

Memo

Aan
Quirijn Lodder

Datum
9 november 2017

Kenmerk
11200538-001-0001

Aantal pagina's
7

Van
Evelien van Eijsbergen

E-mail
Evelien.vanEijsbergen
@deltares.nl


Onderwerp
Verdeling van sediment in de Waddenzee en de invloed van suppleties

Vraagstelling: op basis van huidige inzichten en op een begrijpelijke manier het sortingsmechanisme van sedimentuitwisseling in de Noordzee en Waddenzee in beeld brengen. En wat het mogelijke effect van suppleties hierbij is.

Waarom wil WVl dit in beeld brengen: veronderstelling leeft dat suppleties zorgen/bijdragen aan het verzanden (grover sediment) van de Waddenzee.

Doelgroep is belanghebbende (bestuurders = HBO/WO opgeleid, zonder technische achtergrond)

Vorm memo: heldere beschrijving processen met inzichtelijke schematisatie/animaties.

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
V0.2	Nov 2017	Evelien v. Eijsbergen		Zheng Wang			
		Stuart Pearson					

[kernboodschap]

De Waddenzee is onderdeel van een sedimentdelend systeem met de Noordzee en is door natuurlijke processen en menselijke ingrepen onderhevig aan veranderingen. De Waddenzee importeert sediment, zowel zand als slib. Dit zand is afkomstig van de aanliggende kusten en buitendelta's. Veranderingen in de hoeveelheid sediment naar de Waddenzee toe en de verhouding tussen zand en slib hangt af van de veranderingen in de Waddenzee, minder direct van de veranderingen in de Noordzeekustzone.

Dit wordt verder toegelicht aan de hand van de volgende vragen:

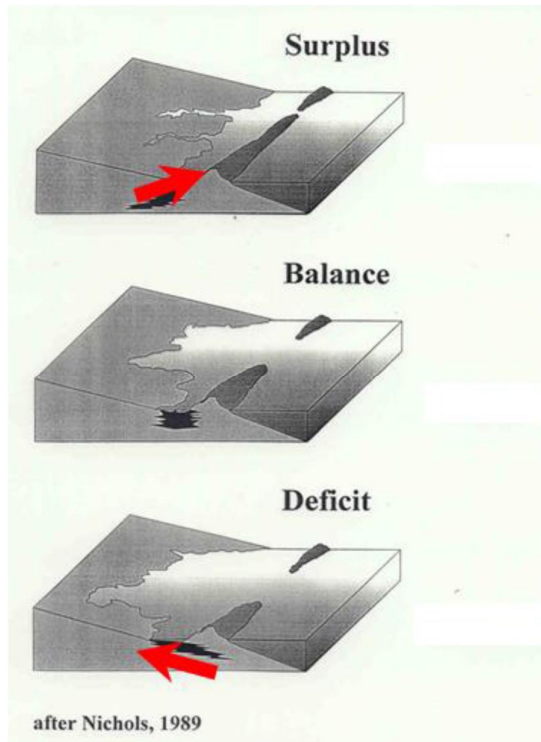
- 1) Hoe werkt het sedimentdelend systeem van de Waddenzee?
- 2) Wat betekent dit voor de verdeling van sediment in de Waddenzee?
- 3) Welke invloed hebben suppleties hier op?
- 4) Welke onderzoeken vinden plaats die meer duidelijkheid gaan geven?

Hoe werkt het sedimentdelende systeem van de Waddenzee?

De Waddenzee is onderdeel van een sedimentdelend systeem met de Noordzee en de Waddeneilanden. Een sedimentdelend systeem wordt gekenmerkt door een continue interactie tussen de vraag om sediment en het aanbod van sediment in het systeem. Sedimentvraag ontstaat door afwijkingen ten opzichte van de dynamische evenwichten. Afwijkingen van de dynamische evenwichten in de Waddenzee worden veroorzaakt door zeespiegelstijging, bodemdaling, menselijke ingrepen en andere morfologische veranderingen.

De Waddenzee is in evenwicht als het sedimentaanbod gelijk loopt met de ruimte die ontstaat door de relatieve stijging van de zeespiegel. De Waddenzee wordt kleiner als het sedimentaanbod te hoog is (overschot) en het bouwt uit als het aanbod van het sediment te laag is (figuur 1). Omdat de vastelandskust beschermd is tegen overstromingen, is landwaartse uitbreiding van de Waddenzee niet meer mogelijk. De Waddenzee is een sediment vragend systeem t.g.v. zeespiegelstijging en vooral t.g.v. menselijke ingrepen in het verleden. In het geval van een tekort aan sediment zou de Waddenzee, en met name de platen, de zeespiegelstijging niet meer kunnen bijhouden en 'verdrinken'.

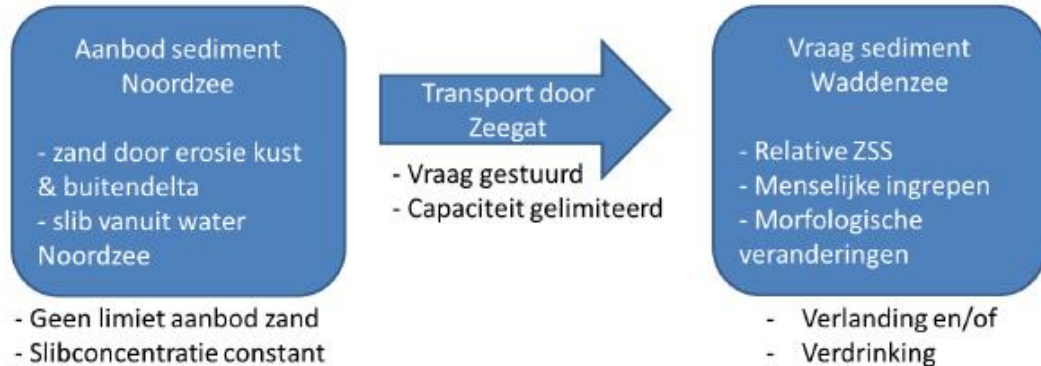
Figuur 1. Ontwikkeling van intergetijdesysteem bij verschillende sedimentbeschikbaarheid. A) sedimentaanbod groter dan vraag, b) aanbod gelijk aan sedimentvraag, C) sedimentaanbod te laag voor vraag.



De Noordzee is de belangrijkste sedimentbron voor de Nederlandse Waddenzee. Het sediment dat de Waddenzee in gaat is afkomstig van de aangrenzende Noordzeekusten, inclusief de buitendelta's van de zeegaten. Gegeven de grote zandvoorraad in het kustfundament en de continue aanwezigheid van slib in het zeewater is de aanbod van sediment voor de Waddenzee ongelimiteerd.

Door golven en getij wordt water en sediment (zand en slib) getransporteerd. Grote hoeveelheden sediment worden met vloed en eb door het zeegat getransporteerd. Omdat de Waddenzee een sedimentvragend systeem is gaat met eb iets minder sediment uit het bekken richting de Noordzee dan met vloed naar binnen komt. Dit sediment blijft achter in de Waddenzee. Hoeveel dit is hangt af van de sedimentvraag en hoeveel sediment door het zeegat getransporteerd kan worden. Deze transportcapaciteit wordt grotendeels bepaald door de vorm van het bekken en de eigenschappen van het sediment. Er zit een limiet aan de hoeveelheid sediment die door het zeegat getransporteerd kan worden. Figuur 2 laat zie hoe wat bepalend is in voor het sedimenttransport richting de Waddenzee.

Figuur 2. Sedimentvraag, -aanbod en nettotransport in zeegatsystemen (S.K.H. Janssen, et al., 2017)



Wat betekent dit voor de verdeling van sediment in de Waddenzee

Het getij zorgt voor de voornaamste waterbeweging in het Waddengebied, waardoor twee keer per dag door grote hoeveelheid water in en uit de Waddenzee stroomt. Golven vanaf de Noordzee worden grotendeels geremd door de ondiepten voor de zeegaten (buitendelta). Waardoor hun bijdrage aan de waterbeweging de Waddenzee in beperkt is. Golven die in de Waddenzee zelf ontstaan zorgen voor lokale waterbeweging.

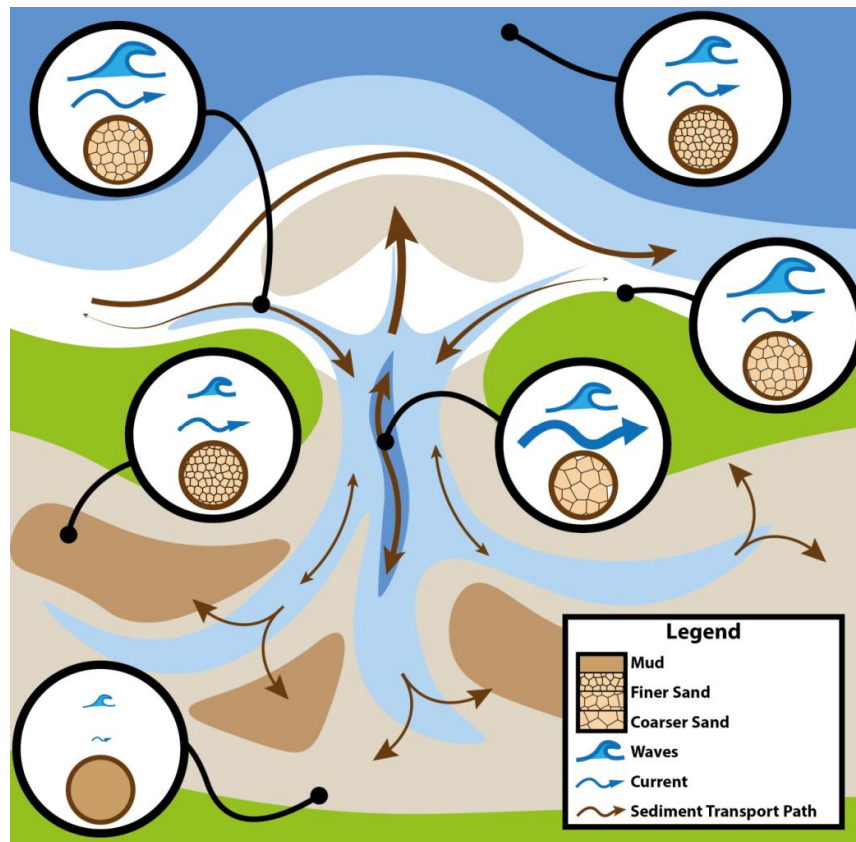
Tussen de koppen van twee eilanden ligt een zeegat: de verbinding tussen de open zee en de Waddenzee. Tweemaal daags stroomt via het zeegat en het achterliggende geulenstelsel water het getijbekken binnen. Water dat bij opkomend tij door de zeegaten naar binnen dringt, verspreidt zich in alle richtingen via de geulen. Bij hoogwater staan ook de platen onderwater. Deze platen zijn relatief vlak en zijn gevormd uit sediment dat is bezonken op plekken waar het binnenkomend zeewater minder snel ging stromen. Telkens wanneer de platen overstromen en het water een deel van zijn snelheid verliest, blijven zandkorrels en slibdeeltjes achter (het slib alleen in de gebieden met de minste stroom). Naarmate de platen hoger worden, komen ze sterker onder de invloed van golfslag, die een deel van het zand en slib loswoelt en bij afgaand tij weer meevoert naar de geul.

Hoe harder het water stroomt, hoe groter en zwaarder het sediment is dat wordt getransporteerd en hoe meer sediment door het water kan worden meegenomen. Zodra de stroomsnelheden afnemen, kan het sediment weer worden afgezet. Eerst het zwaardere sediment (zand) en als het water bijna stil staat ook het hele fijne sediment (slib).

De ondiepten van de wadplaten remmen de stroomsnelheid van het water. Hoe groter de afstand van de geulen hoe langzamer het water stroomt en hoe fijner het sediment is dat wordt afgezet. Langs de Noordzeekust, in de geulen en de wadplaten direct naast de geulen is voornamelijk zand aanwezig. Op de hoger gelegen delen van de wadplaten is een mengsel van zand en slib te vinden. Alleen aan de vastelandskust stroomt het water zo langzaam dat slib kan bezinken.

Figuur 3 laat de belangrijkste stromingen rond een bekken van het Waddengebied zien. Per gebied is aangegeven welke proces (getij of golven) zorgt voor de het sedimenttransport en wat de korrelgrootte van het sediment is wat ter plekke aanwezig is.

Figuur 3. Dominante processen voor sedimenttransport in een Waddenbekken. De bruine pijlen geven de dominante stroom richting en grootte aan. In de cirkels wordt aangegeven in welke mate getij of golven zorgen voor het sediment transport en hoe groot het aanwezige sediment ter plekke is.



Welke invloed hebben zeespiegelstijging en suppleties op de sedimentverdeling van de Waddenzee?

De Waddenzee is een sediment-vragend systeem. Naarmate de zeespiegelstijging sneller verloopt, zal de vraag naar sediment van de Waddenzee toenemen. Uit onderzoek blijkt dat bij de huidige snelheid van zeespiegelstijging, de Waddenzee meer sediment kan importeren dan nodig is om alleen zeespiegelrijzing bij te houden [Elias et al., 2012; van der Spek, et al., 2015]. Het zanddeel hiervan wordt geleverd door de buitendelta's en aangrenzende kust. Blijkbaar is in de huidige situatie de lokaal beschikbare zandvoorraad en transportcapaciteit voldoende.

Gegeven de grote zandvoorraad in het kustfundament, mede op pijl gehouden door suppleties, zal bij een sneller stijgende zeespiegel uiteindelijk de import van sediment worden bepaald door transportcapaciteit door de zeegaten. Dit is nu al het geval, in het westelijke deel van de Waddenzee. Door de afsluiting van de Zuiderzee is hier nog een heel grote sedimenthonger.

De import van zand naar de Waddenzee leidt tot afbraak van de kusten langs de Waddeneilanden. Het huidige kustbeleid wil voorkomen dat de eilanden eroderen en kleiner worden. Door het toevoegen van zand door suppleties wordt de kustlijn van de

Waddeneilanden in stand gehouden en de erosie gecompenseerd. Tevens beoogt het huidige kustbeleid het Kustfundament te laten meestijgen met de zeespiegel door suppleties. Hiermee wordt de beschikbare zandvoorraad voor de Waddenzee op pijl gehouden.

Waar en hoeveel zand de Waddenzee in gaat is afhankelijk van de ontwikkelingen in de Waddenzee zelf en niet van de aanbod (omdat het praktisch onbeperkt is tot nu toe). De stromingsverdeling in het zeegat bepaalt welk sediment getransporteerd wordt en waar dit wordt afgezet. Suppleties langs de kust van de Waddeneilanden hebben geen invloed op dit stromingspatroon, en daarmee ook niet op de verdeling van sediment in de Waddenzee. Onduidelijk is nog of de suppleties in het zeegat (geulwandsuppleties) effect hebben op de stroomverdeling.

Welke onderzoeken vinden plaats die meer duidelijkheid gaan geven?

De afgelopen jaren is veel onderzoek gedaan naar de werking van het Nederlandse kuststelsel, waaronder de Waddenzee. De Waddenzee is echter een zeer complex systeem waarin veel verschillende processen spelen die zorgen voor het landschap zoals deze nu is. De bovenstaande beschrijving geeft aan wat we tot nu toe weten over de Waddenzee. Momenteel wordt volop onderzoek gedaan naar bepalende factoren van de transportcapaciteit door de zeegaten, hoe groot het limiet hiervan is en hoever sediment uit de Noordzeekust het waddengebied in komt.

In de brochure 'Hoe werkt het wad?' geeft nog meer uitleg over hoe het waddengebied werkt en er mogelijk in de toekomst kan gebeuren.

Literatuur:

Elias, E.P.L., Van der Spek, A.J.F., Wang, Z.B., De Ronde, J.G., 2012. Morphodynamic development and sediment budget of the Dutch Wadden Sea over the last century. Neth. J. Geosci. — Geol. Mijnb.91–3 (293–310), 2012.

S.K.H. Janssen, M.D. Taal, J. Cleveringa, E. Lofvers, H. Mulder, A.P. Oost, Z.B. Wang (2017) Naar een langjarig onderzoeksprogramma morfologie Waddenzee, resultaten 2016. Deltares, Delft

E.P.L. Elias, A.P. Oost, A.W. Bruens, J.P.M. Mulder, A.J.F. van der Spek, J.G. de Ronde, Z.B. Wang, J. Stronkhorst (2012) Buitendelta's: samenvatting bestaande kennis en opties voor zandsuppletie-pilots. Deltares, Delft

Ministerie van Economische Zaken Landbouw en Innovatie, Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2012) Hoe werkt het wad? Boekje open over de veranderingen in het waddengebied en hun mogelijke effecten op de veiligheid van de eilanden en de noordelijke vastelandskust. Deltaprogramma Waddengebied,

A.J.F. van der Spek, E.P.L. Elias, Q. Lodder, R. Hoogland Deltares (2015) Toekomstig suppletievolumen: eindrapport. Deltares, Delft