



Universiteit Utrecht

---

# Zeespiegelstijging en kustbewoners

---

*Het effect van zeespiegelstijging op kustbewoners en vice versa*

Yanike Sophie

Bachelorthesis Liberal Arts & Sciences

Juli 2012

## **Zeespiegelstijging en kustbewoners**

*Het effect van zeespiegelstijging op kustbewoners en vice versa*

Bachelorthesis Liberal Arts & Sciences

Yanike Sophie | Milieu-natuurwetenschappen (y.sophie@students.uu.nl)

Disciplinair adviseur: Stefan Dekker (s.c.dekker@uu.nl)

Universiteit Utrecht

Juli 2012

Begeleider:

Herman Hendriks (h.l.w.hendriks@uu.nl)

## Inhoudsopgave

<b>1. Inleiding</b> .....	3
<b>2. Inzichten vanuit de milieu-natuurwetenschappen</b> .....	5
2.1. Kust en klimaatverandering	
2.2. Aspecten van de zeespiegelstijging	
2.3. <i>Casestudy</i> : drie landen	
2.4. Oplossingen	
<b>3. Inzichten vanuit de culturele antropologie</b> .....	13
<b>4. Common ground en integratie</b> .....	15
<b>5. Conclusie</b> .....	19
5.1. Samenvatting	
5.2. Actiehorizon	
<b>6. Literatuur</b> .....	21

## 1. Inleiding

Dijkdoorbraken, tsunami's, zoetwatertekort, verdwijnende eilanden: dit zijn slechts enkele recente ontwikkelingen die samenhangen met zeespiegelstijging als gevolg van klimaatverandering. Deze klimaatverandering vindt nu al plaats en de gevolgen ervan zullen snel overal merkbaar zijn. De oorzaken zijn vrij duidelijk, maar de zogenoemde terugkoppelingssystemen, de zowel negatieve als positieve invloed van effecten op weer andere effecten, worden nog niet volledig begrepen. Een voorbeeld van zo'n positieve terugkoppeling is het albedo-effect: door het smelten van de ijskappen wordt er meer warmte geabsorbeerd in plaats van weerkaatst, en dit heeft een versterkend effect op de klimaatverandering. Een voorbeeld van een negatieve terugkoppeling is de opname van koolstofdioxide door planten, deze nemen meer koolstofdioxide op naarmate de concentratie in de lucht van dit gas hoger is. De klimaatverandering tast mens en natuur op een directe manier aan doordat de omgeving erdoor wordt verwoest. Maar ook op een indirecte manier worden mensen beïnvloed, bijvoorbeeld door het mislukken van de oogst. Andersom hebben mensen op hun beurt ook invloed op de klimaatverandering: zo verhoogt de uitstoot van broeikasgassen de temperatuur en komen er door het droogleggen van moerassen extra broeikasgassen vrij, terwijl de uitstoot van aerosolen die zonlicht weerkaatsen juist voor een daling van de temperatuur zorgt.

Om al deze causale relaties en terugkoppelingssystemen van mens en zeespiegelstijging in de context van klimaatverandering te bestuderen, hebben we de volgende onderzoeksvraag geformuleerd:

Wat is de invloed van zeespiegelstijging op kustbewoners, en vice versa?

Zoals gezegd zijn deze relaties complex en nog niet volledig begrepen, omdat veel verschillende factoren er een rol in spelen. Deze omvatten de sociale wetenschappen, aangezien klimaatverandering menselijk gedrag beïnvloedt. Maar ook de natuurwetenschappen hebben veel te zeggen over dit probleem, doordat deze de oorzaken en effecten van klimaatverandering bestuderen. Om de onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden is het dus nodig deze vanuit verschillende perspectieven te bestuderen. Disciplines die mogelijk inzichten bieden die kunnen bijdragen aan de beantwoording van de onderzoeksvraag zijn naast milieu-natuurwetenschappen (Yanike Sophie) en culturele antropologie (Sophie Loonen), ook marine ecologie, geologie, (sociale) geografie, (politieke) geschiedenis, filosofie en rechten. Met milieu-natuurwetenschappen denken we de belangrijkste aspecten van de disciplines marine ecologie, geologie en geografie te kunnen

ondervangen. En met culturele antropologie hopen we de hoofdzaken van geschiedenis en sociale geografie mee te kunnen nemen. Ons onderzoek zal zich niet toespitsen op ethische kwesties of eventuele wetgeving, zodat we de disciplines filosofie en rechten niet nodig zullen hebben.

Milieu-natuurwetenschappen is een interdisciplinaire studie binnen de natuurwetenschappen en omvat veel verschillende perspectieven. De focus van dit onderzoek ligt op zeespiegelstijging als gevolg van klimaatverandering, maar we lichten ook kort andere gevolgen toe, zoals verzuring van de oceaan en extreme weergebeurtenissen. Omdat deze verschijnselen interactie vertonen met aangrenzende natuurlijke systemen, zoals estuaria, kustgebieden en marine ecosystemen, nemen we ook deze invloeden mee.

Culturele antropologie onderzoekt op welke manier het gedrag van mensen verandert als gevolg van klimaatverandering. De verschillende vormen van culturele interactie, waaronder perceptie, kennis en waardering van de wereld, zullen waarschijnlijk meeveranderen als de wereld verandert. Ingebed in deze veranderingen zijn economische en politieke processen die lokale bevolkingsgroepen beïnvloeden.

Door de gevonden inzichten van drie verschillende landen onderling te vergelijken, maken we duidelijk dat er niet één antwoord op de onderzoeksvraag bestaat, maar dat deze verschillende facetten heeft. We hebben gekozen voor Nederland, Bangladesh en Noord-Australië, omdat dit zowel voor de culturele antropologie als voor de milieu-natuurwetenschappen drie compleet verschillende landen zijn die gezamenlijk een zo breed mogelijk overzicht te geven van de verschillende effecten van zeespiegelstijging.

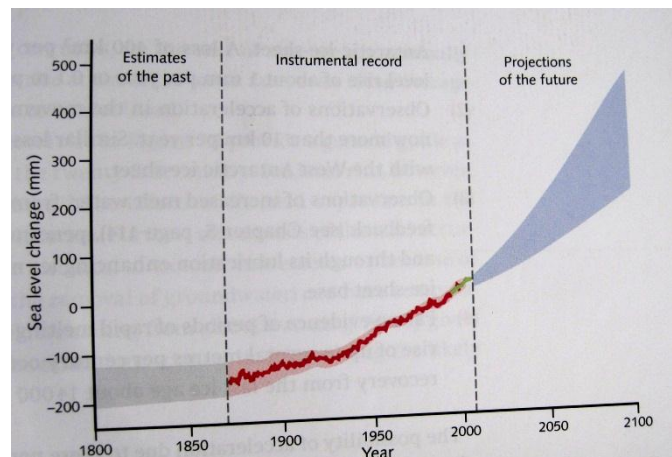
Het toepassen van de benaderingen van de disciplines milieu-natuurwetenschappen en culturele antropologie op het onderwerp zal leiden tot interessante conclusies: de combinatie van deze zeer diverse disciplines levert bijzondere inzichten op in de klimaatverandering en haar gevolgen.

Om de onderzoeksvraag te beantwoorden, gaan we in de volgende twee hoofdstukken achtereenvolgens in op de onderstaande vier deelvragen:

- ✓ Hoe beïnvloedt klimaatverandering de zeeën en oceanen?
- ✓ Welke aspecten van zeespiegelstijging zijn van belang voor de kust?
- ✓ Hoe veranderen lokale bevolkingsgroepen maritieme systemen?
- ✓ Hoe beïnvloedt de verandering in maritieme systemen lokale bevolkingsgroepen?

## 2. Inzichten vanuit de milieu-natuurwetenschappen

De huidige zeespiegelstijging is niet een geheel nieuw fenomeen. De zeespiegel was 120.000 jaar geleden ongeveer 6 meter hoger dan nu (Intergovernmental Panel for Climate Change – IPCC 2001) en meer recent was hij veel lager; in het Holoceen (18.000 jaar geleden) was de zeespiegel namelijk 120 meter lager dan nu (Fleming et al. 1998). Deze verschillen in zeespiegelhoogte zijn voor een groot deel afhankelijk van veranderingen in de ijskappen en bewegingen in de aardkorst (Mitrovica & Vermeersen 2002). Doordat deze veranderingen een kwestie zijn van meer dan alleen de hoeveelheid water, spreekt men ook wel van de relatieve zeespiegel, en in dit werkstuk wordt met zeespiegelstijging ook de relatieve zeespiegelstijging bedoeld. Naast relatieve zeespiegelstijging is er ook lokale zeespiegelstijging; deze wordt beïnvloed door stijging of daling van de kust. Het verschil tussen de zeespiegelveranderingen in het verleden en de huidige zeespiegelstijging, is dat de huidige stijging veel sneller gaat en wordt toegeschreven aan het uitzetten van de oceaan door warmte en het smelten van de ijskappen door uitstoot van menselijke broeikasgassen (IPCC 2007). Met de huidige opwarming wordt een zeespiegelstijging verwacht van tussen de 10 en 90 cm voor de komende 100 jaar (zie Figuur 1, Houghton 2009).



Figuur 1 – Verwachte zeespiegelstijging

### 2.1 Kust en klimaatverandering

Omdat de zeespiegelstijging niet op zichzelf staat en wordt beïnvloed door andere facetten van klimaatverandering, zal ik eerst deze toelichten.

Wat de kust betreft bekijk ik met name de effecten op drie ecosystemen die ook een rol spelen voor kustbewoners. Dit betreft ten eerste kustecosystemen als mangroves, graslanden en ingedamd land met landbouwgrond en steden. Kustbewoners zijn hiervan afhankelijk omdat ze er wonen of hun voedsel verbouwen. Het tweede systeem wordt gevormd door de estuaria (riviermondingen waar zoet met zout water wordt vermengd) en delta's (stelsels van aftakkingen van een rivier die in zee uitmonden). Dit zijn bijzondere gebieden door hun dynamiek en vruchtbaarheid; hierdoor zijn ze ook dichtbevolkt. Dit laatste aspect maakt deze gebieden extra kwetsbaar bij een verhoogde zeespiegel (Wolanski 2007). Ten slotte licht ik ook de marine ecosystemen kort toe; dit zijn de wateren die aan de

kust grenzen. Ze vormen een van de hulpbronnen van kustbewoners, bijvoorbeeld in de vorm van visserij. Maar ook toerisme naar koraalriffen kan een bron van inkomsten zijn voor de kustbewoners.

Het doel van dit hoofdstuk is het in kaart brengen van de effecten van zeespiegelstijging op ecosystemen die interactie met de kust vertonen.

Klimaatverandering is een effect van de uitstoot van onder andere koolstofdioxide in de atmosfeer. Hierdoor stijgt de temperatuur, en zowel de verhoogde concentratie koolstofdioxide als de temperatuurstijging heeft effecten op het milieu (IPCC 2001). Omdat wij ons op de kust richten zal ik de relevante aspecten van klimaatverandering voor kustgebieden toelichten.

Ten eerste is er sprake van een stijging van de concentratie koolstofdioxide in de lucht. Doordat de lucht interactie vertoont met de oceaan door middel van golfslag, zal deze extra koolstofdioxide opnemen en als buffer gaan functioneren (zie Box 1). Dit zorgt voor een verzuring van de oceaan. Planten en dieren leven

*Box 1 Buffercapaciteit van de oceaan*

Door golfwerking komen er stoffen uit de lucht in de oceaan tot er een evenwichtswaarde is ingesteld; deze waarde neemt met 1% toe als de CO<sub>2</sub>-concentratie in de lucht met 10% stijgt. De zuurgraad wordt op de volgende manier beïnvloed:  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{HCO}_3^- + \text{H}^+$ , waarbij naarmate het CO<sub>2</sub>-gehalte stijgt, ook het gehalte H<sup>+</sup> stijgt.

onder specifieke voorwaarden waarvan de zuurgraad er één is. Als deze minimaal verandert, kan dit grote effecten hebben op het voorkomen van bepaalde soorten, zoals bijvoorbeeld koraalriffen of kalkhoudende organismen (Hare et al. 2011).

Een ander gevolg van de verhoogde concentratie koolstofdioxide (en andere broeikasgassen) is een stijging in de temperatuur. Niet alleen de omgevingstemperatuur stijgt, maar ook de oceanen en zeeën warmen op. Net als de zuurgraad is de temperatuur een belangrijke voorwaarde voor het voorkomen van soorten. Op het noordelijk halfrond zullen bij een stijging van de temperatuur soorten noordwaarts trekken of uitsterven (Philippart et al. 2011). Daarnaast zal er ook een verandering in de zoutgraad optreden. Op plaatsen waar meer water verdampt door de hogere temperatuur, zal het water zouter worden. Aan de andere kant zal bij afgesloten zeeën, zoals de Baltische zee, het water zoeter worden door een grotere toestroom van rivieren als gevolg van toegenomen regenval (Philippart et al. 2011). Verder kan een verandering van zoutgraad ook de warme Golfstroom beïnvloeden:

omdat water met minder zout lichter is, zinkt het minder snel naar de bodem wat de loop van de Golfstroom zou kunnen wijzigen; dit is volgens het IPCC echter niet waarschijnlijk (Houghton 2009).

De verandering van temperatuur heeft nog een ander effect, namelijk dat van zeespiegelstijging. Naast uitzetting door de warmte, verhogen onder andere regenval en het smelten van de ijskappen de zeespiegel. Maar niet alleen de temperatuur heeft hier effect op, ook landgebruik is bepalend voor de hoogte van de zeespiegel (Woodroffe 2007, Kraus et al. 2010, Werner et al. 2012). Door grondwaterwinning en stedenbouw klinkt de grond in en stijgt de lokale zeespiegel.

Omdat zeespiegelstijging het meest complex is van de genoemde effecten van klimaatsverandering en omdat kustbewoners hier ook direct de meeste gevolgen van ondervinden, behandel ik dit aspect uitgebreid in de volgende paragraaf.

Het laatste aspect van klimaatverandering is de toename van extreme weersomstandigheden: door de hogere temperatuur verdampt het zeewater sneller wat voor veel waterdamp in de lucht zorgt. Dit heeft gevolgen voor de kust in de vorm van orkanen, hevige regenval en bijkomende overstromingen, die de effecten van de zeespiegelstijging verder uitvergrooten (Houghton 2009).

## *2.2 Aspecten van de zeespiegelstijging*

Omdat elk van de gevolgen van klimaatverandering een eigen onderzoek behoeft, richten wij ons hier op slechts één gevolg, namelijk de zeespiegelstijging. Deze heeft een directe en grote invloed op kustbewoners. Om de verschillende aspecten van de zeespiegelstijging te behandelen hebben we de gevolgen onderverdeeld in overstromingen en verzilting, en de effecten hiervan op verschillende systemen, namelijk rivieren, interfaces en steden en eilanden. Interfaces zijn gebieden die zich tussen zee en land in bevinden en die ook zonder zeespiegelstijging al onderhevig zijn aan overstromingen. Voorbeelden van interfaces zijn estuaria en mangroves.

### *Overstroming en verzilting*

Overstromingen, zowel vanuit de zee als vanuit het binnenland door rivierafvoer, en verzilting, zijn de belangrijkste gevolgen van de zeespiegelstijging in de kustgebieden. Direct aan de kust is lokale zeespiegelstijging is ingrijpender, door effecten van inklinking (Alpar 2009). Door de hoge zeespiegel wordt het water dieper, dringt het verder het land in en zullen er meer gebieden verloren gaan. Door overstromingen zal er ook meer zout op het land terechtkomen, hierdoor verandert de plantensamenstelling (Gain et al. 2007). Daarnaast heeft het zoute water effect op het drinkwater, doordat de zoetwaterlens kleiner



wordt (Ghina 2003). Dit komt door natuurlijke en menselijke oorzaken (Alpar 2009); de menselijke factor verergert het proces doordat er meer grondwater wordt opgenomen dan er bijkomt (Hay & Mimura 2005). De zoetwaterlens stijgt echter tegelijk met het zoutwater en zal dan ook niet dieper komen te liggen (Masterson & Garabedian 2007).

Overstroming en verzilting vinden ook verder landinwaarts plaats door het omhoog kruipen van zeewater in rivieren (Masterson & Garabedian 2007). Boeren die rivierwater gebruiken om hun land te bewateren zullen deze verzilting aan den lijve ondervinden doordat hun gewassen er niet tegen kunnen (Gain et al. 2007).

De zeespiegelstijging heeft ook effect op de lagunes: deze stromen over, zodat het marine baaien worden (Alpar 2009). Zo raken deze soms zeldzame ecosystemen verloren.

### *Rivieren*

De bovengenoemde processen beïnvloeden de rivieren. De zoutconcentraties worden hoger, niet alleen door de zeespiegelstijging, maar ook door een combinatie van (1) lagere rivierafvoer; dit vermindert de chlorideverdunding en verhoogt daardoor de concentraties (Bonte & Zwolsman 2010); en (2) snellere verdamping en verminderde regenval; hierdoor stijgt de chlorideconcentratie. Deze stijging in de zoutconcentratie heeft een negatief effect op de diversiteit van de landbouw (Gain et al. 2007).

Niet alleen de verzilting, maar ook de lagere waterstroom heeft een negatief effect op landbouw en industrie (Gain et al. 2011).

Naast het lager worden van de waterstroom zal de piekafvoer juist hoger worden als gevolg van het smelten van gletsjers in hoger gelegen gebieden en extreme regenval (Gain et al. 2011). In combinatie met de zeespiegelstijging kan dit voor hevige overstromingen zorgen.

### *Interfaces*

Interfaces zijn systemen tussen zee en land in. Delen ervan worden regelmatig overstroomd. Hierdoor zijn het brakke systemen; de twee belangrijkste zijn estuaria en mangroves.

Mangroves zijn belangrijk voor het levensonderhoud en voor commerciële activiteiten van tropische bevolkingen, maar ook voor de beschermen van dorpen en landbouwgronden en andere infrastructuur (Krauss et al. 2010). Vooral de randmangroves (direct aan zee) zijn kwetsbaar. Dergelijke mangroves en zoutmoerassen zijn nodig om schommelingen in de zeespiegel op te vangen; ook stranden en duingebieden hebben de mogelijkheid om als buffer op te treden. Interfaces fungeren als transitiezones; doordat ze sedimenten ophopen, bouwen ze hoogte op (Krauss et al.).

Het meest kwetsbaar zijn vlakke, laag liggende systemen met weinig getijdenwerking (Alpar 2010), omdat er dan minder buffer is opgebouwd. Ook zal er in dat geval minder sediment zijn opgebouwd, terwijl het voortbestaan van de interfaces hiervan afhankelijk is (Kraus et al. 2010). Maar met de huidige snelheid is de zeespiegelstijging niet overal bij te benen, ongeacht de hoeveelheid aangevoerd materiaal (Kirwan & Temmerman 2009).

Hiernaast krijgen estuaria te maken met meer eutrofiëring: doordat overstromingen langer duren, heeft het water meer tijd om stoffen op te lossen (Statham 2011).

### *Steden en eilanden*

Typerend voor de kwetsbare kustgebieden is dat deze vaak dichtbevolkt zijn. De ecosystemen die hierboven zijn besproken zijn door hun dynamiek vruchtbare systemen. Hierdoor woont 40% van de wereldbevolking binnen 100 km van de kust (Statham 2011). Een opmerkelijk voorbeeld van deze bewoonde gebieden wordt gevormd door eilanden. Een eiland werkt net als een interface met aangroei van sediment en erosie; en elk eiland heeft een eigen drempel waarbij het proces van aanwas van materiaal in erosie transformeert (Woodroffe 2007). Waar deze drempel zich bevindt is afhankelijk van de zeespiegelstijging, de helling, de fysisch-geografische factoren en de erosie, die allemaal op elkaar inwerken.

Steden zijn lastiger te bespreken dan ecosystemen. Omdat ze door de mens zijn gemaakt, hebben ze weinig veerkracht. Steeds vaker proberen stadsbesturen deze veerkracht te vergroten door bijvoorbeeld extra water- en groenzones aan te leggen waardoor de bufferfunctie versterkt wordt (Natuurlijke Klimaatbuffers 2012).

### *2.3 Casestudy: drie landen*

Nu de verschillende aspecten van zeespiegelstijging zijn behandeld, zullen we kijken hoe deze tot uiting komen in drie verschillende casestudies. We hebben hiervoor Nederland, Bangladesh en de noordkust van Australië genomen. Deze drie landen vertegenwoordigen de verschillende systemen die in de vorige paragraaf zijn besproken. Nederland fungeert als voorbeeld van dichtbevolkte plekken (steden), Bangladesh bestaat uit een grote delta en representeert het rivieren-ecosysteem, en ten slotte bestaat de noordkust van Australië uit tropische mangrovesystemen en estuaria die model kunnen staan voor de effecten van zeespiegelstijging op een interface.

De drie landen hebben te maken met een verschillende zeespiegelstijging. Doordat de ijskappen op Groenland smelten, komt de aardkorst omhoog door het verminderde gewicht. Nederland profiteert mee met deze stijging, en de relatieve zeespiegelstijging zal

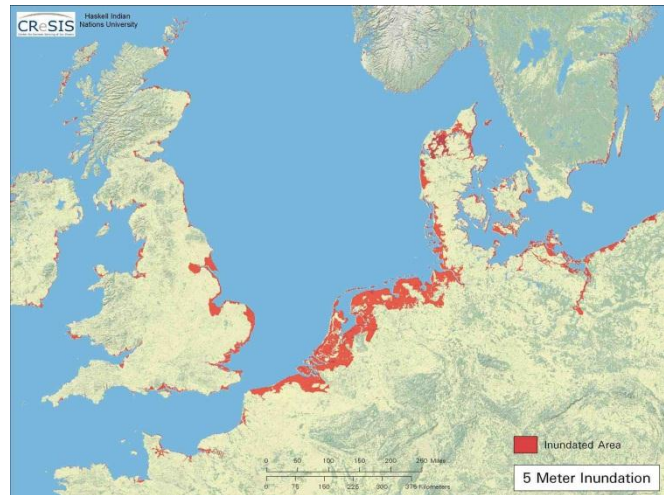
hier minder hoog zijn. Bangladesh zal daarentegen te maken krijgen met een extra daling die de stijging van Groenland compenseert; hierdoor is hier de relatieve zeespiegelstijging hoger (Warrick et al. 2006). De gemiddelde zeespiegelstijging bedraagt in Europa rond de 1,7 mm per jaar, in Noord-Australië tussen de 1,16-1,65 mm per jaar (Lambeck 2002), en in Bangladesh maar liefst 4,0 mm per jaar (Singh 2002).

### *Nederland*

Nederland staat bekend om zijn bekwaamheid om met zeekeringen om te gaan, maar voorspellingen zeggen dat ook dit land onder water zal verdwijnen (zie Figuur 2). Overstromingen vanuit zee zijn al sinds 1953 niet meer voorgekomen en ook rivieroverstromingen (door grote afvoer en extra regenval) worden sinds jaar en

dag met dijken ingeperkt. Maar zelfs ondanks deze maatregelen kunnen er

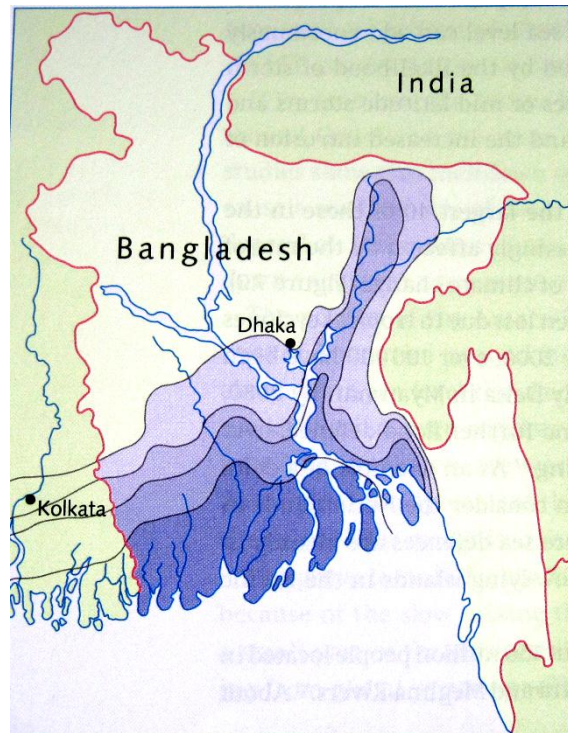
dijkdoorbraken voorkomen, gebeurtenissen als de evacuatie van het Rivierenland in 1995 vanwege gevaarlijk hoge waterstanden en de Allerheiligenvloed in 2006 zijn twee recente voorbeelden. Versteving van de dijken lijkt de enige optie. Maar andere effecten van de zeespiegelstijging zijn niet uit te sluiten met dijken. In Nederland kampt men bijvoorbeeld met het probleem dat drinkwater door de steeds grotere invloed van zout water steeds lastiger is te winnen (Bonte & Zwolsman 2010).



**Figuur 2** – Overstroming bij een zeespiegelstijging van 5 meter

### *Bangladesh*

Het land Bangladesh bestaat voornamelijk uit de afwatering van de Ganges-Brahmaputra en is een van de meest kwetsbare gebieden ter wereld door het gecombineerde effect van smeltende gletsjers, extreme regenval in de moesson en ook nog eens de zeespiegelstijging (Gain et al. 2011), die groter is dan in Nederland. De verwachte effecten zijn dan ook dat er extreme pieken zullen ontstaan bij de afwatering. Dit zal in combinatie met de verwachte zeespiegelstijging vernietigende



**Figuur 3** – Overstroming bij 1, 2, 3 en 5 meter

effecten hebben op Bangladesh (Gain et al. 2011); verlies van huizen door

overstromingen, maar ook gebrek aan drinkwater en verlies van natuur en landbouwgronden (Lambeck 2002) (Figuur 3 geeft vier scenario's van de zeespiegelstijging weer; 1, 2, 3 en 5 m, Houghton 2009). In het droge seizoen zal de watertoevoer afnemen; ook dit zal een negatieve invloed hebben op aquatische ecosystemen, landbouw, huizen en de industriële sector (Gain et al. 2011).

De Sundarbans, een belangrijk natuurgebied met grote mangrove moerassen aan de kust dat op de Werelderfgoedlijst staat, wordt ernstig bedreigd. Zeldzame diersoorten als de Bengaalse tijger dreigen hierdoor verloren te raken (Sarwar 2005).

### *De noordkust van Australië*

Het gedeelte van de noordkust van Australië dat we hier bespreken ligt in het Noordelijk Territorium. Hier bevinden zich een paar van de belangrijkste en kwetsbare draslanden ter wereld (onder andere het Kakadu nationaal park, dat ook op de Werelderfgoedlijst staat). Het gebied is bovendien bijzonder omdat het beheer voornamelijk gebaseerd is op de traditionele gebruiken van de Aboriginals, die de eigenaars van het park zijn (Eliot et al. 1999). De randen van de draslanden worden omgeven door mangrovebossen (Woodroffe 2007). Door de zeespiegelstijging wordt er op de volgende punten de meeste schade verwacht: (1) vermindering en verlies van de mangrovebossen aan de kust; (2) verlies van

de *Melaleuca* (theestruik); (3) kolonisering van mangrovebossen langs de kreken door het binnendringende zoute water; en (4) vervanging van de zoetwaterdraslanden door zoutmoerassen (Eliot et al. 1999). Deze veranderingen kunnen zowel culturele, sociale als economische consequenties hebben voor de Aboriginals, omdat deze de planten en dieren gebruiken die bedreigd worden (Eliot et al. 1999). Om de kust in Australië zo goed mogelijk te beschermen is het belangrijk om lokale gemeenschappen bij het kustbeheer te betrekken (Eliot et al. 1999).

#### *2.4 Oplossingen*

Het IPCC (1990) heeft drie uitgangspunten geformuleerd voor kustbeheer bij zeespiegelstijging: (1) vermijd ontwikkeling in gebieden die kwetsbaar zijn voor overstromingen; (2) garandeer dat bedreigde natuurlijke systemen natuurlijk blijven functioneren; en (3) bescherm mensenlevens, de belangrijkste bebouwing en economische bedrijvigheid. De voorgestelde oplossingen voor de drie besproken landen zijn hierop terug te voeren.

In Bangladesh is het lastig om ontwikkeling te vermijden in gebieden die kwetsbaar zijn voor overstromingen, omdat deze bijna het hele land beslaan. Wel kan er gekeken worden hoe de verzilting kan worden tegengegaan om de economische bedrijvigheid te beschermen. Dit kan bereikt worden door de bovenstroomse toevoer van zoetwater van de Ganges te verhogen (Gain et al. 2007). Een andere oplossing is mee te gaan met de veranderende zoutgraad. Er kan ook gekozen worden voor gewassen die beter tegen zout kunnen. Zoutwaterlandbouw kan een oplossing zijn. Door wieren te verbouwen, maar ook visserij voor de kust te stimuleren, naar bijvoorbeeld garnalen.

In Australië kan worden gekeken naar de mogelijkheden om de natuurlijke systemen natuurlijk te laten. In plaats van dijken te bouwen zouden de zoutmoerassen als buffer gebruikt kunnen worden, want traditionele strategieën als dijken en zeeweringen voldoen niet meer (Singh et al. 2007). Deze zoutmoerassen kunnen zich aan de zeespiegelstijging aanpassen, mits de lokale zeespiegelstijging niet te sterk is.

Net als in Bangladesh moeten maatregelen in Nederland vooral op uitgangspunt (3) van het IPCC worden toegespitst. Ook Nederland is een groot kwetsbaar gebied, en het lijkt onmogelijk om hier geen ontwikkeling toe te staan. De oplossing om natuurlijke systemen natuurlijk te laten lijkt niet van toepassing op Nederland, omdat er nog maar heel weinig natuurlijke systemen zijn. Daarmee komt de nadruk bij kustbeheer in Nederland op uitgangspunt (3) te liggen: het beschermen van mensenlevens, de belangrijkste bebouwing

en economische bedrijvigheid, bijvoorbeeld door het creëren van de eerder genoemde natuurlijke klimaatbuffers.

#### *Effecten van de mens op de zeespiegelstijging*

Zoals gezegd kan de mens de lokale zeespiegelstijging beïnvloeden. Intensieve ontwikkeling op tektonisch actieve plekken, verkeerd beheer van zoetwaterlenzen aan de kust en het bouwen van toeristische resorts leiden tot directe en indirecte achteruitgang van een gebied (Alpar 2009).

Recent onderzoek (Wada et al. 2012) heeft aangetoond dat de mens door grondwaterwinning ook bijdraagt aan de zeespiegelstijging. Het water dat uit de grond wordt gewonnen, komt na gebruik niet allemaal meer in de grond terug, maar belandt in de hydrologische kringloop. Dit is een groter percentage dan voorheen werd gedacht.

### 3. Inzichten vanuit de culturele antropologie

Dit hoofdstuk behandelt de manier waarop mensen omgaan met klimaatverandering en, meer specifiek, met zeespiegelstijging. Hoe passen bevolkingsgroepen zich aan hun omgeving aan om te overleven? In hoeverre maken ze gebruik van bestaande inheemse kennis van de omgeving bij het omgaan met wetenschappelijke voorspellingen en adviezen over (toekomstige) klimaatsverandering? Om dit te kunnen beoordelen, is het allereerst belangrijk te bepalen hoe bevolkingsgroepen hun omgeving benaderen.

Inheemse bevolkingsgroepen leven in culturele leefsysteem die gebaseerd zijn op uitgebreide kennis van het leefgebied. Deze kennis is doorgaans opgebouwd op grond van jarenlange leefervaring in een gebied en wordt van generatie op generatie overgedragen. De zo ontstane kennissystemen zijn van cruciaal belang bij het overleven. Deze kennis kan bijvoorbeeld betrekking hebben op ideale plekken om in voedsel te voorzien, of op plekken om te vermijden vanwege gevaarlijke dieren.

Inheemse bevolkingsgroepen zijn erg gevoelig voor klimaatveranderingen, aangezien zij vaak afhankelijk zijn van natuurlijke bronnen. Abrupte klimaatverandering kan deze bronnen doen verdwijnen, waardoor de kennissystemen ondermijnd worden. Het onderscheid kennen tussen giftige en niet giftige vissen kan ineens niet meer van belang zijn wanneer er geen vissen meer zijn om te vangen, doordat gebieden bijvoorbeeld ineens overstroomd door zeespiegelstijging of door smeltende gletsjers. De kennis van het leefgebied moet dan worden aangepast, omdat ze niet meer relevant blijkt. Maar deze kennis kan ook ontoereikend blijken in minder ernstige, maar daarom niet minder opvallende situaties: zo komen Inuit in Noord-Canada, Alaska en Groenland sinds enige tijd naast verdunnend en verdwijnend zee ijs ook insecten tegen, waar ze in hun taal niet eens een woord voor hebben. Nu is dit probleem natuurlijk gemakkelijk verholpen, maar dat geldt niet voor andere kwesties. De mens heeft zich door de geschiedenis heen weerbaar betoond tegen diverse klimaatomstandigheden, door zich steeds aan te passen. Maar hoe ver gaat deze weerbaarheid?

De wereldwijde discussie over klimaatverandering geeft steeds meer prioriteit aan het concept aanpassing in onderzoek en beleid. In de antropologie is het welbekend dat de mens goed opereert binnen een context van aanpassingsvermogen, maar het is de vraag of dit omgangsmechanisme voldoende is. Weerbaarheid en aanpassingsvermogen, op zowel sociaal als ecologisch gebied, zijn van cruciaal belang voor de duurzaamheid van lokale bestaansmiddelen. We weten echter onvoldoende hoe samenlevingen hun

aanpassingsvermogen moeten opbouwen in het zicht van op handen zijnde verandering. Wat ook een probleem vormt voor de mate waarin de mens zich veerkrachtig kan opstellen, is de enorme overbevolking van de aarde. De mens gaat echter niet bij de pakken neer zitten en lijkt juist in tijden van schaarste het meest inventief te zijn. In dit hoofdstuk paragraaf zal aan de hand van een aantal casestudies duidelijk worden welke aanpassingen toch mogelijk zijn en kunnen helpen bij het overleven.

Uiteraard speelt bij weerbaarheid tegen natuurgeweld de sociaal-economische gesteldheid van een bevolking of land een belangrijke rol. Wanneer er genoeg financiële middelen voorhanden zijn, is de kans groot dat er oplossingen gevonden kunnen worden voor de klimaatproblemen. Zo heeft Nederland zich weerbaar betoond door de aanleg van talloze dijken, waterkeringen en polders. Inheemse bevolkingsgroepen die bestaan uit gemeenschappen die nog van jacht of landbouw leven zullen echter niet hun toevlucht kunnen nemen tot zulke moderne oplossingen.



#### 4. Common ground en integratie

De bespreking van de invloed van zeespiegelstijging op kustbewoners en vice versa maakte gebruik van veel verschillende en ook tegenstrijdige concepten: de terminologie verschilde vaak. Hoewel de disciplinaire inzichten verschillende aspecten van het probleem behandelen, zullen we laten zien dat ze samen een goed beeld geven van alle invloeden van zeespiegelstijging op de kustbewoners en vice versa. Om dit te bereiken moeten we eerst *common ground* creëren tussen de gevonden inzichten en concepten, zodat we deze kunnen integreren in een meer omvattend antwoord op de onderzoeksvraag.

##### *Aanpak*

Er zijn verschillende methoden om verschillen tussen concepten en inzichten te overbruggen: *extensie*, *herdefinitie*, *transformatie* en *organisatie*. Wij zullen hiervan gebruik maken om de verschillende inzichten uit onze twee disciplines met elkaar te kunnen verbinden.

##### *Common ground door extensie en herdefinitie*

Een concept dat door beide disciplines veel gebruikt wordt, is ‘veerkracht’ (*resilience*). Binnen de milieu-natuurwetenschappen (MNW) heeft het vooral betrekking op de veerkracht van natuurgebieden, dit is het vermogen van ecosystemen als estuaria of mangroves om zich aan veranderende omgevingsfactoren aan te passen. Ze doen dit door materiaal te gebruiken voor opbouw om boven water te blijven. Binnen de culturele antropologie (CA) doelt men met ‘veerkracht’ voornamelijk op de mogelijkheid van kustbewoners om te kunnen wegtrekken bij een verhoogde zeespiegel. De nieuwe betekenis die we aan ‘veerkracht’ geven is de volgende: de zelfredzaamheid van een gebied of groep om aan zeespiegelstijging te ontkomen. Door middel van *extensie* hebben we dit begrip een groter bereik gegeven zodat het in beide disciplines toepasbaar is.

Een concept dat nauw samenhangt met veerkracht is ‘adaptatie’. Binnen MNW heeft dit betrekking op de mogelijkheid van een systeem om zich aan te passen aan klimaatverandering. Deze aanpassing zorgt ervoor dat het systeem meer veerkracht krijgt, of zelfs voordeel kan ondervinden van de verandering. Binnen CA heeft adaptatie soms een negatieve connotatie: aanpassing aan iets nieuws betekent nieuwe investeringen doen en oude dingen opgeven. Door het begrip een nieuwe betekenis te geven, kan deze lading van negatief naar positief worden omgezet: de mogelijkheid van een systeem of van kustbewoners om zich aan te passen aan de zeespiegelstijging. Deze aanpassing kan zorgen voor nieuwe mogelijkheden.

Een ander concept dat veel wordt genoemd in verband met ‘veerkracht’ is

‘traditionele methode’. Binnen MNW gaat het hierbij om methoden om de zee te weren, zoals dijken en zeeweringen. Methoden die volgens MNW de toekomst hebben zijn bijvoorbeeld de aanleg van zoutmoerassen en de aanvoer van sediment door rivieren. Deze oplossingen zijn veerkrachtiger bij zeespiegelstijging door hun mogelijkheid om verticaal en horizontaal mee te groeien. Dit lijkt overeen te komen met wat CA ‘traditionele methoden’ noemt, ook deze methoden hebben namelijk te maken met meegaan met de natuur in plaats van deze te weren. Het begrip ‘traditionele methode’ hebben we daarom geherdefinieerd naar statische en dynamische methoden, waarbij de statische methoden de zeewerende dijken zijn en de dynamische methoden juist gebruik maken van veerkracht.

Binnen MNW wordt de veerkracht van een ecosysteem bepaald door de diversiteit die er binnen het systeem bestaat, dit wordt aangeduid met het concept ‘biodiversiteit’. Om deze ook toepasbaar te maken binnen CA hebben we het begrip biodiversiteit door middel van *extensie* breder gemaakt: biodiversiteit is de verscheidenheid aan levensvormen en culturele kennis. Hoe meer hiervan aanwezig is, des te groter de veerkracht van het systeem.

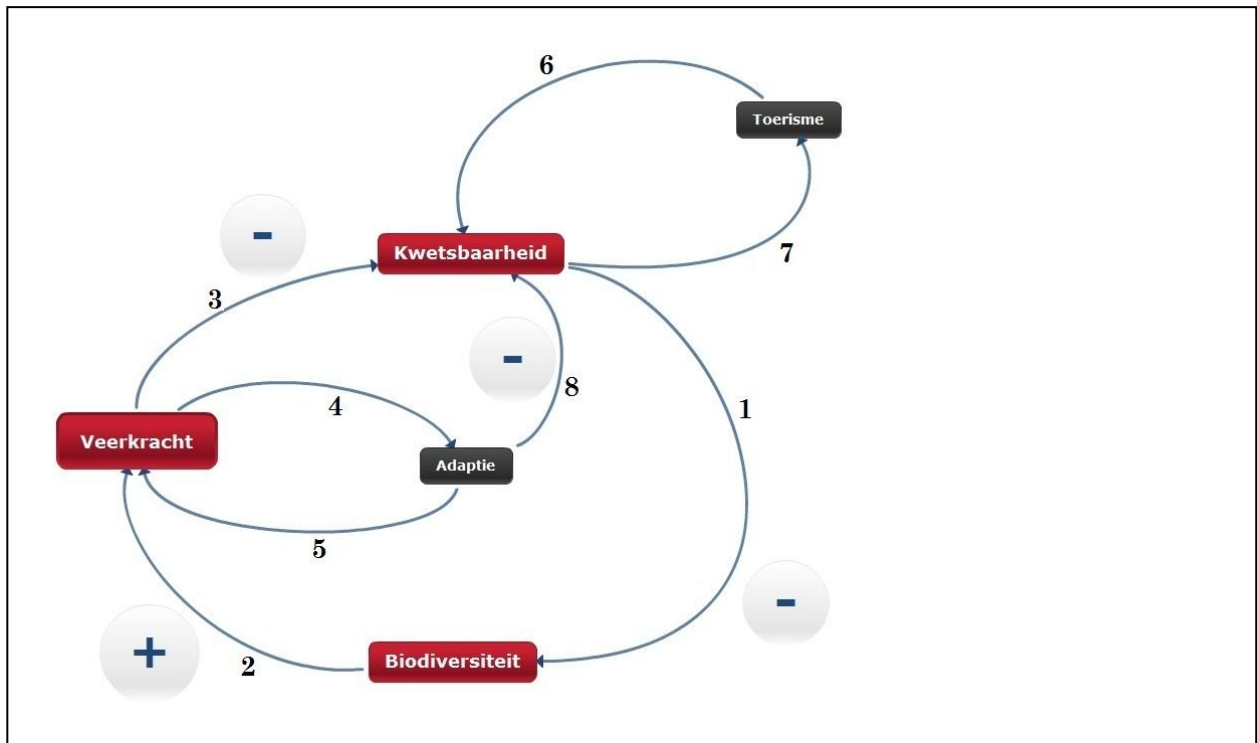
‘Kwetsbaarheid’ binnen MNW gaat over ecosystemen, binnen CA over de mensen die er wonen. Dit begrip hebben wij door *herdefinitie* een nieuwe betekenis gegeven, deze twee entiteiten staan namelijk niet los van elkaar. De nieuwe definitie van ‘kwetsbaarheid’ van een kust omvat zowel de fysieke natuur als de menselijke kustbewoners.

#### *Common ground door transformatie*

Twee schijnbaar tegengestelde concepten gaan over toerisme. Binnen MNW wordt toerisme geassocieerd met ‘achteruitgang’, op zowel directe als indirecte wijze. Binnen CA zorgt toerisme ook voor ‘mogelijkheden’. Door deze posities op een schaal te plaatsen wordt duidelijk dat toerisme een plek kan innemen die staat voor achteruitgang, maar ook een positieve invloed kan hebben op een kustgebied, afhankelijk van de manier waarop de kustbewoners met toerisme omgaan.

#### *Common ground door organisatie*

Om de onderlinge samenhang van de verschillende aspecten beter te overzien hebben wij een schematisch overzicht gemaakt dat de relatie weergeeft tussen de belangrijkste concepten inzake de wederzijdse beïnvloeding van zeespiegelstijging en kustbewoners:



Toelichting per relatie:

1. De kwetsbaarheid van de kust neemt toe naarmate de zeespiegel stijgt. Dit heeft gevolgen voor de biodiversiteit: door verzilting en overstromingen zullen er soorten verdwijnen en zullen er ook kustbewoners wegtrekken. De kwetsbaarheid heeft dus een negatieve invloed op de biodiversiteit.

2. Biodiversiteit, ook met betrekking tot de verschillende culturen die er wonen, vergroot de veerkracht van de kust. Door de interactie tussen de soorten en de diverse kennis van verschillende groepen mensen zijn kustbewoners beter in staat zich aan te passen aan de veranderende zeespiegel wanneer de biodiversiteit hoger is.

3. Veerkracht heeft een negatief effect op de kwetsbaarheid van de kust. Door de veerkracht te vergroten, verminderen de risico's voor de kust en haar bewoners.

4/5. Dit heeft te maken met het feit dat adaptatie nauw samenhangt met veerkracht. Een toegenomen aanpassingsvermogen betekent een grotere veerkracht (5), maar door een grotere veerkracht kan men zich ook beter aanpassen (4).

6. Kwetsbaarheid wordt ook beïnvloed door eventueel toerisme. We zagen al dat toerisme in een schaal kan worden geplaatst op een positie variërend van 'achteruitgang' tot 'mogelijkheden'. Afhankelijk van waar op de schaal het toerisme zich bevindt, zal dit een positieve of negatieve invloed uitoefenen op de kwetsbaarheid van het gebied.

7. Toerisme oefent invloed uit op de kwetsbaarheid, maar dit geldt ook andersom. Als een kust kwetsbaarder wordt, heeft dit een negatieve invloed op het toerisme

– de natuur kan dan immers gevaren opleveren –, maar ook kustbewoners zullen minder ruimte hebben voor toerisme als zij kwetsbaar zijn.

8. Ten slotte beïnvloedt ook het vermogen tot adaptatie de mate van kwetsbaarheid. Naarmate de kust zich beter aanpast aan de nieuwe omstandigheden, zal ook de kwetsbaarheid afnemen.

### *Integratie*

Door het creëren van *common ground* hebben we meer inzicht gekregen in de onderlinge relatie en de wederzijdse beïnvloeding van zeespiegelstijging en kustbewoners. De belangrijkste aspecten die naar voren komen zijn veerkracht, kwetsbaarheid en biodiversiteit. De veerkracht van een kust wordt beïnvloed door de mate van adaptatie en de biodiversiteit. Vervolgens heeft de veerkracht invloed op de kwetsbaarheid van de kust, zowel voor de bewoners als voor het gebied. Naarmate de veerkracht toeneemt, door de aanvoer van meer materiaal of door de input van kennis uit verschillende culturen, zal de kwetsbaarheid verminderen. Ook het toerisme speelt hierin mee; door de waarderingen die de verschillende disciplines aan het toerisme hebben gegeven in een schaal te plaatsen geven we aan dat het toerisme niet per se een negatieve of positieve invloed uitoefent op de kwetsbaarheid van een kust.

De kwetsbaarheid van een kust beïnvloedt ook de biodiversiteit, maar we zagen al eerder dat de biodiversiteit de kwetsbaarheid indirect negatief beïnvloedt, doordat deze de veerkracht stimuleert. In het proces zijn er wel twee externe factoren, namelijk die van adaptatie en toerisme, bijgekomen. Deze moeten de kwetsbaarheid van een gebied inperken zodat de biodiversiteit behouden blijft of toeneemt. Dit komt uiteindelijk ten goede aan de kust.

## 5. Conclusie

### 5.1 Samenvatting

In dit interdisciplinaire werkstuk hebben we het effect onderzocht van zeespiegelstijging op kustbewoners, en vice versa. We hebben hierbij als *casestudy* drie landen nader belicht: Nederland, Bangladesh en Noord-Australië. Onderzoek naar klimaatverandering, in dit onderzoek toegespitst op zeespiegelstijging, is bijzonder complex doordat er verschillende terugkoppelingssystemen bestaan tussen oorzaken en gevolgen. Zo dragen kustbewoners ook bij aan de relatieve zeespiegelstijging door de inklinking van land als gevolg van onder andere de winning van drinkwater. Door onze onderzoeksvraag te benaderen vanuit de disciplines milieu-natuurwetenschappen en culturele antropologie hebben wij aspecten gevonden die zich als het ware op de rand van de disciplines bevinden.

Vanuit de milieu-natuurwetenschappen is gekeken naar de effecten van klimaatverandering; want niet alleen zeespiegelstijging heeft een effect op de kust, ook de verzuring en opwarming van de oceaan en de toename van extreme weersomstandigheden spelen een rol van betekenis. Deze processen staan niet los van elkaar, maar om het onderwerp af te bakenen hebben we het aspect van zeespiegelstijging eruit gelicht.

De belangrijkste processen die bij zeespiegelstijging een effect op de kust hebben zijn verzilting en overstroming. Rivieren, interfaces en bewoond gebied ondervinden hier de gevolgen van doordat onder andere de opbrengst aan gewassen in de landbouw afneemt, de natuurlijke buffers voor overstromingen kleiner worden en het aanbod van drinkwater vermindert. Een belangrijk concept hierbij is de veerkracht van een ecosysteem, door voldoende sedimentaanvoer en/of een hoge biodiversiteit heeft een systeem meer veerkracht en is het beter bestand tegen zeespiegelstijging.

Veerkracht is ook een concept dat in culturele antropologie een belangrijke rol speelt. De eeuwenoude tradities van volken aan de kust blijken niet langer opgewassen tegen de versnelde zeespiegelstijging, maar de volken bezitten wel de veerkracht om mobiel te zijn en weg te trekken. Verder spelen de begrippen adaptatie en toerisme ook een belangrijke rol. De mate waarin een groep zich kan aanpassen is afhankelijk van de diversiteit binnen de groep. Toerisme kan een belangrijke rol spelen in de kwetsbaarheid van een kust, afhankelijk van hoe ermee wordt omgegaan heeft het een negatieve of positieve invloed.

Deze disciplinaire perspectieven gaven ons inzicht in de wisselwerking tussen zeespiegelstijging en kustbewoners. Om hun onderlinge relatie duidelijker te maken hebben we ze geïntegreerd. We hebben hierbij gebruik gemaakt van *extensie*, *herdefinitie* en

*transformatie* om de begrippen beter op elkaar te laten aansluiten. Tot slot hebben we door middel van *organisatie* de begrippen geordend zodat de verschillende relaties duidelijk werden. Hierbij bleek dat de kwetsbaarheid van een kust (het gebied inclusief zijn bewoners) afhankelijk is van haar veerkracht, en deze weer van de biodiversiteit van het gebied en zijn bewoners. Ook de twee externe factoren ‘adaptatie’ en ‘toerisme’ kunnen de kwetsbaarheid van een kustgebied verminderen.

## 5.2 Actiehorizon

Uit ons onderzoek blijkt dat zeespiegelstijging vooral effect heeft op kustbewoners als er weinig veerkracht is. De veerkracht van kustbewoners bestaat vooral uit de mogelijkheid om weg te trekken als er overstromingen dreigen. Zij kunnen een voorbeeld nemen aan de veerkracht van ecosystemen: door toevoer van materiaal kunnen zij tot op – letterlijk – zekere hoogte met de zeespiegelstijging meegroeien. In plaats van de inzet van statische dijken, kunnen er zoutmoerassen worden aangelegd als zeewering: deze kunnen meegroeien met de zeespiegelstijging. Kustbewoners kunnen bijvoorbeeld ook denken aan drijvende huizen.

De landbouw wordt door verzilting bedreigd: gewassen kunnen niet tegen het zout en groeien niet meer. Boeren zouden kunnen kijken naar het gebruik van zoutminnende gewassen in plaats afhankelijk te blijven van een afnemend aantal soorten gewassen.

Niet alleen de biodiversiteit van de natuur moet behouden blijven, ook de diversiteit van de volken aan de kust is van belang. Traditionele methoden van kustbewoners kunnen samen met de huidige kennis van westerse landen voor oplossingen zorgen.

Een laatste aspect dat de wederzijdse effecten van zeespiegelstijging en kustbewoners kan beïnvloeden, is toerisme. De bouw van resorts heeft weliswaar een negatief effect, maar door toerisme te stimuleren komt er ook weer geld beschikbaar voor het behoud van de kust.

## 6. Literatuur

*Bronnen milieu-natuurwetenschappen:*

- Alpar, B., 2009. Vulnerability of Turkish coasts to accelerated sea-level rise. *Geomorphology* 107: 58-63.
- Bonte, M. en Zwolsman, J.J.G., 2010. Climate change induced salinisation of artificial lakes in the Netherlands and consequences for drinking water production. *Water research* 44: 4411-4424.
- Eliot, I., Finlayson, C.M. en Waterman, P., 1999. Predicted climate change, sea-level rise and wetland management in the Australian wet-dry topic. *Wetlands ecology and management* 7: 63-81.
- Fleming, K., Johnston, P. Zwartz, D., Yokoyama, Y. Lambeck, K. en Chappell, J. 1998. Refining the eustatic sea-level curve since the Last Glacial Maximum using far- and intermediate-field sites. *Earth and Planetary Science Letters* 163(1-4): 327-342.
- Gain, A.K., Immerzeel, W.W., Sperna Weiland en F.C., Bierkens, M.F.P., 2011. Impact of climate change on the stream flow of the lower BrahmaputraL trends in high and low flows based on discharge-weighted ensemble modeling. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 15: 1537-1545.
- Gain, A.K., Aryal, K.P., Sana, P., Uddin, M.N., 2007. The effect of river salinity on crop diversity: a case study of South West coastal region of Bangladesh. *Nepal Agric. Res. J.* 8: 29-37.
- Ghina, F., 2003. Sustainable development in small island development states: the case of the Maldives. *Environment, development and sustainability* 5: 139-165.
- Hare, W.L., Cramer, W., Schaeffer, M., Battaglini, A. en Jaeger, C.C., 2011. Climate hotspots: key vulnerable regions, climate change and limits to warming. *Reg. environ. Change* 11 (suppl. 1): s1-s13.
- Hay, J.E. en Mimura, N., 2005. Sea-level rise: implications for water resources management. *Mitigation and adaption strategies for global change* 10: 717-737.
- Houghton, J.T., 2009. Global warming. New York, VS: Cambridge university press.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 1990. Response strategies working group: strategies for adaption to sea level rise. *In: Misdorp, R., Dronkers, J. en Spradley, J.R. (eds), Intergovernmental Panel on Climate Change Report of the Coastal Zone Management Subgroup. Ministry of Transport, Public Works and Water Management, Rijkswaterstaat, Nederland.*
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2001. Climate Change 2001. The scientific basis, eds. Houghton J.T., Ding, Y., Griggs, D. J., Noguer, M., Linden P. J. van der., Dai, X., Maskell, K. en Johnson, C. A. Cambridge, VK: Cambridge University Press.

- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2007. Climate change 2007. *The physical science basis*, eds. Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Marquis, M., Averyt, K., Tignor, M.M.B., Miller, Jr., H.L., Chen, Z. Cambridge, VK: Cambridge University Press.
- Kirwan, M. en Temmerman, S., 2009. Coastal marsh response to historical and future sea-level acceleration. *Quaternary Science reviews* 28: 1801-1808.
- Krauss, K.W., Cahoon, D.R. Allen, J.A., Ewel, K.C., Lynch, J.C. en Cormier, N., 2010. Surface elevation change and susceptibility of different mangrove zones to sea-level rise on Pacific high islands of Micronesia. *Ecosystems* 13: 129-143.
- Lambeck, K. 2002. Sea-level change from mid-Holocene to recent time: An Australian example with global implications. In: *Ice Sheets, Sea Level and the Dynamic Earth* (J.X. Mitrovica en B. L. A. Vermeersen, eds).
- Masterson, J.P. en Garabedian, S.P., 2007. Effects of sea-level rise on ground water flow in a coastal aquifer system. *Ground water* 45 (2): 209-217.
- Mitrovica, J.X. en Vermeersen, B.L.A. (Eds.) 2002. *Ice Sheets, Sea Level and the Dynamic Earth, Geodyn. Ser. 29*: 309. AGU: Washington, D. C, VS.
- Natuurlijke klimaatbuffers, 2012. Klimaatadaptie in de stad. Geraadpleegd op 28 juni 2012 via: <<http://www.klimaatbuffers.nl/projecten/stad>>.
- Philippart, C.J.M., Anadón, R., Danavaro, R. Dippner, J.W., Drinkwater, K.F., Hawkins, S.J., Oguz, T., O'Sullivan, G. en Reid, P.C., 2011. Impacts of climate change on European marine ecosystems: Observations, expectations and indicators. *Journal of experimental marine biology and ecology* 400: 52-69.
- Sarwar, M.G.M., 2005. Impacts of sea level rise on the coastal zone of Bangladesh. Master thesis, Lund University, Zweden.
- Singh, O.P., 2002. Spatial variation of sea level trend along the Bangladesh coast. *Marine Geodesy* 25 (3): 205-212.
- Singh, K., Walters, B.B. en Ollerhead, J., 2007. Climate change, sea-level rise and the case for salt marsh restoration in the bay of Fundy, Canada. *Environmental journal* 35 (2): 71-84.
- Statham, P.J., 2011. Nutrients in estuaries — An overview and the potential impacts of climate change. *Science of The Total Environment*. Southampton, VK: Elsevier.
- Wada, Y., van Beek, L.P.H., Sperna Weiland, F.C., Chao, B.F., Wu Y-H. en Bierkens, M.F.P., 2012. Past and future contribution of global groundwater depletion to sea-level rise. *Geophysical research letters* 39: 1-6.
- Werner, A.D., Ward, J.D., Morgan, L.K., Simmons, C.T., Robinson, N.I. en Teubner, M.D., 2012. Vulnerability indicators of sea water intrusion. *Groundwater* 50 (1): 48-58.
- Wolanski, E., 2007. Estuarine Ecohydrology. Amsterdam, NL: Elsevier.
- Woodroffe, C.D., 2007. Critical thresholds and the vulnerability of Australian tropical coastal ecosystems to the impacts of climate change. *Journal of coastal research* 50: 464-468.



*Bronnen culturele antropologie*

Barnhardt, R. en A. O. Kawagley

2005 Indigenous knowledge systems and Alaska native ways of knowing. *Anthropology and Education Quarterly* 36: 8-23.

Batterbury, S.

2008 Anthropology and global warming: The need for environmental engagement. *The Australian Journal of Anthropology* 19(1): 62-68.

Brown, K.

1999 Climate anthropology: Taking global warming to the people. *Science* 283: 1440-41.

Crate, S.

2008 Gone the bull of winter: Grappling with the cultural implications of and anthropology's role(s) in global climate change. *Current Anthropology* 49(4).

Ingold, T., ed.

2000 *The perception of the environment: Essays in livelihood, dwelling, and skill*. London: Routledge.

Kihupi N., R. Kingamkono, H. Dihenga, M. Kingamkono en W. Rwamugira.

2003 Integrating indigenous knowledge and climate forecasts in Tanzania. In *Coping with climate variability: The use of seasonal climate forecasts in Southern Africa*, ed. C. Vogel en K. O'Brien, 155-69. Burlington, VT: Ashgate.

Laidler, G.

2006 Inuit and scientific perspectives on the relationship between sea ice and climate change: The ideal complement? *Climatic Change* 78: 407-44.

Little, P., H. Mahmoud, en D. Coppock.

2001 When deserts flood: Risk management and climatic processes among East African pastoralists. *Climate Research* 19(2): 149-59.

Luseno, W., J. McPeak, C. Barrett, P. Little, en G. Gebru.

2003 Assessing the value of climate forecast information for pastoralists: Evidence from Southern Ethiopia and Northern Kenya. *World Development* 31: 1477-94.

Nazarea, V.

2006 Local knowledge and memory in biodiversity conservation. *Annual Review of Anthropology* 35: 317-35.

Nelson, D. en T. Finan

2000 The emergence of a climate anthropology in Northeast Brazil. *Practicing Anthropology* 22: 6-10.

Nuttal, M.

1998 *Protecting the Arctic: Indigenous peoples and cultural survival*. Amsterdam: Harwood.

- Nuttall, M., F. Berkes, B. Forbes, G. Kofinas, T. Vlassova en G. Wenzel.  
2005 Hunting, herding, fishing and gathering: Indigenous peoples and renewable resource use in the Arctic. In ACIA (Arctic Climate Impact Assessment) Scientific report. Cambridge: Cambridge University Press.
- Orlove, B.  
2005 Human adaptation to climate change: A review of three historical cases and some general perspectives. *Environmental Science and Policy* 8: 589-600.
- Pendergraft, C.  
1998 Human dimensions of climate change: Cultural theory and collective action. *Climatic Change* 39: 643-66.
- Pettinger, M., ed.  
2007 *The social construction of climate change*. London: Ashgate.
- Purcell, T.  
1998 Indigenous knowledge and applied anthropology: Questions of definition and direction. *Human Organization* 57(3): 258-72.
- Stern, P.  
1999 Learning to be smart: An exploration of the culture of intelligence in a Canadian Inuit community. *American Anthropologist* 101: 502-14.
- Stevenson, M.  
1996 Indigenous knowledge in environmental assessment. *Arctic* 49: 278-91.
- Stigter, C., Z. Dawei, L. Onyewotu en M. Xurong.  
2005 Using traditional methods and indigenous technologies for coping with climate variability. *Climatic Change* 70: 255-71.
- Strauss, S. en B. Orlove.  
2003 Up in the air: The anthropology of weather and climate. In *Weather, climate and culture*, ed. S. Strauss en B. Orlove, 3-14. Oxford: Berg.
- Torry, W.  
1983 Anthropological perspectives on climate change. In *Social science research and climate change*, ed. R. Chen, E. Boulding, en S. Schneider, 207-88. Dordrecht: Springer.
- Tyler, N., J. Turi, M. Sundset, K. Strom Bull, M. Sara, E. Reinert, N. Oskal, C. Nellesmann, J. McCarthy, S. Mathiesen, M. Martello, O. Magga, G. Hovelsrud, I. Hanssen-Bauer, N. Eira, I. Eira en R. Corell.  
2007 Saami reindeer pastoralism under climate change: Applying a generalized framework for vulnerability studies to a sub-arctic social-ecological system. *Global Environmental Change* 17: 191-206.