

delen. De resultaten van een dergelijke beoordeling kunnen worden gebruikt voor de kwalificatie van de onderzoeksinstellingen. Logische vragen bij deze methodiek vind ik: aan welke eisen moet een lid van het panel voldoen, wie stelt het panel samen, waarop worden de studies beoordeeld en hoe worden de deelresultaten gewogen om tot een eindoordeel te komen?

Bij kwaliteitsborging moet de leidende vraag altijd zijn: Waar doe je het voor en wie betaalt het? Vanuit de wereld van de kwaliteitszorg geredeneerd is het antwoord: je doet het primair omdat opdrachtgevers erom vragen en die zullen er ook voor moeten betalen. Vragen de opdrachtgevers er ook om? Of kan het ook dienen voor het aanzien van de beroepsgroep? Maar dan betalen de onderzoeksinstellingen of de NHV-leden er zelf voor. Namens het NHV-bestuur nodig ik eenieder uit om op deze reactie te reageren, maar met name uit de sfeer van de potentiële opdrachtgevers, zoals waterschappen, provincies, enz.

*Joop Steenvoorden*  
Lid NHV-bestuur

### Tijdreeksanalyse van grondwaterpeilen: de invloed van de kalibratiemethode?

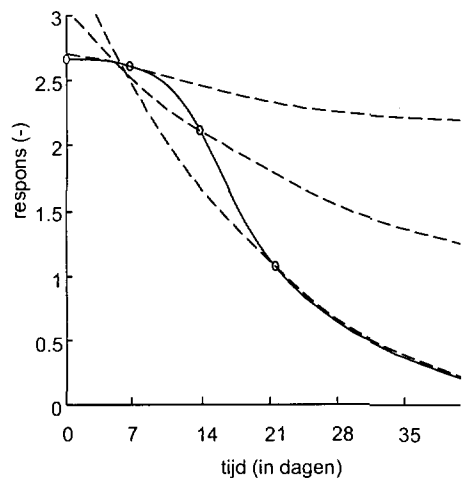
Reactie op: Tijdreeksanalyse van grondwaterpeilen: de invloed van het meetinterval (door T. van Herwijnen)

In *Stromingen* jrg 8 nr 4 beschrijft Theo van Herwijnen een door hem zelf ontwikkelde, voor hydrologen nogal ongebruikelijke methode voor tijdreeksanalyse. Hij heeft deze toegepast op een reeks grondwaterstanden van ruim een jaar uit de bebouwde kom van Heemstede, en trekt uit de resultaten in hoofdzaak twee conclusies. Allereerst zouden de normale 14-daagse waarnemingen van de grondwaterstand eigenlijk niet bruikbaar zijn voor tijdreeksanalyse,

omdat deze een vertekening van de resultaten geven. Ten tweede zou de dynamiek van het grondwater in Heemstede bestaan uit een combinatie van een snelle en een trage component. Met de trage component kan Van Herwijnen's tijdreeksmodel niet goed overweg, waardoor deze als jaarcyclus in de residureeks terecht komt. Wij willen hier met name laten zien dat de fenomenen die van Herwijnen beschrijft te wijten zijn aan zijn kalibratiemethode, en dat wat dat betreft zijn eerste conclusie niet terecht is. Tegelijkertijd echter is zijn methode voor het splitsen van de dynamiek in een snelle en trage component zo gek nog niet.

### *Één-stap-vooruit-kalibratie*

Om met de kalibratiemethode te beginnen: in tegenstelling tot de meer gangbare praktijk kalibreert Van Herwijnen zijn model op de zogenaamde één-stap-vooruit-voorspelling, in plaats van op de fit over de hele periode. Dit houdt in dat het model vanuit een waarneming alleen zo goed mogelijk de waarneming op de volgende tijdstap voor-



**Figuur 1:** Fictieve werkelijke respons (-) benaderd door drie exponentiële responsfuncties (-) voor tijdstappen van 7, 14 en 21 dagen bij een één-stap-vooruit kalibratie.

spelt, en niet verder. Je moet er overigens wel even bedacht op zijn dat hierdoor ook de modelfit (figuur 2 in het artikel) er als van zelf fantastisch uit gaat zien. Terwijl bij kalibratie op de fit over de hele periode de hele impulsrespons van het grondwatersysteem van belang is, speelt bij deze aanpak alleen de ordinaat van de respons op de eerste tijdstap. Als je vervolgens, zoals Van Herwijnen doet, het grondwatersysteem een exponentiële respons toedicht terwijl de werkelijkheid ingewikkelder is, zullen de parameters van het model inderdaad gaan verlopen als je de tijdstap laat toenemen, opdat:

$$\int_0^{dt} A e^{-a\tau} d\tau = \int_{0_{\sim}}^{dt} \theta_w(\tau) d\tau \quad (1)$$

$\theta_w(\tau)$  = werkelijke respons (-)

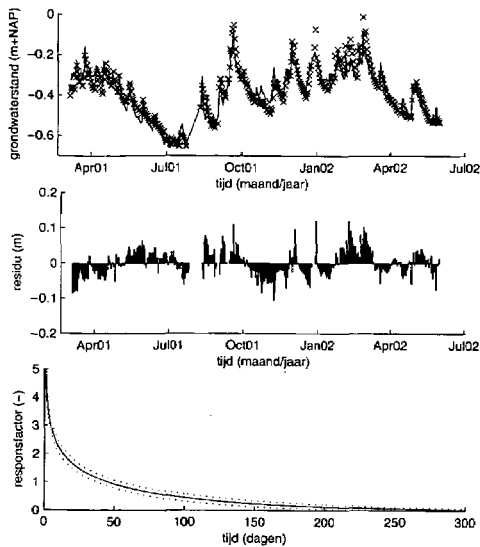
$A, a$  = parameters van de exponentiële respons (-)

$dt$  = meetinterval

Het verlopen van de parameters wordt geïllustreerd in figuur 1. Het is wat dat betreft geen toeval dat de vier parameters  $D, S_0, c_{\text{makkinik}}, h_0$  van Van Herwijnen niet zomaar willekeurig variëren, maar geleidelijk toe- of afnemen (zie tabel 2), en Van Herwijnen had zijn dagelijkse meetinterval wellicht ook vertekend genoemd als hij een meetinterval van een halve dag had kunnen toepassen. Overigens liet Wilbert Berendrecht in de vorige *Stromingen* (jrg 9, nr 1) al treffend zien dat bij gangbare tijdreeksanalyse de resultaten slechter worden maar niet principieel veranderen of vertekenen als je het interval van de invoerreeksen vergroot. Het verslechteren van de resultaten komt daarbij doordat de impulsrespons in feite steeds sterker gediscretiseerd wordt. De Nyquist-frequentie, aangehaald door Van Herwijnen als oorzaak van zijn resultaten, speelt alleen bij transformatie van signalen naar het frequentiedomein, en niet bij transformatie van het ene signaal in het andere, zoals bij transfer-ruismodellen.

### *Snelle en trage dynamiek*

Ook al is Van Herwijnen's aanpak wat onorthodox (en het kan natuurlijk geavanceerder, bijvoorbeeld door ook een stochastische component te gebruiken), voor wat betreft zijn conclusies over snelle en trage componenten in de dynamiek hoeft zijn methode zo gek nog niet te zijn. Dit omdat je bij zijn methode, zoals gezegd, geleidelijk de ordinaten van de impulsrespons afwandelt, en het verschuiven van de parameters aangeeft of de impulsrespons vergeleken met een exponentiële functie convex is (waarbij de werkelijke respons dus sneller is dan de exponentiële functie schat, zie ook figuur 1), of concaaf (waarbij de werkelijke respons trager is dan de exponentiële functie schat). Dit laatste lijkt het geval te zijn bij de peilbuis uit Heemstede. Ter vergelijking staan in figuur 2 de resultaten van het PIRFICT-model (zie Von Asmuth e.a., 2001; met dank aan Van Herwijnen voor het beschikbaar stellen van zijn data). In tegenstelling tot Van Herwijnen is hier geen trage component of jaarfluctuatie meer in de residuen te bekennen, wat aangeeft dat het model zowel met de hoge als lage frequenties om kan gaan. De innovaties van een transfer-ruismodel zijn in feite diens één-stap-vooruit-voorspelling, zodat wat betreft de resultaten van het PIRFICT-model (RMSI = 2 cm) vergelijkbaar zijn met die van Van Herwijnen (standaarddeviatie = 2,03 cm). Inderdaad is ook de respons die het PIRFICT-model schat aan het begin sneller en later trager, wat er op wijst dat de peilbuis aan de rand ligt van een groter systeem van waaruit voeding optreedt. Het moet overigens wel gezegd dat de meetreeks eigenlijk te kort is om de tragere componenten van de respons goed vast te stellen.



**Figuur 2:** a) Metingen (x) en simulaties van het tijdreeksmodel. b) residuen c) geschatte responsfunctie.

### Conclusies

De vertekening in de schattingen van het model van Van Herwijnen zijn ons inziens niet te wijten aan het meetinterval, maar aan zijn ongebruikelijke manier van kalibreren. Zijn methode van één-stap-vooruit-kalibreren lijkt echter wel bruikbaar te zijn als indicatie voor wegzijging danwel voeding vanuit de omgeving. Als je door de ongebruikelijke aanpak en terminologie van Van Herwijnen heen kijkt blijkt dat hij als relatieve buitenstaander toch een aantal interessante punten naar boven weet te halen.

### Literatuur

- Berendrecht, W.L., J.C. Gehrels, F. C. van Geer en A.W. Heemink (2003)** Tijdreeksanalyse kan veel beter door kleiner modelinterval; in: *Stromingen*, jrg 9, nr 1, pag 5–22.
- Herwijnen, T. van (2002)** Tijdreeksanalyse van grondwaterpeilen: de invloed

van het meetinterval; in: *Stromingen*, jrg 8, nr 4, pag 19–30.

**Asmuth, J.R. von, C. Maas en M.F.P. Bierkens (2001)** Waarom doen alsof de neerslag eens per maand valt? Het discrete Box–Jenkins- versus het continue PIRFICT-tijdreeksmodel, in theorie; in: *Stromingen*, jrg 7, nr 4, pag 33–44.

*Jos von Asmuth  
Wilbert Berendrecht  
Kees Maas  
Frans van Geer*