

---

# Rare reeksen

---

Rare reeks 4:

## De 'fluctuateloze' stijghoogte

In deze Rare reeks willen we twee series reeksen bespreken die nauwelijks of geen seizoensfluctuatie vertonen. De meetreeksen liggen in twee totaal verschillende gebieden onder twee verschillende geohydrologische omstandigheden. Van echte rare reeksen mag hier misschien niet gesproken worden omdat de verklaring relatief eenvoudig is. Echter, deze reeksen zijn in de Nederlandse literatuur nog nauwelijks besproken en wekte daarom onze interesse.

### *De meetreeksen*

De eerste reeks is gevonden in de provincie Noord-Brabant, onder het Kempisch Plateau bij Reusel. Het meetpunt bevindt zich in het diepe 'paleogene' watervoerende pakket (Zanden van Berg; 550 m beneden maaiveld), onder de weerstandsbiedende laag van de Klei van Boom die een zeer hoge weerstand bezit van miljoenen dagen (Stuurman, 2004). De reeks (filter 3) vertoont geen enkele correlatie met het neerslagoverschot en kan als constant worden beschouwd. De stijghoogte in het eerste watervoerende pakket (filter 2, ca. 75 beneden maaiveld) vertoont een seizoensfluctuatie van ongeveer 80cm, bijna gelijk aan de fluctuatie van de freatische grondwaterstand die in filter 1 wordt gemeten.

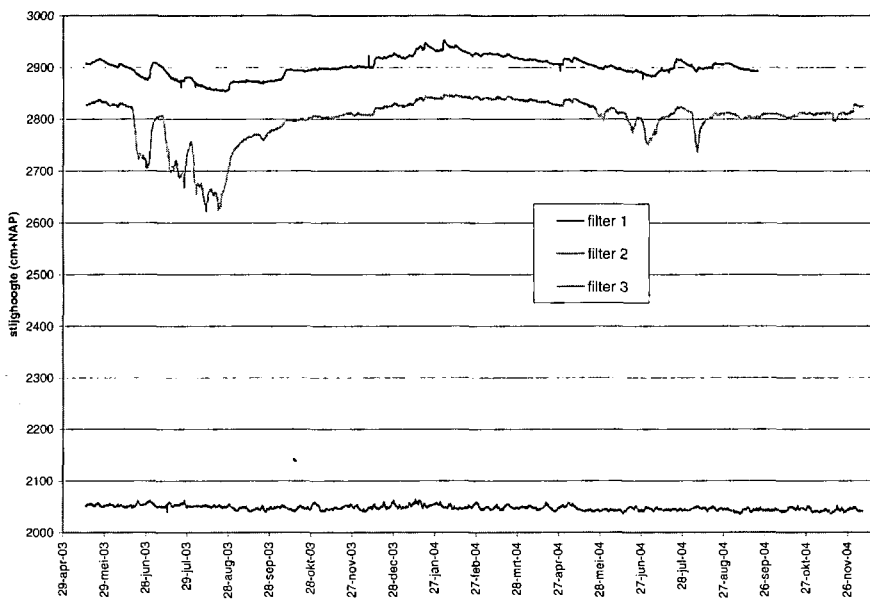
De stijghoogte in filter 2 laat een duidelijk effect van het tijdelijk onttrekken van grondwater uit het eerste watervoerende pakket ten behoeve van beregning zien. Wanneer gestopt wordt met beregenen, herstelt de stijghoogte weer binnen enkele weken. Zowel de freatische grondwaterstand als de diepe stijghoogte uit filter 3 laten geen reactie op deze tijdelijke ont-

trekking zien.

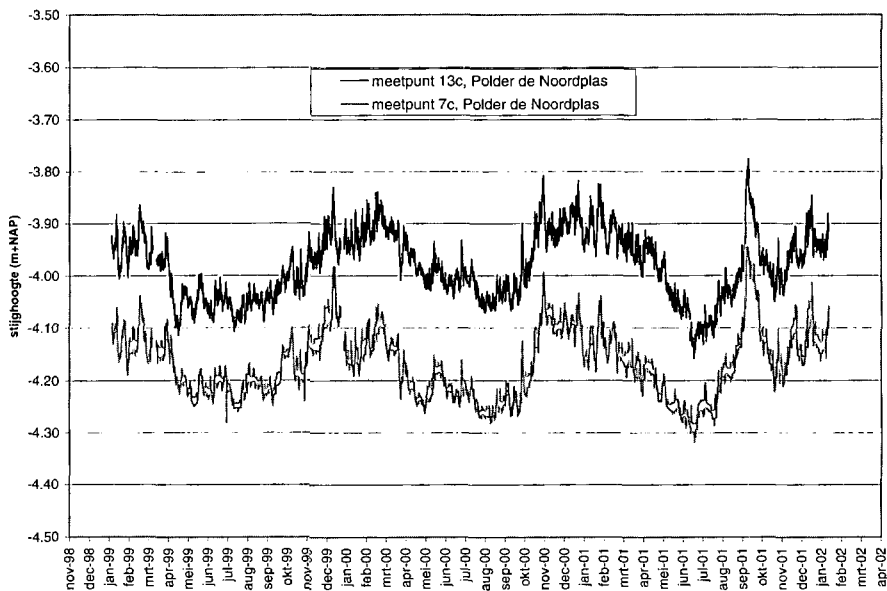
Nauwelijks fluctuerende meetreeksen komen op meerdere plaatsen in Noord-Brabant en Limburg voor. Niet alleen in de Zanden van Berg onder de Klei van Boom, maar ook in de door tertiaire slecht doorlatende pakketten afgedekte Krijtafzettingen (Peelhorst, Venlo Slenk) en in de zanden van de Formatie van Heksenberg. Heksenberg vormt een, relatief dunne, afgesloten watervoerend pakket binnen de verder slecht doorlatende Formatie van Breda. Het betreft hier allemaal watervoerende pakketten waar nauwelijks grondwaterstroming plaatsvindt.

De tweede serie reeksen wordt aangetroffen in het eerste watervoerende pakket, direct onder de deklaag in Polder de Noordplas. De ondiepe geohydrologische opbouw in West-Nederland wordt gekenmerkt door een Holocene deklaag van veen en klei op een watervoerend pakket van zandige Pleistocene afzettingen. De stijghoogte in dit eerste watervoerende pakket ligt hoger dan het polderpeil en de grondwaterstand in de deklaag. Daardoor stroomt er water vanuit het watervoerende pakket de deklaag in. Het kwelwater treedt uit via drains, sloten of verdamping.

Voor Polder de Noordplas is tijdens een uitgebreid monitoring-programma de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket onder de deklaag op 14 locaties voor een periode van 3 jaar gemeten (De Louw e.a., 2004). In 13 van de 14 meetpunten was de jaarlijkse fluctuatie niet meer dan 20 cm. In figuur 2 worden voor 2 meetpunten de hoogfrequente metingen gepresenteerd. De hoogfrequente metingen laten naast de seizoensfluctuatie van ongeveer 20cm, ook fluctuaties van ongeveer 10cm zien op een veel kortere tijdsbasis.



**Figuur 1:** Stijghoogteverloop in meetpunt 56FP0007 bij Reusel (filter 1 = freatisch, filter 2=75 m-mv, filter 3=550 m-mv).



**Figuur 2:** Twee stijghoogtereeksen in het eerste watervoerend pakket direct onder de deklaag, Polder de Noordplas.

De relatief constante stijghoogte in het eerste watervoerende pakket komt overigens niet alleen in Polder de Noordplas voor. Tijdens een studie waarin de kwelintensiteit voor geheel West-Nederland is bepaald, is de stijghoogte van het eerste watervoerende pakket nader beschouwd (Griffioen e.a., 2002). Ook tijdens deze studie viel de geringe fluctuatie van de stijghoogte op voor het grootste deel van West-Nederland voor zowel de veenweidegebieden als de droogmakerijen.

### De verklaring

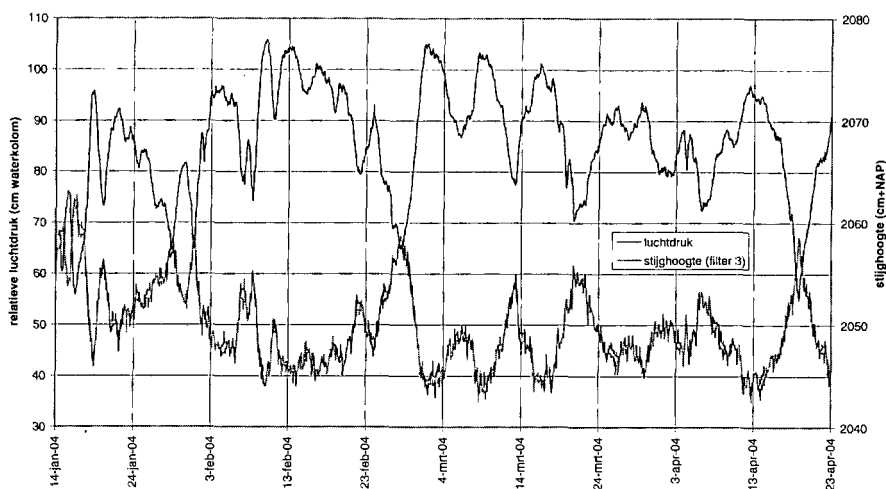
De stijghoogte in een bepaalde watervoerende laag wordt in hoofdzaak bepaald door de hoeveelheid water die de laag in en uitstroomt en de bergingscoëfficiënt. In een freatisch pakket kan de grondwaterstand gemakkelijk stijgen bij een toevoer van water. Er is ruimte genoeg boven de grondwaterspiegel. De mate waarin de grondwaterstand stijgt bij een bepaalde toevoer van water, wordt bepaald door de freatische bergingscoëfficiënt. Deze ligt meestal tussen de 0,05 en de 0,30.

In een (half) afgesloten watervoerend pakket is alles verzadigd met water en door de bovenliggende slechtdoorlatende laag is er nauwelijks ruimte voor het bergen van water (geen onverzadigde zone aanwezig). Bij de toevoer van water is de enige mogelijkheid tot berging de samendrukbaarheid van het water en het korrelskelet van het bodemateriaal, de zogenaamde elastische berging. Al een kleine toe- of afvoer van water leidt tot een significante stijging of daling van de stijghoogte. De elastische bergingscoëfficiënt is dan ook vele malen kleiner dan de freatische bergingscoëfficiënt. Dit is bijvoorbeeld te zien in de meetreeks van filter 2 in figuur 1. In de zomerperiode van 2003 werd er tijdelijk water uit het eerste watervoerend pakket onttrokken ten behoeve van beregening. De tijdelijk snelle

daling van de stijghoogte van ongeveer 1.0m is spectaculair te noemen. De sterkte van de daling hangt naast de elastische bergingscoëfficiënt ook vooral af van de weerstand van de bovenliggende slechtdoorlatende laag. Bij een kleinere weerstand zal er een kleiner stijghoogteverschil nodig zijn om de hoeveelheid water die wordt onttrokken vanuit het freatische pakket aan te vullen. Doordat deze aanvulling over een groot gebied plaats vindt en het dus per oppervlakte-eenheid over een kleine hoeveelheid water gaat, is er geen effect op de freatische grondwaterstand waarneembaar.

De min of meer constante reeks in het diepe watervoerende pakket (filter 3) kan met het bovenstaande eenvoudig worden verklaard. Namelijk, door de enorme grote weerstand van de scheidende laag van miljoenen dagen boven dit pakket, vindt er nauwelijks aanvoer van water plaats. Ondanks de kleine elastische bergingscoëfficiënt gebeurt er met deze stijghoogte dus erg weinig.

In deze constante reeks zijn wel kleine fluctuaties te zien. In figuur 3 zijn ze uitvergroot voor een korte periode. Deze fluctuaties van soms wel 15cm, kunnen direct worden gerelateerd aan fluctuaties van de atmosferische luchtdruk. Bij een stijging van de luchtdruk daalt de stijghoogte en vice versa. Dit fenomeen gebeurt echter alleen in het meetpunt zelf. Het water in het meetpunt staat in direct contact met de atmosfeer, het water in het diepe watervoerende pakket niet. De werkelijke stijghoogte in het pakket zal waarschijnlijk constant zijn, maar dit is praktisch onmogelijk om te meten. Deze fluctuaties worden ook, zij het in mindere mate, waargenomen in het eerste watervoerende pakket (filter 2). In het freatische pakket is geen relatie met de atmosferische luchtdruk waarneembaar. Dit komt omdat zowel op het water in de peilbuis als op de grondwaterspiegel dezelfde (atmosferische) druk heerst.



**Figuur 3:** De fluctuatie van de luchtdruk en de stijghoogte in filter 3 van meetpunt 56FP0007, bij Reusel.

De relatief constante stijghoogte in Polder de Noordplas wordt niet verklaard door de geringe toe- of afvoer van water naar dit pakket zoals bij de diepe stijghoogte van meetpunt 56FP0007 maar door de geringe verandering van deze flux. In laag-Nederland wordt de freatische grondwaterstand sterk bepaald door het peilbeheer en de diepte van buisdrainage. De stijghoogte laat daardoor slechts een seizoensfluctuatie zien van ongeveer 20 cm (figuur 2). Ook deze stijghoogte laat kleine fluctuaties zien op een korte tijdsbasis als gevolg van luchtdrukfluctuaties. Dit fenomeen komt in alle pakketten voor die niet direct in contact staan met de atmosferische druk. De verhouding tussen de verandering van de stijghoogte in het meetpunt en de verandering van de luchtdruk, wordt de barometrische efficiëntie genoemd (Todd, 1980). Hoe groter de waterkolom in het meetpunt, hoe groter de barometrische efficiëntie. De stijghoogte die wij in deze (half) afgesloten watervoerende lagen meten, zal dan ook nooit de werkelijke stijghoogte zijn.

## Literatuur

**Griffioen, J., P.G.B. de Louw, H.L.**

**Boogaard, R.F.A. Hendriks (2002)** De achtergrondbelasting van het oppervlaktewatersysteem met N, P, en Cl, en enkele ecohydrologische parameters in West-Nederland; TNO-rapport NITG 02-166-A.

**Louw, P.G.B. de, R. Bakkum, H.**

**Folkerts en H. van Hardeveld (2004)** Het effect van waterbeheer op de chloride- en nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater in Polder de Noordplas; Syntheserapport: Definitieve water- en stoffenbalans en effecten van verschillende waterbeheersscenario's; TNO-Rapport NITG 04-241-B.

**Stuurman, R.J. (2004)** Een verkenning naar de interactie tussen diepe, paleogeen grondwater en ondiep grondwater in de provincie Noord-Brabant; TNO-rapport 04-222-B0909.

**Todd, K.D. (1980)** Groundwater Hydrology. Second Edition. University of California, Berkeley.

*Perry de Louw  
Roelof Stuurman*