

## Hoog tijd voor onafhankelijke en objectieve beoordeling van grondwaterinformatie

Martin Knotters & Joost Heijkers

---

*In het COLN-onderzoek in de jaren vijftig van de vorige eeuw werd voor het eerst informatie over de grondwaterstand op landelijke schaal ingewonnen, opgeslagen en verwerkt tot kaarten. Het verzamelen van grondwaterstanden gebeurt inmiddels steeds meer decentraal, maar grondwaterstanden worden wel centraal opgeslagen in DINO (<http://www.dinoloket.nl/>). Er zijn diverse methoden in gebruik waarmee uit deze gegevens kaarten van de grondwaterstandsdiepte kunnen worden gemaakt op verschillende schaalniveaus. In dit essay pleiten wij voor objectieve en onafhankelijke duiding van de kwaliteit van modelmatig gegenereerde grondwaterinformatie. Een landelijk gecoördineerd validatie monitoring-systeem is hiervoor naar onze mening onmisbaar.*

### Inleiding

Door zijn geringe diepte beïnvloedt de grondwaterstand op veel plaatsen in Nederland gewasgroei, vegetatieontwikkeling, bewerkbaarheid van de bodem en uitspoeling van nutriënten. De grondwaterstand is dus van economisch en ecologisch belang en daarom is nauwkeurige informatie over de grondwaterstand nodig in tal van beheer- en beleidsvraagstukken. Daarom wordt er binnen ons land op vrij grote schaal grondwaterinformatie gegenereerd. Met grondwaterinformatie bedoelen we in dit essay: GD-, Gt- & GxG-kaarten (grondwaterkaarten), die per bodemeenheid of b.v. per AHN-pixel een schatting geven van de grondwaterdynamiek (uitgedrukt in termen van GHG, GLG en GVG). Dergelijke kaarten worden tegenwoordig primair op basis van stochastische (b.v. de GD-methode, Menyanthes) of deterministische (bijvoorbeeld de regionale modellen van de waterschappen en hun consortiumpartners of het NHI) modelleermethoden aangemaakt, hoewel meer 'klassieke' bodemkundige karteringen met bijbehorend veldwerk ook nog plaatsvinden. Voorbeelden hiervan zijn de actualisatie van de Gt-schattingen per bodemeenheid van de 1:50.000 bodemkaart voor het holocene deel van Nederland (Knotters e.a., 2011) en de bodemgeografische onderzoeken die plaatsvinden in waterwingebieden (zie Vroon e.a. (2012) voor een recent voorbeeld).

Om de kwaliteit van informatie vast te kunnen stellen dient idealiter objectief en nauwkeurig te worden getoetst aan een onafhankelijke dataset. Wat hebben we immers aan investeringen in NHI, STONE, GD-kaarten, regionale modeluitkomsten et cetera als we niet zeker weten wat de bruikbaarheid van de daarmee aangemaakte grondwaterinformatie is? Objectieve en nauwkeurige toetsing aan onafhankelijke data kost

echter geld. Om te beoordelen of dit nuttig besteed geld is, stellen wij ons de volgende vragen:

1. Wat kost dataverzameling? (aanleg, beheer en onderhoud monitoringpunten, uitlezen monitoringdata, opslag, screening en distributie van de data)?
2. Wat kost dataverwerking? Wat zijn de kosten om de puntdata om te vormen naar de gewenste grondwaterinformatie?
3. Welke beslissingen worden gebaseerd op grondwaterinformatie?
4. Wat zijn de kosten van verkeerde beslissingen als gevolg van fouten in grondwaterinformatie?

Antwoorden op bovenstaande vier vragen zijn nodig om nut en noodzaak van een monitoring-systeem ten behoeve van validatie te kunnen onderbouwen. Hoewel het buiten de scope van dit essay valt om alles zeer nauwkeurig in beeld te brengen en te kwantificeren durven we toch te stellen dat jaarlijks veel geld gemoeid is met verzameling, opslag en verwerking van grondwaterinformatie, op zijn minst moet dit om tonnen gaan. Dat is naar ons idee zeer goed besteed geld, omdat zoals gezegd de grondwaterstand van economisch en ecologisch belang is. Tot op heden beschikken we echter niet over objectieve, onafhankelijke en nauwkeurige validatiedata waarmee de kwaliteit van de informatie over de grondwaterstand kan worden beoordeeld.

Omdat tal van beleidstrajecten (GGOR, Verdroging, KRW, Droogte/Watertekort et cetera), maar ook bijvoorbeeld afhandeling van klachten over grondwateronderlast en/of -overlast) (mede) afhankelijk zijn van grondwaterinformatie, lijken ons objectieve metadata over de validiteit van deze grondwaterinformatie zeer zeker geen overbodige luxe. Objectieve, onafhankelijke monitoringdata kunnen bovendien voor meer doelen worden ingezet dan alleen validatie van modeluitkomsten, zoals grondwaterkaarten en andere vormen van grondwaterinformatie. Een validatiemonitoring-systeem levert ook bruikbare informatie op voor:

- I. Beslisisinformatie t.b.v. het operationeel waterbeheer;
- II. Evaluatie van beleid, b.v. het verdrogingsbeleid;
- III. Evaluatie van beheer, b.v. het peilbeheer.

De huidige monitoring-inspanning in Nederland is meestal georganiseerd op gebieds-niveau, bijvoorbeeld per waterschapsbeheergebied, maar vaak ook op de schaal van een natuurgebied of bebouwde kom. Door meer samenhang en samenwerking kan doelmatigheidswinst worden geboekt, maar kan ook de informatiedichtheid van de data worden verhoogd. Door deze samenwerking vorm te geven parallel aan een meer wetenschappelijk verantwoorde manier van monitoringdata-inwinning kan de maximale winst worden bereikt. In dit essay breken wij een lans voor deze aanpak en hopen deze met aansprekende argumenten vorm te geven. Ons centrale punt is dat we in gezamenlijkheid vooral ook naar een dataset ten behoeve van de validatie van modellen en kaartbeelden moeten toewerken, en dat we dit doel kunnen bereiken door ook op andere vlakken beter en meer samen te werken.

## Afbakening

- I. We beperken ons in dit essay tot validatie van informatie over de freatische grond-

- waterstand, hoewel de de gepresenteerde ideeën ook voor validatie van informatie over stijghoogten kunnen worden gebruikt;
- II. Tevens beperken we ons tot de inzet van op monitoring gebaseerde data over de freatische grondwaterstand ten behoeve van de validatie van producten van modellen, zoals grondwaterkaarten. Wel zullen we aan het einde de voordelen van een multi-objective monitoring-systeem schetsen in relatie tot de inzet van modellen ten behoeve van operationeel waterbeheer, peilbeheer en de evaluatie van beheer en beleid.

## Wat bedoelen we met validatie?

Validatie van grondwatersinformatie definiëren wij in dit essay als:

*“Het objectief en onafhankelijk toetsen van de bruikbaarheid van grondwatermodeluitkomsten en grondwaterkaarten”*

Het primaire doel van validatie is dus het toetsen van de bruikbaarheid voor het model voor het beoogde doel.

Naar bruikbaarheid kun je op verschillende manieren kijken. Wij noemen informatie bruikbaar als je er beslissingen op kunt baseren. Dat wil zeggen dat eventuele fouten in de informatie zo klein zijn dat ze geen onacceptabele gevolgen hebben voor de beslissing. Informatie moet dus aan minimale nauwkeurigheidseisen voldoen, die zijn gesteld door de gebruiker.

Bij het beoordelen van de bruikbaarheid neem je de proef op de som. Dat kan door modeluitkomsten te vergelijken met onafhankelijke waarnemingen, dat wil zeggen waarnemingen die niet zijn gebruikt bij de modelselectie en de modelkalibratie. In de literatuur kom je ook andere definities van validatie tegen. Chatfield (1995) gebruikt de term validatie voor ‘model checking’ in het algemeen, maar benadrukt daarbij het belang van een aanvullende set onafhankelijke waarnemingen, om ook modelonzekerheid goed te kunnen kwantificeren. Oreskes e.a. (1994) maakt onderscheid tussen ‘verification’, ‘validation’ en ‘confirmation’, en stellen dat verificatie en validatie van numerieke modellen onmogelijk is. Verificatie houdt in hun artikel in dat de ‘truth’, waarheid, van een model wordt aangetoond, terwijl validatie betekent dat de geldigheid van een model wordt vastgesteld. De discussie over de onmogelijkheid van verificatie en validatie blijkt voor een groot deel te gaan over de pretenties die aan resultaten van verificatie en validatie worden verbonden. Oreskes e.a. (1994) merken op dat veel van wat doorgaat voor ‘verificatie’ of ‘validatie’ hooguit ‘bevestiging’ is: in hoeverre worden modeluitkomsten bevestigd door waarnemingen? Belangrijk is om zich daarbij te realiseren dat je beperkt bent tot wat waarneembaar is, dat de waarnemingen een steekproef uit een populatie vormen en dat de waarnemingen zelf een bepaalde nauwkeurigheid hebben.

Wij sluiten aan bij de definitie die Bohlin (1991, blz. 76) van validatie geeft: een testprocedure, waarvan de uitkomst aangeeft of een model voldoet aan zijn doel. Bij deze pragmatische aanpak heeft modellering niet tot doel alle data te verklaren

(de 'scientist'srule'), maar is modellering er veeleer op gericht een bepaald doel te dienen (de 'engineer'srule'). Het validatiecriterium op basis waarvan de bruikbaarheid van het model wordt beoordeeld moet dus verband houden met het doel van het model. Bij doelen kun je bijvoorbeeld denken aan het ruimtelijk voorspellen van grondwaterstanden en karakteristieken voor de seizoensfluctuatie van de grondwaterstand.

Validatie is cruciaal voor de duiding van nauwkeurigheid en bruikbaarheid van informatie, en zeker ook van hydrologische informatie. Hydrologische informatie wordt vaak aangemaakt met een model, of door modeldata en monitoringdata te combineren. Validatiedata zijn per definitie niet gebruikt voor modelbouw en -kalibratie, omdat onafhankelijkheid en objectiviteit voorop staan. De objectiviteit van de data wordt naar ons idee prima gewaarborgd door een correcte aanpak bij het ontwerp van het validatiemonitoring-systeem. Discussies over de selectie van monitoringlocaties ('je hebt de mooiste plekjes uitgezocht') willen we graag vermijden. Wij stellen daarom voor om de monitoringlocaties te selecteren met een kanssteekproef. Zie voor technische details De Gruijter e.a. (2006), en voor voorbeelden van toepassingen in hydrologisch Nederland Bierkens e.a. (2002) en Heijkers en Nijsten (2011). De validatieresultaten moeten een nauwkeurig beeld geven over de bruikbaarheid van een model, want je wilt immers twijfels daarover wegnemen. Dit impliceert dat de nauwkeurigheid van de schatting van de validatieresultaten bekend moet zijn. De inzet van een kanssteekproef en statistische verwerkingsmethoden tot de gewenste informatieproducten gaan hierbij hand in hand.

Verder geldt uiteraard dat de referentiedata onafhankelijk moeten zijn, en dat het validatie-resultaat objectief moet zijn, dus niet mag afhangen van veronderstellingen die moeilijk verifieerbaar zijn. Dit zijn meer de voorwaarden voor een objectief en onafhankelijk uitgevoerde validatie. Één belangrijk punt willen we in de context van onafhankelijkheid nog aan de orde stellen: naar ons idee kan een validatieset alleen voor validatie gebruiken en verder hooguit voor beschrijvende statistieken zoals landelijke en regionale gemiddelden en spreidingen et cetera. Zodra de validatiedata worden gebruikt om kaarten te maken of te actualiseren, danwel om modellen mee te kalibreren zijn ze niet meer geschikt om deze (geactualiseerde) kaarten te valideren, omdat de onafhankelijkheid dan verloren is gegaan.

*\*: Valideren is naar ons idee niet het toetsen van de plausibiliteit van monitoringdata. Wij zien deze activiteit als een mogelijk onderdeel van data-screening.*

## **Belanghebbenden en mogelijke samenwerking**

Alle organisaties die een deel van hun besluitvorming, beleid en/of werkprocessen baseren op monitoringdata en/of modelberekeningen hebben in principe belang bij een onafhankelijk, additioneel monitoringssysteem waarmee validatie mogelijk is.

Het gaat dus om:

Rijksoverheid (2 belanghebbende ministeries), gemeenten (408), provincies (12), waterschappen (24) en terreinbeherende instanties (14, met in totaal op zijn minst tientallen natuurgebieden in beheer).

Wanneer deze instanties hun krachten in termen van tijd en geld bundelen kunnen we naar ons idee het gewenste systeem gezamenlijk ontwikkelen zonder dat dit (veel) extra kosten met zich meebrengt. Stel:

- De Rijksoverheid financiert de aanleg van 20 monitoringpunten;
- De gemeentes ieder een half monitoringpunten;
- De waterschappen ieder 5 monitoringpunten;
- De provincies ieder 5 monitoringpunten;
- En de terreinbeherende instanties ook nog enkele monitoringpunten.

We komen dan uit op een totaal aantal punten van omstreeks 500 monitoringpunten. De aanleg, het beheer en onderhoud monitoringpunten, het uitlezen van monitoringpunten, de opslagenscreening van de data kan worden georganiseerd via een Europees aanbestedingstraject. De data kunnen centraal bijvoorbeeld worden opgeslagen in DINO, maar in dat geval mogen de data alleen beschikbaar worden gesteld voor validatiestudies. Ander moeten we hier een andere constructie bedenken, maar dat lijkt ons niet het grootste probleem. Het ontwerp wordt uitgevoerd door een selectie van personen uit genoemde organisaties, ondersteund door experts uit de wetenschappelijke wereld. Alles bij elkaar opgeteld, met in ons achterhoofd de kosten van andere monitoringssystemen die in gezamenlijkheid zijn gebouwd, komen we dan uit op alleszins acceptabele kosten (zeker in het licht van de hoeveelheid geld die al wordt uitgegeven aan de aanmaak van grondwaterinformatie en de monitoring t.b.v. andere doelstellingen), mede gegeven de informatiewinst die we hiermee boeken.

## Winstpunten

- I. Doelmatigheidswinst: vooraf wordt inzicht verschaft in de betrouwbaarheid waarmee uitspraken over doelbereik of bruikbaarheid kunnen worden gedaan. Tevens is het op grotere schaal organiseren van de monitoring-inspanning efficiënter;
- II. Wetenschappelijke integriteit van de data: de voorgestelde monitoring-aanpak garandeert de wetenschappelijke integriteit van de data, maar ook om als zodanig dit effect maximaal uit te nutten lijkt het ons strikt noodzakelijk om de geschetste validatieset niet openbaar te maken, en uitsluitend beschikbaar te stellen voor validatiedoelstellingen;
- III. Eventuele andere monitoring-inspanning kan aan dit systeem worden gekoppeld, bijvoorbeeld de monitoring van het bodemvocht, de actuele verdamping, de uit- en afspoeling van nutriënten, en/of de dynamiek van het oppervlaktewater in termen van grond- en oppervlaktewaterkwaliteit. Zodoende kunnen deze variabelen integraal worden onderzocht en (onbekende) dwarsverbanden worden gelegd. De combinatie kan bestaan uit het combineren van locaties in ruimte en/of tijd, maar ook door gebruik te maken van dezelfde strata en/of hulpinformatie ten behoeve van opschaling van de monitoring-informatie. Tevens biedt deze aanpak met een aan zekerheid grenzende waarschijnlijkheid de mogelijkheid om logistieke aspecten te combineren, wat ook duurzaamheid in de hand werkt. Als je diverse monitoringpunten kunt bezoeken door maar één keer naar een locatie of gebied te rijden scheelt dat immers in uitstoot van uitlaatgassen;
- IV. Volgens dezelfde principes van de kanssteekproef zou ook informatie die is vergaard op basis van satellietgebaseerde data, bijvoorbeeld ET, bodemvocht en

biomassaproductie-getallen, kunnen worden gevalideerd. Om kosten te besparen stellen wij voor om validatiedata zodanig te verzamelen dat de validatiedataset op verschillende typen informatie van toepassing kunnen worden verklaard en dat de informatie bij voorkeur wordt verzameld op locaties waar we ook de grondwater-validatiedata gaan verzamelen, dat kan bijvoorbeeld logistieke winst opleveren, maar ook een gecombineerd onderhoud van diverse monitoringpunten.

## Concluderend

Gegeven de belangrijke doelen die grondwaterinformatie dient zou het in feite een vanzelfsprekendheid moeten zijn om ook een objectief, onafhankelijk en nauwkeurig inzicht te hebben in de kwaliteit ervan. In dit essay hebben wij een lans gebroken voor een aanpak om dergelijke metadata gezamenlijk te organiseren. De gezamenlijkheid zorgt ervoor dat de kosten laag blijven en de informatiewinst als zodanig maximaal wordt 'uitgenut'. Wij hopen dat ons essay een discussie initieert die er uiteindelijk voor zorgt dat we dit vraagstuk gezamenlijk op gaan pakken. Een eerstvolgende stap zou een NHV-discussiemiddag (bijvoorbeeld winter 2014) kunnen zijn tijdens welke we hier verder op ingaan. Mocht u naar aanleiding van dit essay ideeën hebben, vragen, discussiepunten of wat dan ook neem dan contact op met een van de auteurs.

## Literatuur

- Bierkens, M.F.P., Gruijter, J.J. de en Hoogland, T.** (2002) Ontwerp van een hydrologisch monitoringsysteem voor de Langbroekerwetering; Alterra-rapport
- Bohlin, T.** (1991) Interactive system identification: prospects and pitfalls; Springer, Berlijn
- Chatfield, C.** (1995) Model uncertainty, data mining and statistical inference. Journal of the Royal Statistical Society A; 158(3), pag 419-466
- Gruijter, J. de, Brus, D., Bierkens, M. en Knotters, M.** (2006) Sampling for natural resource monitoring; ISBN: 540-22486-6
- Heijkers, J. en Nijsten, G.J.** (2011) Een statistisch gefundeerde en dus pragmatische aanpak voor monitoring verdrogingsbestrijding; H2O 44(7):36-39
- Knotters, M., Hoogland, T. en Pleijter, M.** (2011) Actualisatie van de grondwater-trappenkaart van holoceen Nederland; opzet van het onderzoek. Wageningen, Alterra-rapport 2280
- Oreskes, N., Shrader-Frechette, K. en Belitz, K.** (1994) Verification, validation, and confirmation of numerical models in the earth sciences; Science; 263(5147), pag 641-646
- Vroon, H.R.J., Stoffelsen, G.H. en Brouwer, F.** (2012) Bodemkundig-hydrologisch onderzoek in het wateringsgebied 'Mander' (fase 2). Wageningen, Alterra-rapport 2374