

# Verschillen in schaalniveaus: combineren kun je leren

**Om de bruikbaarheid van computermodellen voor waterbeheersvraagstukken te vergroten, is het vaak nodig om informatie van velerlei aard te combineren. Door verschillen in tijd- en ruimteschaal en abstractieniveau kunnen problemen ontstaan. Het overbruggen van deze verschillen in schaalniveaus vereist de implementatie van innovatieve concepten.**

De veelzijdigheid van vraagstukken in het Nederlandse waterbeheer neemt steeds verder toe, onder meer door de betrokkenheid van diverse belanghebbenden, de inzet van kennis uit verschillende disciplines en het gebruik van verschillende typen en soorten softwaremodellen. Hierdoor veranderen de eisen aan de softwarematige modelaanpak ter ondersteuning van deze vraagstukken. Om de bruikbaarheid van computermodellen te vergroten kan het nodig zijn verschillende modellen of verschillende soorten informatie aan elkaar te koppelen of te combineren. In dit artikel wordt ingegaan op twee voorbeelden, die laten zien welke verkeerde combinaties tussen modellen onderling of modellen en hun gebruikers kunnen ontstaan en hoe concreet invulling gegeven kan worden aan de oplossing ervan. Daarbij gaat het om het begrip 'schaal'. De problemen kunnen aangepakt worden door methoden te bedenken waarmee verschillende schaalniveaus overbrugd of gecombineerd kunnen worden.

Schalen kunnen gedefinieerd worden als de ruimtelijke, temporele, kwantitatieve of abstracte dimensies om processen of grootheden te meten en te bestuderen<sup>1)</sup>. Natuurlijke processen in riviergebieden en kustzones worden beschreven in termen van

tijd- en ruimteschalen. Sociaal-economische verschijnselen laten zich moeilijker in termen van tijd en ruimte omschrijven; het begrip 'schaal' heeft dan een meer abstracte betekenis<sup>2)</sup>. Dat betekent ook dat informatie in het waterbeheer vaak op verschillende abstractieniveaus speelt. Deze kunnen nader beschreven worden door gebruik te maken van een aan de marketingpsychologie ontleende theorie over de mate van abstractie waarmee mensen gebeurtenissen of fenomenen omschrijven<sup>3),4)</sup> (zie de tabel). In het waterbeheer spelen dergelijke abstractieniveaus vooral een rol als mensen vanuit verschillende achtergronden met hetzelfde probleem te maken hebben of als het gaat om kwalitatieve begrippen.

De drie dimensies waarop processen beschreven kunnen worden, zijn in afbeelding 1 weergegeven.

Het eerste voorbeeld (casus I in afbeelding 1) gaat in op het overbruggen van verschillen in tijd- en ruimteschaal in modellen voor kustmorfologie. In dit voorbeeld neemt het abstractieniveau toe naarmate de tijd- en ruimteschalen groter worden. In het tweede voorbeeld (casus II in afbeelding 1) gaat het om het abstractieniveau van informatie in riviermodellen en wordt een methode geïntroduceerd om kwalitatieve kennis van

experts in rivierverkenningen mee te nemen, door deze meer kwantitatief te karakteriseren.

## Kustzones: veiligheid op de lange termijn en tijd- en ruimteschalen

Veiligheid op de lange termijn tegen het optreden van een zeer zware storm in de kustzone heeft betrekking op verschillende tijd- en ruimteschalen. Enerzijds hebben we inzicht nodig over de effecten van extreme weersomstandigheden die op relatief korte tijdschaal spelen. Anderzijds moeten we rekening houden met veranderingen in het natuurlijke systeem die juist op langere termijn merkbaar zullen zijn. Om de effecten van deze verschillende processen te simuleren en te voorspellen, kunnen we gebruik maken van verschillende fysisch-mathematische modellen.

Om de veiligheid van de kust te beoordelen, gebruiken we een duinerosiemodel. Dit model berekent onder andere de landwaartse grens van erosie door het optreden van een superstorm (het 'erosiepunt' in stap 4 van afbeelding 2). Uit deze landwaartse erosiegrens komen erosielijnen voort (zie afbeelding 3, kernzone), die aangeven hoe ver erosie landwaarts zal reiken ten gevolge van een zeer zware storm (in dit geval een storm met kans op optreden van eens per 10.000 jaar).

### Kenmerken van een hoog en een laag abstractieniveau.

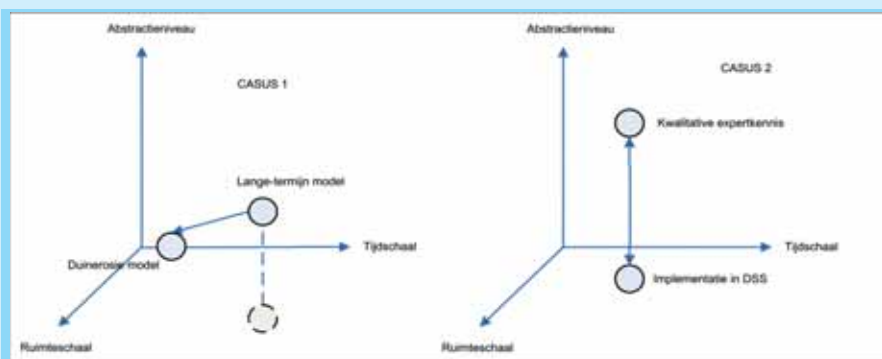
#### hoog niveau

grote afstand in tijd, ruimte, of sociaal overkoepelende doelen  
categorisatie leidt tot enkele brede klassen  
abstract  
voorbeeld voor waterbeheer: veiligheid

#### laag niveau

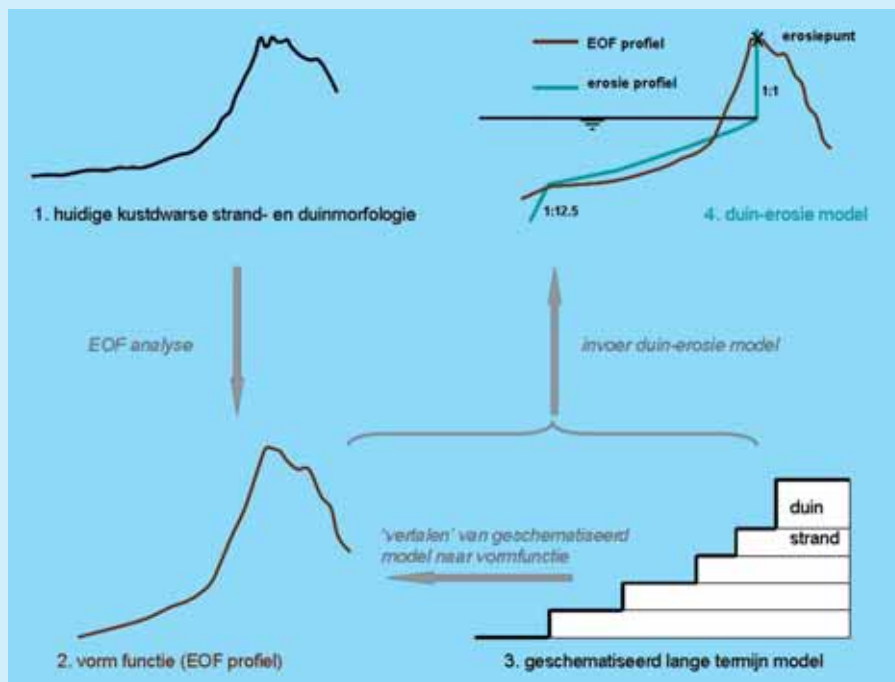
dichtbij in tijd, ruimte, of sociaal ondergeschikte doelen  
categorisatie leidt tot veel kleine klassen  
concreet  
voorbeeld voor waterbeheer: waterstand in rivier

Afb. 1: Schaalverschillen in de twee casussen.

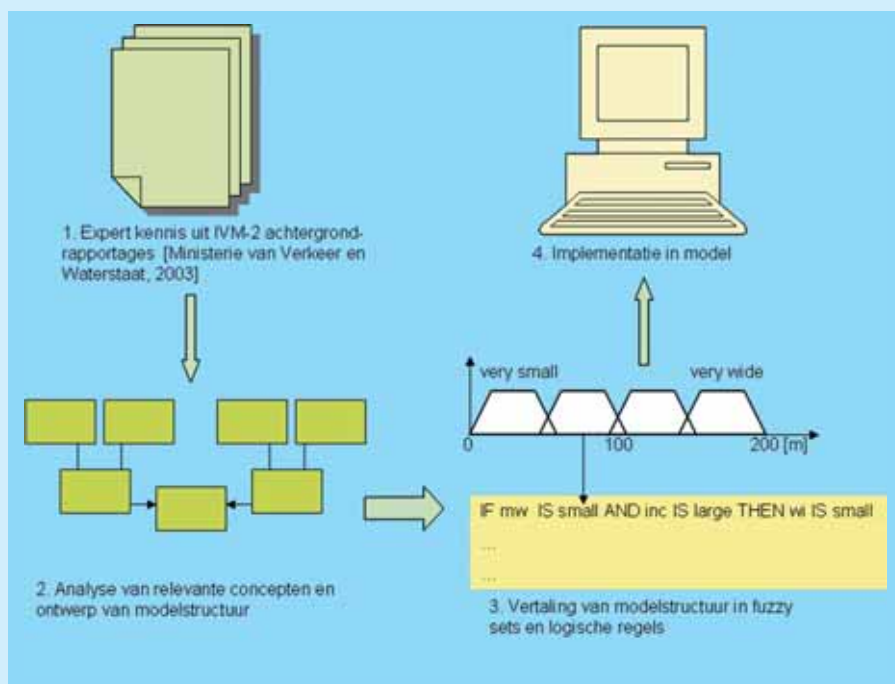


Afb. 2: Landwaartse begrenzing van de erosie op dit moment (de kernzone-lijn) en over 200 jaar (de beschermingszone-lijn)<sup>6)</sup>.





Afb. 3: Werkwijze bij de koppeling van morfologische modellen.



Afb. 4: Werkwijze bij de verwerking van informatie met een hoger abstractieniveau.

Het duinerosiemodel gebruikt als invoer de huidige kustdwarse duin- en strandmorfologie<sup>5)</sup>.

Om de evolutie van de kust op lange termijn te voorspellen, is een ander modelconcept nodig, namelijk één die in staat is het groot-schalige kustgedrag te simuleren. Als we iets willen zeggen over veiligheid op de lange termijn, moeten we gebruik maken van beide modellen. Meer concreet, met het langetermijnmodel maken we een voorspelling over hoe de kust er over een periode van circa 200 jaar uitziet. Dit resultaat moet dan als invoer gebruikt worden voor het duinerosiemodel, zodat we een uitspraak kunnen doen over de

effecten van een zeer zware storm over 200 jaar. Het probleem hierbij is dat het langetermijnmodel niet in staat is een gedetailleerde uitvoer te leveren over de duin-strandmorfologie; het kustdwarse profiel wordt zeer schematisch weergegeven (zie stap 3 in afbeelding 2).

Deze mate van schematisatie is inherent aan langetermijnmodelconcepten: als we een uitspraak willen doen over een lange tijdsperiode, moeten we de morfologie schematisch weergeven, anders kost een berekening veel te veel tijd. Waar we naar zoeken is een manier om de langetermijnuitvoer op een realistische manier te vertalen, zodanig dat de uitvoer geschikt is om als invoer in het

duinerosiemodel te gebruiken. Een manier om een 'realistische schematisatie' te krijgen is met behulp van een statistische datareductietechniek (EOF, stap 2 in afbeelding 2)<sup>7),8)</sup>. Met behulp van deze techniek kunnen kustprofielen weergegeven worden door één of meerdere 'vormfuncties'. De vormfuncties reflecteren de verscheidenheid aan kustdwarse profielvormen in tijd en ruimte en worden direct uit de beschikbare kustmetingen bepaald. Ze zijn realistisch, omdat ze gebaseerd zijn op metingen aan 'echte' profielen. Ze nemen overigens ook weinig computergeheugen in beslag.

### Integrale Verkenningen Maas

Bij het ontwerpen van rivierbeheersmaatregelen en strategieën spelen verschillende belangen een rol. Niet al deze belangen zijn even goed te beschrijven in economische, wiskundige of fysische termen. Daardoor zijn niet alle belangen even makkelijk weer te geven in modelstudies. Toch kan een brede vertegenwoordiging van doelstellingen en belangen in modellen wenselijk zijn, bijvoorbeeld als in het besluitvormingsproces veel iteratieslagen plaatsvinden en de benodigde kennis niet op afroep beschikbaar is.

In de Integrale Verkenningen Maas (IVM)<sup>9)</sup> was dit laatste voor een aantal criteria het geval. Met name de meer abstracte criteria bleken telkens een nieuwe beoordeling door experts te vereisen. Binnen IVM is dit in een aantal gevallen opgelost door de criteria te beoordelen in expertwerkgroepen. Dit is echter een dure en tijdrovende werkwijze. Daarom is onderzoek verricht naar methoden om ook criteria met een hoger abstractieniveau, die zich derhalve niet meteen laten vatten in gangbare fysische beschrijvingen, toch op een gestructureerde manier in een model te kunnen vormgeven (zie afbeelding 4).

De situatie uit de Integrale Verkenningen Maas is daarbij als uitgangspunt genomen. Door het toepassen van fuzzy logic<sup>10)</sup> kan gewerkt worden met relaties die niet in strikt fysische beschrijvingen te vatten zijn. Fuzzy logic is een uitbreiding op de 'normale' logica. Elementen (in dit geval de zogeheten fuzzy sets) kunnen behalve de waarheidswaarden 0 en 1 ook tussenvallende waarden aannemen. Daarmee geven ze een gedeeltelijke waarheid weer, of in taalkundige termen een zekere mate van ambiguïteit van een relatie. Dit maakt het mogelijk om minder nauwkeurige kennis en relaties modelmatig weer te geven. Sommige (relatief abstracte en meer kwalitatieve) criteria kunnen dus aan maatregelen gerelateerd worden middels logische redeneringen of kennisregels. In IVM is bijvoorbeeld ruimtelijke kwaliteit een belangrijk criterium voor de beoordeling van rivierstrategieën, naast veiligheid. De ruimtelijke kwaliteit wordt ingevuld met behulp van vijf elementen, waaronder de samenhang tussen morfologie en ruimte en de inpasbaarheid in schaal van het landschap<sup>9)</sup>. Bestudering van de rapportages leert dat dit laatste vooral afhangt van de

breedte en insnijding van de rivier op een bepaalde locatie en de verhouding tot breedte en diepte van de maatregel. Deze aspecten worden geselecteerd voor het ontwerp van het conceptueel model (stap 2 in afbeelding 4). Door deze kenmerken te beschrijven als 'fuzzy sets' (stap 3 in afbeelding 4) en regels op te stellen voor de wijze waarop ze elkaar beïnvloeden, kan een indicatie gegeven worden van de landschapelijke inpasbaarheid van de maatregel op een bepaalde locatie.

Door gelijksoortige redeneringen te formuleren voor de andere elementen kan het beeld steeds verder ingevuld worden en ontstaat uiteindelijk een indicatie van de ruimtelijke kwaliteit van een maatregel. Deze manier van werken heeft twee belangrijke voordelen: de beoordelingen zijn beter navolgbaar en de flexibiliteit in het besluitvormingsproces wordt vergroot doordat snelle iteraties gemaakt kunnen worden. Uiteindelijk kunnen zo ook meer kwalitatieve criteria een sterkere rol in de besluitvorming krijgen en kan een evenwichtiger beslissing genomen worden.

## Conclusie

In het waterbeheer hebben we te maken met informatie die betrekking heeft op verschil-

lende tijd- en ruimteschalen en abstractie-niveaus. Veel modelconcepten zijn ontwikkeld voor een specifiek doel en beschikken daardoor niet over de flexibiliteit om met verschillen tussen schaalniveaus om te gaan. In dit artikel hebben we twee methoden gepresenteerd om verschillende schaalniveaus en modelconcepten met elkaar te combineren. Dergelijke methoden maken het mogelijk om de toepasbaarheid van water-beheersmodellen uit te breiden. Hierdoor kunnen de afwegingen die gemaakt worden in het waterbeheer, beter onderbouwd en met elkaar vergeleken worden. Tegelijkertijd echter illustreert dit artikel dat verschillende situaties om een verschillende aanpak vragen en dat er niet één recept voor succesvolle koppeling van schaalniveaus bestaat.

## NOTEN

- 1) Gibson C., E. Ostrom en T. Ahn (2000) The concept of scale and the human dimensions of global change: a survey. *Ecological Economics* 32, pag. 217-239.
- 2) Van der Veen A. en H. Otter (2002) Scales in space. *Integrated Assessment* 3, pag. 160-166.
- 3) Liberman N. en Y. Trope (1998). The role of feasibility and desirability considerations in near and distant future decisions: A test of temporal construal theory. *Journal of Personality and Social Psychology* 75, pag. 5-18.
- 4) Trope Y., N. Liberman en C. Wakslak (2007). Construal levels and psychological distance: effects on representation, prediction, evaluation and behavior. *Journal of Consumer Psychology* 17, pag. 83-95.
- 5) Technische Adviescommissie Waterkeringen (1995). Basisrapport Zandige Kust. Behorende bij de Leidraad Zandige Kust.
- 6) Rijksinstituut voor Kust en Zee (2005). Risicobeheersing in kustplaatsen. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat.
- 7) Aubrey D. (1979). Seasonal patterns of onshore/offshore sediment movement. *Journal of Geophysical Research* 84, pag. 6347-6354.
- 8) Wijnberg K. (1995). Morphologic behaviour of a barred coast over a period of decades. PhD thesis Faculteit Ruimtelijke Wetenschappen Universiteit Utrecht.
- 9) Rijkswaterstaat dienst Limburg (2003). Integrale Verkenning Maas.
- 10) Zadeh L. (1973). Outline of a new approach to the analysis of complex systems and decision making. *IEEE Transactions on systems, man and cybernetics*. SMC-3, pag. 28-44.

**Judith Janssen en Lisette Bochev-Van der Burgh (Universiteit van Twente)**