

**Hierna volgend
artikel is
afkomstig uit:**

De **Levende Natuur**

**Doelstelling van
'De Levende Natuur'**
Het informeren over
ontwikkelingen in onderzoek,
beheer en beleid op het
gebied van natuurbehoud
en natuurbeheer,
die van belang zijn voor
Nederland en België.
De artikelen zijn vooral
gebaseerd op eigen
ecologisch onderzoek,
ervaring of waarneming
van de auteurs.

De Levende Natuur
verschijnt 6x per jaar,
waaronder tenminste
één themanummer.

**U kunt zich abonneren
via onze website:**

[www.delevendenatuur.nl/
lezersservice.php](http://www.delevendenatuur.nl/lezersservice.php)

**of deze bon opsturen
naar:**

Abonnementenadministratie
De Levende Natuur
Antwoordnummer 7086
3700 TB Zeist

Tel. 085 0407400
klantenservice@virtumedia.nl

JA ik wil graag een abonnement
op *De Levende Natuur*

naam: _____

adres: _____

postcode: _____

woonplaats: _____

telefoon: _____

e-mail: _____

**Ik machtig *De Levende Natuur* om het abonnementsgeld
af te schrijven van rekening:**

bank/giro: _____

naam: _____

plaats: _____

datum: _____ handtekening:

Graag aankruisen:

- proefabonnement** – € 13,- (drie nummers)
- particulier** – € 38,- (NL + B) – overige landen € 45,-
- instelling/bedrijf** – € 60,-
- student/promovendus** – € 13,50*

* (max. vier jaar; graag kopie college- of PhD kaart bijvoegen)
Na vier jaar gaat dit abonnement automatisch over in een regulier abonnement.

De prijsontwikkeling kan het stichtingsbestuur dwingen de tarieven
aan te passen. Tevens bent u gerechtigd om uw bank opdracht te geven
het bedrag binnen 30 dagen terug te boeken.



Op Griend gaat de natuur voor

Griend is bijzonder. De natuur gaat er vóór de mens. Al 104 jaar is dit geïsoleerde eiland middenin de Waddenzee gereserveerd voor vogels.

Wie met de boot vanaf Harlingen naar de eilanden Vlieland of Terschelling vaart, ziet Griend aan de rechterzijde liggen. Van een afstand vallen vooral het vogelwachtershuis en het baken op. Behalve de vogelwachters, die er in het broedseizoen verblijven, is het eiland onbewoond en ontoegankelijk.

Het eiland is zo'n 66 ha groot, waarvan een groot deel bestaat uit een kwelder die is doorsneden met kreken. De hogere delen van de kwelder zijn begroeid met zeekweek, op de lagere delen bloeit onder meer lamsoor. Op het eiland bevinden zich twee dijklichamen; een lange dijk, de Noorddijk,

die oost-west loopt en een kortere Huisdijk die er haaks op staat. De dijken zijn ingeplant met biestarwegras en helm, waartussen andere soorten zijn gaan groeien, zoals zeeakermelkdistel en gewoon biggenkruid, maar voornamelijk zandhaver. Bij het baken ligt een groot rietveld. Er groeien geen bomen op het eiland.

Expeditie

Griend kent een lange historie. Het eiland bestond al in de middeleeuwen; toen stond er een kloosterschool. De nederzetting verdween door de Sint-Luciovloed in 1287.

Later werd het eiland bewoond door enkele veehouders, die hun woonsteden op terpen bouwden. Op kaarten uit de zestiende eeuw staan hun huizen ingetekend. Vanaf circa 1800 kende Griend geen vaste bewoners meer. Het eiland werd gebruikt door bewoners van Terschelling, die er schapen lieten lopen en hooi wonnen. Sinds 1916 is het eiland in beheer van Natuurmonumenten. De belangrijkste reden voor deze organisatie om zich destijds over Griend te ontfermen, was de alarmerende achteruitgang van de grote stern. De eieren werden geraapt en het was mode om hoedjes te dragen met een stern erop. Vier jaar eerder, in 1912, voerde Jac. P. Thijssse een expeditie uit naar het eiland. 'Vogels vertoonden zich in grooten overvloed. De heele slobplaat aan de



Het natuureiland Griend met het vogelwachtershuisje.
(Foto: Natuurmonumenten/Jasper Doest)

foerageergronden, maakt van Griend een ideale tussenstop voor trekvogels. In het broedseizoen huist op het eiland 20.000 broedpaar, vooral kokmeeuwen, grote sterns en visdieven. Sinds 2007 worden er 's winters grijze zeehonden geboren. Op 19 december 2019 lagen er 266 grijze zeehonden, waarvan 109 pups (pers. comm. Wageningen Marine Research). Ook gewone zeehonden en bruinvissen komen bij Griend voor. Behalve de bosmuis leven op het eiland verder geen zoogdiersoorten.

Het beschermen waard

Griend is het beschermen en onderzoeken meer dan waard. Het natuureiland is dermate belangrijk voor grijze zeehonden en broed- en trekvogels dat het blijvend moet worden beschermd tegen structureel optredende erosie (Brenninkmeijer et al., 2015). In het najaar van 2016 ging het eiland op de schop. Ter bescherming kreeg het eiland een nieuwe, dynamische vooroever. De ingreep was voor Natuurmonumenten aanleiding om een grootschalig onderzoek op te zetten om de impact op de morfologie en de biodiversiteit te volgen. Een team van wetenschappers voert het onderzoek uit, dat loopt van 2016 tot en met 2020. Natuurmonumenten, Rijkswaterstaat, de Rijksuniversiteit Groningen, NIOZ, de Radboud Universiteit, Bureau Waardenburg, the Fieldwork Company; allemaal denken en werken ze eraan mee. Momenteel schrijven de onderzoekers aan hun wetenschappelijke publicaties. Een uitgebreid boek over het Griendonderzoek, een uitgave van de KNNV Uitgeverij, is in de maak. In deze special worden de voorlopige resultaten en conclusies gepresenteerd.

Een stormvloedschoorwal-eiland

In de Waddenzee is het van groot belang



Pasgeboren grijze zeehond. (Foto: Natuurmonumenten/VEDA Jan Veen)

om ingrepen te koppelen aan wetenschappelijk onderzoek. Te vaak vinden beheermaatregelen en besluiten plaats, zonder dat het effect op de natuur duidelijk is. Volgen alleen is daarbij niet voldoende. Monitoren brengt enkel trends in beeld. Een effectief beheer van Griend vraagt om gedegen kennis over de sturende processen en het functioneren van het eiland. Pas als het onderliggende systeem duidelijk is, snijden adviezen en besluiten over herstel en beheer hout. Aan de basis van de hersteloperatie in 2016 ligt het uitgangspunt dat Griend van oorsprong een stormvloedschoorwal-eiland is. Op pagina 158 en verder worden de kenmerkende processen van dit eilandtype, waar weinig over is gepubliceerd, uiteengezet.

Om de sturende processen te doorgronden, kijkt het Griendonderzoek nadrukkelijk verder dan het eiland alleen. In de Waddenzee, maar ook daarbuiten, wordt vaak gefocust op losse deelsystemen, zoals kwelders of mosselbanken. Er bestaat steeds meer bewijs dat ruimtelijke interacties belangrijk zijn voor kustecosystemen (van de Koppel et al., 2015; Donadi et al., 2013). In de Waddenzee zijn deelsystemen sterk met elkaar verbonden. Het samenspel van interacties met de omgeving, bij dit eiland vooral het natte wad, speelt een sleutelrol bij ecologische, morfologische en chemische processen.

Onderdeel van het Griendonderzoek is het vierjarig OBN-onderzoek 'Habitat-overstijgende interacties in het Waddengebied'. Binnen dit onderzoek zijn de interacties tussen Griend en de aangrenzende wadplaten bestudeerd. Het begrijpen van stormvloedschoorwal-eilanden vereist een breder blikveld, een aanpak op landschapsschaal.

Krachten bundelen

De brede scoop vereist ook samenwerking tussen ons als wetenschappers. Iedereen bestudeert afzonderlijke puzzelstukken, waarbij de samenhangende puzzel inzicht geeft in de kenmerken van het eilandtype. De integrale multidisciplinaire aanpak maakt het onderzoek vernieuwend. Niet alleen bundelen we de krachten, ook werken we nauw samen met Natuurmonumenten en Rijkswaterstaat als beheerders van Griend en het omliggende wad. Met elkaar zijn de mogelijkheden en de onmogelijkheden voor natuurherstel en -beheer geformuleerd (pagina 172 en verder).

De Griendonderzoekers en -beheerders

Oostzijde van 't eiland was bedekt met vogels, die daar 't vallen van 't water afwachten, om op de droogvallende mosselbanken of op de zand- en sliedvlakte hun voedsel te zoeken', schreef hij destijds in *De Levende Natuur*. In 1912 zaten op het eiland voor het eerst twee wachters, aldus Thijsse. Dat was een succes, want 'ze zijn erin geslaagd den nestroof geheel te verhinderen. De vogels met hun eieren die werden tot nu toe goeden prijs verklaard door iedereen die 't eiland betrad.' De natuurwaarden op en rond Griend zijn hoog. Op het eiland overtijnen in de najaarstrek meer dan 75.000 trekvogels, onder meer kanoetstrandlopers, rosse grutto's en drieteenstrandlopers. De ongestoorde, centrale ligging in de Waddenzee, met hoogwatervluchtplaatsen en rondom

De facelift van 2016


Griend kalft al bijna een eeuw af. In 2016 vindt op het eiland een grootschalige hersteloperatie plaats. 200.000 kuub zand en 20.000 kuub schelpen moeten voorkomen dat het eiland in de golven verdwijnt. De facelift gebeurt op basis van een bouwtekening van een stormvloedshoorwal-eiland. Hoe heeft Griend zich na 2016 ontwikkeld?

Valérie Reijers, Laura Govers, Han Olff, Tjisse van der Heide, Quirin Smeele, Erik Jansen & Addo van der Eijk

Behoud van Griend kent een lange historie. Al eeuwenlang 'wandelt' het eiland zuidoostwaarts (fig. 1), maar na de afsluiting van de Zuiderzee in 1932 neemt de omvang af. De aangroei aan de

oostkant houdt geen gelijke tred met de erosie aan de westzijde. In 1941 worden daarom twee rijen rijshout aangebracht. De maatregel mag niet baten. In 1965 meet het eiland slechts 16 ha. Veel

ingrepen volgen, waaronder de realisatie van de opgehoogde Huisdijk en palenrijen in 1973. Tussen 1985 en 1988 wordt Griend omgebouwd als ware het een 'gewoon' Waddeneiland. Net als Terschelling, Ameland en Schiermonnikoog krijgt het eiland in 1988 aan de noordoostzijde een lange stuifdijk, de Noorddijk genoemd (fig. 2). Deze dijk moet het eiland beschermen tegen golven uit zee. De westzijde van het eiland krijgt in die tijd een beschermende haak van zand. Deze zandhaak moet volgens de berekeningen een kwart eeuw bescherming bieden. Onderwijl blijft de westzijde van het eiland stelselmatig afkalven. Tijdens de storm van 5 en 6 december 2013 verdwijnt het laatste restant van de haak. Die winter slaat 20 tot 40 m van de westelijke en zuidelijke rand van het eiland. Een nieuwe ingreep is nodig, stelt Natuurmonumen-



Deels door zeeraket en zandhaver begroeide zandsuppletie bij Griend in 2017. (Foto: Natuurmonumenten/ Cris Toala Olivares)

ten vast, om Griend weer toekomstbestendig te maken.

In het najaar van 2016 voert Natuurmonumenten samen met Rijkswaterstaat een herstelproject uit. Gekozen wordt voor herstel passend bij het dynamisch 'wandeland' karakter van het eiland. Griend wordt niet, zoals in het verleden, met dijken gefixeerd, maar krijgt een nieuwe dynamische vooroever. Aan de westzijde, ongeveer op de plek van de eerdere zandhaak, wordt een flauw oplopende zandsuppletie van 200.000 kuub zand aangebracht. Het zand zorgt voor een nieuwe zandplaat van 16 ha in de vorm van een halve cirkel (foto 1). De herstelmaatregelen zijn bedoeld om tijd te winnen. Gehoopt wordt dat het herstelproject het oorspronkelijke dynamische karakter van het eiland in de hand werkt.



Stormvloedschoorwal-eilanden

De facelift is gestoeld op de gedachte dat Griend van oorsprong een stormvloedschoorwal-eiland is. Bij een Waddeneiland hebben de meeste Nederlanders de TVTAS-eilanden voor ogen (Texel, Vlieland, Terschelling, Ameland en Schiermonnikoog). Deze eilanden, aangevuld met Rottumerplaat en -oog, zijn barrière-eilanden. Ze liggen aan de rand van de Waddenzee en vormen een barrière met de Noordzee. De dynamische Noordzee zorgt er met golfwerking voor de aanvoer en afslag van zand. Stormvloedschoorwal-eilanden liggen achter deze barrières, in de lagune van de Waddenzee. De Nederlandse Waddenzee telt er twee: Griend en Zuiderduin, dat ten zuiden van Rottumeroog ligt. Ook een aantal Duitse en Deense Waddeneilanden komt in aanmerking voor het

label 'stormvloedschoorwal-eiland', namelijk Memmert, Lütje Hörn en Trischen, en mogelijk Mellum, Scharhörn en het Deense Mandø. Naar stormvloedschoorwal-eilanden is nauwelijks onderzoek gedaan. Slechts één wetenschappelijk artikel besteedt er aandacht aan (Pilkey et al., 2009). Om inzicht te krijgen in de karakteristieke elementen en de sturende processen van stormvloedschoorwal-eilanden, zijn binnen het Griendonderzoek zes eilanden bezocht en vergeleken: Griend, Zuiderduin en Memmert in de internationale Waddenzee en drie eilanden in North Carolina die in de luwte liggen van de barrière-eilanden Hatteras en Ocracoke.

Schoorwal van vloedmerk

Wat de eilanden gemeen hebben, is dat aan één zijde een schoorwal ligt (fig. 3). De



Figuur 1. De verplaatsingen van het eiland tussen 1860 en 2020.

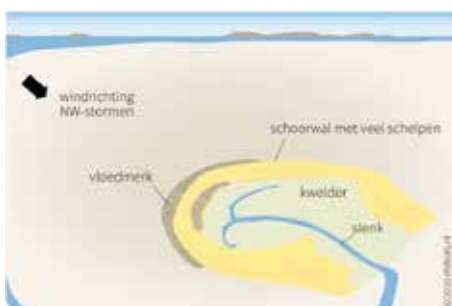


Figuur 2. Kaart van Griend in 2020. (Illustratie: Jan Faber)



Foto 1. Griend voor (links) en na (rechts) de herstelmaatregelen in het najaar van 2016. Op de voorgrond van de rechter foto de zandsuppletie van 16 ha met aan de rand de schelpenruggen. Rechter foto geel: aftoppen Noorddijk, oranje: ontgraving gebied, creëren washover en groen: afplaggen tot zandondergrond. (Foto links: Natuurmonumenten/Jasper Doest. Foto rechts: Natuurmonumenten/Cris Toala Olivares)

schoorwal is sikkelvormig en bestaat hoofdzakelijk uit vloedmerk van schelpen en plantenresten en in mindere mate uit zand. Enerzijds maakt het vloedmerk de wal stevig, anderzijds zorgen de ontkiemende zaden voor plantengroei die de wal en het eiland stabiliseren. Anders dan barrière-eilanden worden stormvloed-schoorwal-eilanden niet primair gevormd door de aanvoer en afslag van zand. Bij dit eilandtype spelen stormvloed-eilanden niet primair gevormd door de aanvoer en afslag van zand. Bij dit eilandtype spelen stormvloed-eilanden een sleutelrol. Harde wind en golfwerking voeden de schoorwal dan met nieuw bouw materiaal. Achter de schoorwal ontwikkelt zich in de luwte een kwelder. In de jaren '70 en '80 wordt Griend vastgelegd. Maar voor die tijd heeft het eiland alle kenmerken van het eilandtype stormvloed-schoorwal, zo staat onder meer beschreven in een verslag, opgesteld op basis van rond 1930 verzamelde gegevens (Brouwer et al., 1950). Foto 2 toont het eiland in de jaren '30, toen het nog functioneerde als stormvloed-schoorwal-eiland. Griend had destijds een schoorwal van circa 2 meter +NAP. Overblijfselen van deze schoorwal zijn nog altijd zichtbaar. Het vloedmerk bestond destijds voor een groot deel uit zeegras. In de Waddenzee groeiden toen nog grote arealen groot zeegras.



Figuur 3. Stormvloed-schoorwal-eiland met kenmerkende elementen. (Illustratie: Jan Faber)

Op dit moment heeft Griend geen functionerende schoorwal meer. Zuiderduin, het andere stormvloed-schoorwal-eiland in de Nederlandse Waddenzee, heeft wel een schoorwal. Die schoorwal is – net als bij Griend in de jaren '30 – 2 m +NAP hoog en bestaat uit zand, schelpen en vloedmerk (foto 3). Op Zuiderduin staat de bolle kant van de schoorwal westelijk gericht, niet toevalig de heersende windrichting. Vroeger bolde ook de schoorwal van het eiland in noordwestelijke richting.

Wandeltempo eilanden

Kenmerkend voor een stormvloed-schoorwal-eiland is dat ze 'wandelen'. Zware stormvloed-eilanden zetten de schoorwal in beweging. Voortgeduwd door wind en

golven schuift de schoorwal naar achteren over de kwelder. Met de opschuivende schoorwal komt het hele eiland in beweging. Het wandeltempo verschilt per eiland. Dat tempo hangt onder meer af van de eilandomvang. Hoe groter het eiland, hoe trager de bewegingssnelheid. Het relatief kleine eiland Zuiderduin verplaatst zich 17 m per jaar (Hellwig & Stock, 2014), terwijl grotere eilanden als Memmert en Trischen minder dan 10 m per jaar wandelen. Griend wandelde vroeger 7 m per jaar (Brouwer et al., 1950, fig. 1). Ook de stormkracht bepaalt het tempo. In North Carolina zetten orkanen de eilanden in beweging. Eén van de eilanden wandelt er ongeveer 25 m per jaar. Dit gebeurt schoksgewijs, omdat orkanen minder



Foto 2. Griend in de jaren '30 als stormvloed-schoorwal-eiland. De hoefijzervorm is duidelijk zichtbaar. (Foto: Rijkswaterstaat)



Foto 3. Rechts de begroeide schoorwal van Zuiderduin, links steekt de onderliggende kleilaag onder de schoorwal uit. (Foto: Han Olff)

frequent voorkomen, maar wel dermate krachtig zijn dat het eiland grote stappen zet. De schoorwallen in North Carolina zijn 4 m hoog, twee keer zo hoog als die van Zuiderduin en die van Griend in het verleden.

In de luwte van een schoorwal ontwikkelt zich een kwelder. Hoe breder en hoger de schoorwal, hoe groter het kwelderareaal is. Omdat de schoorwal over de kwelder schuift, steekt de onderliggende kleilaag vaak onder de schoorwal uit. Op onder meer Zuiderduin is dat goed te zien (foto 3). Bij het wandelen van een stormvloed-schoorwal-eiland vindt zowel erosie als aangroei plaats. Doordat de schoorwal opschuift, kan de kwelder aan de luwe zijde aangroeien. Het wandeltempo hangt tevens af van de dikte van het kwelderprofiel. Op Griend vormt een dikke laag kwelderleem een anti-erosielaag, waardoor het eiland minder snel afslaat dan wanneer zich enkel zand onder de schoorwal zou bevinden. De kwelder van het eiland bestaat voor een deel uit een dikke laag van 16 centimeter kwelderleem. Deze laag kan tegen een stootje, zo blijkt uit golfslagproeven bij het NIOZ in Yerseke.

Stabiliseren van suppletie

Om op Griend schoorwalvormende processen na te bootsen, zijn in 2016 bij de hersteloperatie aan de buitenrand van de zandsuppletie op acht plekken schelpenruggen aangebracht, samen 20.000 kuub. Aan de rand is ook plagsel neergelegd, afkomstig van geplagde delen op het eiland. De schelpen en het plagsel moeten de suppletie beschermen en stabiliseren, en dienen als 'natuurlijk' vloedmerk. Vloedmerk draagt veel zaadmateriaal bij zich. De zaden bezorgen de vegetatiegroei een kickstart, zo is de gedachte. Om het



Foto 4. Zeeraket op Griend. (Foto: Natuurmonumenten/Cris Toala Olivares)

effect van vegetatie op de sedimentstabiliteit experimenteel te bepalen, vindt maart 2018 op Griend een vloedmerkproef plaats. Het ingraven van vloedmerk resulteert in een vegetatie van onder meer strandmelde, zeeraket (foto 4) en spiesmelde. Het jaar erna verdwijnen de meeste eenjarige soorten en blijft met name biestaruwgras over. Dit gras, een duinvormer, vangt zand in en creëert zandbulten. De vloedmerkproef laat zien dat vloedmerk van plantenresten ervoor kan zorgen dat op stormvloed-schoorwal-eilanden vegetatie opkomt. De planten houden vervolgens met hun wortels zand vast. De aangebrachte schelpen liggen inmid-

dels verspreid over de suppletie en dragen bij aan de stabilisatie van de zandplaat. Het plagsel zorgt het eerste jaar op de randen van de suppletie voor de opkomst van zandhaver. Drie jaar later zijn de plagselranden die de suppletie moeten beschermen grotendeels verdwenen in het wad. Alleen aan de zuidzijde van het eiland ligt nog een hoog duin met daarop vegetatie waar plagsel is aangebracht.

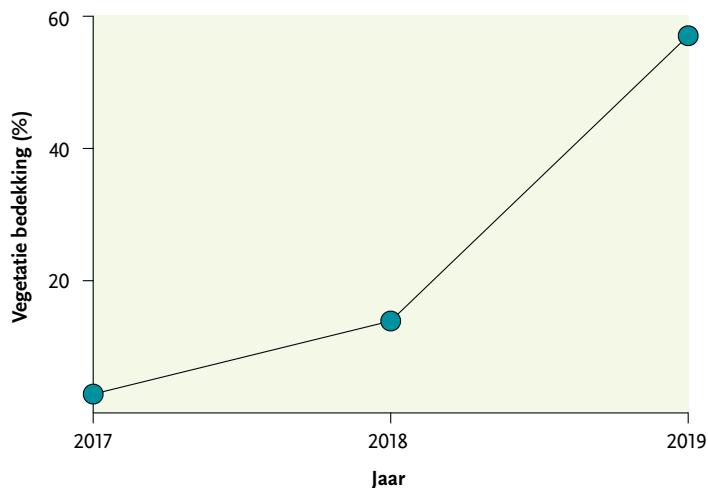
Oppervlakte neemt af

Na de aanleg van de zandsuppletie in 2016 brengen stormen een deel van het zand en de schelpen in beweging. In de drie jaar na de suppletie (2016-2019) vinden acht

stormen plaats van windkracht 9 en hoger, het merendeel vanuit het westen. Waar het zand en de schelpen zijn gestort, vindt – zoals verwacht – erosie plaats. Door het opspuiten van de zandsuppletie neemt de omvang van het eiland bij aanvang toe van 49 tot 67 ha. Na de ingreep neemt het areaal weer af, binnen drie jaar met 1 ha tot 66 ha. Aan de westzijde kalft de zandsuppletie circa 55 m af. Ondertussen groeit de oostelijke kwelder niet aan. Afkalven en aangroei zijn daarmee niet in evenwicht. Het eerste jaar vindt de meeste erosie plaats. Sindsdien lijkt de afkalving af te vlakken. Omdat plantengroei in het begin ontbreekt, gaat het zand makkelijk stuiven. Een deel van het stuifzand komt terecht op de Huisdijk, die daardoor 40 tot 50 cm in hoogte toeneemt tot 4 m +NAP. Het gros van het zand verplaatst zich oostwaarts bovenlangs de noordzijde van het eiland.

Verruiging tegengaan

Het vastleggen van Griend in de jaren '70 en '80 maakt het eiland langzaam ongeschikter als broedhabitat voor pionierssoorten, zoals grote stern en visdief. Vanwege een gebrek aan dynamiek verruigt de vegetatie. De Noorddijk vormt daarnaast een bottleneck voor de functie van het eiland als hoogwatervluchtplaats. Trekvogels mijden de hoge vegetatie en de dijk omwille van hun veiligheid: een slechtvalk kan er plots achter tevoorschijn komen. In 2016 is de Noorddijk verlaagd en deels afgeplagd (zie de rechter foto van foto 1). Ook is in de dijk een 'gat' gemaakt, een washover, zodat zeewater bij hoge waterstanden in de kwelder kan stromen en zand kan afzetten. Dit gaat verruiging tegen, zo is de gedachte. De washover functioneert in de praktijk niet. Er komt wel zeewater binnen, maar met weinig kracht. Zand wordt er niet afgezet. Het afgegraven deel is intussen weer begroeid geraakt. Op de afgeplagde delen zijn geen pionierssoorten gaan broeden. De grote sterns zijn niet verhuisd van de verruigde vegetatie naar de open plagstroken. Het verlagen en afplaggen van de Noorddijk heeft ook geen aantoonbaar effect gehad op de functie als hoogwatervluchtplaats. Nog steeds mijden steltlopers bij hoogwater de duinenrij. Met de randen van de zandsuppletie en de nieuwe 'kuif' aan de noordzijde zijn op het moment voldoende nieuwe alternatieve locaties voor wadvogels beschikbaar.



Figuur 4. Toename van de vegetatiebedekking op de zandsuppletie tussen 2016 en 2019.

Dat zand ligt nu ten noordoosten van Griend. Aan de noordzijde heeft Griend een 'kuif' gekregen die zich oostwaarts verplaatst (fig. 2). Deze kuif bestaat uit zand van de zandsuppletie. Ook spoelt het zand om het eiland heen, waarna het aan de oostzijde van het eiland blijft liggen. Daar vormt zich een zandbank. Nieuw aan de zuidzijde van het eiland zijn aangespoelde tongen van zand en schelpen. Deze schelpen zijn niet afkomstig van de suppletie, maar komen van elders.

Begroeiing zandsuppletie

Eind 2016 bestaat de kersverse suppletie uit één grote kale zandvlakte. In het voorjaar van 2017 groeien er de eerste eenjarige pionierssoorten, vooral zeeraket, stekend looekruid en strandmelde. Een jaar later, in 2018, steekt ook zandhaver, een meerjarige plant, de kop op. De suppletie raakt steeds dichter begroeid: van 3% bedekking in 2007

tot 57% in 2019 (fig. 4). De vegetatie draagt bij aan de stabilisatie: enerzijds omdat planten met hun wortels zand vasthouden, anderzijds omdat de planten stuivend zand invangen, waardoor de suppletie plaatselijk hoger komt te liggen. Van 222 punten (in zes transecten waarvan twee van oost naar west en vier van noord naar zuid met om de 50 m een punt) is op de suppletie de hoogte bepaald. De metingen laten zien dat begroeide delen gemiddeld 17 cm hoger liggen dan kale delen. In 2020 is de suppletie nog verder begroeid, met grote pollen zandhaver op de hoogtes en looekruid en strandmelde op de lagere delen. De toename aan begroeiing maakt de suppletie minder vatbaar voor de krachten van wind en water. Desondanks zal de suppletie op de lange duur niet standhouden, zo is de verwachting. De westzijde blijft, net als de afgelopen eeuw, afkalven.

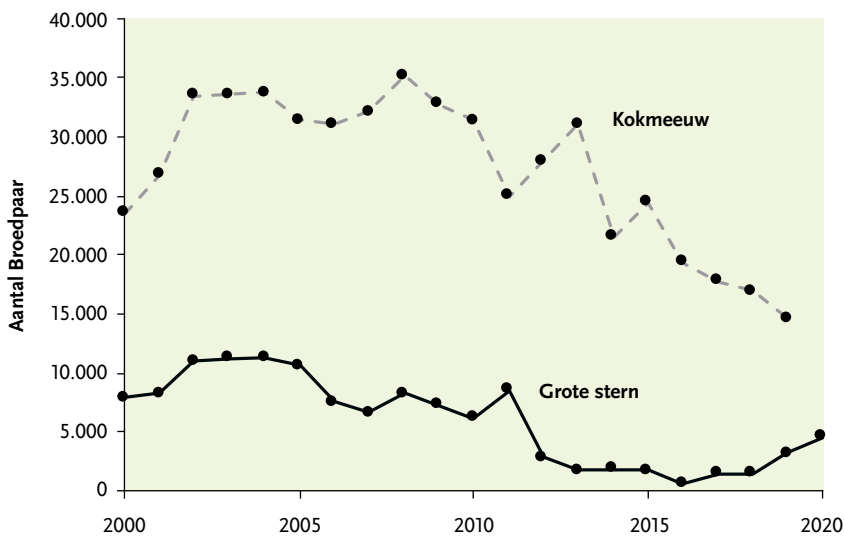


Onderzoekers aan het werk op Griend. (Foto: Natuurmonumenten/Cris Toala Olivares)

Het vogelparadijs

Sinds mensenheugenis is Griend in trek bij vogels, zowel trek- als broedvogels. Iconisch zijn de grote sterns, die al honderd jaar onafgebroken op het eiland broeden. Na een jarenlange teruggang, neemt de populatie sinds kort weer toe. Ook trekkende steltlopers, en dan met name de drieteenstrandloper, weten het eiland in steeds grotere aantallen te vinden.

Laura Govers, Emma Penning, Valérie Reijers, Nadia Hijner, Ruben Fijn, Han Olff & Addo van der Eijk

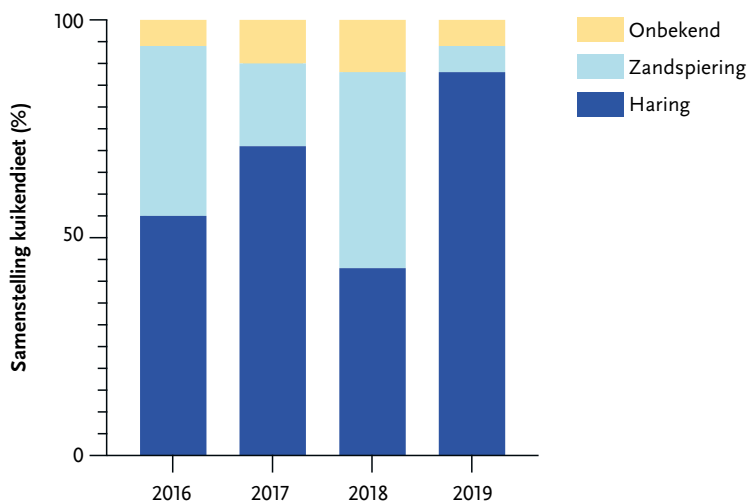


Figuur 1. Ontwikkeling broedparen grote sterns (doorlopende lijn) en kokmeeuwen (stippellijn) op Griend (2000-2020).

Griend is van vaste waarde voor de grote stern in de Waddenzee. Vanaf 1916 broedt de vogel onafgebroken op het eiland, terwijl de soort normaliter niet plaatstrouw is. Ondanks grote dieptepunten – door het roven van eieren in de oorlog en de landelijke sterfte door landbouwgif – bleef op dit eiland altijd een populatie overeind, ook wanneer elders populaties omvielen. In 2016 bereikte de populatie op Griend een historisch laagterecord. Vanaf 2004 daalt de kolonie van meer dan 11.000 broedpaar naar slechts 590 paar in 2016 (fig. 1). De sterns verkozen andere locaties, zoals Utopia op Texel en de Feugelpölle op Ameland. Om de oorzaak van de afname te achterhalen, start in 2016 een studie naar de broedecologie. Mogelijk pakt de ‘samenwerking’ met broedende kokmeeuwen nadelig uit. Onderzoek in de jaren ‘90 wees uit dat grote sterns graag in de buurt van kokmeeuwen broeden (Stienen et al., 2002). Kokmeeuwen beschermen met hun verdedigingsgedrag de sterns tegen rovende ‘grote meeuwen’: op Griend zijn dit voornamelijk zilvermeeuwen en kleine mantelmeeuwen. Als tegenprestatie voor de bescherming stelen de kokmeeuwen van de sterns. Dit wordt kleptoparasitisme genoemd.



Foto 1. Van de nesten van grote sterns met een nummer zijn videobeelden geanalyseerd. (Foto: The Fieldwork Company i.s.m. RUG)



Figuur 2. Kuikendieet van grote sterns tussen 2016 en 2019.

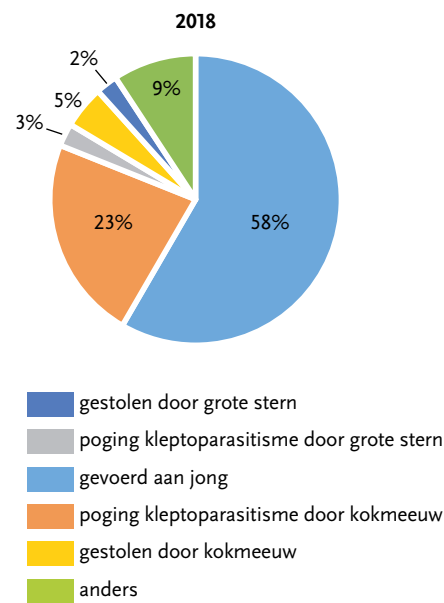
850 uur film analyseren

Van het voorjaar van 2016, dus al voor de hersteloperatie, tot en met 2019 wordt de kolonie op het eiland met moderne technieken gemonitord. Om het kleptoparasitisme en de broedecologie in beeld te krijgen, staat een groothoek-camerasysteem op een aantal nesten gericht. Twee weken in het jaar – vanaf het uitkomen van de eieren tot de kuikens aan de wandel gaan – filmt de camera van 5.00 uur tot 22.00 uur. Bij elk nest (acht tot vijftien nesten, afhankelijk van het jaar) ligt in het veld een geel bordje met een nummer (foto 1). Het filmen levert 850 uur film op. Van elke prooi is de vissoort en -grootte genoteerd en of een kokmeeuw de prooi poogt af te pakken bij het nest, of daadwerkelijk steelt. De kuikens blijken voor 90% een haringachtige (haring of sprot) óf een zandspieringssoort te eten (fig. 2). De verhouding tussen een haringachtige en een zandspieringssoort varieert van jaar tot

jaar. In 2016 en 2018 is de verhouding 50/50, terwijl in 2017 en 2019 haring met respectievelijk 80% en 85% van het dieet beduidend hoger scoort.

Kleptoparasitisme

De beelden bewijzen dat grote sterns inderdaad vis kwijtraken aan kokmeeuwen. In 2018 was bij 28% van de aangevoerde vis zichtbaar sprake van (mogelijke) diefstal; er waren veel meer pogingen tot diefstal (23%) dan geslaagde acties (5%) (fig. 3). Ook soortgenoten stelen van elkaar (2%). De diefstal lijkt met de jaren af te nemen. In 2019 komt niet 28%, maar 10% van de diefstal op conto van de kokmeeuwen. Steeds meer aangevoerde vis komt bij de kuikens terecht: in 2017 minstens 50%, in 2018 bijna 60% en in 2019 minstens 70%. Naarmate de kuikens in het seizoen ouder worden, brengen de sternouderes steeds grotere vissen. Juist deze grote vissen blijken in trek bij kokmeeuwen. Ook het



Figuur 3. Kleptoparasitisme in 2018 door kokmeeuwen op grote sterns van Griend.

weer speelt een rol: bij slecht en regenachtig weer vindt vaker kleptoparasitisme plaats. Of de grote sterns baat hebben bij de kokmeeuwen valt moeilijk met dit onderzoek te bewijzen. Feit is dat slechts weinig kuikens op het nest door grote meeuwen worden geroofd (foto 2).

De kokmeeuwenkolonie ondervindt veel meer last van grote meeuwen. De bodyguards van de grote sterns worden zelf bejaagd door grote meeuwen, die nagenoeg alle kuikens van de kokmeeuwen roven. De kolonie kokmeeuwen op Griend halveerde tussen 2008 (35.166 paar) en 2019 (14.607 paar). Deze afname kwam niet alleen op het conto van de grote meeuwen. Het eiland is landelijk van belang voor kokmeeuwen. In 2018 broedde er 15% van de Nederlandse populatie. Voor de grote sterns kan de afname positief uitpakken, tenzij daarmee de bescherming wegvalt. Dat laatste gebeurde in 2017 in de Feugelpölle op Ameland. Nadat de kolonie kokmeeuwen in aantal afnam door ratten en een zomerstorm, zagen de mantel- en zilvermeeuwen hun kans schoon en roofden alle nesten van grote sterns leeg.

Vergelijking met Utopia

In 2018 draaide ook in Utopia op Texel een camerasysteem van Wageningen Marine Research (WMR), Natuurmonumenten Texel en vogelcentrum Texel. Op Texel raken de grote sterns aanzienlijk minder vis kwijt door kokmeeuwen; 4% op Texel tegen 28% op Griend. In Utopia broeden dan ook minder kokmeeuwen. Het betekent dat de grote sterns van Griend harder moeten werken om hun jongen te voeren. Enerzijds vanwege de rovende kokmeeu-



Foto 2. Een zilvermeeuw rooft een kuiken van een grote stern. (Foto: The Fieldwork Company i.s.m. RUG)

wen, anderzijds omdat ze verder moeten vliegen om vis te vangen. Dat laatste blijkt uit het zenderonderzoek, mede uitgevoerd door Bureau Waardenburg, waarbij in 2017 zes grote sterns met een zender zijn gevolgd. De sterns vliegen vanaf het eiland op en neer naar de Noordzee voor hun voedsel, een retour van 22 km. Een retour Texel-Noordzee vereist een veel kortere vlucht.

Het aantal broedparen op Griend neemt toe. In 2020 nestelen er volgens tellingen van de vogelwachters 4.500 paar grote sterns, 3.910 meer dan in 2016. Het broedsucces is in 2020 hoog, rond de 0,9-1,0 jong per paar. De reden van de toename van sterns ligt wellicht buiten het eiland. In andere grote kolonies, Utopia en Feugelpölle, broeden geen sterns meer. Een groot deel van de sterns van Utopia zit in het Texelse natuurgebied Wagejot, dat ter hoogte van Oosterend ligt. Daar broeden 6.500 paar. Het is aannemelijk dat de stijging op Griend mede uit Utopia en Feugelpölle komt.

In het broedseizoen van 2020 vestigen de sterns zich voor het eerst op de zandsuppletie. Grote sterns broeden bij voorkeur in een halfopen habitat met een ondergrond van schelpen en voldoende planten voor kuikens om in te schuilen. Desondanks huisvest Griend al lange tijd een kolonie grote sterns bij de Huisdijk. De sterns broeden er in een sterk verruigde vegetatie. Deze 'verruigde' kolonie blijft dit jaar in stand, ook nu er betere, halfopen alternatieven op het eiland voorhanden zijn. Een duidelijke eindconclusie over de af- en toename van grote sterns op het eiland valt moeilijk te geven. Binnen het Griendonderzoek zijn verschillende aspecten bestudeerd, zoals de voedsel生态学, de broedlocatiekeuze en de interactie met kokmeeuwen. Mogelijk dragen ze allemaal bij, maar er is niet één eenduidige reden aan te wijzen voor de fluctuatie in aantallen.

Verdrievoudiging

Voor de drieteenstrandloper vormt Griend dé internationale hotspot (foto 3). De drieteenstrandloper, een trekvogel die het eiland in het voor- en najaar aandoet, zit vooral bij Griend in de lift. Sinds het begin van de jaren '80 neemt de vogelsoort er toe van enkele tientallen tot een maximaal geteld aantal van 20.000 in 2017. Naast deze uitschieter ligt de hoogste hoogwater-telling jaarlijks rond de 10.000 exemplaren.



Foto 3. Drieteenstrandloper. (Foto: Natuurmonumenten/Loes Belovics)

De drieteenstrandloper wordt gezien als een sleutelsoort voor het eiland. Anders dan de kanoetstrandloper, die bij hoogwater naar de verderop gelegen zandplaat Richel vliegt, is de drieteenstrandloper gebonden aan het eiland. Tijdens hoogwater rusten ze aan de rand van de nieuwe zandsuppletie en aan de zuidzijde van het eiland, om bij laagwater op de droogvallende wadplaten te foerageren. Het eiland vormt voor drieteenstrandlopers tijdens de vogeltrek de belangrijkste tussenstop in de internationale Waddenzee. Van hun Arctische broedplaatsen in Canada, Groenland, Spitsbergen en Siberië doen ze in augustus Griend aan op weg naar hun overwinteringsgebieden. Het aantal drieteenstrandlopers langs deze Oost-Atlantische trekroute is sinds de jaren '80 verdrievoudigd tot 200.000 exemplaren (van Roomen et al., 2015). Daarvan zat in 2017 dus minstens 10% op Griend.

Europeanen en Afrikaners

Binnen het Griendonderzoek zijn de drieteenstrandlopers tijdens de najaarstrek dagelijks geteld. Op het eiland verblijven twee typen: degenen die overwinteren in West-Afrika en de groep die dichterbij overwintert in Europa. Dit onderscheid is op Griend ontdekt. Beide groepen zijn genetisch en op zicht niet van elkaar te onderscheiden. Wel verschilt hun planning en gedrag. De 'Afrikaners' blijven kort op het eiland en vetten snel op, terwijl de 'Europeanen' de tijd nemen om hun veren te ruien. Afrikaners vertrekken rond half augustus naar het zuiden en overwinteren

in een gebied dat zich uitstrekt van Mauritanië tot Namibië; de meeste Europeanen blijven tot half september, daarna trekken ze richting talloze Europese kusten, waaronder die van Denemarken, Duitsland, Nederland, België, Engeland en Frankrijk. Beide groepen verblijven in het begin van de trekperiode, ongeveer de eerste of tweede week van augustus, samen op het eiland. Griend vormt dan een internationale smeltkroes van overwinteringsgebieden. Broeden doen beide typen bij elkaar: in Groenland zijn zowel Afrikaners als Europeanen op het nest geringd. Voor de Afrikaners is opvetten bij dit eiland van levensbelang. Ze hebben een vlucht 10.000 km voor de boeg. In twee weken tijd verdubbelt hun lichaamsgewicht tot 90 g. Onderzoek bij Griend, waarbij 985 drieteenstrandlopers zijn geringd en in 2018 92 vogels een zender kregen, wijst uit dat ze zich bij laagwater over een groot gebied verspreiden. Het zwaartepunt van hun foerageergebied ligt op de Grienderwaard, de wadplaat bij Griend, maar ook de Jacobsruggen richting Terschelling en Ballastplaat richting de Friese kust worden veel bezocht. De grote aantallen niet-broedende wadvogels die van het eiland gebruikmaken, vormen een belangrijke internationale natuurwaarde. Behoud van het eiland Griend als hoogwatervluchtplaats is voor de totale populatie drieteenstrandlopers van groot belang. Een goede bescherming kan alleen bereikt worden wanneer de hoogwatervluchtplaats op Griend én de voedselgebieden in samenhang beschermd worden.



Kokmeeuwkolonie op Griend. (Foto: Natuurmonumenten/Eus de Groot)

Vogelpoep als plantenvoedsel

Op Griend profiteren de planten van de vogels. De 20.000 broedparen en hun jongen laten nutriëntenrijke vogelpoep achter. Maar liefst 26.000 kilogram per broedseizoen, goed voor 1.300 kilogram extra stikstof in de bodem. De planten op het eiland weten deze nutriëntenbron te benutten, zo blijkt uit metingen van stikstofisotopen.

Valérie Reijers, Laura Govers, Nadia Hijner, Tjisse van der Heide & Addo van der Eijk

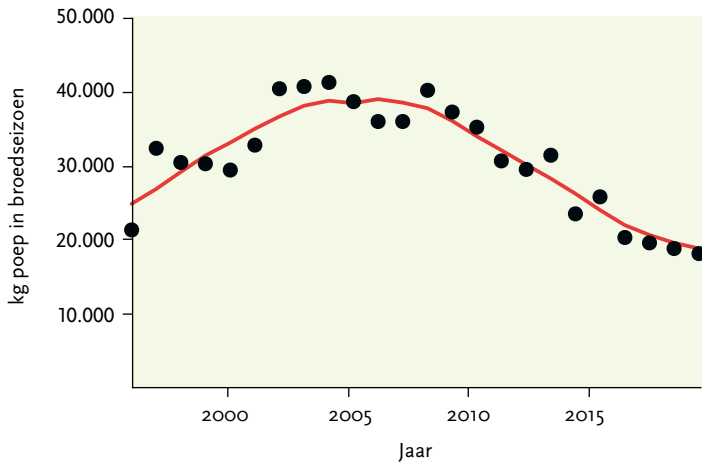
De planten die groeien op Griend hebben veel te danken aan de vogels. Op het eiland overtijden volgens tellingen in het najaar meer dan 75.000 trekvogels. In het broedseizoen broeden er 20.000 broedpaar. Alleen al de broedvogels en hun jongen 'bevuilden' dit eiland jaarlijks met 400 kg poep per hectare. In totaal zijn ze goed voor 26.000 kg vogelpoep (fig. 1). Deze poep 'verrijkt' de bodem met circa 25 kg stikstof (N) per hectare. Stikstof uit zee komt zo op het land terecht. Ter vergelij-

king: in de duinen van buureiland Terschelling is de stikstofdepositie 14,7 kg per hectare (Bastmeijer, 2020). Deze depositie komt niet van vogels, maar vanuit de lucht op de bodem terecht.

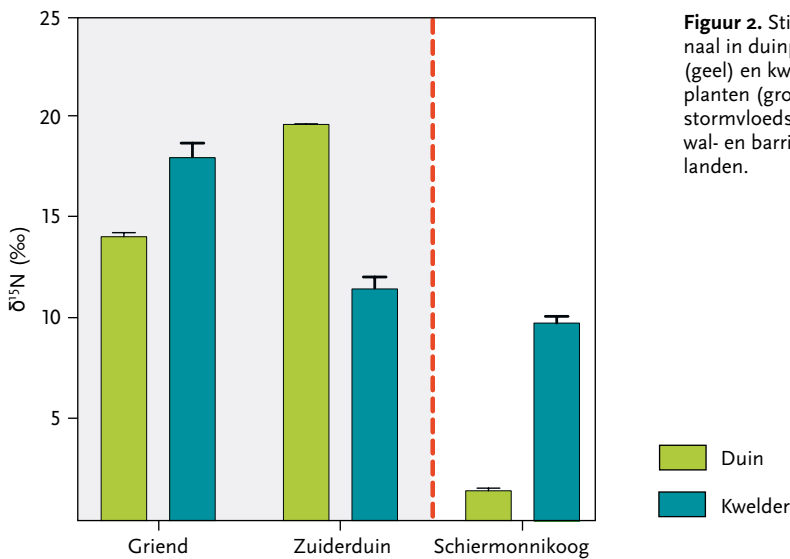
Isotopenonderzoek

Isotopenonderzoek wijst uit dat de planten op Griend de nutriëntenrijke vogelpoep gebruiken als voedselbron. Van 75 monsters, verzameld van 25 plantensoorten op Griend, zijn de stabiele isotopen gemeten.

Dat gebeurt met een isotop-ratio massa spectrometer (irMS). Stikstofisotopen vertellen wat de voedselbron van een organisme is. Hoe hoger het gemeten stikstofsignaal ($\delta^{15}\text{N}$), hoe hoger een organisme in de voedselketen zit. Zo hebben predatoren, zoals zeehonden, een hoog $\delta^{15}\text{N}$ -signaal en algen een laag signaal. Voor planten hangt het signaal af van hun stikstofbron. Haalt de plant stikstof uit de lucht, zoals vlinderbloemigen doen, dan is het signaal nagenoeg 0. Voedt de plant zich met organisch materiaal uit zee, bijvoorbeeld aangespoelde resten van wieren of in zee opgeloste deeltjes organisch materiaal, dan ligt het signaal rond de 6-7 $\delta^{15}\text{N}$. Bestaat de voedselbron uit vogelpoep, dan ligt het signaal veel hoger, rond de 15. Op Griend is dat laatste het geval (fig. 2). Biestarwegras en helmgras komen in de duinen en het strand op 14 $\delta^{15}\text{N}$. Andere stormvloed-schoorwal-eilanden, waar plantenmonsters van zijn geanalyseerd, laten hetzelfde beeld



Figuur 1. Aantal kg vogelpoep op Griend afkomstig van broedvogels in het broedseizoen (1995-2019).



Figuur 2. Stikstofsignaal in duinplanten (geel) en kwelderplanten (groen) op stormvloed-schoorwal- en barrière-eilanden.

zien: ook op Zuiderduin bij Rottumeroog (20 $\delta^{15}\text{N}$) hebben de planten een hoog stikstofsignaal dat wijst op vogelpoep als voedselbron (fig. 2). Vogels lijken op stormvloed-schoorwal-eilanden een belangrijke rol te spelen voor de begroeiing. Het vestigen of verdwijnen van kolonies kan daardoor voor veranderingen in vegetatie zorgen. Op barrière-eilanden ligt het stikstofsignaal van de planten beduidend lager. Op Schiermonnikoog geven de plantenmonsters, gevonden in duin en strand, een stikstofsignaal van 1,5 $\delta^{15}\text{N}$ (fig. 2). De figuur laat zien dat op barrière-eilanden kwelderplanten een hoger stikstofsignaal hebben dan duinplanten. Planten als zeekraal en slijkgras overstromen vaker en voeden zich mede met nutriënten uit zee. Toch hebben ook de kwelderplanten van Griend een veel hoger stikstofsignaal dan die op Schiermonnikoog. Dat geeft aan dat ook de kwelderplanten op dit eiland deels groeien op poep.

Verruiging van het eiland

Vogelpoep bevordert op Griend de ontkiemende vegetatie op de zandsupple-

tie. De suppletie is voedselarm, maar de tienduizenden trekvogels die de suppletie gebruiken als hoogwatervluchtplaats en de broedvogels bezorgen met hun vogelpoep de plantengroei een kickstart.

Op deze wijze dragen de vogels bij aan de stabilisering van het eiland. Waar op Griend al langere tijd planten groeien, zoals in de duinen en op de kwelder, draagt de vogelpoep bij aan de verruiging. De ophoping van stikstof in de bodem zou een oorzaak kunnen zijn voor de verruiging van het eiland. Diezelfde stabilisatie en verruiging maken dit eiland in theorie minder aantrekkelijk voor verschillende kritische vogelsoorten. Koloniebroeders als grote sterns en kokmeeuwen staan erom bekend dat ze bij voorkeur broeden in een halfopen habitat met schelpen en voldoende planten voor kuikens om in te schuilen. Broedvogels kunnen mogelijk zichzelf benadelen: met hun poep maken ze hun eigen nestplekken onaantrekkelijk. Voor hoogwatervluchtplaatsen geldt hetzelfde: raken zandbanken mede door vogelpoep begroeid, dan maakt de plantengroei de plek minder aantrekkelijk om er te overtijen. Op Griend speelt dit probleem op het ogenblik nog niet. De suppletie heeft een flauwe helling, waarbij de lagere randen 's winters overspoelen en kaal blijven. De randen blijven zo geschikt als hoogwatervluchtplaats. Daar zitten dan ook de wadvogels. De verwachting is dat de suppletie juist aantrekkelijker wordt als broedplek voor broedvogels, nu het geen kale, stuivende zandplaat meer is.



Een sternkolonie. (Foto: Natuurmonumenten/VEDA Jan Veen)

Luwte speelt sleutelrol voor zeegras en mosselbanken

Bij Griend groeien deze zomer maar liefst 100.000 planten groot zeegras. Het is op dit moment het grootste Nederlandse veld groot zeegras. Het veld is artificieel, gerealiseerd met behulp van Duits zeegraszaad. Het zeegrasveld groeit ten noordoosten van Griend, waar het zeegras profiteert van de luwte van het eiland. Luwte speelt ook bij een veldexperiment met mosselkratten een sleutelrol.

Laura Govers, Valérie Reijers, Tjisse van der Heide, Janne Nauta, Beatriz Marin Diaz, Max Gräfnings, Ralph Temmink, Leon Lamers, Marjolijn Christianen, Wouter Lengkeek, Emma Penning, Greg Fivash, Tjeerd Bouma, Quirin Smeele, Erik Jansen, Jannes Heusinkveld, Maarten Swarts, Dieuwke Hoeijmakers, Henk Wiersema, Karin Didden & Addo van der Eijk

Ten tijde van de bouw van de Afsluitdijk in 1932 was een omvangrijk zeegrasveld nog een vertrouwd beeld. In de westelijke Waddenzee en de noordelijke Zuiderzee groeide toentertijd tussen de 8.000 en 15.000 ha zeegras. Het hele areaal is daarna verdwenen, vermoedelijk door een combinatie van de Afsluitdijk en een wierziekte. Bijna 90 jaar later bereikt het Griendonderzoek een doorbraak, namelijk het kunstmatig realiseren van een nieuw zeegrasveld (foto 1). Met naar schatting 100.000 planten groot zeegras is het veld bij Griend de grootste groeiplaats in Nederland. De helft van de planten is in het voorjaar van 2020 gezaaid, de andere helft bestaat uit natuurlijke aanwas door eerdere zaaiproeven. Droogvallend groot zeegras is een eenjarige plant, die in de herfst afsterft, waarna de zaden in de wadbodem overwinteren en in lente opkomen. In 2018 en 2019 is op dezelfde locatie zeegraszaad gezaaid en gaan groeien. Dat het zaad van deze planten in 2020 opkomt, is een teken dat het zeegrasveld hopelijk zichzelf in stand kan gaan houden.

Natuurlijke aanvoer ontbreekt

Het Griendonderzoek start in 2016 met de hypothese dat vloedmerk van schelpen en plantenresten een belangrijke rol speelt bij de vorming van een schoorwal. Tot de bouw van de Afsluitdijk gold dat in elk geval voor groot zeegras. Gerrit Brouwer schreef daarover: 'Zostera marina was de grootste leverancier van vloedmerken. Deze werden voor 1932 in groote hoeveelheid op Griend afgezet. Na 1934 zijn deze vloedmerken van geen betekenis meer geweest. Een belangrijk element voor de stabiliteit van het eiland is hiermee weggevallen.' Ook Jac. P. Thijsse meldde in het verslag over zijn Griendexpeditie in 1912 in *De Levende Natuur*: 'Er was een hoopje zeegras aangespoeld, niet hoger dan een decimeter, maar dat was toch hoog genoeg, om een aantal slimme kleine vogeltjes beschutting te geven tegen den Noordwester. Ze stonden dicht op elkaar in de windschaduw van 't 'wier' en 't leek net, alsof ze daarheen waren gewaaid en achter



Onderzoekers doen metingen bij de mosselkratten.
(Foto: Natuurmonumenten/Cris Toala Olivares)



Foto 1. Nieuw zeegrasveld ten noordoosten van het eiland. (Foto: Laura Govers)



Foto 2. Vloedmerk van afgestorven zeegras op stormvloedschoorwal-eiland in North Carolina. (Foto: Laura Govers)

dat walletje tot rust gekomen, zoo als zand achter een schelpje.' Brouwer benoemde daarnaast de aanvoer van schelpen (Brouwer et al., 1950).

Op dit moment ontbreekt bij dit eiland een natuurlijke aanvoer van zeegras. In North Carolina spoelt bij stormvloedschoorwal-eilanden nog wel zeegras als vloedmerk aan (foto 2). Vanwege een tekort aan natuurlijke zeegrasvelden en schelpenbanken in de buurt van Griend, wordt vanaf 2016 getracht ze op een

artificiële wijze aan te leggen. Meerdere veldexperimenten vinden plaats. Niet om daadwerkelijk met het vloedmerk een nieuwe schoorwal te realiseren, maar om innovatieve herstelmethoden te testen en schoorwalvormende processen te doorgronden. De redenering is als volgt: mosselbanken creëren een luwte waarin zeegras kan groeien. Vervolgens zorgen zowel het afgestorven zeegras als de dode schelpen dat een schoorwal wordt gevoed met nieuw materiaal uit zee.

Veldexperimenten

In het voorjaar van 2017 gaan twee veldexperimenten van start met innovatieve methoden die nieuwe mosselbanken en zeegrasvelden een duw in de goede richting kunnen geven. De locatie ten zuiden van het eiland lijkt kansrijk, zo geven kansenkaarten (Folmer, 2015; de Jong et al., 2005) en historische bronnen (Brouwer et al., 1950) aan. Achteraf blijken de locaties toch te dynamisch voor de herstelmethodieken. In 2017 slaat de eerste zeegrasproef niet aan, omdat de toplaag met ingezaaide zaden tijdens een voorjaarsstorm wegspoelt. Op de zaailocatie is daarvoor 632 m² zeegras ingezaaid met in totaal 140.000 zaden. Het donorzaad komt uit zeegrasvelden bij het Duitse eiland Sylt, waar volop zeegras groeit. Het zaad is in het voorjaar met kitspuiten, vermengd met zeeklei, in de wadbodem geïnjecteerd (foto 3) (Govers et al., 2018). Door het niet aanslaan in 2017 kan de hypothese dat mosselbanken een luwte creëren voor zeegras niet worden aangetoond.

Dat luwte toch een sleutelrol speelt voor zeegras, blijkt later. Ten noordoosten van het eiland op 4 km afstand van Griend wordt in 2017 een natuurlijk veld van een andere soort zeegras ontdekt, namelijk klein zeegras. In de Nederlandse Waddenzee komen twee soorten voor: klein zeegras en groot zeegras. Klein zeegras is meerjarig en sterft, anders dan groot zeegras, niet af in de nazomer. De vondst van klein zeegras lijkt uit te wijzen dat deze locatie wél geschikt is voor zeegrasherstel. In 2018 en 2019 pakt het zeegrasexperiment met groot zeegras er inderdaad succesvol uit. Een jaar later, in 2020, vindt een opschaling plaats en worden een paar honderdduizend zaden in de bodem geïnjecteerd. Het succesvolle zeegrasveld bestaande uit 100.000 planten toont de connectiviteit met het eiland aan. Het eiland zorgt voor luwte. Conclusie: zeegras faciliteert bij Griend niet het stormvloedschoorwal-eiland, maar juist andersom.

Mosselkratten

Luwte speelt ook bij de kunstmatige mosselbanken een sleutelrol. De kunstmatige banken zijn bij Griend aangelegd met zogeheten 'BESE-elements'. Deze biologisch afbreekbare mosselkratten, waardoor kokostouw is gevlochten, zijn aan de zuidzijde op het wad geplaatst. In totaal 140 rijen van 5 m lang (foto 5). Eerdere

experimenten, onder meer bij de Feugelpölle op Ameland, wezen uit dat mosselen zich in de structuur spontaan vestigen en groeien. Mossellarven zijn er veilig voor predatoren, met name strandkrabben en garnalen. Ook zeepokken en anemonen maken van de structuren gebruik. Net als het zeegras ondervinden de kunstriffen bij het eiland hinder van de sterke dynamiek. Een groot deel van de kratten blijkt vooral 's winters niet bestand tegen ijsgang en stormen. Daarnaast raken veel kratten tijdens de stormen vol met zand waardoor ze deels in de wadbodem verdwijnen. Toch weten mossellarven de structuren te vinden en op te groeien (foto 4). Op niet-verzande kratten leven in 2019 7.800 mosselen per vierkante meter, op verzande structuren 90 mosselen per vierkante meter. Omdat mosselen groeien



Foto 3. De kitspuit-methode om zeegraszaad in de wadbodem te spuiten. (Foto: Laura Govers)

en zich elk jaar nieuwe mossellarven vestigen, neemt de biomassa van de mosselen toe: van 1,2 kg/m² in 2018 tot 3 kg/m² in 2019.

Tien keer meer biomassa

Mosselbanken en zeegrasvelden staan bekend als biobouwers. Ze beïnvloeden hun omgeving, onder meer door de ondergrond te stabiliseren, het water helderder te maken, voedsel en een schuilplaats te bieden voor andere organis-

men en golven te dempen (Christianen et al., 2015). Op twaalf plots – de helft in en naast de mosselkratten en de helft als controle – zijn bij Griend de soorten in kaart gebracht met onder meer visfuisen, steekbuizen en een bemonsteringset om garnalen en krabben te vangen. Het aantal soorten neemt lokaal door de mosselkratten niet toe. Op en rondom zowel de kratten als de controleplots worden circa 25 soorten aangetroffen, waaronder zeeduizendpoten, wadpieren en kokkels. De



Foto 4. Mosselen in de biologisch afbreekbare structuur. (Foto: Natuurmonumenten/ Cris Toala Olivares)



Foto 5. De locaties van de mosselkratten (geel) en zeegrasproeven (groen). (Foto: satellietdataportaal.nl/the Fieldwork Company)

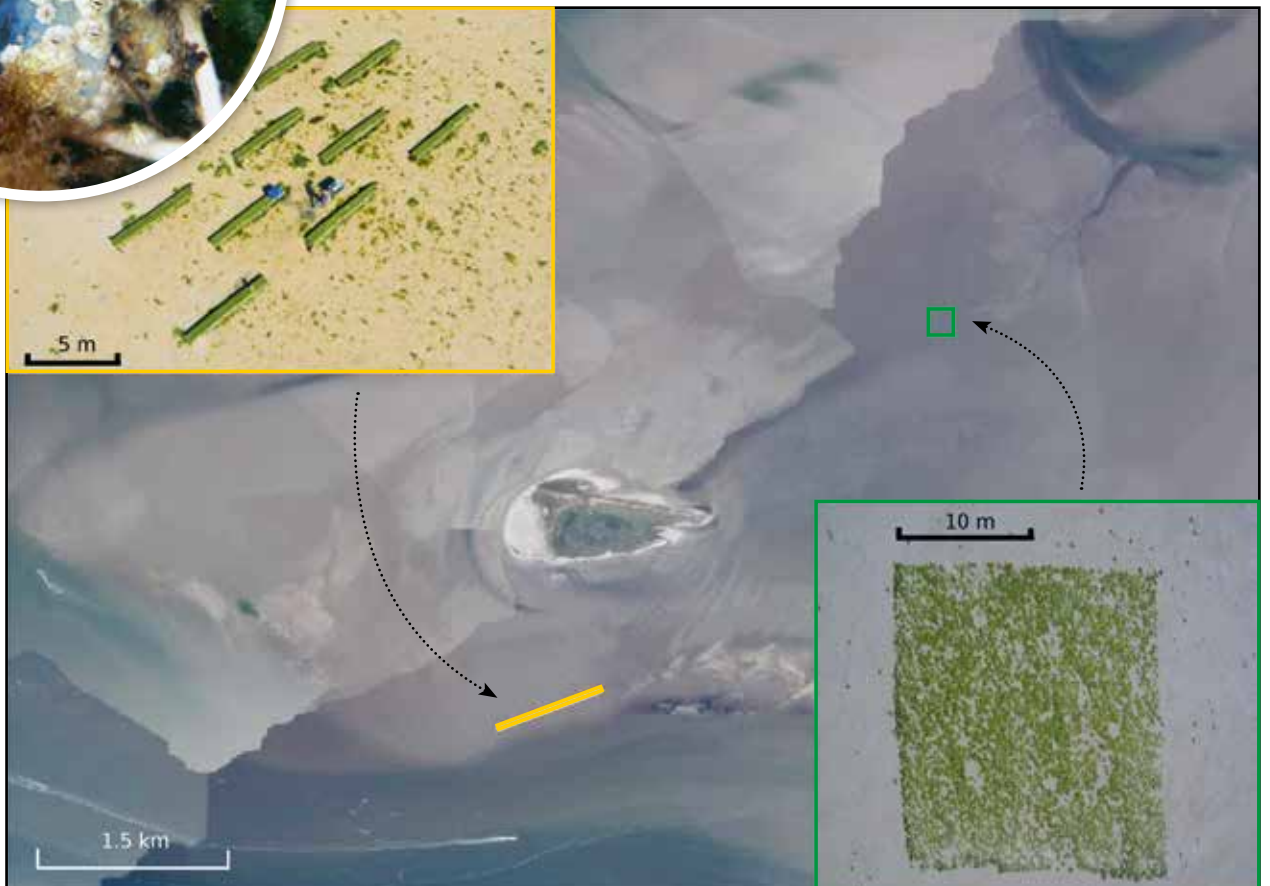




Foto 6. Steenlopers op de mosselkratten. (Foto: Marijn Nijssen)

gelijke score komt met name doordat veel soorten mobiel zijn, zoals de vissen en kreeftachtigen gevangen met visfuisen. Een aantal vogelsoorten, zoals steenloper (foto 6), zoekt specifiek de harde structuren op om voedsel te zoeken. De biomassa verschilt wel sterk. Bij de mosselkratten komt in 2018 de biomassa van de bodemdieren (epi- en endobenthos) tien keer hoger uit dan op de controleplots, namelijk gemiddeld 26,6 g/m² (uitgedrukt in asvrij drooggewicht) tegen gemiddeld 2,5 g/m². Eerder uitgevoerd onderzoek op zes natuurlijke mosselbanken in de Waddenzee komt uit op gemiddeld 40 soorten per mosselbank. Natuurlijke mosselbanken hebben gemiddeld een biomassa van bodemdieren van 14x vergeleken met de biomassa bodemdieren van de wadplaat (controle) (Christianen et al., 2015).

Effect op omgeving

Om het effect op de omgeving te bepalen, zijn vanaf de kratten in een rechte lijn tot op 100 m afstand bodemonsters genomen. Het ruimtelijke effect van de structuren blijkt beperkt. Tot maximaal 5 m vangen de kratten zand en slib in, verhogen ze het ammonium en fosfor in het water in de bodem en neemt de biomassa toe. Metin-

gen met golfloggers geven aan dat de mosselkratten de golfhoogte verminderen wanneer het waterpeil niet hoger is dan 50 cm. De gemeten golfdemping blijft lokaal, niet verder dan 10 m van de kratten. Bij natuurlijke mosselbanken reikt de meerwaarde veel verder. De ruimtelijk interactie is groot door het nutriëntenrijke 'mosselpoep' dat mosselen afscheiden. Tot op 200 m afstand van een natuurlijke mosselbank profiteren het bodemleven en de wadvogels (Donadi et al., 2013). Dat de mosselkratten lager scoren dan natuurlijke mosselbanken kan liggen aan de omvang: een natuurlijke mosselbank omvat vaak meer dan 1 ha, terwijl de 140 rijen mosselkratten bij Griend in totaal 0,16 ha beslaan. Andere verklaring is dat de mosselkratten zich nog niet hebben ontwikkeld tot een volwassen mosselbank. Hoe ouder een mosselbank, hoe meer soorten er leven.

Conclusie

Tot nieuwe inzichten over de vorming van een schoorwal op het eiland, en de rol van zeegrassvelden en mosselbanken daarin, hebben de veldexperimenten niet geleid. De methodiek blijkt op de locaties niet bestand tegen de sterke dynamiek. Mossel- en zeegrasherstel zijn technisch mogelijk,

maar op luwere locaties dan waar de experimenten zijn uitgevoerd. Wel zijn forse stappen gezet in het ontwikkelen en testen van methoden om nieuwe zeegrassvelden en mosselbanken te stimuleren. Zo heeft Griend de primeur van de kitspuitmethode, een inmiddels beproefde manier om zeegrasszaden in de wadbodem te injecteren. Innoveren gebeurt met vallen en opstaan. De 'mislukte' proef in 2017, de ontdekking van klein zeegrass en het besef van het belang van luwte blijken achteraf broodnodige stappen om bij Griend het grootste veld met groot zeegrass van Nederland te creëren. Ook over de mosselkratten is nieuwe kennis en ervaring opgedaan. Een volgende opschaling vergt in elk geval een plek met minder dynamiek. Op dit moment zijn er geen plannen voor nieuwe projecten met mosselkratten op droogvallende wadplaten. Voor zeegrasherstel staan de kansrijke locaties in de nieuwe habitatkaart littoraal zeegrass voor de Nederlandse Waddenzee (Folmer, 2019). In 2020 zijn op meerdere locaties uit de habitatkaart, onder meer bij Vlieland, Schiermonnikoog en Balgzand, zaai-experimenten uitgevoerd om te bepalen of de locaties inderdaad geschikt zijn voor zeegrasherstel.

Kan Griend op eigen kracht verder?

Het eiland Griend dreigde te verdwijnen. Dat proces is in 2016 met een zandsuppletie tot staan gebracht. Griend blijft de komende decennia behouden, zo is de verwachting. Maar ‘wandelen’ doet het eiland (nog) niet. Het is de vraag of dat, in de huidige staat, zal gebeuren. Terugkeer naar een natuurlijke situatie lijkt mogelijk, maar vergt een stevige ombouw. Daarmee neemt de beheerder het risico dat het eiland definitief in de golven verdwijnt. Het dilemma – ingrijpen of op zijn beloop laten – zal in de toekomst onherroepelijk weer opdoemen.

Laura Govers, Valérie Reijers, Quirin Smeele, Erik Jansen, Tjisse van der Heide, Han Olf & Addo van der Eijk

De herstelmaatregelen die in 2016 op Griend werden uitgevoerd, hadden een tweeledig doel: het behoud van het eiland en herstel van het oorspronkelijke dynamische karakter van het eiland. Het eerste doel lijkt voorlopig bereikt. Ondanks dat de westzijde afkalft, beschermt de zandsuppletie het eiland nog voor de komende twintig tot dertig jaar. De omvang van de suppletie zal wel blijven afnemen. Het langzaam verdwijnen van de suppletie zal gevolgen hebben voor de natuurwaarden. De zandsuppletie verhoogt op het ogenblik immers de natuurwaarden van het eiland. Grote sterns, drieteenstrandlopers, grijze zeehonden: al deze iconische soorten maken er gebruik van.

Geen schoorwal

Het tweede doel – mogelijk maken dat het eiland weer gaat ‘wandelen’ – lijkt nog niet binnen handbereik. De hersteloperatie vindt in 2016 plaats op basis van een bouwtekening van een stormvloed-schoorwal-eiland. Het gestorte materiaal – zand en schelpen – heeft zich deels verplaatst en gezorgd voor stabilisatie van de suppletie, maar het heeft niet geleid tot de vorming van een schoorwal. Griend beschikt op het ogenblik niet over een natuurlijke schoorwal, toch hét kenmerk van een stormvloed-schoorwal-eiland. Het ontstaan van schelpentongen aan de zuidzijde is een positieve ontwikkeling, maar van een beginnende schoorwal lijkt nog geen sprake. Niet alleen ontbreekt een cruciaal element, namelijk een schoorwal, ook functioneert het eiland niet als een stormvloed-schoorwal-eiland. Het eiland ‘wan-

delt’ tot dusver niet. Aan de westzijde vindt erosie plaats, maar het eiland groeit aan de oostzijde niet aan.

Dijken in de weg

Meerdere verklaringen dienen zich aan waarom dit eiland niet ‘wandelt’. Door menselijk ingrijpen bevat het eiland nog altijd onnatuurlijke elementen, met name de Huisdijk en restanten van de Noorddijk. Beide staan natuurlijke processen in de weg. De hoge Huisdijk van 4 m +NAP, die recentelijk door het verplaatste zand van de suppletie is verhoogd, heeft wellicht een versturende invloed op het morfologisch systeem. Van nature schuift een schoorwal aangedreven door stormen naar achteren over de kwelder. Op Griend lijkt dit door de Huisdijk niet mogelijk; die ligt muurvast. Pas als deze dijk gaat schuiven, wat orkaankracht vergt, kan het eiland in beweging komen. Of de zandsuppletie de natuurlijke dynamiek van het stormvloed-schoorwal-eiland bevordert, is maar de vraag. Het eilandtype is van nature morfologisch zandarm, terwijl bij Griend zand nu een hoofdrol speelt. Mogelijk verstoort de zandsuppletie juist de natuurlijke processen die horen bij een stormvloed-schoorwal-eiland.

Buitenproportionele kwelder

Om te ‘wandelen’ moeten afslag en aangroei in balans zijn. Dat de oostzijde van het eiland niet aangroeit, is enigszins verklaarbaar. Het grootste deel van de bestaande kwelder heeft zich niet ontwikkeld achter een schoorwal, maar in de luwte van de Noorddijk. Na de aanleg in de

jaren ‘80 zorgde de lange stuifdijk voor een verdubbeling van het kwelderareaal. Voor een stormvloed-schoorwal-eiland heeft Griend daardoor een relatief buitenproportionele kwelder (fig. 1). Dit kan verklaren waarom de kwelder aan de oostzijde niet aangroeit. Dat zal pas gebeuren wanneer het kwelderareaal weer in verhouding staat tot een schoorwal. Aangroei van een kwelder vergt daarnaast fijn slib dat bezinkt. Aan de oostzijde van Griend vindt weinig aanvoer van fijn slib plaats. Door het zand van de suppletie, dat zich om het eiland heen krult, ontstaat er zelfs een

Hetzelfde lot als Jordsand?

Het voormalige eiland Jordsand lag ooit tussen het Deense eiland Rømø en het vasteland. Rond 1807 was het 40 ha groot; eerder volgens bronnen zelfs 2.000 ha. In 1973 resteerde nog slechts 2,3 ha, waarvan 10% kwelder (Frederiksen, 2014). Ingerepen als de aanleg van rijdsdammen mochten niet baten. De afname duurde voort, totdat in 1999 het eiland van de kaart verdween. De overblijfselen maken nu deel uit van een zandbank. Dit lot kan ook dit eiland beschoren zijn. Jordsand ligt net als Griend in een getijdenbekken waar de hydrologische omstandigheden de afgelopen eeuw drastisch zijn veranderd. Bij Jordsand vanwege de aanleg van dammen tussen de eilanden Sylt en Rømø en het vasteland in 1927 en 1948, bij Griend door de afsluitdijk in 1932. De gelijkenis met Griend is opvallend: ook op Jordsand stond ooit een dorp en woonde een vogelwachter in een vogelwachtershuis. Ook Jordsand wandelde en stond bekend als vogeleiland. Het rituele verbranden van het vogelwachtershuis in 1999 symboliseerde de ondergang van het eiland.



(Foto: Svend Tougaard)



Figuur 1. Griend anno 2020. De kaart laat zien hoe groot het huidige kwelderareaal, dankzij de Noorddijk, is geworden. De rode lijnen geven ruwweg de omvang aan in 1972, toen Griend nog een stormvloed-schoorwaleiland was. Tot deze omvang zal Griend zeer waarschijnlijk verkleinen wanneer de aangelegde Noord- en Huisdijk verdwijnen. Of is zich toch een nieuwe schoorwal aan het vormen (gele lijn)?

zandbank. Deze nieuwe bank bestaat uit grove zandkorrels, niet uit fijn slib.

Geen zekerheid

Griend gaat, naar alle verwachting, in de huidige staat niet 'wandelen'. Om het label 'stormvloed-schoorwal-eiland' te verdienen, zou het eiland drastisch op de schop moeten. Het vergt een stevige ombouw, waarbij de Huis- en de Noorddijk afgegraven moeten worden. Terugkeer naar een natuurlijk stormvloed-schoorwal-eiland, zoals dat er in de jaren '60 lag, betekent wel een veel kleiner eiland, waarschijnlijk een halvering van de bestaande kwelder en het verdwijnen van de huidige zandsuppletie. Dat zal ten koste gaan van bestaande

natuurwaarden. Een kleiner eiland biedt immers minder ruimte voor broed- en trekvogels.

Zekerheid valt bij deze ingreep niet te geven. Stel dat Griend na de verbouwing voldoet aan alle uiterlijke elementen van een stormvloed-schoorwal-eiland, dan biedt dat nog geen garantie op 'wandelen'. De 'natuurlijke' situatie is immers kunstmatig gecreëerd. Ook andere factoren, zoals een gebrek aan vloedmerk, de dikke laag kwelderlei en de veranderde getijslag door de aanleg van de Afsluitdijk, kunnen van invloed zijn op het 'wandelen' van het eiland.

Griend behouden

'Wandelen' biedt ook geen garantie voor

Beheeradviezen

Behalve de bewaking van april tot juli voert Natuurmonumenten geen actief beheer op het eiland. Er is gekozen voor een beheerstrategie passend bij een 'nagenoeg natuurlijk landschap'. Dit betekent dat natuurlijke processen zoveel mogelijk hun gang mogen gaan. De bevindingen van het Griendonderzoek geven geen aanleiding om van deze beheerstrategie af te wijken. Zo is de functie als broedeiland voor grote sterns niet in gevaar. Het aantal grote sterns neemt toe, het kleptoparasitisme neemt af en de sterns ontdekken op het eiland nieuwe broedlocaties. De verruiging van het eiland lijkt de broedende sterns niet te storen. Omdat het plaggen tot dusver geen aantoonbaar positief effect oplevert voor de vogels, lijkt deze beheermaatregel in de nabije toekomst niet zinvol. Hetzelfde geldt voor andere beheermaatregelen, zoals maaien en het inzetten van grazers op het eiland. Wat wél beter kan in de toekomst is de monitoring. Denk aan het volgen van morfologische veranderingen en het herstel van zeegras.

een succesvolle toekomst. Sterker nog: het opschuiven kan ervoor zorgen dat het eiland definitief in de golven verdwijnt. Blijft immers de aangroei aan de oostzijde achter bij het eroderen van de westzijde, dan neemt de omvang af en kan het eiland op den duur kopje onder gaan. In de jaren '70 en '80 werd het eiland niet voor niets vastgesnoerd met dammen en dijken. Die vrees kan terecht blijken. Griend zou niet het eerste verdrongen Waddeneiland zijn. Het voormalige eiland Jordsand, dat ooit



Grote sterns. (Foto: Natuurmonumenten/Ruben Smit)

tussen het Deense eiland Rømø en het vasteland lag, laat zien dat wandelende eilanden daadwerkelijk kunnen verdwijnen (zie kader). Voor Lütje Hörn, een ander klein Duits Waddeneiland ten zuidoosten van Borkum, staat verdrinken op stapel. Van 2006 tot 2018 kromp het eiland van 6 tot 3,5 ha. De keuze om dat te laten gebeuren zal voor Griend niet snel gemaakt worden. Vanwege de aanwezigte

natuurwaarden, maar ook om nationale en internationale verplichtingen. In het Natura 2000-beheerplan Waddenzee staat expliciet dat het eiland beschermd moet worden tegen structureel optredende erosie.

Lange adem

Een antwoord op wat er de komende decennia met het eiland gaat gebeuren,

kunnen we niet geven. Daarvoor is het Griend-onderzoek te kort. Morfologische processen in de Waddenzee vergen vaak een lange adem van tientallen, soms zelfs honderden jaren. De kans wordt klein geacht, maar het zou kunnen dat Griend zich de komende decennia alsnog als een stormvloedschoorwal-eiland gaat gedragen. Het is speculatief, maar misschien is zich toch heel langzaam een schoorwal aan het vormen, zie de gele lijn in fig. 1. Verschuift de nieuwe 'kuif' aan de noordzijde zich meer naar de oosten, en verrijst aan de huidige westoever een wal, dan kan dat mogelijk het begin zijn van een nieuwe schoorwal, die – net als vroeger – met de bolle kant naar het noordwesten wijst. Of dit gaat gebeuren, is echter nog ongewis.

Natuurmonumenten en Rijkswaterstaat staan voor de keuze: ingrijpen, met alle risico's, kosten en verstoring van dien, of natuurlijke processen hun gang laten gaan. Kiezen voor natuurlijke ontwikkeling betekent dat het eiland voortdurend zal veranderen. De suppletie zal langzaam wegslaan, waarbij Griend in omvang krimpt. Al eroderend maakt het eiland een transitie naar een nieuwe fase, waarin dynamische processen leidend zijn. Urgentie om in te grijpen is er op het ogenblik niet. Een nieuwe hersteloperatie – lees: de Huis- en Noorddijk verwijderen en/of een nieuwe zandsuppletie uitvoeren – kan ook over dertig jaar plaatsvinden, wanneer Griend waarschijnlijk weer wordt bedreigd. Ook dan zullen beheerders zich zorgen maken over de toekomst van het eiland.

Terugblik op het Griendonderzoek

Griend is de afgelopen vier jaar uitvoerig onderzocht. Aan de ene kant om de impact van de herstelmaatregelen te bestuderen, aan de andere kant om de sturende processen op en rond het eiland te doorgronden. De integrale multidisciplinaire aanpak, veelal gekoppeld aan experimenten in het veld, heeft tot nieuwe inzichten geleid over hoe Griend zich gedraagt. Natuurmonumenten, beheerder van het eiland, kijkt nu met een andere blik naar Griend als stormvloedschoorwal-eiland. Het blikveld is verruimd: in ruimte – de beheerder



De vinger aan de pols houden

Ontwikkelingen in de Waddenzee zijn lastig te voorspellen. Dat lijkt de rode draad in de beheergeschiedenis van Natuurmonumenten op het eiland Griend. Al vanaf de jaren '20 heeft de vereniging herhaaldelijk pogingen gedaan om het eiland van de ondergang te redden. In één opzicht zijn al deze pogingen geslaagd: Griend is er nog. Wat echter ook opvalt is dat het resultaat van de herstellpogingen na afloop altijd anders blijkt te zijn dan vooraf verwacht. In dat opzicht is de hersteloperatie van 2016 geen uitzondering: het suppletiezand zorgt er niet voor dat het eiland naar het zuidoosten wandelt, het zeegras groeit niet aan de zuidwestkant, maar juist aan de noordoostkant van het eiland en de grote sterns zijn niet van de verruigde zeekeekvegetatie verhuisd naar de open plagstroken.

Op één punt wijkt dit project echter af van alle eerdere pogingen om het eiland te beschermen. In het verleden maakten we de balans pas op wanneer de Waddenzee het voortbestaan van Griend in gevaar bracht, en een ingreep volgens ons noodzakelijk was. Dit keer hebben we dankzij het onderzoeksproject direct een beeld van hoe de maatregelen in de praktijk uitpakken. Op deze manier leren we zowel dit eiland als de omringende Waddenzee beter begrijpen, zodat we hierop ons toekomstige beheer en eventuele volgende herstelprojecten van het eiland af kunnen stemmen.

'Onherroepelijk komt er weer een moment dat we keuzes moeten maken over de toekomst van Griend'

De Waddenzee is een dynamisch natuurgebied waarin natuurlijke processen het landschap vormen. Hierin wil Natuurmonumenten zo weinig mogelijk ingrijpen. De reden voor de vereniging om toch te voorkomen dat het eiland in zee verdwijnt zijn de grote natuurwaarden die zonder Griend niet door een andere plek in de Waddenzee kunnen worden overgenomen. Broedplaatsen en hoogwatervluchtplaatsen zonder grondpredatoren en menselijke verstoring zijn immers uiterst zeldzaam in het Waddengebied.

Bij het beheer van het eiland zal Natuurmonumenten ook in de toekomst balanceren tussen het toelaten van een zo groot mogelijke natuurlijke dynamiek en het beschermen van de huidige natuurwaarden. Dit houdt in dat we op Griend niet snel zullen kiezen voor het uitvoeren van kleine beheeringrepen, zoals maaien en beweiden om de verruiging terug te dringen. We vinden dit niet passen op een natuurlijk eiland. Maar het betekent ook dat we er voorlopig niet voor kiezen om de in het verleden aangelegde Huis- en Noorddijk volledig af te graven, omdat zich hierop kolonies kokmeeuwen en grote sterns bevinden. Bovendien vinden we de onzekerheid of Griend vervolgens wel weer gaat functioneren als een stormvloedschoorwal-eiland te groot.

Wat we wel willen met Griend is een vinger aan de pols houden. Het einde van het onderzoeksproject mag niet het einde betekenen van het volgen van de gepleegde ingreep. Onherroepelijk zal er ooit weer een moment komen dat we een keuze moeten maken over de toekomst van het eiland. Laten we dat dan doen met in onze achterzak alles wat we van het verleden hebben geleerd.

Erik Jansen, boswachter Ecologie Natuurmonumenten



Geringde drieteenstrandloper bij Griend.
(Foto: Benjamin Gnep)

kijkt nu verder dan het eiland alleen – en in tijd omdat morfologische processen een lange adem vergen. De aanpak heeft ook tot intensieve samenwerking geleid tussen beheerders, wetenschappers en vrijwilligers. De aanpak verdient navolging. Het Griendonderzoek bewijst hoe belangrijk het is om ingrepen in de Waddenzee te koppelen aan wetenschappelijk onderzoek.

Literatuur

Bastmeijer, K., 2020. Het Waddengebied en stikstofdepositie. (Position paper; Vol. 2020, No. 04). Waddenacademie.

Brenninkmeijer, A. & E. van der Zee, 2015. Het belang van Griend voor de Waddenzee. A&W-rapport 2088, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek.

Christianen, M.J.A., S.J. Holthuijsen, E.M. van der Zee, A. van der Eijk, L.L. Govers, T. van der Heide, H. de Paoli & H. Olf, 2015. Ecotopen en kansrijkdomkaart van de Nederlandse Waddenzee. Project Waddensleutels.

Donadi, S., T. van der Heide, E. Van der Zee, J.S. Eklöf, J. van de Koppel, J. Ellen & B.K. Eriksson, 2013. Cross-habitat interactions among bivalves species control community structure on intertidal flats. *Ecology*, in press(2), 489–498.

Frederiksen, J., 2014. Jordsand – A Danish Wadden Sea island that has disappeared. In: *Dynamic Islands in the Wadden Sea*, Common Wadden Sea Secretariat (CWSS), Wilhelmshaven, Germany, Trilateral Salt Marsh and Dunes Expert Group.

Folmer, E., 2015. Ontwikkelingen en vestigingsmogelijkheden voor litoraal zee gras in de trilaterale Waddenzee.

Folmer, E., 2019. Update habitatkaart litoraal zee gras voor de Nederlandse Waddenzee, Ecospace.

Govers, L.L., T. van der Heide, H. Olf, Q. Smeele & A. van der Eijk, 2017. Laat Griend weer wandelen, *De Levende Natuur* 118(5): 181-187.

Govers, L.L., T. van der Heide, Q. Smeele, J.H.T. Heusinkveld & A van der Eijk, 2018. Stap voor stap ontrafelen van herstel groot zee gras, *De Levende Natuur* 119(3): 104-109

Jong, D.J. de, M.M. van Katwijk & A.G. Brinkman, 2005. Kanskaart zee gras Waddenzee, Potentiële groeimogelijkheden voor zee gras in de Waddenzee. Rijkswaterstaat Rapport RIKZ/2005.013.

Katwijk, M.M. van & N. Dankers, 2001. (Poster) Ecological coastal protection; mussel beds, seagrass beds and saltmarshes. Symposium “Food for thought: structuring factors of shallow marine coastal communities”.

Koppel, J. van de, T. van der Heide, A.H. Altieri, B.K. Eriksson, T.J. Bouma, H. Olf & B.R. Silliman, 2015. Long-Distance Interactions Regulate the Structure and Resilience of Coastal Ecosystems. *Annual Review of Marine Science*, 7(1), 139–158.

Loonstra, A.H.J., T. Piersma & J. Reneerkens, 2016. Staging duration and passage population size of sanderlings in the western Dutch Wadden Sea. *Ardea*, 104(1), 49-61.

Pilkey, O.H., J.A.G. Andrew, G. Cooper & D.A. Lewis, 2009. Global distribution and geomorphology of fetch-limited barrier islands. *Journal of Coastal Research*, 25(4), 819–837.

Roomen, M. van, S. Nagy, R. Foppen, T. Dodman, G. Citegetse & A. Ndiaye, 2015. Status of coastal waterbird populations in the East Atlantic Flyway.

Schrama, M.J.J., 2012. The assembly of a salt-marsh ecosystem: The interplay of green and brown webs, proefschrift, Groningen.

Stienen, E.W.M & A. Brenninkmeijer, 2002. Foraging Decisions of Sandwich Terns in the Presence of Kleptoparasitising Gulls, *The Auk*, Volume 119, 473–486.

Dankwoord

Bij de veldexperimenten was een groot aantal vrijwilligers, beheerders en onderzoekers betrokken. De volgende betrokkenen maakten het project mogelijk: Willem Miedema, Ernst Lofvers, Albert Oost, Evert-Jan Lammers, Date Lutterop, Giny Kasimir, Marieke van Katwijk, Nel Govers, Fee Smulders, Koen Siteur, Ingeborg Jansen, Peter Cruijnsen, Matty Berg, Evie Schreurs, Anneke Strikwerda, Reinder Nouta, James Skinkis, Annieke Borst, Wiske Overmaat, Clazina Kwakernaak, Rebecca Christiaanse, Anne Baauw, Yi Mei Tan, Yasmine Gatt, Chris Tiesinga, Eline van Aalderink, Carla van Barneveld-Pérez, Wouter Kraan, Isabella Hofstede, Eline Koelman, Lucy Olivier, Nick Hofland, Rens Strohlenberg, Linda Meijer, Gabriela Maldonado, Owen Clements, Kasper Meijer, Marloes van der Akker, Paul van der Ven, Sebastian Krosse, Joost Bergsma, Elisa Bravo Rebolledo, Abel Gyimesi, Maarten Japink, Roy Peters en Germa Verheggen. Daarnaast hielpen tientallen vrijwilligers met de mosselkratten en de zee grasproeven.

Aan het Griend-onderzoek en aan de productie van deze special werkte een grote groep onderzoekers en beheerders mee.

Han Olf
Laura L. Govers
Tjisse van der Heide
Janne Nauta
Beatriz Marin Diaz
Max L.E. Gräfnings
Nadia Hijner
Conservation Ecology Group
Groningen Institute for evolutionary life sciences (GELIFES)
University of Groningen
l.l.govers@rug.nl

Tjisse van der Heide
Laura L. Govers
Valérie C. Reijers
Ralph J.M. Temmink
Leon P.M. Lamers
Marjolijn J.A. Christianen
Aquatic Ecology & Environmental Biology group
Institute for Water and Wetland Research
l.l.govers@rug.nl/valerie.reijers@nioz.nl

Tjisse van der Heide
Laura L. Govers
Valérie C. Reijers
Emma Penning
NIOZ Texel
l.l.govers@rug.nl/valerie.reijers@nioz.nl

Gregory S. Fivash
Tjeerd J. Bouma
Beatriz Marin Diaz
NIOZ Yerseke
tjeerd.bouma@nioz.nl

Quirin J. Smeele
Erik Jansen
Natuurmonumenten
q.smeele@natuurmonumenten.nl

Jannes H.T. Heusinkveld
Maarten Swarts
Dieuwke Hoeijmakers
Henk Wiersema
the Fieldwork Company
jannes@fieldworkcompany.nl

Wouter Lengkeek
Karin Dideren
Ruben C. Fijn
Bureau Waardenburg
k.dideren@buwa.nl

Addo van der Eijk
Van der Eijk Tekstproducties
addo@vdeijk.nl