

Lessen uit lange grondwaterreeksen

FLORIS VERHAGEN EN LISETTE AVIS.

De laatste drie droge jaren (2018 – 2020) hebben extra aandacht gegeven voor het optreden van lage grondwaterstanden. Maar hoe verhouden deze grondwaterstanden zich tot eerdere droge periodes? Voor deze analyse is alle beschikbare data uit de DINO database gebruikt. Registratie van grondwaterstanden is in Nederland begonnen in 1901, maar slechts in 110 peilbuizen is in een periode van 50 of meer jaren de grondwaterstand gemeten. Dit artikel geeft een inzicht in de veranderingen van de freatische grondwaterstanden in Nederland onderverdeeld voor de Hogere Zandgronden, de Duinen en het Rivierengebied. En er wordt aandacht gegeven aan de langste meetreeksen in Nederland (80 jaar of meer).

Artikel

Inleiding

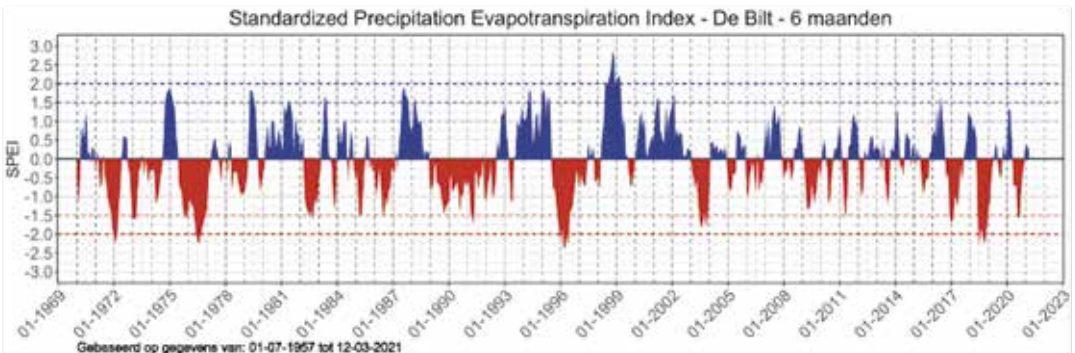
Vroeger was het ook droog. Dat was de titel van een LinkedIn artikel in de zomer van 2020. Aan de hand van vier tijdreeksen vanaf de jaren '70 van de vorige eeuw lieten we zien dat de langjarige trend in grondwaterstanden op de hoge zandgronden voor een groot deel verklaard kan worden uit de langjarige trends in neerslagoverschot over de jaren. En dat de grondwaterstanden 40 jaar geleden niet veel hoger waren dan deze nu zijn (afbeelding 1).



Afbeelding 1 Langjarig voortschrijdend (60 maanden) gemiddelde gemeten grondwaterstand voor vier peilbuizen (bovenste filter) ten opzichte van referentiejaar 1980

Maar de nuancering was wel dat de analyse gebaseerd was op slechts vier peilbuizen; een peilbuis in het dungebied van Noord-Holland (Zwanenwater, B14C0350_1), twee peilbuizen in Gelderland (Veluwe, B33B0228_1 en Achter-

hoek, B33E0366_1) en een peilbuis (Beekloop, B57B0006) op de grens van Brabant en Vlaanderen. Afbeelding 1 toont een gelijke trend in grondwaterstanden op verschillende hooggelegen plekken in Nederland. De grafiek begint met de droge jaren '70 van de vorige eeuw en eindigt ook weer droog. Daartussen is de grondwaterstand hoog geweest met uitschieters eind jaren '90 na het extreem natte jaar 1998 (1235 mm neerslag met natte periodes verdeeld over de vier seizoenen). Om een beeld te krijgen van de langjarige afwijkingen in neerslag en verdamping kan gebruikt worden van de SPEI (Standardized Precipitation Evapotranspiration Index). De SPEI wordt bepaald door de gemeten hoeveelheid neerslag en de referentie-gewasverdamping om te rekenen naar een index, gebaseerd op de afwijkingen van de gemeten waarden ten opzichte van het langjarig gemiddelde van het neerslagoverschot, over dezelfde periode (Vincete-Serrano, e.a., 2010). Afbeelding 2 toont de SPEI per maand bepaald voor een periode van de voorafgaande 6 maanden. De pieken in blauw zijn de natte periodes; de dalen in rood zijn de droge periodes. Als de SPEI onder een waarde van -1,5 komt is er sprake van ernstige droogte; onder de -2 is het extreem droog. Deze waarden komen overeen met onderschrijdingspercentages van respectievelijk 6,7% en 2,3%. Meer inzichten in de langjarige veranderingen in de afgelopen eeuw van de droogte aan de hand van de SPEI worden gegeven door Daniels e.a. (2021). Droogteportaal.nl geeft een landelijk kaartbeeld van de actuele SPEI waarde voor een selectie beschikbare peilbuizen geconcentreerd op de hoge zandgronden in Oost- en Zuid-Nederland.



Afbeelding 2 SPEI ofwel gestandaardiseerde neerslagoverschot index voor KNMI-station De Bilt bepaald voor een periode van 6 maanden. Blauw is natter dan normaal, rood is droger dan normaal.

Eerder onderzoek

De laatste jaren is veel grondwatermodelonderzoek gedaan naar de mogelijke toekomstige klimaateffecten van droogte. Wat betreft analyse van meetreeksen in Nederland is er minder beschikbaar, zeker als het gaat om lange meetreeksen en langjarige trends. De recente droogteanalyse voor de hoge zandgronden (Van Eertwegh e.a., 2020) kijkt met name naar de droge jaren 2018 en 2019 in perspectief tot de gemeten grondwaterstanden vanaf 2010; de uitgebreide tijdreeksanalyse voor de Kaderrichtlijn Water (Clevers en Von Asmuth, 2020) concentreert zich op de stijghoogten vanaf het beginjaar van de KRW: de periode 2000 tot 2020. Voor een goed historisch overzicht van de grondwaterstand moeten we terug naar de studie van Harrie Rolf (1989). In deze studie is op sys-

tematische wijze en met tijdreeksanalyse de trend in grondwaterstand vanaf de jaren '50 geanalyseerd. Conclusie was dat de grondwaterstand vanaf eind jaren '50 en begin jaren '60 gemiddeld 20 cm is gedaald. Elf jaar later is door Kremers en Van Geer (2000) een vervolg op deze studie uitgevoerd. De conclusie was dat de grootste daling gemiddeld over alle locaties zich heeft voorgedaan vóór 1965. Er is in tussen 1970 en 2000 sprake van een stabilisatie van de grondwaterstand op een lager niveau. Door zowel Knotters en Jansen (2005) als Van der Gaast en Massop (2005) zijn historische kaarten gebruikt om een beeld te schetsen van de historische grondwatersituatie. De afgelopen 100 jaar is de grondwaterstand volgens deze studies 60 tot 70 cm gedaald.

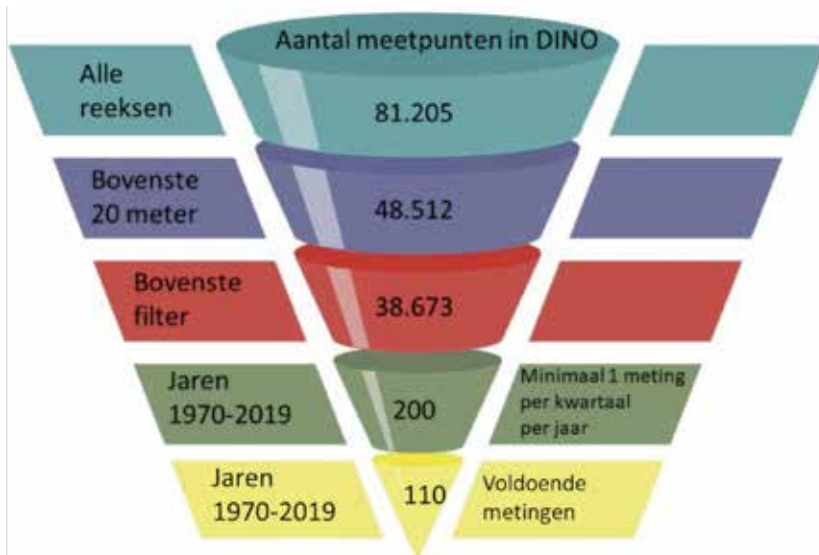
Aanpak

In dit artikel geven we een beeld van de ontwikkeling van de grondwaterstanden over de lange termijn. Dat wil zeggen vanaf 1950 en het liefst nog langer terug. Reeksen ouder dan 1950 die nog doorlopen tot de huidige tijd zijn er niet veel. We geven een beschrijving van enkele zeer lange reeksen met een korte duiding waar de meetpunten gelegen zijn en wat de grote ingrepen in de omgeving zijn geweest, zoals de mate van grondwateronttrekking. Vervolgens hebben we in beeld gebracht wat de veranderingen in grondwaterstand zijn geweest voor alle beschikbare lange reeksen van 1970 tot heden. In dit deel van de analyse gaat het puur om de weergave van grondwaterstand per decade en per landschapstype. Veranderingen in grondwaterstand worden veroorzaakt door meerdere factoren, zoals de klimatologische variaties, de onttekkings, het landgebruik, het oppervlaktewaterpeil en de mate van ontwatering. Om deze factoren afzonderlijk goed te kunnen kwantificeren kan gebruik worden gemaakt van tijdreeksanalyse. Dit wordt door de Europese Geologische Diensten gedaan in een GeoERA project op basis van de methodiek uitgewerkt door Bloomfield en Marchant (2013).

Selectie van meetdata voor lange reeksen

Voor de selectie van lange meetreeksen hebben we gebruik gemaakt van de metadata uit de DINO database op basis van startdatum en einddatum van meten. Op deze manier kon snel een eerste selectie van mogelijke lange en zeer lange reeksen worden gemaakt uit het totaal van 81.205 filters waarvoor een reeks beschikbaar was. De eerste selectie was het bepalen van de aanwezigheid van reeksen van minimaal 80 jaar lang; van start van meten voor 1940 en heden nog werkzaam. En daarnaast een tweede selectieset van reeksen van minimaal 50 jaar (1970 – heden). Heden betekent december 2019, omdat de meeste reeksen nog niet bijgewerkt zijn tot en met 2020. Vooraf zijn de meetreeksen gecontroleerd op onverklaarbare uitschieters en deze reeksen zijn verwijderd. Een tweede criterium was dat we ons geconcentreerd hebben op de freatische grondwaterstand; dit hebben we vertaald in de bovenste 20 meter onder maaiveld, waarbij alleen de bovenste filters (nummer 1) zijn meegenomen. Ten derde hebben we beoordeeld van welke reeksen van minimaal 50 jaar lang (1970-2019) voldoende metingen beschikbaar zijn. Er moeten in minimaal 90% van de jaren metingen beschikbaar zijn met minimaal 1 meting per kwartaal in dat jaar. De ontbrekende 10% van de jaren mag echter niet in vijf of meer jaar achtereen voorkomen. Als deze drie criteria – diepte, reekslengte en

dekkingspercentage – worden toegepast, dan geeft dit 110 filters met een lange meetreeks (afbeelding 3). Deze lange reeksen worden in dit artikel in beeld gebracht.



Afbeelding 3 Aantal geselecteerde meetpunten voor de lange meetreeksen (1970 – 2019) in vijf selectiestappen

We hebben geen ruimtelijke selectie uitgevoerd van filters. Alle filters zijn gekozen, ook al liggen ze dicht bij elkaar en soms dicht in de buurt van een grondwaterwinning. Voor regio's waar de meetreeks in de afgelopen 20 jaar plotseling ophield hebben we bij de diverse eigenaren geïnformeerd of er toch nog actuele metingen aanwezig zijn of hebben we in andere databronnen dan de DINO database naar de ontbrekende data gezocht. Dit heeft in beperkte mate aanvullende gegevens opgeleverd.

Weergave in klimaatstrepen

Voor alle reeksen hebben we de jaarlijks gemeten grondwaterstand weergegeven met 'warming stripes'. Deze manier om klimaatdata weer te geven en de naam 'warming stripes' zijn bedacht door klimaatwetenschapper Ed Hawkins (2018) om de langjarige trend van temperatuur onder de aandacht te brengen. Ook andere reeksen zoals neerslag en grondwater kunnen hiermee in beeld worden gebracht. In dit artikel worden de grondwaterstanden in streepjes weergegeven. De jaren met de laagste grondwaterstanden worden in donkerrood weergegeven; de natste jaren in donkerblauw. Indien er binnen het jaar onvoldoende meetgegevens beschikbaar zijn, omdat er geen enkele meting in minimaal elk kwartaal van dat jaar aanwezig is, dan wordt het jaar niet beschouwd en in grijs weergegeven. De kleurcodering is relatief en verschilt per peilbuis en periode. In elke reeks variëren de kleuren tussen blauw en rood, maar de kleuren mogen niet per meetreeks vergeleken worden. In de grafieken is de gemiddelde grondwaterstand per jaar weergegeven als lijn. Deze waarde is omgezet in een kleurcode.

Selectie van meetdata voor zeer lange reeksen

Ten tweede hebben we gezocht naar meetreeksen vanaf 1940. Het criterium van minimaal één meting per kwartaal is hier losgelaten. Er moet wel in minimaal 90% van de jaren één meting beschikbaar zijn. Met dit selectiecriterium blijven er vijf peilbuizen over die onevenwichtig over het land zijn verdeeld. Voor Noord-Holland hebben we een meetlocatie toegevoegd met een filter iets dieper dan 20 meter.

De zeer lange meetreeksen

Als eerste presenteren we de overgebleven zes zeer lange meetreeksen van minimaal 80 jaar lang (tabel 1 en afbeelding 4). De reeksen worden hieronder kort toegelicht. Ze hebben elk hun eigen historie en dus hun eigen verhaal.

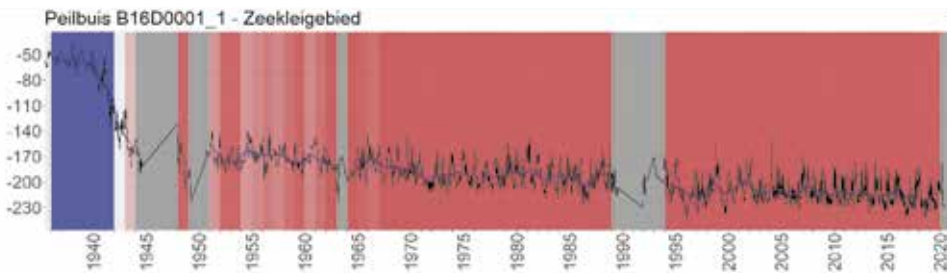
Tabel 1 De zeer lange reeksen: beschikbare filters met meetreeksen van gemeten grondwaterstanden van langer dan 80 jaar

| NITG-nr. | Locatie | Maaiveld (cm +NAP) | Bk filter (cm -mv) | Startjaar | Aandeel jaren met meting (%) | Opmerking |
|----------|----------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------|------------------------------------|--|
| B16D0001 | Blokzijl Overijssel | -1 | 1.049 | 1935 | 95% | Op grens van Noordoostpolder |
| B19C1016 | Heemskerk Noord-Holland | 432 | 430 | 1939 | 93% | In binnenrand duinen |
| B32A0101 | Laren Noord-Holland | 268 | 2.562 | 1935 | 99% | Dieper dan 20 meter |
| B44D0063 | Rijen Noord-Brabant | 710 | 307 | 1930 | 98% | Bij waterwinning Dorst |
| B50E0111 | Tilburg Noord-Brabant | 1.390 | 801 | 1901 | 99% | Langste reeks in Nederland. Bij wa- terwinning Tilburg |
| B55A0354 | Hulst Zeeland | 331 | 845 | 1937 | 93% | Op grens met België |

B16D0001 start op 02 juni 1935 en is de langste meetreeks van het provinciale meetnet van Overijssel (afbeelding 5). Het is een peilbuis van de vroegere Rijksdienst IJsselmeerpolders die in het talud van de oude zeedijk langs de voormalige Zuiderzee is geplaatst. De grondwaterstand daalt met meer dan een meter na de drooglegging van de Noordoostpolder in 1943. Hierna blijft de grondwaterstand geleidelijk dalen. Mogelijk speelt maaiveldval van de veenbodem en veranderend peilbeheer hier een rol.

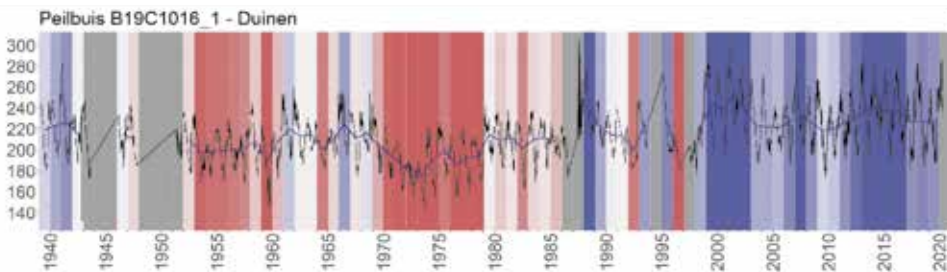


Afbeelding 4 Ligging van zes peilbuizen met zeer lange meetreeksen (langer dan 80 jaar)



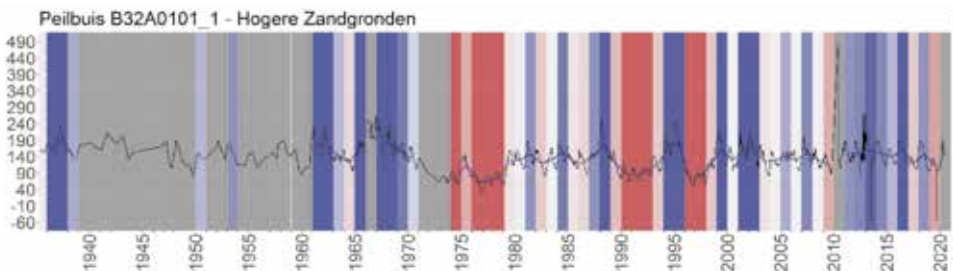
Afbeelding 5 Gemeten grondwaterstanden (cm NAP) in filter B16D0001_1 (Blokzijl)

Peilbuis B19C1016 van de provincie Noord-Holland start op 10 maart 1939. Deze staat ten westen van Heemskerk aan de binnenrand van het duingebied. Waterwinning op particulier initiatief in de duinen vond al plaats in de jaren '20 van de vorige eeuw. In 1957 is begonnen met het infiltreren van voorgezuiverd



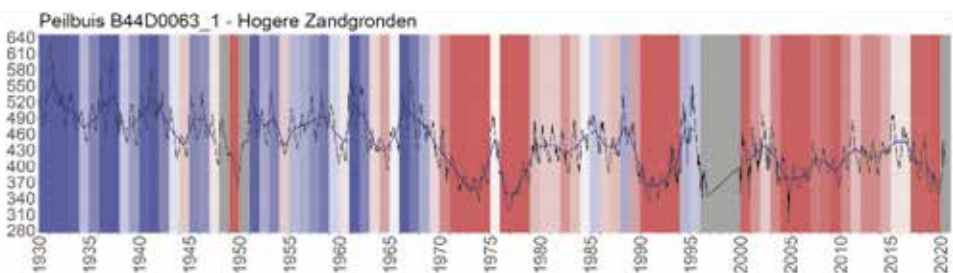
Afbeelding 6 Gemeten grondwaterstanden (cm NAP) in filter B19C1016_1 (Heemskerk)

rivierwater in de duinen. Deze locatie is een zeldzaam voorbeeld in Nederland van een gebied dat de laatste 80 jaar natter geworden is (afbeelding 6). Peilbuis B32A0101 van de provincie Noord-Holland start op 12 april 1935. Deze ligt in de nabijheid van een Vitens-grondwaterwinning op de grens van de gemeentes Laren en Hilversum. Hier is sinds 1902 geleidelijk steeds meer grondwater gewonnen. In de zeventiger jaren van de vorige eeuw werd een grondwaterverontreiniging aangetroffen en is een grondwaterbeheersysteem geïnstalleerd. Zowel de onttrekking voor de drinkwaterwinning als het beheersysteem zijn vanaf 1990 geleidelijk verminderd. In 2006 is gestart met infiltreren van RWZI-effluent en het hemelwater van Hilversum is afgekoppeld. Dat zijn waarschijnlijk de redenen dat de grondwaterstanden in het laatste decennium hoger zijn dan in de negentiger jaren (afbeelding 7).



Afbeelding 7 Gemeten grondwaterstanden (cm NAP) in filter B32A0101_1 (Laren-Hilversum)

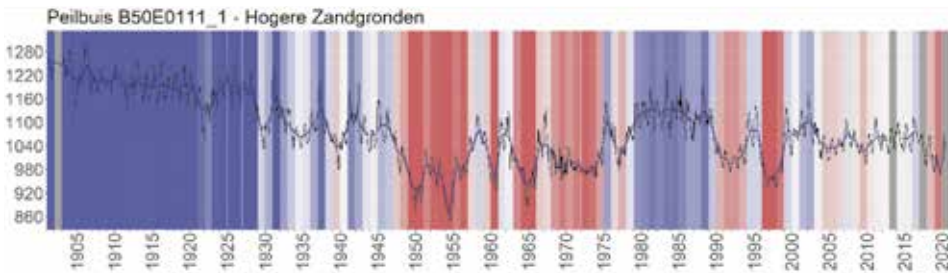
Peilbuis B44D0063 van Brabant Water ligt ten oosten van Breda dicht tegen de grondwaterwinning Dorst aan. Dit is de oudste grondwaterwinning van Noord-Brabant, die in 1894 is gestart met onttrekken. Bij de start van het meten van de grondwaterstanden op 2 januari 1930 wordt ongeveer 1 miljoen m³ grondwater per jaar onttrokken en stijgt het onttrekkingsdebiet geleidelijk tot een hoeveelheid van 5 miljoen m³ per jaar in 1970. De laatste twintig jaar wordt ongeveer 8 miljoen m³ per jaar onttrokken. De grondwaterstand is tot de jaren '70 gedaald. Hierna fluctueert de grondwaterstand mee met de droge en natte jaren (afbeelding 8). De gemiddelde grondwaterstand in de huidige situatie is vergelijkbaar met de situatie aan het eind van de zeventiger jaren. De meetreeks is redelijk compleet, maar kent een gat aan het eind van negentiger jaren van de vorige eeuw.



Afbeelding 8 Gemeten grondwaterstanden (cm NAP) in filter B44D0063_1 (Rijen)

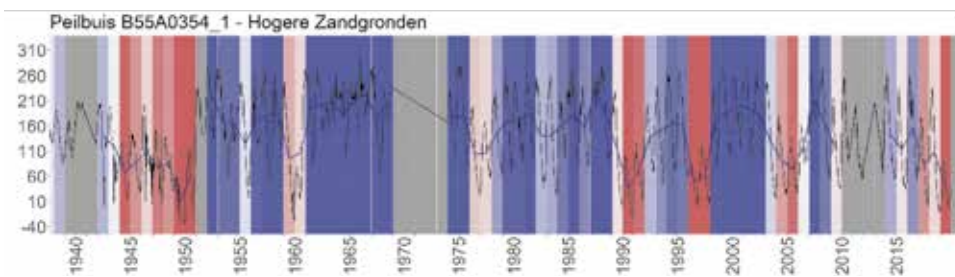
Peilbuis B50E0111 van Brabant Water is, met 120 meetjaren, de langste grondwatermeetreeks binnen Nederland. De eerste meting dateert van 15 januari

1901. De peilbuis ligt in de bossen tussen Tilburg en Gilze aan de rand van het grondwaterbeschermingsgebied Gilzerbaan. Deze waterwinning werd in 1898 op particulier initiatief gestart door de Tilburgse Waterleiding Maatschappij. Op 27 augustus 1898 werd het eerste leidingwater geleverd door een fontein voor het oude stadhuis aan de Oude Markt aan te zetten. Registratie van de debieten is pas bekend vanaf 1977 (met een jaardebiet van ongeveer 11 miljoen m³ per jaar). In de huidige situatie is dit de grootste grondwaterwinning van Noord-Brabant (15 miljoen m³ per jaar). De gemeten grondwaterstanden bereiken in de jaren '50 van de vorige eeuw hun dieptepunt. De grondwaterstanden stijgen tot begin van de jaren '80. De huidig gemiddelde grondwaterstand is vergelijkbaar met de gemiddelde grondwaterstand in de jaren '70 (afbeelding 9).



Afbeelding 9 Gemeten grondwaterstanden (cm NAP) in filter B50E0111_1 (Tilburg)

Peilbuis B55A0354 van Waterbedrijf Evides, start op 11 augustus 1937. Deze ligt ten zuiden van Hulst in Zeeuws-Vlaanderen vlak aan de grens met Vlaanderen, ten zuiden van de grondwaterwinning Sint Jansteen. Sinds 1930 werd 4.000 hectare land ingepolderd, waarvan 1.450 hectare na 1960. Er wordt op de locatie Sint Jansteen sinds 1959 grondwater gewonnen. Vanaf het begin van de 20e eeuw fungeert deze winning als noodvoorziening voor de drinkwatervoorziening en de industrie. Er mag maximaal netto 2 miljoen m³ per jaar grondwater worden onttrokken. Boven deze hoeveelheid moet weer water geïnfilteerd worden. De grondwaterstanden fluctueren veel binnen het jaar en daarom is het moeilijk een patroon te zien in afbeelding 10. Opvallend is dat de grondwaterstanden in de jaren '40 lager waren dan de in de decennia die hierna kwamen (afbeelding 10). Mogelijk komt dit door het baggeren van de (Wester) schelde of van het kanaal Gent-Terneuzen.



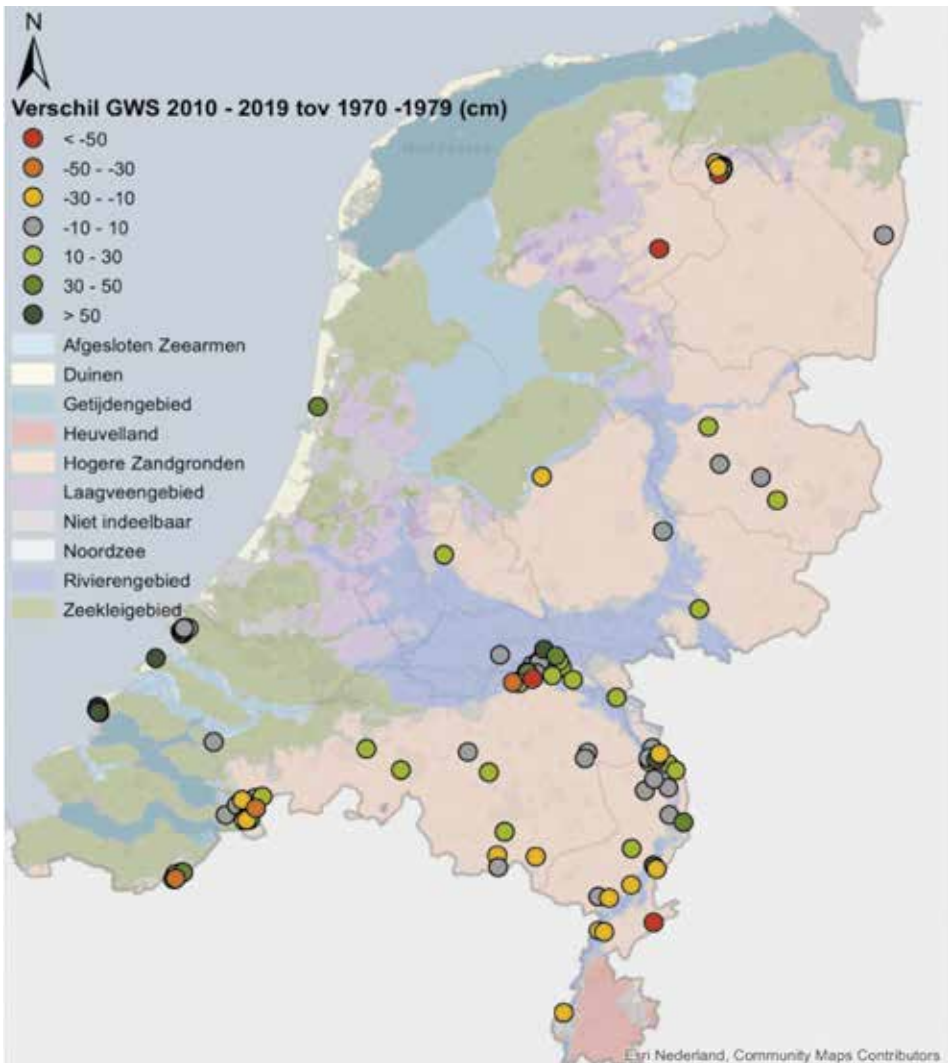
Afbeelding 10 Gemeten grondwaterstanden (cm NAP) in filter B55A0354_1 (Hulst)

Lange meetreeksen

De selectie met lange reeksen van minimaal 50 jaar bevat 110 filters. Dat lijkt

misschien veel, maar de filters zijn niet evenwichtig verdeeld over Nederland (afbeelding 11). Veel filters zijn beschikbaar in het gebied langs de grote rivieren, vooral de Maas. Daarnaast komen sommige filters sterk geclusterd voor, vooral rond grondwaterwinningen. Dit betekent dat er ook gebieden zijn waar relatief weinig lange reeksen zijn. Logischerwijs ontbreken in de provincie Flevoland meetreeksen gezien de jonge leeftijd van deze provincie, maar ook de provincies Groningen, Friesland, Drenthe, Utrecht, Noord-Holland en Zuid-Holland hebben slechts enkele lange reeksen.

De lange reeksen zijn ingedeeld in de ecodistricten van Nederland (Klein, 1988) en op kaart gepresenteerd in afbeelding 11. Ecodistricten zijn gebieden die wat betreft geologie, bodemgesteldheid, geomorfologie, reliëf en grondwaterhuis-

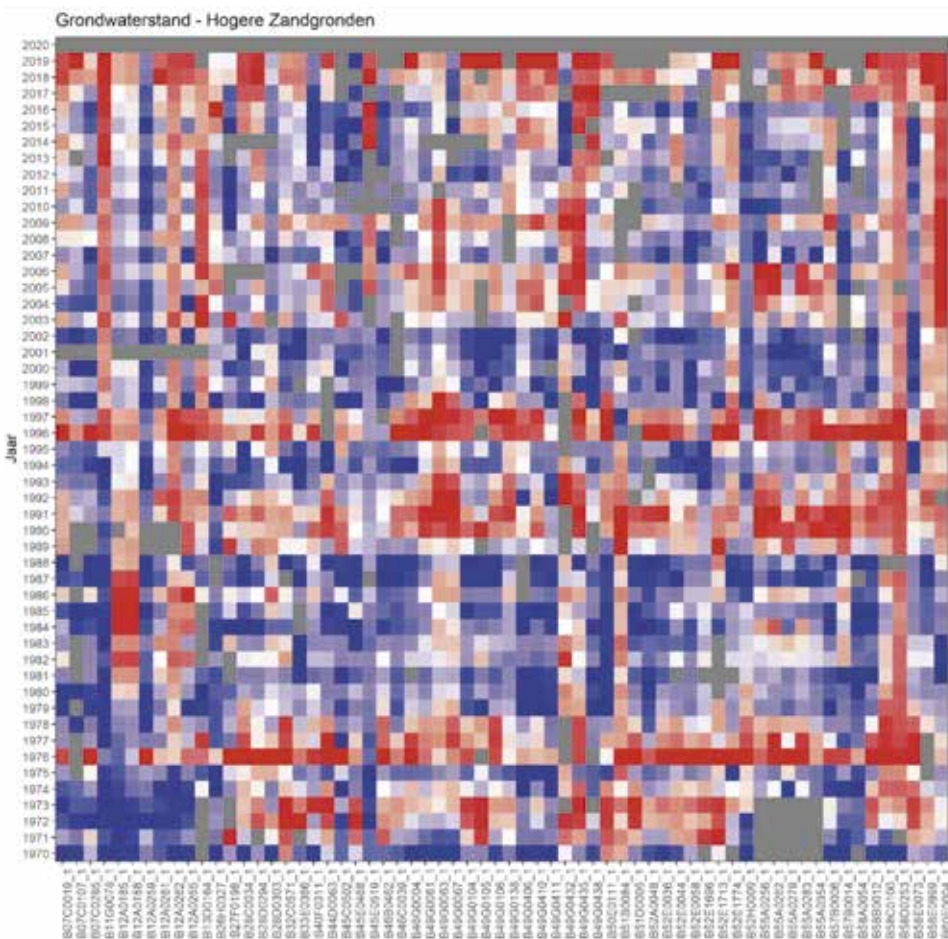


Afbeelding 11 Gemiddelde verandering van de grondwaterstand in de periode 2010-2019 vergeleken met de periode 1970 - 1979 - Achtergrondkaart: ecodistricten van Nederland

houding op elkaar lijken. De peilbuizen met lange reeksen komen vooral voor op de Hogere Zandgronden (64 peilbuizen), in de Duinen (19) en het Rivierengebied (23). Voor het Zeekleigebied zijn er maar twee peilbuizen beschikbaar met lange reeksen en in het Heuvelland en Laagveengebied ontbreken deze. We concentreren ons daarom op de drie overgebleven gebieden. De reeksen in de figuren zijn gesorteerd op NITG-nummer, dat begint met het nummer van het kaartblad. Nabijgelegen peilbuizen liggen daardoor vaak dicht bij elkaar op de afbeelding.

Trends in de Hogere Zandgronden

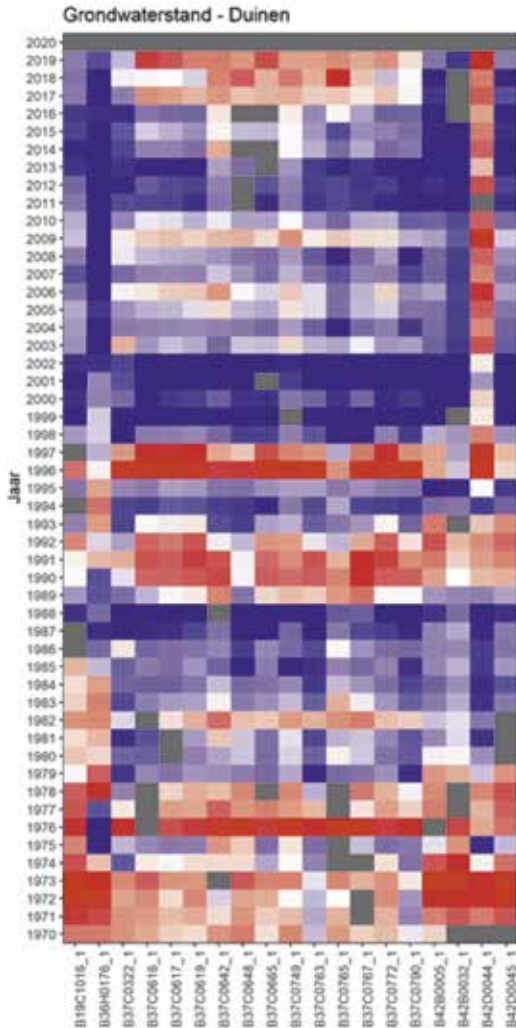
Voor de Hogere Zandgronden zijn verreweg de meeste reeksen (64) beschikbaar van alle ecodistricten. In dit type gebied kunnen de grondwaterstanden diep wegzakken en worden daarom ook sterk bepaald door langjarige trends in fluctuaties van neerslag. De droge jaren (zoals 1976, 1996, 2018 en 2019) zijn duidelijk als rode horizontale strepen zichtbaar (afbeelding 12). Hetzelfde geldt in mindere voor de natte jaren (1988, 1998, 2002).



Afbeelding 12 Relatieve grondwaterstanden in de Hogere Zandgronden van 1970 -2019 (64 reeksen)

Trends in de Duinen

Het ecodistrict de Duinen is een betrekkelijk klein gebied, met relatief veel lange reeksen (20). In de duinen wordt al decennialang water gewonnen en gefiltreerd en de grondwaterstanden gemonitord door de waterbedrijven. Voor deze meetreeksen is ten opzichte van de Hogere Zandgronden nog duidelijker de langjarige trend in fluctuaties van neerslag zichtbaar (afbeelding 13.) Er zijn blokken van jaren waarin de grondwaterstand relatief laag was (1970-1978) en blokken waarin de grondwaterstand relatief hoog was (1999-2002 en 2011-2016). Er zijn enkele peilbuizen die het patroon doorbreken, mogelijk door veranderingen in winningshoeveelheden van de nabijgelegen onttrekking.

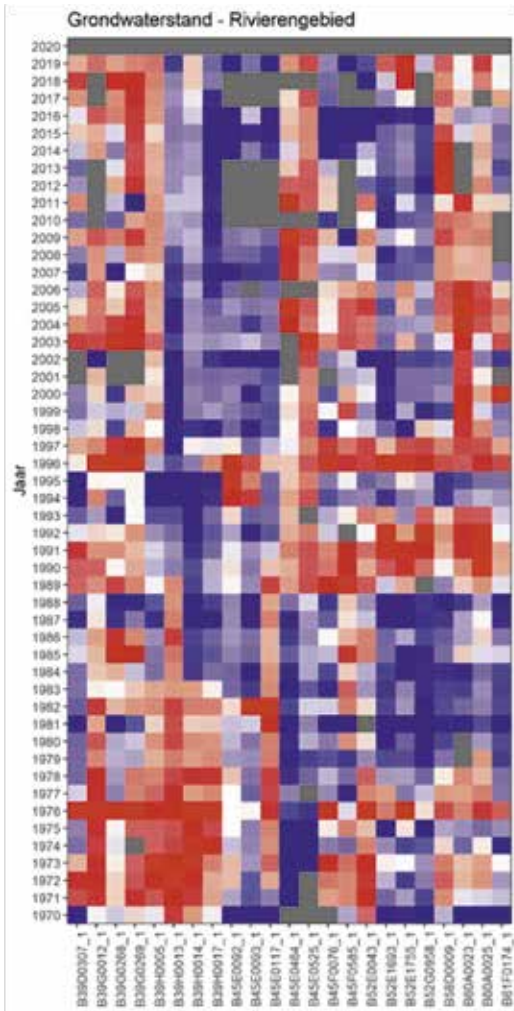


Afbeelding 13 Relatieve grondwaterstanden in de Duinen van 1970 -2019 (20 reeksen)

Trends in het Rivierengebied

Er zijn 23 peilbuizen beschikbaar met een lange reeks in het Rivierengebied (Afbelding 14). De afwisseling in lage en hoge grondwaterstanden is deels ge-

relateerd met de jaren, maar ook met de afstand van de peilbuis tot de rivier. Er is een cluster peilbuizen in de Betuwe (beginnen met NITG-code B39) en ten noorden van Venlo (beginnend met NITG-code B52) die de laatste jaren relatief hogere grondwaterstanden hebben. De grondwaterstanden in Midden en Zuid-Limburg langs de Maas zijn juist gedaald (beginnend met NITG-code B60 en B61). Op Afbeelding 11 is te zien dat het beeld op korte afstand kan verschillen. Kennelijk spelen dan ook lokale factoren een rol.



Afbeelding 14 Relatieve grondwaterstanden in het Riviereengebied van 1970 -2019 (23 reeksen)

Gemiddelde daling per ecodistrict

Voor de reeksen gepresenteerd in afbeelding 12 tot en met 14 hebben we de gemiddelde verandering in grondwaterstand bepaald per decennium (tabel 2). Hierbij hebben we de periode 1970-1979 als referentie gekozen, wetende dat dit een relatief droge periode was met relatief lage grondwaterstanden. Ten opzichte van de zeventiger jaren van de vorige eeuw zijn de grondwaterstanden in de Hogere Zandgronden ongeveer gelijk gebleven in de periode van 2010-2019,

maar zijn wel gemiddeld 15 cm lager dan in de tachtiger jaren. De grondwaterstanden zijn gestegen in het Rivierengebied (gemiddeld 9 cm ten opzichte van de zeventiger jaren) en het Duinengebied (gemiddeld 37 cm). Door fluctuaties in neerslag, verdamping, rivierpeilen en onttrekkingen variëren de grondwaterstanden per jaar en per decennium. Het nieuwe decennium van de twintiger jaren in de 21e eeuw is voorafgegaan door drie droge jaren (2018-2020) en daardoor bevindt een groot deel van de grondwaterstanden op de Hoge Zandgronden zich op een historisch laag niveau, vergelijkbaar met de lage grondwaterstanden in de zeventiger jaren van de vorige eeuw.

Tabel 2 Gemiddelde verhoging in grondwaterstand (cm) per ecotype per decennium ten opzichte van de periode 1970-1979 en de gemiddelde SPEI voor De Bilt per decennium.

| Soort | SPEI | Hogere Zandgronden | Rivierengebied | Duinen |
|------------------|--------------|--------------------|----------------|-----------|
| 1970-1979 | -0,35 | 0 | 0 | 0 |
| 1980-1989 | 0,03 | 12 | 13 | 31 |
| 1990-1999 | 0,01 | -11 | 3 | 16 |
| 2000-2009 | 0,07 | 1 | 6 | 38 |
| 2010-2019 | -0,11 | -3 | 9 | 37 |

Conclusies

Nederland beschikt over een grote set met metingen in peilbuisfilters (81.205 reeksen), maar slechts een heel klein deel (0,25%) hiervan heeft een freatische meetreeks van 50 jaar of langer. De aanwezigheid van meetreeksen is bovendien ongelijkmatig over Nederland verdeeld zodat er grote delen van het land zijn waar onvoldoende dekking is met lange meetreeksen. Beschouwing van individuele metingen laat zien dat de veranderingen in de grondwaterstand vaak bepaald worden door de directe omgeving en de ingrepen die hier in het watersysteem zijn gedaan. De trends per jaar of decennium kunnen daarom van elkaar verschillen per meetpunt. Gemiddeld gezien zijn de grondwaterstanden in het afgelopen decennium (2010-2019) niet gedaald ten opzichte van de periode 1970-2019. In de Duinen zijn de grondwaterstanden zelfs aanmerkelijk gestegen (gemiddeld 37 cm). Lange meetreeksen geven een goed inzicht in langjarige veranderingen van grondwaterstand en dienen in de toekomst voortgezet te worden. Mogelijk zijn er meer lange meetreeksen beschikbaar omdat de gegevens de laatste jaren niet zijn aangeleverd aan de DINO database. Vanaf 1 januari 2021 is het in het kader van de Basisregistratie Ondergrond (BRO) verplicht om grondwaterstanden aan te leveren. Wij zien dit als een kans om lange meetreeksen toe te voegen. We roepen daarom alle bronhouders op om niet alleen data vanaf 1 januari 2021 aan te leveren, maar dit aan te vullen met historische metingen.

Dankwoord

Dit artikel vloeide voort uit een kort artikel op LinkedIn in de zomer van 2020 met een oproep voor meer gegevens van lange tijdreeksen. Thomas de Meij (provincie Overijssel, nu Staatsbosbeheer) reageerde en voorzag ons van bijna een gigabyte aan data over de historie, eigenaren en historische metingen. Dit was voor ons de stimulans om hier meer werk van te maken.

Literatuur

- Bloomfield, J.P., Marchant, B.P.** (2013) *Analysis of groundwater drought building on the standardised precipitation index approach*; HESS; 17; 4769-4787; doi:10.5194/hess-17-4769-2013.
- Clevers, S., von Asmuth, J.** (2020) *Rapport tijdstijghoogte-analyse West-, Noord-, en Oost-Nederland & Scheldestroomgebied*; KWR rapport 2020.003.
- Daniels, E., Beersma, J., Van der Schrier, G.** (2021) *Droogte in Nederland aan de hand van de indices SPI en SPEI*. Meteorologica 2 - 2021.
- Eertwegh van den, G., Bartholomeus R., de Louw, P., Witte, Ph., van Dam, J., van Deijl, D., Hoefsloot, P., van Huijgevoort, M., Hunink, J., America, I., Pouwels, J. de Wit, J.** (2020) *Droogte in zandgebieden van Zuid-, Midden- en Oost-Nederland Het verhaal: analyse van droogte 2018 en 2019 en tussentijdse bevindingen*.
- Gaast van der, J.W.J. Massop H.T.L.** (2005) *De verdroging in beeld met historische en actuele grondwatertrappen op basis van karteerbare kenmerken*; H2O nummer 14/15 pag 43 -46.
- Hawkins, E.** (2018) *Warming stripes*; Climate Lab Book U.K. (<https://www.climate-lab-book.ac.uk/2018/warming-stripes/>).
- Klein, F.** (1988) *Milieubeheergebieden. Deel A: Indeling van Nederland in ecoregio's en ecodistricten*; RIVM rapportnr 758702001.
- Knotters, M.; Jansen, P.C.** (2005). *Honderd jaar verdroging in kaart. Stromingen* jaargang 11 pag 19 -32.
- Kremers, A.H.M.; Van Geer F.C.** (2000). *Trendontwikkeling Grondwater 2000 (Analyseperiode 1955-2000)*; TNO rapportnr NITG 00-184-B.
- Rolf, H.** (1989) *Verlaging van de grondwaterstanden in Nederland. Analyseperiode 1950 - 1986*.
- Vicente-Serrano S.M., Beguería, S., López-Moreno, J.I.** (2010) A Multi-scalar drought index sensitive to global warming: The Standardized Precipitation Evapotranspiration *Journal of Climate* 23: 1696-1718.

Summary Groundwater level time series longer than 50 years

The last three dry years (2018 - 2020) in the Netherlands raised attention to low groundwater levels. But how do these groundwater levels relate to earlier dry periods? All available data from the Dutch national subsurface database (DINO) were used to analyse trends. The earliest groundwater time series in the Netherlands starts in 1901. Although groundwater time series of 50 years or longer are measured in only 110 monitoring wells. This paper provides an overview of groundwater level changes subdivided into typical Dutch landscape zones. Extra attention is given to the longest time series in the Netherlands (80 years or more).

Auteurs

FLORIS VERHAGEN
Royal HaskoningDHV
floris.verhagen@rhdhv.com

LISETTE AVIS
Royal HaskoningDHV
lisette.avis@rhdhv.com

