op grote stenen die in het transect voorkwamen.

**Hard substraat:** Alleen bij steen 116, 114 en 999 zijn harde substraten gevonden (zie Bijlage F). De stenen waren voor 100% begroeid met typische hard-substraat soorten zoals zeeanjerieren, sponzen, hydroidpoliepen, dodemansduim en grijze korstzakpijp, met daartussen soorten als de ringsprietgarnaal, Noordzeekrab, slakdolf (visje), heremietkreeft, ringsprietgarnaal en hooiwagenkrab. Op de zandbodems rondom de stenen werd een hoge dichtheid van de kokerworm *Lanice conchilega* aangetroffen met verschillende soorten anemonen en soorten zoals zeenaalden, grondels, heremietkreeften met ruwe zeerasp en schol.

**Zacht substraat:** Op de overige duiklocaties (Steen 228, 251 en 341) is geen hard substraat aangetroffen. Daar bestond de bodem uit zand, voor 5-25% bedekt met kokerwormen en verder soorten als zwemkrab, heremietkreeft, zeester, grondels, horsmakreel, slangsterren, zeenaald, sliibanemonen en garnaal (*Crangon crangon*). Ook zijn roggeneieren aangetroffen.

Bij steen 341 zijn 'bulten' met *Lanice conchilega* aangetroffen in de zoektocht naar stenen door duikers (Tabel 7). Waarschijnlijk zijn deze bulten aangezien voor stenen op de side-scan sonar beelden (Bos & Pajmans 2012).

Tabel 7. SCUBA onderzoek: Beschrijving lijntransecten bij verschillende duiklocaties op de Borkumse Stenen (voor wetenschappelijke namen zie Bijlage F en Bijlage G).

Duik	Locatie	Beschrijving
1	St_116	Zandbodem met 3 grote (ca 1 m) stenen op een transect van 50 meter. Zand is voor 85% bedekt met leven: 80% <i>Lanice</i> , 5% anemonen waarvan sierlijke slibanemoon, slibanemoon en viltkoker. Op het zand leven vissen: grondels spec, schol, pitvis en harnasmannetje. Ook leven er veel gewone zeesterren, slangsterren, heremietkreeften, zwemkrabben, <i>Ensis</i> sp en grote zeenaald. Op de stenen is de fauna anders. 60% is bedekt met zeeanjelieren. Ook komen er broodspons, grijze korstzakpijp, hydroid poliepen, ringsprietgarnalen, Noordzeekrabben en slakdolven voor.
2	St_228	Diepte 22 meter. Egale zandbodem met ca 5 % <i>Lanice</i> . Geen harde substraten waargenomen. Aanwezige soorten zijn zwemkrab, heremietkreeft, zeester, grondels, horsmakreel, slangsterren, zeenaald, slibanemonen, schol en garnalen ( <i>Crangon crangon</i> ).
3	St_251	Diepte 21 meter. Egale zandbodem met ca 25 % <i>Lanice</i> . Geen harde substraten waargenomen. Inktviseieren van 2 soorten gezien (pijlinktvis en dwergpijlinktvis). Deze zaten vast op krabbenschild niet op steen. Overige aanwezige soorten zijn zwemkrab, heremietkreeft, zeester, grondels, horsmakreel, slangsterren, zeenaald, slibanemonen en garnalen ( <i>Crangon crangon</i> ).
4	St_341	Diepte 15 meter. Slecht zicht, ca 1 meter, daardoor maar een half transect opgenomen (50 x 1 meter). Egale zandbodem met ca 25 % <i>Lanice</i> . Geen harde substraten waargenomen. Ben Stiefelhagen heeft dichte concentraties <i>Lanice</i> gezien waardoor er klomp-vormige verhogingen op de bodem ontstonden. Ik niet. Waargenomen soorten zijn o.a. gewone zwemkrab, heremietkreeft, gewone zeester, slangster, slibanemoon, sierlijke slibanemoon, grondels, tong, schol, grauwe poon, harnasmannetje, enkele hydroid poliepen, gewone garnaal ( <i>C. crangon</i> ), strandkrab en een enkele gorgelpijp.
5	St_114	Zandbodem met enkele zeer grote stenen tot wel 1,5 meter diameter. De zandbodem is voor 85% bedekt met zandkokerwormen ( <i>Lanice</i> ) en voor 5% met anemonen van verschillende soorten. Verder leven op de zandbodem kleine zeenaalden, grondels, heremietkreeften met ruwe zeerasp en schol. Er zijn drie grote stenen aangetroffen. Twee daarvan waren sterk begroeid, met zeeanjelieren als dominante soort. Verder werden ringsprietgarnalen, noordzeekrabben, gele kostspons, slakdolven, heremietkreeften, hydroid poliepen, hooiwagenkrabben en zeepokken aangetroffen.
6	St_999	Gemengde zand-stenen bodem. Gemiddelde bedekking van steen op het transect is 40%. De stenen hebben een formaat van 20-40 cm. Het zand is voor 5 % bedekt met <i>Lanice</i> , verder komen er slibanemonen, sierlijke slibanemonen, zeesterren, slangsterren, grondels, horsmakrelen en pitvissen, zwemkrabben en gewimperde zwemkrabben voor. De stenen zijn voor 100 % bedekt met leven, gemiddeld 50% met zeeanjelieren, hydroidpoliepen, ringsprietgarnalen, mosdiertjes van verschillende soorten, gorgelpijpen, dodemansduimen, broodsponzen, grijze korstzakpijpen, zeerasp, tongschar, hooiwagenkrab, noordzeekrab.

### 3.7 Overzicht biodiversiteit

In totaal zijn er tijdens de survey 199 verschillende taxa gedetermineerd (meeste op soortniveau, kleiner deel op hoger niveau) (zie Bijlage H). Waarschijnlijk zijn dit ongeveer 180-190 verschillende soorten, door overlappende taxa. *Ophiura* sp. (op camera) is bijvoorbeeld waarschijnlijk hetzelfde als de slangster *Ophiura ophiura* (gedetermineerd uit boxcore monsters). Er is omwille van de tijd niet verder geanalyseerd in hoeverre de taxa overlappen.

Tabel 8. Overzicht biodiversiteit Borkumse Stenen met aantallen soorten, dichtheden, en meest voorkomende (maar niet perse de meest kenmerkende) soorten of soortgroepen per habitat type (zand, *Lanice* veld, grind/stenen).

Biodiversiteit			
<b>Totaal aantal taxa:</b>			
<b>199 (circa 180-190 soorten, zie Bijlage H)</b>			
	Zand habitat	<i>Lanice</i> veld	Grind / Stenen
Boxcore (0,07 m <sup>2</sup> )	15-35 soorten ca 1100-4500 ind/m <sup>2</sup>	36-45 soorten ca 10.500-16.000 ind/m <sup>2</sup>	In bodem: > 50 soorten ca 21.000 ind/m <sup>2</sup>
Drop down camera (circa 10 m <sup>2</sup> )	2-7 soorten 2-12 ind/10 m <sup>2</sup> (excl <i>L. conch.</i> )	4-7 soorten 17-35 ind/10m <sup>2</sup> (excl <i>L. conch.</i> )	Nvt
SCUBA-kwadrant (0,05 m <sup>2</sup> )	nvt	nvt	43 soorten totaal op 2 locaties in 7 monsters 54 tot 17.221 ind/monster
SCUBA- lijntransect (100 m <sup>2</sup> )	12-18 soorten op/bij bodem	11-14 soorten op/bij bodem	15 soorten op stenen. 14 soorten op/bij bodem
Meest voorkomende soortgroep of soort			
Boxcore (0,07 m <sup>2</sup> )	Soortgroepen: <i>Annelida</i> (Wormen) (gemid. 13 soorten/hap) <i>Arthropoda</i> (Kreeftachtigen) (5) <i>Mollusca</i> (Mollusken) (4)  Soorten: <i>Urothoe poseidonis</i> (een vlokkreeftje) <i>Ophelia borealis</i> (een worm) <i>Scoloplos armiger</i> (Wapenworm)	Soortgroepen: <i>Annelida</i> (Wormen) (23) <i>Arthropoda</i> (Kreeftachtigen) (8) <i>Mollusca</i> (Mollusken) (5)  Soorten: <i>Spiophanes bombyx</i> (een kokerworm) <i>Lanice conchilega</i> (Zandkokerworm) <i>Scoloplos armiger</i> (Wapenworm)	Soortgroepen (in grindbodem) <i>Annelida</i> (Wormen) (24) <i>Arthropoda</i> (Kreeftachtigen) (12) <i>Mollusca</i> Mollusken (10)  Soorten (in grindbodem): <i>Lanice conchilega</i> (Zandkokerworm) <i>Scoloplos armiger</i> (Wapenworm) <i>Abra alba</i> (Witte dunschaal)
Drop down camera (circa 10 m <sup>2</sup> )	<i>Lanice conchilega</i> (Zandkokerworm) <i>Ophiura</i> sp. (Slangster sp.) <i>Brachyura</i> sp. (Krab sp.)	<i>Lanice conchilega</i> (Zandkokerworm) <i>Ophiura</i> sp. (Slangster sp.) <i>Asterias rubens</i> (Gewone zeester) <i>Brachyura</i> sp. (Krab sp.) <i>Anthozoa</i> sp (Anemoon sp.)	<i>Lanice conchilega</i> (Zandkokerworm) <i>Anthozoa</i> sp (Anemoon sp.) <i>Ophiura</i> sp. (Slangster sp.) <i>Asterias rubens</i> (Gewone zeester)

SCUBA-kwadrant (op stenen) (0,05 m <sup>2</sup> )	nvt	nvt	<i>Diplosoma listerianum</i> (Grijze korstzakpijp) <i>Metridium senile</i> (Zeeanjelier) <i>Eudendrium</i> sp. (Hydroidpoliep sp.) <i>Sertularia cupressina</i> (Zeecypres)
SCUBA-lijntransect (bodem) (100 m <sup>2</sup> )*	<i>Lanice conchilega</i> (Zandkokerworm) <i>Pomatoschistus</i> sp. (Grondel) <i>Trachurus trachurus</i> (Horsmakreel) <i>Macropipus holsatus</i> (Gewone zwemkrab) <i>Asterias rubens</i> (Gewone zeester) <i>Ophiura ophiura</i> (Slangster) <i>Crangon crangon</i> (Gewone garnaal) <i>Syngnathus acus</i> (Grote zeenaald)	<i>Lanice conchilega</i> (Zandkokerworm) <i>Ophiura ophiura</i> (Slangster) <i>Pomatoschistus</i> sp. (Grondel) <i>Asterias rubens</i> (Gewone zeester) <i>Macropipus holsatus</i> (Gewone zwemkrab) <i>Cerianthus lloydii</i> (Viltkokeranemoon) <i>Pagurus bernhardus</i> (Heremietkreeft) <i>Sagartia elegans</i> (Sierlijke slibanemoon) <i>Sagartia troglodytes</i> (Gewone slibanemoon)	(op grind) <i>Lanice conchilega</i> (Zandkokerworm) <i>Sagartia troglodytes</i> (Gewone slibanemoon) <i>Sagartia elegans</i> (Sierlijke slibanemoon) <i>Ophiura ophiura</i> (Slangster) <i>Pomatoschistus</i> sp. (Grondel) <i>Trachurus trachurus</i> (Horsmakreel) <i>Macropipus holsatus</i> (Gewone zwemkrab) <i>Pagurus bernhardus</i> (Heremietkreeft) <i>Cerianthus lloydii</i> (Viltkokeranemoon)
SCUBA-lijntransect (stenen)*			<i>Metridium senile</i> (Zeeanjelier) <i>Hydrozoa</i> sp. (Hydropoliep onbekend) <i>Halichondria panicea</i> (Broodspoons) <i>Hydractinia echinata</i> (Ruwe zeerasp) <i>Pandalus montagui</i> (Ringsprietgarnaal) <i>Cancer pagurus</i> (Noordzeekrab)

\*gebaseerd zowel op zowel dichtheden als bedekkingsgraden. Voor exacte data, zie soortenlijsten in de bijlagen.

### 3.8 Typische soorten

Voor het harde substraat (habitattype riffen H1170) van de Borkumse Stenen zijn typische soorten geselecteerd op basis van de criteria uit Box 1. In Bijlage A staat de volledige tabel, inclusief informatie over de functie van de soorten, de te verwachten signalen bij minder verstoring, eventuele nadelen van de soorten en de scores voor wat betreft de Natura 2000 criteria. Het gaat om soorten die visueel kunnen worden waargenomen (video/duiken, geen boxcore). Samengevat kunnen de volgende soorten worden gebruikt:

<u>Primaire indicatoren</u> algemeen, goed zichtbaar, verwachte sterke negatieve effecten van bodemverstoring	<ul style="list-style-type: none"><li>• Dodemansduim (<i>Alcyonium digitatum</i>)</li><li>• (structuurvormende) sponzen (<i>Haliclona oculata</i>, <i>Halichondria panicea</i>, mogelijk andere)</li><li>• Hydroïdpoliepen spp. (verschillende soorten)</li></ul>
<u>Secondaire indicatoren</u> minder duidelijk effect van bodemverstoring dan primaire indicatoren en / of minder zichtbaar:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Naakslakken (of eieren daarvan) (veel mogelijke soorten)</li><li>• Hooiwagenkrab (<i>Macropodia sp.</i>)</li></ul>
<u>Registratiesoorten</u> zeldzaam, minder zichtbaar of minder effect van visserij, maar belangrijk om waarnemingen toch te registreren	<ul style="list-style-type: none"><li>• Driekantige kalkkokerworm (<i>Spirobranchus triqueter</i>)</li><li>• Slakdolf (<i>Liparis liparis liparis</i>)</li></ul>

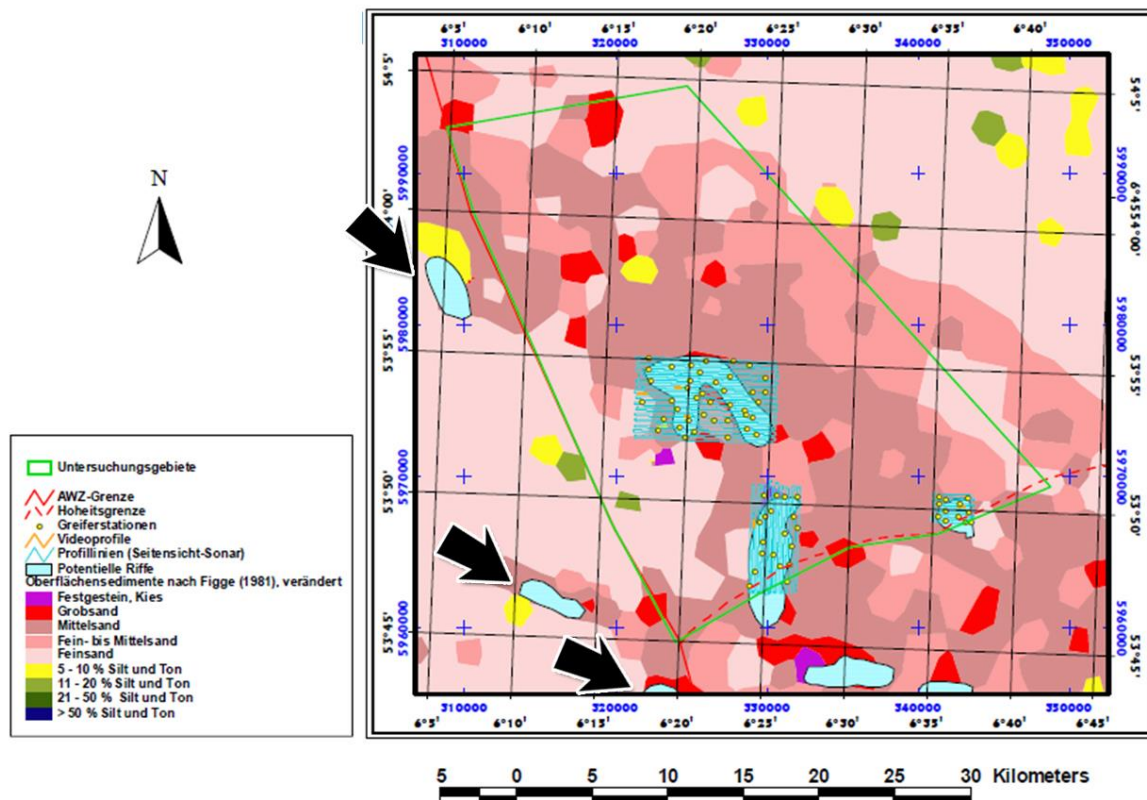
### 3.9 Omvang gebied H1170

De volgende sedimenttypen zijn onderscheiden:

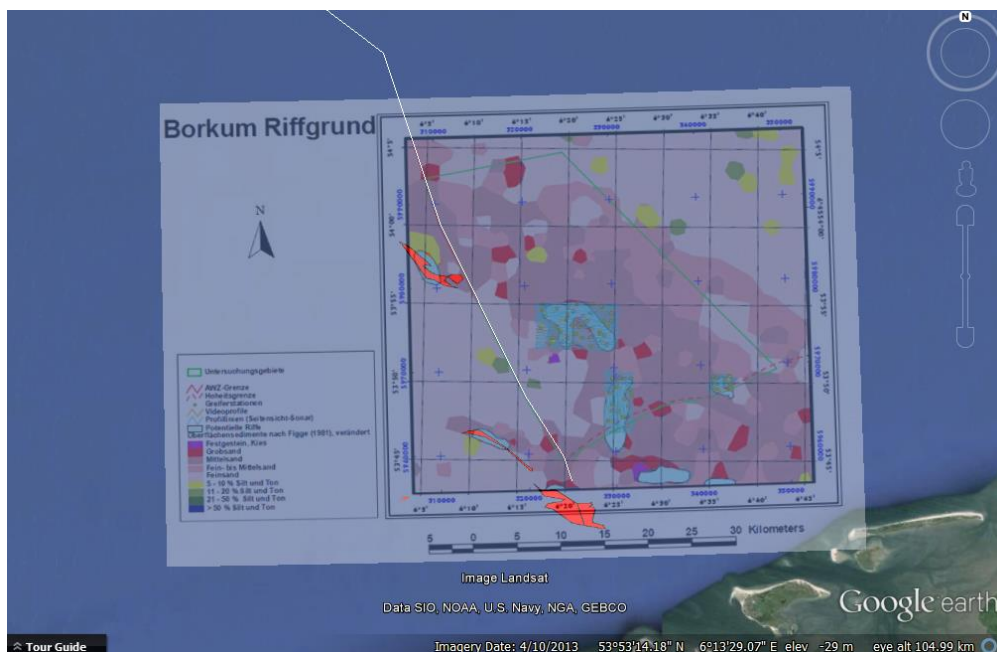
- zand (op basis van sedimentmonsters),
- *Lanice* velden (op basis van boxcore happen, drop down camera analyses en SCUBA waarnemingen) en
- steen/keienvelden (op basis van drop down camera analyses en SCUBA waarnemingen).

Op basis hiervan zijn de volgende oppervlaktes H1170 bepaald:

- Binnen het studiegebied zou circa 979 ha binnen de Nederlandse grens uit H1170 kunnen bestaan (*Figuur 27*)
- Duitse onderzoek laat drie potentiële rifgebieden zien (*Figuur 25*), waarvan de eerste min of meer overeenkomt met het door ons gevonden gebied (**Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**). Wanneer we ervan uitgaan dat beide andere gebieden ook min of meer kloppen, dan zou binnen het gehele gebied Borkumse Stenen circa 1980 ha uit H1170 kunnen bestaan (*Figuur 27*).

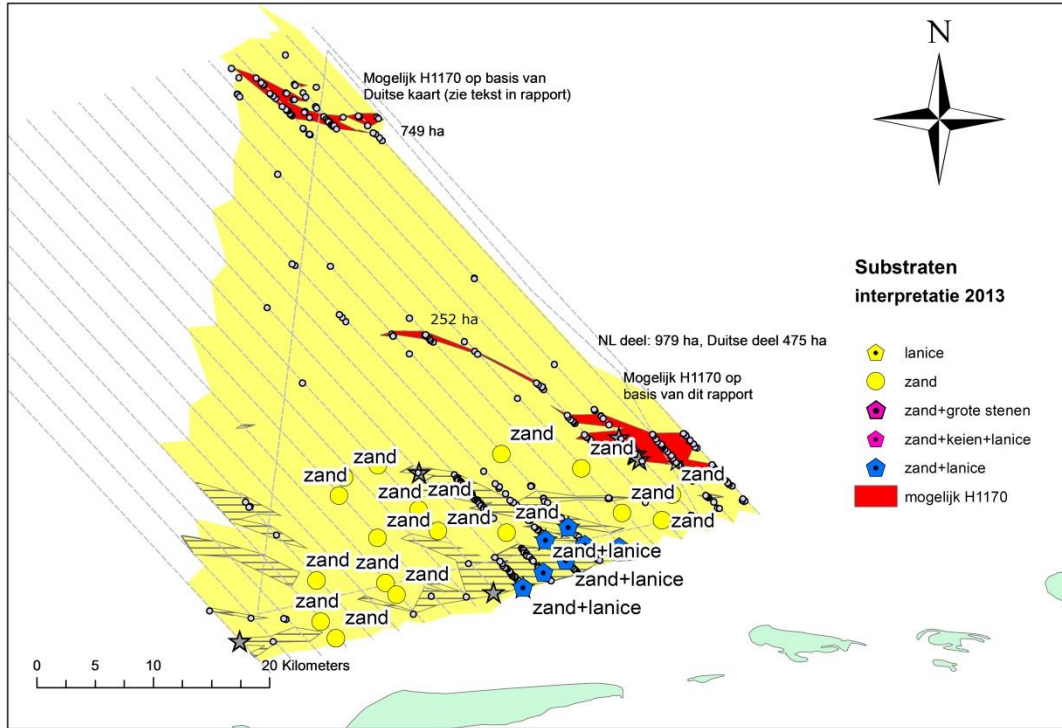


Figuur 25. Potentiële riffen in het Nederlandse deel en Duitse deel van het Borkumse Stenen gebied (Schwartzter & Diesing 2003). De pijltjes geven de potentiële riffen in het Nederlandse deel weer.



Figuur 26. Kaart met potentiële riffen in het Nederlandse en Duitse deel van het Borkumse Stenen gebied (Schwartzter & Diesing 2003) gecombineerd met data uit dit onderzoek. Het onderste rode gebied, dat als riffengebied is geïdentificeerd in dit rapport, komt ook (gedeeltelijk) op de Duitse kaart voor. Het middelste en bovenste gebied zijn niet onderzocht in dit rapport, maar hier lijkt een goede match tussen de riffen zoals voorspeld op basis van het eerder uitgevoerde side-scan sonar onderzoek (Bos & Paijmans 2012) en de potentiële riffen volgens het Duitse onderzoek.





*Figuur 27. Potentiële riffen in het onderzoeksgebied Borkumse Stenen, gebaseerd op dit rapport gecombineerd met de Duitse kaart (Figuur 25) (Schwartzter & Diesing 2003).*

## 4 Discussie en conclusies

### 4.1 Substraat

- In het gebied zijn grofweg drie verschillende substraattypes te onderscheiden (**Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**):
  - *Zand*. Het grootste gedeelte van het gebied bestaat uit matig fijn tot matig grof zand.
  - *Lanice veld*. Een aanzienlijk deel van het gebied bestaat uit dichte velden van de kokerworm *Lanice conchilega* op zand. Deze worm vormt met zijn kokers bekleed met schelpresten en zand een soort 'hoogpolig tapijt', en is tijdens de side-scan sonar survey van 2009 waarschijnlijk aangezien voor 'grind' door een soortgelijke reflectie. *Lanice* wormen kunnen ook grotere 'bulten' vormen (> 30 cm), die tijdens de side-scan sonar survey waarschijnlijk aangezien zijn voor stenen.
  - *Grind/keien/stenen* (H1170). Een klein deel van het gebied – dicht bij de Duitse grens – bestaat uit "grind", kleine en grote stenen (tot enkele meters in lengte). Dit lijkt het meest op H1170. Verspreid in het gebied liggen losse grote stenen.
- De samenstelling van het sediment is gedeeltelijk anders dan was ingeschat op basis van alleen de side-scan sonar data (Bos & Paijmans 2012).

### 4.2 Biodiversiteit

#### 4.2.1 Biodiversiteit van hard substraat (stenen, keien)

Het harde substraat gedeelte van de Borkumse Stenen lijkt vooral te bestaan uit een klein gebied nabij Duitsland (bij de locaties Steen 114, 116 en 999), waar de bodem bedekt is met grind, keien en grote stenen (Figuur 20, Figuur 25). Dit harde substraat is zeer dicht begroeid. Ook zijn in de buurt van dat gebied losse grote stenen aanwezig (> 1,5 m) op een zandbodem die begroeid is met kokerwormen (*Lanice conchilega*).

In dit gebied is de hoogste biodiversiteit (hoge dichtheden, grote soortenrijkdom) gevonden. Duikend onderzoek liet zien dat de stenen voor 100% begroeid waren met typische hard-substraat soorten zoals zeeanellijeren, sponzen, hydroidpoliepen, dodemansduim en grijze korstzakpijp, met daartussen soorten als de noordzeekrab, slakdolf (visje), heremietkreeft, ringsprietgarnaal en hooiwagenkrab (Bijlagen E, F, G). Het 'schraaponderzoek' (kwadrant op steen), waarbij ook kleiner benthos aan het licht komt, liet nog een aantal extra soorten zien, zoals mosdiertjes, kleinere geleedpotigen en wormen.

De omgeving van de stenen bestond nabij locatie 'Steen 999' uit een keien/grind/zand-veld waar zowel duikend onderzoek als drop down camera onderzoek is uitgevoerd en waar een boxcoremonster is genomen. Van alle boxcore monster uit de survey, bevatte dit kleiige monster met grind en schelpgruis de hoogste soortenrijkdom (> 50 soorten) en de hoogste dichtheden (ca 21.000 ind/m<sup>2</sup>), waaronder een hoge dichtheid *Lanice conchilega* en een aantal gravende kreeftjes *Pestarella tyrrhena*.

In dit hele gebied was het harde substraat uitbundig begroeid en kan zonder twijfel worden gesproken van het aanwezig zijn van abiotische rif begroeid met een uitgebreide rifgemeenschap van hardsubstraat soorten (habitatype H1170).

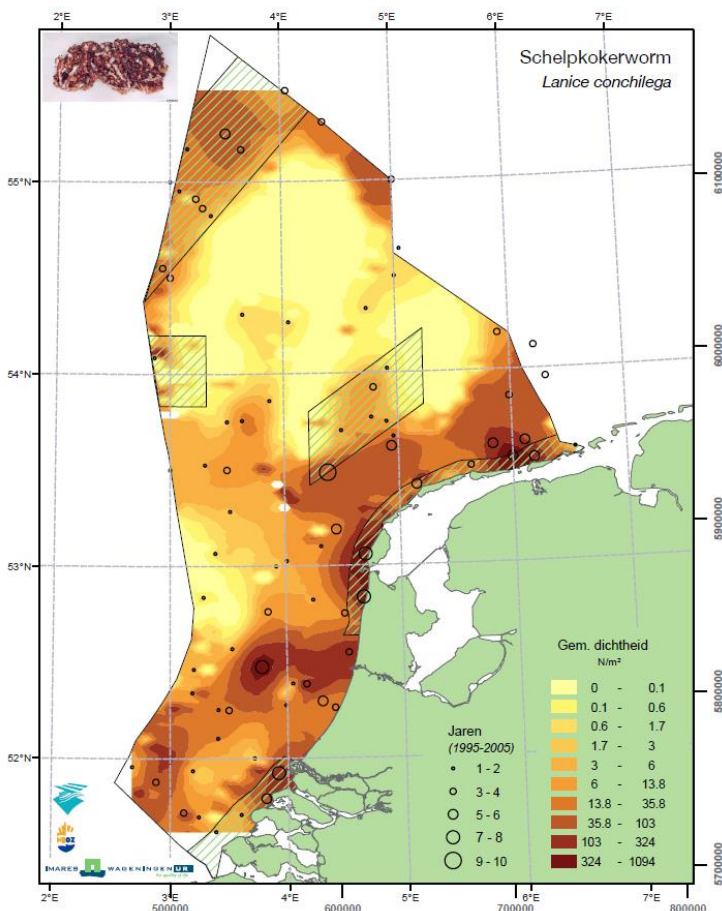
In vergelijking met de stenen onder water, vallen bij opgeviste stenen die in diverse havenplaatsen en op eilanden te bewonderen zijn, vooral de restanten van de driekantige kalkkokerworm en zeepokken op. Tijdens de survey zijn deze kalkkokerwormen niet aangetroffen. Het is bekend dat de stenen van de Klaverbank wel sterk begroeid zijn met kalkkokerwormen (Van Moorsel 2003) en dat dit goed waar te

nemen is voor duikers en zelfs met een drop down camera (Lengkeek *et al.* 2013). Dat maakt het onwaarschijnlijk dat ze onder water aan het zicht onttrokken waren.

#### 4.2.2 Biodiversiteit van zacht substraat (*Lanice velden* en zandbodems)

De overige gebieden die in eerste instantie voor grindachtig hard substraat werden aangezien (Bos & Paijmans 2012) bleken bij nader onderzoek vooral uit dichtbegroeide velden van de zandkokerworm *Lanice conchilega* te bestaan. Deze kokerwormvelden vormen een driedimensionale habitat met een hogere soortenrijkdom dan de 'kale' zandbodem in de rest van het gebied. Ze komen op een groot deel van het NCP voor (

*Figuur 28*). In een Belgische studie (Rabaut *et al.* 2007) is aangetoond dat deze bio-engineers in staat zijn om hun omgeving te beïnvloeden. Ze hebben een positieve invloed op de dichtheid van macrofauna, soortenrijkdom en de samenstelling van de macrofauna gemeenschap (Rabaut *et al.* 2007). Kokerwormen vormen weliswaar velden met een groot aantal individuen per vierkante meter, maar deze zijn niet altijd stabiel in tijd en ruimte, vooral in intergetijdgebieden. Ook is *Lanice conchilega* een relatief kortlevende soort, waardoor de stabiliteit van de bodem sterk afhankelijk is van aanwas van jonge wormen (Rabaut *et al.* 2009). *Lanice*-velden zijn geen onderdeel van habitattypen H1170, maar zijn een kenmerkend onderdeel van de structuur en functie van het habitattypen permanent overstromde zandbanken (habittypen H1110), voor zover gelegen binnen de dieptegrenzen van dat habitattypen.



*Figuur 28.* Verspreiding zandkokerworm *Lanice conchilega* op basis van BIOMON boxcore data (Lindeboom *et al.* 2008).

### 4.3 Omvang gebied met habitatype H1170

Op basis van de side-scan sonar survey zou mogelijk circa 10.000-15.000 ha binnen het gebied Borkumse Stenen uit hard substraat bestaan, afhankelijk van de gekozen begrenzing (Bos & Pajmans 2012). Nu duidelijk is dat een groot deel uit *Lanice* velden bestaat, wordt dit getal kleiner, aangezien *Lanice* velden geen deel uitmaken van habitatype H1170. Op basis van simpele extrapolatie binnen het polygoon van waarin hard substraat is aangetroffen (**Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**) en de definitie voor het voorkomen van habitatype H1170 (Bijlage I), kan geconcludeerd worden dat circa 979 ha uit H1170 bestaat in het studiegebied van dit rapport, en indien de andere delen van de Borkumse Stenen ook worden meegenomen die zowel tijdens de side-scan sonar survey in 2009, als op Duitse kaarten staan aangegeven, zou circa 1980 ha uit H1170 kunnen bestaan binnen het gebied Borkumse Stenen. De waarnemingen tijdens de survey doen vermoeden dat het areaal mogelijk nog kleiner is, aangezien ook zandbodem werd aangetroffen in het stenige gebied. Tijdens deze survey zijn niet de exacte randen van het stenen/keien veld in kaart gebracht. Er kunnen echter ook gedeeltes zijn die niet tijdens de side-scan sonar survey zijn gescand (namelijk alles tussen de raaien in) en waar wel steenvelden kunnen liggen.

#### 4.3.1 Vergelijking areaal H1170 met Klaverbank en Texelse Stenen

De Klaverbank lijkt veel meer een grindgebied te zijn en is wat oppervlak betreft ongeveer 36 x groter (circa 61.867 ha<sup>1</sup>). Bij het gebied de Texelse Stenen zijn stenen op zand aangetroffen (J.W.P. Coolen & O.G. Bos, pers.com), maar geen keien of grind, het is daarbij de vraag of losse stenen op zand tot habitatype H1170 gerekend worden. Op basis van de in Jak *et al.* (2009) opgenomen definitietabel en daarbijgaande beschrijving voor de aanwezigheid van habitatype H1170 kan geconcludeerd worden dat de Texelse Stenen, indien het gebied daadwerkelijk voornamelijk bestaat uit zand, met hier en daar een zwerfkei, niet tot H1170 kan worden gerekend. Maar vooralsnog is daar geen onderzoek naar gedaan.

Tabel 9. Overzicht areaal habitatype riffen (H1170).

	Oppervlakte (ha)	percentage van landelijk areaal (=Klaverbank + Borkumse Stenen)
Klaverbank <sup>1</sup>	61.867	96,9%
Borkumse Stenen (zuidelijk deel)	979	1,5%
Borkumse Stenen (midden+ noordelijk deel, op basis van Duitse kaart)	252+749	1,6%
Totaal	63.847	100,0%

### 4.4 Vergelijking typische soorten Borkumse Stenen met Klaverbank

Opvallend was dat de grote stenen bij de Borkumse Stenen veel begroeider waren dan die op de Klaverbank, waar ze veel kaler zijn (Lengkeek *et al.* 2013). Voor de Klaverbank zijn een groter aantal potentieel typische soorten gedefinieerd (Lengkeek *et al.* 2013) dan in dit rapport voor de Borkumse stenen. Dit komt doordat bij de Klaverbank een veel grotere onderzoeksinspanning is verricht (Van Moorsel 2003) en dat het daarom waarschijnlijk is dat daar meer soorten zijn gevonden. Als 'primaire' typische soorten (voor definitie zie paragraaf 2.11) kunnen wel dezelfde soorten worden gebruikt: dodemansduim, hydroidpoliepen en sponzen (Bijlage A).

---

<sup>1</sup> Standaard gegevensformulier Klaverbank:  
[http://www.noordzeeloket.nl/images/klaverbank\\_standard\\_data\\_form\\_2449.pdf](http://www.noordzeeloket.nl/images/klaverbank_standard_data_form_2449.pdf).

## 4.5 Onderzoekopzet en gebruikte technieken

### 4.5.1 Aanpassing opzet onderzoek gedurende de survey

Het onderzoek was opgezet om met verschillende technieken verschillende habitats te onderzoeken, waarbij de boxcorer en drop down camera dienden voor zachte substraten en duikers het harde substraat zouden onderzoeken. Gedurende de survey werd duidelijk dat een groot deel van het gebied waarvan vermoed werd dat er hard substraat aanwezig was, in werkelijkheid uit *Lanice* velden bestond. De onderzoekopzet is daarom gedurende de survey steeds aangepast om een zo duidelijk mogelijk beeld van de omgeving te krijgen. Idealiter had de onderzoeksinspanning zich nog meer op het stenige gebied kunnen richten, en minder op de zand/*Lanice* velden, maar dat was tijdens de survey nog niet duidelijk.

### 4.5.2 Voor- en nadelen van de gebruikte technieken

De indruk tijdens deze survey was dat de verschillende technieken elkaar goed aanvulden en veel meer informatie opleverden dan een enkele boxcore survey of duiksurvey zou kunnen doen. Het hoge aantal aangetroffen soorten getuigt hiervan. Het enige nadeel van een dergelijke combinatie van technieken is dat de planning elke paar uur moet worden aangepast, afhankelijk van de stroming en de weersomstandigheden.

Duiken (SCUBA): Aangezien het duiken alleen op de kentering kan plaatsvinden, waren er maximaal 2 of 3 duikmomenten per dag. Nadeel is dat vanwege de diepte (15-25 m), de korte duur van de kentering (maximaal een uur) en omwille van de veiligheid (niet duiken bij te veel stroming/wind/slecht weer, etc.), het aantal werkbare duikminuten beperkt is. Uiteindelijk zijn er 6 duiken gemaakt in plaats van de geplande 9. Dit had vooral te maken met de harde wind (windkracht 6-7) en de daarmee gepaard gaande golven en stromingen. Bij hoge golven wordt het aan boord komen namelijk gevaarlijk, evenals het werken met kleine rubberbootjes om de duikers op te halen en weg te brengen. Aangezien alleen beroepsduikers dergelijk werk kunnen doen en deze dan bovendien verstand moeten hebben van de fauna is het aantal personen dat dit werk kan uitvoeren in Nederland beperkt. Ook moeten er omwille van de veiligheid en om aan de eisen van de ARBO te voldoen allerlei voorzieningen worden getroffen (aanwezigheid decotank, aanwezigheid duikleider, standby duiker en draadloze communicatie). Het voordeel daarvan was dat er tussen de duiken door aanvullende bemonsteringsprogramma's konden worden uitgevoerd (drop down camera, boxcore). Het duiken zelf leverde in korte tijd veel informatie op over een groot oppervlak van de zeebodem. Duikers bemonsteren en observeren een veel uitgestrekter gebied dan met de drop down camera of boxcore mogelijk is. Het is ook mogelijk om vissen en zeldzamer benthos te observeren, die met andere technieken worden gemist.

Drop down camera: De drop down camera was niet alleen handig om op vastgestelde locaties geplande transecten op camera vast te leggen, maar was ook geschikt om op vermoedelijk interessante locaties alvast een 'scan' te maken van de bodem, zodat op basis daarvan de duikers aan de slag konden.

Boxcoren: Het boxcoren verliep zonder problemen en gaf veel informatie. Met deze techniek is vooral de hoge biodiversiteit van het macrobenthos van de verschillende habitattypen aangetoond. In combinatie met de drop down camera kon een goed beeld worden verkregen van de fauna op de zeebodem. Wat vooral opviel was de uitgestrektheid en biodiversiteit van de kokerwormvelden (*Lanice*) en de bijzondere begroeiing van de keien en stenen in het stenige gebied nabij Duitsland.

GoPro: Het bleek om meerdere redenen zeer interessant om een GoPro camera mee te nemen, een goedkope waterdichte camera. Hiermee kan bijvoorbeeld goed worden gecontroleerd hoe een boxcore onderwater werkt, of wat een duiker ziet.

## 4.6 Eindconclusies

Op basis van de side-scan sonar survey van de Borkumse Stenen in 2009 was vastgesteld dat habitattype H1170 (Riffen) mogelijk aanwezig was. De vraag die in dit onderzoek beantwoord diende te worden was: 'Hoe ziet de met het aanwezige harde substraat geassocieerde biodiversiteit eruit? (bedekkingsgraad en soortensamenstelling van sessiele epifauna; daarnaast ook mobiele epifauna, visfauna). Hoe onderscheidt deze biodiversiteit zich van het omliggende gebied?'

De doelen van dit onderzoek waren daarom het (1) verifiëren van de side-scan sonar data uit 2009 door middel van het nemen van bodemonsters (*ground truthing*); (2) onderzoeken van de biodiversiteit geassocieerd met het aanwezige harde substraat en die vergelijken met die van het omliggende gebied; (3) een voorstel doen voor een lijst met typische soorten voor H1170 voor dit gebied en (4) een uitspraak doen over het aanwezige oppervlak 'riffen' (habitattype H1170).

### Substraattypes

- De samenstelling van het sediment is gedeeltelijk anders dan eerder was ingeschat op basis van alleen de side-scan sonar data (Bos & Paijmans 2012).
- In het gebied zijn grofweg drie verschillende substraattypes te onderscheiden.
  - *Zand*. Het grootste gedeelte van het gebied bestaat uit matig fijn tot matig grof zand.
  - *Lanice veld*. Een aanzienlijk deel van het gebied bestaat uit dichte velden van de kokerworm *Lanice conchilega* op zand. Deze worm vormt met zijn kokers bekleed met schelpresten en zand een soort 'hoogpolig tapijt', en is tijdens de side-scan sonar survey van 2009 waarschijnlijk aangezien voor 'grind' door een soortgelijke reflectie. *Lanice* wormen kunnen ook grotere 'bulten' vormen (> 30 cm), die tijdens de side-scan sonar survey waarschijnlijk aangezien zijn voor stenen.
  - *Grind/keien/stenen* (H1170). Een klein deel van het gebied – dicht bij de Duitse grens – bestaat uit "grind", kleine en grote stenen (tot enkele meters in lengte). Dit lijkt het meest op H1170. Verspreid in het gebied liggen losse grote stenen.

### Biodiversiteit hard substraat:

Het harde substraat gedeelte van de Borkumse Stenen lijkt vooral te bestaan uit een klein gebied nabij Duitsland (bij de locaties Steen 114, 116 en 999), waar de bodem bedekt is met grind, keien en grote stenen. Dit harde substraat is zeer dicht begroeid. Ook zijn in de buurt van dat gebied losse grote stenen aanwezig (> 1,5 m lengte) op een zandbodem die begroeid is met schelpkokerwormen (*Lanice conchilega*). In dit gebied is de hoogste biodiversiteit (hoge dichtheden, grote soortenrijkdom) gevonden. Duikend onderzoek liet zien dat de stenen voor 100% begroeid waren met typische hard-substraat soorten zoals zeeanjelieren, sponzen, hydroidpoliepen, dodemansduim en grijze korstzakpijp, met daartussen soorten als de noordzeekrab, slakdolf (visje), heremietkreeft, ringsprietgarnaal en hooiwagenkrab. Het 'schraaponderzoek' (kwadrant op steen), waarbij ook kleinere benthos aan het licht komt, liet nog een aantal extra soorten zien, zoals mosdiertjes, kleinere geleedpotigen en wormen. De omgeving van de stenen bestond nabij locatie 'Steen 999' uit een keien/grind/zand-veld waar zowel duikend onderzoek als drop down camera onderzoek is uitgevoerd en waar een boxcoremonster is genomen. In dit hele gebied was het harde substraat uitbundig begroeid en kan zonder twijfel worden gesproken van het aanwezig zijn van abiotische rif begroeid met een uitgebreide rifgemeenschap van hardsubstraat soorten (habitattype H1170). Van alle boxcore monster uit de survey, bevatte dit kleiige monster met grind en schelpgruis de hoogste soortenrijkdom (> 50 soorten) en de hoogste dichtheden (ca 21.000 ind/m<sup>2</sup>), waaronder een hoge dichtheid *Lanice conchilega* en een aantal gravende kreeftjes *Pestarella tyrrhena*.

#### Biodiversiteit zacht substraat:

- *Lanice* habitat: De gebieden die op side-scan sonar beelden voor grindachtig hard substraat werden aangezien (Bos & Paijmans 2012) bleken vooral uit dichtbegroeide velden van de zandkokerworm *Lanice conchilega* te bestaan (ook bekend onder de naam schelpkokerworm). Deze kokerwormvelden vormen een driedimensionaal habitat met een hogere lokale biodiversiteit dan de 'kale' zandbodem in de rest van het gebied (meer soorten, hogere dichtheid aan soorten). Er werden tussen de 36 en 45 soorten per boxcore hap aangetroffen. De dichtheid van individuen van alle soorten samen was ca 10.500 tot 16.000 individuen/m<sup>2</sup>: hoger dan in de zand habitat, maar lager dan de hard substraat habitat.
- Zand habitat: Het grootste gedeelte van het onderzoeksgebied bestaat uit zacht substraat. Met de boxcore werden 15-35 soorten/hap aangetroffen. De dichtheid van individuen was ca 1100 tot 4500 ind/m<sup>2</sup>.

#### Soortenrijkdom studiegebied

In totaal zijn er 199 taxa gedetermineerd. Waarschijnlijk zijn dit ongeveer 180-190 verschillende soorten (omdat sommige soorten op video waarschijnlijk dezelfde zijn als in de boxcore, maar op verschillend taxonomische niveau worden gerapporteerd).

#### Typische soorten

Als typische soorten voor hard substraat (habitattype H1170 'riffen') op de Borkumse Stenen, in het kader van eventuele toekomstige monitoring d.m.v. video en beperkte bodemhappen, worden in dit rapport voorgesteld:

##### *Primaire indicatoren*

- Dodemansduim (*Alcyonium digitatum*)
- (structuurvormende) sponzen
- Hydroïdpoliepen

##### *Secondaire indicatoren:*

- Naaktslakken (of eieren daarvan)
- Hooiwagenkrab (*Macropodia sp.*)

##### *Registratiesoorten*

- Driekantige kalkkokerworm (*Spirobranchus triqueter*)
- Slakdolf (*Liparis liparis liparis*)

#### Omvang areaal habitattype H1170

De in dit onderzoek gevonden habitatkenmerken zijn vergeleken met de (voorlopige) definitie van het habitat H1170 uit Jak *et al.* (2009). Op basis hiervan concluderen we dat er zeker H1170 aanwezig is.

- Binnen het studiegebied (zuidelijke deel van de Borkumse Stenen) bestaat mogelijk circa 979 ha uit H1170.
- Binnen het gehele gebied Borkumse Stenen bestaat mogelijk 1980 ha uit H1170.

Hierbij moet worden opgemerkt dat er ook zandbodem in het stenige gebied aanwezig was, zodat het areaal toch kleiner kan zijn. Ervan uitgaande dat de Klaverbank en de Borkumse Stenen samen 100% van het areaal H1170 in Nederland vormen, dan draagt de Klaverbank met circa 96,9% veruit het grootste deel bij. Mogelijk zijn er nog andere locaties waar H1170 aanwezig is, zoals bij de Texelse Stenen, maar daar is nog geen onderzoek naar gedaan.

## 5 Aanbevelingen voor toekomstig onderzoek

- H1170:
  - Inventarisatie van de Texelse Stenen en eventuele andere stenige gebieden om een totaalbeeld te krijgen van het natuurlijk aanwezige areaal hard substraat en van de biodiversiteit van hard substraat in de Nederlandse Noordzee.
  - Vergelijken van natuurlijke hard substraat gemeenschappen met die van kunstmatig hard substraat (offshore windparken, wrakken, etc.) om de relatieve bijdrage aan de biodiversiteit te kunnen bepalen.
  - Verder onderzoek naar biodiversiteit tussen het harde substraat en in het bijzonder naar het belang en de biodiversiteit van *Lanice conchilega* velden.
- Praktische tips:
  - Tijdens veldwerk vaker een goedkope onderwatervideocamera (GoPro) gebruiken ter controle van werkzaamheden/data.
  - Bij benthisch onderzoek: als het even kan de Drop cam gebruiken (levert veel informatie en inzichten op in korte tijd). Kan ook gebruikt worden om substraten snel te scannen.
  -
- Side-scan sonar:
  - Detectie van kokerwormenvelden is uitstekend te doen met side-scan sonar. Het verdient wel aanbeveling om reflectiepatronen van op kokerworm lijkende structuren (grind) en kokerworm structuren nader te vergelijken.
  -
- Het verdient aanbeveling om in toekomstig onderzoek de side-scan sonar scan (Bos & Paijmans 2012) en de *ground truthing* (dit onderzoek) veel sneller achter elkaar te laten plaatsvinden, zo niet gelijktijdig. In ieder geval moet tijdens een side-scan sonar survey tijd gereserveerd worden om bodemhappen te nemen, of video opnames te maken, hoe eenvoudig ook.



## 6 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.

Het duikend onderzoek is uitgevoerd volgens het IMARES duikreglement.

Binnen dit onderzoek is van de volgende diensten buiten IMARES gebruik gemaakt:

- Schip Cdt Fourcault (Nv Seatec; Verversrui 15; 2000 Antwerpen; België)
- Duikerwerkzaamheden: Het duikwerk is uitgevoerd door Joop Coolen (IMARES) in samenwerking met twee duikers van Bureau Waardenburg (Sietse Bouma, Wouter Lengkeek; Bureau Waardenburg; Varkensmarkt 9; 4101 CK Culemborg; [www.buwa.nl](http://www.buwa.nl)), standby duiker Ben Stiefelhagen (Get Wet Martitiem, Duyvenvoordestraat 35; 2681 HH Monster, [www.getwet.nl](http://www.getwet.nl)) en duikleider/medisch begeleider Ruben Rutgers (R.R. Diving; Forsytiastraat 37; 8091 JS Wezep)
- Inhuur boxcores: NIOZ (Postbus 59; 1790 AB Den Burg; Texel; [www.nioz.nl](http://www.nioz.nl))
- Inhuur Hamonhapper (niet gebruikt in onderzoek, alleen standby): Cees Laban, Marine Geological Advice (Postubs 56; 1950 AB Velsen Noord; <http://www.marinegeologicaladvice.nl/>)
- Sedimentanalyses, Sander Holthuijsen, NIOZ (Postbus 59; 1790 AB Den Burg; Texel; [www.nioz.nl](http://www.nioz.nl))

## 7 Dankwoord

Het was een bijzondere expeditie op een bijzonder schip met een inspirerende groep mensen in een relatief onbekend gebied. De combinatie van duikend onderzoek, onderwater video en bodemhappen gaf een behoorlijk goed beeld van de aanwezige natuurwaarden en we hopen dat dergelijk onderzoek vaker plaats zal vinden. Het onderzoek heeft zeer zeker geprofiteerd van het op duiken ingerichte schip 'Cdt Fourcault', van Pim de Rhooes (NV Seatec). We bedanken de hele bemanning voor de goede zorgen en de medewerking en interesse. Het biologische duikerwerk is geslaagd door de professionele inzet van Joop Coolen (AIO IMARES Texel) en Sietse Bouma en Wouter Lengkeek van Bureau Waardenburg, ondersteund door Ben Stiefelhagen (Get Wet Maritiem) en Ruben Rutgers (R.R. Diving). Assistentie bij de verwerking van de monsters aan boord werd verzorgd door Tristan da Graca (student). Bijzonder onderwater beeldmateriaal werd namens de Stichting Duik de Noordzee Schoon verzorgd door Udo van Dongen (foto's) en Klaudie Bartelink (video) samen met hun buddy Klaas Wiersma.

De voorbereiding van het boxcorewerk evenals het werk zelf verliep geolied door de inzet van Piet Wim van Leeuwen (IMARES), waarvoor dank. Om de IMARES onderwatervideo geschikt te maken voor dit werk is veel werk verzet door Arnold Bakker, Sander Glorius, Maarten van Hoppe, Antonio Aguera Garcia en Piet Wim van Leeuwen (allen IMARES). We bedanken verder Ewout Adriaans van het NIOZ voor het gebruik mogen maken van de faciliteiten van de NIOZ-haven en assistentie bij het aanmeren. Verder gaat onze dank uit naar Sander Holthuijsen (NIOZ) voor de sedimentanalyses. Ook willen we programma 'Vroege Vogels' noemen, die direct na afloop van de tocht al aan boord stonden om leuke opnames te maken voor hun radioprogramma

([http://vroegevogels.vara.nl/Fragment.150.0.html?tx\\_ttnews%5Btt\\_news%5D=366131&cHash=d75453098c3e4ee6069710373a378bdb](http://vroegevogels.vara.nl/Fragment.150.0.html?tx_ttnews%5Btt_news%5D=366131&cHash=d75453098c3e4ee6069710373a378bdb)).

Tenslotte bedanken we de opdrachtgever, de interne reviewers (Klaas Kaag, Jakob Asjes) voor commentaren op eerdere versies van dit rapport, en voor nuttige discussies en Godfried van Moorsel voor commentaar op de boxcore data.

## Referenties

- Bos OG, Paijmans AJ (2012) Natuurverkenning naar de Borkumer Stenen. Project Aanvullende Beschermde Gebieden (<http://edepot.wur.nl/240319>). Report C137/12, IMARES
- Bos OG, Van Bemmelen R (2012) Aanvullende beschermde gebieden op de Noordzee. Samenvatting onderzoek 2009-2012 (<http://edepot.wur.nl/245010>). Report C154/12, IMARES
- Collie JS, Escanero GA, Valentine PC (1997) Effects of bottom fishing on the benthic megafauna of Georges Bank. *Mar Ecol Progr Ser* 155:159-172
- Davies J, Baxter J, Bradley M, Connor D, Khan J, Murray E, Sanderson W, Turnbull C, Vincent M (eds) (2001) *Marine Monitoring Handbook*. March 2001. Joint Nature Conservation Committee
- De Bruyne R, van Leeuwen S, Gmelig Meyling A, Daan R (eds) (2013) *Schelpdieren van het Nederlandse Noordzeegebied: ecologische atlas van de maniere weekdieren (Mollusca)*, Uitgeverij Tirion, Utrecht; Stichting Anemoon, Lisse
- EU (1992) Habitatrictlijn. RICHTLIJN 92/43/EEG VAN DE RAAD van 21 mei 1992 inzake de instandhouding van de natuurlijke habitats en de wilde flora en fauna (<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:01992L0043-20070101:EN:NOT>).
- IDON (2005) Integraal Beheerplan Noordzee 2015, Interdepartementale Directeurenoverleg Noordzee (IDON)
- Jak RG, Bos OG, Witbaard R, Lindeboom HJ (2009) Instandhoudingsdoelstellingen Natura 2000-gebieden Noordzee (<http://edepot.wur.nl/151368>). Report C065/09, IMARES
- Kaiser MJ, Ramsay K, Richardson CA, Spence FE, Brand AR (2000) Chronic fishing disturbance has changed shelf sea benthic community structure. *J Animal Ecol* 69:494-503
- Lambert GI, Jennings S, Kaiser MJ, Hinz H, Hiddink JG (2011) Quantification and prediction of the impact of fishing on epifaunal communities. *Mar Ecol Progr Ser* 430:71-86
- Lengkeek W, Bouma S, Waardenburg HW, Dideren K (2013) Voorbereidingen voor een Natura 2000 monitoringsplan voor Habitatype H1170 op de Klaverbank: Een verkennende veldexpeditie en aanzet voor een meetnetontwerp. Report 13-032, Bureau Waardenburg bv, Culemborg
- Lindeboom HJ, De Groot SJ (1998) IMPACT-II. The effects of different types of fisheries on the North Sea and Irish Sea benthic ecosystems. NIOZ-rapport 1998-1.
- Lindeboom HJ, Dijkman EM, Bos OG, Meesters EH, Cremer JSM, De Raad I, Van Hal R, Bosma A (2008) *Ecologische Atlas Noordzee ten behoeve van gebiedsbescherming* (<http://edepot.wur.nl/251730>), Wageningen IMARES
- Lindeboom HJ, Geurts van Kessel AJM, Berkenbosch A (2005) Gebieden met bijzondere ecologische waarden op het Nederlands Continentaal Plat. Online: <http://edepot.wur.nl/22869>. Rapport RIKZ/2005008, Den Haag / Alterra rapport 1109, Wageningen:103 p.
- NEN (1989) NEN 5104:1989 nl. Geotechnics - Classification of unconsolidated soil samples ([https://nl.wikipedia.org/wiki/Korrelgrootte\\_\(sediment\)](https://nl.wikipedia.org/wiki/Korrelgrootte_(sediment)))
- Oksanen J (2011) Multivariate analysis of ecological communities in R: vegan tutorial R package version, p 2.0-1
- Rabaut M, Guilini K, Van Hoey G, Vincx M, Degraer S (2007) A bio-engineered soft-bottom environment: The impact of *Lanice conchilega* on the benthic species-specific densities and community structure. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 75:525-536
- Rabaut M, Vincx M, Degraer S (2009) Do *Lanice conchilega* (sandmason) aggregations classify as reefs? Quantifying habitat modifying effects. *Helgoland Marine Research* 63:37-46
- Rachor E, Nehmer P (2003) Erfassung und Bewertung ökologisch wertvoller Lebensräume in der Nordsee. Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven.
- Rumohr H, Kujawski T (2000) The impact of trawl fishery on the epifauna of the southern North Sea. *ICES J Mar Sci* 57:1389-1394

Schwartz K, Diesing M (2003) 2. Zwischenbericht Erforschung der FFH-Lebensraumtypen Sandbank und Riff in der AWZ der deutschen Nord- und Ostsee. FKZ-Nr. 802 85 270.  
[http://www.bfn.de/habitatmare/de/downloads/berichte/Sedimentverteilung\\_Nord-u-Ostsee\\_2003.pdf](http://www.bfn.de/habitatmare/de/downloads/berichte/Sedimentverteilung_Nord-u-Ostsee_2003.pdf),  
Institut für Geowissenschaften Christian-Albrechts-Universität / BfN, Kiel

Van Moorsel GWNM (2003) Ecologie van de Klaverbank, Biotasurvey 2002, Ecosub, Doorn

Witbaard R, Bos OG, Lindeboom HJ (2008) Basisinformatie over de Borkumer Stenen, Bruine Bank en Gasfonteinen, potentiëel te beschermen gebieden op het NCP. Report C026.08, Wageningen IMARES, Den Burg, Texel

## Verantwoording

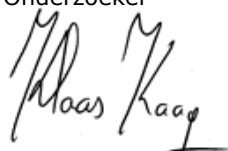
Rapport C115.14

Projectnummer: 4308201126 (BO-11-011.04-008)

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: Dr. N.H.B.M. Kaag  
Onderzoeker

Handtekening:



Datum: 29 augustus 2014

Akkoord: Drs. J. Asjes  
Hoofd afdeling Ecosystemen

Handtekening:



Datum: 29 augustus 2014

**Bijlagen**

## Bijlage A. Indicatorsoorten

Tabel 10. Typische soorten van de Klaverbank aangevuld met die van de Borkumse Stenen (gebaseerd op Lengkeek et al. 2013).

PRIMAIRE indicatoren (algemeen, goed zichtbaar, verwachte sterke negatieve effecten van bodemverstoring)										
	Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	Functie	Verwacht signaal	Nadeel	Bron	Klaverbank	Borkumse Stenen	N2000 criteria	Voldoet aan criteria (zie Box 1)
1	Dodemansduim*	<i>Alcyonium digitatum</i>	Grote exemplaren zijn tientallen jaren oud en komen alleen in een stabiel habitat voor. Belangrijke structuurvormer binnen epibenthische gemeenschap Alleen aanwezig op hard substraat Goed zichtbaar op video	Maximaal formaat en gemiddeld formaat van op video zichtbare dodemansduimen neemt toe Toename complexiteit van groeivorm (lobben) van op video zichtbare dodemansduimen		(Lambert et al. 2011); www.marlin.ac.uk; (Jak et al. 2009)	x	x	Cab	a,c,d,g,h
2	Spons spp (met name structuurvormende groeivormen)	<i>Haliclona oculata</i> <i>Halichondria panicea</i> mogelijk andere	Grote exemplaren bestaan alleen in een stabiel habitat Belangrijke structuurvormer binnen epibenthische gemeenschap Alleen aanwezig op hard substraat Goed zichtbaar op video	Toename sponzen die structuur vormen Toename formaat structuurvormende sponzen	Nu erg zeldzaam	(Kaiser et al. 2000, Lambert et al. 2011)	x	x	Cab	a,c,d,g,h
3	Hydroïdpoliepen spp.	Verschillende soorten (zie Van Moorsel 2003)	Grote exemplaren bestaan alleen in een stabiel habitat Belangrijke structuurvormer binnen epibenthische gemeenschap Alleen aanwezig op hard substraat Goed zichtbaar op video	Maximaal formaat en gemiddeld formaat van op video zichtbare hydroïdpoliepen neemt toe	Mogelijk snel herstel na verstoring	(Collie et al. 1997, Lambert et al. 2011)	x	x	Cab	c,d,g,h
SECUNDAIRE indicatoren (minder duidelijk effect van bodemverstoring dan primaire indicatoren en / of minder zichtbaar)										
4	Kokerworm spp	<i>Chone dureri</i> * of <i>Chone</i> spp.	Kenmerkend voor stabiel "grindig" substraat	Fragiele dieren, afwezig bij bodemberoering	Minder zichtbaar dan de andere primaire indicatoren	Expert inschatting W. Lengkeek/Bureau Waardenburg; Jak et al. (2009)	x	0	K, Ca	b,c,g,h
5	Kalkroodwier*	<i>Lithothamnion sonderi</i>	Alleen aanwezig op hard substraat, indicator voor abiotische structuur en functie	Toename dichtheid	Mogelijk alleen effect van verstoring wanneer steen omgedraaid wordt, niet bij andere beroering	Jak et al. (2009)	x	0	Ca, E	a,c,d,e,g,h

6	Naaktslakken spp of eieren	Veel mogelijke soorten	Hogere dichtheid en soortendiversiteit bij goede structuur en functie van epibenthische gemeenschap	Toename dichtheid en soortendiversiteit door uitbreiding epibenthische gemeenschap	Seizoensgebonden Mogelijk snel herstel van populatie na verstoring Indirecte indicator gerelateerd aan andere indicatoren	Expert inschatting W. Lengkeek/Bureau Waardenburg	x	x ( <i>Onchidoris muricata</i> )	Cb	g,h
7	Zadeloester spp.*	<i>Pododesmus patelliformis</i> <i>Pododesmus squama</i> <i>Pododesmus squamula</i>	Alleen aanwezig op hard substraat	Toename grote exemplaren	Relatief zeldzaam Effect van verstoring onzeker	Jak <i>et al.</i> (2009)	x	0	Ca, K	a,c,d,g,h
8	Oprolkreeft spp.	<i>Galathea intermedia</i> * <i>Galathea strigosa</i> <i>Galathea squamnifera</i>	Mobiel maar fragiele soort (met name intermedia) Alleen aanwezig op hard substraat Hogere dichtheid bij goede abiotische structuur	Toename gemiddeld formaat	Mogelijk snel herstel van populatie na verstoring	(Rumohr & Kujawski 2000, Jak <i>et al.</i> 2009)	x	0	Ca, E	d,g,h
9	Wulk*	<i>Buccinum undatum</i>	Grote langlevende soort Goed zichtbaar Redelijk algemeen Ondervindt schade bij visserijdruk	Toename dichtheid Toename aantal onbeschadigde individuen	Overleeft enige mate van verstoring	(Lindeboom & De Groot 1998, Kaiser <i>et al.</i> 2000, Rumohr & Kujawski 2000, Jak <i>et al.</i> 2009)	x	0	Cab	a,g,h,
10	Pelicaansvoet	<i>Aporrhais pespelecani</i>	Grote langlevende soort Goed zichtbaar Redelijk algemeen Ondervindt schade bij visserijdruk	Toename dichtheid Toename aantal onbeschadigde individuen	Overleeft enige mate van verstoring	(Kaiser <i>et al.</i> 2000)	x	0	Cab	a,g,h,
11	*Hooiwagenkrab	<i>Macropodia</i> sp.	Vooral aanwezig op hard substraat	onbekend. Mogelijke toename bij afname bodemberoering.	loopt weg, mogelijk snel herstel na verstoring	Jak <i>et al.</i> (2009)	??	x	K	d,g,h

### REGISTRATIESOORTEN

**(zeldzaam, minder zichtbaar of minder effect van visserij, maar belangrijk om waarnemingen toch te registreren)**

12	Stiefelslak (cowrie)	<i>Xandarovula patula</i>	Hogere dichtheid bij goede structuur en functie van epibenthische gemeenschap (veel dodemansduimen)	Toename dichtheid en formaat dodemansduimen resulteert in toename dichtheid en formaat van stiefelslakken	Te zeldzaam Indirecte indicator gerelateerd aan andere indicatoren	Expert inschatting W. Lengkeek/Bureau Waardenburg	x	0	Cb, E	g,h
13	Honingraatworm*	<i>Sabellaria spinulosa</i>	Sabellaria consolidaties komen alleen voor in stabiele bodems	Toename dichtheid en toename formaat consolidatie	Te zeldzaam op dit moment (maar wellicht bij minder verstoring talrijker)	(Jak <i>et al.</i> 2009); expert inschatting W. Lengkeek/Bureau Waardenburg	x	0	Ca	c,g,h
14	Stevige plaatschelp*	<i>Acropagia/ Tellina crassa</i>	Langlevende schelpdiersoort, hoge dichtheid en grote exemplaren alleen in stabiele bodem	Toename dichtheid en gemiddeld formaat	Infauna, niet zichtbaar op video Onzeker effect van	Jak <i>et al.</i> (2009); expert inschatting W. Lengkeek/Bureau Waardenburg	x	0	Cab	a,b, g, h



					verstoring					
15	Artemisshelp*	<i>Dosinia exoleta</i>	Langlevende schelpdiersoort, hoge dichtheid en grote exemplaren alleen in stabiele bodem	Toename dichtheid en gemiddeld formaat	Infauna, niet zichtbaar op video Onzeker effect van verstoring	(Jak <i>et al.</i> 2009); expert inschatting W. Lengkeek/Bureau Waardenburg	x	0	Cab, K	a,b, g, h
16	Zuignapvis*	<i>Diplecogaster bimaculata</i>	Alleen aanwezig op hard substraat, indicator voor abiotische structuur en functie	Onbekend	Te zeldzaam Niet goed zichtbaar Onbekend effect van verstoring	Jak <i>et al.</i> (2009)	x	0	K	d
17	Dwergzeedonderpad*	<i>Tourulus lilljeborgi</i>	Alleen aanwezig op hard substraat, indicator voor abiotische structuur en functie	Onbekend	Onbekend effect van verstoring	Jak <i>et al.</i> (2009)	x	0	K	d
18	Zeeduivel	<i>Lophius piscatorius</i>	Langlevende vissoort	Toename dichtheid en gemiddeld formaat	Te zeldzaam Migreren in en uit beschermd gebied	Expert inschatting W. Lengkeek/Bureau Waardenburg	x	0	Ca	a, g, h
19	Roggen / haaien	Meerdere soorten	Langlevende vissoorten, sommige soorten zetten eieren af op stabiele harde substraten	Toename dichtheid en gemiddeld formaat	Te zeldzaam Migreren in en uit beschermd gebied Mogelijk moeilijk waarnemen op video omdat ze wegzwemmen voor camera	Expert inschatting W. Lengkeek/Bureau Waardenburg	x	0	Ca	a, g, h
20	Wijde mantel of aanverwanten	<i>Aequipecten opercularis</i> of vergelijkbare soorten	Langlevende schelpdiersoort, voorkeur voor stabiel substraat met ontwikkelde epibenthische gemeenschap	Toename vestegingsmogelijkheden bij toename structuur door epibenthische gemeenschap	Effecten van verstoring deels onbekend	Lambert <i>et al.</i> (2011)	x	0	Cb	d,g,h
21	Driekantige kalkkokerworm*	<i>Pomatocerus triqueter</i>	Alleen aanwezig op hard substraat, indicator voor abiotische structuur en functie	Onzeker	Verdwijnt niet bij bodemverstoring Komt ook voor bij zeer minimale abiotische structuren (kleine onstabiele stenen)	Jak <i>et al.</i> (2009)	-	x	K	d,h
22	Slakdolf	<i>Liparis liparis</i>	Aanwezig op hard substraat (heeft zuignap), indicator voor abiotische structuur en functie	Onzeker	Waarschijnlijk niet zo gevoelig voor verstoring	Expert inschatting W. Lengkeek/Bureau Waardenburg		x	K	d,h

\*Voorgestelde typische soorten door Jak *et al.*, 2009

## Bijlage B. Boxcore (macrofauna): Aantallen per soort per station

Tabel 11. Boxcore data. Aantal individuen per soort per boxcore hap (0,07 m<sup>2</sup>) per station. Dit zijn de ruwe data. Bij verdere opwerking van de data zijn taxa samengevoegd (zie paragraaf 2.4.2).

Aanvullende beschermde gebieden

Borkumse stenen

aug-13

Soortenlijst (aantal/boxcore monster)

Laatst bijgewerkt

14-10-2013 BW

Habitatypen

zand habitat < 38 *Lanice*/boxcore hap (< 500 ind/m<sup>2</sup>)

*Lanice* habitat > 38 *Lanice*/boxcore hap (> 500 ind/m<sup>2</sup>)

1 boxcore hap = 0,07 m<sup>2</sup>

BEAST					Zand habitat	Zand habitat	<i>Lanice</i> veld	<i>Lanice</i> veld	Zand habitat	<i>Lanice</i> veld	Zand habitat	Grind	
Phylum	Familie	Genus	Species	Soortcode	BS 10	BS 11	BS 13	BS 15	BS 18	BS 23	BS 8	Steen 999	
1	Annelida	Capitellidae	Heteromastus	filiformis	HETEFILI			2					
2	Annelida	Capitellidae	Mediomastus	fragilis	MEDIFRAG		1						
3	Annelida	Capitellidae	-	spp.	CAPITESP	3		4	1	1		98	
4	Annelida	Cirratulidae	Chaetozone	setosa	CHATSETO	2	1	14		5	5		
5	Annelida	Cirratulidae	Chaetozone	spp.	CHATSPEC			1		4			
6	Annelida	Dorvilleidae	Protodorvillea	kefersteini	PROTKEFE							2	
7	Annelida	Goniadidae	Goniadella	bobretzkii	GONDBOBR			1				1	
8	Annelida	Magelonidae	Magelona	filiformis	MAGEFILI		27	9	14	1			
9	Annelida	Magelonidae	Magelona	johnstoni	MAGEJOHN	1	21	3	22	19	35	8	
10	Annelida	Magelonidae	Magelona	mirabilis	MAGEMIRA			10	8	49			
11	Annelida	Magelonidae	Magelona	spp.	MAGESPEC			2					
12	Annelida	Nephtyidae	Nephtys	assimilis	NEPHASSI		2						
13	Annelida	Nephtyidae	Nephtys	caeca	NEPHCAEC			1	0,1				
14	Annelida	Nephtyidae	Nephtys	cirrosa	NEPHCIRR		2	2	7	10		2	
15	Annelida	Nephtyidae	Nephtys	hombergii	NEPHHOMB	5	2	2		1	2		
16	Annelida	Nephtyidae	Nephtys	spp.	NEPHSPEC	1	1	5		1	9	6	
17	Annelida	Nereididae	Eunereis	longissima	EUNELONG		1	1	5	14		17	
18	Annelida	Nereididae	-	spp.	NEREDNSP			1				11	
19	Annelida	Opheliidae	Ophelia	borealis	OPHEBORE	10		11	1	1	1		
20	Annelida	Opheliidae	Ophelia	spp.	OPHESPEC	61		57	6	6		88	
21	Annelida	Orbiniidae	Scoloplos	armiger	SCOPARMI	2	58	62	149	4	83	6	157
22	Annelida	Oweniidae	Owenia	fusiformis	OWENFUSI			17	40	114		7	
23	Annelida	Paraonidae	Aricidea	minuta	ARICMINU		2						
24	Annelida	Pectinariidae	Lagis	koreni	LAGIKORE			2	1			23	
25	Annelida	Pectinariidae	Pectinaria	spp.	PECTSPEC					1		3	
26	Annelida	Pholoidae	Pholoe	baltica	PHOLBALT							2	
27	Annelida	Phyllodocidae	Eteone	longa	ETEOLONG			8	4	6		7	
28	Annelida	Phyllodocidae	Eteone	spp.	ETEOSPEC		3		3	2	11		
29	Annelida	Phyllodocidae	Eumida	bahusiensis	EUMIBAHU			3	7	24		23	

30	Annelida	Phyllodoceidae	Eumida	spp.	EUMISPEC			1	3		10		23
31	Annelida	Phyllodoceidae	Phyllodoce	groenlandica	PHYLGROE			2			6		5
32	Annelida	Phyllodoceidae	Phyllodoce	mucosa	PHYLMUCO				9				
33	Annelida	Phyllodoceidae	Phyllodoce	spp.	PHYLSPEC		1		2				
34	Annelida	Phyllodoceidae	-	spp.	PHYLLODO								3
35	Annelida	Poecilochaetidae	Poecilochaetus	serpens	POECSERP		5	35	1		5		43
36	Annelida	Polynoidae	Gattyana	cirrhusa	GATT CIRH						2		8
37	Annelida	Polynoidae	Malmgreniella	arenicolae	MALMAREN			3	3		5		
38	Annelida	Polynoidae	-	spp.	POLNOISP			2			1		2
39	Annelida	Sigalionidae	Pisione	remota	PISIREMO								3
40	Annelida	Spionidae	Aonides	paucibranchiata	AONIPAUC				5				17
41	Annelida	Spionidae	Pseudopolydora	pulchra	PSEUPULC		1	2	17	12		2	25
42	Annelida	Spionidae	Polydora	spp.	POLDDOSP								1
43	Annelida	Spionidae	Scoelepis	bonnieri	SCOLBONN			1			1		1
44	Annelida	Spionidae	Scoelepis	squamata	SCOLSQUA				1		7	1	12
45	Annelida	Spionidae	Spio	cf. filicornis	SPIOFILI				13		21		26
46	Annelida	Spionidae	Spio	goniocephala	SPIOGONI		53		4		18		8
47	Annelida	Spionidae	Spiophanes	bombyx	SPIPBOMB		12		25	395	94	4	84
48	Annelida	Syllidae	Exogone	naidina	EXOGNAID		1			2			
49	Annelida	Syllidae	Proceraea	prismatica	PROAPRIS						1		1
50	Annelida	Syllidae	Syllis	spp.	SYLLSPEC				2				1
51	Annelida	Terebellidae	Lanice	conchilega	LANICONC			14	287	136		134	1
52	Annelida	-	SPIONIDA	spp.	SPIONISP					12		4	32
53	Annelida	-	TEREBELLIDA	spp.	TEREBELL							5	
54	Annelida	-	OLIGOCHAETA	spp.	OLIGOCS			1		2		1	
55	Arthropoda	Amphilocheidae	Amphilocheus	neapolitanus	AMPLNEAP								1
56	Arthropoda	Atylidae	Nototropis	swammerdamei	NOTTSAM							1	
57	Arthropoda	Callianassidae	Pestarella	tyrrhena	PESTTYRR								5
58	Arthropoda	Callianassidae	-	spp.	CALLIASP								0,1
59	Arthropoda	Caprellidae	Pariambus	typicus	PARITYPI			6		17			42
60	Arthropoda	Caprellidae	Phtisica	marina	PHTIMARI			1					
61	Arthropoda	Caprellidae	-	spp.	CAPRELS							3	
62	Arthropoda	Corophiidae	Corophium	multisetosum	COROMULT				3				
63	Arthropoda	Crangonidae	Crangon	crangon	CRANCRAN				2	4	1		2
64	Arthropoda	Ischyroceridae	Jassa	spp.	JASSSPEC		1	1					
65	Arthropoda	Leucothoidae	Leucothoe	lilljeborgi	LEUCLILL				6				
66	Arthropoda	Megalurotopidae	Megalurotopus	agilis	MEGAAGIL						3		
67	Arthropoda	Microprotopidae	Microprotopus	maculatus	MICPMACU				1				7
68	Arthropoda	Microprotopidae	Microprotopus	spp.	MICPSPEC					1			
69	Arthropoda	Oedicerotidae	Periculodes	longimanus	PERILONG				4				2
70	Arthropoda	Oedicerotidae	Pontocrates	altamarinus	PONTALTA		2						
71	Arthropoda	Oedicerotidae	Synchelidium	maculatum	SYNCMACU								3
72	Arthropoda	Paguridae	Pagurus	bernhardus	PAGUBERN								1
73	Arthropoda	Palaemonidae	-	spp.	PALAE MSP			2					3
74	Arthropoda	Polybiidae	Liocarcinus	holsatus	LIOCHOLS							1	
75	Arthropoda	Polybiidae	Liocarcinus	navigator	LIOCN NAVI				3				1
76	Arthropoda	Polybiidae	Liocarcinus	spp.	LIOCSPEC				2				

77	Arthropoda	Polybiidae	-	spp.	POLYBISP				3				
78	Arthropoda	Pontoporeiidae	Bathyporeia	elegans	BATHELEG	17	4						
79	Arthropoda	Pontoporeiidae	Bathyporeia	guilliamsoniana	BATHGUIL							5	
80	Arthropoda	Pontoporeiidae	Bathyporeia	pelagica	BATHPELA					1			
81	Arthropoda	Pseudocumatidae	Pseudocuma	longicorne	PSEULONE	1		1					
82	Arthropoda	Stenothoidae	Stenothoe	marina	STENMARI				2				1
83	Arthropoda	Thalassinidae	-	spp.	THALASSP						1		
84	Arthropoda	Upogebiidae	Upogebia	spp.	UPOBSPEC			2					9
85	Arthropoda	Urothoidae	Urothoe	poseidonis	UROTPOSE	22	76	33	37	14	47	3	
86	Arthropoda	Urothoidae	Urothoe	spp.	UROTSPEC			1		5			
87	Arthropoda	-	GAMMARIDAE	spp.	GAMMARSP				1				1
88	Arthropoda	-	Amphipoda	spp.	AMPISPEC								1
89	Arthropoda	-	Cumacea	spp.	CUMASPEC					1			
90	Arthropoda	-	MYSIDA	spp.	MYSIDASP			1					
91	Arthropoda	-	Decapoda	spp.	DECAPODA	3		2				1	1
92	Arthropoda	-	Isopoda	spp.	ISOPSPEC	2	3						1
93	Mollusca	Cardiidae	-	spp.	CARDIISP						1		
94	Mollusca	Donacidae	Donax	vittatus	DONAVITT	1						1	
95	Mollusca	Mactridae	Lutraria	spp.	LUTRSPEC								2
96	Mollusca	Mactridae	Mactra	stultorum	MACTSTUL			1					
97	Mollusca	Mactridae	Spisula	elliptica	SPISELLI						1	1	4
98	Mollusca	Mactridae	Spisula	solida	SPISSOLI				1				
99	Mollusca	Montacutidae	Kurtiella	bidentata	KURTBIDE								3
100	Mollusca	Montacutidae	Tellimya	ferruginosa	TMYAFERR	9	7		8	7	12		3
101	Mollusca	Mytilidae	Mytilus	edulis	MYTIEDUL			1					
102	Mollusca	Noetidae	Striarca	lactea	STRILACT								3
103	Mollusca	Pharidae	Ensis	directus	ENSIDIRE						1		
104	Mollusca	Pharidae	Ensis	spp.	ENSISPEC			1	1	3	13		6
105	Mollusca	Pharidae	Phaxas	pellucidus	PHAXPELL								5
106	Mollusca	Rissoidae	Alvania	lactea	ALVALACT								18
107	Mollusca	Semelidae	Abra	alba	ABRAALBA	4			1		5		99
108	Mollusca	Tellinidae	Angulus	fabula	ANGUFABU	1	10	1	9		16		
109	Mollusca	Tellinidae	Angulus	tenuis	ANGUTENU	2		1		2			
110	Mollusca	Tellinidae	Angulus	spp.	ANGUSPEC			4	5		1		
111	Mollusca	Tellinidae	Macoma	balthica	MACOBALT							1	
112	Mollusca	Thraciidae	Thracia	phaseolina	THRAPHAS								2
113	Mollusca	-	BIVALVIA	spp.	BIVALVSP			2			5		13
114	Echinodermata	Loveniidae	Echinocardium	cordatum	ECHICORD	1	1			1	2		
115	Echinodermata	Loveniidae	Echinocardium	spp.	ECHISPEC								1
116	Echinodermata	Ophiuridae	Ophiura	albida	OPHIALBI								5
117	Echinodermata	-	Ophiuroidea	spp.	OPHIURSP			40	7		7		102
118	Echinodermata	-	ECHINOIDEA	spp.	ECHINISP			2				2	
119	Echinodermata	-	ECHINODERMATA	spp.	ECHINODE	4							
120	Bryozoa	Electridae	Conopeum	reticulum	CONORETI								2
121	Bryozoa	Electridae	Electra	pilosa	ELECPILO			1					
122	Cnidaria	Tubulariidae	Ectopleura	larynx	ECTOLARY			28	2				7
123	Cnidaria	Tubulariidae	Tubularia	indivisa	TUBUINDI				5		45		

124	Cnidaria	Tubulariidae	-	spp.	TUBULASP				28				
125	Cnidaria	Campanulariidae	Clytia	hemisphaerica	CLYTHEMI				1		3		
126	Cnidaria	Campanulariidae	Obelia	bidentata	OBELBIDE			5			9		1
127	Cnidaria	Campanulariidae	Obelia	spp.	OBELSPEC				1				
128	Cnidaria	Campanulariidae	-	spp.	CAMPANSP	5	6	12	1		6		52
129	Cnidaria	Sagartiidae	Sagartia	elegans	SAGAELEG								1
130	Cnidaria	Sagartiidae	Sagartia	trogloodytes	SAGATROG				1				
131	Cnidaria	-	LEPTOTHECATA	spp.	LEPTOTHE	1				7			
132	Chordata	-	ASCIDIACEA	spp.	ASCIDISP								2
133	Chordata	Branchiostomidae	Branchiostoma	lanceolatum	BRANLANC			1					3
134	Nematoda	-	PHORONIDA	spp.	NEMATOSP	25		4	1				15
135	Nemertea	-	NEMATODA	spp.	NEMERTSP			1	3	1	8		
136	Phoronida	-	NEMERTINAE	spp.	PHORONID			18	10	12	3		4
137	Arthropoda	-	COPEPODA	solida	COPEPODA	3		1		1		1	3

## Bijlage C. Boxcore (macrofauna) soortenlijst met opmerkingen m.b.t. determinatie

Laatst bijgewerkt

14-10-2013 BW

BEAST

	Soortcode	Phylum	Familie	Genus	Species	Opmerkingen
1	HETEFILI	Annelida	Capitellidae	Heteromastus	filiformis	
2	MEDIFRAG	Annelida	Capitellidae	Mediomastus	fragilis	
3	CAPITESP	Annelida	Capitellidae	-	spp.	familie, juveniel, nog niet voldoende ontwikkeld om tot soort te determineren
4	CHATSETO	Annelida	Cirratulidae	Chaetozone	setosa	
5	CHATSPEC	Annelida	Cirratulidae	Chaetozone	spp.	juveniel, nog niet voldoende ontwikkeld om tot soort te determineren
6	PROTKEFE	Annelida	Dorvilleidae	Protodorvillea	kefersteini	
7	GONDBOBR	Annelida	Goniadidae	Goniadella	bobretzkii	
8	MAGEFILI	Annelida	Magelonidae	Magelona	filiformis	
9	MAGEJOHN	Annelida	Magelonidae	Magelona	johnstoni	
10	MAGEMIRA	Annelida	Magelonidae	Magelona	mirabilis	
11	MAGESPEC	Annelida	Magelonidae	Magelona	spp.	juveniel, nog niet voldoende ontwikkeld om tot soort te determineren
12	NEPHASSI	Annelida	Nephtyidae	Nephtys	assimilis	
13	NEPHCAEC	Annelida	Nephtyidae	Nephtys	caeca	
14	NEPHCIRR	Annelida	Nephtyidae	Nephtys	cirrosa	
15	NEPHHOMB	Annelida	Nephtyidae	Nephtys	homborgii	
16	NEPHSPEC	Annelida	Nephtyidae	Nephtys	spp.	juveniel, nog niet voldoende ontwikkeld om tot soort te determineren
17	EUNELONG	Annelida	Nereididae	Eunereis	longissima	
18	NEREDNSP	Annelida	Nereididae	-	spp.	familie, juveniel, nog niet voldoende ontwikkeld om tot soort te determineren
19	OPHEBORE	Annelida	Opheliidae	Ophelia	borealis	
20	OPHESPEC	Annelida	Opheliidae	Ophelia	spp.	juveniel, nog niet voldoende ontwikkeld om tot soort te determineren
21	SCOPARMI	Annelida	Orbiniidae	Scoloplos	armiger	
22	OWENFUSI	Annelida	Oweniidae	Owenia	fusiformis	
23	ARICMINU	Annelida	Paraonidae	Aricidea	minuta	
24	LAGIKORE	Annelida	Pectinariidae	Lagis	koreni	
25	PECTSPEC	Annelida	Pectinariidae	Pectinaria	spp.	juveniel, nog niet voldoende ontwikkeld om tot soort te determineren
26	PHOLBALT	Annelida	Pholoidae	Pholoe	baltica	
27	ETEOLONG	Annelida	Phyllodocidae	Eteone	longa	
28	ETEOSPEC	Annelida	Phyllodocidae	Eteone	spp.	juveniel, nog niet voldoende ontwikkeld om tot soort te determineren
29	EUMIBAHU	Annelida	Phyllodocidae	Eumida	bahusiensis	
30	EUMISPEC	Annelida	Phyllodocidae	Eumida	spp.	juveniel, nog niet voldoende ontwikkeld om tot soort te determineren
31	PHYLGROE	Annelida	Phyllodocidae	Phyllodoce	groenlandica	
32	PHYLMUCO	Annelida	Phyllodocidae	Phyllodoce	mucosa	
33	PHYLSPEC	Annelida	Phyllodocidae	Phyllodoce	spp.	juveniel, nog niet voldoende ontwikkeld om tot soort te determineren
34	PHYLLODO	Annelida	Phyllodocidae	-	spp.	familie, juveniel, nog niet voldoende ontwikkeld om tot soort te determineren
35	POECSERP	Annelida	Poecilochaetidae	Poecilochaetus	serpens	
36	GATT CIRH	Annelida	Polynoidae	Gattyana	cirrhosa	
37	MALMAREN	Annelida	Polynoidae	Malmgreniella	arenicolae	
38	POLNOISP	Annelida	Polynoidae	-	spp.	familie, juveniel, nog niet voldoende ontwikkeld om tot soort te determineren
39	PISIREMO	Annelida	Sigalionidae	Pisione	remota	
40	AONIPAUC	Annelida	Spionidae	Aonides	paucibranchiata	
41	PSEUPULC	Annelida	Spionidae	Pseudopolydora	pulchra	
42	POLDDOSP	Annelida	Spionidae	Polydora	spp.	juveniel, nog niet voldoende ontwikkeld om tot soort te determineren

43	SCOLBONN	Annelida	Spionidae	Scolelepis	bonnieri	
44	SCOLSQUA	Annelida	Spionidae	Scolelepis	squamata	
45	SPIOFIL	Annelida	Spionidae	Spio	cf. filicornis	
46	SPIOGONI	Annelida	Spionidae	Spio	goniocephala	
47	SPIPBOMB	Annelida	Spionidae	Spiophanes	bombyx	
48	EXOIGNAID	Annelida	Syllidae	Exogone	naidina	
49	PROAPRIS	Annelida	Syllidae	Proceraea	prismatica	
50	SYLLSPEC	Annelida	Syllidae	Syllis	spp.	juveniel, nog niet voldoende ontwikkeld om tot soort te determineren
51	LANICONC	Annelida	Terebellidae	Lanice	conchilega	
52	SPIONISP	Annelida	-	SPIONIDA	spp.	order, juveniel, nog niet voldoende ontwikkeld om tot soort te determineren
53	TEREBELL	Annelida	-	TEREBELLIDA	spp.	order, juveniel, nog niet voldoende ontwikkeld om tot soort te determineren
54	OLIGOCSP	Annelida	-	OLIGOCHAETA	spp.	subklasse, worden tot dat niveau gedetermineerd
55	AMPLNEAP	Arthropoda	Amphilochidae	Amphilochus	neapolitanus	
56	NOTTSAM	Arthropoda	Atylidae	Nototropis	swammerdamei	
57	PESTTYRR	Arthropoda	Callianassidae	Pestarella	tyrrhena	
58	CALLIASP	Arthropoda	Callianassidae	-	spp.	familie, juveniel, nog niet voldoende ontwikkeld om tot soort te determineren
59	PARITYPI	Arthropoda	Caprellidae	Pariambus	typicus	
60	PHTIMARI	Arthropoda	Caprellidae	Phtisica	marina	
61	CAPRELSP	Arthropoda	Caprellidae	-	spp.	familie, juveniel, nog niet voldoende ontwikkeld om tot soort te determineren
62	COROMULT	Arthropoda	Corophiidae	Corophium	multisetosum	
63	CRANCRAN	Arthropoda	Crangonidae	Crangon	crangon	
64	JASSSPEC	Arthropoda	Ischyroceridae	Jassa	spp.	juveniel, nog niet voldoende ontwikkeld om tot soort te determineren
65	LEUCLILL	Arthropoda	Leucothoidae	Leucothoe	lilljeborgi	
66	MEGAAGIL	Arthropoda	Megalurotidae	Megalurotopus	agilis	
67	MICPMACU	Arthropoda	Microtopodidae	Microtopodus	maculatus	
68	MICPSPEC	Arthropoda	Microtopodidae	Microtopodus	spp.	juveniel, nog niet voldoende ontwikkeld om tot soort te determineren
69	PERILONG	Arthropoda	Oedicerotidae	Perioculodes	longimanus	
70	PONTALTA	Arthropoda	Oedicerotidae	Pontocrates	altamarinus	
71	SYNCMACU	Arthropoda	Oedicerotidae	Synchelidium	maculatum	
72	PAGUBERN	Arthropoda	Paguridae	Pagurus	bernhardus	
73	PALAEMSP	Arthropoda	Palaemonidae	-	spp.	familie, juveniel, nog niet voldoende ontwikkeld om tot soort te determineren
74	LIOCHOLS	Arthropoda	Polybiidae	Liocarcinus	holsatus	
75	LIOCNVI	Arthropoda	Polybiidae	Liocarcinus	navigator	
76	LIOCSPEC	Arthropoda	Polybiidae	Liocarcinus	spp.	juveniel, nog niet voldoende ontwikkeld om tot soort te determineren
77	POLYBISP	Arthropoda	Polybiidae	-	spp.	familie, juveniel, nog niet voldoende ontwikkeld om tot soort te determineren
78	BATHELEG	Arthropoda	Pontoporeiidae	Bathyporeia	elegans	
79	BATHGUIL	Arthropoda	Pontoporeiidae	Bathyporeia	guilliamsoniana	
80	BATHPELA	Arthropoda	Pontoporeiidae	Bathyporeia	pelagica	
81	PSEULONE	Arthropoda	Pseudocumatidae	Pseudocuma	longicorne	
82	STENMARI	Arthropoda	Stenothoidae	Stenothoe	marina	
83	THALASSP	Arthropoda	Thalassinidae	-	spp.	familie, juveniel, nog niet voldoende ontwikkeld om tot soort te determineren
84	UPOBSPEC	Arthropoda	Upogebiidae	Upogebia	spp.	juveniel, nog niet voldoende ontwikkeld om tot soort te determineren
85	UROTPOSE	Arthropoda	Urothoidae	Urothoe	poseidonis	
86	UROTSPEC	Arthropoda	Urothoidae	Urothoe	spp.	juveniel, nog niet voldoende ontwikkeld om tot soort te determineren
87	GAMMARSP	Arthropoda	-	GAMMARIDAE	spp.	suborder, juveniel, nog niet voldoende ontwikkeld om tot soort te determineren
88	AMPISPEC	Arthropoda	-	Amphipoda	spp.	order, juveniel of beschadigd, niet verder te determineren
89	CUMASPEC	Arthropoda	-	Cumacea	spp.	order, juveniel, nog niet voldoende ontwikkeld om tot soort te determineren
90	MYSIDASP	Arthropoda	-	MYSIDA	spp.	order, juveniel, nog niet voldoende ontwikkeld om tot soort te determineren
91	DECAPODA	Arthropoda	-	Decapoda	spp.	order, larve, worden niet verder gedetermineerd
92	ISOPSPEC	Arthropoda	-	Isopoda	spp.	order, niet tot soort gedetermineerd

93	CARDIISP	Mollusca	Cardiidae	-	spp.	familie, juveniel, nog niet voldoende ontwikkeld om tot soort te determineren
94	DONAVITT	Mollusca	Donacidae	Donax	vittatus	
95	LUTRSPEC	Mollusca	Mactridae	Lutraria	spp.	juveniel, nog niet voldoende ontwikkeld om tot soort te determineren
96	MACTSTUL	Mollusca	Mactridae	Mactra	stultorum	
97	SPISELLI	Mollusca	Mactridae	Spisula	elliptica	
98	SPISSOLI	Mollusca	Mactridae	Spisula	solida	
99	KURTBIDE	Mollusca	Montacutidae	Kurtiella	bidentata	
100	TMYAFERR	Mollusca	Montacutidae	Tellimya	ferruginosa	
101	MYTIEDUL	Mollusca	Mytilidae	Mytilus	edulis	
102	STRILACT	Mollusca	Noetiidae	Striarca	lactea	
103	ENSIDIRE	Mollusca	Pharidae	Ensis	directus	
104	ENSISPEC	Mollusca	Pharidae	Ensis	spp.	juveniel, nog niet voldoende ontwikkeld om tot soort te determineren
105	PHAXPELL	Mollusca	Pharidae	Phaxas	pellucidus	
106	ALVALACT	Mollusca	Rissoidae	Alvania	lactea	
107	ABRAALBA	Mollusca	Semelidae	Abra	alba	
108	ANGUFABU	Mollusca	Tellinidae	Angulus	fabula	
109	ANGUTENU	Mollusca	Tellinidae	Angulus	tenuis	
110	ANGUSPEC	Mollusca	Tellinidae	Angulus	spp.	juveniel, nog niet voldoende ontwikkeld om tot soort te determineren
111	MACOBALT	Mollusca	Tellinidae	Macoma	balthica	
112	THRAPHAS	Mollusca	Thraciidae	Thracia	phaseolina	
113	BIVALVSP	Mollusca	-	BIVALVIA	spp.	klasse, juveniel, nog niet voldoende ontwikkeld om tot soort te determineren
114	ECHICORD	Echinodermata	Loveniidae	Echinocardium	cordatum	
115	ECHISPEC	Echinodermata	Loveniidae	Echinocardium	spp.	juveniel, nog niet voldoende ontwikkeld om tot soort te determineren
116	OPHIALBI	Echinodermata	Ophiuridae	Ophiura	albida	
117	OPHIURSP	Echinodermata	-	Ophiuroidea	spp.	klasse, juveniel, nog niet voldoende ontwikkeld om tot soort te determineren
118	ECHINISP	Echinodermata	-	ECHINOIDEA	spp.	klasse, juveniel, nog niet voldoende ontwikkeld om tot soort te determineren
119	ECHINODE	Echinodermata	-	ECHINODERMATA	spp.	phylum, juveniel, nog niet voldoende ontwikkeld om tot soort te determineren
120	CONORETI	Bryozoa	Electridae	Conopeum	reticulum	
121	ELECPILO	Bryozoa	Electridae	Electra	pilosa	
122	ECTOLARY	Cnidaria	Tubulariidae	Ectopleura	larynx	
123	TUBUINDI	Cnidaria	Tubulariidae	Tubularia	indivisa	
124	TUBULASP	Cnidaria	Tubulariidae	-	spp.	familie, niet voldoende ontwikkeld om tot soort te determineren
125	CLYTHEMI	Cnidaria	Campanulariidae	Clytia	hemisphaerica	
126	OBELBIDE	Cnidaria	Campanulariidae	Obelia	bidentata	
127	OBELSPEC	Cnidaria	Campanulariidae	Obelia	spp.	juveniel, nog niet voldoende ontwikkeld om tot soort te determineren
128	CAMPANSP	Cnidaria	Campanulariidae	-	spp.	familie, niet voldoende ontwikkeld om tot soort te determineren
129	SAGAELEG	Cnidaria	Sagartiidae	Sagartia	elegans	
130	SAGATROG	Cnidaria	Sagartiidae	Sagartia	trogodytes	
131	LEPTOTHE	Cnidaria	-	LEPTOTHECATA	spp.	order, onvoldoende kenmerken om verder te determineren
132	ASCIDISP	Chordata	-	ASCIDIACEA	spp.	klasse, worden tot dat niveau gedetermineerd
133	BRANLANC	Chordata	Branchiostomidae	Branchiostoma	lanceolatum	lancetvis
134	PHORONID	Phoronida	-	PHORONIDA	spp.	phylum, worden tot dat niveau gedetermineerd
135	NEMATOSP	Nematoda	-	NEMATODA	spp.	phylum, worden tot dat niveau gedetermineerd
136	NEMERTSP	Nemertea	-	NEMERTINAE	spp.	phylum, worden tot dat niveau gedetermineerd
137	COPEPODA	Arthropoda	-	COPEPODA	spp.	subklasse, worden tot dat niveau gedetermineerd (komen vaak mee met speelwater)



## Bijlage D. Drop cam (epifauna): Aantallen per soort per station

Alfabetisch gesorteerd op Nederlandse naam.

	Habitatype		Zand	Zand	Zand	Zand	Zand	Zand	Lanice	Lanice	Lanice	Lanice	Lanice	Lanice	grind	grind
	Station		BS01	BS02	BS10	BS11	BS18	BS19	BS15	St_118	St_220	St_246	St_332	St_341	St_999a	St_999b
	N foto's geanalyseerd		30	32	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	16	30
	Opp (m <sup>2</sup> ) (circa)		10	10,7	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	5.3	10
	Lanice aanwezig (% van de foto's)		53%	44%	70%	100%	100%	0%	100%	93%	100%	100%	100%	100%	100%	60%
<b>Fylum</b>	<b>Soort/groep</b>	<b>NL naam</b>														
Cnidaria	Anthozoa sp	Anemoon	.	1	.	.	.	.	5	32	.	2	1	.	58	457
Arthropoda	Crangonidae sp	Garnaal sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.
Echinodermata	Psammechinus miliaris	Gewone zeeappel	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.
Pisces	Agonus cataphractus	Harnasmannetje	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
Arthropoda	Paguridae sp.	Heremietkreeften	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	.	.	1
Echinodermata	Astropecten irregularis	Kamster	.v	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Arthropoda	Brachyura spec	Krab	.	2	1	6	5	4	2	4	.	14	17	7	.	6
Arthropoda	Cancer pagurus	Noordzeekrab	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
Pisces	Callionymidae spec	Pitvis	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Echinodermata	Ophiura sp	Slangster sp.	10	2	1	4	.	4	16	30	6	1	2	2	86	128
Arthropoda	Carcinus maenas (strandkrab)	Strandkrab	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
Pisces	Soleidae spec	Tong sp.	.	1	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
Pisces	Syngnathus spec	Zee-naald	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	4	.	.
Echinodermata	Asterias rubens	Zeester	.	.	.	1	1	.	8	7	10	5	5	.	6	14
Arthropoda	Portunidae sp	Zwemkrab	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
	<b>N soorten (incl Lanice)</b>	<b>16</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>8</b>
	<b>N indiv (excl Lanice)</b>	<b>992</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>35</b>	<b>74</b>	<b>17</b>	<b>23</b>	<b>27</b>	<b>14</b>	<b>152</b>	<b>609</b>

## Bijlage E. SCUBA kwadrant (macrofauna): Aantallen per soort per kwadrant

<b>Aanvullende beschermde gebieden Borkumse stenen aug-13</b>		Algeme opmerking bij spp:										
<b>Airlift sampler SCUBA (0,05 m<sup>2</sup>)</b>		0=soort aanwezig, maar geen kop gevonden										
<b>Aantallen (zonder lifestage)</b>												
Laatst bijgewerkt		9/12/2013 BW										
					<b>STATION</b>	<b>St_116</b>	<b>St_116</b>	<b>St_116</b>	<b>St_999</b>	<b>St_999</b>	<b>St_999</b>	<b>St_999</b>
	<b>Fylum</b>	<b>Familie</b>	<b>Genus</b>	<b>Species</b>	<b>Soortcode</b>	<b>SS0059</b>	<b>SS0060</b>	<b>SS0061</b>	<b>SS0066</b>	<b>SS0067A</b>	<b>SS0068</b>	<b>SS0069</b>
1	Annelida	Capitellidae	Capitellidae	spp	CAPITESP			1				
2	Annelida	Phyllodocidae	Eulalia	viridis	EULAVIRI					0		
3	Annelida	Nereididae	Eunereis	longissima	EUNELONG			1				
4	Annelida	Polynoidae	Harmothoe	impar	HARMIMPA						1	
5	Annelida	Polynoidae	Harmothoe	spp.	HARMSPEC			1				
6	Annelida	Polynoidae	Lepidonotus	squamatus	LEPDSQUA	1						
7	Annelida	Nereididae	Nereis	spp	NERESPEC			0				
8	Annelida	Syllidae	Proceraea	cornuta	PROACORN			1				
9	Annelida	Spionidae	Pseudopolydora	pulchra	PSEUPULC					1		
10	Arthropoda		BALANOMORPHA	spp	BALANOSP					1		
11	Arthropoda		COPEPODA	spp	COPEPODA					4		
12	Arthropoda	Crangonidae	Crangon	spp	CRANSPEC						1	
13	Arthropoda	Gammaridae	Gammarus	spp	GAMMSPEC			1				
14	Arthropoda	Hyperidae	Hyperia	galba	HYPEGALB						1	
15	Arthropoda	Ischyroceridae	Ischyrocerus	anguipes	ISCHANGU			1				
16	Arthropoda	Corophiidae	Monocorophium	acherusicum	MONOACHE			2	1	3	1	
17	Arthropoda	Mysidae	Mysis	species	MYSISPEC							1
18	Arthropoda	Pandalidae	Pandalus	montagui	PANDMONT		1					
19	Arthropoda		SESSILIA	spp	SESSILSP						1	
20	Arthropoda	Stenothoidae	Stenothoe	marina	STENMARI			7			1	

21	Arthropoda	Stenothoidae	Stenothoe	spp	STENSPEC			1				
22	Arthropoda	Palaemonidae		spp	PALAEMSP						6	
23	Arthropoda	Balanidae		spp	BALANISP		1					
24	Bryozoa	Alcyoniidae	Alcyonidium	parasiticum	ALCYPARA			1				
25	Bryozoa	Alcyoniidae	Alcyonidium	spp	ALCYSPEC				1			
26	Bryozoa		BRYOZOA	spp	BRYOZOA						1	
27	Bryozoa	Electridae	Conopeum	reticulum	CONORETI	1	1	1		1		
28	Bryozoa	Electridae	Electra	pilosa	ELECPILO			1		1	1	1
29	Chordata		ASCIDIACEA	spp	ASCIDISP			1				
30	Chordata	Didemniidae	Diplosoma	listerianum	DIPLLIST			1366		17141		
31	Ciliophora		CILIOPHORA	spp	CILIOPHO			2				
32	Cnidaria	Campanulariidae	Campanularia	volubilis	CAMPVOLU	4	16					
33	Cnidaria	Campanulariidae	Clytia	hemisphaerica	CLYTHEMI			12		7	5	
34	Cnidaria	Eudendriidae	Eudendrium	spp	EUDESPEC		31	40				
35	Cnidaria	Metridiidae	Metridium	senile	METISENI	44	32	11	158	4	87	127
36	Cnidaria	Campanulariidae	Obelia	bidentata	OBELBIDE	3				1		
37	Cnidaria	Campanulariidae	Obelia	spp	OBELSPEC					1		
38	Cnidaria	Sertulariidae	Sertularia	cupressina	SERTCUPR			29			18	
39	Cnidaria	Sertulariidae	Sertularia	spp	SERTSPEC	1	17					
40	Cnidaria	Tubulariidae		spp	TUBULASP			1				
41	Cnidaria	Campanulinidae		spp	CAMPANSP			1		55		
42	Echinodermata		OPHIUROIDEA	spp	OPHIURSP					1		
43	Mollusca	Aeolidiidae		spp	AEOLIDSP							8
	<b>Aantal soorten</b>					<b>6</b>	<b>7</b>	<b>21</b>	<b>3</b>	<b>13</b>	<b>12</b>	<b>4</b>
	<b>Aantal individuen</b>					<b>54</b>	<b>99</b>	<b>1482</b>	<b>160</b>	<b>17221</b>	<b>124</b>	<b>137</b>

## Bijlage F.SCUBA lijntransect (epifauna): Aantallen/bedekking per soorten per station

Alfabetisch gesorteerd op Nederlandse naam

SCUBA Lijntransect (50 x 2 m)  
Borkumse Stenen

Aantallen per soort per transect op (zand)bodem

			Lanice veld rondom steen	Zand habitat	Zand habitat	Zand habitat	Lanice veld rondom steen	Steen habitat
		STATION	St_116	St_228	St_251	St_341	St_114	St_999
		Oppervlak transect	100 m <sup>2</sup>	100 m <sup>2</sup>	100 m <sup>2</sup>	50 m <sup>2</sup>	100 m <sup>2</sup>	100 m <sup>2</sup>
		Soort	Duik1	Duik2	Duik3	Duik4	Duik5	Duik6
		NL naam						
1	<i>Ensis sp.</i>	Ensis	1					
2	<i>Liocarcinus navigator</i>	Gewimperde zwemkrab						1
3	<i>Crangon crangon</i>	Gewone garnaal				30	15	
4	<i>Sagartia troglodytes</i>	Gewone sliibanemoon	1 % bodembedekking	1	10	5	2 % bodembedekking	3 % bodembedekking
5	<i>Asterias rubens</i>	Gewone zeester	<b>50</b>	<b>35</b>	<b>35</b>	4	30	20
6	<i>Macropipus holsatus</i>	Gewone zwemkrab	<b>25</b>	30	30	<b>30</b>	2	<b>40</b>
7	<i>Tubularia larynx</i>	Gorgelpijp		20 kolonies			5	
8	<i>Eutrigla gurnardus</i>	Grauwe poon					1	
9	<i>Pomatoschistus sp.</i>	Grondel	20	<b>40</b>	<b>50</b>	<b>25</b>	<b>60</b>	<b>60</b>
10	<i>Syngnathus acus</i>	Grote zeenaald	1	2	30	20	2	15
11	<i>Agonus cataphractus</i>	Harnasmannetje					1	
12	<i>Pagurus bernhardus</i>	Heremietkreeft	20	5	30	8	20	<b>40</b>
13	<i>Trachurus picturatus</i>	Horsmakreel		4	<b>100</b>			<b>50</b>
14		Hydroidpoliep spp					4	
15	<i>Lanice conchilega</i>	Lanice (zandkokerworm)	<b>85% bodembedekking</b>	5% bodembedekking	25% bodembedekking	25% bodembedekking	<b>85% bodembedekking</b>	5% bodembedekking
16	<i>Callionymus lyra</i>	Pitvis	2	2				5
17	<i>Hydractinia echinata</i>	Ruwe Zeerasp	alle heremietkreeften vol	2 heremietkreeften vol	sommige heremietkreeften vol	sommige heremietkreeften vol	alle heremietkreeften vol	alle heremietkreeften vol
18	<i>Pleuronectes platessa</i>	Schol juv	1	3		2		
19	<i>Sagartia elegans</i>	Sierlijke sliibanemoon	2% bodembekking		3	2	2% bodembekking	2% bodembekking
20	<i>Ophiura ophiura</i>	Slangster	<b>100</b>	10	30	25	<b>100</b>	<b>80</b>
21	<i>Carcinus maenas</i>	Strandkrab				1		
22	<i>Solea solea</i>	Tong juv				1		
23	<i>Cerianthus lloydii</i>	Viltkokeranemoon	<b>70</b>				1% bodembedekking	20
<b>Aantal soorten (excl L. conch.)</b>			<b>14</b>	<b>13</b>	<b>12</b>	<b>18</b>	<b>11</b>	<b>14</b>

## Bijlage G. SCUBA lijntransect (epifauna): aantallen/bedekking per soort per station

Alfabetisch gesorteerd op Nederlandse naam

SCUBA Lijntransect (50 x 2 m): losse stenen  
Borkumse Stenen

Aantallen per soort

	STATION			St_116	St_228	St_251	St_341	St_114	St_999
	Fylum	Soort	NL_naam	Duik1	Duik2	Duik3	Duik4	Duik5	Duik6
1	Porifera	<i>Halichondria panicea</i>	Broodspans	5%	Geen stenen aanwezig	Geen stenen aanwezig	Geen stenen aanwezig	20%	10%
2	Cnidaria	<i>Alcyonium digitatum</i>	Dodemansduim						5%
3	Cnidaria	<i>Tubularia larynx</i>	Gorgelpijp						1%
4	Chordata	<i>Diplosoma listerianum</i>	Grijze korstzakpijp	2%					10%
5	Arthropoda	<i>Pagurus bernhardus</i>	Heremietkreeft					5	15
6	Arthropoda	<i>Macropodia sp.</i>	Hooiwagenkrab sp					2	15
7	Cnidaria	<i>Hydrozoa sp.</i>	Hydroidpoliep onbekend	5%				40%	30%
8	Pisces	<i>Ctenolabrus rupestris</i>	Kliplipvis						2
9	Arthropoda	<i>Cancer pagurus</i>	Noordzeekrab	2				2	15
10	Arthropoda	<i>Pandalus montagui</i>	Ringsprietgarnaal	5				2	30
11	Cnidaria	<i>Hydractinia echinata</i>	Ruwe Zeerasp					5%	5%
12	Pisces	<i>Liparis liparis</i>	Slakdolf	2				2	5
13	Pisces	<i>Microstomus kitt</i>	Tongschar						1
14	Cnidaria	<i>Metridium senile</i>	Zeeanjelier	60%				40%	50%
15	Arthropoda	<i>Balanoidea sp.</i>	Zeepokken sp					2	
	<b>Aantal soorten</b>			<b>7</b>				<b>10</b>	<b>14</b>

## Bijlage H. Soortenlijst alle methoden samen, per fylum

	AphiaID	Fylum	Fylum_NL	Wetenschappelijke naam	NL naam	boxcore	dropcam	SCUBA-kwadrant	SCUBA-transect-steen	SCUBA-transect-hodem	in N methoden
1	131107	Annelida	Wormen	Aonides paucibranchiata		1					1
2	130564	Annelida	Wormen	Aricidea minuta		1					1
3	921	Annelida	Wormen	Capitellidae spp.		1		1			2
4	129955	Annelida	Wormen	Chaetozone setosa		1					1
5	129242	Annelida	Wormen	Chaetozone spp.		1					1
6	130616	Annelida	Wormen	Eteone longa		1					1
7	129443	Annelida	Wormen	Eteone spp.		1					1
8	130639	Annelida	Wormen	Eulalia viridis		1		1			2
9	130641	Annelida	Wormen	Eumida bahusiensis		1					1
10	129446	Annelida	Wormen	Eumida spp.		1					1
11	130375	Annelida	Wormen	Eunereis longissima		1		1			2
12	327985	Annelida	Wormen	Exogone naidina		1					1
13	130749	Annelida	Wormen	Gattyana cirrhosa		1					1
14	147475	Annelida	Wormen	Goniadella bobretzkii		1					1
15	130770	Annelida	Wormen	Harmothoe impar		1		1			2
16	129491	Annelida	Wormen	Harmothoe spp.		1		1			2
17	129884	Annelida	Wormen	Heteromastus filiformis		1					1
18	152367	Annelida	Wormen	Lagis koreni		1					1
19	131495	Annelida	Wormen	Lanice conchilega	Lanice (zandkokerworm)	1				1	2
20	130801	Annelida	Wormen	Lepidonotus squamatus		1		1			2
21	130268	Annelida	Wormen	Magelona filiformis		1					1
22	130269	Annelida	Wormen	Magelona johnstoni		1					1
23	130271	Annelida	Wormen	Magelona mirabilis		1					1
24	129341	Annelida	Wormen	Magelona spp.		1					1
25	130810	Annelida	Wormen	Malmgreniella arenicolae		1					1
26	129892	Annelida	Wormen	Mediomastus fragilis		1					1
27	130353	Annelida	Wormen	Nephtys assimilis		1					1
28	130355	Annelida	Wormen	Nephtys caeca		1					1
29	130357	Annelida	Wormen	Nephtys cirrosa		1					1
30	130359	Annelida	Wormen	Nephtys hombergii		1					1
31	129370	Annelida	Wormen	Nephtys spp.		1					1
32	129379	Annelida	Wormen	Nereis spp.		1		1			2
33	2036	Annelida	Wormen	OLIGOCHAETA spp.		1					1
34	130491	Annelida	Wormen	Ophelia borealis		1					1
35	129413	Annelida	Wormen	Ophelia spp.		1					1
36	130544	Annelida	Wormen	Owenia fusiformis		1					1
37	129437	Annelida	Wormen	Pectinaria spp.		1					1
38	130599	Annelida	Wormen	Pholoe baltica		1					1
39	334507	Annelida	Wormen	Phyllodoce groenlandica		1					1
40	334512	Annelida	Wormen	Phyllodoce mucosa		1					1
41	129455	Annelida	Wormen	Phyllodoce spp.		1					1
42	931	Annelida	Wormen	Phyllodocidae spp.		1					1
43	130707	Annelida	Wormen	Pisione remota		1					1

44	130711	Annelida	Wormen	Poecilochaetus serpens		1					1
45	129619	Annelida	Wormen	Polydora spp.		1					1
46	939	Annelida	Wormen	Polynoidae spp.		1					1
47	131362	Annelida	Wormen	Proceraea cornuta		1		1			2
48	131366	Annelida	Wormen	Proceraea prismatica		1					1
49	130041	Annelida	Wormen	Protodormillea kefersteini		1					1
50	131169	Annelida	Wormen	Pseudopolydora pulchra		1		1			2
51	131171	Annelida	Wormen	Scolelepis bonnieri		1					1
52	131177	Annelida	Wormen	Scolelepis squamata		1					1
53	130537	Annelida	Wormen	Scoloplos armiger		1					1
54	131183	Annelida	Wormen	Spio cf. filicornis		1					1
55	131184	Annelida	Wormen	Spio goniocéphala		1					1
56	889	Annelida	Wormen	SPIONIDA spp.		1					1
57	131187	Annelida	Wormen	Spiophanes bombyx		1					1
58	129680	Annelida	Wormen	Syllis spp.		1					1
59	900	Annelida	Wormen	TEREBELLIDA spp.		1					1
60	101968	Arthropoda	Geleedpotigen	Amphiloehus neapolitanus		1					1
61	1135	Arthropoda	Geleedpotigen	Amphipoda spp.		1					1
62	106057	Arthropoda	Geleedpotigen	Balanidae spp.		1		1			2
63	106041	Arthropoda	Geleedpotigen	Balanoidea sp	Zeepokken sp				1		1
64	106039	Arthropoda	Geleedpotigen	BALANOMORPHA spp.		1					1
65	106039	Arthropoda	Geleedpotigen	BALANOMORPHA spp				1			1
66	103058	Arthropoda	Geleedpotigen	Bathyporeia elegans		1					1
67	103060	Arthropoda	Geleedpotigen	Bathyporeia guilliamsoniana		1					1
68	103066	Arthropoda	Geleedpotigen	Bathyporeia pelagica		1					1
69	106673	Arthropoda	Geleedpotigen	Brachyura spec	Krab			1			1
70	106800	Arthropoda	Geleedpotigen	Callinassidae spp.		1					1
71	107276	Arthropoda	Geleedpotigen	Cancer pagurus	Noordzeekrab			1			2
72	101361	Arthropoda	Geleedpotigen	Caprellidae spp.		1					1
73	107381	Arthropoda	Geleedpotigen	Carcinus maenas	Strandkrab			1			2
74	1080	Arthropoda	Geleedpotigen	COPEPODA spp.		1		1			2
75	102096	Arthropoda	Geleedpotigen	Corophium multisetosum		1					1
76	107552	Arthropoda	Geleedpotigen	Crangon crangon	Gewone garnaal					1	2
77	588111	Arthropoda	Geleedpotigen	Crangon spp.		1		1			2
78	106782	Arthropoda	Geleedpotigen	Crangonidae sp	Garnaal sp.			1			1
79	1137	Arthropoda	Geleedpotigen	Cumacea spp.		1					1
80	1130	Arthropoda	Geleedpotigen	Decapoda spp.		1					1
81	101383	Arthropoda	Geleedpotigen	GAMMARIDAE spp.		1					1
82	101537	Arthropoda	Geleedpotigen	Gammarus spp.		1		1			2
83	103251	Arthropoda	Geleedpotigen	Hyperia galba		1		1			2
84	102412	Arthropoda	Geleedpotigen	Ischyrocerus anguipes		1		1			2
85	1131	Arthropoda	Geleedpotigen	Isopoda spp.		1					1
86	101571	Arthropoda	Geleedpotigen	Jassa spp.		1					1
87	102462	Arthropoda	Geleedpotigen	Leucothoe lilljeborgi		1					1
88	107388	Arthropoda	Geleedpotigen	Liocarcinus holsatus		1					1
89	107392	Arthropoda	Geleedpotigen	Liocarcinus navigator	Gewimperde zwemkrab					1	2
90	106925	Arthropoda	Geleedpotigen	Liocarcinus spp.		1					1
91	162939	Arthropoda	Geleedpotigen	Macropipus holsatus	Gewone zwemkrab					1	1
92	205077	Arthropoda	Geleedpotigen	Macropodia sp	Hooiwagenkrab sp				1		1
93	102783	Arthropoda	Geleedpotigen	Megaluropus agilis		1					1
94	102380	Arthropoda	Geleedpotigen	Microprotopus maculatus		1					1
95	101561	Arthropoda	Geleedpotigen	Microprotopus spp.		1					1
96	225814	Arthropoda	Geleedpotigen	Monocorophium acherusicum		1		1			2
97	149668	Arthropoda	Geleedpotigen	MYSIDA spp.		1					1
98	119886	Arthropoda	Geleedpotigen	Mysis spp.		1		1			2
99	488966	Arthropoda	Geleedpotigen	Nototropis swammerdami		1					1
100	106738	Arthropoda	Geleedpotigen	Paguridae sp.	Heremietkreeften			1			1
101	107232	Arthropoda	Geleedpotigen	Pagurus bernhardus	Heremietkreeft				1	1	3

102	106788	Arthropoda	Geleedpotigen	Palaemonidae spp.		1		1			2
103	107651	Arthropoda	Geleedpotigen	Pandalus montagui	Ringsprietgarnaal	1		1	1		3
104	101857	Arthropoda	Geleedpotigen	Pariambus typicus		1					1
105	102915	Arthropoda	Geleedpotigen	Periccolodes longimanus		1					1
106	238027	Arthropoda	Geleedpotigen	Pestarella tyrrhena		1					1
107	101864	Arthropoda	Geleedpotigen	Phtisica marina		1					1
108	557512	Arthropoda	Geleedpotigen	Polybiidae spp.		1					1
109	102916	Arthropoda	Geleedpotigen	Pontocrates altamarinus		1					1
110	106763	Arthropoda	Geleedpotigen	Portunidae sp	Zwemkrab		1				1
111	110627	Arthropoda	Geleedpotigen	Pseudocuma longicorne		1					1
112	106033	Arthropoda	Geleedpotigen	SESSILIA spp.		1		1			2
113	103166	Arthropoda	Geleedpotigen	Stenothoe marina		1		1			2
114	101770	Arthropoda	Geleedpotigen	Stenothoe spp.		1		1			2
115	102928	Arthropoda	Geleedpotigen	Synchelidium maculatum		1					1
116	196160	Arthropoda	Geleedpotigen	Thalassinidae spp.		1					1
117	107079	Arthropoda	Geleedpotigen	Upogebia spp.		1					1
118	103235	Arthropoda	Geleedpotigen	Urothoe poseidonis		1					1
119	101789	Arthropoda	Geleedpotigen	Urothoe spp.		1					1
120	111604	Bryozoa	Mosdiertjes	Alcyonidium parasiticum		1		1			2
121	110993	Bryozoa	Mosdiertjes	Alcyonidium spp.		1		1			2
122	146142	Bryozoa	Mosdiertjes	BRYOZOA spp.		1		1			2
123	111351	Bryozoa	Mosdiertjes	Conopeum reticulum		1		1			2
124	111355	Bryozoa	Mosdiertjes	Electra pilosa		1		1			2
125	1839	Chordata	Zakpijpen	ASCIDIACEA spp.		1		1			2
126	104906	Chordata	Zakpijpen	Branchiostoma lanceolatum		1					1
127	103579	Chordata	Zakpijpen	Diplosoma listerianum	Grijze korstzakpijp	1		1	1		3
128	11	Ciliophora	Zakpijpen	CILIOPHORA spp.		1		1			2
129	125333	Cnidaria	Neteldieren	Alcyonium digitatum	Dodemansduim				1		1
130	1292	Cnidaria	Neteldieren	Anthozoa sp	Anemoon		1				1
131	117365	Cnidaria	Neteldieren	Campanularia volubilis		1		1			2
132	1607	Cnidaria	Neteldieren	Campanulinidae spp.		1		1			2
133	283798	Cnidaria	Neteldieren	Cerianthus lloydii	Viltkokeranemoon					1	1
134	117368	Cnidaria	Neteldieren	Clytia hemisphaerica		1		1			2
135	157933	Cnidaria	Neteldieren	Ectopleura larynx		1					1
136	157933 (117995)	Cnidaria	Neteldieren	Ectopleura larynx (Tubularia larynx)	Gorgelpijp				1	1	2
137	117093	Cnidaria	Neteldieren	Eudendrium spp.		1		1			2
138	117644	Cnidaria	Neteldieren	Hydractinia echinata	Ruwe Zeerasp				1	1	2
139	1337	Cnidaria	Neteldieren	Hydrozoa sp.	Hydroidpoliep onbekend				1		1
140	1337	Cnidaria	Neteldieren	Hydrozoa spp.	Hydroidpoliep spp					1	1
141	13552	Cnidaria	Neteldieren	LEPTOTHECATA spp.		1					1
142	100982	Cnidaria	Neteldieren	Metridium senile	Zeeanjelier	1		1	1		3
143	117385	Cnidaria	Neteldieren	Obelia bidentata		1		1			2
144	117034	Cnidaria	Neteldieren	Obelia spp.		1		1			2
145	100991	Cnidaria	Neteldieren	Sagartia elegans	Sierlijke sliabanemoon	1				1	2
146	100994	Cnidaria	Neteldieren	Sagartia troglodytes	Gewone sliabanemoon	1				1	2
147	117913	Cnidaria	Neteldieren	Sertularia cupressina		1		1			2
148	117234	Cnidaria	Neteldieren	Sertularia spp.		1		1			2
149	117994	Cnidaria	Neteldieren	Tubularia indivisa		1					1
150	1603	Cnidaria	Neteldieren	Tubulariidae spp.		1		1			2
151	379562	Echinodermata	Stekelhuidigen	Asterias rubens	Gewone zeester		1			1	2
152	123867	Echinodermata	Stekelhuidigen	Astropecten irregularis	Kamster		1				1
153	124392	Echinodermata	Stekelhuidigen	Echinocardium cordatum		1					1
154	123426	Echinodermata	Stekelhuidigen	Echinocardium spp.		1					1
155	1806	Echinodermata	Stekelhuidigen	ECHINODERMATA spp.		1					1
156	123082	Echinodermata	Stekelhuidigen	ECHINODEA spp.		1					1
157	124913	Echinodermata	Stekelhuidigen	Ophiura albida		1					1
158	124929	Echinodermata	Stekelhuidigen	Ophiura ophiura	Slangster					1	1
159	123574	Echinodermata	Stekelhuidigen	Ophiura sp.	Slangster sp.		1				1



160	123084	Echinodermata	Stekelhuidigen	OPHIUROIDEA spp.		1		1			2
161	124319	Echinodermata	Stekelhuidigen	Psammechinus miliaris	Gewone zeeappel		1				1
162	141433	Mollusca	Weekdieren	Abra alba		1					1
163	192	Mollusca	Weekdieren	Aeolidiidae spp.		1		1			2
164	141203	Mollusca	Weekdieren	Alvania lactea		1					1
165	152829	Mollusca	Weekdieren	Angulus fabula		1					1
166	146491	Mollusca	Weekdieren	Angulus spp.		1					1
167	146492	Mollusca	Weekdieren	Angulus tenuis		1					1
168	105	Mollusca	Weekdieren	BIVALVIA spp.		1					1
169	229	Mollusca	Weekdieren	Cardiidae spp.		1					1
170	139604	Mollusca	Weekdieren	Donax vittatus		1					1
171	140732	Mollusca	Weekdieren	Ensis directus		1					1
172	138333	Mollusca	Weekdieren	Ensis spp.	Ensis	1				1	2
173	345281	Mollusca	Weekdieren	Kurtiella bidentata		1					1
174	138157	Mollusca	Weekdieren	Lutraria spp.		1					1
175	141579	Mollusca	Weekdieren	Macoma balthica		1					1
176	140299	Mollusca	Weekdieren	Maetra stultorum		1					1
177	140480	Mollusca	Weekdieren	Mytilus edulis		1					1
178	140737	Mollusca	Weekdieren	Phaxas pellucidus		1					1
179	140300	Mollusca	Weekdieren	Spisula elliptica		1					1
180	140301	Mollusca	Weekdieren	Spisula solida		1					1
181	140571	Mollusca	Weekdieren	Striarca lactea		1					1
182	146952	Mollusca	Weekdieren	Tellimya ferruginosa		1					1
183	152378	Mollusca	Weekdieren	Thracia phaseolina		1					1
184	799	Nematoda	Rondwormen	NEMATODA spp.		1					1
185	152391	Nemertea	Snoerwormen	NEMERTINAE spp.		1					1
186	162578	Phoronida	Hoefijzerwormen	PHORONIDA spp.		1					1
187	127190	Pisces	Vissen	Agonus cataphractus	Harnasmannetje		1				1
188	127190	Pisces	Vissen	Agonus cataphractus	Harnasmannetje					1	1
189	125522	Pisces	Vissen	Callionymidae sp	Pitvis		1				1
190	126792	Pisces	Vissen	Callionymus lyra						1	1
191	126964	Pisces	Vissen	Ctenolabrus rupestris	Kliplipvis				1		1
192	150637	Pisces	Vissen	Eutrigla gurnardus	Grauwe poon					1	1
193	127219	Pisces	Vissen	Liparis liparis	Slakdolf				1		1
194	127140	Pisces	Vissen	Microstomus kitt	Tongschar				1		1
195	127143	Pisces	Vissen	Pleuronectes platessa	Schol juv					1	1
196	125999	Pisces	Vissen	Pomatoschistus sp.	Grondel					1	1
197	127160	Pisces	Vissen	Solea solea	Tong juv					1	1
198	125581	Pisces	Vissen	Soleidae spec	Tong sp.		1				1
199	127387	Pisces	Vissen	Syngnathus acus	Grote zeenaald					1	1
200	126227	Pisces	Vissen	Syngnathus sp	Zeenaald		1				1
201	126821	Pisces	Vissen	Trachurus picturatus	Horsmakreel					1	1
202	165853 (132627)	Porifera	Sponzen	Halichondria (Halichondria) panicea	Broodspons				1		1
TOTAAL per methode						164	15	43	15	23	

## Bijlage I. Definitie habitattype H1170 (uit rapport van Jak *et al.* 2009)

Habitattype riffen (H1170) wordt als volgt gedefinieerd (beschrijving door D. Bal (Min LNV) in het rapport van Jak *et al.* (2009)).

### H1170 Riffen van open zee

Code vegetatie-type	Nederlandse naam vegetatietype	Wetenschappelijke naam vegetatietype	Goed/Matig	Beperkende criteria	Alleen in mozaïek
-	vegetatieloos	-	G	mits in de delen van FGR* Noordzee die bedekt zijn met harde compacte substraten (al of niet met een dunne, mobiele laag sediment), waar organismen op leven die van deze substraten afhankelijk zijn.	
-	vegetatieloos	-	M	mits in de delen van FGR Noordzee die bedekt zijn met harde compacte substraten van minimaal 64 mm doorsnee, zonder een dunne laag sediment en zonder organismen die van harde compacte substraten afhankelijk zijn.	
-	vegetatieloos	-	M	mits in de delen van FGR Noordzee die niet bedekt zijn met harde compacte substraten.	alleen in mozaïek met zelfstandig kwalificerende onderdelen van H1110_C.

\* FGR=fysisch-geografische regio's

De in de tabel genoemde criteria voor goede en matige vormen geven invulling aan de criteria die worden genoemd in de Europese definitie van H1170 (Interpretation Manual of European Union Habitats. EUR 27. July 2007). Minimaal vereiste voor riffen van geogene oorsprong is dat ze bestaan uit rotsen, rotsblokken of stenen van "gewoonlijk meer dan 64 mm". Riffen "kunnen een zonerings van bentische gemeenschappen van algen en diersoorten in stand houden" - dat is dus geen onderdeel van het minimale vereiste, maar is te beschouwen als de goede kwaliteit - zonder deze bentische gemeenschappen is sprake van een matige kwaliteit.

Het kenmerkende van de benthische gemeenschappen van harde compacte substraten is dat ze sessiel zijn. Sessiele soorten blijken ook voor te komen op grind en stenen met een afmeting van 8 tot 64 mm. Kleine stenen en grind van deze omvang worden alleen tot het habitatype gerekend indien er daadwerkelijk sessiele organismen op leven. Dat geldt ook voor plekken met schelpen. In beide gevallen is het echter wel noodzakelijk dat deze plekken onderdeel uitmaken van een gebied met stenen die groter zijn dan 64 mm. Het gaat dus om situaties waarin de levensgemeenschap van sessiele organismen zich vanuit de stenen uitstrekt naar omliggende kleinere stenen, grof grind en schelpen.

Grind kleiner dan 8 mm, zand en nog fijnere sedimenten behoren niet tot het habitatype. Er zijn echter twee uitzonderingen: indien deze sedimenten slechts een dunne, mobiele laag vormen over stenen en grof grind waarop organismen leven die van harde compacte substraten afhankelijk zijn, of indien ze in mozaïek voorkomen met de goede of matige vormen van het habitatype. Het eerste is bedoeld ter voorkoming van het niet meer kwalificeren van rifstructuren die tijdelijk door een dun laagje sediment worden bedekt (deze uitzondering wordt expliciet genoemd in de Europese definitie). Het tweede sluit aan bij de Nederlandse uitwerking van veel andere habitatypes, waarbij gestreefd wordt naar goed karteerbare afgeronde eenheden, waarbij naast de kwalificerende structuren ook structuren mogen worden meegerekend die van nature in een fijnmazig mozaïek daarmee voorkomen of daardoor worden omringd. In het geval van H1170 gaat het met name om fijn grind en grof zand.

Tot het habitatype behoren volgens de Europese definitie ook riffen van biogene oorsprong. In Nederland betreft dit mosselbanken. Deze mosselbanken komen alleen voor te midden van habitatypes H1110 en H1140, en niet op volle zee. Met de Europese Commissie is overeengekomen dat daarom de biogene riffen worden meegenomen in de genoemde habitatypes (als afzonderlijke elementen daarbinnen). Daarom is ook de Nederlandse naam van H1170 'Riffen van open zee' geworden.