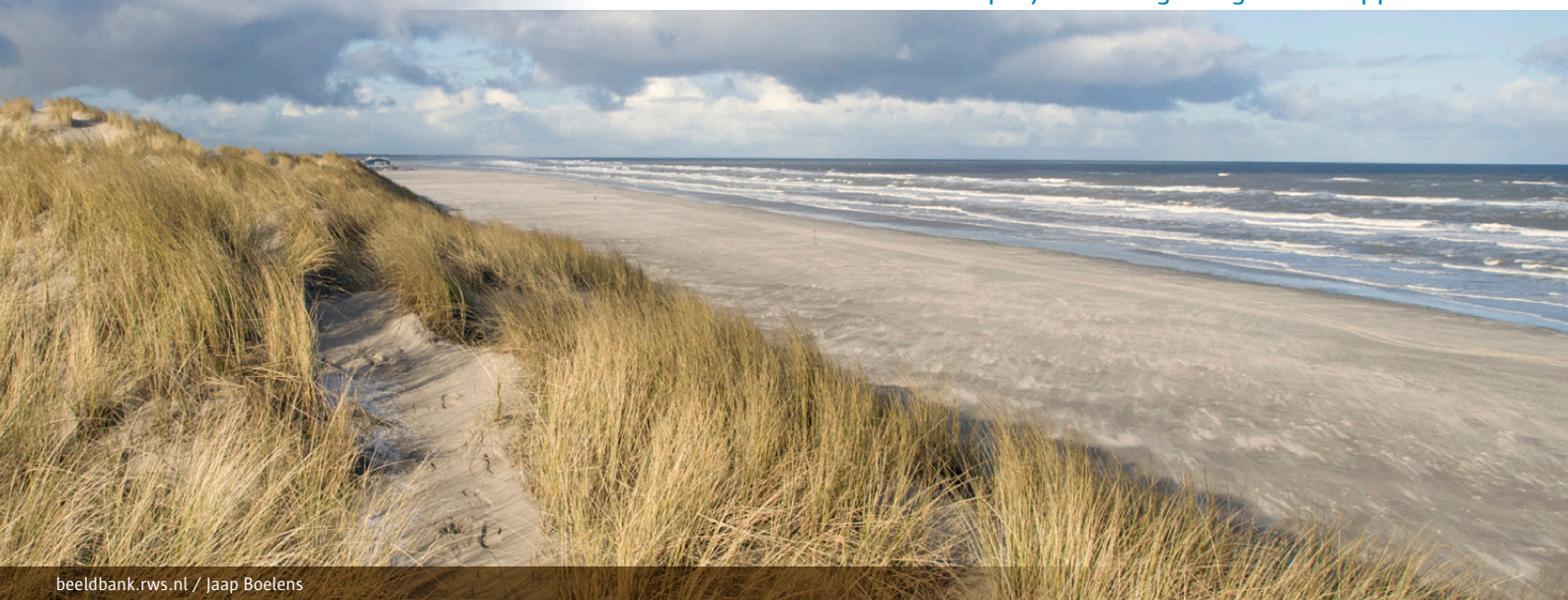


Strand

Onderdeel van het project Ecologisch gericht suppleren



beeldbank.rws.nl / Jaap Boelens

Sinds 1990 vormen zandsuppleties een essentiële onderhoudsmaatregel voor het in stand houden van onze kust. Het doel van zandsuppleties is de structurele erosie van de kustlijn tegen te gaan en zo de veiligheid van Nederland te garanderen. Daar waar nodig wordt zand toegevoegd aan het strand en de vooroever. In totaal wordt jaarlijks circa 12 miljoen kubieke meter zand op de kust gesuppleerd. Op deze wijze wordt de Basiskustlijn (BKL) in stand gehouden, gebruik makend van de natuurlijke processen en met behoud van het zandige karakter van de Nederlandse kust.

Over de effectiviteit van zandsuppleties als onderhoudsmaatregel is inmiddels veel kennis opgedaan. Over de effecten van zandsuppleties voor het ecosysteem is echter veel minder bekend. Een groot deel van de zandsuppleties vindt plaats in of nabij beschermde natuurgebieden. Rijkswaterstaat voert daarom in samenwerking met de Waddenvereniging, Stichting Duinbehoud, Stichting de Noordzee en Vogelbescherming Nederland onderzoek uit naar de mogelijke effecten van suppleren op het kustecosysteem.

Voor de periode van 2009 tot en met 2015 is het onderzoek in opdracht van Rijkswaterstaat uitgevoerd door Deltares in het kader van het programma Kennis voor Primaire Processen voor Beheer en Onderhoud Kust in het deelproject Ecologisch gericht suppleren.

De doelstelling van dit programma is het verkrijgen van meer inzicht of, en in welke mate, zandsuppleties van invloed zijn op natuurwaarden van de kust en op welke wijze zandsuppleties in de nabije toekomst kunnen bijdragen aan de opgaven van veiligheid met behoud én ontwikkeling van de natuur.

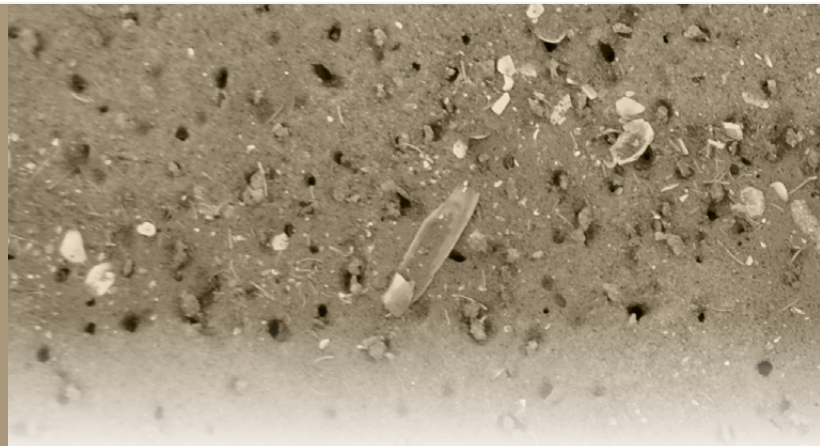
De resultaten van de afgelopen periode (2009 – 2015) zijn samengevat in vier inhoudelijke brochures:

1. vooroever
2. strand
3. zeereep en kustduin
4. vogels

Daarnaast is er nog een overkoepelende brochure “ecologisch gericht suppleren”.

Deze brochure geeft een samenvatting van de onderzoeksresultaten in de categorie [strand](#)

Studie naar het bodemleven in het strand



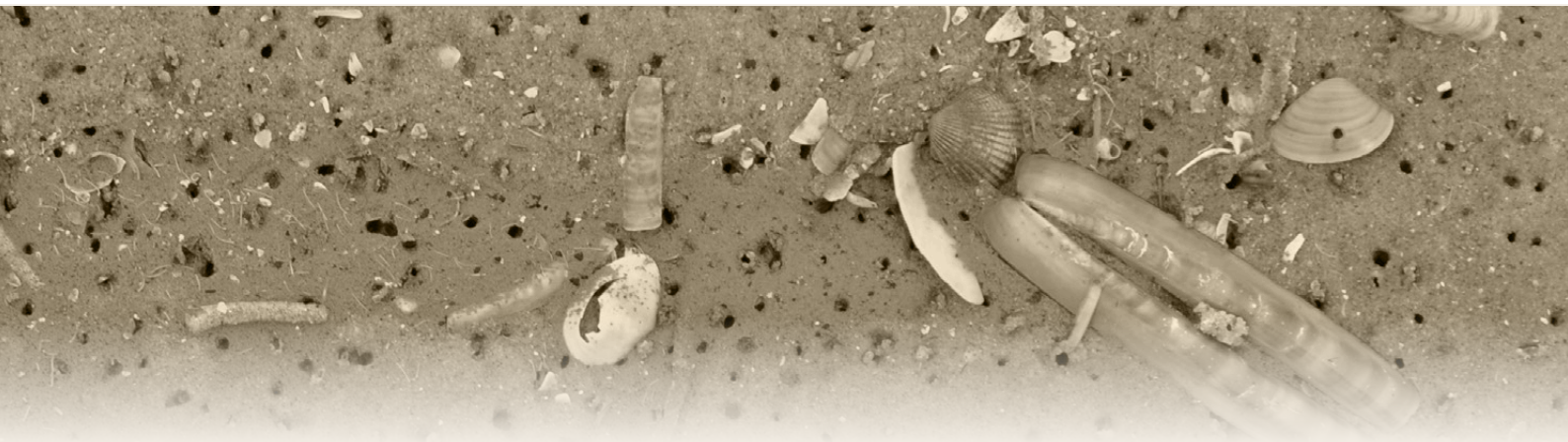
Het strand is de zone tussen de duinvoet en de laagwaterlijn. Het strand beschermt de kust doordat de golven worden geremd. Hierbij wordt in perioden met veel wind en golven het zand vanaf het strand weggespoeld. Tijdens rustige perioden wordt het zand langzaam op het strand gebracht. Zo is het strand altijd in beweging. Wanneer er structureel zand van een locatie verdwijnt, wordt dit aangevuld met een suppletie op het strand, onderwater of een combinatie hiervan. Bij een strandsuppletie wordt er een bepaalde hoeveelheid zand tussen de duinvoet en de laagwaterlijn aangebracht.

Het strand kan worden opgedeeld in verschillende zones van hoog strand boven de hoogwaterlijn (het droge strand) via het midden strand naar het laag strand langs de laagwaterlijn (het natte strand). Het strand tussen de hoog- en de laagwaterlijn wordt door het getij twee keer per dag met zeewater overspoeld. De dieren die hier leven moeten veel kunnen verdragen. Op het natte strand komen dan ook minder bodemdieren voor dan op de vooroever. De soorten die op het strand voorkomen zijn voornamelijk wormen en kreeftachtige. Deze dieren vormen een belangrijke voedselbron voor verschillende kustvogels.

Tijdens een strandsuppletie worden alle aanwezige dieren bedolven onder het zand. De vraag is hoe lang het duurt voordat het bodemleven weer terug is en of het uitmaakt wanneer in het jaar dit gebeurt. Om een antwoord te krijgen op deze vragen is tussen 2010 en 2013 het bodemleven op het strand van Ameland gevolgd na aanleg van een strandsuppletie.



Foto J. Heusinkveld 2013



Net als de andere Waddeneilanden, heeft het strand van Ameland een fijne mediane korreldiameter. Langs de Hollandse kust is het zand over het algemeen iets grover. Het fijne sediment op het strand van Ameland zorgt ervoor dat het strand relatief vlak is. Dit komt doordat het water niet goed in de bodem kan zakken, waardoor zand wegspoelt wat het strand vlakker maakt.

Ondanks de strandsuppletie in 2011 was het zandvolume op het strand van Ameland in 2012 niet duidelijk toegenomen. De stormen van in de winter 2011-2012 hadden ervoor gezorgd dat een groot deel van de strandsuppletie direct was verspreidt over een groot deel van de kust.

Het zand waarmee het strand van Ameland gesuppleerd werd, had een kleinere mediane korreldiameter dan het oorspronkelijk aanwezige zand. Anderhalf jaar na de suppletie kwam de korreldiameter weer overeen met de oorspronkelijke korreldiameter.

De strandsuppletie is gefaseerd aangelegd. Het westelijke deel is in de winter aangelegd en het oostelijke deel in de zomer. Na aanleg van de suppletie was de biomassa en het aantal bodemdieren lager dan voor aanleg van de suppletie. Hierbij was er wel sprake van een verschil tussen de winter- en de zomersuppletie. Na aanleg van de wintersuppletie werd sneller een toename in biomassa en



Werkzaamheden strandsuppletie Ameland 2011

Foto J. Heusinkveld 2011

het aantal bodemdieren waargenomen dan na aanleg van de zomersuppletie. Na anderhalf jaar was er geen verschil meer tussen beide suppletielocaties te ontdekken en kwam de bodemdiergemeenschap weer overeen met die van voor aanleg van de suppletie.

Op de volgende pagina's volgt een uitgebreidere beschrijving van het onderzoek ingedeeld naar:

- > Studiegebieden
- > Methodiek van bemonsteren
- > Morfodynamiek van het strand
- > Samenstelling van het zand
- > Bodemdieren in het zand van het strand

Studiegebieden

Bron: Vanagt et al. 2010, Verduin et al. 2011, Holzhauser et al. 2012

Het strand is een dynamisch gebied tussen de zee en de duinen waar de stroming, getijslag en stormen de bodem zeer wisselende omstandigheden geven. Deze omstandigheden bepalen het voorkomen van verschillende soorten bodemdieren.

Voor de studie naar de effecten van een strandsuppletie op het bodemleven van het natte strand van Ameland zijn vier studiegebieden aangewezen. Het Impactgebied (Ameland Impact) is het gebied waar de strandsuppletie (van circa 0,9 miljoen m³ zand) in de zomer van 2011 is uitgevoerd. Omdat zand langs de Waddenkust in oostwaartse richting wordt getransporteerd, is er ten oosten van het Impactgebied een Uitstralingsgebied (Ameland Uitstraling) gedefinieerd. Hier is gekeken naar indirecte effecten van de strandsuppletie. Schiermonnikoog, waar tot op heden nog niet eerder is gesuppleerd, is gebruikt als referentiegebied (Schiermonnikoog).

Omdat de suppletie bij Ameland in verschillende fases werd aangelegd was het mogelijk om op het strand een tweede impact gebied aan te wijzen waar de strandsuppletie (van circa 1,1 miljoen m³ zand) in de winter (januari 2010) was aangelegd (Ameland west).

Op elk van de onderzoekslocaties zijn de bodemdieren die in de bodem leven en de samenstelling van het zand bemonsterd gedurende een periode van vier jaar. In 2010 (voorafgaand aan de strandsuppletie) is een eerste bemonstering uitgevoerd op het strand van Ameland Impact, Uitstraling en Schiermonnikoog. Van 2011 tot en met 2013 is het strand van Ameland West, Impact en Schiermonnikoog om de 3 maanden bemonsterd om een beeld te krijgen van de ontwikkeling van bodemdieren na een strandsuppletie aangelegd in de winter versus een strandsuppletie aangelegd in de zomer.

Moment van bemonsteren	Ameland			Schiermonnikoog
	West	Impact	Uitstraling	Referentie
2010 sept		24	22	21
jan	strandsuppletie			
2011 juli	22	21	21	23
aug-sept		strandsuppletie		
nov	21	21		21
mrt	21	21		21
2012 juni	21	21		21
sept	42	42	42	42
2013 sept	21	21		21

> Aantal monsters per jaar op het strand met behulp van bodemhappen.

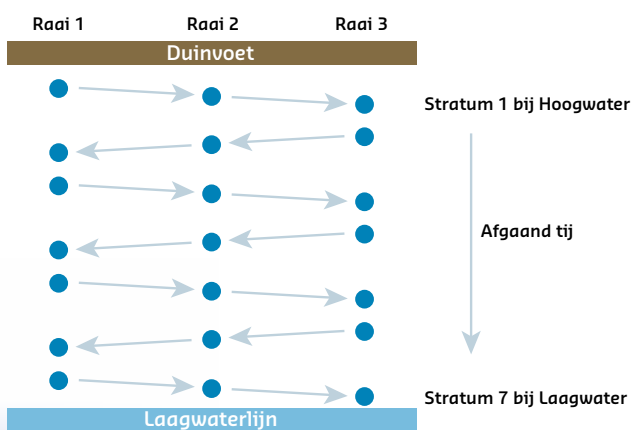


Overzicht onderzoekslocaties (groene vakken) op het strand van Ameland (West, Impact & Uitstraling) en Schiermonnikoog (Referentie). De locatie van de strandsuppletie is weergegeven met de rode vakken.

Methodiek van bemonsteren

Bron: Vanagt et al. 2010, Heusinkveld 2011a, Heusinkveld 2011b, Heusinkveld et al. 2011, Verduin et al. 2011, Heusinkveld 2012, Holzhauser et al. 2012, Leewis et al. 2012, Heusinkveld 2013, Heusinkveld 2014

De hoogteligging en het getij zijn bepalend voor het voorkomen van bodemdieren op het strand. Dit is als uitgangspunt genomen voor de bemonstering. De bodemdieren van het strand en de samenstelling van het zand zijn met afgaand water bemonsterd vanaf de hoogwaterlijn tot aan de laagwaterlijn. Hierbij is elk uur op het net drooggevallene strand een monster genomen. Op deze manier worden ook soorten die zich, wanneer het water zakt, dieper kunnen ingraven bemonsterd en wordt een compleet beeld van de aanwezige bodemdieren verkregen. Tijdens elke bemonstering zijn per gebied drie raaien dwars op de kust met met elk 7 monsterpunten (duur van een afgaand tij) en een onderlinge afstand van circa een kilometer bemonsterd.



> Schematische weergave van de strandbemonstering.



✓ Zeven van het monster in de branding met de zeefkuip.
Foto J. Heusinkveld 2010

De strandmonsters zijn genomen met behulp van een metalen steekframe van 15 cm diep. De inhoud van het steekframe is uitgegraven en gezeefd in een speciaal voor strandonderzoek ontworpen kuipzeef. In het laboratorium zijn de bodemdieren zijn uitgezocht en per soort zijn het aantal individuen en hun biomassa bepaald. 'Biomassa' is het gewicht aan levend weefsel, exclusief schelpen en andere skeletelementen.

Gelijktijdig is er naast het bodemdiermonster een monster van de bovenste 3 cm van het zand genomen voor bepaling van de korrelgrootteverdeling.



✓ Steekframe

Als uitgangspunt voor de bemonstering geldt de hoogteligging en het getij

Morfodynamiek van het strand

Bron: Vanagt et al. 2011, Verduin et al. 2012, Holzhauer et al. 2014. Aangevuld met Vermaas et al. 2013

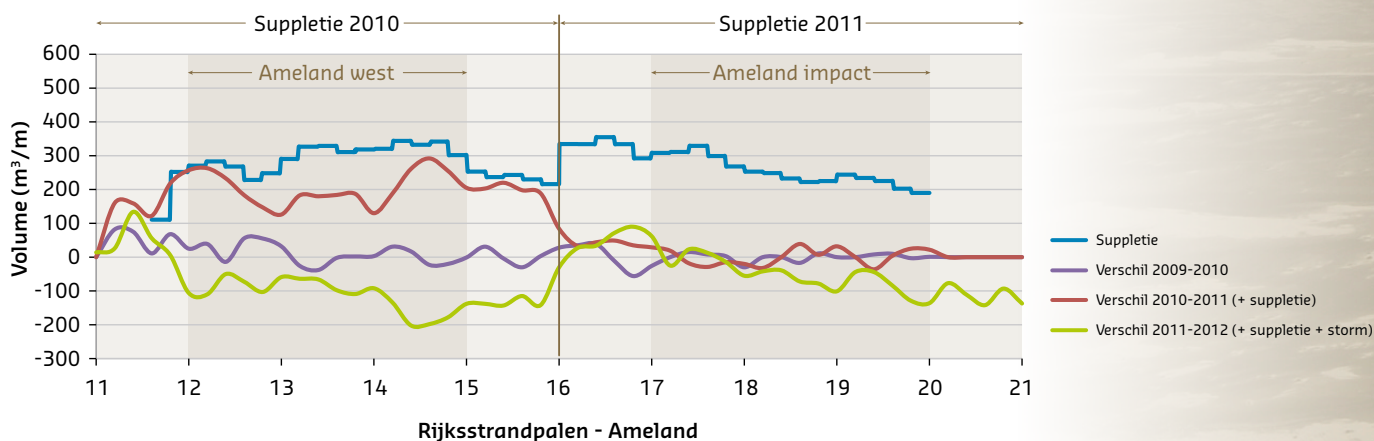
Vanwege het flauwe profiel en de fijne korrelgrootte, worden de stranden van Ameland en Schiermonnikoog dissipatief genoemd. Het water dat het strand op komt kan niet goed in de bodem zakken vanwege het fijne sediment. Hierdoor spoelt het zand mee terug in de zee, wat het strand vlakker maakt.



Structuur gevormd door de schelpkokerworm *Lanice conchilega*
Foto J. van Dalfsen 2010

Het strand van Ameland kent natuurlijke variatie in het profiel en de hoeveelheid zand dat aanwezig is. Tussen 2009 en 2010, voorafgaand aan de strandsuppletie, lag de natuurlijke variatie in zandvolume rond $50 \text{ m}^3/\text{m}$ (paarse lijn). Vervolgens zijn er twee strandsuppleties na elkaar aangelegd. Door aanleg van de strandsuppletie in 2010 (Ameland West, blauwe lijn Rijksstrandpaal 11 t/m 16) nam het zandvolume toe (rode lijn). In 2011 is het tweede deel van de suppletie aangelegd (Ameland Impact, blauwe lijn Rijksstrandpaal 18 t/m 20).

Daarna hebben er in de winter van 2011-2012 stormen plaatsgevonden, die het volume van het gesuppleerde strand aanzienlijk hebben verminderd (groene lijn). Ter hoogte van de suppletie van 2010 (Ameland West) is er in 2012 sprake van een afname van het zandvolume. Terwijl ter hoogte van de aangelegde suppletie in 2011 (Ameland Impact) het volume in 2012 rond de natuurlijke variatie ligt. Er is hier weliswaar geen sprake van een afname van het zandvolume, zoals bij Ameland West, maar er is ook geen sprake van een toename van het zandvolume als gevolg van de aangelegde de suppletie. Het volume van de strandsuppletie is door de storm verspreid langs de kust waardoor er op de suppletielocatie geen volume toename op het strand zichtbaar is (groene lijn).



Overzicht volume verandering op het strand
onder invloed van de suppletie.

Samenstelling van het zand

Bron: de Vries 2009, van Egmond et al. 2010, Vanagt et al. 2011, Verduin et al. 2012, Holzhauer et al. 2014

De samenstelling van het zand is van invloed op de flora en fauna aanwezig op het strand. Zand komt van nature in een mengeling van fijne en grove korrels voor. De verdeling kan worden gekenmerkt aan de hand van de mediane korrelgrootte (D_{50}). De korrelgrootte heeft ook invloed op de steilheid van de kust (profiel): hoe grover de korrel hoe steiler het strand en hoe fijner de korrel hoe vlakker het strand.

Voorafgaand aan de strandsuppletie van 2010-2011 bestond het strand van Ameland Impact en het referentiegebied Schiermonnikoog uit zeer fijn tot middelfijn zand (D_{50} = 194 tot 287 μm). Het zand op Schiermonnikoog was iets fijner dan het zand op het strand van Ameland. De strandsuppletie is aangelegd met een mediane korrelgrootte van 150 μm .

Na de suppletie was sprake van een toename in de fijne sedimentfracties zoals klei, silt en zeer fijn zand en de korrelgrootte nam ook af. Anderhalf jaar na de suppletie (in 2012) kwam de korrelgrootteverdeling weer overeen met die van voor de suppletie.



Vormen op het strand van Schiermonnikoog
Foto J. Heusinkveld 2013

De samenstelling van het zand is van invloed op de flora en fauna aanwezig op het strand

Bodemdieren in het zand van het strand

Bron: Van de Moortel et al. 2010, Vanagt et al. 2011, Van de Moortel et al. 2012a, Van de Moortel et al. 2012b, Verduin et al. 2012, Faasse et al. 2013, Faasse et al. 2014, Holzhauer et al. 2014

Op het strand is de hoogteligging een belangrijke sturende factor voor het voorkomen van bodemdieren. Grofweg zijn er drie zones te onderscheiden: hoog strand, midden strand en laag strand. Vooral de soortensamenstelling van het hoge strand verschilt erg van de rest van het strand.

Op het strand van Ameland en Schiermonnikoog werd een vergelijkbare verdeling van soorten waargenomen. Vanaf de hoogwaterlijn richting het midden strand nam het gemiddeld

aantal soorten toe waarna het aantal afnam om vervolgens zo goed als gelijk te blijven richting de laagwaterlijn.

De bodemdieren zijn bemonstred voorafgaand aan de strandsuppletie tot 3 jaar na aanleg van de strandsuppletie. Voor aanvang van de strandsuppletie werd slechts een beperkte variatie gevonden in de soortensamenstelling van bodemdieren. Op basis van het aantal bodemdieren en biomassa werden er geen significante verschillen tussen de



Op het strand is de
hoogteligging een
belangrijke sturende
parameter voor
het voorkomen van
bodemdieren

gebieden waargenomen. Direct na de strandsuppletie werden er minder bodemdieren gevonden op de suppletielocatie. Tevens hadden deze bodemdieren een lagere biomassa. Dit verschil werd deels veroorzaakt door de meest dominante soort, de gemshoornworm (*Scolelepis squamata*). Deze kwam in lagere aantallen voor met vooral kleinere exemplaren. Daarnaast verdween ook een aantal soorten volledig of bijna volledig na de suppletie.



Gemshoornworm (*Scolelepis squamata*) de meest voorkomende soort op het strand.

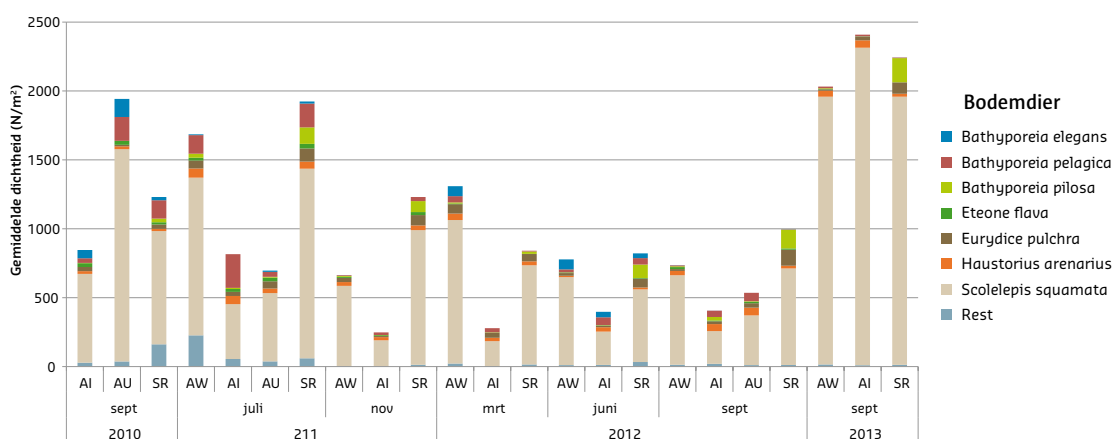
Foto ecomare



Strandvlo (*Talitrus saltator*) is kenmerkend voor het hoge strand na bij de hoogwaterlijn.

De twee gesuppleerde stranden (Ameland West en Ameland Impact) zijn vervolgens elke vier maanden bemonsterd. De jaar op jaar variatie in de bodemdiergemeenschap bleek beperkt. Het gemiddeld aantal soorten en de biomassa per monster bleek lager na de zomersuppletie dan na de wintersuppletie. Op gemeenschapsniveau werd er geen verschil tussen de suppletie in het voorjaar of de winter waargenomen. Voor beide suppletielocaties was het aantal bodemdieren en de biomassa voor een periode van anderhalf jaar lager dan voorafgaand aan de suppletie.

Elke soort heeft een eigen tempo van herstel. Zo duurde het langer dan 18 maanden voordat het schelpdier het Nonnetje weer was teruggekeerd. Andere soorten, vooral wormen, zijn opportunistischer en kwamen eerder in hogere aantallen voor.



Ontwikkeling van de gemiddelde dichtheid aan bodemdieren na de wintersuppletie op Ameland West (AW) en de zomersuppletie op Ameland Impact (AI), het uitstralingsgebied Ameland Uitstraling (AU) en het referentiegebied op Schiermonnikoog (SR).

Doorkijk naar vervolg

Het bodemleven op het strand is in staat zich te handhaven in de dynamische omgeving. Het effect van een enkele suppletie lijkt dan ook niet direct een grote impact teweeg te brengen. Er wordt in deze studie echter maar naar één gebied gekeken. De vraag in hoeverre dit gebied representatief is voor de gehele nederlandse kust blijft onbeantwoord. Een gebiedsdekkende studie zou hier uitkomst kunnen bieden.

Herhaald verstoren door middel van een suppletie en/of andere activiteiten zoals recreatie of het reinigen van het strand heeft invloed op de aanwezige bodemfauna. Dit aspect is niet onderzocht tijdens deze studie. Onderzoek naar herhaald verstoren kan meer inzicht geven om een weloverwogen keuze voor aanpassingen van het huidige suppletiebeleid te kunnen maken.

Het bodemleven op het strand is
in staat zich te handhaven in de
dynamische omgeving





Referenties

Rapporten voortgekomen uit dit onderzoeksprogramma

de Vries, R. (2009). Korrelgrootte karakteristiek van het strand. Effecten van suppleties op het sediment en profiel van het strand. HBO-afstudeerscriptie, Van Hall Larenstein.

Faasse, M., K. Lock en T. Vanagt (2013). Labrapport benthos Ameland. Najaar 2012. Oostende, eCoast.

Faasse, M. en T. Vanagt (2014). Labrapport Strand- en vooroeverbenthos Ameland. Najaar 2013. Oostend, eCOAST.

Heusinkveld, J. (2011a). Monsterverslag Ameland strand juli 2011. Monsternamen macrobenthos tbv onderzoek naar effecten van kustsuppleties. Groningen, The fieldwork Company.

Heusinkveld, J. (2011b). Monsterverslag Ameland strand november 2011. Monsternamen macrobenthos tbv onderzoek naar effecten van kustsuppleties. Groningen, The Fieldwork Company.

Heusinkveld, J. (2012). Monsterverslag Ameland strand maart 2012 en juni 2012. Monsternamen macrobenthos tbv onderzoek naar effecten van kustsuppleties. Groningen, The Fieldwork Company.

Heusinkveld, J. (2013). Monsterverslag Ameland strand September 2012. Monsternamen macrobenthos tbv onderzoek naar effecten van kustsuppleties. Groningen, The Fieldwork Company.

Heusinkveld, J. (2014). Monsterverslag Ameland strand September 2013. Monsternamen macrobenthos tbv onderzoek naar effecten van kustsuppleties. Groningen, The Fieldwork Company.

Heusinkveld, J. en T. Vanagt (2011). Monsterverslag veldcampagne ecologie Ameland 2010. België, Oostende, The Fieldwork Company, eCOAST.

Holzhauser, H., J. Reinders, L. M. Vonhögen, A. De Backer en J. Heusinkveld (2012). Meetplan veldcampagne Ameland 2012, Deltares.

Holzhauser, H., T. Vanagt, K. Lock, M. C. van Oeveren, A. De Backer, K. Hostens, J. van Dalfsen en J. Reinders (2014). Ecologische effecten suppletie

Ameland 2009-2012. Interim rapportage ihkv KPP B&O Kust Ecologie. Delft, Deltares.

Leewis, L., J. Heusinkveld en E. C. Verduin (2012). Veldcampagne Ameland 2011 Veldverslag. Amsterdam, Grontmij Nederland B.V.

Van de Moortel, L., M. Faasse en T. Vanagt (2012a). Labrapport Strandbenthos Ameland. Voorjaar en zomer 2012. Oostende, eCoast.

Van de Moortel, L., M. Faasse en T. Vanagt (2012b). Labrapport Strandbenthos Ameland. Zomer en najaar 2011. Oostende, eCoast.

Van de Moortel, L. en T. Vanagt (2010). Tussentijds verslag labactiviteiten veldcampagne ecologie Ameland 2010. Stand van zaken per 1 december 2010. Oostende, eCoast.

van Egmond, F., W. Rooke en S. de Vries (2010). Ameland, kartering sedimentsamenstelling suppletievak en strand. Groningen, Medusa Explorations BV.

Vanagt, T. en J. Heusinkveld (2010). Meetplan veldcampagne ecologie Ameland 2010. Oostende, België, eCOAST.

Vanagt, T., L. van de Moortel, J. Heusinkveld, S. Vanden Eede, L. van Steenbrugge, G. Van Hoey en M. Vincx (2011). Veldcampagne ecologie Ameland 2010. Oostend, eCOAST.

Verduin, E. C., L. Leewis en D. Templeman (2012). Veldcampagne Ameland 2011. Onderzoek naar de ecologische effecten van zandsuppleties op macrobenthos, epibenthos en demersale vis op Ameland, Grontmij.

Verduin, E. C., L. Leewis en S. van Rooij (2011). Veldcampagne Ameland 2011. Meetplan. Amsterdam, Grontmij.

Vermaas, T., E. Elias en L. Vonhögen-Peters (2013). Ontwikkeling gefaseerde suppletie Ameland 2010-2011. Delft, Deltares.



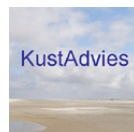
Uitvoering van de strandbemonstering met steekframe
Foto J. Heusinkveld 2011



Deltares in samenwerking met

eCOAST
MARINE RESEARCH

the fieldwork company



Convenantpartners



In opdracht van



Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Deltares

Postbus 177
2600 MH Delft
T +31 (0)88 335 82 73
info@deltares.nl
www.deltares.nl

Deltares is een onafhankelijk kennisinstituut op het gebied van water, ondergrond en infrastructuur. Wereldwijd werken we aan slimme innovaties, oplossingen en toepassingen voor mens, milieu en maatschappij. Deltares heeft vestigingen in Delft en Utrecht.