

Achtergrondverlaging: een historisch, hydrologisch fenomeen zonder toekomst!

Jan van Bakel¹

Achtergrondverlaging wordt in Nederland vaak gebruikt voor het onverklaarbare deel van een verlaging van stijghoogtes en grondwaterstanden die in de afgelopen decennia is opgetreden. Daardoor ontstaan ongewenste vrijheidsgraden om het effect van een gedefinieerde ingreep te kwantificeren. In het rapport van de NHV-werkgroep Achtergrondverlaging 'Zicht op achtergrondverlaging' zijn de oorzaken van de achtergrondverlaging in beeld gebracht. Op basis van literatuuronderzoek zijn de fysische oorzaken gekwantificeerd en daardoor in de toekomst niet meer aan de orde. De procedurele oorzaken zijn benoemd en zijn in de toekomst te vermijden of, voor zover ze het gevolg zijn van onvolkomen metingen of modellering, aan te duiden als onzekerheid.

Inleiding

De stijghoogtes van het grondwater (voor het freatisch pakket aangeduid als grondwaterstanden) in Nederland kunnen door verandering in randvoorwaarden of ingrepen in het hydrologische systeem structureel veranderen. Denk aan klimaatverandering, respectievelijk de aanleg van drainage of grondwateronttrekkingen. Als de veranderingen in randvoorwaarden of van de ingrepen bekend zijn en in hydrologische termen zijn te vertalen, kunnen we uitrekenen hoe groot de structurele effecten zijn op de stijghoogtes.

Het grondwatersysteem reageert als een niet-lineair systeem op hydrologische ingrepen omdat bijvoorbeeld de relatie tussen grondwater en oppervlaktewater meestal niet-lineair is (anders gezegd: de drainageweerstand is niet constant maar een functie van de grondwaterstand). Dit heeft tot gevolg dat het effect van een bepaalde ingreep afhangt van de uitgangssituatie. Het is dus een kwestie van goed afspreken wat de uitgangssituatie is. In de praktijk is dat gemakkelijker gezegd dan gedaan. Vaak kennen we niet alle oorzaken van een stijghoogteverandering. De door onbekende ingrepen veroorzaakte verandering van de stijghoogtes noemen we 'achtergrondverlaging' omdat het vrijwel altijd gaat om een verlaging. Maar een achtergrondverhoging is ook mogelijk. Het niet kennen van alle oorzaken van een stijghoogteverandering kan aanleiding geven tot het niet correct kwantificeren van de gevolgen van ingrepen

¹ De Bakelse Stroom, Wageningen (jan.van.bakel@hetnet.nl)

in het hydrologisch systeem, en dat is ongewenst. De NHV-werkgroep Achtergrondverlaging heeft daarom de zaken rond achtergrondverlaging op een rijtje gezet en heeft hierover een rapport uitgebracht (Werkgroep Achtergrondverlaging, 2017). Zie ook het samenvattend artikel (Van Bakel en Witte, 2017).

Definitie

De Werkgroep Achtergrondverlaging heeft achtergrondverlaging gedefinieerd als:

"...dat deel van de uit waarnemingen afgeleide en over grotere gebieden en tijdschalen aanwezige verlaging van de grondwaterstand en stijghoogte, dat niet kan worden verklaard op basis van de gebruikte kennis".

Die kennis (in de breedste zin van het woord, dus inclusief gegevens en modellen) kan zowel onjuist zijn toegepast, als onvolledig zijn.

Vertaald naar de praktijk van hydrologische effectbepaling met modellen: als de waargenomen verlaging groter is dan de berekende verlaging van één of alle bekende ingrepen, spreken we van achtergrondverlaging. De oorzaak of oorzaken noemen we achtergrondoorzaken. Mutatis mutandis: als de waargenomen verlaging kleiner is dan de berekende verlaging, dienen we te spreken van achtergrondverhoging.

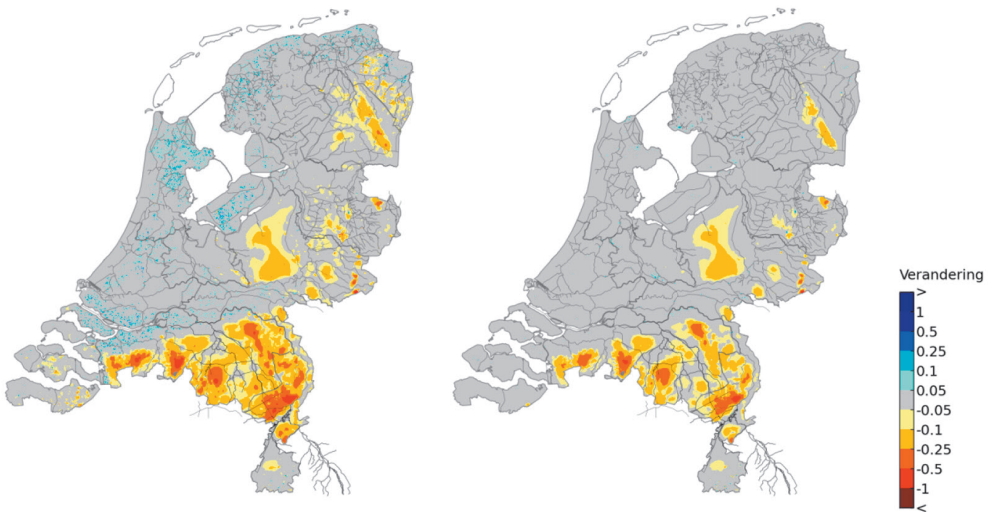
Nader beschouwd kan de oorzaak van de achtergrondverlaging liggen in a) het niet in model brengen van bepaalde ingrepen in de waterhuishouding (omdat we ze over het hoofd zien of niet kunnen kwantificeren) maar b) ook door onjuist modelleren. We zullen beide categorieën toelichten.

Fysische oorzaken

In het verleden zag de waterhuishouding van Nederland er anders uit dan nu. Mede omdat het landgebruik anders was. Als een natte heide wordt ontgonnen ten behoeve van de landbouw is een van de eerste zaken die worden aangepakt het 'verbeteren' van de ont- en afwatering. Het meest sprekende voorbeeld in het vrij afwaterende deel van Nederland is wellicht het afgraven van een hoogveengebied en het in landbouwkundig gebruik brengen; in het bemalen deel van Nederland de droogmakerijen. Daardoor wordt de ontwateringsbasis met meters verlaagd en de stremming van de afvoer wordt sterk gereduceerd. Via de ondergrond staalt de verandering in stijghoogtes ook uit naar de omgeving. Maar ook na het in landbouwkundig gebruik nemen kunnen er nog waterhuishoudkundige ingrepen plaats vinden, zoals de aanleg van buisdrainage, het 'verbeteren' van de afwatering in het kader van ruilverkavelingen en beekverbeteringen, of polderpeilaanpassingen. Daarnaast is het areaal dat is bebouwd sterk toegenomen, met de nodige gevolgen voor de waterhuishouding. Maar hoe ver moeten we terug in de tijd? Om praktische redenen heeft de werkgroep Achtergrondverlaging gekozen voor de COLN-periode (Visser, 1958), begin jaren negentienvijftig, waarin de grondwaterstandssituatie in met name de landbouwgebieden per provincie in rapporten en kaarten is vastgelegd. Op basis van grondwaterstands waarnemingen en Gt-karteringen is de sindsdien opgetreden verandering in grondwaterstanden goed in beeld te brengen. Als we de oorzaak of oorzaken van de opgetreden

verandering niet kunnen (of willen) verklaren met verandering in randvoorwaarden of hydrologische ingrepen spreken we van fysische achtergrondoorzaken. Omdat de kennis voortschrijdt kan een achtergrondoorzaak overgaan in een voorgrondoorzaak. Daarmee is de omvang van de achtergrondverlaging een momentopname.

De werkgroep Achtergrondverlaging heeft op basis van literatuuronderzoek en expertise een inschatting gemaakt van mogelijke achtergrondoorzaken en heeft de effecten van een aantal fysische achtergrondoorzaken geschat. Als voorbeeld het effect van beregening uit grondwater dat niet alle modellen wordt meegenomen. Met het landelijk Hydrologisch Model (LHM) is berekend wat het effect is van een verdubbeling van het huidige areaal van uit grondwater beregenbare landbouwgronden op de GHG en GLG (Van Bakel e.a., 2015). Zie Afbeelding 1.



Afbeelding 1: Met LHM berekende verandering in GLG en GHG (m) als gevolg van verdubbeling van de huidige beregeningsomvang uit grondwater (ontleend aan Van Bakel e.a. (2015))

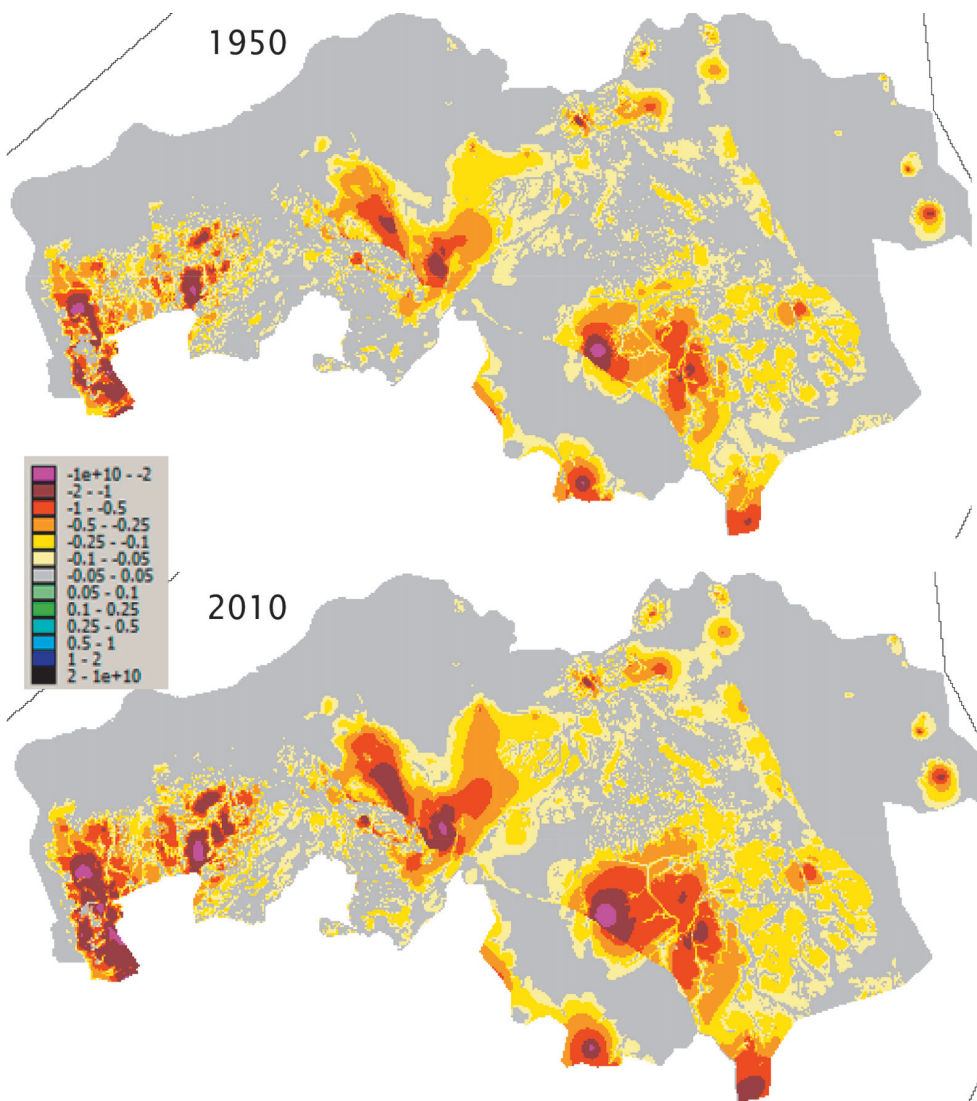
Met hetzelfde model is ook te berekenen wat het effect zou zijn van het uitzetten van beregening uit grondwater op de GHG en GLG. Dit is overigens niet gelijk aan het effect van een verdubbeling (afgezien van het teken), vanwege het al eerder genoemde niet-lineaire karakter van het grondwatersysteem. Beregening uit grondwater hoeft dus voortaan niet langer een achtergrondoorzaak te zijn.

Een belangrijke verklaring voor de achtergrondverlaging biedt het niet-lineaire karakter van het grondwatersysteem, als gevolg van de meestal sterk niet-lineaire relatie tussen grondwaterstand en oppervlaktewaterpeil, van de grondwaterstandsafhankelijke freatische bergingscoëfficiënt en van de niet-lineaire relatie tussen bodemvocht en verdampingsreductie. Daardoor is het effect van een bepaalde ingreep afhankelijk van andere ingrepen en als die niet in beeld zijn of niet zijn te kwantificeren, ontstaan vrijheidsgraden waaraan een verlaging is toe te rekenen. Hetzij aan de beschouwde ingreep, hetzij aan de fysische achtergrondoorzaken. Bovendien bepaalt de volgorde in de tijd van de ingrepen (in het rapport volgtijdelijkheid genoemd) voor

een deel waaraan de verlaging kan worden toegerekend.

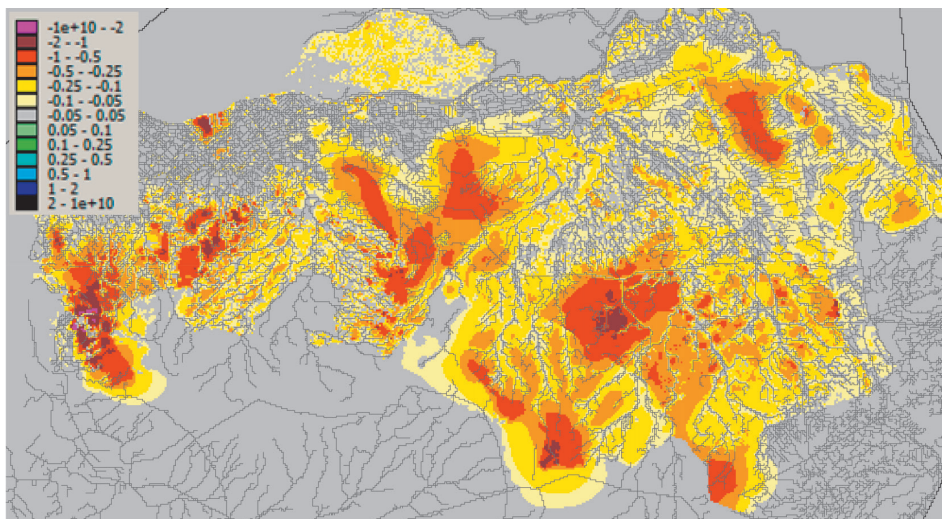
De gevolgen van de niet-lineariteit en de effecten van de volgtijdelijkheid zijn te illustreren aan de hand van het voorbeeld dat is beschreven in het NHV-rapport en ontleend aan Witte e.a. (2015) .

De huidige grondwateronttrekkingen in de provincie Noord-Brabant hebben een berekende verlaging van de grondwaterstand tot gevolg zoals in de onderste figuur van Afbeelding 2 is weergegeven. Echter, dezelfde grondwateronttrekkingen zouden in 1950 een geringere verlaging van de grondwaterstand tot gevolg hebben, zoals in de bovenste figuur van Afbeelding 2 is weergegeven.



Afbeelding 2: Verlaging van de gemiddelde grondwaterstand (m) door de huidige grondwateronttrekkingen in de provincie Noord-Brabant gesimuleerd met de grondwateraanvulling in 1950 (bovenste figuur) en 2010 (onderste figuur). Ontleend aan Witte e.a. (2015)

In 60 jaar tijd neemt het gesimuleerde effect van dezelfde ingreep dus aanmerkelijk toe. Dit is het gevolg van de verandering in grondwateraanvulling als gevolg van de veranderingen in landgebruik (met name verstedelijking) en toegenomen verdamping (met name van landbouwgewassen door de sterk toegenomen opbrengsten), waardoor de grondwaterstanden sinds 1950 aanmerkelijk zijn verlaagd. Zie Afbeelding 3.



Afbeelding 3: Verlaging van de gesimuleerde GLG (m) in de provincie Noord-Brabant als gevolg van vermindering in grondwateraanvulling tussen 1950 en 2010 door verandering in landgebruik en toegenomen opbrengsten van landbouwgewassen. Ontleend aan Witte e.a. (2015).

De structurele verlaging van de grondwaterstand leidt in de regel tot structureel hogere drainageweerstand waardoor het effect van de grondwaterwinningen op de grondwaterstand in de huidige situatie groter is.

Overigens, de berekende verandering in grondwaterstand in afbeelding 3 is bepaald bij de huidige omvang van de grondwaterwinningen en bij het huidige ont- en afwateringsstelsel. De verandering zou geringer zijn als geen winningen waren geweest. Dit illustreert de volgtijdelijkheid.

Als de veranderingen in landgebruik en toename van de gewasverdamping als oorzaken van grondwaterstandsverlaging niet in beeld zijn, wordt dus een onjuiste verandering van de grondwaterstand door grondwaterwinningen gemeten of berekend. Maar omdat achtergrondoorzaken per definitie niet zijn te kwantificeren, is een verleidelijke 'oplossing' van dit probleem de onverklaarbare verlagingen te betitelen als achtergrondverlaging. Dit is een, in inleiding reeds genoemde, ongewenste situatie. Volgens de Werkgroep Achtergrondverlaging biedt het onvoldoende of geen rekening houden met de opgetreden fysische veranderingen in het landschap een belangrijke verklaring voor de waargenomen achtergrondverlaging sinds 1950.

Tabel 1 in Van Bakel en Witte (2017) geeft een schatting van het effect van een aantal fysische achtergrondoorzaken op de gemiddelde grondwaterstand. De verbetering van de waterhuishouding ten behoeve van de landbouw, uitgevoerd in het kader van

ruilverkavelingen en A2-werken, maar ook buiten deze kaders, heeft daarbij de grootste verlaging veroorzaakt: 20 tot 30 cm. In de discussie op de NHV-dag over historische hydrologie, op 11 september 2018, werden de nodige opmerkingen gemaakt bij deze tabel. Deze zijn verwerkt in onderstaande tabel. Het effect op de stijghoogtes kan daarvan afwijken, afhankelijk of de oorzaak aangrijpt of het freatisch pakket of op de diepere watervoerende lagen.

Tabel 1: Oorzaken van achtergrondverlaging en hun geschatte effecten op de gemiddelde grondwaterstand. Deze effecten mogen niet worden gesommeerd. Deze tabel is afkomstig uit Van Bakel en Witte (2017) en is aangepast n.a.v. discussie op de NHV-dag op 11 september 2018 and 'second thoughts' (rood gekleurde tekst).

Oorzaak	Geschat effect op de gemiddelde grondwaterstand in cm sinds 1950 (negatief is verlaging)	Opmerkingen
Berekening		Sterk afhankelijk van weerjaar en regio maar bekend uit o.a. LHM
Wijziging van de waterhuishouding t.b.v. de landbouw	-20 tot -30	Voor zandgebieden verder uitgesplitst en redelijk in beeld gebracht in rapport
Peilbesluiten	-10 tot -150	Maaiveld is voor 10 tot 90% meegedaald.
Grootschalige ingrepen zoals de bruinkoolwinningen in Duitsland	van geval tot geval verschillend	Zijn goed kwantificeerbaar mits in beeld
Ontstaan van kortsluiting in afsluitende laag door wellen	effect afhankelijk van de hydrologische setting	Zie bijvoorbeeld Erkens e.a. (2018)
Geleidelijke verlaging van de ontwateringsbasis van rivieren in ongestuwde trajecten door bodemerosie	-?	Keve (1992)
Verandering van de weerstand van weerstandbiedende lagen door oxidatie van veen of uitbaggeren van vennen en plassen	+ en -	Hangt af van kwelsituatie maar meestal een verlaging
Wijziging in landgebruik en stijging van gewasopbrengsten	tenminste -20 cm in zandgebied Noord-Brabant, rest van NL onbekend	Effect bebossing onbekend; effect verstedelijking aanzienlijk maar sterk afhankelijk van mate waarin; effect stijging gewasopbrengsten aanzienlijk, met name in zandgebieden
Verandering neerslag en referentiegewasverdamping (klimaatverandering) sinds 1950	0 tot +100 cm	Voor al in 'trage' gebieden verhoging door meer neerslag (Buma en Bootsma, 2017)

Door het benoemen en de schatting van de effecten zijn de achtergrondoorzaken, althans voor een deel, 'gepromoveerd' naar voorgrondoorzaken. In (toekomstige) modelstudies kunnen de genoemde ingrepen dus worden meegenomen. Uit de tabel

blijkt echter ook dat ze elkaar kunnen tegenwerken. Bijvoorbeeld, de klimaatverandering sinds 1950 kan hebben geleid tot hogere grondwaterstanden en kan daardoor het effect van wijziging van de waterhuishouding ten behoeve van de landbouw versluieren. Maar beide ingrepen werken verschillend in snel en traag reagerende gebieden. Tel daarbij op dat het grondwatersysteem niet-lineair is, dan is het welhaast ondoenlijk een waargenomen achtergrondverlaging weg te werken. Een oplossing is toepassing van Waternood- c.q. GGOR-systematiek: alle mogelijke historische ingrepen resulteren in de actuele eigenschappen van en randvoorwaarden voor een model van het hydrologisch systeem in beschouwing. Simulatie levert de huidige situatie op, ook wel het Actueel Grond- en OppervlaktewaterRegime (AGOR) genoemd. Een specifieke ingreep resulteert in een Veranderd Grond- en OppervlaktewaterRegime (VGOR) (ook wel Gewenst Grond- en Oppervlakte Regime genoemd) en na mitigerende maatregelen het Gewogen Grond- en OppervlaktewaterRegime (GGOR). Of daarmee de achtergrondverlaging een historisch hydrologisch fenomeen is zonder toekomst, is echter de vraag. Daarvoor is het nodig dat ook de procedurele oorzaken worden opgeheven.

Procedurele oorzaken

Door menselijk toedoen, zonder dat daar een fysieke hydrologische ingreep aan te pas komt, kan ook achtergrondverlaging 'ontstaan'. Zeker bij nadere beschouwing is deze oorzaak meer aan de orde dan gedacht. De volgende opsomming maakt dit duidelijk:

- In het verleden is onderzoek naar mogelijke schade door grondwaterwinningen beperkt tot het gebied waarbinnen de grondwaterstand met meer dan 5 cm beïnvloed wordt. De verlaging van de grondwaterstand buiten dit aldus gedefinieerde invloedsgebied wordt vervolgens over het hoofd gezien en daarmee wordt een grondwaterwinning in dat gebied een administratieve oorzaak van achtergrondverlaging terwijl de verlaging modeltechnisch goed kwantificeerbaar is. Volgens de ACSG wordt echter bij bepaling van schades door grondwateronttrekkingen al jaren rekening gehouden met het cumulatieve effect van permanente grondwaterwinningen;
- De door Van der Gaast (2012) genoemde numerieke verdroging, waarbij metingen uit oudere ondiepere peilbuizen worden vergeleken met recentere metingen uit nieuwere, dieper geplaatste peilbuizen. Dit leidt bij aanwezigheid van ondiep voorkomende weerstandbiedende lagen veelal tot diepere grondwaterstanden in inzijsgebieden (in kwelgebieden hogere) terwijl in werkelijkheid de situatie onveranderd is;
- Onvolkomen modellering. Hydrologische modellen vertonen vaak tekortkomingen zoals primitieve lagenschematisatie, verwaarlozen van het niet-stationair karakter van het hydrologisch systeem, linearisering van niet-lineaire processen of onjuiste keuze van type randvoorwaarden. Dit kan leiden tot systematische over- of onderschatting van de effecten van in model ingebrachte ingrepen. De afwijking van de metingen wordt vervolgens getypeerd als achtergrondverlaging (of -verhoging);
- Door de niet-lineariteit van het grondwatersysteem is (bij dezelfde Ausgangssituation) de totale verlaging door fysische oorzaken (zoals grondwaterwinning, cultuurtechnische ingrepen en verandering in landgebruik) groter dan de som van de verlaging door individuele oorzaken. Het verschil in verlaging als gevolg van voorgrondoor-

zaken en de totale verlaging wordt soms voor 100% toegerekend aan de achtergrondverlaging;

- De keuze van de uitgangssituatie. Door het niet-lineaire karakter van het grondwatersysteem is het effect van een ingreep afhankelijk van het al of niet rekening houden met andere ingrepen. Als we bijvoorbeeld het effect van een grondwaterwinning bepalen bij de ontwateringssituatie anno 1960 is het berekende effect kleiner dan bij het in model brengen van de ontwateringssituatie anno nu. Het verschil kan (voor een deel) als achtergrondverlaging worden gekenmerkt.

Deze opsomming maakt duidelijk dat de procedurele oorzaken van achtergrondverlaging moeilijker zijn op te heffen dan fysische oorzaken want a) volkomen metingen en modellen bestaan niet en dus is achtergrondverlaging onvermijdelijk en b) de keuze van de uitgangssituatie blijft arbitrair. Bovendien leiden de onvolkomenheden en de keuze van uitgangssituatie niet per se tot een achtergrondverlaging maar kunnen ook tot een 'achtergrondverhoging'.

Discussie

In de discussie op de NHV-dag was de overgrote meerderheid van de aanwezigen het eens met de conclusie dat de fysische achtergrondonoorzaken geen toekomst meer hebben want ze zijn nu goed in beeld of moeten goed in beeld zijn te brengen. Maar is hier de wens de vader van de gedachte?

De procedurele achtergrondonoorzaken zijn of met een juiste aanpak te vermijden of inherent een gevolg van onvolkomen meting of modellering. Aangezien er geen volkomen metingen en modellen zijn, zal deze oorzaak blijven bestaan. De onvolkomenheden kunnen echter evengoed leiden tot 'achtergrondverhoging' en de vraag is of achtergrondverlaging in dit verband wel de goede term is. Dat leidt tot de discussie: moeten we de term achtergrondverlaging in de toekomst blijven gebruiken?

Conclusies en aanbevelingen

De werkgroep Achtergrondverlaging heeft in het rapport 'Zicht op Achtergrondverlaging' een definitie opgesteld van de term Achtergrondverlaging en heeft op basis van literatuuronderzoek de diverse oorzaken beschreven. Met als conclusies:

- De fysische oorzaken van achtergrondverlaging zijn in beeld gebracht en zoveel als mogelijk gekwantificeerd;
- De zogenoemde procedurele oorzaken van achtergrondverlaging zijn benoemd, maar kwantificering is achterwege gelaten omdat dit van geval tot geval kan verschillen. Met name onvolkomen metingen en modellering kunnen een belangrijke procedurele oorzaak zijn van achtergrondverlaging (en -verhoging).

De aanbevelingen zijn:

- In toekomstige studies worden fysische achtergrondonoorzaken 'gepromoveerd' tot voorgrondonoorzaken;
- Door toepassing van GGOR-systematiek is achtergrondverlaging niet meer aan de orde en deze systematiek is dus de te volgen werkwijze;

- Administratieve oorzaken van achtergrondverlaging dienen te worden opgeheven (voor zover ze nog relevant zijn);
- Volkomen metingen bestaan niet maar bij de waarnemingen van grondwaterstanden, bij aanwezigheid van een ondiep voorkomende slecht doorlatende laag, dient (ook) een filter boven deze laag te zijn gesteld;
- Volkomen modellen bestaan niet² maar modelleurs van grondwaterstroming dienen zich bewust te zijn van het niet-lineaire karakter van grondwatersystemen en de mogelijke gevolgen daarvan voor het kalibratie- en verificatieproces en voor de modelvoorspellingen. Daarbij dient men niet alleen stijghoogtes en grondwaterstanden mee te nemen, maar ook de waterbalanstermen. Zie ook Heijkers en Van Bakel (2016).

In de discussie op de NHV-dag over Historische hydrologie was de overgrote meerderheid van de aanwezigen het eens met het voorstel om de term achtergrondverlaging in de toekomst niet meer te gebruiken en voor onverklaarbare veranderingen van stijghoogtes en grondwaterstanden de term 'onzekerheid' te gebruiken. Waarvan akte.

'Achtergrondverlaging': a historical hydrological phenomenon having no future

'Achtergrondverlaging' is a term often used in the Netherlands for the inexplicable part of a lowering of hydraulic heads and groundwater levels that have occurred since 1950. This phenomenon creates unwanted degrees of freedom to quantify the effects of defined human interventions in the hydrological system. In the report of the working group 'Achtergrondverlaging' the causes of this phenomenon are described. Based on a literature research, the physical causes are identified and quantified. The procedural causes have been described and are avoidable in future studies or, as far as they are caused by imperfect measuring (because perfectness in this respect is unreachable), will be addressed as 'uncertainty'.

2 "Good models don't exist. Instead of looking for the "best" model, we should aim at developing better models." Huub Savenije (2009).

Literatuur

Buma, J.T. en H. Bootsma (2017) Onderzoek naar fluctuaties in de grondwaterstand in relatie tot gebouwschade. Deltares-rapport 1210834-002-BGS-003.

Erkens, G., P. de Louw, H. Bootsma, J. Stafleu, J. van den Akker en H. Kooi (2018) Huidig en toekomstig opbarstrisico in de provincie Zuid-Holland. Deltares-rapport 11200024-000.

Heijkers, J. en J. van Bakel (2016) Modelling Contest Hupsel: Hollende paarden of toch Triomf der data? In: Stromingen 25 (2016) nummer 1.

Keve, G. (1992) Revitalization of the Gelderse Poort floodplain area. Afstudeerscriptie Landbouwuniversiteit Wageningen.

Van Bakel, J. , H. Staarink, J. Huinink. M. Arts, J. Schaap en B. Worm (2015) Hoe robuust is ons hydrologisch systeem (2)? Hydrologische effecten van klimaatverandering en toenemende grondwateronttrekking als gevolg van extra beregening op het grondwatersysteem in Oost-Nederland. In: Stromingen 24 (2015) nummer 4.

Van Bakel, J. en J-P. Witte (2017) Achtergrondverlaging verleden tijd? Samenvatting van het rapport van de werkgroep Achtergrondverlaging: 'Zicht op achtergrondverlaging'. In: Stromingen 16 (2017) nummer 1.

Van der Gaast, J.W.J. (2012) Numerieke verdroging en schadeonderzoek voor grondwateronttrekkingen. In: Stromingen 18 (2012) nummer 1.

Visser, W.C. (1958) De waterhuishouding van Nederland. Commissie Onderzoek Waterhuishouding van Nederland (COLN).

Werkgroep Achtergrondverlaging (2017) Zicht op achtergrondverlaging. Nederlandse Hydrologische Vereniging.

Witte, J.P.M., Zaadnoordijk, W.J., Cirkel, D.G., Leunk, I. en H.F.M. Aarts (2015) Grondwateraanvulling en achtergrondverlaging in de provincie Noord-Brabant. KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein.