

# *Building with Nature*



## *Ecologische bemonstering griesberg, Delfzijl*



EcoShape – Building with Nature

Project: OK0.3 Marconi Delfzijl

Rapport titel: Ecologische bemonstering griesberg, Delfzijl

Rapport  
nummer: IMARES C143/12

Auteurs: M.J. Baptist  
A.V. de Groot

Project  
manager: M.J. Baptist (IMARES)

Datum: 30 november 2012

Versie: 1.0

**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).

P.O. Box 68 1970 AB IJmuiden Phone: +31 (0)317 48 09 00 Fax: +31 (0)317 48 73 26 E-Mail: imares@wur.nl www.imares.wur.nl	P.O. Box 77 4400 AB Yerseke Phone: +31 (0)317 48 09 00 Fax: +31 (0)317 48 73 59 E-Mail: imares@wur.nl www.imares.wur.nl	P.O. Box 57 1780 AB Den Helder Phone: +31 (0)317 48 09 00 Fax: +31 (0)223 63 06 87 E-Mail: imares@wur.nl www.imares.wur.nl	P.O. Box 167 1790 AD Den Burg Texel Phone: +31 (0)317 48 09 00 Fax: +31 (0)317 48 73 62 E-Mail: imares@wur.nl www.imares.wur.nl
--	--	---	--

© 2012 IMARES Wageningen UR

IMARES is onderdeel van Stichting DLO  
KvK nr. 09098104,  
IMARES BTW nr. NL 8113.83.696.B16

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-V12.5

## Inhoudsopgave

Inhoudsopgave.....	4
1. Inleiding.....	5
2. Achtergrondkennis griesberg .....	6
3. Methoden .....	9
4. Resultaten .....	10
Beschrijving van de monsterpunten .....	13
Korrelgroottesamenstelling.....	14
Aanwezigheid van benthische organismen .....	17
5. Conclusies .....	19
6. Dankwoord .....	20
Referenties .....	21
Verantwoording .....	22

## 1. Inleiding

In het kader van het project Marconi (Maritieme Concepten in beeld) te Delfzijl is een plan ontwikkeld om vóór de Schermdijk van Delfzijl een golfremmende kwelder aan te leggen. Deze kwelder zal de hoogwaterveiligheid van Delfzijl vergroten, waardevolle natuur toevoegen in dit deel van de Eems-Dollard en voorzien in recreatiemogelijkheden. In het kader van het EcoShape Building with Nature programma werken RoyalhaskoningDHV, Arcadis en IMARES aan een nadere uitwerking van dit Marconi-plan.

Voor de Schermdijk ligt de 'griesberg', een bij laagwater droogvallende opeenhoping van kalkgries. Het bestaat voornamelijk uit kalk (calciumcarbonaat) dat is geloosd in de Eems als bijproduct van de productie van soda (natriumcarbonaat). In het kader van Building with Nature maatregelen wordt onderzocht of dit kalkgries nuttig gebruikt kan worden. Een onderdeel van de studie betreft een ecologisch onderzoek.

Op 24 augustus 2012 is vanuit Building with Nature Marconi een veldbezoek gebracht aan de griesberg bij Delfzijl. Van tevoren was bekend dat de ecologische functie van het gebied waarschijnlijk niet optimaal is, omdat het eiland is beschreven als een doods terrein waar geen planten- en dierenleven voorkomt. De aanwezigheid van het gries zou consequenties kunnen hebben voor het aanleggen van een kwelder in het gebied. Dit zou zowel positief kunnen zijn (te gebruiken als bouw materiaal, bescherming van het voorland) als negatief (kwelderplanten en -dieren die mogelijk niet bestand zijn tegen het materiaal). Omdat er voor zover bekend nog niet eerder ecologisch onderzoek naar de griesberg is gedaan, was veldonderzoek nodig om beter inzicht in deze aspecten te krijgen. Gries is een onnatuurlijk fenomeen dat verder niet voorkomt in het Waddengebied. Omdat de lokale omstandigheden (bijvoorbeeld begaanbaarheid) niet precies bekend waren, had dit veldbezoek een exploratief karakter.

Het doel van het veldonderzoek was vaststellen welke bentische soorten voorkomen op en in de griesberg, en of de eigenschappen van het materiaal consequenties kunnen hebben voor het aanleggen van een kwelder vóór de Schermdijk.

## 2. Achtergrondkennis griesberg

De productie van soda in Delfzijl begon eind 1957 en viel toen onder de vlag van de Koninklijke Nederlandsche Zout, dat in de jaren twintig in het Twentse Boekelo met zoutproductie was begonnen. Koninklijke Zout zou later samengaan met het farmabedrijf Organon in KZO. In 1969 fuseerde Koninklijke Zout Organon met Algemeene Kunstzijde Unie (Aku) tot Akzo. In 1998 verkocht Akzo Nobel zijn sodaproductie in Delfzijl aan het Britse concern Brunner Mond. In 2009 stopte Brunner Mond de productie en sloot de sodafabriek.

### Etymologie

De naam 'gries' is afkomstig van onderzoekers van de Nördlinger Ries meteorietkrater in Duitsland. Bij de meteorietinslag werd een kalkrots verpulverd. Deze verpulverde kalksteen noemden ze 'gries', naar het Duitse woord voor gruis. We kennen dit woord ook als vergruisd graan in de griesmeelpap, maar in dit geval is het vergruisde kalksteen. Wetenschappelijk gezien valt vergruisd gesteente onder de categorie 'breccia' (<http://en.wikipedia.org/wiki/Breccia>) en is het kalkgries van Nördlingen een schoolvoorbeeld van een 'impact breccia'. Echter, bij Delfzijl ligt het gries er niet als gevolg van een meteorietinslag maar door lozing van afvalwater uit de sodafabriek. De jarenlang vergunde lozing in de Eems, van 1957 tot 2009, heeft een bij laagwater droogvallende 'berg' opgeleverd aan het einde van de Bocht van Watum, zo'n 1300 m ten oosten van Delfzijl-stad en ongeveer 700 m loodrecht uit de Schermdijk (Figuur 1).



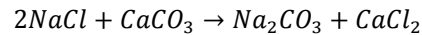
Figuur 1. De griesberg voor Delfzijl, foto genomen op 14 april 2008 om 11:47. Bron: IMARES.

### Sodaproductie

Soda wordt geproduceerd volgens het Solvay proces dat is uitgevonden rond 1861 door de Belgische chemicus Ernest Solvay ([http://en.wikipedia.org/wiki/Solvay\\_process](http://en.wikipedia.org/wiki/Solvay_process)).

In 1874 verkreeg Ludwig Mond de rechten op het productieproces en samen met John Brunner richtte hij de firma Brunner, Mond & Co. op in Engeland. Vanaf 1884 werd ook in de Verenigde Staten soda geproduceerd volgens het Solvay proces.

In principe wordt uit zout (natriumchloride, NaCl) en kalk (calciumcarbonaat, CaCO<sub>3</sub>) soda (natriumcarbonaat, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) en calciumchloridezout (CaCl<sub>2</sub>) gemaakt:



Maar deze chemische reactie verloopt niet vanzelf en dus is een aantal processtappen nodig waarbij natriumwaterstofcarbonaat (NaHCO<sub>3</sub>) een essentieel tussenproduct is. In de eerste stap wordt kalksteen gebrand bij 1000 – 1100 °C en omgezet in calciumoxide (CaO) en koolstofdioxide (CO<sub>2</sub>). Dan wordt de koolstofdioxide samen met toegevoegd ammoniak (NH<sub>3</sub>) door een geconcentreerde oplossing van gezuiverd natriumchloride-zout geleid, waardoor ammoniumchloride (NH<sub>4</sub>Cl) en natriumwaterstofcarbonaat (NaHCO<sub>3</sub>) worden gevormd. In een tussenstap wordt het ontstane ammoniumchloride gemengd met calciumhydroxide (Ca(OH)<sub>2</sub>) om ammoniak terug te winnen, waarbij ook calciumchloride-zout en water ontstaan. Het tussenproduct natriumwaterstofcarbonaat wordt verhit tot ca. 200°C, waardoor water en koolstofdioxide afgesplitst worden en soda ontstaat. Dit proces wordt calcinatie of calcineren genoemd.

Als gevolg van deze processtappen worden er enkele bijproducten gevormd. De ammoniakverbindingen en de ontstane CO<sub>2</sub> zijn geen bijproducten maar tussenproducten die nagenoeg geheel worden gerecycled in het proces. Een belangrijk bijproduct is het calciumchloride-zout dat kan worden verkocht. Wat er wordt geloosd in het afvalwater van de productie van soda is een melkwitte, korrelige suspensie met een hoge temperatuur en zuurgraad. Oranjewoud (2010) deed in 2010 een onderzoek naar de samenstelling van de griesberg in opdracht van Rijkswaterstaat Noord Nederland. De voornaamste bestanddelen zijn kalk, gips en calciumhydroxide (Tabel 1). Als gevolg van de aanwezigheid van calciumhydroxide is een pH in situ gemeten tussen 9,1 en 12,9, sterk basisch.

Tabel 1. Voornaamste bestanddelen van de griesberg in het veld. Bron: Oranjewoud, 2010.

bestanddeel	Percentage droge stof
Kalk CaCO <sub>3</sub>	27,4 - 65
Gips CaSO <sub>4</sub>	1,3 – 16,6
Calciumhydroxide Ca(OH) <sub>2</sub>	< 5

De kalk is kalkgries, dat bestaat uit niet verbrande kalk, en restproduct van de calcinatie. Daarnaast ontstaat ook gips (calciumsulfaat) gedurende het proces, in feite uit verontreinigingen in het gebruikte zout, waarin ook sulfaat zit. Verder bevat de afvalstroom calciumhydroxide dat een sterk basisch karakter (hoge pH) heeft. Daarnaast is er neergeslagen magnesiumhydroxide, siliciumdioxide, calciumoxide, asrest en metaaloxiden aanwezig in het gries. Zware metalen (zoals zink, chroom, nikkel en koper) zitten als verontreinigingen in het kalksteen en zitten in relatief lage concentraties in de afvalstroom. Verontreinigende stoffen als PAK, PCB, minerale olie en tributyltin zijn niet aangetroffen (Oranjewoud, 2010).

Het is gebruikelijk om het afvalwater van de sodaproductie te lozen in het milieu (ESAPA 2004): "Soda ash production wastewater containing suspended solids can be discharged directly to the sea or in estuary under tidal influence by means of an open channel or underwater outfalls, designed with the necessary environmental and technical studies. The environmental impact is minimal due to the similarity between the chemicals present in the receptor medium and in the discharged material (chloride, sodium, calcium as ions)."

Als gevolg van de lozing van vaste deeltjes in de Eems sinds 1957 is er een bij laagwater droogvallende plaat ontstaan (Figuur 2). De griesberg heeft een geschat volume van 335.000 m<sup>3</sup> en een omvang van bijna 22 hectare (Oranjewoud, 2010). Sinds 2007 is er geen grof gries meer geloosd zodat de griesberg niet meer is aangegroeid, en vanaf 2009 is de lozing gestopt. Het gries lijkt zich voornamelijk in noordwestelijke richting getransporteerd te hebben (met de ebstroom), maar lijkt relatief erosiebestendig. Het beïnvloedt mogelijk de morfodynamiek van de Bocht van Watum.



Figuur 2. De griesberg zichtbaar als witte vlek in de Eems voor de schermdijk bij Delfzijl. Bron: Google Earth.



### 3. Methoden

Het veldonderzoek werd uitgevoerd vanaf de MS 'Harder' van de Waddenunit, tijdens laagwater op 24 augustus 2012. Te voet zijn observaties gedaan van het wad rondom de griesberg, om de uitstraling van het materiaal op de omgeving te bepalen. Op de griesberg zelf zijn drie bodemonsters genomen in een transect van hoog naar laag (monsters 1 t/m 3). Met opkomend tij zijn vanaf een rubberboot twee bodemonsters genomen van het noordwestelijke deel van de griesberg (monsters 4 en 5) (Figuur 3).

Op deze vijf locaties is een bodemonster genomen met een steekbuis met een diameter van 10 cm tot een diepte van ongeveer 30 cm. Op één locatie is een extra monster van de kalkkorst van het oppervlakte geraapt. Het verzamelde materiaal is niet-gezeefd overgebracht in plastic zakken. Hierbij is de bovenste 5-7 cm apart gehouden van het onderliggende deel. In het laboratorium is met een sediment steekbuisje een sedimentmonster gestoken. Vervolgens is ieder monster gezeefd over een 1 mm zeef en overgebracht in potten met een 6% formaline oplossing. Alle benthische organismen zijn in het benthoslab van IMARES op soort gebracht en geteld.

Het bleek dat het gebied veel slechter begaanbaar was dan verwacht, zodat het binnen de tijd die het getij bood niet mogelijk was om –zoals gepland– meer monsters te nemen. Toch heeft het veldbezoek bruikbare informatie opgeleverd voor het vervolg van het project.



Figuur 3. GPS track van de gelopen route en van de vijf monsterpunten.

#### 4. Resultaten

Het wad rond de griesberg was zandig met kleine golfribbels. Het toonde enige sporen van leven in de vorm van wadpierenhoopjes en kruipsporen, in lage dichtheden. Dichter naar de griesberg toe werd de consistentie van het sediment steeds afwijkender ten opzichte van sediment op andere plaatsen in de Waddenzee: fijn maar zonder de normale cohesieve eigenschappen. Dit is waarschijnlijk het gevolg van de zichtbare bijmenging van wit gries. Ook waren op verscheidene plaatsen stromen belletjes te zien die uit gaten (doorsnede tot enkele centimeters, in een enkel geval een trechter van 10 – 15 cm doorsnede) uit het wad tevoorschijn kwamen (Figuur 4). Het vermoeden is dat dit nagenoeg reukloze gas CO<sub>2</sub> is, ontstaan uit een reactie tussen gries en zeewater. Het fenomeen is tenminste niet bekend uit andere gebieden.



Figuur 4. Ontsnappende CO<sub>2</sub>-belletjes uit het wad.

Nabij de griesberg lag een dunne, harde witte korst (kalklaagje van 3-5 mm dik) vlak onder het met slib bedekte oppervlakke, met daaronder zacht en ongeconsolideerd wit gries met een consistentie als tandpasta. De pH van het gries was 12,8 in situ volgens pH-papier. In de sliblaag waren kleine wadpierenhoopjes zichtbaar. Verder richting griesberg werd de bovenliggende sliblaag dunner (afnemend van 10 tot 2 cm) en waren er geen wadpieren meer aanwezig. Het oppervlak was glad en op het slib waren wel kruipsporen van waarschijnlijk slijkgarnalen zichtbaar.

De begaanbaarheid van het wad nabij de griesberg was zeer moeilijk. Wanneer door de sliblaag en de onderliggende korst heen werd gebroken zakte je tot over je knie weg in het witte gries (Figuur 5). Iedere volgende stap had alleen als resultaat dat je dan met je andere been tot over je knie wegzakte. Het gries bood geen onderliggende laag die enige weerstand bood, zoals in een natuurlijk wad vaak wordt aangetroffen. Er was geen laag van zand en schelpen en ook geen geconsolideerde klei met enige stevigheid.

Op de griesberg zelf lag een korst met een zandige afzetting die deels begaanbaar was (Figuur 6). De dikste delen waren begroeid met diatomeeën en zeesla, voornamelijk hechtend aan de grieskorst. Ook werden enkele kleine exemplaren van mosselen aangetroffen, hechtend aan de grieskorst. Op de top van de griesberg was een laag zand van 7 cm dikte afgezet. Op deze locatie rustten later redelijke aantallen vogels, waaronder meeuwen, visdieven en aalscholvers (Figuur 7).

Ten noorden van deze locatie lag een gebied waar het witte gries aan het oppervlakte lag, en deels met het getij in beweging werd gebracht (Figuur 8). Hier was de bodem extreem zacht: vanaf een bootje was het mogelijk om een houten stok zonder enige moeite 2 meter diep in de bodem te steken.

Tijdens de tocht naar de griesberg werden aan de binnenkant van de schermdijk op verschillende locaties typische kwelderplanten geobserveerd. Dit betekent dat kwelderplanten op eigen kracht een aan te leggen kwelder zullen kunnen koloniseren.



Figuur 5. Een steekbuismonster van de griesberg. Onder het dunne laagje donker sediment aan het oppervlakte is het witte gries te zien.



Figuur 6. Monstername op de griesberg.






Figuur 7. De `griesberg als vogelrustplaats.



Figuur 8. Het noordwestelijke deel van de griesberg.

## Beschrijving van de monsterpunten

	<p>Monsterpunt 1 bevond zich op de top van de griesberg. Hier was een laag zand met een dikte van 7 cm afgezet. Op het zand bevonden zich kalkkorsten die begroeid waren met bodemalgen (bruin op de foto) en zeesla (groen op de foto).</p> <p>Positie: 53.33001, 6.96092</p>
	<p>Monsterpunt 2 bevond zich op de helling van de griesberg. Een 1 cm dunne laag slik begroeid met diatomeeën lag bovenop het gries. Er waren dunne kalkkorsten aanwezig die begroeid waren met diatomeeën.</p> <p>Positie: 53.33029, 6.96119</p>
	<p>Monsterpunt 3 bevond zich iets lager op de helling van de griesberg. Een dunne laag slik lag bovenop het gries. Er waren relatief dikke kalkkorsten aanwezig die begroeid waren met diatomeeën.</p> <p>Positie: 53.33076, 6.96158</p>

	<p>Monsterpunt 4 lag ten noordwesten van de top van de griesberg in een gebied waar geen zandige of slikkige toplaag aanwezig was. Het monster werd genomen vanaf een rubberboot.</p> <p>Positie: 53.33186, 6.95832</p>
	<p>Monsterpunt 5 lag ten noordwesten van de top van de griesberg in een gebied waar geen zandige of slikkige toplaag aanwezig was. Het monster werd genomen vanaf een rubberboot.</p> <p>Positie: 53.33182, 6.95739</p>
	<p>Monsterpunt 'Opp.' betrof een niet-representatief stuk van de kalkkorst, geraapt van de oppervlakte waarin op het oog de aanwezigheid van mosselbroed was vastgesteld.</p>

### Korrelgroottesamenstelling

De korrelgroottesamenstelling van het sediment is vastgesteld voor de bovenste 5-7 cm (B) en de onderliggende laag (O), genomen uit de bodemsteekmonsters. De sedimentkorrelgrootte is bepaald met een LS230 Coulter door middel van laserdiffractie. Laserdiffractie meet het verstrooiingspatroon dat ontstaat als gevolg van het beschijnen van deeltjes door laserlicht. Deeltjes groter dan 2 mm (bijvoorbeeld stukken grieskorst) kunnen niet worden geanalyseerd en zijn van tevoren uit de monsters gezeefd. De resultaten zijn weergegeven in Tabel 2, Tabel 3 en Figuur 9.

Monster 1B werd genomen op de top van de griesberg waar een laag zand was afgezet. Vergeleken met de overige monsters heeft deze een afwijkende korrelgrootteverdeling. Het sediment heeft een mediane korrelgrootte van 410  $\mu\text{m}$  en dit is volgens de Nederlandse korrelgrootte classificatie NEN 514 "zeer grof zand". De monsters van de onderliggende grieslaag op de locatie van de griesberg (monsters 10, 20 en 30) hebben een onderling vergelijkbare korrelgrootteverdeling. Het sediment bestaat hoofdzakelijk uit deeltjes van ongeveer 200 – 300  $\mu\text{m}$ , maar er zijn ook vrij hoge percentages (26-37%) fijne deeltjes kleiner dan 63  $\mu\text{m}$  (silt) gevonden. Dit is de kenmerkende samenstelling voor het gries dat ter plaatse van de griesberg is geloosd.

Monster 2B heeft een vrijwel identieke korrelgrootteverdeling als de onderliggende monsters ter plaatse, waarschijnlijk omdat er slechts weinig materiaal van de dunne toplaag aanwezig is in het monster. De aanwezigheid van grove delen (1-2 mm) in 2B betreft waarschijnlijk vermalen korst. Monster 3B heeft een afwijkende korrelgrootteverdeling hoofdzakelijk bestaande uit fijne deeltjes met een grootte van 50 – 80  $\mu\text{m}$ , waarschijnlijk omdat bij dit monster de bovenliggende sliblaag een groot aandeel in de samenstelling heeft.

De monsters 4B, 4O, 5B en 5O hebben een onderling vergelijkbare korrelgrootteverdeling die is gekenmerkt door een bimodale verdeling, dat wil zeggen dat er twee toppen zijn. Bij monsters 4B, 4O en 5O bestaat de belangrijkste fractie uit deeltjes van 80 – 110  $\mu\text{m}$  en er is een tweede belangrijke fractie gevonden van deeltjes van 5 – 10  $\mu\text{m}$ . Bij monster 4B is de bimodale verdeling het meest uitgesproken; hierin is het aandeel van zeer fijne deeltjes silt relatief belangrijker. Bij Monster 5B tenslotte is de bimodale verdeling omgekeerd: de belangrijkste fractie is die van deeltjes van 5 – 10  $\mu\text{m}$ , maar ook bij 80  $\mu\text{m}$  bevindt zich een kleine piek. De mediane korrelgrootte van 9  $\mu\text{m}$  is exceptioneel klein voor de Waddenzee.

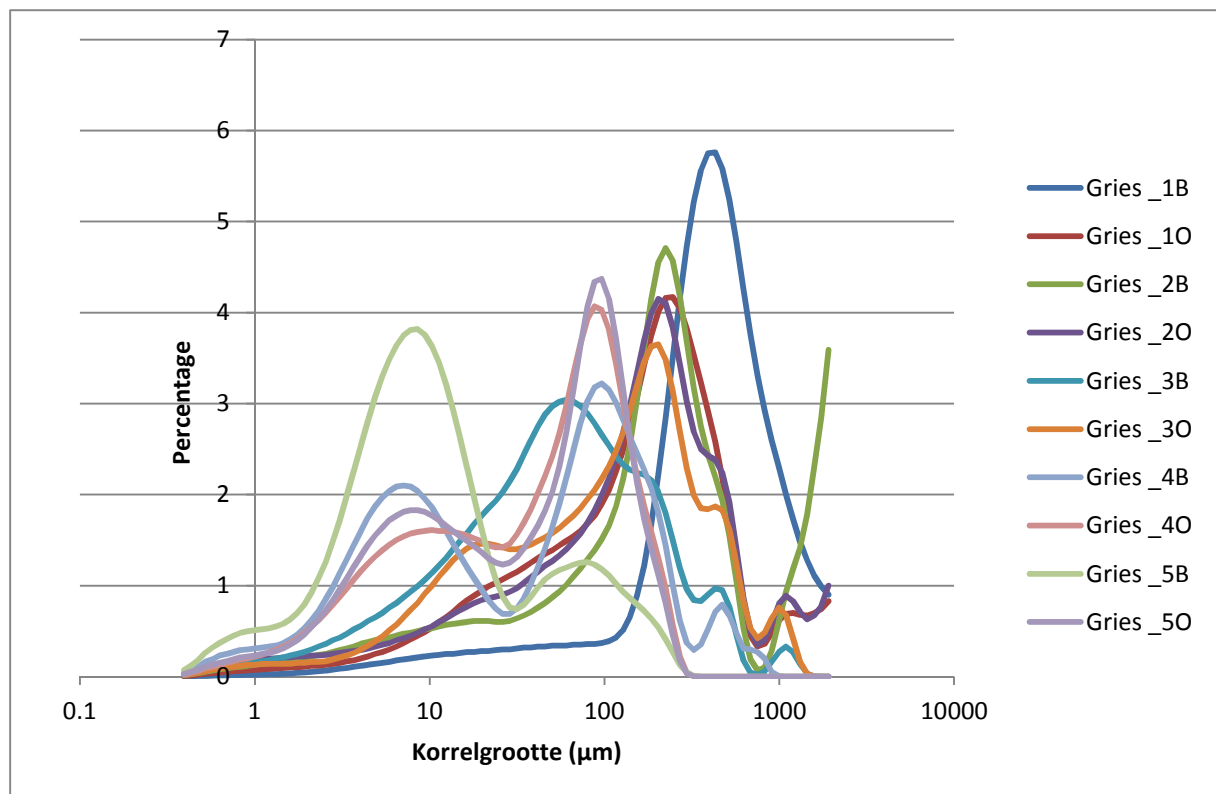
De oppervlakte monsters van locatie 4 en 5 laten zien dat zich hier bijzonder fijn sediment bevindt dat waarschijnlijk is weggespoeld uit de griesberg lozingslocatie en dit verklaart de bijzonder zachte substantie die hier aanwezig is.

Tabel 2. Cumulatieve korrelgrootteverdeling (in percentage van volume) van de griesbergmonsters. B = bovenste 5-7 cm, O = onderste deel.

<i>Gries</i>	<i>1B</i>	<i>1O</i>	<i>2B</i>	<i>2O</i>	<i>3B</i>	<i>3O</i>	<i>4B</i>	<i>4O</i>	<i>5B</i>	<i>5O</i>
korrel $\mu\text{m}$	Vol%<	Vol%<	Vol%<	Vol%<	Vol%<	Vol%<	Vol%<	Vol%<	Vol%<	Vol%<
2	0,36	1,13	2,2	2,69	2,48	1,91	4,96	3,78	7,91	3,87
4	0,95	2,24	4,09	4,55	5,5	3,41	12,6	9,81	19,6	10,3
8	2,13	4,43	7,23	7,28	11	7,08	27,1	20,2	44,3	22,6
10	2,64	5,55	8,45	8,47	13,4	9,14	31,9	24	53,4	26,9
16	3,89	8,92	11,3	11,8	20,1	15,2	39,8	32,1	69	35,2
25	5,23	13,4	14,2	15,8	28,6	22,1	44,4	39,2	76,8	41,8
63	8,43	26	21,7	26,9	54,5	37	56,5	59,2	86,3	58,8
125	11,2	39,6	32,4	40,9	74,6	52,4	78,3	86,5	94,9	87,2
250	23,5	65,5	59,8	67,8	90,1	76,9	93,7	99,6	99,7	99,6
500	62	89,3	81,8	87,9	97,3	92,4	97,8	100	100	100
1000	89,5	94,7	85,7	94,1	99,1	98,4	99,997	100	100	100
2000	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Tabel 3. De korrelgrootte (in  $\mu\text{m}$ ) waarvoor geldt dat respectievelijk 10% , 50% of 90% van de fractie uit kleinere delen bestaat. D50 is mediane korrelgrootte. B = bovenste 5-7 cm, O = onderste deel.

Gries_	1B	1O	2B	2O	3B	3O	4B	4O	5B	5O
Fractie%	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$
D10	95,2	18,0	13,1	12,7	7,2	10,8	3,4	4,1	2,4	3,9
D50	409,7	173,7	25,1	164,6	54,9	114,5	45,0	45,4	9,2	43,4
D90	1021	518,5	1416	557,5	248,1	441,6	196,3	140,5	83,2	136



Figuur 9. Korrelgrootteverdeling van de gresbergmonsters. B = bovenste 5-7 cm, O = onderste deel.



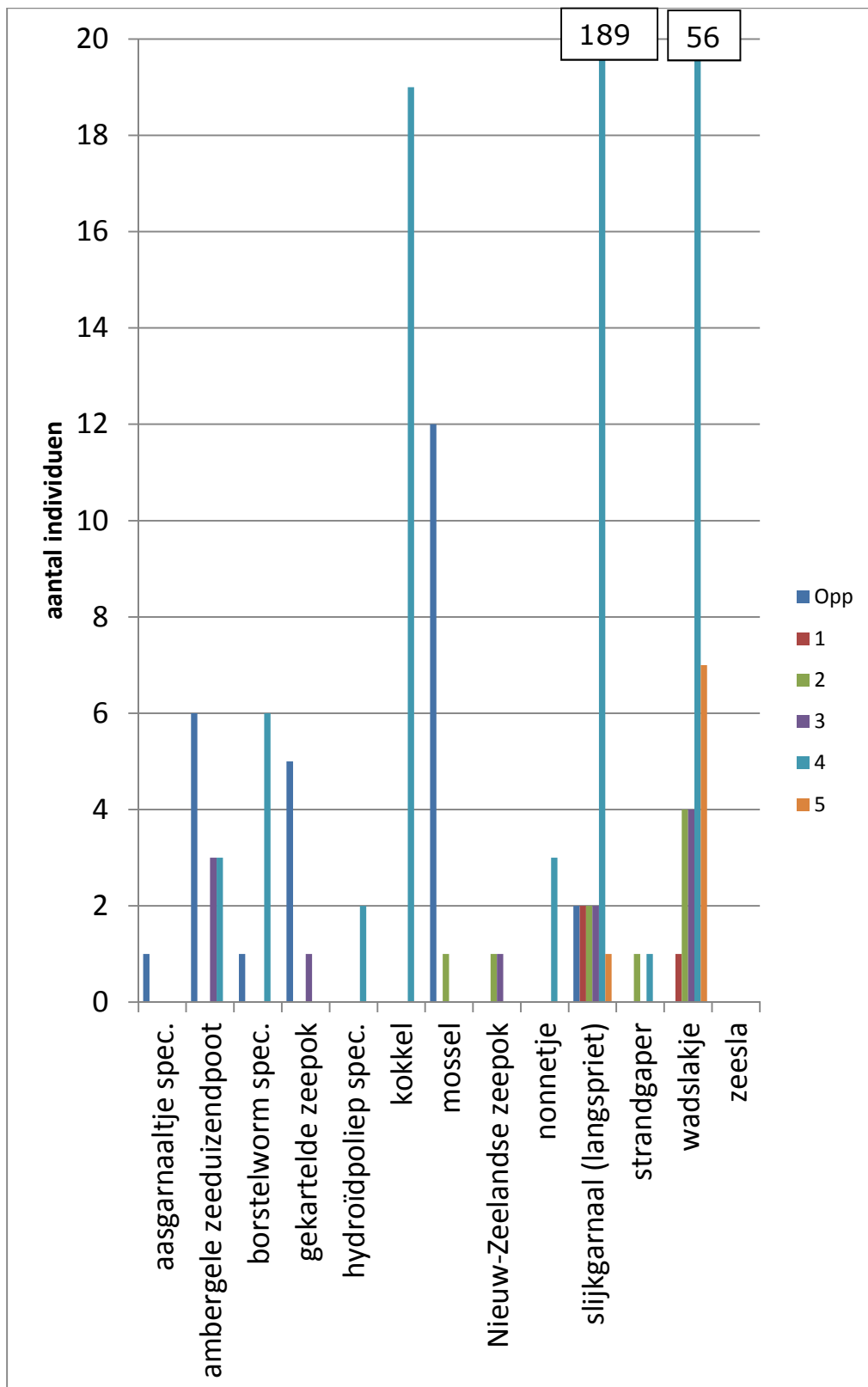
## Aanwezigheid van benthische organismen

Alle benthische organismen van de zes monsters (vijf steekbuizen en één oppervlaktemonster) zijn gedetermineerd tot op soortniveau, waar mogelijk, en geteld (Tabel 4, Figuur 10). De aangetroffen soorten betreffen voornamelijk soorten die op of vlak onder het oppervlakte leven, zoals de slijk- en aasgarnaaltjes en wadslakjes. Deze leven in de zand- of sliblaag die zich bovenop het gries bevindt. Daarnaast leven er soorten die op 'hard substraat' zitten zoals zeepokken en hydroïdpoliepen. Deze leven op de grieskorst die aan het oppervlakte ligt. De gevonden schelpdieren waren zo'n 5 mm groot en betreft 'schelpenbroed'. Volwassen schelpdieren en grote exemplaren van bijvoorbeeld wadpieren of zeeduizendpoten werden niet gevonden. De aantallen individuen die zijn aangetroffen zijn vergelijkbaar met een normale waddenbodem.

Bij de bemonstering is het bovenste deel van het monster gescheiden van het onderliggende griesdeel. Maar door de problematische veldsituatie is materiaal van het bovenste deel (met slib, zand en bodemfauna) ook bij het onderste deel terechtgekomen. Als gevolg van deze contaminatie van het bovenste deel van de monsters met de onderliggende grieslaag is niet met zekerheid vast kunnen stellen dat het gries biologisch dood is. De benthossamenstelling is derhalve bepaald voor het gehele monster.

Tabel 4. Benthische soorten aangetroffen in de zes griesberg monsters.

Soort	monster					
	Opp.	1	2	3	4	5
<b>aasgarnaaltje spec.</b>	1					
<b>ambergele zeeduizendpoot</b>	6		0	3	3	
<b>borstelworm spec.</b>	1				6	
<b>gekartelde zeepok</b>	5			1		
<b>hydroïdpoliep spec.</b>					2	
<b>kokkel</b>					19	
<b>mossel</b>	12		1			
<b>Nieuw-Zeelandse zeepok</b>			1	1		
<b>nonnetje</b>					3	
<b>slijkgarnaal (langspriet)</b>	2	2	2	2	189	1
<b>strandgaper</b>			1		1	
<b>wadslakje</b>		1	4	4	56	7
<b>zeesla</b>						
<b>Totaal</b>	27	3	9	11	279	8



Figuur 10. Benthische soorten aangetroffen in de zes griesberg monsters.

## 5. Conclusies

De griesberg heeft een duidelijk nadelige invloed op het lokale bodemleven wat zich openbaart door het ontbreken van grote schelpdieren en wadpierenhoopjes in de directe omgeving. Het gries zelf heeft een dermate hoge pH (12,9) dat bentische soorten waarschijnlijk niet kunnen overleven in het gries. De kenmerkende korrelgrootteverdeling van het gries in de griesberg is 200 – 300  $\mu\text{m}$  met een relatief hoog aandeel deeltjes kleiner dan 63  $\mu$  (26-37%). Ten noordwesten van de griesberg bevindt zich een locatie met zeer zacht materiaal met een exceptioneel kleine korrelgrootte van 5 – 10  $\mu\text{m}$ .

Het zand op de top van de griesberg fungeert als vogelrustplaats bij laagwater. Op het zand en slib bevinden zich kalkkorsten waaraan 'hard substraat' soorten zijn gehecht zoals zeepokken, alsmede mosselen en zeesla. In de oppervlakkige laag slib of zand bevinden zich kleine exemplaren van bodemdieren zoals schelpdierbroed, wadslakjes en slijkgarnalen. Er zijn geen grote exemplaren van bodemdieren aangetroffen in de griesbergmonsters.

Het gries op locatie is dermate zacht dat het niet direct als bouw materiaal voor een aan te leggen kwelder kan fungeren. Bovendien is het de vraag of de hoge pH daar wel geschikt voor zou zijn. Verder kan de griesberg een risico voor recreanten vormen, die zouden kunnen wegzakken en vast komen zitten in het zachte materiaal als ze te voet in de buurt van de griesberg komen. Daar kan bij de aanleg van een kwelder rekening mee gehouden worden.

## **6. Dankwoord**

Onze dank gaat uit naar de bemanning van de MS Harder van de Waddenunit, schipper Klaas Kreuijer en bemanningslid Bert Meerstra en alle overige leden van de expeditie griesberg; Cor Smit, Norbert Dankers (IMARES), Hans Verhoogt, Lies van Nieuwerburgh (RoyalHaskoningDHV), Bart Grasmeijer (Arcadis) en Micha Gijsbers (HAS Den Bosch, stagiair bij IMARES).

Dit onderzoek werd gefinancierd door de Gemeente Delfzijl als onderdeel van het Marconi project en is tevens onderdeel van het innovatieprogramma Building with Nature. Dit programma is gefinancierd uit verschillende bronnen, waaronder de Subsidieregeling Innovatieketen Water (SIW, Staatscourant nrs 953 en 17009) van het Ministerie van Infrastructuur & Milieu en contributies van deelnemers aan de Stichting EcoShape. Het programma ontvangt co-financiering van het Europese Fonds voor Regionale Ontwikkeling (EFRO) en de Gemeente Dordrecht.

## **Referenties**

ESAPA, 204. Soda Ash Process BREF – issue No 3 – March 204. European Soda Ash Producers Association, 76 pp.

Oranjewoud, 2010. Onderzoeksrapport Samenstelling griesberg Brunner Mond. Oranjewoud projectnr. 22714, 96 pp.

## Verantwoording

Baptist, M.J. & A.V. de Groot, 2012. Ecologische bemonstering griesberg, Delfzijl. IMARES rapport C143/12 voor EcoShape Building with Nature, 23 p.

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. J.M. Jansen  
onderzoeker

Handtekening:



Datum: 06-12-2012

Akkoord: drs. J. Asjes  
Hoofd afdeling Ecosystemen

Handtekening:



Datum: 06-12-2012

