

Strand, meer dan zand

prof.dr. G.M. Janssen

Rede uitgesproken bij de aanvaarding van het ambt van bijzonder hoogleraar Ecologie van de zandige kust en het waddengebied- vanwege de Stichting Het Vrije Universiteitsfonds- bij de faculteit der Aard- en Levenswetenschappen van de Vrije Universiteit Amsterdam op 4 december 2008.

vrije Universiteit amsterdam



Strand, meer dan zand.



prof. dr. Gerard. M. Janssen

Hetgeen in deze rede wordt beweerd, komt geheel voor de rekening van de auteur en is niet noodzakelijkerwijs de mening van Rijkswaterstaat.

Mijnheer de rector magnificus, dames en heren,

Ik wil u in deze rede meenemen op een tocht langs de kust. Daarbij ga ik u iets vertellen over het kustecosysteem en over kustgebonden menselijke activiteiten. Vervolgens wil ik aandacht besteden aan resultaten van onderzoek naar de effecten van menselijke activiteiten op het kustecosysteem en hoe we die kennis kunnen toepassen in het kustbeheer. Hoewel zand de belangrijkste basis is van ons kustsysteem, is er meer dan zand. Graafgangen en holen doen vermoeden dat tussen de zandkorrels organismen leven. Strand is meer dan zand.



foto's schuilplaatsen van de strandvlo: G.M. Janssen

Menselijke activiteiten

De kust heeft een sterke aantrekkingskracht op velen van ons. We hebben iets met de kust en gaan graag naar het strand. Sommigen zoeken de winterstille tijdens een wandeling langs het verlaten strand van Vlieland. Anderen zoeken juist de zomerhitte op Texel of gaan samen met 10.000 anderen uit hun dak op een Bloemendaalse beachparty. De aantrekkingskracht van het strand, de kust, zit ons in het bloed en lijkt wel genetisch bepaald.

Over de eerste moderne mensen, de voorvaderen van alle huidige mensen op aarde, is inmiddels aannemelijk gemaakt, dat deze vanuit het Afrikaanse continent de wereld hebben veroverd door generatie na generatie de kusten langs te trekken ¹. Een eerste migratiegolf langs de kust was er vermoedelijk al 125.000 jaar geleden. Zij aten ter plekke zeevoedsel. Tussen hun stenen werktuigen werden resten gevonden van schelpdieren. De oudste menselijke cultuur was een strandcultuur. Maar men ontdekte ook dat deze vroege mens een vernietigende stempel drukte op de lokale natuur. De geribde doopvontschelp *Tridacna costada* werd dermate overbevestigd dat deze vrijwel is uitgestorven ². Overexploitatie, 125.000 jaar geleden werd de trend gezet zou je kunnen zeggen.

We zijn eigenlijk nog altijd een strand en kustcultuur. Momenteel woont meer dan 50 % van de wereldbevolking in een strook van minder dan 60 km van de kust³. In het jaar 2050 zal dat meer dan 75 % van de wereldbevolking kunnen zijn. Nu al liggen 20 van de 30 megasteden wereldwijd aan de kust. De ontwikkeling in Nederland is al niet anders.



foto kustvisserij: G.M. Janssen



foto strandsuppletie: RWS-KLZ

De kust is aantrekkelijk vanwege haar vruchtbare delta's en rijke visgronden. De zee is een bron van allerlei producten die we kunnen oogsten, opzuigen of vangen. Denkt u hierbij aan vissen, garnalen, schelpdieren, zand en gas en ook fossiele schelpen, die hun weg vinden naar fietspaden en vochtige kelders.

De zee en wat zij ons aan producten biedt, wordt echter in feite nog altijd op een traditionele manier geëxploiteerd, die niet veel verschilt van de vroege mens van 125.000 jaar geleden. Het gevaar loert, of sterker nog, het bestaat, dat we doorschieten naar overexploitatie van het kuststelsel.

Naast de oogstbare producten is de kust aantrekkelijk vanwege de ligging tussen land en zee met de havens als plaatsen voor handel en doorvoer. Tal van chemische stoffen kunnen worden geloosd door de industrie en koelwater gebruikt door elektriciteitscentrales.

De kust is belangrijk voor de recreatie. We zitten op het strand, laten er de hond uit en loungen, liefst op aangeharkt zand tussen de in plastic kuipen geplaatste palmbomen. We doen mee aan de jaarlijkse strandrace in Scheveningen met 500 motorrijders. We rijden met four-wheel drive auto's heen en weer, gewoon om te juttten of om de strandpaviljoens te bevoorraden. Strandpaviljoens die steeds meer een jaarrond exploitatie kennen, waardoor ze een permanent karakter krijgen.



Wij wensen U voor 2007 een schoner strand bij Julianadorp
foto: website Julianadorp



foto strandpaviljoen Zandvoort: G.M. Janssen

We houden niet van rommel, dus het strand moet netjes zijn. In het zomerseizoen worden grote delen van de stranden van de Hollandse kust dagelijks mechanisch gereinigd^{4,5}. Onder het kopje *Gemeente Zijpe pakt het schoonmaken van het strand zichtbaar beter aan* zien we een ansichtkaart als nieuwjaarswens met daarop een foto van een alles verwoestende schoonmaakmachine achter een tractor over het strand rijden. Gelukkig nieuwjaar!

Opdat kinderen en ouders elkaar terug kunnen vinden worden er Nijntjepalen geplaatst. Dat gebeurt dan met graafmachines op rupsbanden. Zeker het Noord- en Zuid-Hollandse strand heeft steeds meer weg van een permanent bouwterrein.

In Nederland is de kust van groot belang om de veiligheid van het achterland tegen het overstromen door de zee te waarborgen. Om de kustlijn zoals deze er in 1990 bij lag te handhaven verplaatsen we jaarlijks 12 miljoen m³ zand. Deze zogenaamde zandsuppleties vinden plaats op het strand en op de onderwateroever. Men is er van overtuigd, dat er zo veel zand in de Noordzee aanwezig is, dat deze methode van kustverdediging voorlopig kan worden gehandhaafd. Klimaatverandering was voor de 2^e Deltacommissie onlangs nog aanleiding om te adviseren over te gaan tot een verveelvoudiging van de suppleties. Het strand zou zelfs met een kilometer zeewaarts verbreed kunnen worden⁶.

Met pakkende metaforen zoals *de zandrivier* en *de zandmotor*, die *de zandhonger* gaan bestrijden, weet men deze aanpak gedragen bij de Nederlandse politiek en de bevolking.

Bij het huidige beleid van kustlijnhandhaving zijn grootschalige zandsuppleties noodzakelijk, maar maken het systeem minder natuurlijk.



foto strandsuppletie: RWS-KLZ

Toch, of misschien juist daarom, zijn grote delen van de droge en natte kust aangewezen als gebieden met een ecologische waarde en een zekere wettelijke bescherming gebaseerd op Europese natuurbeschermingswetgeving in Natura 2000, ecologische hoofdstructuur, Kaderrichtlijn Marien etc. Mijn eigen werkgever Rijkswaterstaat is de grootste natuurbeheerder van Nederland, al wordt dat zowel in- als extern nog niet altijd zo gevoeld. Feit is dat Rijkswaterstaat 70% van de Natura 2000 gebieden in Nederland beheert, namelijk nagenoeg alle grote wateren en een deel van het rivierengebied. Nu is natuurbeheer in Nederland meestal een echte activiteit, actief beheer. Er moet dus gemaaid, beweid, aangelegd en weer hersteld worden om de natuurdoelen te halen.

Jan Bakker noemde in 1997 Natuurbeheer in Kustsystemen een contradictio in terminis en zegt, dat onze kustsystemen eerder onder de definitie van *half-natuurlijke* landschappen vallen dan onder *natuurlijke* landschappen zoals dat door Victor Westhoff werd aangeduid ⁷. Wellicht is het goed ons te realiseren dat we in rap tempo van ons kuststelsel een *cultuurlandschap* maken.

Ook cultuurlandschappen kennen natuurwaarden. Om die te beschermen of te ontwikkelen is kennis over het kustecosysteem van groot belang.

Misschien wel het meest moeilijk te voorspellen is het menselijke gedrag. Welke sociaal-economische ontwikkelingen staan ons te wachten? Welke invloed zullen die hebben op de natuurwaarden van onze kust? Wie het weet mag het zeggen? Vaststaat dat niet de klimaatverandering op zich een

bedreiging vormt voor de natuurwaarden van de kust. Het is juist het menselijk handelen als reactie op de voorspellingen van de klimaatverandering, dat er voor zorgen zal, dat de kust een echt cultuurlandschap wordt, waarin natuurwaarden een plaatsje moeten zien te veroveren.

Neder-land raakt voller en voller, Neder-zee lijkt nog veel ruimte te hebben. Maar schijn bedriegt. Het verdelen van de zee-ruimte tussen zandwinners, windmolenparken, beschermde natuurgebieden, scheepvaartroutes, militaire oefengebieden, gaswinning en visserij is in volle gang ⁸.

Eén ding is zeker: de kust wordt nadrukkelijk steeds meer, steeds intensiever gebruikt. Tegelijkertijd stijgt de zeespiegel, neemt de stormfrequentie toe. De kust komt zo van twee kanten in de knel, *Coastal Squeeze*, Kust in de Knel.



foto Scheveningen 2005: RWS

Kustecologie

De Nederlandse kust, met een lengte van 432 km, bestaat voor 82% uit een zandig ecosysteem. Voor het overige zijn er harde constructies zoals de Hondsbossche Zeewering.

Dat zand bestaat uit kwarts en carbonaatzand. Het kwartzand is ofwel afkomstig uit de bergen, waar het na erosie, via rivieren ⁹ werd afgevoerd naar de kust, ofwel afkomstig van de huidige Noordzeebodem, vanwaar het tijdens de laatste ijstijd met de wind naar de kust werd aangevoerd ¹⁰.

Het carbonaatzand is van biogene afkomst, en bestaat uit schelpresten en dierlijk skeletten. Zanddeeltjes zijn mede hierdoor niet allemaal hetzelfde

van vorm en grootte. Bovendien zijn er regionale verschillen. Het zand op de stranden van de Waddeneilanden is veel fijner dan op de stranden aan de rest van de Nederlandse kust.

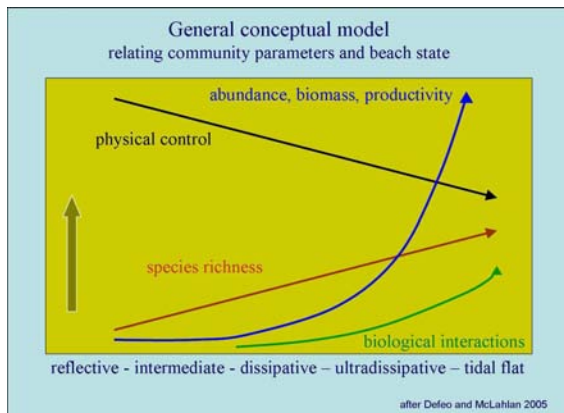
Golven, zeestromingen en de werking van het getij zorgen voor een opstuwing van het zand onder water tot banken waarop de golven breken. In de brandingszone liggen 2 of 3 van deze onderwater duinen met troggen daartussen op enkele honderden meters voor het strand¹¹.

Boven water doet de wind het zand verstuiven tot duinen.

Versillen in samenstelling van het zand, de korrelgrootteverdeling, de werking van het getij en de mate waarin golven op de kust beuken, leiden tot verschillen in kustvormen. Wanneer een golf op een strand slaat waar grof zand ligt kan het daar makkelijk in wegzakken. Het water zakt weg en het zand blijft liggen. Op een strand met fijn zand echter, waar het water niet gemakkelijk diep wegzakt, zal de golf eerder neerslaan en vervolgens terugspoelen naar zee en een deel van het zand mee terugvoeren naar de brandingszone. Hierdoor ontstaat een uitvlakking van zo'n strand. De fijnkorrelige stranden van de Waddeneilanden zijn vlak en heel breed, terwijl de grofkorrelige stranden aan de Hollandse kust steil en smal zijn.

Deze geo-hydro-morfologische processen zijn zeer bepalend voor het voorkomen van levende organismen aan de kust.

Onlangs is een algemeen conceptueel model gepresenteerd^{12,13}, waarin de relatie tussen de morfologische toestand van een strand en enkele ecosysteemparameters wordt weergegeven. De morfologische toestand kan variëren van steile grofkorrelige reflectieve tot fijnkorrelige vlakke dissipatieve stranden en getijdenplaten. Als ecosysteemparameters worden biomassa, abundantie (het aantal individuen) en soortdiversiteit gebruikt



In het kort komt het er op neer, dat vlakke fijnkorrelige stranden een hogere biomassa en biodiversiteit vertonen, dan steile grofkorrelige stranden, waar bovendien biologische interacties minder een rol spelen. Dit model kunnen we voor de Nederlandse situatie goed gebruiken en biedt een handvat voor het schatten van de effecten van menselijke activiteiten, zoals de gevolgen van het veranderen van de sedimentsamenstelling of de hellingshoek door kustsuppleties.

Voor *mariene organismen* worden in de natuurbeschermingswetgeving twee belangrijke leefgebieden, de kusthabitats onderscheiden.



foto epibenthos brandingszone: P. Tydeman

De permanent overstromde zandbanken in de ondiepe delen van de zee met algen, schelpdieren, kokerwormen, zee-egels en andere bodemdieren, en garnalen, krabben en vissen.

Het getijdengebied, de wadplaten en het natte strand tussen hoog- en laagwater. Dit habitat kent nogal wat verschillende uitingsvormen. Door de beschutte ligging van de Waddenzee achter de Waddeneilanden zijn de wadplaten veel omvangrijker aanwezig en ook veel rijker aan biomassa dan de aan de Noordzeezijde gelegen geëxponeerde natte stranden. Toch is het juist dit deel van het habitat waar ik vandaag veel aandacht aan zal schenken.

Want strand is meer dan zand.

Het mariene kustecosysteem is een open systeem. Het zeewater en de organismen die erin leven, zorgen voor de migratie van organismen. Larven worden aangevoerd, jongen groeien op en verlaten het kustgebied weer als volwassen exemplaren. Platvissoorten en garnalen migreren tussen de Noordzee en de Waddenzee via de kust in de verschillende seizoenen en in verschillende stadia van hun leven. De kustzee is van belang voor trekvisserij, zoals de rivierprik, die in de herfst van uit zee het zoete water binnen trekt om te paaien op grindbeddingen in de rivieren¹⁴. Het kustecosysteem is een essentieel onderdeel van dat grotere geheel.

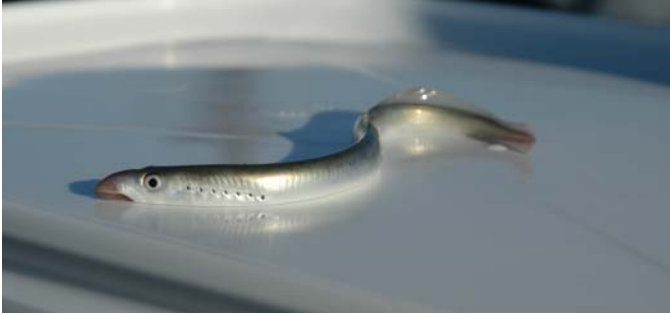


foto rivierprik in suppletiegebied voor kust Texel: G.M. Janssen

Op de overgang van zee naar land vinden we vervolgens de habitats voor landgebonden, *terrestrische organismen*.



foto zeekraal met algenmatten: G.M. Janssen

Op beschutgelegen plaatsen aan de kust, vooral langs de randen van de Waddenzee, maar ook op de westkoppen van de eilanden, treffen we het habitat *éénjarige pioniervegetaties van slik- en zandplaten* met zeekraal en andere zoutminnende soorten aan. Daartussen is een rijkdom aan bacteriën en algen te vinden, die aaneengegroeid tot matten, zandkorrels aan elkaar kitten en zorgen voor een zekere stabiliteit van het systeem¹⁵.

Naarmate we verder landwaarts gaan op onze tocht langs de kust zien we het habitatype *kwelders en andere zilte graslanden* met planten als lamsoor en hertshoornweegbree.

Aan de meer geëxponeerde delen van de kust, op de droge stranden treffen we het habitatype *embryonale duinen* met biestarwegras en grote stukken onbegroeid, kaal zand tussen de begroeide delen. Het is dit habitatype dat men voor ogen heeft wanneer men zegt dat het veel aanvoeren van zand voor de kust goed is voor de natuur.

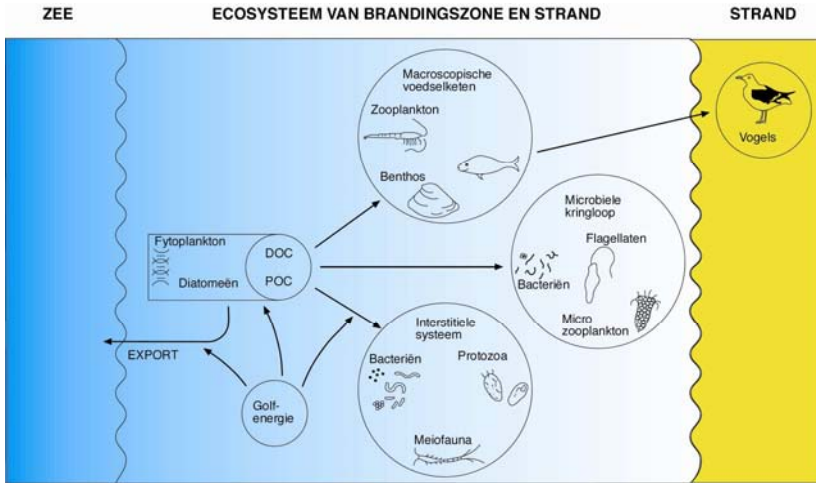
Tenslotte, **Witte duinen** met de kenmerkende vrij stuivende helmduinen. Waar het de ruimte krijgt, waar verstuiwing wordt geaccepteerd, is dit habitat in al z'n prachtige dynamiek te bewonderen zoals op de zuidwest punt van Texel.



foto Texel: G.M. Janssen

De verschillende delen van de kustzone, de duinen, het droge en natte strand, de brandingszone en het diepere water ¹⁶ zijn aan elkaar verbonden door de uitwisseling allereerst van zand, maar ook van grondwater, zoutspray en organisch materiaal. Kustvogels maken zowel gebruik van het land als van de zee. Deze nauwe relatie tussen duinen, strand en vooroever maakt dat wanneer het gaat om beheer van de zandige kust niet slechts naar onderdelen, maar naar het geheel moet worden gekeken.

Het ecosysteem van strand en brandingszone wordt gekenmerkt door: de primaire producenten (fytoplankton en diatomeeën), de microbiële kringloop (bacteriën, flagellaten en micro-zoöplankton), het interstitiële systeem (protozoa, meiofauna en bacteriën) en de macroscopische voedselketen (zoöplankton, macrobenthos en vissen). Het beschrijven van het totale strand en brandingszone ecosysteem zou een omvangrijk onderzoek vergen. Zeker noodzakelijk om op termijn te doen.



naar: McLachlan & Brown 2006

Langs het strand lopend tref je veel schelpen aan, soms een eikapsel van de wulk of rog, naast natuurlijk gymshoenen en attachékoffers. Wat je op het strand ook aan organismen ziet, hoort er eigenlijk niet. Het is aangespoeld vanuit zee. Na een storm tref je soms duizenden Amerikaanse zwaardschedes aan die, door de golfwerking losgewoeld uit de bodem, op het strand werden gesmeten.



foto Amerikaanse zwaardschedes: G.M. Janssen

Voor het strand geldt dus: Wat je ziet hoort er niet. Maar, strand is meer dan zand.

Wat hoort er wel? Allereerst iets over de allerkleinste organismen op het strand, die in de ruimte tussen de zandkorrels leven en we meiofauna noemen. Dit zijn dieren die door een zeef met een maaswijdte van 1 mm heen zakken.

Als voorbeeld noem ik u het beerdier uit de familie der Tardigrada. De vertaling is eigenlijk trage of slome looper, ondanks z'n acht pootjes. Merkwaardige beestjes met uitzonderlijke capaciteiten. Je kunt ze koken, uitdrogen, invriezen of in pure alcohol gooien. Ook kun je ze blootstellen aan kosmische straling en het extreme ruimtevacuüm¹⁷. Ze overleven dat allemaal.

De aantallen individuen van meiofauna kunnen enorm oplopen. Stelt u zich voor: U ligt met uw badlaken op het strand. Dan bevinden zich daar onder naar schatting ongeveer 8 miljoen kleinere dieren, waaronder het Beerdier. Goed dat het trage lopers zijn en dat het badlaken er nog tussen ligt.

Iris Menn van het Alfred Wegener Instituut die onderzoek deed op de Duitse Waddeneilanden noemde de meiofauna "de verborgen schoonheid" van het strand. Dus, wat er op het strand thuis hoort, zie je niet en wat je wel ziet, hoort er niet.



foto gemshoornworm: H. Hillewaart



foto zandspiering: Balikavi

De meeste aandacht gaat uit naar dieren die groter zijn dan 1 mm en dus achterblijven op die zeef en die we het macrobenthos noemen. Deze bodemdieren worden beschouwd als cruciale schakel in de voedselketen van algen – bodemdieren – vissen / vogels en zoogdieren. We vinden zo'n 50 verschillende soorten bodemdieren op het natte strand in Nederland. De belangrijkste vertegenwoordiger is de gemshoornworm *Scolelepis squamata*. Deze worm die algen eet uit het bovenstaande water, wordt zelf weer gegeten door roofwormen, maar ook door de drieteenstrandloper *Calidris alba* en door de zandspiering *Ammodytes tobianus*. Andere typische bodemdieren van het strand zijn de zandvlokreeft *Haustorius arenarius* en het kniksprietkreeftje *Bathyporeia pilosa*.

Aanspoesel, waaronder resten van organismen, zeewier etc. verzamelt zich op de hoogwaterlijn. Dit vloedmerk is van belang voor verschillende organismen, waaronder de strandvlo *Talitrus saltator*. Die leeft van de aangespoelde algen.

Het vloedmerk is tevens van groot belang voor de vorming van de eerste duintjes op het strand. Stuivend zand verzamelt zich en biedt een voedingsbodem voor biestarwegras en zeeraket.

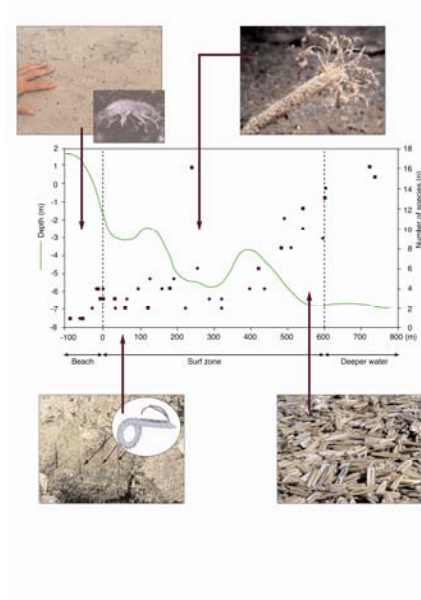
Het droge strand wordt gebruikt door strandbroedvogels, zoals de bontbek en strandplevier.



foto strandvlo: Arnold Paul

Kennis over de ecologie van de brandingszone is nog beperkter dan de kennis over het strand. Niet zo verwonderlijk als je bedenkt dat je er noch lopend, noch met een schip kunt komen om te bemonsteren. De golven en de ondiepten maken dat eigenlijk onmogelijk. Er is dan ook wereldwijd veel aandacht geweest, toen we enkele jaren geleden in Nederland aan de slag gingen met het bemonsteren van de brandingszone met de *WESP*¹⁸. Een grote driewieler rijdt vanaf het strand de brandingszone in. Met een hoogte van 11 meter, staand op wielen van 2 meter diameter ondervind je geen last van de golven die gewoonweg onder je door rollen. Met behulp van een kraan konden we tot een waterdiepte van 7 meter bemonsteren met de voor schepen gebruikelijke bemonsteringsapparatuur, zoals de van Veen-happer

en een 2-meter boomkor, zodat we zowel bodemdieren als de nabij de bodem levende dieren zoals garnalen en platvissen konden bemonsteren. Het bleek dat de soortdiversiteit en de abundantie toenemen vanaf het strand in de richting van het diepere water.



aantal soorten macrobenthos in relatie tot diepte en afstand tot de laagwaterlijn: Janssen & Mulder 2005

van de schelpkokerwormen. We hebben ook aanwijzingen dat de troggen belangrijk zijn voor de aanwezigheid van jonge platvis, waaronder tong. De onderzoeksresultaten zijn echter nog niet éénduidig^{18,19}.

De sterkste toename zagen we vanaf de buitenste brekerbank zeewaarts. In de troggen tussen de brekerbanken troffen we hotspots aan met hoge diversiteit, veel soorten op een klein oppervlak. Het lijkt erop dat deze hotspots zijn geassocieerd met het voorkomen van schelpkokerwormvelden. Vergelijkbaar met zeegrasvelden en mosselbanken lijken nu ook de schelpkokerwormvelden te kunnen fungeren als leefomgeving voor andere soorten. Een voorbeeld is de zeenaaktslak *Facelina bostoniensis*, de *Brede Ringsprietslak*, die al crowdsurfend, haar weg zoekt over de toppen van de tentakels



foto's schelpkokerwormen en brede ringsprietslak: ecosub

Door onderzoek te doen naar het voorkomen van bodemdieren op het strand en in de brandingszone zijn we tot de ontdekking gekomen dat er sprake is van zonering²⁰. Ze komen dus niet zomaar willekeurig voor. We onderscheiden 1: een supralittorale, boven de hoogwaterlijn gelegen, zone met insecten en crustaceën die hun zuurstof uit de lucht halen; 2: een zone van het natte getijdstrand; 3: een zone van het sublittoraal, onder de laagwaterlijn gelegen; en 4: een zone die bestaat uit de troggen tussen de brekerbanken in de brandingszone.

Het strand en de brandingszone hebben zeer weinig aandacht gekregen van biologen met als gevolg dat we er niet veel van weten. Het niet is opgenomen in monitoringprogramma's, waardoor we onwetend blijven en waardoor het ook marginaal is opgenomen in natuurbeschermingsdoelen. Met als gevolg dat de kans op bescherming klein is.

Aansprekende soorten en habitats, zeker wanneer er groepen van enthousiaste mensen zijn die zich er voor interesseren, zoals voor vogels, zeehonden en duinen, komen eerder als natuurdoel²¹ naar voren dan de verborgen schoonheid van het strand. Slechts 2% van de soorten van de Nederlandse fauna zijn vogelsoorten. Toch krijgen vogels ruim 80% van de aandacht in het natuurbeschermingsbeleid²².

Ik voel wat dit betreft veel voor het gedachtegoed van Franciscus van Assisi, de beschermheilige van de ecologie en de ecologen.



foto beeld van Franciscus te Assisi: G.M. Janssen

Hierin wordt de basis gevonden voor het moderne ecologisch denken. Hij stelde een voorbeeld voor het complete, absolute respect voor de integriteit van alles wat leeft op aarde. In zijn *Cantico della Creature* beschrijft Franciscus de wereld als één geheel, waarbij de individuele componenten met evenveel waardigheid aan de harmonie van de natuur bijdragen. Alle schepselen duidt hij aan met *broeder* of *zuster* en plaatst ze daarmee op hetzelfde niveau als de mens, waarmee een gevoel van broederschap ontstaat tussen mens en kosmos²³.

Naar mijn mening zou dit principe van gelijkwaardigheid van alle individuele componenten én de meerwaarde van de componenten als geheel, zowel in het ecologisch onderzoek, als in het natuur- en kustbeleid veel meer tot uiting moeten komen. Een pleidooi voor een holistische benadering.

Effecten van menselijke activiteiten op het kustecosysteem

De laatste 10.000 jaar zijn we in Nederland gewend aan een geleidelijk stijgen van de zeespiegel. De kustnatuur heeft zich vanzelfsprekend aangepast door mee te groeien met die stijging. Meegroeien²⁴ betekent in dit verband een beweging van de kwelders en kustduinen landwaarts. Een zich landwaarts verplaatsende kust die bovendien op hoogte blijft door de aanvoer van vers verstuivend zand vanuit de ondiepe kustzee en het strand. Deze natuurlijke reactie van de kust was al voor onze voorvaderen, eeuwen geleden, onwenselijk. We zijn er “succesvol” tegen ingegaan. Het politieke besluit²⁵ om deze natuurlijke reactie van het kustsysteem niet te accepteren, de kustlijn te willen behouden op de plaats waar deze ook al in 1990 lag, heeft tot gevolg dat we de erosie aan de zeezijde moeten aanvullen met zand.

We hebben ingegrepen in de morfologische en sedimentologische condities van de kust. Maar niet zonder consequenties.

De effecten van deze zandsuppleties hebben zowel een positieve als een negatieve uitwerking op de natuurdoelen.

Door het aanvullen met zand krijgen embryonale duinen en witte duinen meer kansen langs de kust.

Er komt weer enige ruimte voor met name droge kusthabitats.



foto embryonale duinvorming: G.M. Janssen

De omvang van de negatieve effecten wordt bepaald door activiteiten tijdens de aanlegfase, kwaliteit en kwantiteit van het suppletiezand, timing, plaats en grootte van het werk, en de toegepaste techniek^{26,27}. Kustbroedvogels kunnen hun nesten verlaten²⁸ door het lawaai en de activiteiten van bulldozers, het lawaai dat de pijpen met zich meebrengen, de auto's die heen en weer rijden etc. Primaire duintjes kunnen daarbij worden vernietigd.



foto's strandsuppleties Zeeland: RWS

Over de gevolgen van het bedekken van de zeebodem of het strand met suppletiezand kan ik kort zijn: Alles wordt bedekt en gaat dood.

Het draait dus in feite alleen maar om het herstelvermogen, de rekolonisatie van de aangedane gebieden.

McLahlan²⁹ bestudeerde een strand waar de korrelgrootte kunstmatig was opgevoerd. De morfologische toestand van het strand veranderde. Het werd steiler. Een afname in biodiversiteit en talrijkheid van bodemdieren was het gevolg. Verminderde beschikbaarheid van bodemdieren als prooien resulteerde in een reductie van de waarde van het strandhabitat voor zowel vissen als vogels³⁰. Het verdwijnen van de gemshoornworm na een suppletie had een meetbare afname van het aantal foeragerende drieteenstrandlopers tot gevolg^{31,32}. De afname van de populatie zwarte zee-eenden en de afname van hun voedsel, de schelpdierpopulatie *Spisula subtruncata*, kon overigens niet uit een toename van de suppletieactiviteiten worden verklaard³³.



foto drieteenstrandloper: Ben van den Broek



foto zwarte zee-eend: birdpix

Op ongestoorde stranden is door de selecterende werking van golven en getij het sediment gesorteerd. Zandkorrels van gelijke grootte liggen bij elkaar. Daardoor is er voldoende tussenruimte tussen de korrels voor de interstitiële fauna om zich te vestigen en snel te reageren op veranderende situaties in watergehalte, temperatuur of predatoren. Wordt door een suppletie deze sortering door elkaar gegooid, dan is er aanvankelijk voor deze organismen minder leefruimte.

Aangezien er aan de Nederlandse kust in de afgelopen 10 jaar bij herhaling op dezelfde locatie is gesuppleerd, zal cumulatie in de tijd zeker kunnen optreden³⁴. Ook cumulatie in ruimte zal, door een veelheid aan menselijke activiteiten die tegelijkertijd in een gebied plaatsvinden³⁵, aan de kust kunnen voorkomen²⁶.

Uit een onderzoek naar de veranderingen in de flora en fauna langs de Hollandse kust, *Het strand van vroeger*, bleek dat er zich in de periode 1930 – 1988 reeds zeer grote veranderingen hebben voorgedaan^{36,37}. Van de 27 soortengroepen waarvan iets over de trend bekend is, zijn er 25 achteruitgegaan. Helaas blijkt uit deze publicaties opnieuw dat wanneer

men de fauna van het strand beschrijft, men feitelijk het op het strand aangespoelde bedoeld. De waargenomen achteruitgang betreft dus in ieder geval de fauna van de kustzee. Een inventarisatie van het strand ontbreekt. Een intensiever beheer en gebruik van het strand, waterstaatkundige veranderingen, kustverdedigingswerken en toegenomen gebruik en exploitatie van de zee worden als oorzaken voor veranderingen in de kustfauna genoemd ^{36,37}.

Temperatuurstijging van het zeewater als gevolg van klimaatverandering heeft nu al zichtbare gevolgen voor het voorkomen van bepaalde organismen, zoals het massaal voorkomen van de kleine heremietkreeft ³⁸.



foto vloedmerk en beachcleaning: S. Jonker

Het mechanisch schoonmaken van stranden heeft een serieus schadelijk effect op alle aan het vloedmerk verbonden soorten, zoals de strandvlo, waardoor zowel de diversiteit als de abundantie afneemt ^{39,40}.

De negatieve gevolgen van het rijden over het strand zijn door Thomas Schlacher aangetoond voor stranden langs de Australische Oostkust. Terreinauto's veranderen de fysische eigenschappen van stranden en verstoren en doden organismen en vernietigen beginnende duinvegetaties ⁴¹. Effecten op de Nederlandse stranden zijn nog niet onderzocht, maar zeker niet uit te sluiten.

Uit het voorgaande is wel al duidelijk naar voren gekomen, dat het effect van menselijk handelen ook in de kustzone zeer groot is. De kust is

vastgelegd en daarmee verhard. De zee wordt leeggevestigd en de zoetwaterstromen verlopen niet meer geleidelijk naar zee via brakke overgangszones. De bodem van de zee wordt omgewoeld door de wekkerkettingen en de rolpezen van de boomkorvisserij. De bodem daalt als gevolg van gas- en zoutwinning, de zeespiegel stijgt in versneld tempo als gevolg van klimaatverandering mede door toedoen van de mens. De getijamplitude in de Waddenzee is vergroot als gevolg van de aanleg van de Afsluitdijk en de inpoldering van het Lauwersmeer, waardoor brakwaterzones zijn verdwenen en er voor trekvissen onneembare barrières zijn ontstaan. Met de lozing van ballastwater door schepen⁴² en door actief, maar ondoordacht handelen, werden nieuwe soorten geïntroduceerd die de soortensamenstelling en de waarden van het kustecosysteem danig beïnvloeden. De Japanse Oester is niet meer weg te denken uit de Waddenzee.



foto Japanse Oesters in Waddenzee: G.M. Janssen

Natuurlijke kwelders bij het vasteland werden ingepolderd. Nieuwe kwelders ontstonden weliswaar, aanvankelijk als landaanwinningswerken, maar bij gebrek aan verjongingsprocessen trad vergrassing en veroudering op. Dynamiek in de duinen verdween door het vastleggen van verstuvende duinen met helm. De aanleg van deze stuifdijken zorgde er overigens wel weer voor dat er tijdelijk mooie eilandkwelders ontstonden. Vloedmerk met bijbehorend leven als startpunt voor duinvorming wordt mechanisch verwijderd in het toeristenseizoen. Met shovels wordt het strandecosysteem overhoop gehaald om nette zandbanketten voor de strandpaviljoens aan te

leggen. Het strandecosysteem wordt tijdelijk geheel vernietigd door het te bedekken met enkele meters zand bij suppleties ter bestrijding van de erosie. Wat dat betreft zou ik durven stellen, dat de stranden van de Hollandse kust feitelijk als normaal natuurlijk functionerend ecosysteem zijn opgegeven. We moeten zeer kritisch zijn op de ontwikkelingen op de Waddeneilanden.



foto Waddenzee: G.M. Janssen

Beleid en beheer

Dit brengt mij tot het volgende onderdeel: Het beleid en beheer van de kust. Natuur en natuurbescherming worden als lastig en beperkend gezien voor economische ontwikkeling. “Nederland gaat op slot” wordt dan gezegd. Iedereen, ondernemers én overheden, zou veeleer een houding moeten aannemen van “wat kan ik bijdragen aan het bereiken van een gezond, zo natuurlijk mogelijk, ecosysteem”. Duurzame ontwikkeling en duurzaam ondernemen. In Nederland is een cultuuromslag nodig waar het gaat over de relatie economie – natuur. Om deze cultuuromslag te bereiken zal tenminste de overheid het goede voorbeeld moeten geven.

Graag zien we metname het Waddengebied nog als een uniek natuurgebied. Is het u ook opgevallen dat er geen normale natuurgebieden bestaan. Ze zijn op één of andere manier altijd “uniek”. Ook natuurbeschermers gebruiken metaforen. Zo wordt de Waddenzee graag aangeduid als “... de laatste wildernis van Nederland ...” en “ ... een weergaloze natuurschat ...”⁴³. Wellicht is dit veeleer een uiting van het diepgewortelde verlangen naar zulke ongerepte gebieden⁴⁴ dan een objectief gegeven. Van de Windt vraagt zich terecht af: *En dan: wat is natuur nog in Nederland*²². Een gevoel van vrijheid en één zijn met de natuur bekruipt ons desalniettemin op het strand. Laten we dat gevoel koesteren en er wat mee doen.

In tamelijk natuurlijke systemen is het niet de natuur die beheerd moet worden maar juist de menselijke activiteit. Internationaal spreekt men over “an ecosystem based approach of the management of human activities”, een op het ecosysteem gebaseerde benadering van het beheer van menselijke activiteiten⁴⁵.

In een cultuurlandschap, zoals ik de kust inmiddels heb bestempeld, nemen natuurbeheermaatregelen echter een steeds belangrijkere plaats in. In het kustlandschap zullen we dus in toenemende mate gesteld worden voor vragen die gaan over het actief beheren van natuurwaarden. Bij de droge kustnatuur, de duinen en ook de vastelandskwelders in de Waddenzee zijn we dat al gewend. Voor de natte kustnatuur is dat nieuw, hoewel we al een beetje oefenen met het aanplanten van zeegras. Begrijpt u mij goed. De kust als cultuurlandschap. Het is niet de door mij gewenste richting, maar een direct gevolg van het huidige kustbeleid. Zo komen we dus ook in het natte kustgebied voor een dubbele taak te staan, namelijk het verminderen van de negatieve gevolgen voor natuurwaarden door menselijke activiteiten én doen aan actief natuurbeheer.



foto Schiermonnikoog: G.M. Janssen

Aspecten van veiligheid én natuur kunnen goed samengaan. Een natuurlijke, flexibele, dynamische kust waar natuurlijke geomorfologische processen vrij spel hebben, is een veiliger kust⁴⁶. Een kust die zelf voor voldoende zand zorgt, waardoor het achterland veilig blijft. Een dergelijke kust heeft ook maximale natuurwaarden. Een voorwaarde is

echter wel dat zo'n kust ruimte heeft, ruimte om *Mee te groeien met de zee*²⁴, met de stijgende zeespiegel, ruimte die in een gebied met *Coastal Squeeze* vrijwel afwezig is.

Dat Nederlanders de dynamiek van de kustnatuur gebruiken om de kustverdediging te versterken, tegenwoordig aangeduid met de term *bouwen met de natuur*, is niet nieuw. Van oudsher wordt de natuur ingezet bijvoorbeeld in de duinen door helmgras aan te planten⁴⁷. Met suppleties, zeker de onderwatersuppleties, doen we hetzelfde. De vraag is echter wel, wanneer is het nog meewerken met de natuur, wanneer wordt het overheersen van of zelfs ingaan tegen de natuur.

Het landwaarts ontwikkelen van sociaal-economische initiatieven moet naast de huidige zeewaarts gerichte plannen voor de kust toch op de agenda blijven staan of terugkomen. Uiteindelijk zal het meewerken met de natuur duurzamer blijken te zijn dan het ingaan tegen de natuur. Al was het maar om de Waddenzee te behouden voor de komende generaties.

Bij het suppletiebeleid van Rijkswaterstaat is een positieve ontwikkeling gaande met betrekking tot het rekening houden met natuurwaarden. De eerste stappen worden gezet. Bij vooroerversuppleties worden schelpdierbanken, het voedsel voor beschermde zee-eenden, ontzien.



Er wordt bij strandsuppleties rekening gehouden met eventueel aanwezige strandbroedvogels, zoals bontbek- en strandplevier.

foto bontbekplevier:
Richerd Kuijper

Er wordt nagedacht om aangepast zand, zand met een niet te veel afwijkende samenstelling, te gaan gebruiken. Maar er is meer nodig: Een optimalisatie van de kustsuppleties, waarbij óók ecologische criteria een volwaardige rol spelen. Echt Integraal Kustbeheer, zoveel mogelijk op basis van een ecosysteembenadering. Dat zou pas een mooi, innovatief, export product zijn. Strand is meer dan zand.

Daarnaast moet er voor de bescherming van de kustnatuur ruimte worden gereserveerd. Ik doe een oproep na te denken over het instellen van één of meer strandreservaten⁴⁸. Niet in de vorm van een omheind paradijs waar niemand een stap in mag zetten, maar wel als een kuststrook waarin

menselijk ingrijpen minimaal is. Een dergelijk reservaat zou moeten aansluiten bij een in te stellen zeereservaat en beschermd duingebieden. Zo kan een beschermd natuurgebied dwars op de kust ontstaan van vooroever, via brandingszone en strand naar duin. Twee derde van s'werelds kustlijn bestaat uit stranden¹². Vrijwel nergens^{49,50} vindt bescherming van op dat strand gerichte natuurwaarden plaats.

In Nederland doen jaarlijks schoolkinderen mee aan strandschoonmaakacties. Een heel belangrijk element is het educatieve karakter van dergelijke acties. Jonge mensen worden geconfronteerd met de natuur om hen heen en de invloed die de mens daarop kan uitoefenen. Duurzame ontwikkeling kan alleen lukken wanneer er vanuit het hart wordt geleefd. Daarvoor is een zekere verwondering nodig over het leven om je heen.

Ik ging zelf als klein jongetje vaak op de fiets naar Artis. Stond dan uren voor de kooien van de gorilla's en was zo onder de indruk, verwonderd over wat ik zag, dat ik niet alleen later Directeur van Artis wilde worden, maar ook biologie wilde gaan studeren. Dat laatste is gelukt, dat eerste nog niet. Natuur- en milieueducatie als instrument om de verwondering bij mensen teweeg te brengen zou meer moeten worden ingezet, zou hoger op de politieke en maatschappelijke agenda moeten komen.

Focus leerstoel

De leerstoel Ecologie van de zandige kust en het Waddengebied is ingesteld als onderdeel van een samenwerkingsovereenkomst tussen Rijkswaterstaat en de Vrije Universiteit. Doel is het vergroten van voor Rijkswaterstaat toepasbare kennis, kennis die op wetenschappelijk verantwoorde wijze wordt verkregen en die studenten de gelegenheid geeft zich te oriënteren op de toegepaste ecologie in beheer en beleid.

Voor Rijkswaterstaat lijkt het logisch zich vooral te bekommeren om de toepassing van kennis voor haar beheer. Maar de Vrije Universiteit profileert zich ook heel helder over de maatschappelijke relevantie van het werk van haar onderzoekers⁵¹.

In het onderzoek binnen de leerstoel Ecologie van de zandige kust en Waddengebied wil ik me richten op de kennisontwikkeling op het gebied van de systeemecologie met als belangrijke vragen: Wat zijn de bepalende factoren in het voorkomen van organismen bij verschillende kustvormen, zoals we die langs de Nederlandse kust kennen? In welke mate spelen biologische factoren, zoals predator-prooi relaties en concurrentie om voedsel en ruimte, daarbij een rol? Onderzoekster Lies Leewis bestudeert momenteel de rol van algenmatten op drie levensstadia van enkele pionier plantensoorten van kusthabitats. Door de planten en de algenmatten bloot te

stellen aan verstuiving en bedekking met extra zand, kan het effect van suppleties op het voorkomen van deze plantensoorten worden ingeschat.



foto hertshoornweegbree groene strand Schiermonnikoog: G.M. Janssen

Daarmee kom ik aan het tweede aspect waarop ik me wil gaan richten, namelijk de effecten van menselijke activiteiten op het kustecosysteem. De effecten van suppleties en aan recreatie gebonden activiteiten zullen daarbij vooral mijn aandacht krijgen. Ik wil me er voor inzetten dat de kennis die in de internationale gemeenschap van strandonderzoekers wordt opgedaan, wordt gebruikt om hier, maar ook elders in de wereld, voor de volgende generaties kustbewoners een waardevolle kustnatuur over te kunnen dragen.

Omdat herstel van het kustecosysteem een belangrijke rol speelt in de waardering van de effecten van suppleties vormt dit het derde thema van mijn onderzoek. Kennis over het herstel, waarbij rekolonisatie van organismen een belangrijke rol speelt, zal tevens bruikbaar zijn bij het mede vormgeven van de voorgenomen grootschalige suppleties, opdat natuurwaarden van de kust behouden blijven. Door stranden te bemonsteren die een verschillende suppletiegeschiedenis hebben trachten we met het promotieonderzoek van Lies Leewis al informatie te krijgen over het herstel van enkele kenmerkende strandbodemdiersoorten na suppleties.

Met de invulling van deze leerstoel hoop ik een bijdrage te kunnen leveren aan het totstandkomen van een beeld van de kust als geheel. De ambitie van zo'n holistische benadering kan alleen in samenwerking met veel andere partijen worden gerealiseerd. De samenwerking met de collega's van Deltares en Imares wil ik graag voortzetten. De verdere ontwikkeling van technieken zoals het gebruik van side-scan sonar, die we gezamenlijk initieerden en uitvoerden voor de kust van Schiermonnikoog^{53,54}, om snel en effectief natuurwaarden onder water in kaart te brengen, acht ik van groot belang.

Ik zie het bovendien als een grote uitdaging om ecologische aspecten in te bedden in een integraal kustbeheer. Samen met de Working Group on Integrated Coastal Zone Management van de Internationale Raad voor Zeeonderzoek hoop ik dit aspect aan te pakken.



foto Rottemeroog: G.M. Janssen

Ten slotte nog iets over het onderwijs. In de eerste plaats wil ik iets van mijn verwondering over de natuur overbrengen. Maar ook wil ik graag dat studenten leren zich een oordeel te vormen over kust gerelateerde thema's. Welke aspecten zitten er aan de sociaal-economische en natuurgerichte ontwikkelingen. Wat komt er bij kijken wanneer we natuurdoelen formuleren en die willen behalen, maar tegelijkertijd, wat komt er bij kijken wanneer we Nederland willen beveiligen tegen overstromingen mede als

gevolg van klimaatverandering. Onderzoekend leren als onderdeel van de onderwijsvisie van de Vrij Universiteit ⁵². Overigens ben er van overtuigd dat we studenten het leren nadenken over, het luisteren naar andere meningen en het bediscussiëren van ontwikkelingen alleen dan zinvol laten beleven, wanneer we hen een stevige inhoudelijke kennisbasis meegeven. Ik hoop in samenwerking met mijn collega's binnen de Faculteit Aard- en Levenswetenschappen aan het kennispalet van de Vrije Universiteit het mariene blauw en het zachte geel van het strandzand te kunnen toevoegen.

Doordat ik in deze rede de nadruk heb gelegd op mogelijke negatieve effecten van menselijke activiteiten op het kustecosysteem, zou de indruk kunnen ontstaan dat ik de toekomst van de kust somber inzie. Tot die conclusie wil ik niet graag komen. Er zijn veel mogelijkheden, de mens is tot veel in staat. Ik geloof in de kracht van een generatie jonge mensen. Het kustecosysteem is bovendien weerbaar, het herstelvermogen is vermoedelijk groot. De geribde doopvontschelp is onlangs weer gevonden als levend exemplaar en dus uiteindelijk niet ten onder gegaan aan de overexploitatie door de prehistorische mens.

Dankwoord

Hiermee kom ik tot mijn woorden van dank ter afsluiting van deze rede. Ik zal me hierbij zeer, te zeer, beperken. Want hoe langer ik de lijst zou maken, des te meer mensen zou ik ten onrechte niet noemen.

Ik wil in de eerste plaats bedanken Bouwe Kuipers. In hem zag ik op het NIOZ tijdens mijn biologiëstudie bij ons onderzoek aan garnalen, hoezeer onbaatzuchtigheid in de wetenschap belangrijk is om tot creatieve prestaties te komen. Hoe kwetsbaar het je ook als persoon en wetenschapper maakt.

De vele dagen en nachten in de rubberboot en op de wadtoeren hebben diepe indruk op mij gemaakt en mijn verwondering voor het mariene milieu versterkt. In de tweede plaats dank ik mijn promotor, leermeester Els Joosse-van Damme. Haar vermogen een groep samen te stellen, die vervolgens in harmonie tot presteren instaat is, evenals het vertrouwen dat zij mij tijdens mijn promotieperiode gaf, was voorbeeldig voor mij.

Ik wil in de persoon van mijn curator Tjalle de Haan, mijn werkgever de Waterdienst van Rijkswaterstaat bedanken, omdat deze het door mij invullen van de leerstoel mogelijk maakt. Rijkswaterstaat is een bijzondere organisatie met veel mogelijkheden, waar perioden dat ecologen zich er thuis voelen afwisselen met perioden waarin zij zich voelen overweldigd door waterbouwers met grootse plannen voor de inrichting van de Nederlandse kust.

Ik dank Jelte Rozema en Rien Aerts voor de uitnodiging een samenwerking tussen Rijkswaterstaat en de Vrije Universiteit aan te gaan en deze leerstoel

te bekleden. Het is aan hun doorzettingsvermogen te danken dat we hier vandaag bijeen zijn.

Veel heb ik te danken aan de medewerkers van de afdeling Biologisch Onderzoek Waddenzee van het voormalige Rijksinstituut voor Kust en Zee met wie ik dit onderwerp eind jaren negentig begon te verkennen. Het was fantastisch om in barre winterse omstandigheden op Schier onderzoek te doen aan de opwarming van de aarde.

Samen met mijn collega's bij Rijkswaterstaat hoop ik in de komende jaren een ecologische voet tussen de deur te kunnen zetten bij de plannen voor een duurzame ontwikkeling van onze kust.

Mijn gedachten gaan naar mijn ouders omdat ze mij vrij lieten in de keuzes die mijn levensloop bleken te bepalen en voor het betalen van mijn ARTIS-jaarkaart, waardoor ik mijn verwondering voor de natuur kon ontwikkelen. Het gevoel van geborgenheid binnen mijn gezin, met Femke, Bas, Maarten en Janneke, noodzakelijk om daarbuiten in de werksituatie tot prestaties te komen, is voor mij de basis van alles.

Tenslotte dank ik u allen voor uw aanwezigheid en aandacht.

Ik heb gezegd.



foto strand Schiermonnikoog: G.M. Janssen

Referenties:

- ¹ Wells, S. 2002. *The Journey of Man. A Genetic Odyssey*. Penguin Press. London, England.
- ² Richter, C., Roa-Quiaoit, H. Jantzen, C., Al-Zibdah, M., Kochzius, M. 2008. Collapse of a new living species of Giant Clam in the Red Sea. *Current Biology* 18 (17), 1349-1354. Elsevier.
- ³ Data Wereldbank en United Nations Population Division, Commission on Population and Development, New York 2008.
- ⁴ Jonker, S.IJ., Janssen, G.M. 2007. Strandlopers. Inventarisatie van strandgebruik aan de Noordzeekust en de relatie met natuurwetgeving. RWS-RIKZ / 207.001.
- ⁵ Nieuwjaarswens 2007. Dorper-nieuws Julianadorp, mei 2007. <http://www.julianadorp-parelvandekop.com/nieuws07/nws-mei07.htm>
- ⁶ Deltacommissie 2008. Samen werken met water. Een land dat leeft, bouwt aan zijn toekomst. Bevindingen van de Deltacommissie 2008. www.deltacommissie.com.
- ⁷ Bakker, J.P. 1997. *Natuurbeheer in Kustsystemen*. Inaugurele rede Rijksuniversiteit Groningen.
- ⁸ Ontwerp Nationaal Waterplan. 2008. http://www.verkeerenwaterstaat.nl/onderwerpen/water/water_en_toekomst/nationaal_waterplan/
- ⁹ Eisma, D. 1968. Composition, origin and distribution of Dutch coastal sands between Hoek van Holland and the island of Vlieland. *Neth. J. Sea Res.*, 123-267.
- ¹⁰ Berendsen, H.J.A. 1997. *Landschappelijk Nederland. De fysisch-geografische regio's*. Van Gorcum & Comp. B.V. Assen.
- ¹¹ Short, A.D. 1992. Beach systems of the central Netherlands coast: Processes, morphology and structural impacts in a storm driven multibar system. *Marine Geology*, 103-137.
- ¹² McLahlan, A., Brown, A. 2006. *The ecology of sandy shores*. Elsevier ISBN- 13:978-0-12-372569-1.

- ¹³ Defeo, O., McLachlan, A. 2005. Patterns, processes and regulatory mechanisms in sandy beach macrofauna: a multi-scale analysis. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 295:1-20.
- ¹⁴ Nijssen, H., Groot, S.J. de. 1987. De vissen van Nederland. *KNNV* 43: 52-53.
- ¹⁵ Peletier, H. Janssen, G.M. 2004. De levende natuur als ecosysteemvormer in kustgebieden. Rijkswaterstaat, RIKZ 2004.005.
- ¹⁶ Janssen, G.M., Mulder, S. 2004. De ecologie van de zandige kust van Nederland. *RWS RIKZ / 2004.033*.
- ¹⁷ Wenniger, L. 2008. Kleine kosmonaut zet helm af. *Bionieuws* jaargang 18; pp 4.
- ¹⁸ Janssen, G.M., Kleef, H., Mulder, S., Tydeman, P. 2008. A Pilot assessment of the depth related distribution of macrofauna in the surf zone along the Dutch coast and its implications for coastal management. *Marine Ecology* 29 (suppl. 1), 186–194.
- ¹⁹ Dalfsen, J.A. van, Wal, J.T. van der, Janssen, G.M. 2008. Dutch shoreface habitats and implications for coastal protection projects. *Proceedings of CEDA dredging days 2007*.
- ²⁰ Janssen, G.M., Mulder, S. 2005. Zonation of macrofauna across sandy beaches and surf zones along the Dutch coast. *Oceanologia*, 47 (2): 265-282.
- ²¹ Veel gestelde vragen Natuurbeschermingswet 1998/Natura 2000. Ministerie van LNV, 04-06-2007. www2.minlnv.nl/thema/groen/natuur/Natura2000_2006/natura2000.htm
- ²² Windt, H.J. van der. 1995. En dan: wat is natuur nog in dit land?. *Natuurbescherming in Nederland 1880-1990*. Amsterdam Boom. ISBN 90-5352-132-1.
- ²³ Nolthenius, H. 1988. Een man uit het dal van Spoleto: Franciscus tussen zijn tijgenoten. Amsterdam, Querido.
- ²⁴ Helmer, W., Vellinga, P., Litjens, G., Ruijgrok, E., Goosen H., Overmars, W. 1996. Meegroeien met de zee. *Visie op de Nederlandse*

kustzone. Studie voor het Wereld Natuur Fonds. 100 p. Stroming
bv/IVM/VU Amsterdam. ISBN 90 74647 32 4

²⁵ 3^e Kustnota. 2000. Traditie, Trends en Toekomst. Ministerie van Verkeer
en Waterstaat. Den Haag. 122 pp.

²⁶ Speybroeck, J., Bonte, D., Courtens, W., Gheschiere, T., Grootaert, P.,
Maelfait, J.P., Mathys, M., Provoost, S. Sabbe, K., Stienen, E.W.M., Van
Lancker, V., Vincx, M., Degraer, S. 2006. Beach nourishment: An
ecologically sound coastal defence alternative? A review. *Aquatic
Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 16: 419-435.

²⁷ Speybroeck, J. 2007. Ecology of macrobenthos as a baseline for an
ecological adjustment of beach nourishment. Thesis Universiteit Gent,
Vakgroep Biologie. 189 pp.

²⁸ Peterson, C.H., Manning, L. 2001. How beach nourishment affects the
habitat value of intertidal beach prey for surf fish and shorebirds and why
uncertainty still exists. Proceedings of the Coastal Ecosystems and Federal
Activities Technical Training Symposium. August 20-22, 2001.

²⁹ McLahlan, A. 1996. Physical factors in benthic ecology: effects of
changing sand particle size on beach fauna. *Marine Ecology Progress Series*
131: 205-217.

³⁰ Peterson, C.H., Hickerson, D.H.M., Johnson, G.G. 2000. Short-term
consequences of nourishment and bulldozing on the dominant large
invertebrates of a sandy beach. *Journal of Coastal Research* 16(2): 368-378.

³¹ Dankers, N. Binsbergen, M. Zegers, K. 1983. De effecten van
zandsuppletie op de fauna van het strand van Texel en Ameland.
Rijksinstituut voor Natuurbeheer rapport 83/6. Texel The Netherlands.

³² Turnhout, Ch. van, Roomen, M. van. 2005. Effecten van strandsuppleties
langs de Nederlandse kust op Drieteenstrandlopers en kustbroedvogels.
SOVON 2005/05.

³³ Leopold, M.F., Baptist, M.J. 2007. De effecten van
onderwaterzandsuppleties op het habitat van de kustzee, *Spisula* en enkele
beschermde soorten zeevogels. IMARES Den Burg Rapport C014/07, pp
62.

- ³⁴ Mulder, S., Raadschelders, E.W., Cleveringa, J. 2005. Een verkenning van de natuurbeschermingswetgeving in relatie tot Kustlijnzorg. De effecten van zandsuppleties op de ecologie van strand en onderwateroever. RWS-RIKZ / 2005.004.
- ³⁵ Greene, K. 2002. Beach nourishment: a review of the biological and physical impacts. ASMFC Habitat Management Series 7. Atlantic States Marine Fisheries Commission.
- ³⁶ Ommering, G. van. 1988. Het strand van vroeger. Een studie naar veranderingen van flora en fauna langs de kust aan de hand van niet-schriftelijke bronnen. Duin + kust Leiden 68 pp.
- ³⁷ Oosterbaan, A.F.F. 1989. Veranderingen in de Hollandse kustfauna. KNNV nr. 193. ISBN 90-5011-033-9.
- ³⁸ Lindeboom, H., Janssen, G.M. 2004. Woelige zee, belaagde kust pp 135-145. In: Opgewarmd Nederland. Roos, R. eds. Stichting Natuurmedia, Uitgeverij Jan van Arkel.
- ³⁹ Llewellyn, P.J., Shackley, S.E. 1996. The effects of mechanical beach-cleaning on invertebrate populations. *British wildlife* 7: 147–155.
- ⁴⁰ Fanini, L., Marchetti, G.M., Scapini, F., Defeo, O. 2009. Effects of beach nourishment and groynes building on population and community descriptors of mobile arthropofauna. *Ecological Indicators* 9: 167-178.
- ⁴¹ Schlacher, T.A., Thompson, L., Price, S. 2007. Vehicles versus conservation of invertebrates on sandy beaches: mortalities inflicted by off-road vehicles on ghost crabs. *Marine Ecology* 28: 354–367.
- ⁴² Wolff, W.J. 2005. Non-indigenous marine and estuarine species in the Netherlands. *Zoologische Mededelingen* 79 (1): 1 – 116.
- ⁴³ Een weergaloze natuurschat. 2008. Waddenbulletin jaargang 43, september 2008; 30 – 31.
- ⁴⁴ McKibben, B. 1990. Het einde van de natuur. ISBN 90-6074-651-1. Anthos Baarn.
- ⁴⁵ Sustaining life on earth. How the Convention on Biological Diversity promotes nature and human well-being. 2000. UNEP. ISBN 92-807-1904-1.

- ⁴⁶ Eilanden natuurlijk. Natuurlijke dynamiek en veerkracht op de Waddeneilanden. 2008. Het Tij Geleerd. ISBN / EAN 978-90-70322-30-4.
- ⁴⁷ Woestenburg, M. 2007. Dynamische duinen houden Nederland droog. Wageningen update 4 pp 28-29.
- ⁴⁸ Pelt, L. van. 2002. Zand erover is niet genoeg. Perspectief 08 november 2002.
- ⁴⁹ Slim, P.A., Löffler, M.A.M. 2007. Kustveiligheid en Natuur, een overzicht van kennis en kansen. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1485. 92 pp.
- ⁵⁰ Jonker, S., Bijkerk, J., Sierdsma, F., Tydeman, P., Janssen, G.M. 2005. Gestrand tussen wal en schip. Strand geïntegreerd in kustbeheer: uitdaging voor wet- en regelgeving. RWS/RIKZ 2005.605.
- ⁵¹ Bouter, L.M. 2007. Kennis als openbaar bezit; de maatschappelijke relevantie van wetenschappelijk onderzoek. Rede Dies Natalis 2007. Vrije Universiteit.
- ⁵² Werken met een onderwijsvisie, ideeën en ervaringen van drie faculteiten. 2008. Onderwijscentrum Vrije Universiteit Amsterdam.
- ⁵³ Koomans, R.L. 2005. Brandingzone Schiermonnikoog. Kartering van bodemsamenstelling. Medusa Explorations.
- ⁵⁴ Koomans, R.L. 2005. Brandingzone Schiermonnikoog. Bodemsamenstelling en ecologie. Medusa Explorations.

Strand, meer dan zand.



Ogenschijnlijk verlaten zandstranden bieden leefruimte aan tal van organismen. Het strand en de brandingszone zijn levende ecosystemen en vormen een waardevol onderdeel van het kustecosysteem als geheel. Menselijke activiteiten zoals zandsuppleties en recreatie bedreigen het functioneren van dit systeem. De kustnatuur staat onder druk. Met de grote plannen voor de kustverdediging, nodig om in te spelen op de klimaatverandering, krijgt de kust steeds meer het karakter van een cultuurlandschap. In de rede Strand, meer dan zand wordt een pleidooi gehouden voor een grotere rol voor ecologische aspecten in integraal kustbeheer. Het reserveren van ruimte voor ecologische processen aan de kust om te kunnen meegroeien met de zee en het instellen van een strandreservaat kunnen een bijdrage leveren aan een duurzame ontwikkeling van onze kust.