

# WAT TE DOEN

## TEGEN DE TOENAME VAN OVERSTROMINGSRISICO'S IN DE TOEKOMST?

2015  
33





**stowa**

HANDELINGSPERSPECTIEVEN VOOR BELEID EN BEHEER AFGELEID UIT HET ONDERZOEK  
NAAR TOEKOMSTBESTENDIGE OVERSTROMINGSRISICOBEHEERSING VAN KENNIS VOOR KLIMAAT

# WAT TE DOEN

TEGEN DE TOENAME VAN  
OVERSTROMINGSRISICO'S  
IN DE TOEKOMST?



---

## COLOFON

---

Amersfoort, oktober 2015

### Uitgave

Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer  
Postbus 2180  
3800 CD Amersfoort

### Auteurs

Frans Klijn & Maaïke Maarse (Deltares)

### Met bijdragen van

Matthijs Kok (TU Delft), Jantsje van Loon (WUR), Hans de Moel (VU Amsterdam) & Jan Mulder (Deltares)

### Met dank aan

Rob Ruijtenberg (STOWA), Nick van Barneveld (Gemeente Rotterdam), Kim van Nieuwaal (Kennis voor Klimaat), Joost Knoop en Guus Beugelink (PlanBureau voor de Leefomgeving), Anne Loes Nillesen (TU Delft), Nathalie Asselman, Maaïke Bos, Karin de Bruijn, Han Knoeff, Marcel van der Doef & Suzanne Stoorvogel- Van der Horst (allen Deltares)

### Te refereren als

Klijn, F. & M. Maarse, 2015. Wat te doen tegen de toename van overstromingsrisico's in de toekomst? Handlingsperspectieven voor beleid en beheer afgeleid uit het onderzoek naar toekomstbestendige overstromingsrisicobeheersing van Kennis voor Klimaat. STOWA, Amersfoort.

**Foto's cover** Foto Deventer: Istockphoto. Foto Zandmotor Delfland: Beeldbank.rws.nl, Rijkswaterstaat / Joop van Houdt

**Vormgeving** Shapeshifter, Utrecht

**Druk** Libertas Pascal, Utrecht

**STOWA-rapportnummer** 2015-33

**ISBN** 978-90-5773-721-3

Op [stowa.nl/bibliotheek/publicaties](http://stowa.nl/bibliotheek/publicaties) kunt u een exemplaar van dit rapport bestellen, of een pdf van het rapport downloaden.

### Copyright

Teksten en figuren uit dit rapport mogen alleen worden overgenomen met bronvermelding.

### Disclaimer

Deze uitgave is met de grootst mogelijke zorg samengesteld. Niettemin aanvaarden de auteurs en de uitgever geen enkele aansprakelijkheid voor mogelijke onjuistheden of eventuele gevolgen door toepassing van de inhoud van dit rapport.

---

	<b>INHOUDSOPGAVE</b>	
	Colofon	02
	Ten geleide	04
<b>H1</b>	<b>WAAR GAAT DIT RAPPORT OVER?</b>	06
<b>H2</b>	<b>KWELDERS, GORZEN EN BEGROEIING VOOR DE DIJK</b>	18
<b>H3</b>	<b>RIVIERVERRUIMING</b>	32
<b>H4</b>	<b>MEER ZAND IN DE KUST</b>	46
<b>H5</b>	<b>HOGERE EN STERKERE DIJKEN</b>	62
<b>H6</b>	<b>COMPARTIMENTEREN</b>	76
<b>H7</b>	<b>DOORBRAAKVRIJE DIJKEN</b>	92
<b>H8</b>	<b>ELDERS OF ANDERS BOUWEN</b>	106
	STOWA in het kort	122
	Overzicht betrokken partijen	124

---

Foto: Vildaphoto/Yves Adams

# TEN GELEIDE

---

Het klimaat verandert en de zeespiegel stijgt. Daarover bestaat geen twijfel, hoewel er nog wel onzekerheid bestaat over de snelheid van de veranderingen, en soms over de precieze richting daarvan. Wordt het in Nederland bijvoorbeeld veel natter of juist droger? Of allebei, maar in verschillende jaargetijden?

Ondanks deze onzekerheden is het verstandig te anticiperen op wat komen gaat. Daar zijn we in Nederland dan ook al volop mee bezig. In de afgelopen jaren is in diverse projecten en programma's zoals Kennis voor Klimaat, het Deltaprogramma en STOWA/Deltaproof, veel kennis opgedaan over mogelijke strategieën om ons aan te passen aan de veranderende klimatologische omstandigheden.

Maar hoe zien dergelijke adaptatiestrategieën er precies uit en hoe kom je tot een concrete invulling? Dit rapport geeft een overzicht van concrete maatregelen die kunnen worden ingezet bij adaptatie in verband met de toenemende overstromingsrisico's.

Het rapport richt zich vooral op wat gemeenten, provincies en waterschappen kunnen doen.

Voor de verschillende maatregelen wordt aangegeven welke bijdrage ze kunnen leveren aan het verkleinen van de risico's, of ze perspectiefrijk zijn en de consequenties voor beheer en onderhoud. Er worden heldere handelingsperspectieven gegeven.

Amersfoort, oktober 2015

**JOOST BUNTSMA,**  
*Directeur STOWA*

Foto: Vildaphoto/Yves Adams

---

# H1 WAAR GAAT DIT RAPPORT OVER?



---

## KLIMAATVERANDERING: VOORKOMEN OF AANPASSEN?

Het klimaat verandert en de zeespiegel stijgt. Daarover bestaat geen twijfel. Er bestaat wel twijfel over de snelheid van de veranderingen, en soms is de richting van de veranderingen onzeker. Wordt het in Nederland nu bijvoorbeeld veel natter of juist droger? Of allebei, maar in verschillende jaargetijden? En kunnen we zulke trends in neerslag eigenlijk wel goed - en tijdig - meten in de ruis die wordt veroorzaakt door de grote variaties tussen jaren? En als we die trends niet goed kunnen meten, is anticiperen dan niet geboden?

Het afremmen van de opwarming van de aarde vraagt om een omslag in het handelen op wereldschaal. Met dergelijk mondiaal mitigatiebeleid wordt nog maar weinig voortgang geboekt, want de belangen zijn groot en niemand lijkt als eerste te willen beginnen. Intussen kunnen landen die ongunstig gelegen zijn het zich niet permitteren te wachten tot alle grote spelers het eens zijn geworden en tot actie overgaan. Die bereiden zich dus voor op veranderingen die onontkoombaar lijken, en overwegen aanpassingen: adaptatie.

Ook Nederland wil zich voorbereiden. Eerst was er een nationaal programma Adaptatie Ruimte en Klimaat (ARK). De afgelopen jaren heeft het Deltaprogramma gestalte gekregen. Daarin is gekeken naar overstromingsrisico's, watervoorziening en ruimtelijke adaptatie, maar ook naar hoe die opgaven in verschillende regio's samen komen. Dit Deltaprogramma is uitgemond in zogenaamde Deltabelsingen. Aanvullend wordt nog een nationale Adaptatiestrategie (NAS) opgesteld.

Naast het Deltaprogramma liep nog het programma Kennis voor Klimaat. Dat was meer gericht op het formuleren van regionale Adaptatiestrategieën (RAS) en op onderzoek aan concrete - en liefst vernieuwende - adaptatiemaatregelen. Voor zover die met waterbeheer samenhangen zijn die samen met de STOWA verkend in het kennisprogramma Deltaproof.

Dit rapport gaat over concrete maatregelen die kunnen worden ingezet bij adaptatie in verband met toenemende overstromingsrisico's. Het maakt daarbij vooral gebruik van de kennis die is opgedaan in het onderzoek van Kennis voor Klimaat en DeltaProof. Het is dan ook vooral complementair aan wat is voorgesteld in het Deltaprogramma. En het is vooral gericht op wat gemeenten, provincies en wa-

---

terschappen kunnen doen. Die hebben namelijk meebetaald aan het onderzoek; deels uit nieuwsgierigheid, maar vooral vanuit een gevoel van medeverantwoordelijkheid.

### OVERSTROMINGSRISICO'S: WAAR GAAT HET EIGENLIJK OVER?

Bij de term overstromingsrisico denkt men vaak aan de kans op een overstroming. Maar met het woord risico wordt bedoeld op een negatief gevolg. Men spreekt niet van het risico de lotto te winnen. Volgens de formele definitie van risico moet er dan ook iets of iemand worden gekwetst. Daarom wordt wel gezegd: zonder mensen geen risico. Beter is dus: overstromingsrisico is de kans op negatieve gevolgen van overstroming voor mensen, have of goed.

Een in Nederland veel gebruikte manier om risico uit te drukken is kans x gevolg = risico. Dan wordt met kans bedoeld: de kans dat er een overstroming optreedt; en met gevolg: het gevolg van die overstroming. Omdat overstromingen van verschillende kanten kunnen komen (vanaf de rivieren, vanuit zee, vanuit neerslag), met verschillende kansen en verschillende gevolgen, moeten al die mogelijke overstromingen bij elkaar worden opgeteld. Zo kan het risico worden berekend. Deze manier om het risico uit te drukken is dan ook populair bij ingenieurs, die zaken graag berekenen. Door de overstromingskans uit te drukken als kans per jaar, en de gevolgen in euro's en/of aantal slachtoffers, kan het risico worden berekend als schade per jaar en/of slachtoffers per jaar.



Een tweede manier om naar risico's te kijken is dominant in het buitenland, waar niet zoveel dijken zijn. Die manier van kijken is ook populair onder ruimtelijke planners. Zij zijn namelijk op zoek naar ruimtelijke beelden, liefst kaartbeelden, van wat nu precies onder kan lopen, hoe snel, hoe diep, en van wat of wie daar last van heeft. Bij die manier van kijken naar risico's horen twee andere begrippen, namelijk overstromingsgevaar en kwetsbaarheid. Het overstromingsgevaar ('*hazard*' in het Engels) is een maat voor de combinatie van kansen op overstromingen en de eigenschappen van die overstromingen, zoals de aankomsttijd van het water,

---

de stijgsnelheid, de maximale waterdiepte, etc. Dit overstromingsgevaar geeft de potentie weer om schade of slachtoffers te veroorzaken; om 'te kwetsen' dus. Maar dan moeten er wel mensen of goederen zijn die gekwetst kunnen worden. Door kaarten van gevaar en kwetsbaarheid over elkaar te projecteren (vandaar het 'overlay'-teken) - of op andere wijze te combineren - ontstaat een beeld van de risico's in de ruimte.

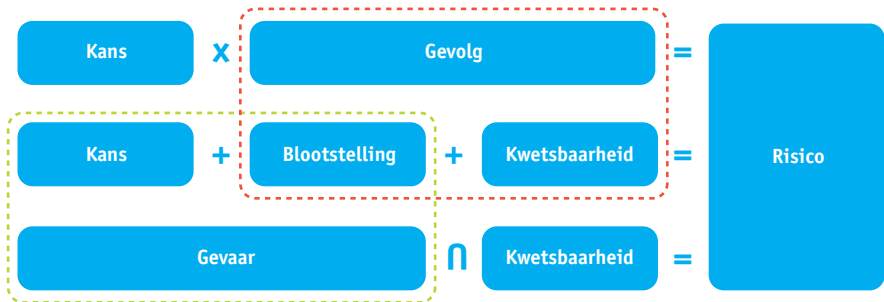


Deze twee manieren om naar overstromingsrisico's te kijken zijn beide uiterst waardevol, maar leiden ook tot misverstanden. En ze gaan soms ook gepaard met verschillende vooringenomenheden. Zo beschouwen ingenieurs het gevolg van een overstroming vaak als een gegeven, en proberen ze uitsluitend nog de kans te verkleinen. Met hogere of sterkere dijken. Terwijl planners het overstromingsgevaar als gegeven beschouwen, en zich alleen nog maar afvragen of de kwetsbaarheid niet kan worden verkleind door elders of anders te ontwikkelen. Of mensen tijdiger te evacueren.

Het mooiste is het natuurlijk als een goede balans wordt gevonden tussen beide scholen, zoals werd beoogd met de introductie van de zogenaamde 'meerlaagsveiligheid'. En dan liefst op basis van degelijke kwantitatieve onderbouwing en kwalitatieve afwegingen. Daarbij kan het helpen de verschillende invalshoeken nog iets nader tot elkaar te brengen. Dat proberen we hier.

Wat blijkt dan? De wijze waarop een gebied onder water loopt wordt bij de ene definitie beschouwd als een gevolg; van de dijkbreuk namelijk. Terwijl het bij de tweede definitie als onderdeel van het gevaar wordt beschouwd. Door een derde begrip te introduceren, kunnen we de twee scholen dichter bij elkaar brengen met het oog op betere samenwerking. Daartoe duiden we het overstromingsproces en -patroon - of beter het geheel aan overstromingskarakteristieken - aan als blootstellingskarakteristieken van de overstroming, of kortweg: 'blootstelling'. De blootstelling bepaalt verregaand de omvang van de schade en het waarschijnlijke aantal slachtoffers.

Op deze manier hebben we drie onderdelen waar we de aandacht op kunnen richten: de kans dat een overstroming optreedt, de wijze waarop en de mate waarin het gebied wordt blootgesteld, en de kwetsbaarheid van het gebied. En met deze drie onderdelen hebben we ook een onderwerp geïdentificeerd, waarvoor bij ‘meerlaagsveiligheid’ maar sporadisch aandacht is, namelijk: hoe kunnen het proces van onderlopen en het resulterende overstromingspatroon worden beïnvloed?



### OVERSTROMINGSRISICO'S NEMEN TOE

Nederland hoort door z'n lage ligging aan zee en in de delta van de Rijn en Maas tot de schijnbaar relatief gevaarlijke landen. Bijna 60% van het land kan overstromen. Een groot deel van het land ligt zelfs beneden de zeespiegel, niet het minst doordat dit deel op het water is veroverd of doordat de bodem is gedaald door eeuwenlange bemaling. Maar door de overwegend uitstekende dijken is de kans op een overstroming in Nederland relatief erg klein gemaakt. Daaraan hebben ook de Afsluitdijk en de Deltawerken het nodige bijgedragen. Nederland beroept zich er dan ook wel op de best beveiligde delta ter wereld te zijn.

Desalniettemin is evident dat klimaatverandering, bodemdaling, bevolkingsontwikkeling en economische groei de situatie er op lange termijn niet eenvoudiger op maken. Want daardoor veranderen de overstromingskansen, neemt de blootstelling mogelijk toe en wordt ons land kwetsbaarder. Klimaatverandering is in dat complexe geheel maar één van de oorzaken van toenemende overstromingsrisico's. Maar het is wel de aanleiding om eens heel goed uit te zoeken hoe de risico's zich ontwikkelen als we niets doen, en na te denken over hoe we ons het best kunnen aanpassen aan de veranderingen: adaptatie.

---

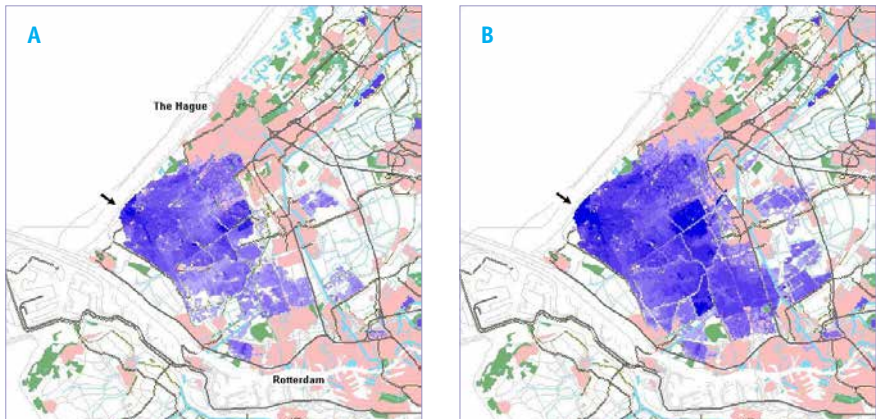
Zeespiegelstijging, grotere rivierafvoeren en extremere neerslag kunnen leiden tot een grotere kans op overstromingen en wateroverlast. We geven enige indicatieve getallen:

- De zeespiegel stijgt deze eeuw naar verwachting met 35 tot 85 cm; maar het kan meer worden, afhankelijk van het gebrek aan succes van het mitigatiebeleid, de resulterende opwarming van de aarde en het slecht voorspelbare gedrag van de grote ijskappen. Zeespiegelstijging vergroot de kans op een overstroming vanuit zee waarschijnlijk met een factor 2-3 in 2050 en met een factor 5-10 in 2100. Het is zeer waarschijnlijk dat de zeespiegel ook na 2100 blijft doorstijgen, omdat er een enorme vertraging in het klimaat-oceaanstelsel zit.
- Voor de grote rivieren wordt verwacht dat de veranderende neerslagpatronen in de stroomgebieden leiden tot lagere laagwaterafvoeren en hogere hoogwaterafvoeren. Voor de bovenrivieren wordt verwacht dat de (voorheen maatgevende) afvoer die eens in de 1250 jaar voorkomt zou kunnen toenemen van 16.000m<sup>3</sup>/s nu naar 17.000m<sup>3</sup>/s in 2050 en 18.000 m<sup>3</sup>/s in 2100. Dit betekent dat als we niets doen de kans op overstroming ook langs de rivieren groter wordt: met een factor 2-3 in 2050 en met een factor 5-10 in 2100.
- De zeespiegelstijging belemmert ook de afvoer van de grote rivieren en boezemwater. Daardoor stijgen ook de hoogwaterstanden in het IJsselmeer en de Zeeuwse en Zuid-Hollandse grote wateren. De kans op een overstroming uit die wateren wordt dus eveneens groter. En door de hogere buitenwaterstanden wordt het in heel Laag-Nederland moeilijker en duurder om neerslagoverschotten kwijt te raken door ze uit te slaan op buitenwater.
- De temperatuur stijgt zeer waarschijnlijk ook. Bij hogere temperaturen kan lucht meer water bevatten; grofweg 7% meer per graad Celsius. Daarom wordt verwacht dat natte perioden natter zullen worden en dat extreme buien vaker gaan voorkomen. Hierdoor zal de kans op wateroverlast groter worden.

Enkele van de hier genoemde veranderingen leiden niet alleen tot grotere kansen op overstromingen, maar beïnvloeden ook de blootstelling. De hogere gemiddelde zeestand en de hogere hoogwaterstanden op de grote rivieren en meren betekenen dat het verschil in hoogte tussen buitenwater en - plaatselijk nog steeds dalend - land groter wordt. Daardoor stort bij een dijkbreuk het water met meer geweld door de bres en groeit de bres sneller. Het water stroomt dan sneller in en een groter gebied wordt overspoeld. Ofwel: de overstroming verloopt sneller, is alleen daardoor al gevaarlijker, en wordt ook nog eens omvangrijker

en dus langduriger. Door de klimaatverandering wordt de blootstelling dus op vele fronten groter.

*Bij een hogere zeestand loopt er meer onder en wordt het dieper (bres bij Ter Heijde bij een 1: 10.000 storm met huidige zeespiegel en 1,3 m hogere zeespiegel; uit Klijn et al., 2010).*



#### Maximum waterdiepte (m)

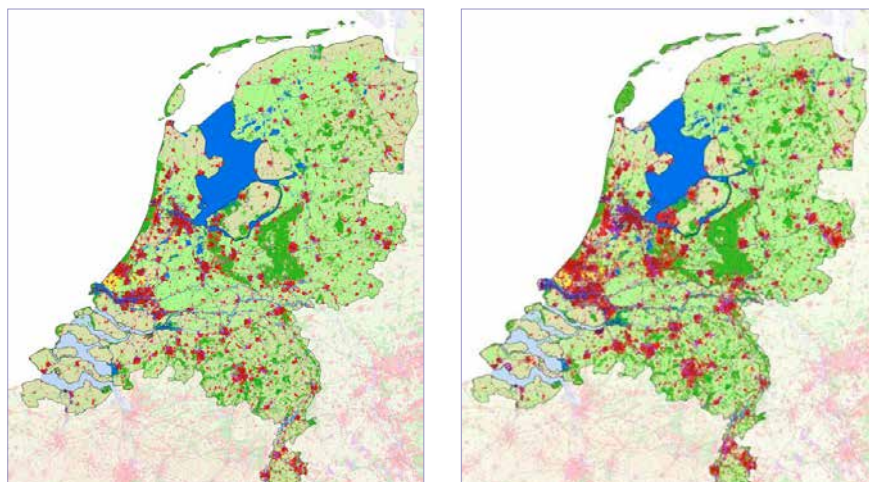


Tenslotte het derde element van wat overstromingsrisico's bepaalt: de kwetsbaarheid. Niet alleen het klimaat verandert, ook de maatschappij verandert voortdurend. Zowel de bevolkingsomvang als de economie is in dat verband relevant.

De bevolkingsomvang in Nederland verandert nog maar weinig. Volgens scenario's van de planbureaus zou het kunnen variëren van een krimp naar 15,8 miljoen tot een groei naar 19,7 miljoen rond 2040-2050. Er is in ieder geval sprake van een gestage trek naar het westen (Randstad), en ook het centrale rivierengebied en Almere groeien bovengemiddeld. Bevolkingsgroei leidt tot een toenemende kwetsbaarheid, en deze is dus extra groot in sommige landsdelen, waar het overstromingsgevaar verre van verwaarloosbaar is.

Een tweede relevante ontwikkeling is die van de economie. Naarmate meer wordt geïnvesteerd in goederen en onroerend goed meer waard wordt, neemt het schadepotentieel toe. In de scenario's van de planbureaus varieert de gemiddelde jaarlijkse economische groei van 1,2% per hoofd van de bevolking tot 2,1%. In dat laatste 'sterke-groei-scenario' neemt het schadepotentieel toe met een factor 2,3 in 2050 en 8-10 in 2100. De bijdrage van de groeiende economische kwetsbaarheid aan de toenemende overstromingsrisico's is dus ongeveer even groot als die van de klimaatverandering. Daar komt bij dat onderlinge afhankelijkheden kunnen veranderen: zo kan het uitvallen van cruciale infrastructuur (internet, energienetwerken, wegen en spoorwegen) of schakels in productieketens enorme - deels nog volstrekt onvoorziene - gevolgen hebben.

*Landgebruik in de huidige situatie en verdergaande verstedelijking tot ongeveer 2040- 2050 in het sterke-groei-scenario (Global Economy) volgens prognoses van het Planbureau voor de Leefomgeving (Kuiper & Bouwman, 2009).*



### Legenda

Urban	Industrial	Pasture	Water
Suburban	Harbour	Glasshouses	
Build up	Nature	Agri business	
Recreation	Arable land	Infrastructure	

---

## HOE KUN JE OVERSTROMINGSRISICO'S VERKLEINEN?

Overstromingsrisico's in een laag land helemaal uitbannen is vrijwel onbegonnen werk; en het wordt ook niet beoogd. We zijn immers willens en wetens gaan wonen in een delta, waar zelden tot nooit watertekorten zijn, waar de grond vruchtbaar is, waar transport over water relatief eenvoudig is, en waar dus zowel heel veel kansen voor economische ontwikkeling zijn als waar het aangenaam wonen is.

Daar hoort een zeker risico bij. Maar dat risico moet wel tot een aanvaardbaar niveau worden teruggebracht tegen aanvaardbare maatschappelijke kosten. Waarbij met maatschappelijke kosten ook de negatieve gevolgen van maatregelen worden bedoeld, waaronder aantasting van de kwaliteit van de leefomgeving: ruimtelijke kwaliteit. Dat vraagt dus om het zoeken naar een goede balans tussen effectieve risicoreductie tegen aanvaardbare kosten en met zo min mogelijk negatieve gevolgen en zo veel mogelijk gunstige neveneffecten.

De maatregelen die kunnen worden toegepast om de risico's te verkleinen, kunnen worden afgeleid uit de wijze waarop hierboven het risicobegrip is gedefinieerd. Zo kunnen maatregelen worden genomen die de kans op een overstroming verkleinen, maatregelen die de blootstelling verkleinen en maatregelen die de kwetsbaarheid van mensen en goederen verkleinen. Sommige maatregelen zijn meer gericht op het voorkomen van slachtoffers, andere meer op het voorkomen van schade.

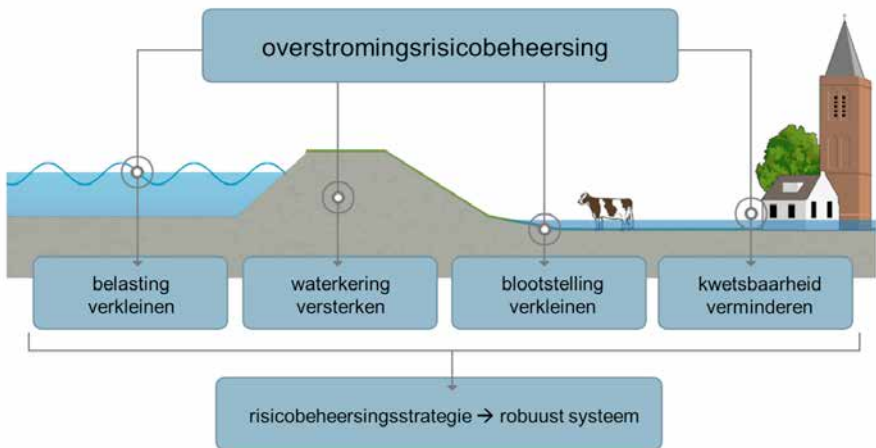
In achtereenvolgende hoofdstukken wordt ingegaan op maatregelen die op verschillende wijzen overstromingsrisico's verkleinen. Sommige verkleinen de kans, andere de kwetsbaarheid, en er zijn ook maatregelen die op meer punten tegelijk aangrijpen.

Omdat we in Nederland duizenden kilometers dijken hebben en tienduizenden kilometers kades en regionale keringen maken we nog onderscheid tussen beïnvloeding van de hydraulische belasting van de dijken en van de sterkte van de dijken zelf. Dat wordt weerspiegeld in de hoofdstukken (en is weergegeven in de bijgaande figuur):



- 
- 1 Kans op een overstroming verkleinen, door:
    - a Verminderen van belasting door golven of hoge waterstanden, met
      - *Kwelders en vegetatie*
      - *Rivierverruiming*
    - b De sterkte van de waterkering te vergroten, door
      - *Meer zand in de kust*
      - *Sterkere of hogere dijken*
  - 2 De blootstelling verkleinen door
    - *Compartimentering*
    - *Doorbraakvrije dijken*
  - 3 De kwetsbaarheid verkleinen door
    - *Elders of anders bouwen*
- 

*Mogelijke aangrijpingspunten van maatregelen in samenhang.*




---

## VERDER LEZEN

- Klijn, F., P. Baan, K.M. de Bruijn & J. Kwadijk (2007). *Overstromingsrisico's in Nederland in een veranderend klimaat; verwachtingen, schattingen en berekeningen voor het project Nederland Later*. WL-rapport Q4290, Delft.
- Kwadijk, J., F. Klijn & M. van Drunen (2006). *Klimaatbestendigheid van Nederland: nulmeting*. Routeplanner deelproject 1. WL | Delft Hydraulics & IVM-VUA. WL-rapport Q4183, Delft.
- MNP (Milieu- en Natuurplanbureau) (2007). *Nederland Later. Tweede Duurzaamheidsverkenning, deel Fysieke leefomgeving Nederland*. MNP, Bilthoven.
- PBL (Planbureau voor de Leefomgeving) (2014). *Kleine kansen - grote gevolgen. Slachtoffers en maatschappelijke ontwrichting als focus voor het waterveiligheidsbeleid*. PBL-publicatie 1031, Bilthoven.

.....

An aerial photograph showing a meandering river with a greenish-brown hue flowing through a vast, dry, and cracked landscape. The terrain is light brown and tan, with numerous small, irregular cracks and larger, winding channels that suggest a history of water flow. The river's path is highly irregular, with many sharp turns and loops. The overall scene conveys a sense of aridity and the impact of water scarcity on the land.

Kreek in de kwelder van Schiermonnikoog (Foto: Vildaphoto/Lars Soerink)

## H2 KWELDERS, GORZEN EN BEGROEIING VOOR DE DIJK

---

### WAT HOUDT DE MAATREGEL IN EN HOE VERKLEINT DEZE HET OVERSTROMINGSRISICO?

In ondiep water breken golven doordat ze weerstand ondervinden van de bodem en eventuele begroeiing. Daardoor verliezen ze hoogte en energie. En als golven begroeiing letterlijk moeten passeren kunnen ze zich ook niet goed voortplanten: bomen, takken of hoog riet kunnen golven dus ook dempen.

---

*Begroeiide hoge kwelder bij Holwerd (boot naar Ameland) (Bron: Google Earth).*



---

Het hoger en breder maken van voorlanden, zoals kwelders of gorzen, kan dus de golfaanval op waterkeringen verkleinen doordat de waterdiepte tijdens hoogwater beperkend wordt. En het hydraulisch ruwer maken van die voorlanden door een bepaalde begroeiing te bevorderen (veel ruigte of rietland, griend of wilgenvloedbos) kan de golfaanval verminderen, doordat de golfbeweging wordt afgeremd. Dat verkleint de kans op beschadiging van de dijk, golfoverslag, dijkdoorbraak en dus de kans op een overstroming van het achterland.

Het blijkt dat vooral de waterdiepte bepalend is voor de mate van golfdemping. Een hoge kwelder dempt de golven meer dan een lage kwelder. Daarnaast zijn de breedte en de ruwheid van het oppervlak belangrijk. Een begroeiide kwelder dempt de golven meer dan een onbegroeid voorland (slik of zandplaat).

Om veel effect te bereiken moet hetzij het maaiveld van het voorland kunstmatig worden verhoogd, hetzij de natuurlijke sedimentatie worden bevorderd, bijvoorbeeld door kwelderwerken. Op verschillende plaatsen langs de Waddenzeekust en in de Zuidwestelijke Delta komen kwelders (of gorzen, zoals ze elders in zoet water worden genoemd) van nature voor. Maar de meeste kwelders in het Waddengebied

---

zijn het resultaat van menselijk ingrijpen. Zonder beschermende maatregelen eroderen ze in plaats van op te slibben. Het behouden of het creëren van hoge en brede kwelders vraagt daarom op de meeste plaatsen om bescherming tegen erosie door dammen en het bevorderen van sedimentatie door het creëren van luwe omstandigheden met kwelderwerken van bijvoorbeeld wilgentenen.

---

*Kwelderwerken Noarderleech (Foto: Jantsje van Loon).*



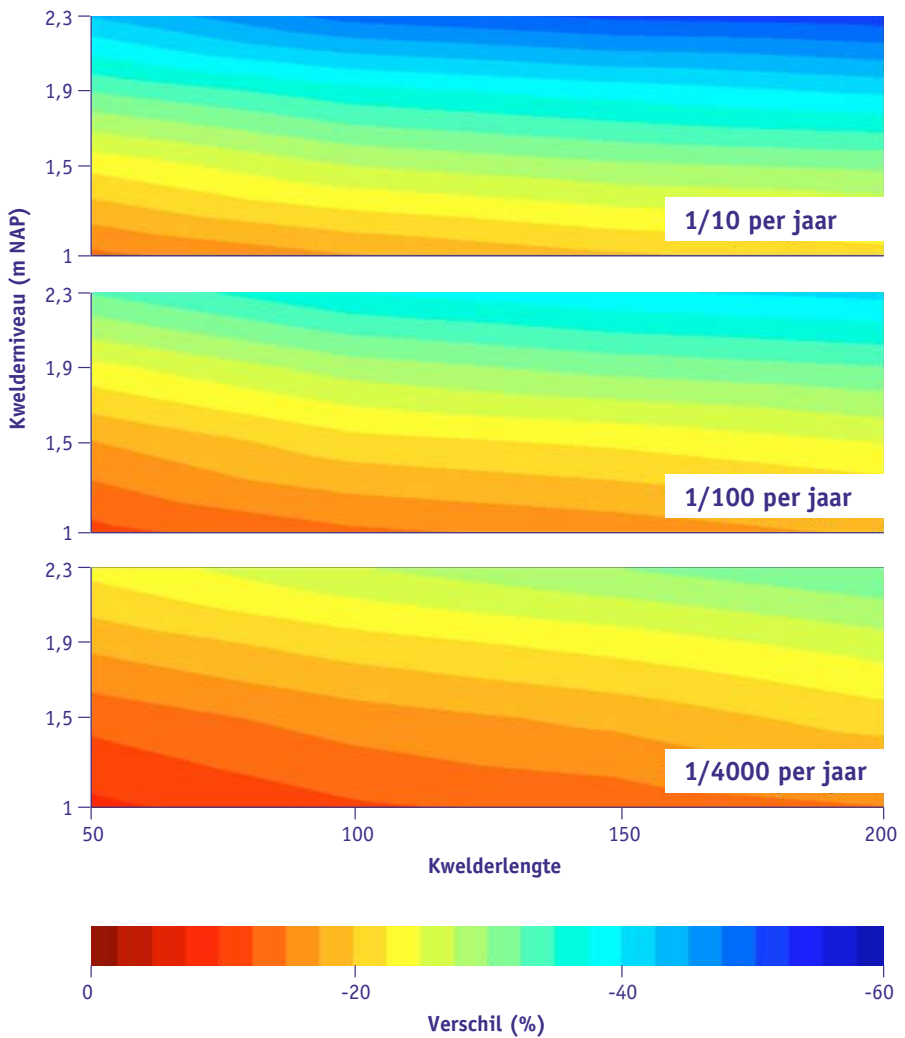
---

Vervolgens moet de gewenste begroeiing op het voorland worden gecreëerd en gehandhaafd. Dat kan in zoute milieus bijvoorbeeld door een begrazings- of maai-beheer gericht op ruige vegetatie (hier kunnen in het Nederlandse klimaat geen bomen groeien). In zoete milieus kan het door grienden aan te planten of wilgen-vloedbossen te laten ontstaan en deze eventueel zo te snoeien (of te maaien) dat op de juiste hoogte en over voldoende breedte een grote takdichtheid wordt bereikt.

Uit verkennend onderzoek blijkt dat voor de Fries-Groningse Waddenkust een kwelder van 50 m breed de golfhoogte bij maatgevende omstandigheden kan verlagen met 10-30%, afhankelijk van de hoogte van de kwelder. Hoe breder de kwelder, hoe groter het effect. In het algemeen vindt de meeste golfdemping echter

al plaats in de buitenste tientallen meters, waar de golven breken. Dat stelt dus eisen aan de minimale breedte van een kwelder, maar betekent ook dat heel grote breedtes niet nodig zijn om al nuttig effect te hebben.

*Verlaging van de golfhoogte door kwelders in procenten afhankelijk van hoogte en breedte ('kwelderlengte'), aannemende dat geen erosie optreedt (Smale, 2012).*



---

Een griend (wilgenhakhout) van enkele tientallen meters breedte kan de golfbelasting op een dijk al met 50-80% verminderen. Vooral als het water niet dieper is dan de takken hoog reiken, is de maatregel effectief. De demping vindt immers plaats in de takken en tussen de stammen. Ook voor grienden geldt dat een minimale breedte nodig is om voldoende demping te bewerkstelligen, maar enkele tientallen meters leveren al veel op.

### HEEFT DE MAATREGEL NOG VOORDELIGE NEVENEFFECTEN?

Kwelders en grienden worden beschouwd als natuurlijke en/of cultuurhistorisch interessante landschapselementen. Ze vertegenwoordigen een zekere landschaps- en natuurwaarde en vormen een interessant habitat voor vele diersoorten, vooral vogels. Het bevorderen van kweldergroei voor de dijk biedt een mogelijkheid om hoogwaterbescherming en natuur- en landschapontwikkeling te combineren.



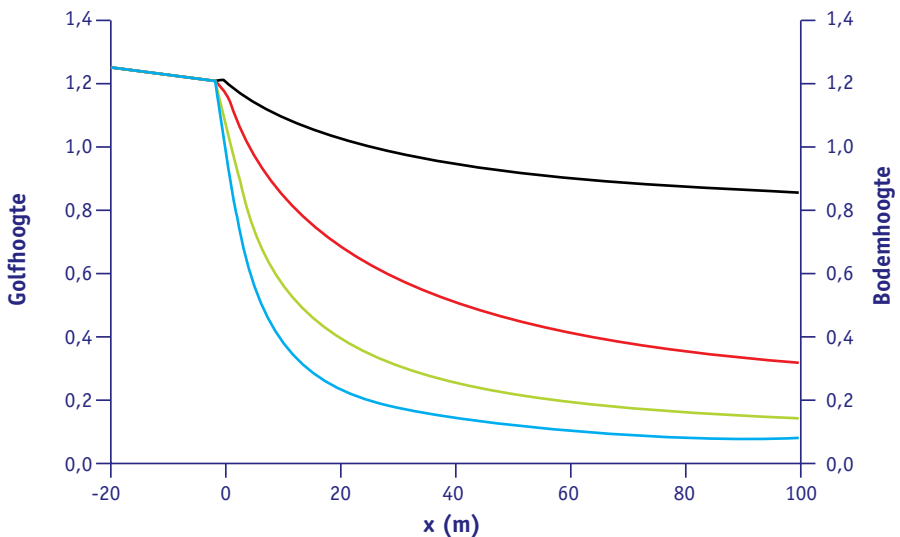
Met kwelders of grienden kan de golfbelasting op de waterkering zodanig worden verminderd dat dijkverhoging kan worden uitgesteld of helemaal niet meer nodig is. Dat kan een kostenbesparing betekenen of een groot ruimtebeslag door een zwaardere dijk voorkomen. Bovendien zijn lagere dijken visueel-ruimtelijk minder ingrijpend. Daar staat tegenover dat ook een kwelder of griend ruimte vraagt en kosten met zich meebrengt.

In principe kunnen kwelders en grienden een flexibel alternatief voor dijkverzwaring vormen, omdat ze relatief gemakkelijk zijn aan te passen of door natuurlijke



processen kunnen worden opgeruimd. Er wordt zoveel mogelijk gebruik gemaakt van natuurlijke processen zoals aanslibbing, groei en vegetatiesuccessie en daarom wordt de maatregel als een ‘zachte’ ingreep beschouwd. Bij een stijgende zeespiegel kunnen deze natuurlijke systemen vanzelf meegroeien mits ze regelmatig worden overstroomd met slibrijk water.

*Golfdemping in een griend (groene en blauwe lijnen) ten opzichte van die boven een kaal voorland (zwart) (De Vries & Dekker, 2009).*



#### WAT KUN JE ER MEE EN WAT NIET?

Je kunt de golfhoogte en -energie verkleinen en daarmee de golfaanval op de dijk. Dat betekent dat de maatregel vooral interessant is als de bekleding van de dijk een zwakke schakel is, of de dijk te laag in relatie tot golfoverslagvolumes.

Ook kan een brede kwelder of gors bijdragen aan het verder van de dijk afbrengen van het zogenaamde intreepunt van kwelwater of het vergroten van de intree-weerstand. Dat verkleint het gevaar op ‘*piping*’. Daarvoor is essentieel dat de doorlatendheid van het voorland gering is.

---

*Knotwilgen (hoogstam) op een dijkje in een laagstamgriend met opgeboste wilgetenen van circa 3 jaar oud (Foto: Vildaphoto/Lars Soerink).*



---

*Kwelders langs de Fries-Groningse waddenkust (Bron: Google Earth).*



---

De maatregel heeft geen nut als de dijk onvoldoende sterk is (macrostabiliteit) om voldoende langdurig grote waterhoogten te keren of weerstand te bieden aan overloop. Kwelders en grienden maken een dijk in die zin niet sterker. En hogere waterstanden (zeespiegelstijging) kun je er ook niet mee voorkomen.

### **WAAR IS DE MAATREGEL PERSPECTIEFRIJK EN WAAR JUIST NIET?**

Voorlanden en begroeiing zijn nuttig waar golven een relevante hydraulische belasting vormen. Dat is langs de kust en de grote wateren.

Kwelders zijn gebonden aan zoute getijdemilieus, en kunnen alleen ontstaan en voortbestaan in relatief rustig water. Ze komen van nature voor langs de kust van Friesland en Groningen, vooral ter hoogte van wantijen (lage stroomsnelheden), maar ook langs de estuaria en zeearmen in Zuidwest Nederland. Dat betekent dat ze in relatief stroomluwe en beschutte delen van de Waddenkust (landzijde eilanden, vastelandskust) en de Zeeuwse wateren kunnen worden bevorderd. Vaak vraagt dit wel enig ingrijpen, bijvoorbeeld door de aanleg van kwelderwerken.

Gorzen zijn juist aan zoete getijdemilieus gebonden. Die milieus zijn in Nederland zeldzaam geworden door de afsluiting van de zeearmen. Nieuwe gorzen vragen dan ook haast altijd aanleg ('opspuiten') en ingrijpen om ze te behouden (harde oeverbescherming). Ze zijn perspectiefrijk langs de ondiepe (vastelands)oevers van het IJsselmeer en Markermeer, en langs het Haringvliet en Hollands Diep.

Grienden of andere hoge begroeiing voor de dijken kunnen effectief en kansrijk zijn in zoete getijdemilieus en het benedenrivierengebied. Waar behoud van voldoende afvoercapaciteit essentieel is (bovenrivierengebied) is hoge begroeiing alleen in stroomluwtes toelaatbaar.

### **PAST HET IN HUIDIG BELEID OF IS HET NIEUW?**

De huidige wijze van het toetsen van waterkeringen gaat uit van hydraulische randvoorwaarden aan de voet van de waterkering die door Rijkswaterstaat worden berekend met behulp van het model HYDRA. Daarbij wordt wel rekening gehouden met de (aquatische) morfologie van het waterlichaam, maar zelden tot nooit met (terrestrische) voorlanden.

Bij het feitelijke toetsen van de *sterkte* van de waterkering kan het waterschap re-

---

kening houden met voorlanden; en dat gebeurt ook omdat het faalmechanisme *piping* heel gevoelig is voor het intreepunt, c.q. de intreeweerstand. Met een lagere hydraulische *belasting* door de aanwezigheid van voorlanden of vegetatie wordt in de praktijk echter zelden of nooit rekening gehouden. Als belangrijkste argument wordt daarvoor genoemd dat de waterschappen geen zeggenschap hebben over de voorlanden, en ze niet in hun ‘legger’ zitten.

Dit betekent dat in de huidige praktijk van het toetsen en ontwerpen van waterkeringen geen (of nauwelijks) rekening wordt gehouden met de belasting-verlagende werking van voorlanden en vegetatie. Er zijn uitzonderingen, bijvoorbeeld in de Noordwaard (Biesbosch), waar nu wordt geëxperimenteerd met het meerekenen van een griend en waar het waterschap (Rivierenland) expliciete eisen aan het beheer stelt.

Samengevat: het meetellen van de functionaliteit van voorlanden en hun begroeiing is nieuw. En verdient aandacht bij de vernieuwing van het toetsinstrumentarium en de toepassing daarvan in de praktijk.

---

*Ontwerpschets van een golfremmende griend met snoei-beheer in stroken voor Fort Werendam in de Noordwaard (Biesbosch) (Robbert de Koning landschapsarchitect bnt).*



---

Mede naar aanleiding van de aandacht voor de verwachte effecten van klimaatverandering op de zeespiegel en het stormklimaat, is er wel al enige tijd belangstelling voor de mogelijke betekenis van kwelders voor de hoogwaterbescherming. Waterschap Hunze en Aa's onderzoekt momenteel de mogelijkheden voor een groene (gras)dijk met een flauw buitentalud langs de Dollard zonder dure en ontserende steenbekleding, die mogelijk lijkt doordat de golven hier al enigszins gedempt zijn door de voorliggende kwelders.

Tenslotte is relevant dat de natuurwaarde van kwelders (schorren) en aangrenzende platen en slikken (wad) en die van grienden en vloedbossen breed erkend wordt. Veel van deze intergetijdengebieden zijn aangewezen als te beschermen natuurgebied, o.a. in de EU Vogel- en Habitatrictlijnen en de Natuurbeschermingswet. Dat kan in de praktijk belemmerend lijken als actief ingrijpen (kwelderwerken, hoger opspuiten) wordt overwogen, omdat deze richtlijnen behoud van het bestaande boven ontwikkeling van nieuw natuurwaarden stellen. De ervaring leert echter dat deze wet- en regelgeving een dergelijke ontwikkeling niet uitsluit. En de maatregel past in de ontwikkelingsvisie van internationale NGO's (zoals het WereldNatuurFonds (WNF)), waar de overheid welwillend tegenover staat.

### ZIJN ER HAKEN EN OGEN AAN DE MAATREGEL?

- Vooroevers zijn vaak eigendom van andere partijen dan de waterkeringsbeheerder. En het beheer van die terreinen en de begroeiing daarop berust bij die eigenaren. Dit vraagt heldere en afrekenbare afspraken over instandhouding (opname in de legger of op andere wijze) en eventueel de mogelijkheid op kosten van de eigenaar in te grijpen (zoals bij het beheer van watergangen).
- Vanwege het dynamische karakter van kwelders (opslibbing en afslag) en meer nog van de begroeiing van voorlanden (seizoensafhankelijkheid, groei en successie van kweldervegetatie, grienden en bossen) is de mate van golfdemping lastig nauwkeurig te kwantificeren. Enige onzekerheid dient in acht te worden genomen (veiligheidsfactor).
- Wensen vanuit natuur en hoogwaterbescherming kunnen conflicteren. Vanuit hoogwaterbescherming is een hoge en stabiele kwelder wenselijk, terwijl vanuit natuuroogpunt een lagere dynamische kwelder interessanter is. En vanuit natuuroogpunt is een oud bos interessanter, maar voor golfdemping is een twee tot driejarige griend het meest effectief.

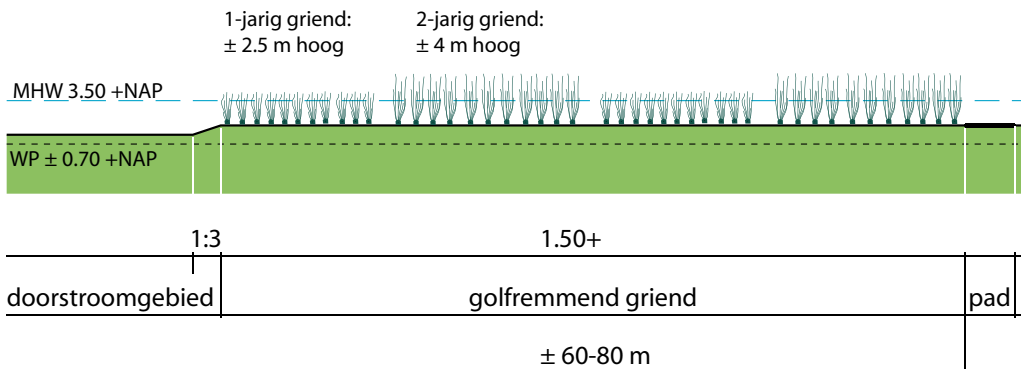
- Kwelders en gorzen hebben in slibrijk getijdewater de potentie mee te groeien met de zeespiegelstijging. Er moet daarvoor wel voldoende sediment beschikbaar zijn en een bepaalde getijslag. Toepassing in stagnante en/of slibarme wateren vraagt om actief ingrijpen: oeverbescherming en eventueel herhaalde op-hoging.

### WIE ZOU INITIATIEF MOETEN NEMEN?

Terreinbeheerders (provinciale landschappen, Staatsbosbeheer, Natuurmonumenten) en NGO's (Waddenvereniging, WNF) zouden de maatregel moeten bepleiten omwille van de mogelijkheid natuurontwikkeling te combineren met het voorkomen van verdere aantasting van het landschap door dijkverzwaring en/of zwaardere (steen)bekleding.

De directe belanghebbende bij uitstel van dijkversterking of een goedkopere waterkering is het waterschap. Dat zou een verkenning van dit alternatief daarom ook kunnen nastreven.

*Ontwerp golfremmende griend voor een lagere doorbraakvrije dijk in de Noordwaard (Biesbosch) (Robbert de Koning landschapsarchitect bnt).*



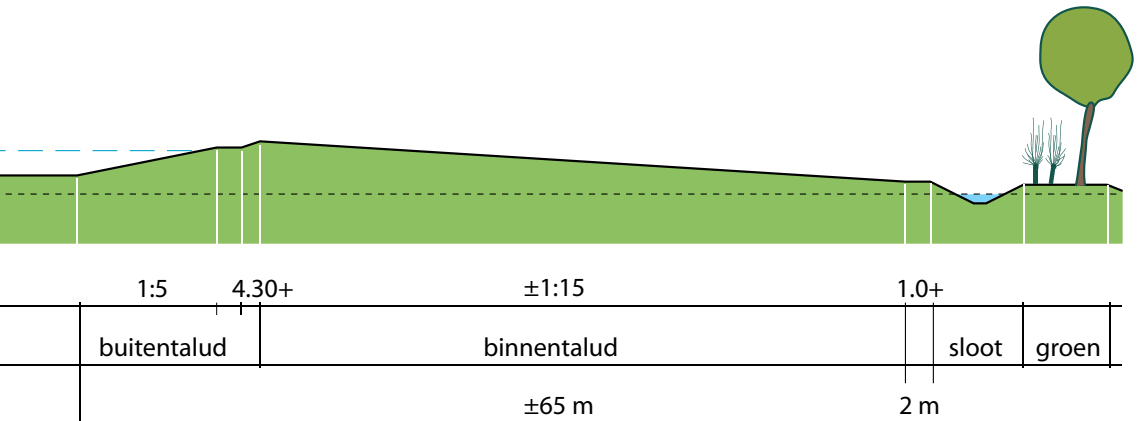
**zijde doorstroomgebied**

### ZIJN ER NOG BELANGRIJKE CONSEQUENTIES VOOR BEHEER EN ONDERHOUD?

Er zijn wel richtlijnen geformuleerd om vooroevers in de beoordeling van dijken mee te nemen, maar in verband met het dynamische karakter van de vooroevers wordt dat nog nauwelijks gedaan.

Als kwelders en/of wilgenbossen als waterkerend object worden beschouwd, moeten er richtlijnen voor hun beheer komen om hun golfdempende effect te waarborgen. Er moeten eisen worden gesteld aan de hoogte en breedte van vooroevers, ook tijdens hoogwater en/of stormcondities (als er erosie op kan treden). En aan rietgorzen, grienden en bossen moeten eisen ten aanzien van de hoogte en tak- of stamdichtheid worden gesteld. Enige marge lijkt daarbij gewenst.

Tenslotte is het relevant dat begroeiing voor dijken ook tot extra drijfvuil kan leiden: riet, takken en stammen. Deze kunnen in de begroeiing terecht komen en dan bijdragen aan golfdemping, maar bomen kunnen ook tegen de dijk drijven met gevaar voor beschadiging. Dit vraagt aandacht.



**zijde fort**

---

### DOEN

- ✓ Waar golven een belangrijke hydraulische belasting vormen, verkennen hoe gevoelig dijkontwerp en/of dijktoets zijn voor het meerekenen van bestaande voorlanden met verschillende hoogte en breedte en/of begroeiing van verschillende hoogte en dichtheid.
- ✓ Verkennen of de omstandigheden geschikt zijn voor uitbreiding van natuurlijke voorlanden of aanleg van kunstmatige, dan wel golfdempende begroeiing op bestaand voorland.
- ✓ In gesprek gaan met terreineigenaren en/of beheerders over de wenselijkheid van de maatregel en eventuele beperkingen die eruit voortvloeien. En het alternatief: aanpassing van de waterkering.

---

### NIET DOEN

- ✗ Voorlanden overwegen in diep water (Flevolandse kust) of waar stroomsnelheden te groot zijn.
- ✗ Griend of bos overwegen waar de afvoercapaciteit belangrijk is (stromende delen van uiterwaarden langs de bovenrivieren).
- ✗ Griend of bos nastreven in landschappen waarvan het open karakter een erkende kernkwaliteit is.



---

## VERDER LEZEN

- Calderon, A. & A.J. Smale (2013). *Doelbereik innovatieve dijkconcepten DP Wadden*. Deltares-rapport 1207459-002, Delft
- De Vries, M.B. & F. Dekker (2009). *Ontwerp groene golfremmende dijk Fort Steurgat bij Werkendam*. Deltares, Delft.
- Van Loon-Steensma, J.M., A.J. Smale & A.V. de Groot (2014). *Betekenis van voorlanden voor waterveiligheid*. Factsheet DP-Waddengebied.
- Van Loon-Steensma, J.M., P.A. Slim, J. Vroom, J. Stapel & A.P. Oost (2012). *Een dijk van een kwelder : een verkenning naar de golfreducerende werking van kwelders*. Alterra, Wageningen.

# H3 RIVIERVERRUIMING



---

## RIVIERVERRUIMING

Wat houdt de maatregel in en hoe verkleint deze het overstromingsrisico?

De rivieren in Nederland moeten door klimaatverandering en normaanscherping meer water veilig kunnen afvoeren. Dat vraagt een grotere natte doorsnede en 'gladde' uiterwaarden. De natte doorsnede kan worden vergroot door dijkverhoging - waardoor de hoogwaterstanden hoger worden - of door rivierverruiming, waarbij of meer diepte of meer breedte wordt gecreëerd. Door de rivieren te verruimen wordt de afvoercapaciteit vergroot en gaat de waterstand omlaag.

Er kan worden gekozen uit retentie, dijkverlegging, groene of blauwgroene bypasses, het verwijderen van obstakels, uiterwaardverlaging, kribverlaging, zomerbedverdieping en komberging. De eerste (retentie) en de laatste (komberging) zijn eigenlijk geen rivierverruiming, maar wel ruimte-voor-watermaatregelen. Welke maatregel het best werkt hangt af van de locatie.

---

*De veerweg bij Kesteren is op poten gezet om opstuwing aan bovenstroomse zijde te verminderen.*



---

Het effect van rivierverruiming is verlaging van de hoogwaterstanden, waardoor de kans op overstroming kleiner wordt. Sommige maatregelen verlagen alle water-

---

standen, bijvoorbeeld zomerbedverdieping, andere alleen de hoogste, zoals retentie of komberging. Als alleen de hoogste waterstanden worden verlaagd is het effect op de overstromingskans kleiner dan wanneer alle hoogwaterstanden worden verlaagd; want dijken kunnen ook bezwijken als het nog niet kantje-boord staat. Heel grof kan worden gesteld dat om de doorbraakkans van dijken met een factor 10 te verkleinen, de hoogwaterstand op de Rijntakken en de bedijkte Maas tussen de 30 en 90 cm moet worden verlaagd - afhankelijk van de locatie. Een verlaging met 30 cm betekent op de meeste plaatsen een verkleining van de doorbraakkans

---

*Cortenoever aan de IJssel in de huidige situatie (boven), met verlegde dijk (midden) en met hoog water (Fotomontage).*





---

Lagere hoogwaterstanden betekent ook kleinere gevolgen als de dijk het toch begeeft, omdat een kleiner gebied onderloopt en het ook minder diep wordt. Bij een kleiner hoogteverschil tussen rivier en land stroomt water langzamer in en vormt een bres zich minder snel. En als water minder snel instroomt, is er meer tijd om het gebied te verlaten en stroomt er uiteindelijk ook minder onder. De blootstelling aan de overstroming blijft dan beperkter. Dat is vooral het geval in dijkkringgebieden die aan hoge zandgronden grenzen, maar ook daar waar regionale waterkeringen de verspreiding van water tot een bepaalde hoogte verhinderen (zie de teksten over compartimenteren).

In een veranderend klimaat kan met rivierverruiming worden voorkomen dat dijken moeten worden verhoogd, om zo een toenemend verschil tussen buitenwaterstand en binnendijks land te voorkomen. Dat was indertijd één van de belangrijkste argumenten om vanaf eind vorige eeuw rivierverruiming te prefereren boven dijkverhoging.

#### **HEEFT DE MAATREGEL NOG VOORDELIGE NEVENEFFECTEN?**

Alle rivierverruimende maatregelen kunnen de noodzaak tot dijkverhoging voorkomen, en zo bijdragen aan behoud van bestaande landschapswaarden. Vooral karakteristieke dijkdorpen en bebouwing kunnen zo gespaard blijven.

Sommige rivierverruimende maatregelen kunnen de ruimtelijke kwaliteit vergroten. Dat kan door natuurontwikkeling mogelijk te maken, door cultuur-historisch erfgoed herkenbaarder te maken of door de esthetische kwaliteit te vergroten. Een aantrekkelijker landschap vergroot de gebruikswaarde, vooral voor de lokale bevolking (ommetjes), maar ook voor publiek van buiten. Met name dijkverleggingen, bypasses en uiterwaardvergravingen leiden vaak tot een grotere recreatieve gebruikswaarde, terwijl het opruimen van obstakels het landschap vaak minder rommelig maakt en de samenhang vergroot.

Dijkverleggingen en uiterwaardvergraving gaan vaak gepaard met herinrichting en natuurontwikkeling. Ruimte voor de rivier is dan ook ruimte voor natuur, vooral voor natuurlijke processen (Munnikenland, Noordwaard). Maar bij rivierverruiming ter plaatse van stedelijke knelpunten zijn ook andere vormen van medegebruik mogelijk, zoals woningbouw, horeca en intensieve recreatie (watersport). Voorbeelden zijn te vinden bij de maatregelen te Nijmegen en Deventer.

---

Landbouw en rivierverruiming gaan vaak ook goed samen, zoals diverse projecten langs de IJssel en de Overdiepse Polder aan de Bergsche Maas laten zien.

---

*Nieuwe boerderij op een terp in de Overdiepse Polder: een betere toekomst voor de agrariërs.*



---

#### **WAT KUN JE ER MEE EN WAT NIET?**

Met rivierverruiming kan de waterstand worden verlaagd en de overstromingskansen worden verkleind. Dat betekent dat op sommige plekken dijkverhoging kan worden voorkomen. In onbedijkte rivieren kunnen hoogwaterstanden zo worden verlaagd dat de overstromingsfrequentie afneemt. Of dat bij dezelfde kans van optreden het ondergelopen gebied kleiner wordt. Dat verkleint het risico.

Rivierverruiming is daardoor bij uitstek geschikt om grotere rivierafvoeren het hoofd te bieden die door klimaatverandering veroorzaakt kunnen worden. Ook kan het ingezet worden om de beschermingsniveaus van bestaande dijken te verhogen (door de belasting te verlagen).

---

Rivierverruiming kan dijken die te zwak zijn echter niet sterker maken. Dus waar dijken niet sterk genoeg zijn (*piping*, macrostabiliteit), kan rivierverruiming dijkversterking vaak niet voorkomen omdat het *piping*probleem zo groot is; hoewel ook onderloopsheid en het ‘omvallen’ van dijken natuurlijk door waterdruk worden veroorzaakt. Die waterdruk wordt door rivierverruiming wel degelijk verkleind, zodat de kans op bezwijken kleiner wordt.

### WAAR IS DE MAATREGEL PERSPECTIEFRIJK EN WAAR JUIST NIET?

Rivierverruiming is nuttig in wateren die onder vrij verval water afvoeren. Dat zijn de grote rivieren, maar ook kleinere rivieren en riviertjes en beken. De maatregel werkt alleen als de waterstand niet hoofdzakelijk bepaald wordt door de zeestand of de waterstand in het meer waarin een rivier uitkomt. Voor de grote rivieren komt dat overeen met wat men aanduidt als de ‘bovenrivieren’. In getijdewateren en het benedenrivierengebied is rivierverruiming niet effectief, hoewel komberging nog wel lagere waterstanden kan opleveren.

Rivierverruiming is vooral perspectiefrijk in rivieren waar door ingrijpen van de mens de afvoer wordt belemmerd, bijvoorbeeld doordat dijken of kades tot vernauwingen van het rivierbed leiden, of bruggen en bruggehoofden, of hoogwatervrije terreinen in uiterwaarden, of stuwen, of andere obstakels die de afvoer remmen (kribben).

Waar de rivier geheel ongestoord door een natuurlijk dal stroomt, ligt rivierverruiming niet voor de hand, omdat dat aanpassing van het natuurlijk dwarsprofiel betekent en dus aantasting van het natuurlijk reliëf.

### PAST HET IN HUIDIG BELEID OF IS HET NIEUW?

Rivierverruiming is sedert 2001 de voorkeursmaatregel in het bovenrivierengebied van Rijnakken en Maas: de rijkswateren. Aan rivierverruiming is daar consequent de voorkeur gegeven boven dijkverhoging, om de vicieuze cirkel van steeds terugkerende dijkverhoging te doorbreken. Dit was een koerswijziging ten opzichte van het vroegere beleid, mede ingegeven door toenemende weerstand tegen dijkverzwaring wegens de aantasting van het landschap die dat met zich meebracht. Nu is ruimte-voor-de-rivier dus niet nieuw meer.



---

*Voorbeeld van een hydraulisch zeer effectieve maatregel: de dijkverlegging Lent (Nijmegen). Deze vergroot de ruimtelijke kwaliteit door de stad en de rivier met elkaar te verbinden, spannende uitlooptmogelijkheden en nieuwe verblijfmilieus te bieden en een aantrekkelijk uitzicht vanaf een nieuwe boulevard aan de noordoever. Boven: voor de ingreep; onder: na (Fotomontage: Gemeente Nijmegen en Royal Haskoning-DHV).*



---

In het rijksprogramma Ruimte voor de Rivier (uitvoeringsprogramma volgend op een Planologische Kernbeslissing: PKB) zijn er voor 39 locaties langs de Rijn, IJssel, Waal, Nederrijn en Lek maatregelen ontworpen om de waterstand te verlagen. In het programma worden de maatregelen uitgewerkt en uitgevoerd door provincies, waterschappen en gemeenten in samenwerking met Rijkswaterstaat. In 2016 zal de laatste maatregel zijn uitgevoerd.

In het Deltaprogramma rivieren is in de voorkeurstrategie voor de toekomst rivierverruiming voor veel riviertrajecten genoemd als de meest verkieslijke manier om hogere rivierafvoeren door klimaatverandering te pareren. Daarnaast is dijkverzwaring nodig om te zwakke dijken op orde te krijgen en om de voorgestelde nieuwe beschermingsnormen te halen.

In kleinere regionale rivieren en beken kan het herstel van beekdalen en overstromingsvlakten als een vorm van rivierverruiming worden beschouwd. Dit betekent immers het teruggeven van ruimte, die als berging functioneert en de afvoergolf afvlakt. Het is in ieder geval een andere strategie dan verbreding en verkorting van de watergangen, gericht op snelle afvoer van water, zoals tot de 90-er jaren van de vorige eeuw gebruikelijk was.

Deze aanpak wordt als natuur- en landschapsvriendelijker beschouwd, en past uitstekend bij het adagium van het integraal waterbeheer, zoals veel waterschappen dat hebben omarmd. Het sluit ook aan bij het beleid Waterbeheer 21<sup>e</sup> eeuw, dat de voorkeursvolgorde ‘vasthouden, bergen, afvoeren’ heeft vastgelegd.

#### ZIJN ER HAKEN EN OGEN AAN DE MAATREGEL?

- Door de aanleg van een bypass wordt de totale lengte aan dijken groter, wat leidt tot meer potentiële doorbraaklocaties, het zogenaamde lengte-effect. Dit kan een grotere overstromingskans betekenen.
- Bypasses verdelen grote dijkkringen echter ook in kleinere. Dit is een soort compartimentering waarbij het oppervlak dat door dijkbreuk onderloopt kleiner is en evacuatie makkelijker en over kortere afstanden dient te gebeuren. Het wordt in een klein compartiment wel snel dieper; dat stelt extra eisen aan de standzekerheid van de kering.

- 
- Dijkverleggingen en bypasses kunnen maatschappelijk zeer ingrijpend zijn en tot weerstand bij betrokkenen leiden. Ze moeten dan ook onderdeel worden gemaakt van regionale gebiedsontwikkelingen met een meervoudige doelstelling. In het Ruimte-voor-de-Rivierprogramma zijn daar goede voorbeelden van te vinden.
  - Rivierverruiming kan botsen met andere doelstellingen van de rivierbeheerder, zoals goede bevaarbaarheid (geen extra sedimentatie, goed zichtbare kribben), of ongestoorde natuurontwikkeling (helaas leidend tot 'hydraulisch ruwe' vegetatie). Dit vraagt een brede afweging, met gevoel voor verhoudingen (meer - minder belangrijk, tijdelijk of permanent).

### WIE ZOU INITIATIEF MOETEN NEMEN?

Vanwege de mogelijkheden tot natuur- of landschapsontwikkeling die een groot rivierverruimingsproject mogelijk maakt, ligt een initiatief door provincie (ruimtelijk beleid), gemeente, of natuurorganisatie voor de hand. We zien dat Overijssel actief is in IJsseldelta-Noord, Gelderland het project Waalweelde naar zich toe heeft getrokken en een bypass langs de Waal bij Varik verkent, en Staatsbosbeheer actief lobbyt.

Langs de rijkswateren is het rijk de waterbeheerder, maar wordt de dijk door waterschappen beheerd. Daar staat tegenover dat het rijk tot voor kort financieel opdraaide voor en tegenwoordig nog steeds substantieel bijdraagt aan dijkverzwaring als die voortkomt uit hogere (maatgevende) waterstanden als gevolg van klimaatverandering of normaanscherping. Bovendien wordt het rijk verantwoordelijk gehouden bij rampen door bovenmaatgevende omstandigheden, waar de dijken niet tegen bestand hoeven te zijn. Daarom ligt het voor de hand dat het rijk langs de rijkswateren het initiatief neemt.

De dijkbeheerder heeft de meest directe baat bij lagere rivierwaterstanden, omdat de dijken dan niet hoger hoeven. De rivierbeheerder kan die lagere waterstanden tot stand brengen. In veel gevallen is een waterschap echter zowel dijk- als waterbeheerder, dan is het relatief eenvoudig. Dit geldt vooral voor kleinere rivieren en beken, waar waterschappen vaak het initiatief nemen, daar door NGO's toe aangezet en gesteund door de provincie en belanghebbende gemeenten.

---

## ZIJN ER NOG BELANGRIJKE CONSEQUENTIES VOOR BEHEER EN ONDERHOUD?

Het zomer- en winterbed van de grote rivieren wordt beheerd met het oog op behoud van voldoende afvoercapaciteit. De rivieren worden integraal beschouwd als waterstaatswerk. Daarom zijn zowel de morfologie als de vegetatie(ruwheid) van het winterbed vastgelegd in een legger. Alle eigenaren en beheerders moeten bijdragen aan het handhaven van deze vastgelegde toestand.

Vergroting van het winterbed door dijkverlegging of groene rivieren betekent dat de natuurlijke opslibbing over een groter oppervlak wordt verspreid en verticaal mogelijk iets langzamer gaat. Uiterwaardverlaging daarentegen leidt vaak tot extra aanzanding in de betreffende uiterwaard, die als lokale zandvang gaat werken. Meestromende nevengeulen in uiterwaarden kunnen tot lokale en tijdelijke extra sedimentatie in het zomerbed leiden, omdat de afvoer in de hoofdgeul minder sterk wordt.

Ook zomerbedverdieping werkt als zandvang en vergt voortdurend onderhoud. Maar kribverlaging leidt waarschijnlijk alleen maar tot een verplaatsing van erosie en sedimentatie, waarbij de kribvakken dieper worden en het zomerbed iets omhoog komt. Voor onderhoudsbaggerwerk betekent dat wel een verschuiving in plaats en tijd.

De vegetatie van nieuw toegevoegde of vergraven uiterwaarden vraagt vooral net na oplevering extra aandacht. Dan vestigt een pioniervegetatie zich, waarbij op kale grond wilgen kunnen opslaan. Die zijn dan moeilijk weer weg te krijgen. In latere successiestadia vragen vooral riet, ruigten en struwelen om goede monitoring en adequaat beheer.

Om te intensief beheer te voorkomen verdient cyclische verjonging overweging: een beheersvorm waarbij de successie een tijd lang ongemoeid wordt gelaten om dan rigoureuus te worden teruggebracht naar een pionierstadium. Zo wordt de natuurlijke verjonging in natuurlijke rivieren nagebootst.

---

## DOEN

- ✓ Analyseer de verhanglijn van rivieren bij hoogwateromstandigheden om de hydraulische knelpunten te identificeren: waar wordt de afvoer belemmerd?
- ✓ Verken maatregelen om deze knelpunten op te lossen: wat kosten ze en welke risicoreductie leveren ze op? Vergelijk dit met traditionele oplossingen, zoals dijken, kades of vergroting van de natte doorsnede (kanalisatie beken).
- ✓ Kies waar mogelijk principieel voor rivierverruiming waar klimaatverandering de oorzaak van risicotoename is, anders moeten de dijken steeds hoger ten opzichte van het achterliggende land.
- ✓ Begin altijd eerst de dijk zover mogelijk naar achter te leggen, want later kan dat niet meer; uiterwaardvergraving kan altijd nog.
- ✓ Verken of er synergie met rivierverruiming mogelijk is op die plekken langs kleine en grote rivieren waar ruimtelijke ontwikkelingen (urbaan, landelijk of natuurontwikkeling) worden voorgenomen.

---

## NIET DOEN

- ✗ Te makkelijk kiezen voor retentie, omdat dat een effectieve maatregel lijkt waar het hele benedenstroomse gebied baat bij heeft; de maatregel is niet erg robuust, omdat de capaciteit uiteindelijk beperkt is. Dat kan leiden tot een onevenredig groot vertrouwen in de effectiviteit van de maatregel.
- ✗ Vergroting van het doorstroomprofiel in benedenrivieren of getijdegebieden. Dit kost veel en levert weinig tot niets op, zeker niet als de zeespiegel verder stijgt.
- ✗ Het te krap dimensioneren van verruimende maatregelen (in het bijzonder dijkverleggingen of groene rivieren), zodat later moet worden teruggekomen. Juist met het oog op natuurontwikkeling is enige overdimensionering aan te raden.
- ✗ Vergraving van een uiterwaard dicht bij een waterkering, omdat dat kan leiden tot verkorting van de kwelweglengte (het intreepunt komt dicht bij de dijk te liggen, c.q. de intreeweerstand van het voorland wordt kleiner).

---

✗ Natuurontwikkeling met hydraulisch ruwe vegetatie (bos, struweel of rietland) in uiterwaarden met een grote afvoerfunctie.

✗ Zomerbedverdieping. Deze maatregel is morfologisch instabiel en vraagt voortdurend onderhoudsbaggeren.

---

#### VERDER LEZEN

- Mens, M. 2012. *Analyse van systeemrobustheid. Een toepassing op de IJssel*. KvK-rapport 048/2012. Deltares, Delft.
- Q-team (Kwaliteitsteam Ruimte voor de Rivier), 2012. *Jaarverslag 2009, 2010, 2011*. Programmadirectie Ruimte voor de Rivier, Utrecht.
- Silva, W., F. Klijn & J.P.M. Dijkman (2000). ;. RIZA- nota 2000.026, Arnhem/ WL-rapport R3294, Delft.

.....

Hondsbossche zeekering (Foto: Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier)

# H4 MEER ZAND IN DE KUST





---

## WAT HOUDT DE MAATREGEL IN EN HOE VERKLEINT DEZE HET OVERSTROMINGSRISICO?

Duinen vormen in Nederland een natuurlijke bescherming tegen overstroming vanuit zee. Ze zijn een buffer die door natuurlijke processen in stand wordt gehouden. De omvang van deze buffer verandert voortdurend, afhankelijk van de balans tussen afbraak en opbouw. Afbraak bij hoog water tijdens storm, waarbij duin afslaat en zand wordt afgezet op het strand en de vooroever. Opbouw tijdens rustige omstandigheden wanneer natuurlijke processen zorgen voor herstel; getij en golven verplaatsen zand vanaf de vooroever naar het strand, vanwaar de wind het verplaatst naar het duin. Niet alleen het duin en niet alleen storm, maar het hele systeem van onderwateroever, strand en duin samen (het kustfundament) is dus bepalend voor de bescherming tegen overstroming vanuit zee.

De kans op een duin doorbraak wordt bepaald door de omvang van de buffer die resteert na een storm. Bepalend zijn het aanwezige duinvolume bij aanvang van de storm en de stormafslag. Er is geen veiligheidsprobleem, zolang het resterend duin voldoende dik is. Het is dus belangrijk dat buiten het stormseizoen voldoende opbouw van duin kan plaatsvinden. Getijden, golven en wind kunnen hier aan bijdragen mits er voldoende sediment beschikbaar is. Maar juist daar zit een probleem.

Door de gestegen zeespiegel is de zee dieper geworden en zijn golven niet meer in staat voldoende zand naar de kust te transporteren; de natuurlijke aanvoer van zand naar het Nederlandse kustfundament is daardoor verwaarloosbaar geworden. Tegelijkertijd voeren rivieren vrijwel geen zand meer aan, omdat ze zijn gekanaliseerd en genormaliseerd. De stijgende zeespiegel wordt dus niet meer gecompenseerd door sedimentaanvoer van buiten: de Nederlandse kust heeft een tekort aan sediment. Dat is de fundamentele oorzaak van een terugtrekkende kustlijn en plaatselijk een dreigende toename van de kans op overstroming.

Deze ongewenste gevolgen worden bestreden door het sedimenttekort aan te pakken en de zandbalans van de kust kunstmatig te beïnvloeden. Daarbij wordt zand aan het systeem toegevoegd en - mede met het oog op andere functies van de kustzone - zoveel mogelijk gebruik gemaakt van natuurlijke processen. Dit wordt wel aangeduid als 'bouwen met de natuur'.

---

Zandopspuiting (Foto: Beeldbank.rws.nl, Rijkswaterstaat / Roger van Zaal).



---

‘Meer zand in de kust’ behelst twee soorten maatregelen:

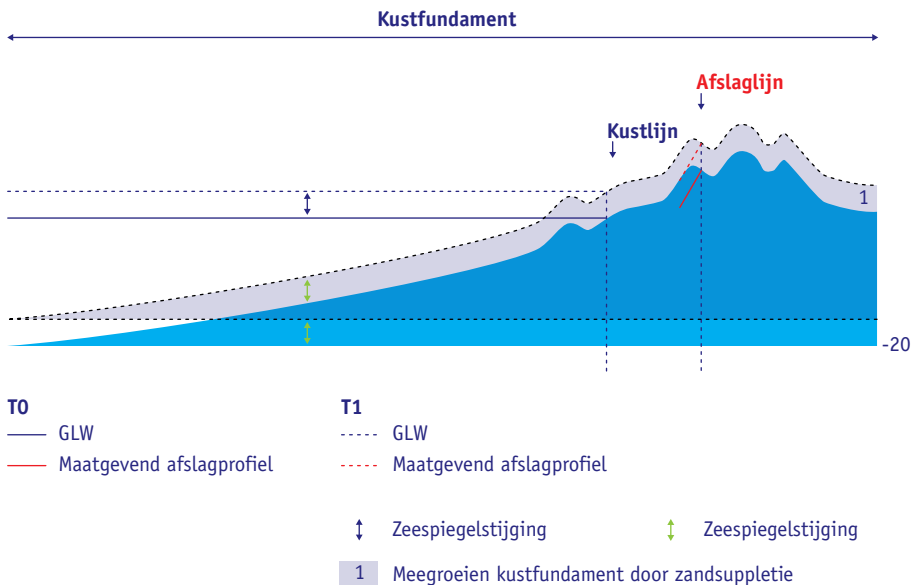
- Onderhoud door zandsuppletie. Om de zandbalans op peil te houden hebben deze suppleties een totale omvang gelijk aan het sedimenttekort dat wordt veroorzaakt door de zeespiegelstijging. Het meegroeien met de zeespiegel garandeert het behoud van het kuststelsel met al z'n functies voor de langere termijn.
- Zandige versterking op plekken waar de wens bestaat het beschermingsniveau te vergroten.

Zandig onderhoud van de kust vindt al plaats sinds 1990. Vanaf 2001 wordt daartoe jaarlijks gemiddeld 12 miljoen m<sup>3</sup> gesuppleerd, en wel zo dat overal langs de kust de beschermingssituatie wordt gehandhaafd. Praktisch komt dit neer op het handhaven van een vast zandvolume in een zone rond de laagwaterlijn (tussen de duinvoet en ruwweg -5 m NAP), waarbij als norm de BasisKustLijn (BKL) geldt.

Zo wordt niet alleen landverlies voorkomen, maar ook gegarandeerd dat er voldoende zand is om het duin op natuurlijke wijze te laten groeien en zo de kans op overstroming te beperken. De praktijk leert dat het werkt: de kustlijn blijft gehandhaafd, terwijl door aangroei van het duin de overstromingskans op veel plaatsen een factor 10 kleiner is geworden. Gangbare suppleties hebben een omvang van maximaal enkele miljoenen m<sup>3</sup>. Ze worden iedere 3-5 jaar herhaald. De Zandmotor is een experiment dat uit moet wijzen of een suppletie met een groter volume en langere levensduur voordelen oplevert.

Geheel of deels zandige versterkingen zijn recent langs de kust uitgevoerd bij de zogenaamde Zwakke Schakels, vanuit de wens om het beschermingsniveau te verhogen bij gelijktijdige vergroting van de ruimtelijke kwaliteit. Elders, bijvoorbeeld in grote wateren zoals de Oosterschelde, het IJsselmeer en het Markermeer, wordt inmiddels ook ervaring opgedaan met verschillende vormen van zandige versterking van de waterkering.

*Het principe van meegroeien met de zeespiegel door zandsuppletie garandeert handhaving van hoogwaterbescherming en behoud van functies in de kustzone (Naar Deltares, 2011).*



---

## HEEFT DE MAATREGEL NOG VOORDELIGE NEVENEFFECTEN?

De duinen beschermen niet alleen het achterland tegen overstroming, maar hebben ook zelf belangrijke functies, namelijk voor de drinkwaterwinning en als natuur- en recreatiegebied. Ook zijn er veel kustplaatsen die op of zelfs buiten de waterkering liggen. Versterking van het duin betekent dan ook tevens behoud en versterking van deze functies. Zandsuppleties dragen dus niet alleen bij aan een betere bescherming tegen overstromingen van het achterland, maar evenzeer aan bescherming van de functies van de kuststrook zelf. Zo bieden bredere stranden ruimte aan extra recreatie (strandtenten), wat door de toeristische kustplaatsen zeer gewaardeerd wordt. En de zandmotor vormt een trekpleister op zich, mede omdat deze uniek is voor Nederland en gemakkelijk bereikbaar vanuit de drukke Randstad.

Het kustonderhoud is gericht op drie gerelateerde onderdelen: achtereenvolgens behoud van de zandvoorraad in het kustfundament, het handhaven van de kustlijn en het behoud van de duinsterkte. Door het accent te leggen op de eerste twee onderdelen is het derde gemakkelijker te realiseren. Dit schept tevens ruimte voor een minder strikt, dynamisch beheer van de zeereep. Enige verstuiving van de zeereep wordt toelaatbaar, met een gunstig effect voor de natuurwaarden van het duin. De natuur profiteert toch al van de natuurlijke aangroei van het duin als gevolg van de zandsuppleties, waardoor er nieuwe pioniermilieus ontstaan waar de vegetatiesuccessie weer z'n gang kan gaan. Men kan dus stellen dat door zandsuppleties of zandige versterkingen de natuurwaarde wordt vergroot.

Kustonderhoud door het suppleren van zand blijkt op langere termijn goedkoper en dus kosten-effectiever dan harde kustverdediging. Dat komt mede doordat de maatregel heel flexibel is: het suppletievolume kan eenvoudig worden aangepast aan veranderingen in de snelheid van de zeespiegelstijging, terwijl de (meer-)jaarlijks vaststelling van het suppletieprogramma ook nog eens de mogelijkheid biedt om plaats en tijdstip van de suppleties af te stemmen op actuele ontwikkelingen.

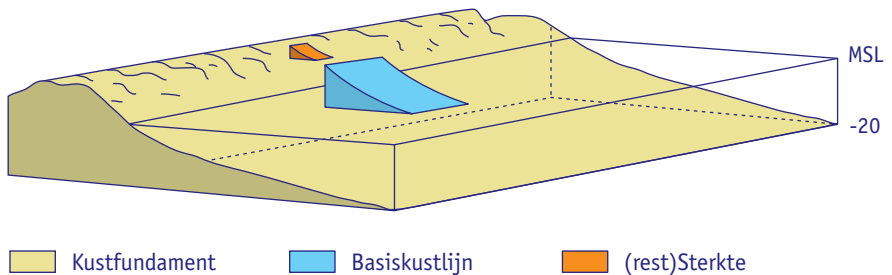
Waar aan de zandige kust een versterking kan worden uitgevoerd door het aanbrengen van zand, wordt de samenhang in het kuststelsel versterkt. Weliswaar kan plaatselijk meer onderhoud nodig zijn, maar daar staat tegenover dat het weggespoelde zand elders langs de kust bijdraagt aan de groei van het kustfun-

---

dament. Dat is niet het geval als voor een dijk of dam wordt gekozen. Een zandige versterking van een niet-zandige waterkering langs de grote wateren kan ruimte scheppen voor natuur en vormen van medegebruik.

---

*Drie onderdelen van de verdediging van de duinkust: kustfundament, basiskustlijn en (rest)sterkte van het duin (Naar Mulder et al., 2011).*



---

#### WAT KUN JE ER MEE EN WAT NIET?

Met onderhoudssuppleties langs de kust wordt zand aan het systeem toegevoegd dat vervolgens door stromingen, golven en wind wordt verspreid. Met een zandige onderhoudsstrategie kan de trend van een terugtrekkende kust worden gestopt of zelfs gekeerd: het kustfundament kan meegroeien met de zeespiegelstijging en de kustlijn kan worden gehandhaafd. Deltares heeft de verwachting uitgesproken dat met zandsuppleties nog eeuwen met de verwachte zeespiegelstijging kan worden omgegaan, tot naar schatting 7 m in totaal, tenzij de stijging veel sneller zou gaan dan nu voorzien. Het onderhoud van het kustfundament vraagt wel steeds grotere hoeveelheden zand. In de Noordzee is echter voldoende zand aanwezig.

Door bij het kustonderhoud gebruik te maken van natuurlijke processen kan het natuurlijke, dynamische karakter van de kust worden behouden. Dat betekent dus wel dat zich natuurlijke fluctuaties zullen blijven voordoen: het handhaven van een gefixeerde strandbreedte of duinvoetpositie is vrijwel onmogelijk. Stormen blijven tot afslag leiden en het effect van een suppletie is naar verloop van tijd uitgewerkt. Onderhoudssuppleties kunnen lokaal en tijdelijk zorgen voor een

---

versterking van functies. Voor het behoud van die functies over langere termijn moeten de suppleties echter worden herhaald.

Een permanente zandige versterking vraagt ter plaatse een groter en blijvend zandvolume. Dat vraagt extra zand voor de aanleg en een extra inspanning voor het (zandige) onderhoud. Zo is voor de Zwakke Schakels in de kust extra budget ter beschikking gesteld voor versterking van de hoogwaterbescherming met meer ruimtelijke kwaliteit. Uit dit budget zijn (semi-)zandige versterkingen gerealiseerd, onder andere bij de Hondsbossche en Pettemer Zeewering.

---

*Zandige versterking van de Hondsbossche en Pettemer Zeewering (Foto: Beeldbank.rws.nl, Rijkswaterstaat).*



---

#### **WAAR IS DE MAATREGEL PERSPECTIEFRIJK EN WAAR JUIST NIET?**

Zandig onderhoud door suppletie is het meest perspectiefrijk in situaties waar golven, stroming en wind voldoende opbouwprocessen ondersteunen, waar geen sprake is van een acuut probleem en waar voldoende ruimte is om de natuur

---

z'n gang te laten gaan. Dat is het geval langs de Hollandse vastelandskust, op de Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden en op de Waddeneilanden. Daar zijn de opbouwprocessen overal voldoende sterk.

Waar bij de Zwakke Schakels een onmiddellijke versterking nodig was en door bebouwing ruimte voor het toelaten van ruimtelijke dynamiek tot voor kort ontbrak, hebben de recent uitgevoerde zandige versterkingen nu ook de juiste condities geschapen. De geleidelijke herverdeling van het suppletiezand door golven, stroming en wind houdt de kust als geheel op een natuurlijke wijze op zijn plek.

In grote wateren, zoals de afgesloten zeearmen in het zuidwestelijk estuariumgebied en het IJsselmeer en Markermeer, vormt het ontbreken van getij met z'n opbouwende werking een beperkende factor. Erosie door golfaanval domineert hier, ook als zand wordt toegevoegd.

In de Oosterschelde is de opbouw van platen door getijdewerking weggevallen, hebben de geulen zandhonger en slaan platen en oevers af door golfslag. En voor de grote meren geldt dat elke vorm van getij ontbreekt en golfwerking overheerst. In dergelijke wateren kan met zandige versterkingen wel verzwakking van de waterkering worden tegengegaan en kunnen tevens platen en oevers worden behouden zonder aantasting van het karakter van het systeem.

Voorbeelden van toepassingen in grote wateren zijn de 'Klimaatbuffer Oesterdam' en de voorgenomen suppletie Roggenplaat in de Oosterschelde, en de zandige oeverversterkingen zoals die zijn uitgevoerd langs de Friese IJsselmeerkust en langs de Houtribdijk. Met het behoud van het natuurlijke karakter blijft in deze gevallen echter ook de kenmerkende erosie bestaan. De erosie blijft altijd winnen. De wens bepaalde functies te handhaven vraagt in deze gevallen dan ook om een periodieke herhaling van de versterking.

#### **PAST HET IN HUIDIG BELEID OF IS HET NIEUW?**

Voor de kust geldt sinds 1990 het beleid Dynamisch Handhaven. Dat beleid beoogt de basiskustlijn in stand te houden, en sinds 2001 ook het kustfundament aan te vullen. Dat is dus staand rijksbeleid, geldend voor de gehele zandige kust.

In de Beslissing Zand van het Deltaprogramma (2014) staat: *"Het zand langs de*

---

Nederlandse kust vormt een natuurlijke bescherming voor ons land. Nederland houdt de hoeveelheid zand op orde met zandsuppleties. Uitgangspunt van de beslissing Zand is dat de zandbalans langs de kust op orde blijft en dat het kustfundament duurzaam in evenwicht blijft met de zeespiegelstijging.” En vanuit het doel van de Voorkeursstrategie voor de kust om te komen tot een veilige, aantrekkelijke en economisch sterke kust, wordt benadrukt: “Het is wenselijk dat zandsuppleties niet alleen bijdragen aan het handhaven van de kustlijn (het eerste doel), maar ook zoveel mogelijk aan lokale en regionale doelen voor een economisch sterke en aantrekkelijke kust.”

Nieuwe vormen van zandsuppletie (zoals geulwandsuppleties en de Zandmotor) en zandige versterkingen (zoals bij de Hondsbossche en Pettemer Zeewering en andere Zwakke Schakels) worden ook door of met betrokkenheid van het rijk uitgevoerd. Ze passen bij de volgende beleidsuitspraak voor de zandige kust: “Er is meer kennis nodig om de zandsuppleties effectiever en kostenefficiënter in te kunnen zetten. Daarom is 'lerend werken' een belangrijk onderdeel van de beslissing Zand: pilots uitvoeren, monitoren en onderzoek doen en de resultaten benutten voor nieuwe besluiten.”

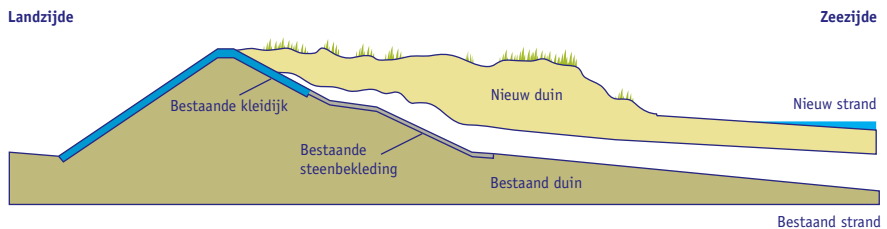
De geulwandsuppleties zoals toegepast bij Walcheren en Texel, en plaataanvullingen in de Oosterschelde zijn door Rijkswaterstaat voorgesteld of goedgekeurd, omdat deze verantwoordelijk is voor het beheer en onderhoud van deze rijkswateren. Daar hoort bij het voorkomen van ondergraving van dijken door de ligging en steilheid van geulen te monitoren en in te grijpen indien nodig.

Voor alle wateren geldt de algemene beleidsuitspraak ‘zacht waar het kan, hard waar het moet’; dus om waar mogelijk hoogwaterbescherming en natuurontwikkeling te combineren. In dat verband passen kleinschalige zandige maatregelen (‘zandbrommers’), waarmee wordt geëxperimenteerd in het IJsselmeer en de Westerschelde.

Voor een overzicht van de vele initiatieven op dit vlak wordt verwezen naar de website van EcoShape, het consortium dat ook het project zandige oevers uitvoert onder de vlag van ‘Building with Nature’.



Zandige kustversterking tussen twee harde 'kappen' om te snelle erosie te beperken, zoals voorgenomen voor een dijkvak tussen Nieuwvliet en Groede, Zeeuws Vlaanderen.



### ZIJN ER HAKEN EN OGEN AAN DE MAATREGEL?

- Omdat de zandige kust een groot samenhangend systeem vormt, slechts onderbroken door havengeulen en pieren, is ingrijpen nodig op voldoende grote ruimteschaal en rekening houdend met de grote tijdschaal van de natuurlijke opbouwprocessen. Het is daarbij de vraag wanneer en waar welke vorm te verkiezen is: grootschalige suppletie met lange tussenpozen, of frequente kleinschalige suppleties?
- Omdat veelvuldig of zelfs voortdurend wordt ingegrepen, verdienen de gevolgen van winning en storten op mariene ecosystemen aandacht.
- Meegroeien met een sneller stijgende zeespiegel vraagt om steeds meer zandwinning op de Noordzee. Dat roept om ecologisch verantwoorde vormen van zandwinning en energiezuinige en CO<sub>2</sub>-neutrale baggertechniek.
- Waar zand bij harde zeeeringen wordt toegepast dient rekening te worden gehouden met frequent onderhoud. Een alternatief is kappen te realiseren aan weerszijden van de zandige versterking, opdat zich daartussen een kustboog

---

kan stabiliseren, en het onderhoud wordt beperkt.

- Bij geulwanden en steile zandplaten kan de erosie zo groot zijn dat veelvuldig grootschalig onderhoud nodig is. Het gebruik van grover zand kan dit beperken; zwaarder materiaal dan zand kan dan gewenst zijn ter stabilisatie.
- In stagnante wateren (meren) kunnen geleidelijk oplopende zandige oevers zichzelf niet goed in stand houden. Bij zandige versterkingen is afslag met steilrandvorming niet denkbeeldig. Het golfregime is daar een belangrijke factor die succes of falen kan bepalen. Periodiek herhalen van de versterking kan nodig zijn.
- Natuurbehoudsdoelen kunnen bij ‘van- hard- naar- zacht’ oplossingen conflicteren met natuurontwikkelingsdoelen: habitat voor steenlopers wordt verruild voor habitat voor strandlopers en duinpiepers.
- Omdat de maatregel vaak een meervoudig doel beoogt en vele belanghebbenden raakt, is een geïntegreerde oplossing nodig waarbij ook de vergunningverlenende instanties vroegtijdig in het proces moeten worden betrokken, om blokkades in een laat stadium te voorkomen.

---

*Zandmotor Delfland: biedt af en toe een grootschalige suppletie meer voordelen dan frequente kleinschalige suppleties? (Foto: Beeldbank.rws.nl, Rijkswaterstaat / Joop van Houdt).*



---

## WIE ZOU INITIATIEF MOETEN NEMEN?

Het onderhoud van de kust is een zaak van Rijkswaterstaat. Rijkswaterstaat stelt een vierjarig suppletieprogramma op, dat jaarlijks kan worden bijgesteld. Het programma beoogt primair handhaving van de BasisKustLijn. Belangen van overige partijen worden via een consultatieronde meegewogen bij het concreet vormgeven van de suppleties.

Om de primaire waterkeringen aan de wettelijke veiligheidsnormen te laten voldoen, nu en in de toekomst, voeren de waterschappen en Rijkswaterstaat maatregelen uit in het kader van het nationale Hoogwaterbeschermingsprogramma. Het initiatief voor het uitvoeren van noodzakelijke versterkingen ligt bij hen.

Gezien de vele functies van de kuststrook, vooral de duinen, is een initiatief van belanghebbenden ook denkbaar. Drinkwaterwinbedrijven hebben belang bij een breed en hoog duinmassief, terreinbeheerders bij een dynamisch duin met nieuwvorming van veel verschillende milieus, kustplaatsen bij een stabiele boulevard en een voldoende breed, maar niet te breed, aantrekkelijk strand. Ook zij kunnen dus het initiatief nemen. Omdat in veel gevallen ruimtelijke ambities eerder spelen dan een veiligheidsopgave, wordt in de voorkeursstrategie van het Deltaprogramma Kust (2014) gesteld: “De betrokken partijen stellen per geval vast of een verbinding tussen de veiligheidsopgave en de ruimtelijke ambitie wenselijk en mogelijk is en op welke termijn dat zou kunnen. Als er geen verbinding is, houden de partijen bij beheer en onderhoud rekening met de opgave of ambitie van de ander. Als er wel een verbinding wenselijk is, stellen de partijen gezamenlijk een meegroeiconcept vast.”

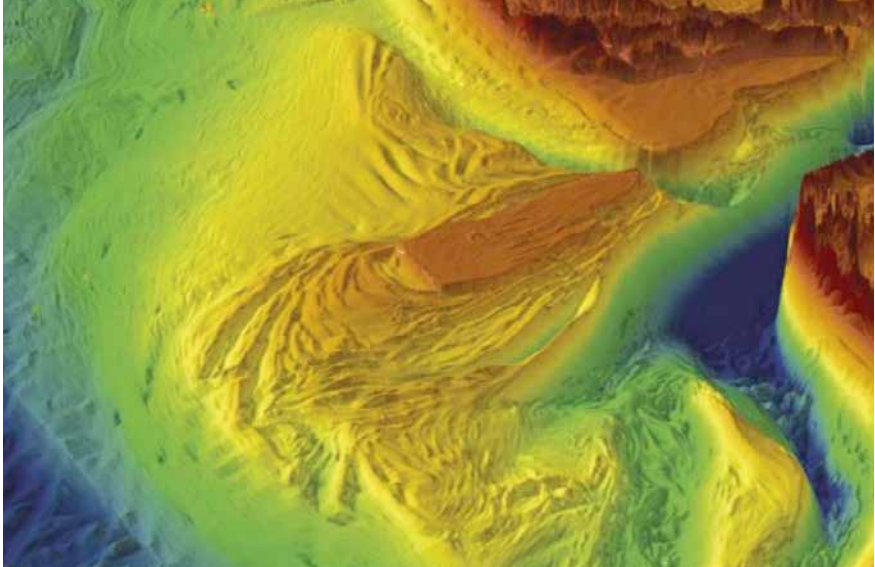
Langs andere waterkeringen dan de duinen, bijvoorbeeld langs grote binnenwateren, kunnen natuurorganisaties het initiatief nemen als er natuurwinst te behalen is (bijvoorbeeld in de vorm van blauwgroene ecologische netwerken, overgangsmilieus), gemeenten als er recreatiemogelijkheden worden gezocht, waterschappen als de voorgenomen dijkverzwaren op bezwaren stuit, etc.

## ZIJN ER NOG BELANGRIJKE CONSEQUENTIES VOOR BEHEER EN ONDERHOUD?

Zandsuppletie heeft als groot voordeel dat naar bevind van zaken een schepje meer of minder kan worden gesuppleerd. Dat vraagt wel voortdurende monitoring. Rijkswaterstaat monitort en doet onderzoek om in de toekomst de kust nog effectiever met zand te kunnen onderhouden en versterken.

---

*De buitendelta van het Marsdiep tussen Noord-Holland en Texel, waardoor veel zand naar en uit de Waddenzee wordt getransporteerd (Rijkswaterstaat RIKZ, 2004: KUST2005).*



---

Vooraf bij een zware storm kan op veel plaatsen tegelijk afslag optreden; dan kan er een tekort aan mankracht of materieel ontstaan om dat meteen overal te herstellen. Daarom is het onderhoud van het kustfundament en de BasisKustLijn erop gericht om vooraf een voldoende grote buffer te scheppen die problemen kan voorkomen. Om dezelfde reden is bij zandige versterking enige overdimensionering en ‘anticiperend herstel’ aan te bevelen. Als de waterkeringsfunctie bedreigd wordt, is het eigenlijk al te laat.

Voor de duinkust geldt dat de waterschappen als keringbeheerders afhankelijk zijn van Rijkswaterstaat om de suppleties te laten aanbrengen. En op andere plekken kan het waterschap juist weer afhankelijk zijn van goed beheer en onderhoud door anderen. Het is dan ook zaak om de zeggenschap over de zeereep en de verantwoordelijkheid voor het herstel goed vast te leggen.

Dat is nog meer het geval als de waterkering zelf een dijk is, maar de golfaanval door zand voor die dijk wordt geremd. Dan is de belasting op de dijk afhankelijk

---

van het zandtalud en moet voldoende geborgd zijn dat dat zandtalud altijd, ook bij hoogwater en ook na een storm, voldoende en snel genoeg z'n functie vervult.

Goede afspraken zijn dus essentieel. De waterschappen hebben natuurlijk ruime ervaring met duidelijke afspraken over onderhoud en beheer door derden, waarbij zelf ingrijpen op kosten van die derden juridisch tot de mogelijkheden behoort. Maar er kan ook geleerd worden van Rijkswaterstaat die in het Landelijk Overleg Kust vergelijkbare afspraken maakt over het beheer van de kust.

---

### DOEN

- ✓ Ga samen met Rijkswaterstaat op zoek naar mogelijkheden om de effecten van het suppletieprogramma op hoogwaterbescherming en andere functies te optimaliseren.
- ✓ Kijk in geval van versterking altijd of de omstandigheden wel gunstig zijn voor een zandige oplossing: is er voldoende getij en niet teveel stroming, hoe is het golfregime, is het onderwatertalud niet te steil, zijn de overheersende winden niet van de kust af? Betrek de onderhoudsbehoefte bij de afweging.
- ✓ Beschouw bij ruimtelijke planvorming het dynamische zandige karakter van de kust als uitgangspunt. Houd rekening met de ruimtelijke samenhang en het belang van zanduitwisseling langs de kust en tussen vooroever, strand en duin.
- ✓ Pas bij het beheer van de zeereep waar mogelijk de principes van Dynamisch Kustbeheer toe.
- ✓ Laat zoveel mogelijk ruimte aan natuurlijke processen van stroming, golven en wind; en speel hier zo goed mogelijk op in. Suppleer voor kustonderhoud dus onder water waar dat mogelijk is, en alleen boven de waterlijn als hoogwaterbescherming of medegebruik daar op korte termijn toe nopen.
- ✓ Breng bij een zandige versterking meer zand aan dan strikt nodig lijkt, om niet binnen enkele jaren terug te hoeven komen; wees niet te zuinig.
- ✓ Stimuleer het bewustzijn dat de kust een 'landschap in wording' is.

---

## NIET DOEN

- ✗ Ontwerp geen zandige versterkingen zonder rekening te houden met de noodzaak tot zandig onderhoud of periodieke herhaling van de versterking.
  
- ✗ Sleep geen zand naar milieus waarin dat niet thuishoort, zoals veen- of kleigebieden. Sluit bij de keuze van een maatregel zoveel mogelijk aan bij het natuurlijke karakter van het systeem.
  
- ✗ Beschouw kustonderhoud door zandsuppletie niet als eenmalige ingreep. Zolang de wens bestaat de omvang van Nederland en de functies van onze kust te behouden zal blijvend onderhoud noodzakelijk zijn.
  
- ✗ Probeer aan de kust geen vooruitstekende harde zeeweringen met zand te versterken zonder rekening te houden met een substantiële toename van het onderhoud.

---

## VERDER LEZEN?

- De Vriend, H.J. en M. van Koningsveld (2012). *Building with Nature: Thinking, acting and interacting differently*. EcoShape, Building with Nature, Dordrecht.
  
- Löffler, M., A.F. van der Spek en C. van Gelder-Maas (2011). *Mogelijkheden voor dynamisch kustbeheer; een handreiking voor beheerders*. Deltaresrapport 1204594-000, Delft.
  
- Van der Meulen, M., J. Mulder en A. van der Spek (2009). *Te veel water of te weinig sediment? De Nederlandse delta bekeken door een bodembril*. Bodem 02/20091):16-19
  
- Rijkswaterstaat RIKZ, 2004. *Kennis voor de kust*. Resultaten onderzoeksprogramma KUST2005. RIKZ, Den Haag
  
- [http://www.rijkswaterstaat.nl/water/veiligheid/bescherming\\_tegen\\_het\\_water/veiligheidsmaatregelen/kustlijnzorg/index.aspx](http://www.rijkswaterstaat.nl/water/veiligheid/bescherming_tegen_het_water/veiligheidsmaatregelen/kustlijnzorg/index.aspx)

.....

# H5 HOGERE EN STERKERE DIJKEN<sup>1</sup>





---

## WAT HOUDT DE MAATREGEL IN EN HOE VERKLEINT DEZE HET OVERSTROMINGSRISICO?

Dijken, kades en andere waterkeringen vormen al vele eeuwen onze belangrijkste bescherming tegen hoogwater. Ze voorkomen te frequente overstroming vanuit rivieren, zee en meren. Ze zijn in de loop der eeuwen steeds hoger en sterker gemaakt. In het verleden werden dijken meestal versterkt als reactie op overstromingen en rampen. Sinds de 60-er jaren gebeurt het op grond van rationele afwegingen: welke risico's zijn nog aanvaardbaar en tegen welke kosten kunnen ze nog worden verkleind. Zo'n kosten-batenafweging was op advies van de (eerste) delta-commissie. Deze wordt tegenwoordig toegepast voor zowel primaire waterkeringen als voor regionale. Voor beide zijn dan ook normen vastgesteld, respectievelijk door het rijk en door de provincies en waterschappen samen.

Met het steeds verder dalen van ons land en het stijgen van de zee en rivierwaterstanden is het nodig de dijken steeds weer te versterken en verhogen. Om aan de afgesproken normen te blijven voldoen en de kans op overstroming niet te laten toenemen. Daartoe worden de dijken geregeld getoetst en is een hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP) geformuleerd.

Maar recent is ook een voorstel gedaan de beschermingsnormen te actualiseren en ze aan te passen aan de grotere aantallen inwoners in ons land en de grotere economische gevolgen die overstroming tegenwoordig zou hebben. Dat leidt tot een extra versterkingsopgave voor veel dijken in het kader van het Deltaprogramma. De uitvoering loopt via het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP), net als voorheen.

Versterking van de dijken verkleint de kans dat ze doorbreken. Dat is vrij simpel. Maar hoe dat precies werkt, is juist complex. Want dijken kunnen doorbreken door veel verschillende bezwijkmechanismen. Water kan over de dijk slaan, door golven; of over de dijk lopen, door heel hoog water; of de dijk kan stukslaan door golven tegen het buitentalud; of wegspoelen door erosie van het binnentalud; of bezwijken door afschuiving als de dijk verzadigd raakt met water; of wegzakken,

---

<sup>1</sup> Dit onderwerp heeft in het KvK-onderzoek maar weinig aandacht gekregen, omdat hieraan al door zeer velen is en wordt gewerkt. KvK was gericht op innovaties en onbezette niches; het onderwerp wordt hier dan ook alleen behandeld omwille van de volledigheid en het evenwicht.

---

als de ondergrond z'n stevigheid verliest door opdrijven van de grond aan de binnenzijde of doordat er zand onder de dijk vandaan spoelt ('*piping*'). Op al deze mechanismen wordt een dijk getoetst. Daar is een wettelijk toetsinstrumentarium voor (WTI). En er kan worden berekend wat de kans op falen is, zoals in het project Veiligheid Nederland in Kaart (VNK) is gedaan.

Om de kans op doorbreken te verkleinen moet een dijk worden versterkt of verhoogd, afhankelijk van welk mechanisme, of welke mechanismen, de bezwijkkans bepaalt/bepalen. Soms moet de dijk hoger om de overslagvolumes te verkleinen, soms het buitentalud met zwaardere stenen bekleed om wegspoelen van de kleilaag te voorkomen. Soms moet de kans op afschuiven worden verkleind door aan de binnenzijde tegenwicht te bieden, soms moet de kans op onderloopsheid (*piping*) worden verkleind door de intreeweerstand van het voorland te vergroten of de kwelweg te verlengen.

Voor versterkingen en verhogingen bestaan veel verschillende technieken en er kunnen verschillende materialen worden gebruikt. Het meest toegepast wordt grond: zand voor de kern en klei voor de bovenlaag. Dat is relatief goedkoop en er is veel ervaring mee. Het ruimtebeslag kan echter beperkend worden als er brede bermen nodig zijn ter stabilisatie of dijktaluds minder steil moeten. Dan zijn constructies mogelijk: bentoniet-schermen, damwanden, betonnen L of T-constructies, opzetmuurtjes, geo-textiel tegen *piping*, steenbekleding of kunststofmatten tegen erosie van buiten- en binnentalud, etc. Recent is ook geëxperimenteerd met dijkdeuvels, dijkvernageling en '*mixed-in-place*' om dijken die gevoelig zijn voor verschuiving aan de ondergrond vast te zetten.

Bij het ontwerpen van versterkingen en/of verhoging kan gebruik worden gemaakt van de leidraden van het ExpertiseNetwerk Waterveiligheid (ENW, voorheen TAW). Tot voor kort gebeurde dat aan de hand van maatgevende condities (waterstand, golfbelasting), in de toekomst zal mogelijk meer met variaties in tijd en ruimte rekening worden gehouden (probabilistisch toetsen en ontwerpen). Daartoe worden het WTI en het ontwerpinstrumentarium (OI) om de paar jaar geactualiseerd.

---

### *Fietser op dijk.*



---

### **HEEFT DE MAATREGEL NOG VOORDELIGE NEVENEFFECTEN?**

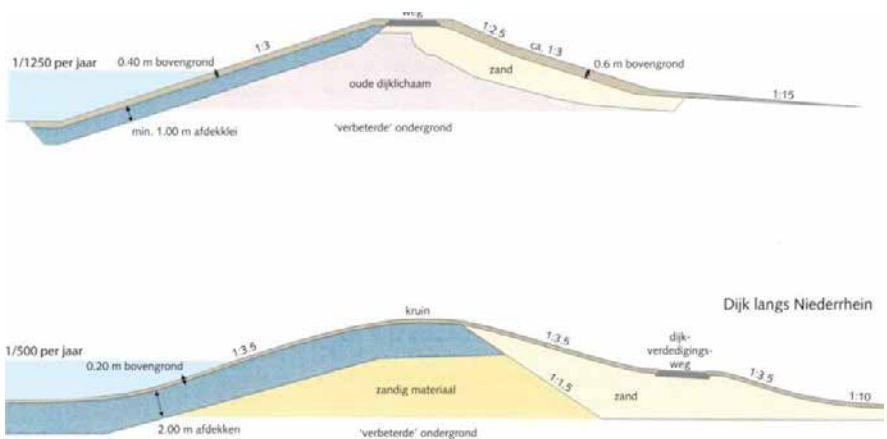
Dijkverzwaringen staan juist bekend om hun nadelige neveneffecten, vooral op natuur- en cultuurlandschapswaarden. Maar dat is flauw. Omgekeerd zou het geheel aan de dijken toeschrijven van onze sterke economie, ons internationaal leiderschap op het gebied van landbouw en waterbouw, onze cultuur, en misschien wel het hele bestaan van Nederland weer wat teveel van het goede zijn. Welke voordelige neveneffecten dan wel?

Door dijkversterking als alternatief voor andere vormen van hoogwaterbescherming wordt in ieder geval relatief weinig ruimte gevraagd. Dijken zijn kleinere ruimtevragers dan vooroevers, rivierverruiming of zandige oplossingen. Dat laat veel ruimte over voor wonen en werken, economisch gebruik, en voor natuur.

Dijken kunnen, mits goed ontworpen, positief bijdragen aan typisch Nederlandse cultuurlandschapswaarden. Dijklandschappen worden hoog gewaardeerd door buitenlanders en Nederlanders, zijn kenmerkend voor ons land en zeer verscheiden in voorkomen. De dijken zelf bieden een prachtig uitzicht over ons platte land. Er zijn veel organisaties die zich inzetten voor het behoud van cultuurhistorisch waardevolle dijken in diverse landsdelen. Fietsroutes en wandelroutes volgen niet voor niets vaak dijken. En motorrijders weten ze te vinden voor hun zondagse tripjes.

Door dijkversterking te combineren met andere functies kan de ruimtelijke kwaliteit worden vergroot; wederom, mits goed ontworpen. Men kan daarbij denken aan combinatie met stedelijke en industriële functies (bebouwing, infrastructuur, energiewinning), maar ook aan landelijke functies (schapen, ecologische netwerken, recreatieve routes); en dus zowel aan particulier als collectief gebruik. Multifunctionele dijken staan in de belangstelling: ze besparen ruimte, bieden aantrekkelijke woonmilieus, maar multifunctionaliteit moet wel als middel worden gezien en niet als doel zonder achterliggende argumenten.

*Nederlandse dijken zijn relatief smal en steil, terwijl Duitse dijken glooiender en zwaarder gedimensioneerd zijn.*



---

### WAT KUN JE ER MEE EN WAT NIET?

Door dijken te versterken wordt de kans op een overstroming kleiner. Dat verkleint onmiddellijk en één op één het risico in termen van jaarlijks gemiddelde schade en slachtoffers. Het zal duidelijk zijn dat versterking van een klein stukje dijk dan niet volstaat, maar dat naar het geheel van een dijkkring of -traject moet worden gekeken.

De gevolgen van een overstroming worden door dijkversterking of -verhoging echter niet kleiner. En ze kunnen zelfs groter worden als door verhoging het verschil tussen landniveau en hoogwaterpeil toeneemt zodat de overstroming ernstiger wordt en een grotere blootstelling tot gevolg heeft (één van de argumenten voor rivierverruiming), of als de kleinere overstromingskansen meer investeringen uitlokt zodat de kwetsbaarheid toeneemt.

Met hogere dijken kunnen we dus waterstanden keren die door klimaatverandering hoger worden. Dat kunnen we in het grootste deel van het land lang volhouden, maar als het verschil tussen waterstand en landniveau te groot wordt, moet wel steeds meer water worden uitgepompt en kan de kweldruk tot grootschalig opbarsten leiden. Vooralsnog lijkt dat gevaar beheersbaar, zelfs in diepe polders zoals Zuidelijk Flevoland (slecht doorlatende gronden) of de Haarlemmermeer. In sterk doorlatende gronden is dijkverhoging echter vaak zinloos, zoals in veel buitenlandse situaties, maar ook plaatselijk langs de Limburgse Maas met z'n dikke grindpakketten. Sommige dijkkringen zijn daar zo lek als een zeef, van anderen.

### WAAR IS DE MAATREGEL PERSPECTIEFRIJK EN WAAR JUIST NIET?

Dijkversterking en -verhoging is vrijwel overal waar al dijken liggen perspectiefrijk. Dat is in ongeveer 60% van ons land het geval. Het wil overigens niet zeggen dat dijkversterking of -verhoging overal de meest wenselijke maatregel is. Maar het is wel de maatregel die bijna overal als terugvaloptie perspectief biedt op verkleining van de overstromingskansen en dus van het overstromingsrisico. Het is dus niet voor niets de meest populaire maatregel, en dat al sedert 800 jaar.

Om het actuele risico terug te dringen is het versterken van dijken het meest zinvol waar de overstromingsrisico's het grootst zijn. Die dijktrajecten zijn voor de primaire keringen in het VNK-project geïdentificeerd, en verder uitgekristalliseerd in de recente normvoorstellen voor dijktrajecten van het Deltaprogramma. Na pri-

---

oritering zullen die trajecten via het HWBP worden aangepakt die de risico's het meest verkleinen.

Maar in de toekomst zal door klimaatverandering en een stijgende zeespiegel de kans op overstroming weer toenemen. Tegen die achtergrond kan in sommige gebieden worden gekozen voor maatregelen om de hydraulische belasting niet (of maar weinig) te laten toenemen en zo dijkverhoging uit te stellen of onnodig te maken, bijvoorbeeld met vooroevers, extra zand of rivierversuiming. Maar in een groot deel van het land is er geen alternatief voor hogere en sterkere dijken. Dat geldt uiteindelijk voor vrijwel het gehele westen en noorden, langs de kust, langs het IJsselmeer, langs de grote wateren van zuidwest Nederland en langs de benedenrivieren.

Alleen waar de bodem zeer doorlatend is biedt dijkverhoging uiteindelijk geen perspectief: plaatselijk langs de Maas. En dijkverzwaring is natuurlijk weinig perspectiefrijk als de kosten veel hoger zijn dan de bereikte risicoreductie; dat kan het geval zijn op sterk blootgestelde locaties, zoals plaatselijk langs de kust.

---

*Dijkversterking (Foto: Frans Klijn).*



---

## PAST HET IN HUIDIG BELEID OF IS HET NIEUW?

Dijkversterking en verhoging passen niet alleen in het huidig beleid, ze zijn de kern van het beleid. Dat is door de minister van Infrastructuur en Milieu herhaaldelijk bevestigd. De Waterwet schrijft voor dat alle primaire waterkeringen in Nederland eens in de zoveel jaar worden getoetst aan de laatste hydraulische randvoorwaarden met een wettelijk toetsinstrumentarium en dat daarover aan de Tweede Kamer wordt gerapporteerd. Als ze niet aan de eisen voor sterkte of hoogte voldoen is versterking geboden.

Een vergelijkbare procedure geldt voor de regionale waterkeringen, waarvoor de provincies de eisen opstellen. Daarmee is geen ander waterbeleid in Nederland zo geïnstitutionaliseerd als hoogwaterbescherming met behulp van dijken. En het buitenland is daar stikjaloers op.

Wat wel nieuw is, is dat onlangs nieuwe normen zijn voorgesteld. Die hebben niet langer betrekking op waterstanden die veilig gekeerd moeten worden, maar op de maximale bezwijkkans van de dijken zelf. En ze gelden niet meer voor hele dijkkringen, maar voor trajecten. Het wettelijk toetsinstrumentarium zal worden aangepast, evenals de ontwerprichtlijnen.

Ook de financieringswijze is veranderd. Waar tot voor kort de waterschappen voor het onderhoud verantwoordelijk waren en het rijk voor verbetering, worden nu de kosten van dat laatste ook gedeeld volgens een bepaalde verdeelsleutel.

De prioritering van welke dijktrajecten eerst moeten en welke uitstel dulden, geschiedt via het HWBP. Voor de regionale keringen wordt door de waterschappen geprioriteerd, in verleg met de provincies.

## ZIJN ER HAKEN EN OGEN AAN DE MAATREGEL?

- Dijken langs rivieren mogen vaak niet buitenwaarts versterkt worden om geen ruimte van de rivier af te snoepen. Dat bemoeilijkt het ontwerpen. Om wel naar buiten te mogen is compensatie vereist, bijvoorbeeld door uiterwaardverlaging. Dat kan worden gecombineerd met winning van de voor versterking benodigde klei.
- Dijken zijn vaak bebouwd of er ligt bebouwing vlak achter de dijk. Als ze bebouwd zijn is verhoging vaak lastig, als er huizen vlak achter staan kan verzwaaring met grond (bijvoorbeeld voor een brede berm) teveel ruimte vragen. Dan

---

zijn constructieve oplossingen te overwegen in plaats van versterking in grond.

- In alle gevallen ligt bij verhoging of verzwaring aantasting van het bestaande natuur- of cultuurlandschap op de loer. Maar met een goed ontwerp kan de ruimtelijke kwaliteit ook worden vergroot, zo leren voorbeelden uit het riviereengebied (waterschap Rivierenland).
- Het wettelijk kader biedt waterschappen voldoende ruimte om dijken altijd te kunnen verzwaren als dat nodig is, maar van de onteigeningstitel gebruik moeten maken vergroot het maatschappelijk draagvlak niet. Onderhandeling en financiële of materiële compensatie zijn dan aan te bevelen.
- Het toets- en ontwerpinstrumentarium is uiterst duidelijk, maar bevordert de creativiteit bij het ontwerpen niet. Door de toenemende complexiteit bestaat het gevaar dat men teveel naar de letter en te weinig naar de geest gaat handelen, waarbij kansen om de ruimtelijke kwaliteit te verbeteren worden gemist.
- De nieuwe normen en de voorziene veranderingen in deze instrumentaria maken het voor nu lopende dijkversterkingen nog extra ingewikkeld. Hoeveel moet men versterken om niet bij een volgende toetsing alsnog te worden afgekeurd en tegelijkertijd ook niet zwaar te overdimensioneren?
- Bestaand multifunctioneel gebruik van waterkeringen is een complicerende factor, omdat de zeggenschap van het waterschap over de waterkeringsfunctie en wat daarvoor nodig is weliswaar niet ter discussie staat, maar de tegenstand van medegebruikers van een dijklichaam in de praktijk intussen wel groot kan zijn. Dat verklaart de reserves van veel waterschappen om nieuwe vormen van meervoudig gebruik toe te staan.
- Het gebruik van innovatieve technieken (kwelschermen, waterontspanners, mixed-in-place, dijkdeuvels, geotextiel) kan weliswaar tot slankere dijkontwerpen leiden en de ruimtelijke inpassing vereenvoudigen, maar deze technieken hebben zich nog niet bewezen. Dat verklaart de vaak conservatieve houding bij veel waterschappen ('doe maar een berm'); zo worden we nooit wijzer.

### WIE ZOU INITIATIEF MOETEN NEMEN?

Het initiatief voor dijkversterking ligt vrijwel altijd bij een waterschap, maar is afhankelijk van de landelijke prioriteitstelling in het HWBP. Dat geldt voor de primaire keringen.

Voor regionale keringen ligt het initiatief ook vrijwel altijd bij een waterschap.



---

## ZIJN ER NOG BELANGRIJKE CONSEQUENTIES VOOR BEHEER EN ONDERHOUD?

Dijken worden niet alleen goed gemonitord, maar meestal ook goed beheerd en onderhouden. Daar is het waterschap namelijk verantwoordelijk voor en het heeft er dus belang bij. Het leidt wel tot een erg terughoudend beleid bij de waterschappen, die liever geen bomen of andere niet waterkerende objecten op of in de dijk zien. Ze zouden maar schade en onderhoudsinspanningen kunnen veroorzaken.

Omdat dijken steeds weer moeten worden verhoogd of versterkt is het gewenst dat zulke niet-waterkerende objecten flexibel zijn. In dat verband is bebouwing wel een heel lastige vorm van medegebruik. Waterschap Rivierenland eist nu dat nieuwe panden verplaatsbaar of opvijzelbaar zijn (zie tekstkader pagina 73): een voorbeeld dat navolging verdient?

---

## DOEN

- ✓ Denk vanuit *Life-Cycle-Costs*: weeg investeren aan het begin af tegen onderhoud later. Dat is iets heel anders dan zo onderhoudsarm maken als mogelijk!
- ✓ Zoek naar oplossingen die meerdere faalmechanismen tegelijkertijd onder controle brengen in plaats van elk mechanisme afzonderlijk te adresseren: ontwerp integraal.
- ✓ Verken meerdere opties voor versterking, zowel in grond als constructief; houd eenheid in het ontwerp (pas een dijkprofiel niet in tussen bestaande landschapsstructuren, maar beschouw de dijk als de hoofdstructuur waarop de rest reageert).
- ✓ Beschouw dijkverzwaring als ruimtelijke ontwerpogave; omdat dijken medebepalend zijn voor het landschapsbeeld is dijkverzwaring meer dan een technische aangelegenheid. Betrek daarom altijd een ervaren landschapsarchitect bij een dijkverzwarringsproject.
- ✓ Bedenk dat waar in stedelijk gebied dijken nauwelijks zichtbaar zijn tegen de achtergrond van het stedelijk weefsel, dijken in landelijk gebied juist vaak bepalend zijn voor het landschapsbeeld. Dat vraagt zorgvuldigheid bij het ontwerpen, want de lokale bewoners moeten nog decennia dagelijks tegen die dijk aankijken.

- 
- ✓ Maak een dijk zo dat er met trots naar kan worden gekeken. Mooi is niet protserig, maar juist bescheiden (*in der Beschränkung zeigt sich erst der Meister*).
- 

### NIET DOEN

- ✗ Volg niet slaafs de technische ontwerpleidraden door steeds van de ‘default’-aannames en -instellingen van hulpprogrammatuur uit te gaan, maar werk in de geest in plaats van naar de letter (cijfers).
- ✗ Overdimensioneer niet; misschien zijn er technische innovaties in het verschiep waardoor het helemaal niet erg is om later nog eens terug te moeten komen.
- ✗ Laat het halen van *deadlines* voor uitvoering niet prevaleren boven het leveren van kwaliteit (dus als klei beter is maar meer tijd nodig heeft om te zetten, op-ter dan niet zomaar voor een erosiegevoeliger zandkern). Stel kwaliteit boven ‘tijd’.
- ✗ Probeer niet tegen beter weten in alle bestaande bebouwing langs een dijk te sparen; soms is het beter eens goed op te ruimen (te vernieuwen). Maar maak wel scherp onderscheid tussen echt cultuurhistorisch waardevol en alleen maar waardevol vanuit functionaliteit.
- 

### VERDER LEZEN?

- Alberts, F.W., H. van der Most & M. Hoogbergen (red.), 2014. *Synthesedocument deelprogramma Veiligheid; achtergrondrapport bij Deltaprogramma 2015*. Deltaprogramma, Den Haag.
- Anonymus, 2014. *De veiligheid van Nederland in kaart (eindrapportage VNK)*. Rijkswaterstaat Projectbureau VNK, Utrecht.
- Pleijster, E.J. & C. van der Veeke (LOLA Landscape Architects), 2014. *Dijken van Nederland*. nai010. ISBN: 978-94-6208-150-5.
- Pol, J., 2012. *Opvijzelen Voorstraat Dordrecht. Een innovatieve oplossing voor de hoogwaterveiligheid in Dordrecht*. Scriptie TU Delft & Deltares.

- H+N+S landschapsarchitecten (i.s.m. Abe Veenstra en Geert de Vries, Infram), 2013. *Handboek ruimtelijke kwaliteit dijkverbetering Hagestein - Opheusden*. Visie, Beeldkwaliteitsplan, Landschapsplan, Borging. H+N+S, Amersfoort.

### OPVIJZELEN VAN PANDEN MAAKT DIJKVERZWARING MOGELIJK MET BEHOUD VAN CULTUURHISTORISCHE WAARDEN

Men hoort nog vaak dat dijkverhoging van de Voorstraat in Dordrecht onmogelijk is. Dit is een vorm van *framing* van het probleem: Dordrecht wordt daarmee het probleem van de hele regio! Maar is dat wel terecht? In het kielzog van die *framing* worden uiterst ingrijpende maatregelen voorgesteld om de maatgevende waterstand in het Rijnmondgebied maar niet te laten stijgen: stelsels van keringen die miljarden kosten, etc.

De kwalificatie 'onmogelijk' is natuurlijk vooral een aansporing tot innovatie. Wij meenden dat het opvijzelen van panden interessant zou kunnen zijn voor de Voorstraat in Dordrecht. Onze bevindingen zijn relevant voor alle dijktrajecten waar dijkverzwaring lastig is, omdat er veel historisch waardevolle bebouwing staat.



*Gevijzelde huizen te Middelland, net voor de dijk werd opgehoogd.*

In de bebouwde kom van Krimpen aan de Lek en Krimpen aan de IJssel zijn in de jaren zestig meer dan 40 panden opgevijseld. Dat was toen goedkoper dan slopen. En de karakteristieke dorpsbebouwing kon worden gespaard. De techniek was bekend, want door de bodemdaling in de veenpolder zakten huizen nogal vaak - en niet zelden scheef - en dan bood opvijselen uitkomst en de kans ze weer recht te zetten. Het opvijselen gebeurde met de hand, door vrijwilligers met ieder een grote moersleutel: allemaal gelijk een slag tot een wit vlakje in de zeskante moer weer op dezelfde plaats stond. De vrijwilligers varieerden van gepensioneerden tot kinderen; sommigen daarvan werken nu bij een waterschap (Dirk van Schie). Tijdens het opvijselen hoefden de panden niet te worden ontruimd, maar de nutsvoorzieningen waren wel van te voren aangepast. Zo zijn de huizen tussen 0,5 en 1,25 m opgevijseld.



*De Voorstraat in Dordrecht is de hoofdwaterkering, maar het tevens een belangrijke winkelstraat met historisch waardevolle panden (Pol, 2012).*

Opvijselen kan volgens de tafelmethode, of - als er weinig werkruimte is - vanuit de muur. Voor de Voorstraat is grofstoffelijk berekend dat het eenzijdig opvijselen van de bebouwing langs de Voorstraat (rivierzijde) al lijkt te kunnen voor minder dan 30 miljoen euro. Dat bedrag is gebaseerd op een prijs van 1200 euro per m<sup>2</sup>, een getal van de CUR. Aannemers schatten 1000- 2000 euro de m<sup>2</sup>.

Zelfs als het twee keer zo duur blijkt, omdat de dijk er ook nog bij moet en om wat extra te nemen voor aanpassing aan de straat, leidingen, etc., verdient opvijselen nog steeds serieuze overweging. En als je het aan twee kanten van de straat zou doen

wordt het vast nog 2 keer zo duur. Dan hebben we het nog steeds over slechts ca. 120 miljoen euro voor de '1,4 moeilijkste kilometers' van Nederland.

Het aardige van deze oplossing is dat het niet alleen met de Voorstraat kan, maar zelfs met heel buitendijks Dordrecht. Dat kost bij dezelfde m<sup>2</sup>-prijs ongeveer 350 miljoen. Ook daarvoor geldt: als het 2 of 3 x duurder is, is het voor zo'n historische stad nog steeds interessant. Want opvijzelen is een robuuste oplossing met veel flexibiliteit (eenmaal begonnen is over 50 jaar een stukje extra relatief gemakkelijk), die minder kans op spijt oplevert dan grootschalig ingrijpen in het hoofdwatersysteem. En niet alleen het collectief wordt er beter van, ook de woningeigenaren zelf. Maar wie gaat het betalen en wie begint?

Schans Halve Maan en Defensieve dijk (Foto: Vildaphoto/Yves Adams)

# H6 COMPARTIMENTEREN

---

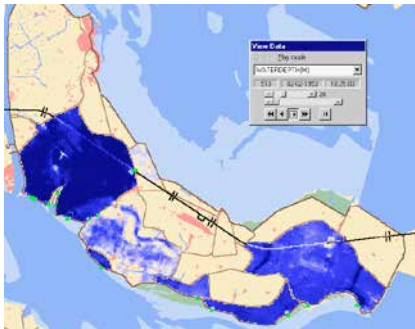
## WAT HOUDT DE MAATREGEL IN EN HOE VERKLEINT DEZE HET OVERSTROMINGSRISICO?

Compartimenteren betekent het opdelen van dijkkringgebieden in kleinere compartimenten. Het heeft meestal als doel het verkleinen van het overstromde oppervlak, maar het kan ook gericht zijn op het vertragen van de verspreiding van het water. Compartimentering met hoge dijken beperkt vooral het overstromde oppervlak en dus de totale schade. Lage compartimenteringsdijken leveren vooral tijds winst op, waardoor mensen meer tijd hebben het gebied te verlaten en slachtoffers kunnen worden voorkomen. Ook kan compartimentering ervoor zorgen dat cruciale infrastructuur nog enige tijd droog blijft.

Compartimentering kan dus vele vormen aannemen: van volledig kerende dijken die dijkkringgebieden opsplitsen, via ringdijken om kwetsbare plekken (bijvoorbeeld steden) tot geleidedijken die het water vertragen of in een bepaalde richting sturen. Feitelijk werkt alle bestaande lijnvormige infrastructuur die boven het maaiveld uitsteekt al enigszins compartimenterend.

---

*Het effect van de voormalige, thans binnendijks gelegen, waterkeringen op het overstromde oppervlak en de overstromingsdiepten in Zuid-Beveland tijdens de watersnoodramp van 1953 is duidelijk waarneembaar in deze simulatie (Asselman, 2003).*



---

In de kustgebieden hebben we nu bijvoorbeeld een uitgebreid en aaneengesloten stelsel van regionale waterkeringen (meestal waterdicht) en een omvangrijk net-

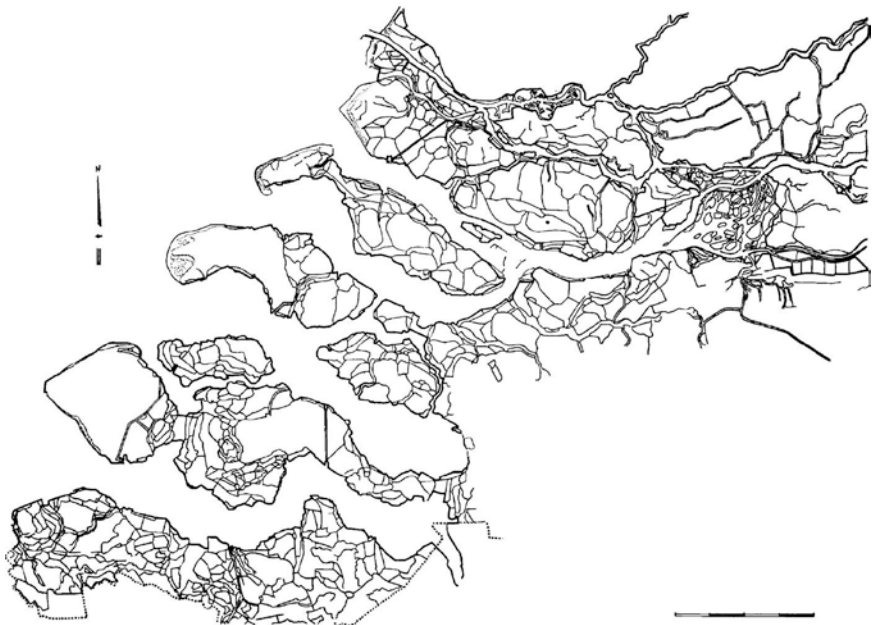
---

werk van wegen en spoorwegen (gewoonlijk lek en minder standzeker). Omdat de regionale keringen ruim boven boezempeil uitsteken, hebben deze een sterk vertragende werking op het verloop van een overstroming vanuit zee, en beperken ze ook het areaal dat kan onderlopen. De droge infrastructuur vertraagt voornamelijk.

Met compartimenteringsdijken, maar ook met onbedoelde compartimentering door regionale keringen, wegen en spoordijken, worden overstromingen dus vertraagd en wordt het overstromde areaal beperkt. De blootstelling aan de overstroming wordt hierdoor kleiner. En dus blijven de gevolgen van overstroming beperkter.

---

*Aandijkingen en inlaagdijken in Zuidwest Nederland.*



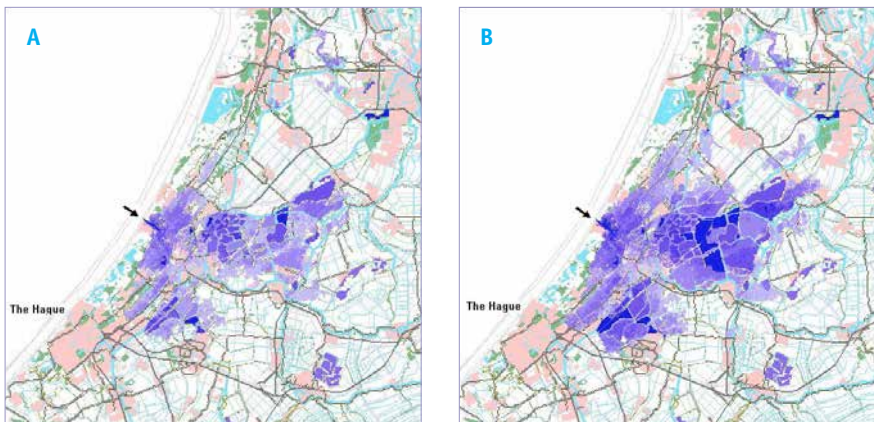
---

Als de zeespiegel stijgt, wordt de buitenwaterstand op zee en in veel daaraan grenzende grote wateren hoger. Dan zijn veel onbedoelde compartimenterende elemen-



ten niet langer hoog genoeg. Het water komt dan veel verder het land in, ook op plekken die nu droog blijven. Het in stand houden of verhogen van de compartimenterende elementen is dan, zeker met het oog op klimaatverandering, een maatregel om de blootstelling - en dus de overstromingsrisico's - effectief te beperken.

*Als de zee hoger komt te staan kunnen regionale keringen de overstroming minder goed ruimtelijk beperken (verschil in blootstelling door een bres bij Katwijk (bij 1:10.000 stormvloed) bij huidige zeespiegel en bij 1.3 m hogere zeespiegel).*



#### Maximum waterdiepte (m)



#### HEEFT DE MAATREGEL NOG VOORDELIGE NEVENEFFECTEN?

Hoge lijnvormige elementen die lang droog blijven kunnen als tijdelijke vluchtplaats dienen tijdens een overstroming. Als deze elementen een aaneengesloten netwerk vormen, kunnen ze ook een route voor evacuatie en vluchten zijn. Zo heeft compartimentering nog als eerste prettig neveneffect dat ook de kwetsbaarheid van het gebied kleiner wordt, en niet alleen de overstroming zelf wordt beïnvloed. Dat bijeffect werkt dus op het overstromingsrisico, vooral het risico op slachtoffers.

---

Door de compartimenterende werking van bestaande binnendijken functioneel te beschrijven en vast te leggen, kan het behoud van cultuurhistorisch waardevolle oude dijken - waarvan de integriteit nu vaak bedreigd is - worden gewaarborgd. Betekenis als waterstaatkundig werk is nu eenmaal een sterker argument dan waarde vanuit cultuurhistorisch oogpunt. Zo kan compartimentering omwille van risicobeheersing bijdragen aan landschapsbehoud.

Door er compartimenteringsdijken van te maken kunnen verloren of aangetaste cultuurhistorische waterwerken weer zichtbaar gemaakt worden door ze een nieuwe functie te geven: de Betuwelinie, de Grebbelinie, de Stelling van Amsterdam, de IJssellinie, etc. Sommige zijn onherkenbaar geworden.

---

*De Diefdijk stamt al uit 1284 en heeft in de loop der geschiedenis veel verschillende functies bekleed. De ruimtelijke ontwikkeling aan weerszijden verschilt nog steeds herkenbaar (rechts het inundatieveld, op de achtergrond de afsluitbare coupure van de A2).*



---

Door compartimenteringsdijken een functie te geven in een alomvattende strategie voor overstromingsrisicobeheersing kunnen ze bijdragen aan een heldere ruimtelijke structuur. Niet alleen zijn compartimenten relevant voor de differentiatie van hoogwaterbeschermingsnormen (bij 'waardevolle compartimenten' strengere normen), maar ze kunnen ook een rol spelen vanuit de andere kant bezien, name-

---

lijk bij gedifferentieerd ruimtelijk beleid: het verbieden/toestaan van ontwikkelingen die het gebied kwetsbaarder maken of het opleggen van strengere bouwvoorschriften naar de mate van overstromingsgevaar (in ‘gevaarlijker compartimenten’ een strenger ruimtelijk-beleidsregime). Zo kan compartimentering bijdragen aan een landelijke regie op ruimtelijke ontwikkeling: door zoneringskoppelingen aan compartimenten. Met als einddoel een robuuster ingericht Nederland.

### WAT KUN JE ER MEE EN WAT NIET?

Met compartimenteringsdijken wordt de kans op een overstroming niet kleiner, maar wordt deze ruimtelijk wel beperkt. Dat is vooral nuttig in heel grote dijkkringgebieden die anders helemaal onder water zouden kunnen lopen. In kleine dijkkringen is de risicoreductie meestal onvoldoende om de kosten en de overige nadelen van extra dijken te kunnen verantwoorden. Daar is versterking van de primaire kering vaak effectiever en zeker kosten-effectiever. Bovendien stijgt in heel kleine compartimenten het water snel, waardoor het verdrinkingsgevaar daar extra groot is.

Als een dijkkring in kleinere delen wordt verdeeld, groeit een bres in de dijk minder snel door een lagere instroomsnelheid, doordat het verschil in waterhoogte snel afneemt. Dat maakt het gemakkelijker bresgroei te voorkomen en/of de bres te dichten. En omdat de stroomsnelheden door een bres langs getijdewateren geringer zijn, kunnen eenmaal ontstane gaten in de dijk ook gemakkelijker en sneller gesloten worden. Compartimentering maakt overstromingen dus beter beheersbaar zodat deze minder snel uitmonden in rampen.

Hoge compartimenteringsdijken kunnen een toevluchtsoord zijn voor mensen en vee en als er een weg op ligt kunnen ze dienen als veilige evacuateroute. Voor kleine compartimenten geldt ook dat minder mensen geëvacueerd hoeven te worden dan uit grote dijkkringgebieden, en ook nog eens over een kleinere afstand. Voor lage kades en obstakels geldt dat ze in ieder geval het overstromingsverloop vertragen, waardoor er meer tijd is voor vluchten en andere maatregelen.

Samengevat: compartimentering kan vanuit kosten-batenoogpunt slechts in enkele gevallen concurreren met dijkversterking. Maar compartimentering verkleint de gevolgen van overstromingen wel effectief en kan er voor zorgen dat een overstroming niet ontaardt in een ramp. Nieuwe en bestaande wegen, dijken of spoor-

---

lijnen, en de verbetering van regionale waterkeringen bieden een goede kans om het laaggelegen deel van ons land robuuster in te richten. Dat is vooral bij een stijgende zeespiegel relevant.

---

*Bij de verbreding van de A2 moest de coupure in de Diefdijk worden verbreed. De valdeuren van de tweede helft van de 20e eeuw zijn daarbij door schotbalken vervangen (Foto: Beeldbank.rws.nl, Rijkswaterstaat)..*



---

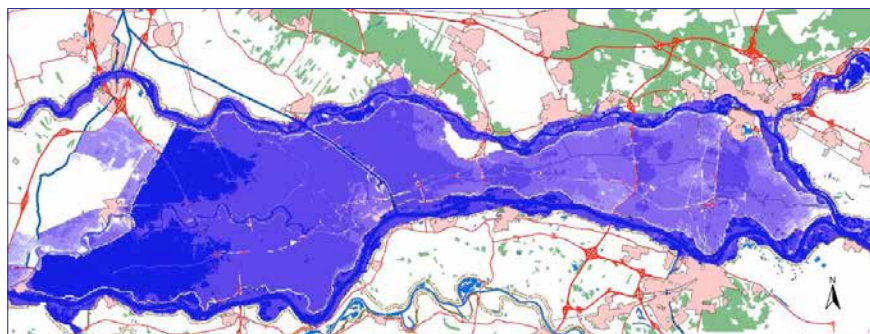
#### **WAAR IS DE MAATREGEL PERSPECTIEFRIJK EN WAAR JUIST NIET?**

Bij compartimentering kan het gaan om de aanleg van nieuwe compartimenteringsdijken, maar meestal gaat het om het in stand houden of verbeteren van bestaande gecompartmenteerdheid. De kosten voor een nieuwe dijk kunnen aanzienlijk zijn. Die van onderhoud of opwaardering zijn lager, maar natuurlijk ook niet verwaarloosbaar. Of de aanleg van nieuwe of het opwaarderen van bestaande compartimenteringsdijken rendabel is hangt af van de mogelijk vermeden schade en slachtofferrisico's, afgezet tegen de kosten van aanleg. Maar compartimenteringsdijken zouden niet alleen moeten worden beschouwd vanuit kosten-baten-oogpunt, maar ook vanuit robuustheidsperspectief: ze kunnen onbeheersbare situaties voorkomen en alleen al daarom hun geld waard zijn.

Vooral grote, onverdeelde dijkkringgebieden die bij een dijkbreuk helemaal onder lopen, lenen zich voor nieuwe compartimentering. Daar zullen immers alleen al door de omvang van de overstroming de gevolgen heel groot zijn. Ofwel: compartimenteren is perspectiefrijk waar een grote economische schade of een groot aantal slachtoffers samenhangen met een grote omvang van de overstroming; dus

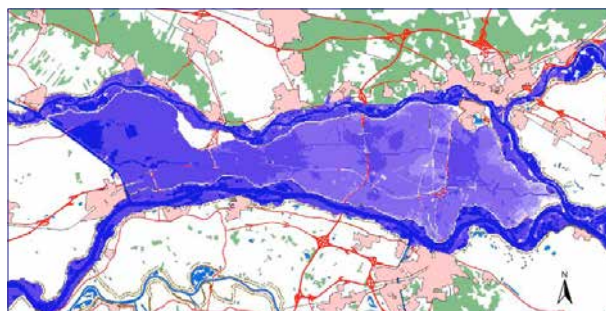
in relatief grote dijkringen. Denk daarbij aan de Betuwe en de grote dijkringen langs de Maas en IJssel.

*Voetafdruk en waterdiepte van een overstroming door een dijkbreuk bij Bemmel, zonder (a) en met (b) een compartimenteringsdijk langs het Amsterdam-Rijnkanaal.*









### Legenda

-  Canal
-  Highway
-  Main road
-  Embankment
-  Railroad
-  Forest
-  Build-up area
-  Water



### Maximum waterdiepte (m)

-  < 0,2
-  0,2 - 0,5
-  0,5 - 1
-  1 - 2
-  2 - 5
-  > 5

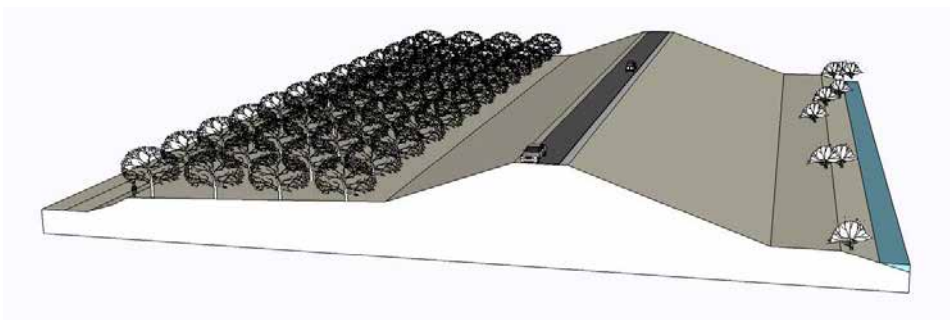
---

Verder is de vorm van de dijkkring relevant. Een langwerpige dijkkring is makkelijker te splitsen dan een dijkkring met een korte buitenrand in verhouding tot z'n oppervlakte. Ten derde is de oriëntatie van de dijk in relatie tot de herkomst van de overstroming belangrijk: als het water van de 'korte' kant komt (zoals in de Gelderse Vallei of het Kromme-Rijngebied) is de dijkkring makkelijker op te splitsen dan wanneer het ergens van de lange kant kan komen (zoals in Friesland-Groningen). Ten vierde speelt een rol hoe het water door het gebied stroomt en of het gebied door hogere gronden wordt begrensd. Dijkkringen langs de grote rivieren hellen bijvoorbeeld meestal richting zee. Hierdoor loopt bij een bovenstroomse dijkdoorbraak het water snel door heel de polder heen. Een (relatief korte) compartimenteringsdijk kan dit hetzij volledig tegengaan en de schade sterk beperken; hetzij de overstroming vertragen en zo mensenlevens sparen.

De mate van concentratie van bebouwd gebied speelt ook een rol. Geconcentreerde bebouwing is makkelijker te beschermen dan gespreide. Als een dijkkringgebied overwegend uit landelijk gebied bestaat, maar één grote stad kent, kan die laatste door een 'eigen' ringdijk effectief worden beschermd. Denk aan Zwolle of Den Bosch, aan Gorkum of Dordrecht, maar er zijn veel andere perspectiefrijke locaties. Daarnaast kan de aanwezigheid van gunstig gelegen infrastructuur aanleiding zijn om opwaardering tot een compartimenteringsdijk te overwegen. Voorbeelden zijn het Amsterdam-Rijnkanaal met z'n dijken door de Betuwe, snelwegen zoals de A50 door de Betuwe, de A1 tussen Apeldoorn en Deventer, de A2 langs Den Bosch, of de A12 door dijkkring Rijn& IJssel.

---

*Schets van een tot compartimenteringsdijk opgewaardeerde kanaaldijk langs het Amsterdam-Rijnkanaal (west) (Robbert de Koning landschapsarchitect bnt, 2008).*



---

In het lage westen en noorden van het land (Zeeland, de beide Hollanden, Friesland-Groningen) liggen veel oude dijken en regionale (boezem)kades, die gezamenlijk een sterke gecompartmenteerdheid opleveren. Voor de toekomst is deze onbedoelde functionaliteit echter niet gegarandeerd: de staat van onderhoud van de oude dijken en de geringe hoogte van de boezemkades kan bij een gestegen zeespiegel onvoldoende blijken. Ze bieden echter perspectief op een robuust stelsel, ook op lange termijn. Dat vraagt wel formalisering van deze waterstaatkundige (neven)functies en gerichte investering in onderhoud en opwaardering.

### **PAST HET IN HUIDIG BELEID OF IS HET NIEUW?**

Compartimentering is verre van nieuw. Het is eerder een heel oude maatregel die steeds weer vergeten dreigt te raken. De (1<sup>e</sup>) Deltacommissie heeft in haar advies sterk gepleit voor de aanleg en instandhouding van tweede waterkeringen en de verdere opdeling van Centraal Holland. Daar is weinig tot geen gevolg aan gegeven, behalve door het in stand houden van de oude Maasdijk.

Sommige compartimenteringsdijken zijn echter wel onderdeel geworden van het bestaande stelsel van primaire waterkeringen, en aldus in de Waterwet opgenomen, namelijk als zogenaamde c-keringen: primaire waterkeringen tussen dijkkringgebieden met een verschillende beschermingsnorm. Enkele voorbeelden zijn de Diefdijk, de dijken langs de Hollandse IJssel en het Amsterdam-Rijnkanaal benoorden de Lek.

Sommige regionale keringen zijn in provinciale verordeningen opgenomen. De boezemkades horen tot het reguliere regionale stelsel waarvoor provincies de normen aangeven, maar zijn alleen beschreven als kerend vanaf de 'natte zijde'.

De functionaliteit van regionale keringen en boezemkades als begrenzer van overstromingen vanaf de andere zijde, en dus als gevolgbepijking voor doorbraken van primaire waterkeringen, is niet geborgd. Maar deze is wel medebepalend geweest voor de risico-analyse die achter de recent voorgestelde nieuwe beschermingsnormen ligt. Dat betekent dat die functionaliteit wel is herkend (namelijk via de overstromingssimulaties) en erkend (via de voorstellen voor de nieuwe normen).

---

Filips de Goede bepaalde in 1447 dat de 'vijf heeren' de Diefdijk moest beheren, om te voorkomen dat overstromingen van de Betuwe ook de Vijfheerenlanden en Alblasserwaard zouden treffen (Foto: Beeldbank.rws.nl, Rijkswaterstaat / Rens Jacobs).



---

#### ZIJN ER HAKEN EN OGEN AAN DE MAATREGEL?

- Compartimenteringsdijken, of het nu nieuwe of opwaardering van bestaande infrastructuur betreft, vragen ook ruimte, net als 'natte' waterkeringen. Vooral in gebieden waar veel mensen wonen, kan er gebrek aan ruimte zijn.
- In minder dicht bevolkte gebieden bestaat er gevaar op verlies aan landschapswaarden; maar zijn er ook kansen voor integrale gebiedsontwikkeling.
- In kleine compartimenten kan het risico op verdrinking groot zijn, omdat het water sneller diep wordt. Dat vraagt strengere beschermingsnormen en/of extra sterke ('doorbraakvrije') dijken, zodat deze kleine compartimenten 'nooit' aan de beurt komen omdat de dijken elders al overstromen of zo langzaam volstromen dat vluchten nog gemakkelijk kan. NB: over kleine afstanden kan snel worden geëvacueerd, en op de nabijgelegen dijk is men al veilig.
- Vooral nieuwe compartimenteringsdijken zijn ruimtelijk lastig in te passen, zeker als geen gebruik wordt gemaakt van bestaande infrastructuur.
- Kruisingen van waterkeringen met bestaande droge infrastructuur vragen extra aandacht en maken nieuwe compartimenteringsdijken relatief duur. Er moeten



---

afsluitbare coupures worden aangebracht - waarmee de betrouwbaarheid in het geding komt - of verhoogde kruisingen.

- Nieuwe dijken zijn ook duur, omdat er met een 'integrale' kostprijs moet worden gerekend, waar het opwaarderen van bestaande waterkeringen slechts 'marginale' kosten met zich meebrengt. (Die marginale kosten kunnen overigens zeer hoog zijn, zoals verkenningen van opwaardering van de c-keringen langs de Hollandse IJssel hebben uitgewezen.)
- Bestaande oude binnendijken en regionale waterkeringen hebben nog geen erkende functie in het beheersen van overstromingen als gevolg van doorbrekende primaire waterkeringen. Daarmee ontbreekt een duidelijke titel om ze op te waarderen en is de bekostiging van opwaardering niet eenvoudig.
- De standzekerheid van bestaande oude binnendijken en regionale waterkeringen, en meer nog van andere lijnvormige infrastructuur, is vaak onbekend en lastig vast te stellen.

#### WIE ZOU INITIATIEF MOETEN NEMEN?

Blootstellingsbeperking door compartimenteringsdijken maakt geen expliciet onderdeel uit van het 'meerlaagsveiligheidsbeleid', zoals de rijksoverheid dat heeft geformuleerd. Ondanks het feit dat er natuurlijk sprake is van communicerende vaten (tussen kansverkleining, blootstellingsbeperking en kwetsbaarheidsverkleining), lijkt het rijk zich dus niet als initiator op te stellen. Dat kan als een gemiste kans worden beschouwd om verantwoordelijkheid te nemen voor het gehele hoogwaterbeschermingsstelsel.

Dat betekent dat het initiatief moet komen van de lagere overheden. Gemeenten kunnen het meest direct baat hebben bij extra bescherming door compartimenteringsdijken, provincies zijn verantwoordelijk voor regelgeving en normstelling van regionale keringen, en de waterschappen zorgen in de praktijk voor het onderhoud en de eventuele opwaardering van regionale waterkeringen. Het initiatief kan bij elk van deze partijen liggen. Voorbeelden daarvan zijn er dan ook. De gemeente Gorinchem heeft een compartimenteringsdijk gesuggereerd voor Gorkum-Oost. Zwolle heeft met de provincie Overijssel initiatief getoond. De provincie Zuid-Holland heeft binnendijken genormeerd. Waterschappen onderhouden ook niet genormeerde bestaande compartimenteringsdijken, zoals de Scheidingsdijk op Schouwen-Duiveland en dijken in het Rijnstrangebied en in de Liemers langs de Oude IJssel.

---

Waterschappen zouden altijd alert moeten zijn op initiatieven voor aanpassingen aan droge infrastructuur, waar met een beetje aandacht eenvoudig een waterkeringsfunctie aan kan worden gekoppeld. Men denke aan ringwegen (Zaltbommel, Oss), geluidswallen (Kampen, Nieuwegein), spoorlijnen of nieuwe snelwegen (A4). Dat gaat natuurlijk veel verder dan wat met de huidige watertoets gebeurt. De praktijk wijst uit dat gemeenten en provincies slechts bij grote uitzondering oog hebben voor overstromingsrisicobeheersing of er zelfs maar aan denken.

Tenslotte voor de lange termijn: omdat de bestaande boezemkaden in West- en Noord-Nederland aaneengesloten stelsels van waterkeringen vormen die onbedoeld compartimenterend werken, zou hier een grote rol kunnen zijn weggelegd voor de waterschappen. Zij gaan immers over deze boezemkades. Waterschappen met uitgebreide stelsels boezemkaden kunnen dan ook veel bijdragen aan een robuuster hoogwaterbeschermingsstelsel tegen relatief geringe meerkosten door bij regulier onderhoud er een schepje bovenop te doen.

#### **ZIJN ER NOG BELANGRIJKE CONSEQUENTIES VOOR BEHEER EN ONDERHOUD?**

De meeste bestaande compartimenteringsdijken zijn in het beheer bij waterschap of provincie. Het beheer en onderhoud komt daarom in principe ook ten laste van waterschappen en provincies.

Voor versterking van compartimenteringsdijken geldt dat het rijk een deel van de kosten kan dragen als de betreffende dijken deel uitmaken van het primaire stelsel. Dan hebben ze (tot op heden) de status van c-kering. Als een niet-primaire compartimenteringsdijk landelijk van belang is kan men zich afvragen of deze kosten dan niet ook deels door het rijk gedragen zouden moeten worden. Ook zulke dijken dragen immers bij aan het verkleinen van overstromingsrisico's.

Voor de regionale waterkeringen en boezemkades geldt dat aandacht voor hun latente waterkerende functie al veel kan helpen. Dat biedt argumenten voor beter onderhoud.

---

*Westfriese omringdijk. Cultuurhistorische waarde met compartimenterende werking in Noord-Holland.*



---

#### **DOEN**

- ✓ Bezie alle binnendijkse infrastructuur altijd ook vanuit een functie in het geleiden, vertragen en/of limiteren van overstromingen vanuit het hoofdwatersysteem. Onderzoek die latente waterkerende functie en leg 'm vast.
- ✓ Denk vanuit de lange termijn: als de zee hoger staat kunnen bestaande boezemkades die nu nog keren, overlopen. Doe er bij regulier onderhoud steeds een schepje bovenop als ze een functie hebben zoals in het vorige punt bedoeld.
- ✓ Onderzoek in grote dijkringgen of compartimentering de gevolgen zo kan beperken dat deze aanvaardbaarder van omvang worden; en of de robuustheid van onze samenleving er op grotere schaal en lange termijn mee gediend is. Een kosten-batenafweging alleen is te beperkt.

- 
- ✓ Wees alert op plannen voor droge infrastructuur, waaraan een waterkerende nevenfunctie kan worden gekoppeld. Dit is mogelijk ‘laaghangend fruit’ (meerwaarde tegen geringe meerkosten).

---

#### NIET DOEN

- ✗ Kleine compartimenten maken die grenzen aan de waterkering en veel inwoners tellen zonder strengere norm en/of sterkere dijk. Differentiatie van beschermingsniveaus is dan essentieel.
- ✗ Bestaande compartimenteringsdijken verwijderen vanwege het verdrinkingsgevaar voor de mensen die ervoor wonen. Investeer in dat geval in een sterkere buitenkant, maar haal de tussendijk niet weg, want de tweede waterkering heeft een niet te onderschatten functie voor de achterliggers; dan wordt het systeem als geheel versterkt, in plaats van verzwakt.
- ✗ Bestaande binnendijken te makkelijk opgeven (laten afgraven, coupures toestaan), omdat de waterkerende functie op dit moment onbenoemd of onduidelijk is.

---

#### VERDER LEZEN?

- Asselman, N.E.M., F. Klijn, H. van der Most (2008). *Verkenning van nadere compartimentering van dijkkringgebieden. Hoofdrapport compartimenteringsstudie*. Deltares-rapport T2513.00, Delft.
- Van der Most, H. & F. Klijn (2013). *De werking van het waterkeringsstelsel: de dijkkring voorbij? Naar een doelmatiger inrichting op basis van risicobenadering en systeemanalyse*. Deltares-rapport 1206262-015, Delft.
- Van Heezik, A (2008). “*Het voordeel eener dubbele defensie*”. *De discussies rond het compartimenteren van dijkkringen in het verleden*. Deltares-rapport T2513.20, Delft.

.....

An aerial photograph showing a long, curved dike separating a large body of water on the left from a vast green agricultural field on the right. The dike is a mix of green grass and brown earth. The water is a pale, greyish-blue. The sky is a uniform light grey.

Vossemeerdijk (Foto: Vildaphoto/Lars Soerink)

# H7 DOORBRAAKVRIJE DIJKEN

---

## WAT HOUDT DE MAATREGEL IN EN HOE VERKLEINT DEZE HET OVERSTROMINGSRISICO?

Een ‘doorbraakvrije’<sup>2</sup> dijk is bestand tegen overslag en overloop en mag zelfs dan niet doorbreken. Zo’n dijk verkleint niet alleen de overstromingskans, maar zorgt er ook voor dat water langzamer instroomt en een veel kleiner gebied minder diep onderloopt. Bij zulke dijken loopt er immers alleen water het gebied in gedurende de tijd dat het buitenwater hoger staat dan de dijk. En er komt dus minder water in het gebied, zodat er minder areaal overstroomt en/of het minder diep wordt. Daardoor is er meer tijd om het gebied te ontvluchten en worden minder mensen en goederen aan de overstroming blootgesteld.

Voorals een dijk onverwacht en plotseling doorbreekt kunnen er veel slachtoffers vallen. Dat gebeurt als andere faalmechanismen dan overloop of overslag tot het bezwijken van de dijk leiden, bijvoorbeeld onderloopsheid (*piping*) of macro-instabiliteit (afschuiven, wegschuiven). Die processen kunnen al optreden voor het water kantje-boord staat, en het moment van bezwijken is daardoor moeilijk te voorzien.

Het is niet ondenkbaar dat de voortekenen geheel onopgemerkt blijven en de dijk plotseling en onverwacht doorbreekt, waarbij zich zeer snel een grote bres kan vormen. Een doorbraak van een conventionele dijk komt dan ook vaak als een verrassing, en omdat mensen zich achter een dijk (onterecht?) veilig voelen worden ze nog extra verrast.

‘Praktisch doorbraakvrije’ dijken zijn functioneel te definiëren als dijken die keren tot de kruin en ook bij grote hoeveelheden overslag en/of overloop niet bezwijken. Zulke dijken hoeven niet zo hoog te zijn, maar ze moeten wel heel sterk zijn, want er mag geen bres in ontstaan als er water overheen loopt, of pas na heel lange tijd. ‘Doorbraakvrije’ dijken moeten dus in ieder geval aan de volgende functionele eisen voldoen:

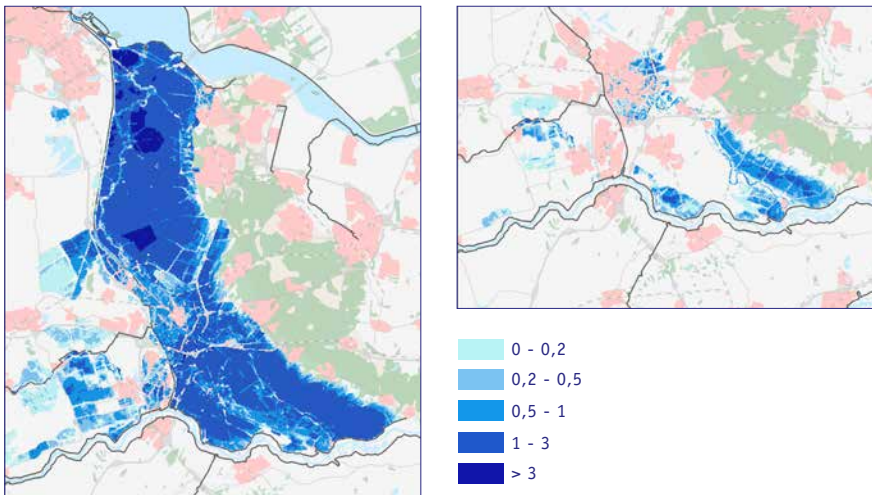
---

<sup>2</sup> De term is omstreden, want volledig doorbraakvrij bestaat natuurlijk niet. Aan alternatieve termen zoals doorbraakbestendig of overloopbestendig kleven weer andere bezwaren, net als aan deltadijk of klimaatdijk. Deze term geeft in ieder geval aan wat de bedoeling is. Bedoeld is namelijk dat de kans op doorbreken verwaarloosbaar klein is ten opzichte van de kans op overslag of overlopen.

- Het bezwijken van het dijklichaam als geheel is niet toelaatbaar, het falen van onderdelen (hoogte of bekleding bijvoorbeeld) wel. Dat vraagt om het inbouwen van reststerkte.
- Het faalgedrag moet zo taai mogelijk zijn.

Deze functionele eisen hebben natuurlijk niet alleen betrekking op het dijklichaam zelf, maar ook de ondergrond: een sterke dijk op een beroerde ondergrond is immers niets waard.

*Een doorbraakvrije dijk mag lager zijn dan een traditionele dijk, omdat deze bestand is tegen overslag en overloop. Overstroomd oppervlak en maximum waterdiepte (in meters) zoals berekend bij een 150 m brede bres bij Amerongen (links) en bij een doorbraakvrije dijk die over ongeveer 7 km 20cm lager is dan de maatgevende waterstand (MHW; rechts).*



Een dijk 'doorbraakvrij' maken kan met grond of met constructies. Met grond is in theorie het goedkoopst, maar oplossingen in grond vragen de meeste ruimte. Als die ruimte er niet is (bijvoorbeeld door bebouwing), wordt het alsnog heel duur. De smalste en duurste oplossing is constructief en onzichtbaar: een dubbele damwand (kistdam) die alle faalmechanismen in één keer onder controle kan brengen en tevens een heel smalle en steile dijk mogelijk maakt.



---

Meestal zal het doorbraakvrij maken bestaan uit het zeer vergaand verkleinen van alle faalmechanismen die tot bezwijken en bresvorming kunnen leiden. Dan gaat het ten eerste om bezwijken door afschuiven, wegschuiven of onderloopsheid, en vervolgens vooral om bresvorming door terugschrijdende erosie op het binnentalud als er water over de dijk slaat of loopt. De technieken die hiervoor beschikbaar zijn verschillen niet wezenlijk van die voor conventionele dijken. Maar het toestaan van overloop en overslag vraagt wel extra aandacht voor het binnentalud (flauwer en/of extra versterkt met een dik kleidek of kunststof matten, extra aandacht voor de grasmatten) en voor overgangen, zoals knikken onderaan en bovenaan het binnentalud (afronden) waar - zoals blijkt uit overslagproeven - erosie het eerst aangrijpt.

---

*Overslagproeven wijzen uit dat een dijk met een goede grasmatten langdurig meer overslag en overloop aankan dan tot voor kort werd verondersteld (Foto: Deltares).*



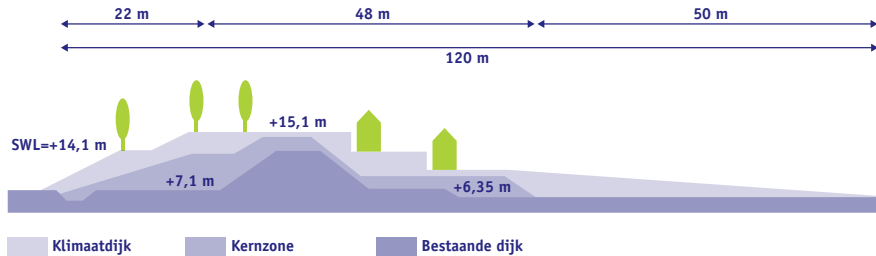
---

#### **HEEFT DE MAATREGEL NOG VOORDELIGE NEVENEFFECTEN?**

Het doorbraakvrij maken van dijken kan op twee manieren een ruimtelijk voordelig neveneffect hebben, namelijk doordat zulke dijken andere dimensies kunnen hebben dan conventionele.

Indien in grond uitgevoerd zal vaak worden gekozen voor extra brede dijken, waarop dan gebouwd kan worden. Dan is sprake van multifunctionele dijken, die vooral in stedelijk gebied aantrekkelijk zijn, waar het landschapsbeeld wordt bepaald door het stedelijk weefsel - meer dan door de dijk zelf. Het voordeel bestaat dan uit de ruimtebesparing door het multifunctioneel gebruik.

*Omwille van meervoudig gebruik kan de dijk of de steunberm breder worden gemaakt, zodat buiten het technisch profiel andere functies - en bomen - een plek kunnen krijgen.*



Ten tweede hebben doorbraakvrije dijken het voordeel dat ze niet zo hoog hoeven. Uit indicatieve kosten-batenbeschouwingen is gebleken dat doorbraakvrije dijken a) economisch rendabel zijn als ze niet hoger worden gemaakt dan de huidige maatgevende waterstand; ze dan b) dezelfde economische risicoreductie opleveren als '10 keer veiliger' conventionele dijken, en ze c) tevens het slachtofferrisico tot vrijwel 0 reduceren. Dat betekent dat 'doorbraakvrije' dijken in de praktijk ongeveer een decimeringshoogte lager kunnen dan conventionele. Decimeringshoogten langs de rijkswateren variëren van enkele decimeters tot bijna een meter.

Andere voordelige neveneffecten hebben te maken met de relatie met gerelateerde beleidsmaatregelen rond risicobeheersing, namelijk ruimtelijk beleid en crisisbeheersing.

Doordat 'doorbraakvrije' dijken tot een kleiner overstroomd oppervlak leiden met geringere waterdiepte, bieden ze perspectief voor een effectiever ruimtelijk beleid. Planologische beperkingen kunnen beperkt blijven tot een kleiner oppervlak, omdat er minder onderloopt. En omdat het minder diep wordt is aangepast bouwen makkelijker en eerder kosteneffectief.

Doordat 'doorbraakvrije' dijken ook de instroomsnelheid beperken geldt voor de crisisbeheersing dat er minder haast is en voor de inwoners niet langer reden voor paniek. Een groot deel van het gebied hoeft immers helemaal niet meer te worden geëvacueerd. Voor anderen geldt dat ze langer de tijd hebben om het gebied te

---

verlaten of een veilig heenkomen te zoeken. Het is bij langzame instroom voor de veiligheidsregio's en hulpdiensten mogelijk de evacuatie zo te plannen dat diegenen die het dichtst bij de dijk wonen of in een relatief laag gelegen deel van het dijkringgebied, het eerst worden geëvacueerd. Hoe minder mensen hoeven te worden geëvacueerd, des te effectiever de evacuatie zal zijn, omdat er geen of minder verkeersopstoppingen zullen ontstaan. En hulpdiensten kunnen wegen langer blijven gebruiken met daarvoor geschikte voertuigen, omdat bij geringe waterdiepten navigeren op zicht goed mogelijk blijft.

### **WAT KUN JE ER MEE EN WAT NIET?**

Het belangrijkste wat er mee kan is het voorkomen van een dijkbreuk op een plek waar dat echt rampzalig zou zijn. Bijvoorbeeld waar veel mensen vlak achter de dijk wonen. Dat vraagt gerichte toepassing bij woonkernen. Als het waterpeil ter plaatse snel kan stijgen omdat het water niet weg kan, is het nog relevanter om bresvorming te voorkomen. Zo kan worden voorkomen dat veel mensen worden verrast en er veel slachtoffers vallen. Daar zijn deze dijken bij uitstek voor bedoeld. Voor verder van de dijk af gelegen locaties wordt vooral tijdwinst geboekt, doordat er minder water minder snel instroomt. Daar is dan meer tijd voor evacuatie en kunnen ook slachtoffers worden voorkomen.

Ten tweede kan met doorbraakvrije dijken worden bereikt dat dijken niet hoger hoeven, of dat verhoging nog een tijdlang kan worden uitgesteld. Verhoging van dijken betekent vaak een aantasting van het landschap, lokt veel protesten uit en is vaak ook duurder dan alleen versterking van de dijk, omdat op veel dijken wegen liggen die dan langdurig moeten worden afgesloten en geheel worden vernieuwd. Een doorbraakvrije dijk kan in principe veel langer mee dan een niet-doorbraakvrije, omdat bij veranderend klimaat alleen de hoeveelheid overslag/overloop toeneemt, maar de kans op rampen niet groter hoeft te worden. Die treden immers alleen op als de dijk bezwijkt. Doorbraakvrije dijken zijn dus klimaatveranderingsbestendig.

Wat er niet mee kan is dijkversterking voorkomen. Doorbraakvrije dijken moeten juist heel sterk worden gemaakt, omdat ze ook bij overslag en overloop moeten blijven staan. Dat stelt hoge eisen aan de sterkte. En aan de betrouwbaarheid op lange termijn, dus de levensduur van de sterkte. Bij versterking in grond zal dan ook snel voor overdimensionering worden gekozen en bij constructies voor heel

---

sterke. Dat maakt het lastig nieuwe technieken toe te passen, die zich nog niet op lange termijn hebben bewezen, zoals geotextiel of kunststofmatten. Daarvan is nog onbekend hoelang ze (onder de grond) meegaan. Ook van damwanden was dit tot voor kort niet bekend, maar die blijken langzamer te corroderen dan aanvankelijk gedacht.

Wat doorbraakvrije dijken ook niet doen is volledig voorkomen dat het achter de dijk flink nat wordt. Juist als overslag of zelfs overloop wordt toegelaten, zal er plaatselijk enige wateroverlast ontstaan. Het gaat dan wel om wateroverlast in tijden dat het toch al extreem weer is. Het heeft dan waarschijnlijk toch al heel lang geregend, of zwaar gestormd met zware buienactiviteit. En het gaat om relatief zeldzame gevallen. Denk aan forse golfoverslag of overloop eens per 100-1000 jaar, die naar landelijk gebied kan worden afgeleid. Terwijl wateroverlast door neerslag in landelijk gebied eens per 10 a 100 jaar als aanvaardbaar wordt beschouwd. Op het totaal aan wateroverlast gaat het dus wel om een verergering, maar niet zo'n grote.

#### **WAAR IS DE MAATREGEL PERSPECTIEFRIJK EN WAAR JUIST NIET?**

Het ligt voor de hand doorbraakvrije dijken toe te passen:

- 1 Waar ze een grote bijdrage kunnen leveren aan het verkleinen van slachtoffer-risico's (nutsoverweging).
- 2 Waar de dijk een bovenregionale functie vervult of meer in het bijzonder: een domino-effect moet voorkomen (bijdrage aan een robuuster systeem).
- 3 Waar dijkverhoging bezwaarlijk is, maar er wel alle aanleiding is voor een betere bescherming (normaanscherping).
- 4 Waar men gebiedsontwikkeling (woonwijk, industrie, wegaanleg) wil naast, aan of zelfs op een dijk.

Het is praktisch vrijwel onmogelijk om de bijna 3000 kilometer aan primaire waterkeringen in Nederland in korte tijd te versterken tot doorbraakvrije dijken. Maar dat hoeft ook niet. Het geleidelijk toewerken naar een situatie met enkele honderden kilometers 'doorbraakvrije dijk' kan het groepsrisico in Nederland al ruimschoots halveren en zo een belangrijke bijdrage leveren aan het voorkomen van maatschappelijke ontwrichting. Dat vraagt gerichte aanpak van dijktrajecten waar veel slachtoffers te verwachten zijn. Bijvoorbeeld langs de grote rivieren (Lent, Arnhem-Zuid/Malburgen, Gorinchem-Oost, Vianen, Zutphen, Deventer,

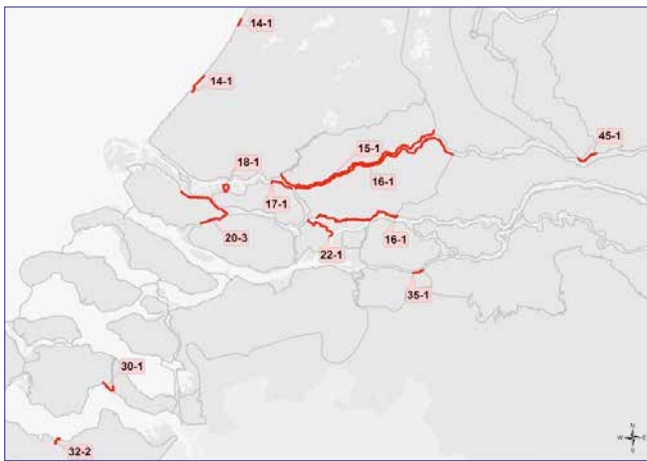
---

Zwolle, Den Bosch, Geertruidenberg), in Rotterdam, van stukken langs de Krimpenerwaard en Alblasserwaard (zuidkant), van trajecten in Dordrecht, van de Grebbedijk bij Wageningen (Gelderse Vallei), van de noordelijke Rijndijk tussen Amerongen en Vreeswijk (Nieuwegein). Maar denk ook aan Delfzijl, Harlingen, Hansweert, Terneuzen en Vlissingen.

---

*Dijktrajecten waar veel slachtoffers te verwachten zijn zouden met voorrang doorbraakvrij gemaakt moeten worden (De Bruijn & Klijn, 2011).*

---



---

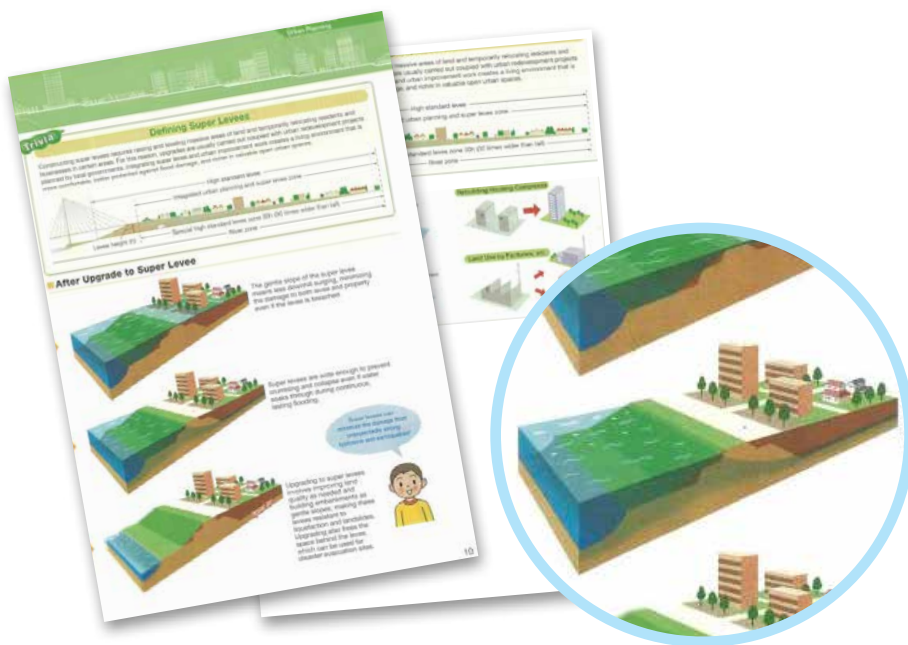
Dijken met een bovenregionale functie zijn die dijken die niet één dijkkringgebied beschermen, maar meer dan één, of die moeten voorkomen dat een kleine rivier ook het water van een veel grotere erbij krijgt. Zulke 'systeemdijken' moeten bijvoorbeeld voorkomen dat de Rijnaafvoer grotendeels door het IJsseldal gaat, dat de Waal de Maas doet overlopen, of dat Centraal Holland volloopt via rivierdijkkringen (Kromme-Rijngebied of Krimpenerwaard. Het gaat in ieder geval om dijken langs de Boven-Rijn, langs de Neder-Rijn (noordzijde) tussen Amerongen en pakweg Schoonhoven, en langs de Waal (zuidzijde) tussen Nijmegen en Sint Andries, maar misschien ook wel om de dijken op de kop van de Betuwe langs de Waal en het Pannerdens Kanaal. Als die alleen maar kunnen overlopen, maar niet doorbreken, blijft de situatie beheersbaar.

---

Met het recente normvoorstel van het Deltaprogramma zullen veel dijken een veel betere bescherming moeten gaan bieden, vooral in het rivierengebied. Daar zijn de dijken vaak al erg hoog, vooral langs de Waal en Lek, en kan verdere verhoging bezwaarlijk zijn. Te duur, of hele dorpsgemeenschappen versnipperend. In zulke gevallen kan het doorbraakvrij maken een alternatief zijn voor verdere verhoging. Dat zal dan vaak constructieve oplossingen vergen.

Een gebiedsontwikkeling, zoals een nieuwbouwproject, kan meteen of op termijn conflicteren met eisen van de waterkeringbeheerder als deze nabij of tegen de dijk aan is gedacht (vrijwaringszone). Dat kan echter ook aanleiding zijn samen op te trekken, omdat dat kansen biedt om meer ruimtelijke kwaliteit te bereiken door integrale planvorming. Voorbeelden zien we in Scheveningen (boulevard), Katwijk (parkeergarage), Lent, Tiel, etc.

*In Japan maken ze dijken doorbraakvrij en bovendien aardbevingsbestendig. Over 2 decennia willen ze in Tokyo 120 km klaar hebben. De grond buiten het technisch profiel verandert niet van eigenaar en nieuwbouw komt er bovenop (Arakawa-Karyu River Office, Ministry of Land, Infrastructure and Transport).*



---

## PAST HET IN HUIDIG BELEID OF IS HET NIEUW?

Er is geen enkele belemmering om dijken veel sterker en overslagbestendig te maken binnen het huidige wettelijk instrumentarium, noch met de oude noch met de nieuw voorgestelde normen. Er zijn immers alleen minimumvereisten, maar er is geen maximum gesteld aan de sterkte. Dat verklaart ook dat er al vrijwel doorbraakvrije dijken bestaan.

Gericht beleid om doorbraakvrije dijken na te streven zou wel nieuw zijn. In het advies van de Deltacommissie in 2008 was er veel aandacht voor grote aantallen slachtoffers in één keer. In dat kader werd gepleit voor dijken die niet door kunnen breken; deze werden toen deltadijken genoemd.

Daarop voortbordurend is in de afgelopen jaren in het Deltaprogramma verder verkend wat doorbraakvrije dijken zouden kunnen betekenen. Maar dat heeft niet geleid tot een beleidsuitspraak waarin toepassing van dergelijke dijken locatiespecifiek of generiek wordt voorgesteld. Adviezen van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) terzake zijn gepareerd met verdere normaanscherping; dat leidt wel tot kleinere kansen, maar niet tot ander faalgedrag. Dat maakt dat toepassing van lagere, maar 'doorbraakvrije' dijken een creatieve omgang vraagt met de zogenaamde faalkansbegroting: niet uitgaan van de nu voor ontwerpen voorgestelde 24% faalkansruimte voor overloop/ overslag, maar van bijvoorbeeld 99%.

Een stap verder gaat het gebruik maken van de in de Deltabeslissing geboden mogelijkheid om 'slimme combinaties' voor te stellen. Dat komt neer op een minder strenge norm voor overslag en overloop bij een gelijktijdig strengere norm voor 'bezwijken' van de dijk, en combinatie met ruimtelijke maatregelen ('laag 2') en eventueel evacuatieplannen ('laag 3').

## ZIJN ER HAKEN EN OGEN AAN DE MAATREGEL?

- Als dijken met grond doorbraakvrij worden gemaakt, zijn flauwe taluds of brede bermen nodig: dat vergt veel ruimte, die er niet altijd is. En op veel plaatsen wordt het als minder fraai beschouwd.
- Steile en smalle doorbraakvrije dijken zijn mogelijk met constructies (bijvoorbeeld een dubbele damwand of kistdam), maar die zijn in het algemeen duur. Een brede dijk met een grote voetafdruk kan trouwens eveneens tot hoge kosten leiden.

- 
- Met innovatieve constructies om dijken doorbraakvrij te maken is nog niet veel ervaring. Omdat de levensduur van dergelijke constructies onbekend is, wordt vaak op conventionele oplossingen teruggevallen.
  - Als het doorbraakvrij maken van een dijk duurder uitpakt, komen de extra kosten meestal ten laste van de waterkeringbeheerder (meestal het waterschap). Omdat de meerkosten dan niet liggen bij degenen die er baat bij hebben, wordt er vaak van afgezien.
  - Het doorbraakvrij maken van dijken vraagt een vormgeving die haaks staat op ontwerpprincipes zoals die door landschapsarchitecten tot nu toe werden gebezigd bij rivierdijken, zoals: een steile bovenkant (gedetailleerde dijk, cf. Yttje Feddes) en scherpe knikken. In plaats daarvan zijn juist flauwe taluds en geleidelijke overgangen (vooral aan de teen) gewenst. Hier ligt een ontwerppoging.
  - Voor multifunctionele dijken zijn - bovenop de technische eisen - aanvullende eisen nodig die voortvloeien uit het gewenste medegebruik. Denk aan wegen, bebouwing, beplanting, etc. Dat kan leiden tot de wens het dwarsprofiel (veel) ruimer te dimensioneren: (nog) veel breder, met nog flauwere profielen of met veel bredere bermen binnen- of buitendijks. Ook hier is een belangrijke taak weggelegd voor landschapsarchitecten om tot aantrekkelijke oplossingen te komen.
  - Vanuit een risicobenadering mag een 'doorbraakvrije' dijk lager zijn dan een conventionele, omdat de bezwijkkans veel kleiner is. Vanuit economisch perspectief zou deze ook lager moeten, omdat het maken van zo'n dijk duurder is. Maar dat vraagt een lastig te beargumenteren afwijking van het nieuwe normenstelsel, waarin slechts het begrip 'overstromingskans' wordt gebruikt. Het onderscheid maken tussen de kans op bezwijken - met rampzalig gevolg - en de kans op overlopen - met veel kleiner gevolg - wijkt af van die doctrine. Dat kan als juridisch problematisch worden gekwalificeerd; of als een uitdaging.

#### WIE ZOU INITIATIEF MOETEN NEMEN?

Voor een consistent op het verkleinen van groepsrisico's gericht beleid zou het rijk verantwoordelijkheid moeten nemen. Maar het rijk lijkt, mede vanwege de grote investering in dijkverbetering die de nieuwe normen vragen, noch een generieke uitspraak te willen doen noch locatiespecifiek beleid te willen formuleren. Daarmee zouden initiatieven moeten komen van andere overheden. Provincies, gemeenten en waterschappen komen dan in beeld.



---

Provincies en of gemeentes kunnen op basis van 1) hun kennis van bevolkingsconcentraties en 2) de nu beschikbaar gekomen gegevens over overstromingsgevaar (kaart van 'Overstromingsverdrinkingsgevaar/ LIR; simulaties van dijkdoorbraken) dijktrajecten identificeren waarover ze met het waterschap in gesprek willen gaan over de gewenste functionaliteit.

In geval van voorgenomen gebiedsontwikkelingen ligt het zeker in de rede dat gemeente of provincie het initiatief nemen voor een gesprek over doorbraakvrije, eventueel multifunctionele dijken.

Waar 'systeemdijken' doorbraakvrij zouden moeten worden hebben de betreffende waterschappen vaak het best in de gaten. Dat verklaart de belangstelling van waterschappen zoals Rijn & IJssel, Rivierenland en Schieland & de Krimpenerwaard. Ook is Vallei & Veluwe alert en overweegt de Grebbedijk, waarvoor een heel strenge norm is afgeleid, doorbraakvrij te maken.

#### **ZIJN ER NOG BELANGRIJKE CONSEQUENTIES VOOR BEHEER EN ONDERHOUD?**

Als een dijk van grond zonder constructies doorbraakvrij moet zijn, moet erosie van het binnentalud tijdens overslag of overlopen voorkomen worden. Dat betekent dat het nog belangrijker is de grasmat goed te onderhouden dan bij conventionele dijken, waar overslagvolumina kleiner blijven.

Bij meervoudig gebruik van de dijk is regelmatige inspectie lastiger, zeker als gebouwen onderdeel uitmaken van de waterkering omdat dan soms in de gebouwen moet worden gekeken, of begraven constructies moeten worden geïnspecteerd.

Als doorbraakvrije dijken vaker te maken krijgen met overslag of overloop, kan schade aan de dijk ook vaker optreden. Dat betekent: vaker repareren. Overigens zal veel minder vaak schade ontstaan door overslag of overloop dan door andere oorzaken (crossbrommers, 4-wheel drives, muskusratten, muizen).

---

Een 'doorbraakvrije' dijk in de VS (New Orleans), waar bij het ontwerpen ruimtelijke kwaliteit geen issue is geweest, en een archetypische dijk met relatief flauwe taluds in de zuidwesthoek van Friesland (Foto's: Frans Klijn).



---

#### DOEN

- ✓ Onderzoek welke dijkvakken bij doorbraak veel slachtoffers zou opleveren. Ga voor die dijkvakken na of het mogelijk is ze doorbraakvrij te maken.
- ✓ Verken op plaatsen waar dijkverhoging op bezwaren kan stuiten (kosten of aantasting van dorpen of landschap) of een doorbraakvrije dijk een alternatief voor verhoging kan zijn; die kan immers lager.
- ✓ Ga bij een gemeentelijk of provinciaal voornemen tot gebiedsontwikkeling nabij een dijk in ieder geval in gesprek met het waterschap om gezamenlijk te verkennen hoe kwaliteit van de leefomgeving en borging van de hoogwaterbescherming duurzaam samen kunnen gaan. Een multifunctionele dijk zou voor het waterschap aanvaardbaar kunnen zijn onder de voorwaarde dat deze praktisch doorbraakvrij is en dat voor lange tijd kan worden gegarandeerd.
- ✓ Zoek partners (moreel, praktisch en financieel) voor doorbraakvrije dijken bij partijen die wat verder van de dijk af liggen, omdat die immers ook baat hebben bij minder instromend water (anders bouwen; 2e laag) en meer tijd alvorens het water arriveert (effectiever evacueren; 3e laag).

---

## NIET DOEN

- ✗ Dijken zowel heel sterk (doorbraakvrij) maken als ook nog eens zo hoog maken dat er vrijwel nooit water overheen slaat of loopt. Dat is onnodig kostbare overdimensionering.
- ✗ Alleen in conventionele grondoplossingen denken, ook waar het bestaande landschap omvangrijke grondvolumes niet kan velen.
- ✗ Technische leidraden naar de letter (cijfers) volgen waarbij steeds van de 'default'-aannames en -instellingen wordt uitgegaan, terwijl risicobeheersing vraagt om een afweging van doelmatigheid en proportionaliteit.
- ✗ Probeer niet tegen beter weten in alle bestaande bebouwing langs een dijk te sparen; soms is het beter eens goed op te ruimen (te vernieuwen). Maar maak wel scherp onderscheid tussen echt cultuurhistorisch of landschappelijk waardevol en alleen maar waardevol vanuit functionaliteit.

---

## VERDER LEZEN?

- De Bruijn, K.M. & F. Klijn (2011). *Deltadijken: locaties waar deze het meest effectief het slachtofferrisico's reduceren*. Deltares-rapport 1202628-000, Delft.
- Ellen, G.K. & A. van Buuren (2014). *De governance van slimme combinaties. Spelregels voor samenwerking rond meerlaagse vormen van waterveiligheid*. Deltares-rapport 1208559-000, Utrecht.
- Klijn F. & M. Bos (2010). *Deltadijken: ruimtelijke implicaties. Effecten en kansen van het doorbraakvrij maken van primaire waterkeringen*. Deltares-rapport 1201353, Utrecht/ Delft.
- Klijn, F., M. van der Doef & N.E.M. Asselman (2014). *Doorbraakvrije dijken: een nadere verkenning*. KvK rapport 124/2014, Kennis voor Klimaat, Utrecht.

Overstroomde Handzamevallei (Foto: Vildaphoto/Yves Adams)

# H8 ELDERS OF ANDERS BOUWEN



---

## WAT HOUDT DE MAATREGEL IN EN HOE VERKLEINT DEZE HET OVERSTROMINGSRISICO?

Elders of anders bouwen gaat over het rekening houden met overstromingsgevaar in de ruimtelijke ordening en bij de constructie van gebouwen. Beide kunnen de toename van de kwetsbaarheid van een gebied voor overstromingen beperken. Door elders te bouwen - buiten overstroombaar gebied -, omdat er dan in de toekomst geen of minder huizen en bedrijven overstromen. Door anders te bouwen, omdat de huizen en bedrijfspanden dan zelf minder kwetsbaar voor water zijn. Dat wil zeggen minder schade oplopen als het gebied onder loopt of als ze zelf nat worden. Beperking van de kwetsbaarheid van een gebied of de objecten in een gebied is een vorm van gevolgbeperking die in de terminologie van 'meerlaagsveiligheid' wel als 'laag 2' worden aangeduid.

---

*Met een verhoogde grondvloer of een souterrain kan worden voorkomen dat de begane grond nat wordt. Een voorbeeld van hoe we dat vroeger deden en een recent voorbeeld uit de VS.*



---

In het scala aan mogelijke maatregelen zijn twee hoofdcategorieën te onderscheiden:

- Elders bouwen: niet bouwen op plekken waar het overstromingsgevaar groot is, maar een minder gevaarlijke locatie kiezen. Plekken waar het schadegevaar groot is zijn bijvoorbeeld buitendijkse gebieden, de uiterwaarden langs de grote rivieren en natuurlijke rivier- en beekdalen waar overstromingen frequent optreden, maar ook de diepste punten van polders waar het water erg hoog komt te staan.

- 
- Anders bouwen: bebouwing aanpassen zodat er minder schade ontstaat in geval van overstroming, bijvoorbeeld door:
    - a Aangepaste inrichting, kwetsbare voorzieningen (CV-installaties, meterkasten) hoger plaatsen;
    - b Vluchtwegen opnemen in het ontwerp van het gebouw;
    - c Waterbestendig maken van gebouwen (van binnen): wet-proof;
    - d Waterdicht maken van gebouwen: *dry-proof*;
    - e Drijvend bouwen;
    - f Op palen bouwen (bedoeld is: op *boven het maaiveld uitstekende* palen);
    - g Gedeeltelijk ophogen van gebouwen en infrastructuur;
    - h Ophogen van het hele gebied.

In Nederland is de kans op een overstroming heel klein. En we hebben deze in de loop der eeuwen ook steeds kleiner gemaakt. Daarom is er geen prikkel om in gebied terughoudend te zijn met het bouwen van nieuwe woonwijken of het zich laten vestigen van bedrijven. Daardoor wordt Nederland steeds kwetsbaarder, sommige delen sneller, andere langzamer. En er is ook geen prikkel om rekening te houden met wateroverlast, omdat onze drainage- en rioolstelsels zo goed functioneren.

Regels voor drooglegging bij nieuwbouw en voor de dimensionering van rioolstelsels en waterberging dragen er toe bij dat in de ruimtelijke ordening gemakkelijk wordt gedacht: we hoeven nergens rekening mee te houden, want het wordt wel technisch opgelost. Het waterschap zorgt er wel voor.

---

*Ruimtelijke ontwikkeling in de afgelopen eeuw: steeds kwetsbaarder voor overstromingen.*

1900



1960



2010



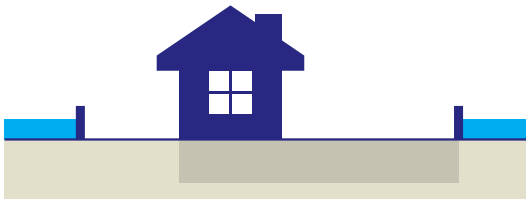
---

Door bevolkingsgroei, migratie naar bijvoorbeeld de Randstad en het rivierengebied, en economische groei neemt het schadepotentieel geleidelijk toe. Haast onzichtbaar, maar gestaag. Dat valt pas op als kaartbeelden van verschillende periodes worden getoond.

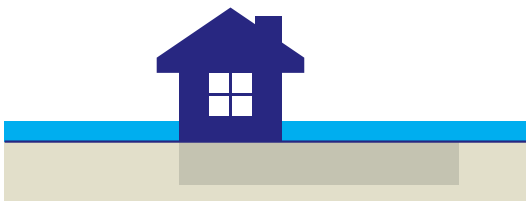
Door bij nieuwe ruimtelijke ontwikkelingen van te voren rekening te houden met een mogelijke overstroming en op sommige plekken niet, of aangepast, te bouwen kunnen tegen (vaak) geringe meerkosten de gevolgen van een overstroming in de toekomst worden beperkt. Dat betekent dat de revenuen van elders of anders bouwen pas op lange termijn merkbaar worden. Terwijl de extra kosten voor anders bouwen wel nu al gemaakt moeten worden.

---

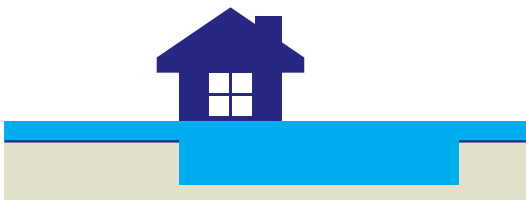
*Principes van wet- en dry-proofing.*



Kering om het erf



Waterdicht maken (dry-proofing)



Waterproof maken (wet-proofing)

---

## HEEFT DE MAATREGEL NOG VOORDELIGE NEVENEFFECTEN?

Anders bouwen betekent niet alleen minder schade als dijken doorbreken, maar beperkt ook de schade door wateroverlast als gevolg van hevige neerslag of overlopende boezemkades. In jaarlijkse potentiële schade uitgedrukt vormt regionale wateroverlast in grote delen van het land net zo'n groot gevaar als dijkbreuk; net zo groot, omdat het veel vaker voorkomt. Dat geldt in ieder geval voor het lage westen en noorden. Aangepast bouwen is daardoor eerder kosteneffectief. Op de hoge zandgronden van het zuiden en oosten vormt wateroverlast in beekdalen en andere laagten het enige overstromingsgevaar. Omdat het daar zelden diep wordt, is aanpassing relatief goedkoop en gemakkelijk.

Het rekening houden met overstromingen en wateroverlast kan een prikkel zijn voor architecten om innovatief te bouwen. Het noopt hen tot creativiteit en vernieuwing. En het kan tot nieuwe karakteristieke bouwstijlen leiden die bepaalde gebieden een nieuw eigen karakter geven - in tegenstelling tot de standaard nieuwbouwwijken uit de zeventiger en tachtiger jaren of de modieuze grachtenpandjes die tegenwoordig overal verschijnen - soms volstrekt misplaatst.

Als huizen en gebouwen uitstralen dat ze hoogwatervrij of watervast zijn, worden bewoners en gebruikers zich meer bewust van het gevaar van overstromingen en wateroverlast. En dus van de eigenschappen van de omgeving waarin ze wonen en werken. Uiteindelijk leidt dat tot meer begrip voor de natuur, de gevaren die bij het wonen in een delta horen en de beperkte beheersbaarheid van die gevaren.

Een beleid gericht op elders bouwen - of de financiële prikkel die uitgaat van de eis in gevaarlijke gebieden anders te bouwen - heeft als bijkomend effect dat in relatief gevaarlijke gebieden nauwelijks tot niet meer wordt bijgebouwd en in relatief ongevaarlijke juist wel. Dat leidt tot behoud van openheid in sommige landsdelen en verdichting in andere. Vanuit het oogpunt van landschapskwaliteit kan dit worden beschouwd als een bijdrage aan versterking van de landschappelijke diversiteit. Met open onbebouwde uiterwaarden, diepe polders en laagveen-gebieden (Groene Hart), en verdichte strandwallen (geestgronden), oeverwallen en dekzandruggen. Dit sluit aan bij hoe de occupatie zich vroeger voegde naar de eigenschappen van de ondergrond en de waterhuishoudkundige eigenaardigheden. Maar het leidt ook tot aantrekkelijker en 'leesbare' (begrijpelijke, vanzelfsprekende) landschapstructuren.



---

## WAT KUN JE ER MEE EN WAT NIET?

Door elders of anders te bouwen kan bij uitstek worden *voorkomen* dat ons land in de toekomst steeds kwetsbaarder wordt voor overstromingen. Dat is immers een sluipend proces: het begint met één of enkele huizen of bedrijven, maar leidt uiteindelijk en onontkoombaar tot volgebouwd raken. Zo'n sluipend proces voorkomen betekent ook dat resultaat niet snel merkbaar is; pas na langdurig volhouden. Het bekende probleem van veel duurzaamheidsmaatregelen.

Zo is ook meteen evident wat er dus niet goed mee kan: namelijk het saneren van bestaande risicovolle situaties, waar het gebied al heel kwetsbaar is door de vele bestaande bebouwing. Dat laatste verander je immers niet gemakkelijk, terwijl het verkleinen van de overstromingskans op veel plaatsen wel relatief eenvoudig is: namelijk met dijkverzwaring. Dat verklaart dat men vaak de stelling hoort verkondigen dat 'tweede-laagsmaatregelen' niet kunnen concurreren met dijkverzwaring. Dat is waar; op de korte termijn, waar sanering van bestaande *binnendijkse* risicovolle situaties nodig is. Het is niet waar op de lange termijn, en is natuurlijk ook niet van toepassing op buitendijkse locaties. Daarmee is de maatregel dus toch interessant.

Voor de *lange termijn* geldt dat met herstructurering en stadsvernieuwing de kwetsbaarheid kleiner kan worden gemaakt. Zoals ook 'beter terugbouwen' al een eis is om wateroverlast te voorkomen (met tegenwoordig strengere eisen aan drooglegging, rioleringscapaciteit en waterbergingscapaciteit), rond hemelwaterafvoer (tegenwoordig vaak gescheiden van grijs water), rond energiegebruik (met tegenwoordig veel strengere eisen aan isolatie), rond brandveiligheid, en dergelijke. In New York helpt Nederland mee vorm te geven aan het principe '*build back better*' na orkaan Sandy, maar in Nederland willen we er als het over overstromingsrisico's gaat nog niet erg aan.

Voor *buitendijkse gebieden* geldt dat aanpassingen aan bestaande woningen en bedrijven vaak zelfs meteen al rendabel zijn. Dat laatste komt voort uit de grotere frequentie van overstromingen (vaker baat), de geringere overstromingsdiepte (goedkopere aanpassing), en de voorspelbaarheid van hoogwater (in vergelijking met plotselinge dijkbreuk). Zo is voor de enkele tienduizenden woningen die in de regio Rotterdam- Drechtsteden nu al buitendijks staan, vastgesteld dat het voor circa 20% ervan loont om ze aan te passen. Dat wil zeggen dat de kosten worden

---

terugverdiend. Het geldt vooral voor het waterdicht (*dry-proof*) en watervast (*wet-proof*) maken. Bij nieuwbouw in buitendijks gebied geldt dat al voor 35% van de opstallen. Dan blijkt ophogen het meest kosteneffectief, want dat is bij nieuwbouw nog relatief goedkoop (6-9 euro/m<sup>3</sup> zand) en levert de grootste schadereductie op.

---

*'Dry-proofing' betekent het water buiten houden. Dat blijkt technisch mogelijk (Foto: Dordrecht).*



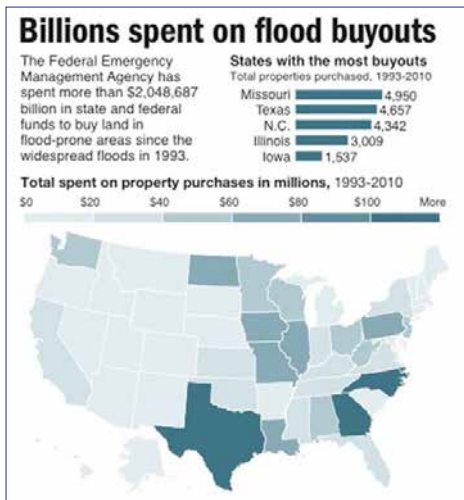
---

Op kleine schaal is volledige sanering van bestaande situaties wel mogelijk en soms rendabel. In de VS worden gemiddeld meer dan 1000 woningen per jaar opgekocht, omdat ze te vaak schade door overstroming ondervinden; vaak gaat het om panden die vaker dan eens per 100 jaar in het water komen te staan. Dan is het voor de uitkeringsinstantie (FEMA) goedkoper om ze op te kopen. En ook in Canada zijn na een overstroming in 2013 tientallen woningen opgekocht; dat vinden de bewoners net na zo'n gebeurtenis ook makkelijker te aanvaarden.

Maar in de VS ziet men ook niet zo op tegen het verplaatsen van woningen. Dat is met de vaak houten woningen daar wat gemakkelijker dan met gemetselde Ne-

derlandse huizen. Bij ons blijft het beperkt tot enkele gevallen, die dan ook vaak de krant halen. Hetzelfde geldt voor het opvijzelen van panden, waarmee waterschade ook effectief kan worden beperkt. Denk bij kosten daarvan aan iets tussen €20.000 en €120.000 voor een bestaand huis van 100 m<sup>2</sup>.

*In de VS wordt veel uitgekocht.*



### WAAR IS DE MAATREGEL PERSPECTIEFRIJK EN WAAR JUIST NIET?

We maken hier onderscheid tussen elders bouwen en anders bouwen. Of elders bouwen mogelijk is zou moeten worden nagegaan voor iedere vorm van nieuwbouw in gebieden met een relatief groot overstromingsgevaar. Welke gebieden dat zijn, kan worden afgelezen uit kaarten van het overstromingsschadegevaar of verdrinkingsgevaar, zoals die zijn gemaakt voor het Deltaprogramma Nieuwbouw & Herstructurering. Daarvan is ook een zoneringsvoorstel afgeleid (zie kaart): in zone 5 zou absoluut niet nieuw moeten worden gebouwd, in 4 bij voorkeur niet, enzovoort. Die zones beslaan respectievelijk 2 en 4% van Nederland. Het is voor deze zones vrijwel altijd mogelijk in de nabijheid een alternatieve locatie te vinden, die minder gevaarlijk is. In zone 3 (25% van het land) zou terughoudendheid op z'n plaats zijn.

---

Het verplaatsen van bebouwing is in de VS heel gewoon, maar in Nederland vrij uitzonderlijk.



---

Elders bouwen moet dus in ieder geval worden overwogen bij bouwplannen in rivier- en beekdalen, bijvoorbeeld langs de Maas en Overijsselse Vecht, in uiterwaarden, bijvoorbeeld langs Rijn, Waal en IJssel, en in overig buitendijks gebied. Vervolgens zijn grote delen van het rivierengebied relatief gevaarlijk, vooral de meest stroomafwaarts gelegen delen van hellende dijkkringen, laagveengebieden en polders langs grote boezemwateren.

Als elders geen optie is (kleinschalige uitbreiding binnen gemeente en conform bestaand bestemmingsplan), of er sprake is van herstructurering van bestaand gebouwd gebied, dan is anders bouwen te overwegen. Daarbij kan gebruik gemaakt worden van achterliggend kaartmateriaal, zoals kaarten van overstromingskarakteristieken zoals waterdiepte, stroomsnelheid, duur van overstroming etc. en van zogenaamde kansrijkdomkaarten per wijze van aanpassen. Kaarten van overstromingskarakteristieken zijn gemaakt voor de Europese Richtlijn Overstromingen en staan op internet.

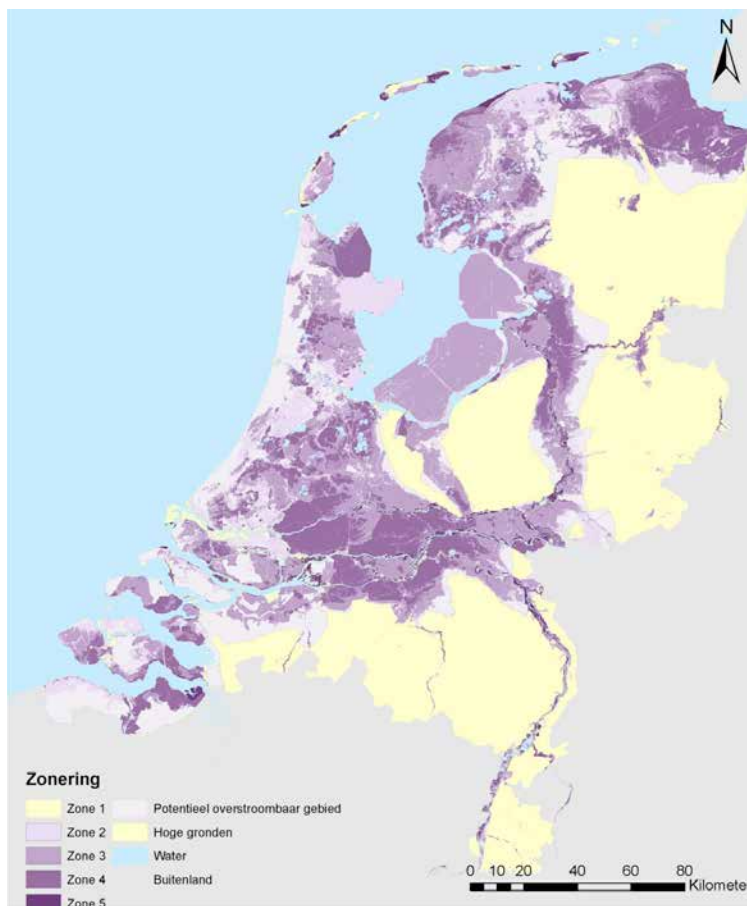
Welke maatregel voor aangepast bouwen waar de voorkeur verdient, hangt onder andere af van:

- De maximale waterdiepte: bij een overstromingsdiepte van meer dan 1,5 meter wordt *dry-proofing* bijvoorbeeld heel lastig, want dat stelt hoge eisen aan de sterkte van muren of ramen.
- De stroomsnelheid: grote stroomsnelheden kunnen leiden tot instorting.
- Duur van de overstroming: als deze langer duurt dan een paar dagen is op de

eerste verdieping blijven zitten vaak geen optie meer.

- De overstromingskans: bij een kleine overstromingskans zijn maatregelen soms economisch niet rendabel. Bij dit laatste is het wel van belang ook de kans op regionale overstromingen en wateroverlast mee te rekenen; de kans daarop is veel groter, zodat een maatregel eerder wordt terugverdiend.

*Zonering naar overstromingsgevaar (situatie 2015) ten behoeve van ruimtelijk beleid (met meegerekend het mogelijk doorbreken van regionale keringen, maar met nog slechts een deel van de regionale wateren op de hoge zandgronden).*



---

Anders bouwen - bijvoorbeeld op terpen, verhoogd, op palen, of watervast - is juist het makkelijkst op plekken waar het niet zo diep wordt. En daar is het ook het snelst kosteneffectief. Daarmee is die maatregel juist zeer geschikt voor hogere delen van de Maasvallei, hoger gelegen buitendijkse terreinen, rivier- en beekdalen, de overgangen tussen rivierengebied en de hogere zandgronden zoals we die vinden langs de IJssel en bedijkte Maas, polders die alleen door bezwijkende boezemkades onderlopen, maar ook de relatief hooggelegen kleigebieden in grote dijkkringen langs de kust, zoals in Friesland en West-Friesland. Eigenlijk is anders bouwen perspectiefrijk in grote delen van laag Nederland. Maar hoe anders, verschilt per plek.

### **PAST HET IN HUIDIG BELEID OF IS HET NIEUW?**

Nederland kent een helder ruimtelijk beleid. Maar daarin speelt overstromingsgevaar nauwelijks een rol. Alleen voor het winterbed van de Maas en uiterwaarden langs de grote rivieren, die een afvoerfunctie hebben ingevolge de Waterwet, geldt een restrictief beleid. Daar ziet Rijkswaterstaat op toe.

Voor overige buitendijkse gebieden en voor binnendijkse, maar relatief gevaarlijke, gebieden is geen generiek beleid. Terwijl daar toch al ruim twee eeuwen voor wordt gepleit. Ook in het Deltaprogramma Nieuwbouw & Herstructurering is recentelijk weer nagedacht over een beleidskader voor ruimtelijke inrichting waarin met overstromingsgevaar rekening wordt gehouden, maar ook dat is (ten tijde van het schrijven van dit rapport) nog niet verder gekomen dan vooremens.

In relatief gevaarlijke buiten- en binnendijkse gebieden kunnen provincies en gemeenten wel invloed uitoefenen, namelijk via structuurvisies en bestemmingsplannen. De verantwoordelijkheid voor ruimtelijke inrichting is immers verdeeld over verschillende bestuurlijke lagen. De verschillende overheden beschikken in principe over de beleidsinstrumenten om de locatie van ontwikkelingen te bepalen, en de wijze van ontwikkelingen te reguleren. Toch wordt dat met het oog op overstromingsgevaar nog betrekkelijk weinig gedaan en is men nog erg afwachtend. Uitzonderingen zijn de provincie Zuid-Holland en de gemeente Rotterdam, waar veel buitendijkse terreinen bebouwd zijn. En de provincie Friesland, die duidelijke eisen stelt aan de hoogteligging van nieuwbouw ten opzichte van boezempeil.

---

Regels over hoe gebouwd moet of mag worden zijn vastgelegd in het bouwbesluit, dat in principe overal geldt: strenger mag niet. Maar in het bouwbesluit zijn geen regels opgenomen vanwege overstromingsgevaar. Voor bijzondere omstandigheden, zoals buitendijkse locaties, kunnen gemeenten of andere overheden dan ook wel extra eisen stellen in het bestemmingsplan.

Samengevat: er is geen specifieke regelgeving, maar met het bestaande instrument van het bestemmingsplan kan onder de noemer van ‘goede ruimtelijke ordening’ veel worden bereikt. Daarin kunnen weliswaar geen strengere eisen worden gesteld dan in het generieke bouwbesluit, wel aanvullende extra eisen.

### ZIJN ER HAKEN EN OGEN AAN DE MAATREGEL?

- Het succes van de hoogwaterbescherming met dijken heeft het vertrouwen in die dijken zo groot gemaakt dat de roep om het overstromingsrisico op die manier te verkleinen groot is. Dat verhindert een beleidsomslag (transitie) gericht op het voorkomen van de verdere toename van onze kwetsbaarheid. Dit wordt in de internationale wetenschappelijke literatuur het ‘levee effect’ genoemd: het dijkeneffect.
- Omdat het ruimtelijk orderingsbeleid door de rijksoverheid is overgedragen aan provincies en gemeenten bestaan er landelijk grote verschillen. Willekeur door eigenbelang (concurrentiepositie) van individuele provincies en gemeenten is niet denkbeeldig. Bedenk bijvoorbeeld dat Flevoland geen hogere gronden kent om naar uit te wijken, en Drenthe juist veel. Dat belemmert een consistent beleid ten aanzien van locatiekeuze (elders ontwikkelen).
- Zolang geen eisen worden gesteld aan de wijze van bouwen en overstromingschade door verzekeraars of overheden wordt vergoed, ontbreekt het aan een prikkel voor ontwikkelaars of particulieren om watervrij of watervast te bouwen (anders bouwen).
- Een individuele keuze voor een minder gevaarlijke locatie of een aangepaste bouwwijze wordt niet bevorderd, doordat de baten en de kosten van maatregelen niet bij dezelfde partij terecht komen. De baten van elders of anders bouwen zijn voor de overheid en toekomstige generaties, de kosten moeten nu gemaakt door ontwikkelaars of particulieren.
- Ontwikkelaars en particulieren kiezen vaker voor korte termijnvoordelen in de vorm van eigen woongenot, boven lange-termijnvoordelen voor het collectief. Hoogwatervrij zitten weegt dan niet op tegen die ‘dagelijks te nemen’ hoge trap

---

om in en uit een paalwoning te geraken.

- Het begrip terugverdientijd wordt ook een nogal theoretisch begrip, want geldt alleen voor de maatschappij als geheel en niet voor degene die de investering doet. Iets wat overigens wel vaker het geval is rond duurzaamheidsmaatregelen.
- De terugverdientijd van de maatregelen is afhankelijk van de kans op een overstroming ter plaatse van de geplande ontwikkeling/bouw en de waterdiepte. Die kans is lastig goed vast te stellen, want betreft niet alleen dijkbreuken, maar ook kadebreuken en wateroverlast door hevige neerlag. En de waterdiepte is weer afhankelijk van de aard van de overstroming.

### WIE ZOU INITIATIEF MOETEN NEMEN?

Het rijk is de meest aangewezen partij om een beleidskader op te stellen. Met generieke regels of richtlijnen kan worden geborgd dat het beleid consistent is en op nationale ruimteschaal en lange tijdschaal het beoogde effect heeft.

Bij gebrek aan zo'n nationaal beleidskader is het aan provincies en gemeenten om verantwoordelijkheid te nemen voor een ruimtelijk beleid op waterbasis. In structuurvisies en bestemmingsplannen kunnen ontwikkelingslocaties en beperkingen worden vastgelegd. Met toegesneden aanvullingen op het bouwbesluit kunnen maatregelen aan gebouwen en infrastructuur worden afgedwongen.

Een vrijblijvender aanpak kan ook: zo heeft de Provincie Utrecht al in 2010 een *Handreiking Overstromingsrobuust Inrichten* laten opstellen, met concrete voorbeelden van maatregelen aan gebouwen, aan infrastructuur en netwerken, en aan de openbare ruimte. Het effect van zo'n aanpak is onbekend.

Waterschappen zijn niet de meest voor de hand liggende initiatiefnemer, maar ze kunnen wel invloed hebben op het gemeentelijk beleid via de Omgevingswet (voorheen gedekt door de watertoets). Het is in hun belang te voorkomen dat een volgende ronde dijkverzwaring nodig is door een groeiend schadepotentieel. Daar komt bij dat gemeenten zich zelden bewust zijn van overstromingsgevaaren en ook niet altijd voldoende kennis van zaken hebben. Betrokkenheid van een waterschap is dan welkom.

Waar het overstromingsgevaar evident is, is een grotere rol voor projectontwikkelaars, bouwbedrijven en grond- en huizenbezitters denkbaar. Op sommige plekken

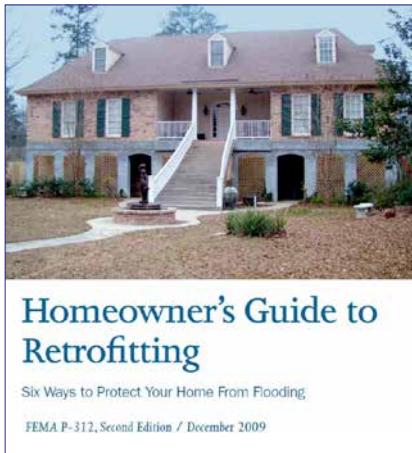


---

(bijvoorbeeld buitendijks) is niet altijd duidelijk wie de schade als gevolg van een overstroming zal dragen; dan zouden deze partijen initiatief moeten nemen.

---

*In de VS heeft de partij die uiteindelijk voor de schade opdraait er belang bij dat maatregelen worden genomen.*



---

### **ZIJN ER NOG BELANGRIJKE CONSEQUENTIES VOOR BEHEER EN ONDERHOUD?**

Het onderhouden en beheren van gevolgbeperkende maatregelen aan gebouwen is hoofdzakelijk de verantwoordelijkheid van de eigenaren. Het helpt wel als de overheid hen bij de les houdt in lange perioden zonder overstromingen, want dan kan de aandacht verslappen. In Duitsland worden in bedijkte gebieden bijvoorbeeld jaarlijks folders verspreid met concrete aanbevelingen over wat een particulier kan doen: de zogenaamde *Hochwasserschutzfibel*. In buitendijkse gebieden zorgen hoogwaters er gewoonlijk wel voor dat men alert blijft.

Bij verkoop, verbouwing of renovatie van gebouwen die aangepast zijn, kan de initiële gevolgbeperking echter teniet gedaan worden. Dit vraagt om frequente controle of een andere vorm van borging. In Dordrecht wordt bijvoorbeeld jaarlijks geoefend met de vloedschotten, maar die dienen dan ook om de waterkering te laten functioneren en zijn dus van collectief belang, niet alleen van individu-

---

eel. Daar ziet het waterschap toe op adequaat functioneren. Maar anders kan het helpen om belangrijke aanpassingen aan een gebouw - of nog beter: de eigenaardigheden van de plek - in de eigendomspapieren vast te leggen. In Engeland is het voor het verwerven van een hypotheek bijvoorbeeld noodzakelijk de *flood maps* te raadplegen en de relevante gegevens te overleggen.

Tenslotte kan het voor een gemeente of waterschap nodig zijn beheer en onderhoud van infrastructuur aan te passen aan de veranderingen aan particulier eigendom. Alles omhoog is immers makkelijker dan delen omhoog (hoewel het soms ook voorkomt dat de gemeentelijke wegen worden opgehoogd en de particuliere huizen nog laag liggen).

---

*Hamburg Hafencity: hoogwatervrije wandelwegen op 2e niveau om altijd bereikbaar te zijn.*



---

#### **DOEN**

- ✓ Betrek altijd het waterschap bij ruimtelijke plannen en verken de mogelijkheden de toename van de kwetsbaarheid voor overstromingen te beperken.
  
- ✓ Raadpleeg bij bestemmingsplanwijziging altijd kaarten van het overstromingsgevaar en overweeg of ontwikkeling elders niet beter zou zijn; kijk ook buiten de eigen gemeentegrenzen en kom tot gezamenlijke afspraken. Waar het niet lukt tot gezamenlijke afspraken te komen, zou de provincie of het rijk systeemverantwoordelijkheid moeten nemen.

- 
- ✓ Wees zeer terughoudend met het toestaan van grootschalige ontwikkelingen op gevaarlijke locaties en stel eventueel aanvullende eisen in het bestemmingsplan. Leg de extra kosten van aanleg - maar anders die van eventuele overstromingsschade - bij de ontwikkelaar of eigenaar.
  - ✓ Streef bij grootschalige herontwikkeling naar watervrije of watervaste oplossingen. Volg daarbij op alle vlakken het principe 'build back better'.
  - ✓ Wijs particulieren op de gevaren van overstroming en wateroverlast en op de eigen verantwoordelijkheid daarin.

---

#### NIET DOEN

- ✗ Bij ontstentenis van een nationaal beleidskader achteroverleunen omdat de verantwoordelijkheid niet expliciet is belegd.
- ✗ Er op vertrouwen dat de rijksoverheid toch wel bijspringt als er schade optreedt.

---

#### VERDER LEZEN?

- Asselman, N. & K. Slager (2013). *Kansrijkdomkaarten meerlaagsveiligheid*. Deltares-rapport 1206176-012, Delft.
- Pieterse, N., J. Knoop, K. Nabielek, L. Pols, J. Tennekes (2009). *Overstromingsrisicozonering in Nederland. Hoe in de ruimtelijke ordening met overstromingsrisico's kan worden omgegaan*. PBL-rapport, Den Haag.
- Van Vliet, M. (2012). *Deelrapport ruimtelijke ordening en bouwvoorschriften - juridische haalbaarheid van maatregelen Kop van Feijenoord*. KvK rapportnummer 51/2012. Kennis voor Klimaat, Utrecht.
- Van Vliet, M., J. Huizinga, H. de Moel, T. Eikelboom, H. Vreugdenhil & W. Koene (2012). *Meerlaagsveiligheid Buitendijks. Uitkomsten van de workshop in regio Rotterdam Drechtsteden*. Kennis voor Klimaat, rapport KfC 85/2012, Utrecht.
- 3BW (Grontmij & Deltares), 2010. *Handreiking Overstromingsrobuust Inrichten*. Provincie Utrecht.

---

## STOWA IN HET KORT

---

STOWA is het kenniscentrum van de regionale waterbeheerders (veelal de waterschappen) in Nederland. STOWA ontwikkelt, vergaart, verspreidt en implementeert toegepaste kennis die de waterbeheerders nodig hebben om de opgaven waar zij in hun werk voor staan, goed uit te voeren. Deze kennis kan liggen op toegepast technisch, natuurwetenschappelijk, bestuurlijk-juridisch of sociaalwetenschappelijk gebied.

STOWA werkt in hoge mate vraaggestuurd. We inventariseren nauwgezet welke kennisvragen waterschappen hebben en zetten die vragen uit bij de juiste kennisleveranciers. Het initiatief daarvoor ligt veelal bij de kennisvragende waterbeheerders, maar soms ook bij kennisinstellingen en het bedrijfsleven. Dit tweerichtingsverkeer stimuleert vernieuwing en innovatie.

Vraaggestuurd werken betekent ook dat we zelf voortdurend op zoek zijn naar de 'kennisvragen van morgen' - de vragen die we graag op de agenda zetten nog voordat iemand ze gesteld heeft - om optimaal voorbereid te zijn op de toekomst.

STOWA ontzorgt de waterbeheerders. Wij nemen de aanbesteding en begeleiding van de gezamenlijke kennisprojecten op ons. Wij zorgen ervoor dat waterbeheerders verbonden blijven met deze projecten en er ook 'eigenaar' van zijn. Dit om te waarborgen dat de juiste kennisvragen worden beantwoord. De projecten worden begeleid door commissies waar regionale waterbeheerders zelf deel van uitmaken. De grote onderzoekslijnen worden per werkveld uitgezet en verantwoord door speciale programmacommissies. Ook hierin hebben de regionale waterbeheerders zitting.

STOWA verbindt niet alleen kennisvragers en kennisleveranciers, maar ook de regionale waterbeheerders onderling. Door de samenwerking van de waterbeheerders binnen STOWA zijn zij samen verantwoordelijk voor de programmering, zetten zij gezamenlijk de koers uit, worden meerdere waterschappen bij één en het zelfde onderzoek betrokken en komen de resultaten sneller ten goede van alle waterschappen.

---

---

### **DE GRONDBEGINSELEN VAN STOWA ZIJN VERWOORD IN ONZE MISSIE:**

Het samen met regionale waterbeheerders definiëren van hun kennisbehoeften op het gebied van het waterbeheer en het voor én met deze beheerders (laten) ontwikkelen, bijeenbrengen, beschikbaar maken, delen, verankeren en implementeren van de benodigde kennis.



#### **STOWA**

Postbus 2180  
3800 CD Amersfoort

#### **Bezoekadres**

Stationsplein 89, vierde etage  
3818 LE Amersfoort

t. 033 460 32 00  
e. [stowa@stowa.nl](mailto:stowa@stowa.nl)  
i. [www.stowa.nl](http://www.stowa.nl)

---

## OVERZICHT BETROKKEN PARTIJEN

---

### HET CONSORTIUM 'KLIMAATVERANDERINGSBESTENDIGE OVERSTROMINGSRISICOBEBEERSING' BESTOND UIT:

- Deltares
- Technische Universiteit Delft (TUD)
- Vrije Universiteit Amsterdam (VUA)
- Wageningen Universiteit (WUR)
- HKV lijn in water
- Alterra
- Flood Hazard Research Centre, Middlesex University, London (FHRC)
- Helmholtz Zentrum, GFZ German Research Centre for Geosciences, Potsdam (GFZ)

### HET ONDERZOEK IS MEDE GEFINANCIERD DOOR:

- Kennis voor Klimaat (KvK)
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu (I&M)
- Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (STOWA)
- Gemeente Rotterdam
- Provincie Zuid-Holland
- Provincie Zeeland
- Rijkswaterstaat Zuid-Holland

### ER IS TEVENS BIJGEDRAGEN VANUIT:

- Deltaprogramma Nieuwbouw en Herstructurering
- Deltaprogramma Waterveiligheid
- Deltaprogramma Rivieren
- Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden
- Deltaprogramma Wadden
- Deltaprogramma Kust





**stowa**

STICHTING  
TOEGEPAST ONDERZOEK WATERBEHEER

[stowa@stowa.nl](mailto:stowa@stowa.nl) [www.stowa.nl](http://www.stowa.nl)  
TEL 033 460 32 00 FAX 033 460 32 01  
Stationsplein 89 3818 LE AMERSFOORT  
POSTBUS 2180 3800 CD AMERSFOORT

