

Is goed modelleren goed genoeg?

Kwaliteitsborging in modelleerstudies

LIEKE MELSEN, FRANK VAN DER BOLT, YANN FRIOCOURT, GEERTEN HENGEVELD,
BRIT VAN DER MEIJDEN, JANNEKE REMMERS, HUUB SCHOLTEN, MICHELLE TALSMA,
ALBRECHT WEERTS, CARINE WESSELIUS EN JOOST VAN DER ZWET

*Hydrologische modellen worden veelvuldig gebruikt ter ondersteuning en legiti-
matie van besluitvorming in het waterbeheer en -beleid. Dit vergt een realistisch
idee van de onzekerheid van het model en de modelresultaten. Om dit te kunnen
controleren, zouden modelresultaten herleidbaar en reproduceerbaar moeten
zijn, wat erom vraagt dat ook keuzes die genomen zijn in de totstandkoming
van het model gedocumenteerd en onderbouwd zijn. Maar wie of wat bepaalt de
kwaliteit van modelstudies, en hoe borgen we die? In dit essay, gebaseerd op dis-
cussies en interviews met modelleers en eindgebruikers, bepleiten wij dat goede
documentatie en controle van het model en de documentatie onmisbaar zijn voor
kwaliteitsborging, en dat kwaliteit via een aantal rollen in het modelleerproces
kan worden geborgd. Met dit essay hopen wij de discussie rondom modelleerkwa-
liteit en modelleerstandaarden een nieuw leven in te blazen. Onze vraag aan de
hydrologische gemeenschap is hoe we kwaliteitsborging een standaard onderdeel
van onze modelleerethiek kunnen maken.*

Essay

Inleiding

Hydrologische modellen worden veelvuldig gebruikt ter ondersteuning van besluitvorming in het waterbeheer, zowel op operationeel ("moet deze stuw omhoog?"), als tactisch ("leggen we hier een extra waterweg aan?") als strategisch niveau ("hoe bereiden we ons voor op een hogere zeespiegel?"). Modellen zijn echter versimpelde versies van de werkelijkheid, en daardoor altijd onzeker (Oreskes e.a., 1994). Naast onzekerheid door versimpeling van de werkelijkheid, waarbij die versimpeling op vele verschillende manieren gedaan kan worden, is er ook onzekerheid in data die gebruikt worden voor de invoer, ijking, en validatie van modellen (denk aan onzekerheid in neerslagobservaties of afvoermetingen, maar ook fouten in het beheerregister, waardoor een duiker foutief in het model komt), onzekerheid in parameterwaarden die in werkelijkheid sterk kunnen variëren in tijd en ruimte maar vaak een vaste waarde hebben in modellen, en onzekerheid in methodologische keuzes die verschillende modelleers kunnen maken (Wagener e.a., 2004; Funtowicz en Ravetz, 1993; STOWA 2019-24). Onvoldoende oog voor wat een model is en wat de onderliggende aannames zijn, kan leiden tot slecht beleid, zoals Omtzigt betoogt in 'Modellen regeren Den Haag' (Omtzigt, 2021).

De combinatie van onzekerheden in modellen enerzijds en hun gebruik ter ondersteuning van besluitvorming anderzijds is kritisch: dit betekent dat, om

besluitvorming te rechtvaardigen, de onzekerheid van het model goed in kaart moet worden gebracht (Walker e.a., 2003), bijvoorbeeld door middel van een probabilistische benadering (STOWA, 2019-24). Bij maatregelen kan daarmee inzichtelijk worden gemaakt in hoeverre de onzekerheden de kosteneffectiviteit van de maatregel beïnvloeden. Maar vooral bij strategische vraagstukken komen hier ook nog ethische en juridische componenten bij kijken. Immers, bij drastische beslissingen zoals grond onteigenen om overstromingsgebieden te creëren, moet het bestuurlijke besluit en daarmee ook het onderliggende modelresultaat robuust en verdedigbaar zijn. Net een andere keuze of net een andere aanpak in het opzetten van het model mag niet tot totaal andere modeluitkomsten en besluitvorming leiden.

Een probabilistische benadering biedt inzicht in de spreiding van de modelsimulaties voor die aspecten die probabilistisch meegenomen worden. Hierbij moet een inschatting gemaakt worden van 1) welke aspecten in het model het meest relevant zijn voor de modelresultaten, en 2) welke van deze aspecten een hoge mate van onzekerheid hebben. Dit alles binnen een kader van beschikbare middelen (tijd, geld, computerkracht, kennis), structurele modelonzekerheid, en de geschiktheid van het model voor de gestelde vraag. Gegeven de (maatschappelijke) consequenties die modelresultaten kunnen hebben, zouden deze afwegingen en keuzes goed gedocumenteerd moeten worden, zodat de modelresultaten herleidbaar en de keuzes bediscussieerbaar zijn. Het gebruik van modellen komt dus met verantwoordelijkheid over het inzichtelijk maken van onzekerheid in modelresultaten, en het documenteren van de keuzes die gemaakt zijn bij het modelleren en het inschatten van onzekerheid.

Deels met dit doel voor ogen is in 1999 het 'Vloeiend modelleren in het waterbeheer – Handbook Good Modelling Practice' ontwikkeld (van Waveren e.a., 1999), het resultaat van een samenwerking tussen STOWA, Rijkswaterstaat, en een aantal onderzoeksinstituten. Het handboek biedt handvatten aan de modelleur hoe een modelstudie uit te voeren en wat te documenteren. Wat het handboek echter minder duidelijk aangeeft, is hoe dit geborgd kan worden en wie daar verantwoordelijk voor is: wie controleert dat er een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd is, dat de onderliggende keuzes goed onderbouwd en gedocumenteerd zijn, en dat daarmee de resultaten herleidbaar en verdedigbaar kunnen worden toegepast?

Wij zien dat in de praktijk de mate van kwaliteitsborging sterk kan verschillen per organisatie, per project, en zelfs per modelleur. Tegelijkertijd is kwaliteitsborging in modelleren urgenter dan ooit: numerieke modellen worden steeds complexer, klimaatverandering en de bijbehorende keuzes rondom waterbeheer en -beleid worden steeds urgenter waardoor beslissingen op basis van modelresultaten steeds grotere gevolgen hebben voor de maatschappij. Ook worden burgers steeds mondiger, kritischer en kundiger¹. In dit essay doen wij daarom een

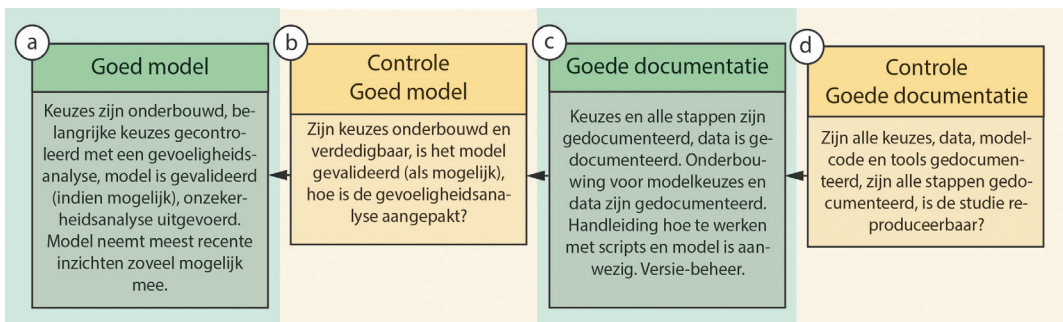
¹ Zie het voorbeeld van vliegveld Lelystad, waarbij een lid van de Samenwerkende Actiegroepen Tegen Laagvliegen (SATL) de onderliggende aannames van stikstofberekeningen voor vliegveld Lelystad bekritiseerde, en het OM op basis van deze bevindingen zelfs een strafrechtelijk onderzoek is gestart.

voorzet om de discussie over kwaliteitsborging als onderdeel van modelleren en de verantwoordelijkheden die daarbij horen, weer op de agenda te zetten.

Kwaliteit en kwaliteitsborging: onderbouwd, transparant, afgestemd

Er zal brede consensus zijn over het belang van kwaliteit in modelleren, maar wat daarbij precies onder kwaliteit wordt verstaan, is moeilijker te definiëren. Hoewel wij erkennen dat er verschillende definities van kwaliteit naast elkaar kunnen bestaan, hanteren wij als brede definitie van de kwaliteit van het modelleren: 1) de intentie om keuzes zo goed mogelijk te maken gegeven de randvoorwaarden van het specifieke probleem, 2) het onderbouwen van de keuzes die worden gemaakt, 3) het vastleggen van gemaakte keuzes en gebruikte software en data, en 4) de relevantie van de resultaten voor de gestelde vraag. Samengevat: onderbouwd, transparant, en afgestemd. Kwaliteitsborging is een aanvulling op kwaliteit: een systeem om kwaliteit te waarborgen. Dit betekent bijvoorbeeld dat er toezicht is op de onderbouwing van keuzes en dat de keuzes zelf geëvalueerd worden. Dit vereist herleidbaarheid en reproduceerbaarheid van de modelstudie, wat weer goede documentatie vergt.

Afbeelding 1 geeft een overzicht van de vier componenten van kwaliteitsborging zoals wij die definiëren. De eerste stap is het bouwen van een 'goed' model (a). Om te bepalen of het model inderdaad goed is, vindt er controle op het model plaats (b). Om de kwaliteit van het model te kunnen controleren, is er goede documentatie nodig (c), dus is het noodzakelijk dat ook de documentatie gecontroleerd wordt (d). De componenten 'a' en 'c' zijn de feitelijke modelleren en documenteer-stappen, waarin onzekerheden inzichtelijk zijn gemaakt en de keuzes van de onzekerheidsanalyse onderbouwd en gedocumenteerd zijn. De borging van kwaliteit zit in componenten 'b' en 'd': een controlemechanisme om te bepalen of de modelopzet en documentatie goed gedaan zijn. Een modelleur kan bijvoorbeeld in de veronderstelling zijn dat alle modelkeuzes goed gedocumenteerd zijn, maar voor een buitenstaander kan blijken dat dit niet zo is. Hierdoor is het model zelf ook niet meer goed controleerbaar, omdat daarvoor goede documentatie nodig is. Herleidbaarheid en reproduceerbaarheid zijn nodig als een bepaalde keuze in het model betwist wordt, en de effecten van deze



Afbeelding 1 Overzicht van de vier componenten van kwaliteitsborging in het modellerproces. Voor elke component worden een aantal voorbeelden genoemd. De pijlen geven aan welke onderdelen onderling afhankelijk zijn.

keuze op het modelresultaat achteraf alsnog bepaald moet worden. Rondom de vier componenten in het raamwerk van Afbeelding 1 is continu afstemming tussen opdrachtgever en opdrachtnemer nodig, om te zorgen dat de modelresultaten relevant zijn en de onderzoeksvraag beantwoorden.

Tot nu toe hebben we nog niet duidelijk gedefinieerd wat een model is. Binnen het Nederlands Hydrologisch Instrumentarium (NHI) en in het 'Good Modelling Practice' handboek wordt onderscheid gemaakt tussen het conceptuele model; de modelcode (het modelprogramma of rekenhart); de modelschematisering (de discretisatie); het toepassingsmodel (model); en de modeltoepassing (het modelproject). Wij definiëren 'model' dus als een modelschematisatie met onderliggende modelcode, opgezet voor een specifiek gebied of watersysteem, met daarop toegespitste parameters en onderliggende data. Een model is dus het geheel van modelcode (rekenhart), data, en schematisatie, en dit is waar wij op focussen in dit essay. Kwaliteitsborging geldt dus niet alleen voor de keuzes van de modelleur die het model opzet voor een specifiek gebied, ook kwaliteitsborging van de onderliggende modelcode en data is een voorwaarde voor de borging van kwaliteit in modelstudies.

Kwaliteit en kwaliteitsborging in de huidige modelleerpraktijk

In het eerder genoemde handboek 'Good Modelling Practice' (GMP) werd een poging gedaan om te komen tot een leidraad voor kwaliteitsborging. Dit handboek omschrijft de modelleer-stappen bij het opzetten en gebruiken van een model en het interpreteren van de resultaten. Door deze stap voor stap te doorlopen, en hierbij elke keuze goed te documenteren is het modelleer-proces transparant en daarmee controleerbaar. De expliciete borging zat in een poging een Nederlandse Norm (NEN-norm) op te stellen voor modellering in het waterbeheer (van der Molen e.a., 2002). Dit zou modelleer-kwaliteit zichtbaarder maken en vergemakkelijkt de rol van de opdrachtgever: deze kan vragen om een modelstudie volgens de NEN-norm. Deze NEN-norm is uiteindelijk niet tot stand gekomen, onder meer vanwege de kosten voor het hanteren van een NEN-norm, en omdat er weerstand was in de modelleer-gemeenschap tegen het strakke keurslijf die deze norm op zou leggen. Uiteindelijk zijn, in plaats daarvan, een 'Norm Design' (NEN 6260-1, NEN 6260-2) en 'Practice Guideline Design' (NEN 6260-3) opgesteld, die overigens beide inmiddels teruggetrokken zijn.

Om te onderzoeken of en hoe dit handboek op dit moment nog een rol speelt in modelleren voor de waterbeheerpraktijk, zijn interviews gehouden met 9 modelleurs van verschillende waterschappen en 4 modelleurs van verschillende adviesbureaus. Uit de interviews bleek dat het GMP handboek redelijke bekendheid heeft (11 van de 13 waren er bekend mee). Twee van de 13 waren niet op de hoogte van het bestaan ("*Nee, eigenlijk nooit van gehoord*"), 2 van de 13 gebruiken het actief of hebben het actief gebruikt ("*Ja, ik heb het wel gebruikt inderdaad. Zeker toen ik net begon met werken.*"), en het overgrote deel (9 van de 13) heeft er van gehoord of heeft het min of meer gebruikt ("*Semi, als in, een deel van onze visie is gebaseerd op good modeling practice. We willen dat graag volgen, maar of dat altijd lukt...*").

De meeste waterschappen en adviesbureaus hebben een "modelleer-workflow", "best practices" of "modelleer-werkwijze" waarin beschreven staat welke stappen er genomen moeten worden in een modelstudie. Deze werkwijzen variëren van zeer gedetailleerd en model-specifiek, tot heel generiek. Evaluatiestappen zoals het doen van een gevoeligheidsanalyse zijn niet per sé standaard onderdeel van zo'n werkwijze. Bij adviesbureaus zien we dat de evaluatiestappen vaak in samenspraak met de opdrachtgever worden bepaald (bijvoorbeeld welke factoren in een gevoeligheidsanalyse meegenomen moeten worden). Bij waterschappen die zelf modelleren zijn de modevaluatie-stappen minder duidelijk afgebakend.

Uit de interviews en bestudering van een overstromingsrisico-casus (van der Meijden, 2022) komt een beeld naar voren dat in de huidige modelleerpraktijk component 'a' uit Afbeelding 1, 'een goed model', over het algemeen voldoende aandacht krijgt. Probabilistische benaderingen zijn vrijwel standaard, en er is veel collegiaal overleg. Wel zien we dat elk waterschap en elk adviesbureau zijn eigen aanpak heeft, en dat modelleerstappen als gevoeligheidsanalyse en validatie vaak geen standaard onderdeel zijn van deze "modelleer-werkwijze". Component 'c' uit Afbeelding 1, de documentatie, lijkt minder aandacht te krijgen. Grote beslissingen, zoals de factoren die meegenomen worden in een probabilistische benadering of gevoeligheidsanalyse, worden gedocumenteerd. Kleinere, minder zichtbare model-beslissingen niet. Deze worden bijvoorbeeld genomen op basis van niet-gedocumenteerde ervaring van personen die al lang werkzaam zijn op een bepaalde plek, of zijn hard-gecodeerd in tools die al meer dan 10 jaar gebruikt worden en waarvan niet altijd meer duidelijk is wat er precies in deze tools gebeurt.

Controle op het model (component 'b'), is vaak wel op enige wijze intern georganiseerd, bijvoorbeeld door een interne peer-review. Hier zou eigenlijk, in samenspraak met de opdrachtgever, bepaald moeten worden in elke mate of op wel niveau een model gecontroleerd zou moeten worden. Een directe collega die bekend is met de modellen en tools en makkelijker toegang heeft tot de juiste *environmental settings*, zal lagere eisen stellen aan de documentatie dan iemand van buiten. Het model kan daardoor reproduceerbaar zijn voor een collega, maar niet voor een buitenstaander. In de vorige sectie stelden we daarom dat goede documentatie (component 'c') nodig is om de controle van een goed model (component 'b') goed uit te kunnen voeren. Component 'd', controle op goede documentatie, lijkt echter geen standaard onderdeel van de modelprocedure.

Resumerend blijkt dat er regelmatig aandacht is voor het model-deel van kwaliteitsborging (componenten 'a' en 'b'), al is er ruimte voor verbetering in de uitvoering van bijvoorbeeld de controle. Het documentatie-deel daarentegen (componenten 'c' en 'd') is geen standaard onderdeel en belemmert als zodanig de kwaliteitsborging van het model-deel.

Meer aandacht voor documentatie en toetsing van de kwaliteit komt boven op de huidige modelleerpraktijk, en brengt dus extra tijd en kosten met zich mee.

In principe komen deze kosten ten goede aan de kwaliteit, daarnaast kan een meer transparante manier van werken uiteindelijk efficiënter zijn, en daarmee ook weer kosten drukken. Denk hierbij aan de herbruikbaarheid van modellen. Een voorbeeld uit de praktijk is dat opdrachtgevers nu soms een nieuw model laten ontwikkelen, omdat het bestaande model van de vorige opdrachtnemer niet bruikbaar is voor de nieuwe opdrachtnemer. Als dit wel mogelijk zou zijn, zou dat de kosten drukken.

Gedeelde verantwoordelijkheid in kwaliteitsborging

Onderbouwd, transparant, en afgestemd: een samenvatting van onze definitie van kwaliteit. Alle keuzes in het selecteren en opzetten van een model zijn onderbouwd en transparant (door middel van documentatie) en het eindproduct is afgestemd met de opdrachtgever opdat de studie de vraag beantwoordt. Met kwaliteits**borging** is er controle op zowel de kwaliteit van het model als de kwaliteit van de documentatie, aangegeven met de vier componenten in Afbeelding 1. Zoals in de vorige sectie besproken, blijkt uit de interviews dat er een aantal onderdelen van het modelleringsproces zijn die meer aandacht zouden verdienen. In deze sectie stellen wij daarom een aantal rollen voor, waar een deel van de verantwoordelijkheid voor kwaliteitsborging zou kunnen of moeten liggen.

Voor elke modelstudie is er een opdrachtgever en een opdrachtnemer. Beide rollen splitsen we verder uit. Binnen de rol van 'opdrachtgever' onderscheiden we de 'probleem-eigenaar' en de 'contractleider'. Onder de 'opdrachtnemer' specificeren we 'de werkgever', 'de projectleider', en 'de modellers/het projectteam'. Deze vijf rollen, elk met hun eigen belangen, verantwoordelijkheden, en definitie van kwaliteit, zullen we verder specificeren.

Opdrachtgever: de probleemeigenaar

De probleemeigenaar zal in de meeste gevallen een modelstudie initiëren. De probleemeigenaar heeft beslisinformatie nodig, die voldoende onderbouwd is om beslissingen te nemen. De probleemeigenaar stelt de vraag en specificeert het te realiseren doel van de studie en de benodigde basisinformatie met bijbehorende kwaliteitseisen. Kwaliteitsborging van de modelstudie is relevant voor de probleemeigenaar omdat, indien er betwisting van de beslissing en het onderliggende modelresultaat plaatsvindt, beter gespecificeerd kan worden hoe deze tot stand zijn gekomen. Als bepaalde keuzes betwist worden, kan de gevoeligheid van de modelresultaten voor de keuze en de consequenties voor de uiteindelijke besluitvorming inzichtelijk worden gemaakt. De verantwoordelijkheid van de probleemeigenaar in kwaliteitsborging ligt in het erkennen van de relevantie van kwaliteitsborging, het nastreven van transparantie, en het sturen op geschikte beslisinformatie. Bovendien heeft de probleemeigenaar een overkoepelende verantwoordelijkheid: de juiste vraag stellen. Als de gestelde vraag of het gestelde doel op zichzelf al betwist wordt, zal kwaliteitsborging van het model daar weinig aan veranderen.

Opdrachtgever: de contractleider

Het voornaamste belang van de contractleider is dat de vraag beantwoord wordt op een manier waar de probleemeigenaar iets mee kan. De verantwoorde-

lijkheid van de contractleider in het kwaliteitsborgingsproces zit in het stellen van expliciete voorwaarden in het offertetraject omtrent kwaliteitseisen, en het creëren van de benodigde ruimte om te voldoen aan deze kwaliteitseisen (zoals tijd en geld). Kwaliteitseisen worden vastgelegd in de offerte-aanvraag, de aanbiddingen met een plan van aanpak specificeren hoe aan deze kwaliteitseisen voldaan kan worden. De contractleider moet kunnen begrijpen, of onafhankelijk geadviseerd worden, waarom bepaalde keuzes in het modelleerproces worden gemaakt, en wat dit betekent voor de manier waarop het antwoord op de vraag moet worden geïnterpreteerd. Dit laatste moet dan weer in afstemming met de probleemeigenaar worden gespiegeld aan de benodigde beslisinformatie en kwaliteit ervan. De kwaliteitsborging-voorwaarden zijn zo gesteld dat de contractleider in staat is om na te gaan of aan de voorwaarden voldaan is, wat betekent dat de contractleider enige mate van inhoudelijke kennis over het gebruik van modellen heeft (of daarin laat adviseren). Daarnaast is de contractleider betrokken bij de continue afstemming met de opdrachtnemer, om te waarborgen dat de modelresultaten bruikbaar zijn voor de gestelde vraag.

Opdrachtnemer: de werkgever of organisatie

De opdrachtnemer op het niveau van de werkgever heeft als verantwoordelijkheid het goed bedienen van de opdrachtgever. Dit houdt in dat het uiteindelijk geleverde resultaat bruikbaar is en van goede kwaliteit. De werkgever heeft baat bij kwaliteitsborging omdat dit bijdraagt aan een goede naam en marktpositie van het bedrijf/instituut, en omdat er wellicht financiële of juridische consequenties kunnen zitten aan het leveren van werk van onvoldoende kwaliteit. De verantwoordelijkheid van de werkgever in het kwaliteitsborgingsproces is het inzetten op een heldere modelleer-werkwijze (of 'richtlijn' of 'workflow') en de naleving hiervan. De opdrachtnemer faciliteert deze werkwijze, bijvoorbeeld door uren toe te kennen voor interne screenings, door het aanstellen van model-reviewers die audits uitvoeren na elke modelstudie, en het faciliteren van cursussen en trainingen die bijdragen aan de ontwikkeling van de modelleers. Dit vergt een investering maar zorgt er wel voor dat de werkwijze in overeenstemming is met de vragen van de opdrachtgever rondom kwaliteitsborging. In het plan van aanpak voor dit offerte-traject zijn al toezeggingen gedaan om te voldoen aan de gevraagde kwaliteitseisen. Het plan van aanpak draagt daarmee al bij aan de documentatie van het project.

Opdrachtnemer: de projectleider

De projectleider draagt (met het projectteam) verantwoordelijkheid voor het uitvoeren van de opdracht en het beantwoorden van de vraag van de opdrachtgever. Het belang van het leveren van kwaliteit ligt voor de projectleider en het team in erkenning en waardering van de werkgever en opdrachtnemer. De projectleider stuurt daartoe op kwaliteitsborging als onderdeel van het modelleerproces. Gedetailleerde, technische keuzes in modellen kunnen alleen met mede-experts overlegd worden, bijvoorbeeld in de vorm van intervisie. Peer-review, vier-ogen principes, en het volgen van de modelleer-werkwijze zoals door de werkgever opgesteld kunnen fouten in de implementatie voorkomen. Dit is ook het niveau waar de reproduceerbaarheid van de studie nagegaan kan worden, in overleg met de opdrachtgever. Een externe peer-review kan gewenst zijn.

Oprachtnemer: de modelleur en het projectteam

De modelleur, in samenwerking met het projectteam, staat aan de basis van het model en neemt het grootste deel van de beslissingen. Daarnaast moet de modelleur zich kunnen verplaatsen in de opdrachtgever, om te zorgen dat het antwoord van de studie aansluit bij de wensen van de opdrachtgever. De modelleur heeft baat bij goede kwaliteit voor aanzien en waardering van de opdrachtgever, het projectteam, de projectleider, en de werkgever. In overleg met het projectteam en de opdrachtgever maakt de modelleur afwegingen over kwaliteit en kwaliteitsborging binnen de kaders die de opdrachtgever geschapen heeft en waar door de projectleider op wordt gestuurd. Bijvoorbeeld: hoeveel ruimte is er voor gevoeligheidsanalyse, en welke keuzes zijn het meest relevant gegeven deze ruimte? Daarbij is de modelleur altijd kritisch, blijft vragen stellen, en is alert op gewoontes die in kunnen slijten. De modelleur onderbouwt en documenteert genomen keuzes, bijvoorbeeld in een digitaal logboek. Niet elke keuze kan inhoudelijk onderbouwd worden, en niet elke keuze kan met een gevoeligheidsanalyse doorgerekend worden – dit wordt allemaal gedocumenteerd zodat de genomen keuzes bespreekbaar en eventueel betwistbaar zijn. Expertise en integriteit van de modelleur zijn hierin cruciaal.

Overige rollen

Naast deze vijf rollen zijn er nog een aantal andere relevante rollen in het modelleerproces. Deze rollen hebben belangen bij of interesse in het model en/of de modelresultaten en kunnen bijdragen aan het modelproces, maar dragen onzes inziens niet direct verantwoordelijkheid voor de kwaliteitsborging. Denk hierbij aan belanghebbenden, zoals mensen die in het gebied wonen waar het model op van toepassing is. Belanghebbenden kunnen modelresultaten betwisten of inzicht vragen in modelleerkeuzes. Hetzelfde geldt voor de media, die bepaalde aspecten van het model onder de bredere aandacht kan brengen, en daarmee de publieke discussie kan aanwakkeren. Zowel bij betwisting door belanghebbenden als door de media zorgt goede kwaliteitsborging ervoor dat het gesprek constructief gevoerd kan worden.

Implementatie van borging

Bovenstaande geeft aan waar welke kwaliteitstoetsing plaats kan vinden in het modelleerproces. Belangrijke vraag blijft echter nog hoe dit daadwerkelijk geborgd kan worden. Hiervoor zijn verschillende opties te bedenken, elk met hun voor- en nadelen. Onderstaande voorbeelden zijn een eerste aanzet, op volgorde van meer vrijwillig naar voorgeschreven:

Vrijwillig: Gebruikers van modellen (instituten, bedrijven, overheden) kunnen een vrijwillige evaluatie of interne certificering opzetten. Wageningen UR heeft op dit moment bijvoorbeeld een review-procedure voor modellen die gebruikt worden binnen Wageningen Research. Na een interne audit kan een model een A of AA status krijgen (Houweling e.a., 2015; Hengeveld e.a. 2021). Deze status geeft aan dat de documentatie op niveau is om de inzetbaarheid voor specifieke toepassingsprojecten te beoordelen. Deze procedure is geïnspireerd op het Good Modelling Practice handbook. De Britse overheid heeft modelleer-richtlij-

nen opgesteld in 'The Aqua Book: guidance on quality analysis for government' (HM Treasury, 2015), op dit moment nog zonder verplichtend karakter.

Formele certificering: Modelstudies die aan bepaalde kwaliteitseisen voldoen krijgen een 'certificaat'. Het proces moet volledig transparant zijn zodat het voor derden mogelijk is de studie geheel of gedeeltelijk over te doen of te reviewen. Dit is helder voor alle betrokkenen bij de modelleerstudie en garandeert een bepaalde kwaliteit. Enkele nadelen zijn dat het certificerings-traject als administratieve ballast ervaren kan worden, en dat er kosten van naleving ('cost of compliance') aan verbonden zijn die uiteindelijk doorberekend zullen worden. Een NEN-norm, zoals deze bijvoorbeeld was voorzien op basis van het Good Modelling Practice handbook, is een voorbeeld van certificering.

Wet- en regelgeving: Modelleer-standaarden kunnen vastgelegd worden in wet- en regelgeving. Australië kent op dit moment bijvoorbeeld al strikte richtlijnen bij het gebruik van grondwatermodellen (Doherty en Moore, 2021). Al het werk voor de overheid moet voldoen aan deze wetgeving. Nadeel is dat nieuwe wetenschappelijke inzichten, model concepten, en methoden langzamer hun door- gang vinden, omdat dit wijzigingen in de wet kan betekenen. Een Nederlands voorbeeld van een vorm van juridificering is het wettelijk instrumentarium voor de beoordeling van primaire waterkeringen (WBI 2017), waarin de software vastgelegd is waarmee de veiligheid van primaire keringen wordt bepaald. Dit gaat echter specifiek om de te gebruiken software, en niet zozeer om de kwaliteitsborging of modelleer-richtlijnen. Overigens is in de opvolger van de WBI, de huidige Beoordelings- en Ontwerp instrumentarium (BOI), de software niet meer wettelijk vastgelegd.

Dit zijn slechts drie specifieke voorbeelden, er zijn vele tussenvormen denkbaar. Waar wetgeving op een hoog niveau toegepast wordt en in principe van toepassing zou zijn op elke studie die voor een overheidsinstantie gedaan wordt, heeft de opdrachtgever bij certificering de keuze om dit wel of niet te vragen bij een opdracht. Ook zou de kwaliteitsborging in het modelleerproces afhankelijk kunnen worden gemaakt van de impact en grootte van de studie.

Conclusies

Met dit essay hopen wij de discussie over kwaliteitsborging in modelleren te heropenen. Modellen spelen een steeds grotere rol in onze professionele bezigheden, ze worden ingezet voor steeds urgenter vraagstukken, en de burger is (terecht) steeds kritischer over hoe besluitvorming, en de onderbouwing daarvan, tot stand komt. Kwaliteitsborging is dus noodzakelijk.

Interviews met verschillende partijen in de Nederlandse waterwereld laten zien dat er op dit moment geen of weinig formele mechanismes zijn die de kwaliteit waarborgen in modelleerstudies. Dit wil niet zeggen dat modelleerstudies op dit moment een slechte kwaliteit hebben, maar dat de kwaliteit nauwelijks gestructureerd wordt getoetst. We doen een voorzet voor kwaliteitstoetsing bij de opdrachtgever en de opdrachtnemer en laten zien dat kwaliteitsborging in

ieders belang is. Daarnaast geven we een voorzet van mogelijke vormen van kwaliteitsborging (vrijwillig, certificering, wet- en regelgeving). Als overgangsperiode om de kwaliteitsborging als onderdeel van het modelleringsproces te realiseren zou de kwaliteitsborging afhankelijk kunnen worden gemaakt van de impact en grootte van de studie.

Waarschijnlijk wordt het een uitdaging hoe we kwaliteitsborging in de praktijk vorm gaan geven. Het moet niet gezien worden als extra administratieve ballast, en een te strak voorgeschreven werkwijze wordt mogelijk ervaren als keurslijf. We roepen op tot een modelleerethique, waarbij bepaalde standaarden rondom documentatie en controle tot onlosmakelijk onderdeel van het modelleringsproces behoren. Onze vraag aan de hydrologische gemeenschap is: Hoe kunnen we dit realiseren?

Verantwoording

Dit essay is het resultaat van discussies gehouden binnen de gebruikers-adviescommissie van NWO Veni-project 17297 "What about the modeller? The human factor in constructing Earth and Environmental Predictions" toegekend aan Lieke Melsen.

Literatuur

Doherty, J. en C. Moore (2021) Decision-support modelling viewed through the lens of model complexity – groundwater modelling decision support initiative monograph; Technical Report, National Centre for Groundwater Research and Training, Flinders University, South Australia

Funtowicz, S. en J. Ravetz, J. (1993) Science for the post-normal age; in: *Futures*, vol Sept, pag 739-755.

Hengeveld, G.M., J.G.M. van der Gref van Rossum en P.A.F. de Bie (2021) Quality Assurance Models & Datasets WENR-WOT, WI0021 Version 1.0. Beschikbaar via: <https://edepot.wur.nl/542136>

Houweling, H., G. van Voorn, A. van der Giessen en J. Wiertz (2015) Quality of models for policy support; Technical Report WoT-38, Wageningen UR – The Statutory Research Tasks Unit for Nature and the Environment (WOT Natuur en Milieu).

NEN6260-1 (2002) Termen en definities van modelleren

NEN6260-2 (2002) Basisprincipes van modelleren

NEN6260-3 (2002) Valkuilen en gevoeligheden van modelleren

Omtzigt, P. (2021) Modellen regeren Den Haag: Hoe rekenmodellen leiden tot onverantwoord beleid, 24 Februari 2021, Lezing *Stichting Sociale Christendemocratie*, Beschikbaar via:

<https://socialechristendemocratie.nl/2021/02/24/modellen-regeren-den-haag/>

Oreskes, N., K. Shrader-Frechette en K. Belitz (1994) Verification, validation, and confirmation of numerical models in the Earth Sciences; in: *Science*, vol 263, pag 641-646

STOWA 2019-24 Dijk, D. van, Klopstra, D. en Botterhuis, T., 2019 Onzekerheden bij wateroverlast: impact op berekende schades en investeringen.

In opdracht van: Stowa. Rapportnummer: Stowa 2019-24.

Van der Meijden, B. (2022) Towards a more sustainable model development process: lessons learned from a flood risk model for a dike in The Netherlands; MSc Thesis, Wageningen University and Research, Hydrology and Quantitative Water Management Group

Van der Molen, D., F. Kortstee, J. Noort en H. Scholten (2002) NEN-norm voor 'Modelleren in het Waterbeheer'; in: H2O, vol 16, pag 21-22

Van Waveren, R., S. Groot, H. Scholten, F. van Geer, J. Wösten, R. Kroeze en J. Noort (1999) Vloeiend modelleren in het waterbeheer – handbook Good Modelling Practice; Technical Report 99-05/99.036.STOWA/RIZA, <https://www.stowa.nl/publicaties/handboek-good-modelling-practice-vloeiend-modelleren-het-waterbeheer>

Wagener, T., H. Wheater en H. Gupta (Eds) (2004) Rainfall-runoff modelling in gauged and ungauged catchments. Imperial College Press, London.

Walker, W., P. Harremoës, J. Rotmans, J. van der Sluijs, M. van Asselt, P. Janssen en M. Kreyer von Krauss (2003) Defining uncertainty – a conceptual basis for uncertainty management in model-based decision support; in: Int. Ass., vol 4-1, pag 5-17

Summary Is a good model good enough? Quality assurance in modelling studies

Hydrological models are frequently used tools to support and legitimize decision making around water management issues. This requires a realistic estimate of the accuracy and uncertainty of the model. In order to check this, model results should be traceable and reproducible, and the choices made in the configuration of the model should be documented and substantiated. But who checks the quality of model studies, and who is responsible? We plea that good documentation and a check on model quality is a prerequisite for quality assurance, and that several players in the model chain are responsible for this assurance. With this essay, we hope to restart the discussion around model quality, modelling standards, and quality assurance in water management practice. Our question to the hydrological community is how we can make quality assurance standard part of our modelling etiquette.

Auteurs

LIEKE MELSEN
Wageningen University
lieke.melsen@wur.nl

FRANK VAN DER BOLT
Waterschap Aa en Maas / Wageningen - Environmental Research
fvanderbolt@aaenmaas.nl

YANN FRIOCOURT
Rijkswaterstaat
yann.friocourt@rws.nl

GEERTEN HENGEVELD
Wageningen Plant Research - Biometris
geerten.hengeveld@wur.nl

BRIT VAN DER MEIJDEN
Wageningen University
brit.vandermeijden@wur.nl

JANNEKE REMMERS
Wageningen University
janneke.remmers@wur.nl

HUUB SCHOLTEN
Wageningen University
huubscholten1951@gmail.com

MICHELLE TALSMA
STOWA
m.talsma@stowa.nl

ALBRECHT WEERTS
Deltares / Wageningen University
albrecht.weerts@deltares.nl

CARINE WESSELIUS
Deltares
carine.wesselius@deltares.nl

JOOST VAN DER ZWET
Hoogheemraadschap van Rijnland
joost.zwet@rijnland.net