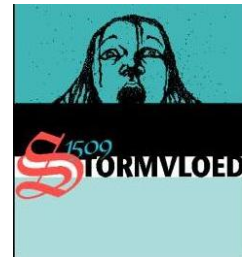




”Stormvloed 1509”

Geschiedenis van de Dollard



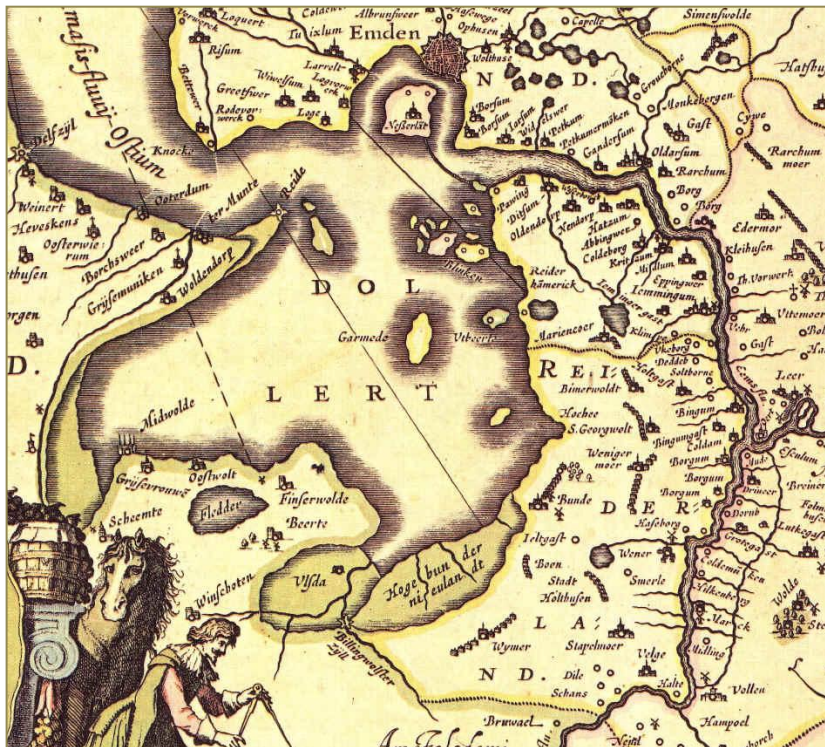
Op 19 september 2009 organiseerde de Stichting Verdrongen Geschiedenis in de aula van het Ubbo Emmius Gymnasium te Leer (Ostfriesland) een symposium over de geschiedenis van de Dollard.

De aanleiding tot het organiseren van dit symposium was het feit dat 500 jaar eerder de Cosmas en Damianus stormvloed van 26 september 1509 de dijken van de rivier de Eems deed doorbreken, waardoor meer dan dertig dorpen en woonsteden ten onder gingen en de Dollard zijn grootste omvang ooit kreeg.

Artikel:

Stormvloeden in de Noordzee en klimaatverandering

Auteurs: Prof. Dr. Hans von Storch, Dr. Insa Meinke & Dr. Ralf Weisse



Stormvloed en de Noordzee en klimaatverandering¹

Hans von Storch, Insa Meinke & Ralf Weisse

Tot nu toe heeft de door de mens veroorzaakte klimaatverandering nog nauwelijks effect gehad op het aantal en de hoogte van stormvloed en de Noordzee. In de toekomst kunnen stormvloed en echter hoger worden. Tot 2030 is de huidige bescherming van onze kust tegen de Noordzee toereikend. Tegen het einde van de 21^e eeuw kunnen stormvloed en 3 – 11 dm hoger oplopen dan nu; dan kunnen maatregelen noodzakelijk zijn. Hierbij is het voor Nederland en Duitsland belangrijk dat nader onderzocht wordt hoe een aantal processen in de kustzone, zoals getijden, sedimentatie en waterbouwkundige werken, invloed hebben op het niveau van de zeespiegel in de Duitse Bocht.

Het stormvloedniveau wordt door de zeespiegel bepaald

In het verleden zorgden stormvloed en geregeld voor wateroverlast in het Waddengebied. Hiervan getuigen de vele stormvloedpalen (Afb. 1) en andere indicaties van hoge waterstanden langs de kusten van de Waddenzee. De mate waarin in de toekomst de hoogte van stormvloed en zullen veranderen hangt in de eerste plaats af van de stijging van de zeespiegel en van het windklimaat (zie Afb. 2). Daarnaast is er sprake van beïnvloeding door de luchtdruk, de verplaatsingssnelheid van lagedrukgebieden, de golfloop tegen de kust, het getijregime en de topografie van de kust.

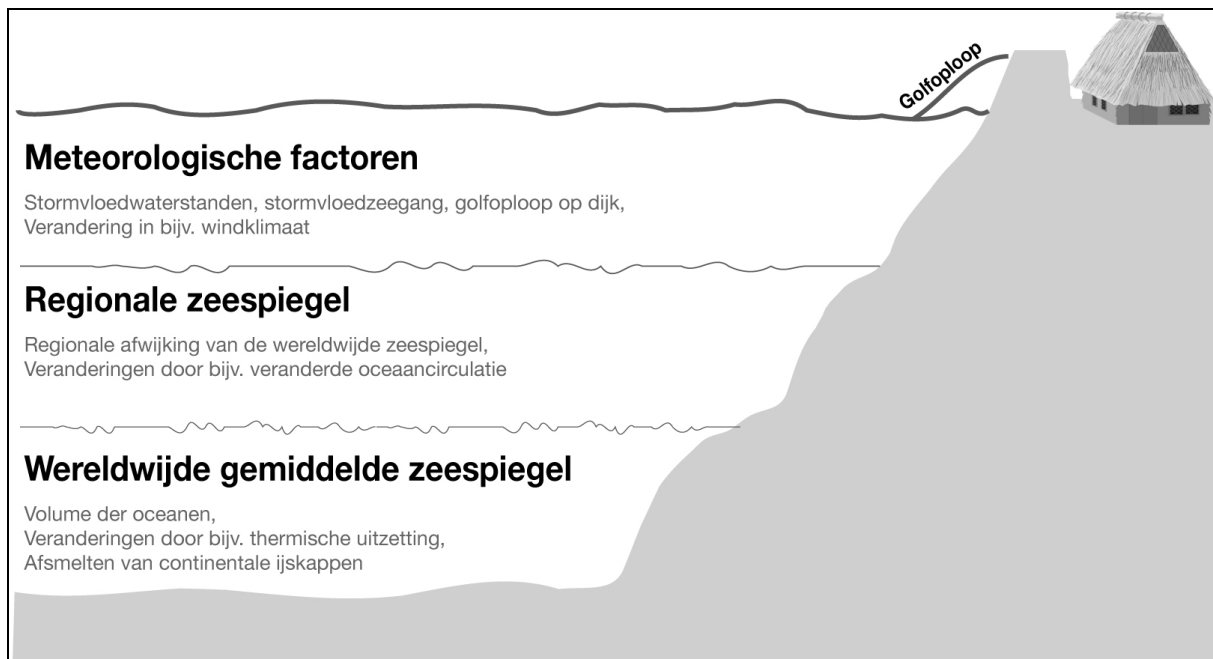
Boven de Noordzee is het windklimaat de laatste tijd niet wezenlijk veranderd. Metingen van windsterkte en luchtdruk laten zien dat in de laatste eeuw het aantal en de sterkte van stormen op de Noordzee erg variabel was. Er is evenwel sinds het begin van de 20^e eeuw geen toename waarneembaar. Stormvloed en lopen als gevolg van windomstandigheden dan ook niet hoger tegen de kust op dan 100 jaar geleden het geval was.

Wereldwijd is de zeespiegel in de laatste 100 jaar gemiddeld ongeveer 2 dm ge-

stegen. De zeespiegel in de Noordzee liep hiermee in de pas. Als gevolg hiervan hebben stormvloed en in de Noordzee een iets hoger uitgangsniveau; ze lopen gemiddeld ook ongeveer 2 dm hoger tegen onze kusten op als een eeuw geleden.



Afb. 1 – Niveau van enkele historische stormvloed en in Husum, Sleeswijk-Holstein (D). NN staat voor Normal Null (= NAP) (Foto: K. Essink).



Afb. 2 - Schematische voorstelling van de factoren, die stormvloedwaterstanden kunnen veranderen. Veranderingen in de regionale zeespiegel hebben effect op zowel de gemiddelde zeespiegel als op de stormvloedwaterstanden. Veranderingen in windklimaat en golfoploop hebben alleen betekenis voor de stormvloedwaterstanden. Veranderingen ten gevolge van een veranderd getijregime zijn niet aangegeven.

In de toekomst meer stormen

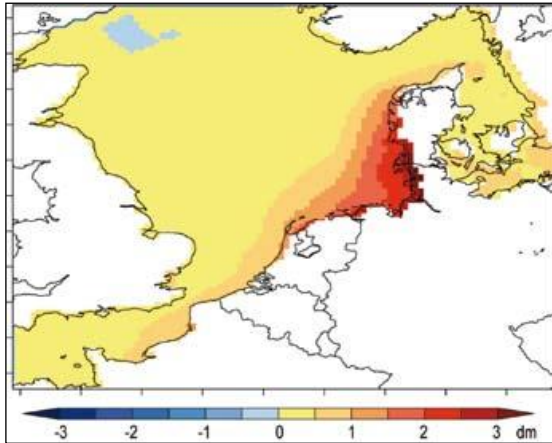
Klimaatberekeningen geven aan dat wereldwijd de zeespiegel sterker kan gaan stijgen dan tot nu toe het geval was. In de laatste decennia is die zeespiegel al sterker gestegen dan tot aan het begin van de vorige eeuw. Bij een lineaire toename van de zeespiegelstijging over 100 jaar zou de zeespiegel nu ca. 3 dm hoger liggen. Tegen het eind van de 21^e eeuw verwacht het klimaatpanel IPCC van de Verenigde Naties een zeespiegelstijging van ongeveer 2 – 6 dm². Dat betekent dat de gemiddelde zeespiegelstijgingssnelheid, zoals bekend van de laatste eeuw (2 dm), in de komende 100 jaar wel eens drie keer zo groot zou kunnen worden. In 2030 zou de zeespiegel wereldwijd met ca. 2 dm kunnen zijn gestegen. Bovendien kunnen veranderingen in de grote ijskappen van Groenland en Antarctica elkaar zo versterken dat hiervan een extra stijging van de zeespiegel het gevolg is. Dit alles maakt volgens het IPCC een wereldwijde zeespiegelstijging van 2 –

8 dm aannemelijk voor het eind van de 21^e eeuw.

Hoewel boven de Noordzee het windklimaat tot nu toe nog niet wezenlijk is veranderd, duiden klimaatberekeningen er op dat in de toekomst winterstormen in sterkte zullen kunnen toenemen. Dit geldt vooral voor stormen uit het westen en noorden. Dit zijn de stormen die het water langs de Duitse en Nederlandse kusten van de Noordzee doen opstuwen. Stormvloed scenario's geven aan dat hierdoor aan het eind van deze eeuw de stormvloedwaterstanden zullen gaan toenemen.

Aan het GKSS Instituut voor Kustonderzoek in Hamburg worden verdere scenariostudies uitgevoerd^{3,4,5,6}. Recente resultaten hebben bevestigd dat verandering in windklimaat tegen het eind van deze eeuw langs onze kusten (Duitse Bocht) kan leiden tot 1 – 3 dm hogere stormvloedwaterstanden (Afb. 3).

Wanneer we ervan uitgaan dat de zee-



Afb. 3 - Onder invloed van de wind kunnen stormvloeden in de Duitse Bocht tegen het eind van de 21^e eeuw 1 – 3 dm hoger oplopen als in de periode 1961-1990.

spiegel langs onze kusten in de toekomst de wereldwijde zeespiegelstijging zal blijven volgen, dan neemt ook het uitgangsniveau voor stormvloeden steeds verder toe. Samen met een veranderd windklimaat kunnen stormvloeden op de Noordzee daardoor tegen het eind van deze eeuw in totaal 3 – 11 dm hoger oplopen dan thans het geval is.

Tot 2030 is geen noodzakelijke verandering in de kustverdediging te verwachten; tot dan zullen stormvloeden naar verwachting ‘slechts’ 1 – 3 dm hoger oplopen als thans. Daarna moet echter met het nemen van maatregelen rekening gehouden worden. Kustbewoners moeten zich beter bewust worden van het stormvloedrisico teneinde hun leefgebied tegen mogelijke afbraak te beschermen. Hier ligt een duidelijke parallel met de Cosmas en Damianusvloed in de Dollard in 1509.

Betere kennis van kustprocessen nodig

De voor de toekomst te verwachten veranderingen in de zeespiegel zijn vastgelegd in het recente IPCC-rapport van 2007. Maar de zeespiegel stijgt niet overal even sterk. Zo kan bijvoorbeeld een verandering in de circulatiepatronen van de oceanen de Duitse Bocht op een andere

manier beïnvloeden dan de Golf van Mexico. Bovendien kunnen langdurige veranderingen in de luchtdrukverdeling en het zwaartekrachtsveld op aarde tot verschillen in zeespiegelstijging leiden tussen verschillende regio's. Voor de Nederlandse regio heeft de ‘Delta Commissie’, onder voorzitterschap van voormalige minister Cees Veerman, een zg. ‘worst case’ scenario laten doorrekenen⁷. Volgens deze berekening is langs de Nederlandse kust aan het eind van de 21^e eeuw een zeespiegelstijging van 13 dm niet uit te sluiten. Voor de Duitse kust is nog geen nauwkeurige regionale schatting gemaakt van de mogelijk te verwachten zeespiegelstijging.

Zeegang

Hoe hoog golven werkelijk tegen de dijken oplopen wordt niet alleen door de waterstand (niveau van de zeespiegel) maar ook door de zeegang (golven) beïnvloed. Tot op heden zien we in de veranderingen in de zeegang alleen normale variatiepatronen. Maar in samenhang met het in de toekomst mogelijk veranderend windklimaat, kan de zeegang in de Duitse Bocht tegen het einde van de huidige eeuw met 2 – 5 dm toenemen. Hoe dit vervolgens precies doorwerkt op de golfoploop tegen de zeedijken is echter nog onbekend.



Getij

Naast de zeespiegelstijging en het windklimaat heeft ook het getij invloed op de hoogte van stormvloeden. Veranderingen in het getijregime kunnen optreden als door veranderingen in de zeespiegel ook de voortplantingssnelheid van de getijgolf verandert. Samen met meteorologische invloed (o.a. wind) kan dit gevolgen hebben voor de stormvloedwaterstanden, vooral in ondiepe kustgebieden. In de Duitse Bocht is het getijregime sinds het midden van de vorige eeuw sterk veranderd. De oorzaak hiervan is nog onbekend; toekomstige veranderingen zijn daardoor moeilijk aan te geven.

Waterbouwkundige werken

Met name in het gebied van de Elbemonding zijn de stormvloedwaterstanden in het verleden sterker toegenomen als in andere delen van de Duitse Bocht. De

grote waterbouwkundige werken in deze rivier zijn hiervan mogelijk de oorzaak⁸. Bovendien is het de vraag of door sedimentatieprocessen in de kustzone de bodem van de Waddenzee kan blijven meegroeien bij een toename van de stijgingsnelheid van de zeespiegel. Als dit niet het geval zou blijken te zijn, zou ook dit, naast gevolgen op het ecosysteem, effect kunnen hebben op toekomstige stormvloedhoogten.

Slot

Voordat we in staat zullen zijn de regionale effecten van de door de mens veroorzaakte klimaatverandering nauwkeurig in te schatten, moeten nog vele afzonderlijke processen, en hun onderlinge wisselwerking, beter worden begrepen. Hierop hebben de vraagtekens in Tabel 1 betrekking.

Tabel 1 - Factoren die de stormvloedwaterstanden in de Duitse Bocht langdurig hebben veranderd (1907 – 2006) resp. in de toekomst langdurig kunnen veranderen. Geconstateerde en verwachte veranderingen zijn aangegeven. (? = tot nu toe onbekend)

Factoren	1907 - 2006	tot 2030	tot 2100
Zeespiegelstijging wereldwijd	ca. 2 dm	ca. 1 – 2 dm	ca. 2 – 8 dm
Meteorologisch aandeel in de zeespiegelstijging	geen	ca. 0 – 1 dm	ca. 1 – 3 dm
Regionale en lokale zeespiegelstijging	ca. 2 dm	?	?
Golfploop	geen	?	?
Getijregime	Regionaal zeer verschillend	?	?
Topografie kust	Regionaal zeer verschillend	?	?

Noten:

¹ Deze publicatie is een bewerking van een voordracht gehouden op het symposium "Stormvloed 1509 – Geschiedenis van de Dollard", 19 september 2009, Leer, Oost-Friesland.

² Intergovernmental Panel of Climate Change (IPCC), 2007. *Climate Change 2007 - The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC* (ISBN 978 0521 88009-1 Hardback; 978 0521 70596-7 Paperback)

-
- ³ Langenberg, H., A. Pfizenmayer, H. von Storch & J. Sündermann, 1999. Storm related sea level variations along the North Sea coast: natural variability and anthropogenic change. *Continental Shelf Research* 19:821-842.
- ⁴ Grabemann, I. & R. Weisse, 2008. Climate change impact on extreme wave conditions in the North Sea: an ensemble study. *Ocean Dynamics* 58(3-4): 199-212.
- ⁵ Rockel, B. & K. Woth, 2007. Future changes in near surface wind extremes over Europe from an ensemble of RCM simulations. *Climatic Change* 81, Suppl. 1: 267-280.
- ⁶ Weisse, R. & A. Plüß, 2006. Storm related sea level variations along the North Sea Coast as simulated by a high-resolution model 1958-2002. *Ocean Dynamics* 56(1): 16-25.
- ⁷ Vellinga, P., C. Katsman, A. Sterl & J.J. Beersma (Red.), 2008. *Onderzoek naar bovengrensscenario's voor klimaatverandering voor overstromingsbescherming van Nederland: een internationale wetenschappelijke beoordeling*. KNMI-publicatie 12/2008, 178 pp.
- ⁸ von Storch, H., G. Gönner & M. Meine, 2008. Storm surges - an option for Hamburg, Germany, to mitigate expected future aggravation of risk. *Environmental Science & Policy* 11: 735-742.

Adres van de auteurs:

Prof. Dr. Hans von Storch,
Institute for Coastal Research, Helmholtz Zentrum Geesthacht (HZG) & Meteorologisches Institut der
Universität Hamburg.
E-mail: hvonstorch@web.de

Dr. Insa Meinke,
North German Climate Office, Institute for Coastal Research, Helmholtz Zentrum Geesthacht,
E-Mail: insa.meinke@hzg.de

Dr. Ralf Weisse,
Coastal Climate Group, Institute for Coastal Research, Helmholtz Zentrum Geesthacht,
E-mail: ralf.weisse@hzg.de

Dit artikel dient geciteerd te worden als:

Storch, H. van, I. Meinse & R. Weisse, 2013. Stormvloed in de Noordzee en klimaatverandering. In: K. Essink (Red.), *Stormvloed 1509 – Geschiedenis van de Dollard*, Stichting Verdronken Geschiedenis, Groningen: 15-19 (ook: online op www.verdronkengeschiedenis.nl)