
Numerieke verdroging en schadeonderzoek voor grondwateronttrekkingen

Jaco van der Gaast

Bij het bepalen van de landbouwkundige schade als gevolg van een grondwateronttrekking wordt in toenemende mate gebruik gemaakt van grondwaterstromingsmodellen. Ze worden gebruikt om zowel het door een grondwateronttrekking beïnvloede gebied als de verlaging door die grondwateronttrekking te bepalen. Deze modellen zijn echter veelal onderhevig aan numerieke verdroging, waardoor onjuiste en misleidende informatie kan worden gegenereerd. In dit artikel worden een aantal relevante aspecten met betrekking tot het gebruik van numerieke modellen en berekeningsmethoden bij het bepalen van landbouwkundige schade op perceelsniveau nader toegelicht.

Inleiding

Het onttrekken van water aan de bodem (bijvoorbeeld drinkwaterwinning, industriële onttrekking en bronbemaling) veroorzaakt een verlaging van de grondwaterstand. Deze verlaging kan schade veroorzaken aan onder andere landbouwgewassen, bossen, natuur en gebouwen. Daarnaast kan schade ontstaan doordat veedrenking wordt beperkt. Zowel de Grondwaterwet als de nieuwe Waterwet schrijft voor dat de schade als gevolg van een grondwateronttrekking of infiltratie door de vergunninghouder (veroorzaker van de schade) moet worden ondervangen of vergoed. Het vaststellen van de oorzaak en de grootte van de schade is meestal erg gecompliceerd en tijdrovend, en vraagt specifieke deskundigheid. Daarom biedt zowel de Grondwaterwet als de nieuwe Waterwet de mogelijkheid om een onderzoek te laten verrichten. Een verzoek om een onderzoek moet worden ingediend bij de Gedeputeerde Staten van de desbetreffende provincie. De nieuwe Waterwet kent, in tegenstelling tot zoals dat in de Grondwaterwet het geval was, geen verplichting tot het inschakelen van een commissie van deskundigen voor de beoordeling van een schadevordering. De gezamenlijke provincies hebben echter besloten om onderzoek te laten uitvoeren door één landelijk opererende commissie. Deze commissie kan worden beschouwd als een commissie die de Commissie van Deskundigen Grondwaterwet (CDG) zal opvolgen (CDG 2010).

Allereerst wordt een hydrologisch onderzoek uitgevoerd. Hiermee wordt inzicht verkregen in het verloop van de grondwaterstand met en zonder de invloed van een grondwateronttrekking. Het verschil tussen beide situaties geeft de verandering van de grondwaterstand als gevolg van de grondwateronttrekking aan. Hierbij wordt ook rekening gehouden met andere factoren die de grondwaterstand beïnvloeden,

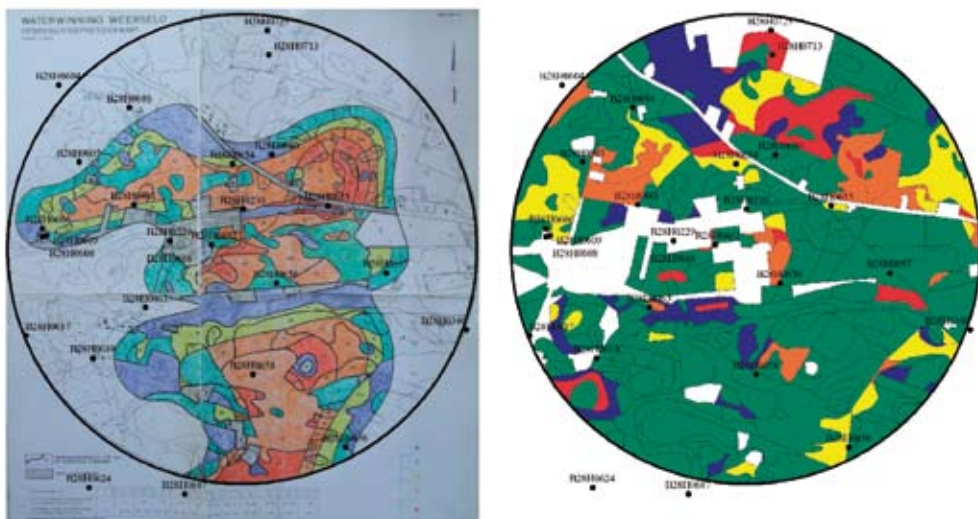
zoals andere grondwateronttrekkingen of infiltraties, weersomstandigheden, waterbeheersingswerken, beregening en achtergrondverdroging. Om de invloeden te kwantificeren wordt doorgaans gebruik gemaakt van modelberekeningen, analyse van grondwaterstandsgegevens en bodemkundige- en waterhuishoudkundige karteringen. In de loop der tijd is de CDG in toenemende mate gebruik gaan maken van geo-hydrologische modellen. De CDG is van mening dat - mits getoetst op onafhankelijkheid, betrouwbaarheid en geschiktheid - veel van deze modellen bruikbaar lijken voor de Commissie en dat door het gebruik van modellen de (grond)waterhuishouding steeds beter in beeld komt (jaarverslag CDG 2005).

Uit recent onderzoek is echter gebleken dat de grondwaterstand of de hiervan afgeleide Grondwatertrapinformatie (Gt) als gevolg van verkeerde meet- en/of rekentechnieken niet altijd juist wordt geschat. Hierdoor kunnen methoden die gebruikt worden bij het bepalen van de schade als gevolg van een waterwinning onderhevig zijn aan numerieke verdroging, hetgeen onjuiste en misleidende informatie tot gevolg heeft. In dit artikel wordt aan de hand van een voorbeeldgebied nader ingegaan op een aantal relevante aspecten bij het gebruik van peilbuisinformatie, numerieke modellen en berekeningsmethoden.

Het voorbeeldgebied betreft een grondwateronttrekking nabij Weerselo, provincie Overijssel. Voor het gebied is in 1972 een schaderegeling afgesloten. Hiertoe heeft de Commissie Grondwaterwet Waterleidingbedrijven (CoGroWa), voorganger van de CDG, in 1972 een onderzoek naar de verdrogingschade aan grasland in het waterwingebied Weerselo afgerond. In het kader van dit onderzoek is onder meer de opbrengstdepressie als gevolg van de grondwateronttrekking bepaald (Afbeelding 1, links). In oktober 2010 ontving de commissie van Gedeputeerde Staten van Overijssel een verzoek om onderzoek met betrekking tot een nieuwe schaderegeling voor het gebied rond het pompstation Weerselo (Lemselo) van de Waterleiding Maatschappij Overijssel NV (WMO). Het verzoek is – mede namens de belanghebbende agrariërs in het gebied - ingediend door de werkgroep water van de Gewestelijke Land- en Tuinbouw Organisatie (GLTO) Weerselo. De commissie heeft zich op de problematiek georiënteerd. In het gebied en aan de grondwateronttrekking hebben geen noemenswaardige veranderingen plaatsgevonden. Het verzoek betreft in feite een herziening van de bestaande schaderegeling die per 1 januari 2001 door de WMO is opgezegd, omdat een aantal uitgangspunten die aan deze regeling ten grondslag ligt naar haar mening niet meer met de werkelijke situatie overeenstemmen (jaarverslag CDG, 2001). Ten aanzien van de optredende verlagingen zijn nieuwe inzichten beschikbaar gekomen uit een modelstudie. Met het model zijn op verzoek van de commissie nog specifiekere berekeningen uitgevoerd. Berekend zijn de grondwaterkarakteristieken (GHG en GLG), alsmede de verlagingen in beide situaties (jaarverslag CDG 2003/4). De CDG heeft in 2010 de regeling herzien. In het kader van deze herziening is onder meer de opbrengstdepressie als gevolg van de grondwateronttrekking bepaald (Afbeelding 1, rechts).

Als de berekende opbrengstverandering zoals bepaald in 1972 en 2010 naast elkaar worden gezet is te zien dat de verschillen aanzienlijk kunnen oplopen (Afbeelding 1). Uit het voorgaande blijkt dat deze verschillen niet zozeer het gevolg zijn van feitelijke veranderingen in de hydrologische omstandigheden, maar een gevolg zijn van verschillen in inzicht. Aangezien de verschillen in de berekende opbrengstverandering van invloed zijn op het door de CDG toegekende schadebedrag is een nadere verklaring

van de verschillen in de berekende opbrengstverandering door de grondwateronttrekking op zijn plaats. In dit artikel wordt nader ingegaan op de mogelijke invloed van aspecten die te maken hebben met numerieke verdroging.



Afbeelding 1: Berekende opbrengstverandering als gevolg van een grondwateronttrekking nabij Weerselo (COGROWA onderzoek 1972 links, CDG onderzoek 2010 rechts).

Numerieke verdroging

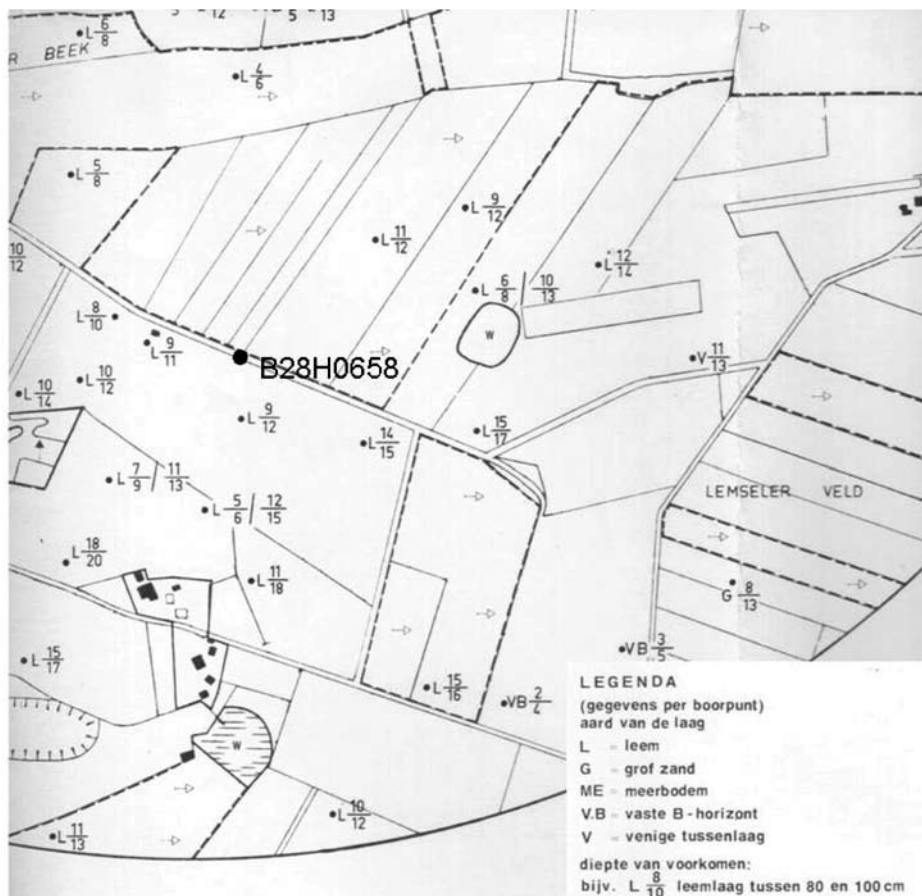
Numerieke verdroging is gedefinieerd als een onjuiste inschatting (meestal te droog) van de grondwaterstand als gevolg van verkeerde meet- en/of rekentechnieken die direct of indirect als gevolg van numerieke methoden zijn geïntroduceerd. Het kan hierbij onder meer gaan om het onjuist interpreteren van meetgegevens, het berekenen van grondwaterstanden met (statistische) modellen of het berekenen van grondwaterkarakteristieken. De term numeriek is ingegeven door de aanleiding: het gebruik van numerieke of digitale computermodellen heeft namelijk tot gevolg gehad dat we, om te voorkomen dat peilbuizen droogvallen, deze steeds dieper zijn gaan plaatsen. Voor een numeriek computermodel is het namelijk niet praktisch dat perioden voorkomen waarin gegevens ontbreken. Daarnaast heeft het gebruik van modellen tot gevolg dat we gedwongen zijn de complexe werkelijkheid te vereenvoudigen in relatief eenvoudige rekenregels. Hierbij is ook de bodemkundige gesteldheid geschematiseerd in een beperkt aantal bodemprofielen waaraan gemiddelde bodemkarakteristieken worden toegekend. Dit vereenvoudigde beeld van de werkelijkheid heeft tot gevolg gehad dat we in de veronderstelling waren dat we peilbuizen, zonder dat dit wetenschappelijk onderbouwd was, dieper konden plaatsen. De relatief ondiep voorkomende weerstand in de bodem door bijvoorbeeld leemlaagjes hebben we, mede doordat deze in de computermodellen niet zijn opgenomen, over het hoofd gezien. De term verdroging is gehanteerd aangezien de grondwaterstand in veel gevallen te laag wordt geschat. Daarnaast kan worden opgemerkt dat er voor zowel landbouw als natuur gebruik wordt gemaakt van de term achtergrondverdroging. Op deze achtergrondverdroging wordt later in dit artikel nader ingegaan.

Meetgegevens

Het freatisch vlak is het grondwaterniveau waar beneden alle grondporiën met water gevuld zijn en de waterdruk gelijk is aan de atmosferische druk. Dit bovenste grondwaterniveau is van belang voor de vegetatie en wordt in dit artikel verder grondwaterstand genoemd. De grondwaterstand wordt gemeten in peilbuizen. Een peilbuis is een buis met een geperforeerd deel, die in de bodem wordt geplaatst om het niveau van het grondwater gedurende langere tijd te kunnen meten. Een peilbuis is in veel gevallen gemaakt van plastic (PVC) en heeft een diameter van circa 2,5 cm. Het geperforeerde gedeelte aan de onderzijde van de buis wordt ook wel het filterdeel genoemd en is in de regel 0,5 of 1 meter lang. Recent onderzoek heeft aangetoond dat het filterdeel van peilbuizen veelal te diep is geplaatst om de grondwaterstand correct te kunnen meten (van der Gaast e.a., 2006). Vooral in natte perioden heeft dit tot gevolg dat de gemeten waterstand lager is dan de werkelijke grondwaterstand. Indien een peilfilter diep is geplaatst zal de druk en de hiermee samenhangende stroming die door het overtollige neerslagwater wordt veroorzaakt via de bodem naar het lager gelegen niveau van het filter moeten worden doorgegeven. Door gelaagdheid en het voorkomen van bijvoorbeeld lemlagen in de ondiepe ondergrond zal er op veel plaatsen weerstand zijn tegen deze neerwaartse stroming. Hierdoor is de gemeten waterstand in de peilbuis vooral in natte perioden veelal lager dan de werkelijke grondwaterstand. Dit heeft tot gevolg dat we, zoals ook aangegeven in de internationale literatuur, te maken kunnen hebben met onjuiste misleidende informatie (Nielsen en Schalla, 2006; van der Gaast e.a., 2009). Recentelijk zijn in de buurt van Weerselo op korte afstand van een bestaande peilbuis, die binnen het invloedsgebied van een waterwinning ligt, metingen uitgevoerd waarbij gebruik is gemaakt van meerdere peilbuizen op verschillende dieptes (van den Akker e.a., 2009; van der Gaast e.a., 2009). Uit deze metingen is gebleken dat de bestaande peilbuis de grondwaterstand te diep en derhalve niet juist weergeeft. Deze onjuiste weergave van de grondwaterstand wordt op deze locatie veroorzaakt door één of meerdere lemlagen, die de neerwaartse stroming van het grondwater belemmeren.

In het gebied rond het pompstation nabij Weerselo zijn in het begin van de jaren 70 van de vorige eeuw onderzoeken ingesteld naar de bodemgesteldheid. Het doel van deze onderzoeken was na te gaan wat de eventuele gevolgen voor de landbouw zouden zijn, indien water onttrokken zou worden aan de bovenste bodemlagen. Het betreft een onderzoek naar de bodemgesteldheid van het waterwingebied Weerselo (Bles en Steeghs, 1971) en de uitbreiding waterwingebied Weerselo (van het Loo en van Holst, 1974). In deze onderzoeken zijn naast de bodemgesteldheid en grondwatersituatie ook afwijkende lagen in kaart gebracht. Op deze afwijkende lagenkaart zijn meerdere binnen 200 cm beneden maaiveld aangetroffen bijzondere lagen aangegeven. Doordat de afwijkende lagen qua begindiepte en dikte sterke verschillen vertonen en soms zeer plaatselijk voorkomen, is de aanwezigheid per boorpunt aangegeven. Daarbij is tevens de aard van de afwijkende laag en de begin- en einddiepte genoteerd. De afwijkende lagen hebben betrekking op lagen zoals leem (meer dan 50% leem) en venige tussenlagen die storend kunnen werken (Bles en Steeghs, 1971). Een uitsnede van de kaart met de locatie van een peilbuis is ter illustratie in afbeelding 2 weergegeven. Uit de kartering komt naar voren dat lemlagen in bijna het gehele gebied voorkomen en deze op korte afstand sterk wisselen in dikte en diepte. Boven de zone die permanent met

water is verzadigd, is deze laag vaak sterk roestig, hetgeen kan wijzen op de stagnerende invloed op de waterbeweging (Bles en Steeghs, 1971). Ook uit de recente metingen onder en boven deze laag komt naar voren dat de leemlagen stagnerend werken (van den Akker e.a., 2009; van der Gaast e.a., 2009).



Afbeelding 2: Uitsnede van de afwijkende lagenkaart waarop het voorkomen, de diepte en de dikte van bijzondere lagen per boorpunten met een boordiepte tot 2 meter zijn weergegeven.

Modellering

Bij het modelleren van de grondwaterstroming wordt vaak gebruik gemaakt van peilbuisgegevens om modellen op te ijken of modellen mee te toetsen. Hierbij is het van belang gebruik te maken van de juiste informatie. Een veel voorkomend probleem is echter dat verondersteld wordt dat peilbuizen de grondwaterstand weergeven terwijl deze in werkelijkheid te diep zijn geplaatst. Dit heeft tot gevolg dat voor een deel van de gegevens onbedoeld gebruik wordt gemaakt van peilbuisinformatie die de grondwaterstandsituatie veelal te droog weergeeft. Bij de waterwinning te Weerselo is zowel voor de ijking van het model (Minnema en Snepvangers, 2004) als voor de toetsing (CDG, 2010) gebruik gemaakt van peilbuisgegevens. Aangezien er voor

het waterwingebied te Weerselo een afwijkende lagenkaart beschikbaar is kan worden bekeken in hoeverre de bij de toetsing gebruikte peilbuizen onder ondiep voorkomende leemlagen zijn gesitueerd (tabel 1). Uit deze tabel blijkt dat het filter van nagenoeg alle peilbuizen die gebruikt zijn voor de toetsing dieper is dan 2 meter en, gezien het voorkomen van leemlagen in de omgeving van de peilbuizen, de meeste peilbuizen naar alle waarschijnlijkheid onder of in een leemlaag zijn geplaatst. Derhalve kan worden geconcludeerd dat, in tegenstelling tot hetgeen verondersteld is, de toetsing op veel peilbuislocaties geen betrekking heeft op het voor de vegetatie van betekenis zijnde bovenste grondwater.

Bij het bepalen van schade als gevolg van een grondwaterwinning kan men in eerste instantie geneigd zijn te denken dat de veelal te laag gemeten grondwaterstanden tot gevolg hebben dat de berekende schade groter is dan de werkelijke schade. Er zijn echter een aantal aspecten die anders uit kunnen pakken. Deze aspecten rond numerieke verdroging worden hierna nader toegelicht.

Peilbuis	Hoogte maaiveld (cm + NAP)	Bovenkant filter (cm - maaiveld)	Onderkant filter (cm - maaiveld)
B28H0340	2370	1110	1310
B28H0456	2360	1090	1190
B28H0461	2055	805	1005
B28H0462	2030	800	1000
B28H0463	1970	700	900
B28H0604	1875	225	325
B28H0609	1975	325	425
B28H0617	1983	193	293
B28H0619	2152	207	257
B28H0624	2276	211	311
B28H0654	2084	240	340
B28H0655	2119	117	217
B28H0656	2169	229	329
B28H0657	2241	356	456
B28H0658	2204	240	340
B28H0687	2314	271	371
B28H0690	1945	210	310

Tabel 1: Filterdiepte van de peilbuizen die gebruikt zijn bij de toetsing.

Effect op de grondwatermodellering

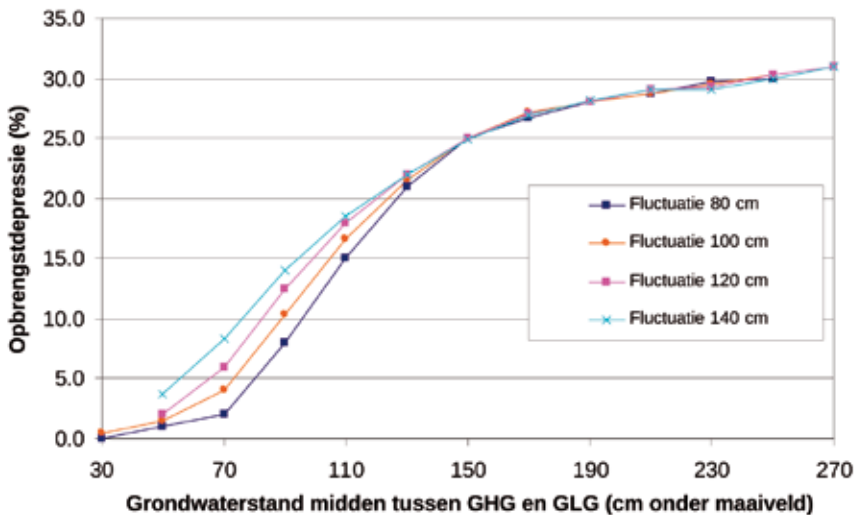
Het ijken van een grondwaterstromingsmodel op grondwaterstandsgegevens die de situatie op een aantal locaties niet juist weergeven heeft gevolgen voor de modellering. De veelal te droge situatie kan alleen worden gemodelleerd indien het overtollige neerslagwater gemakkelijk en snel weg kan. In de meeste modellen zal dit tot gevolg hebben dat de interactie tussen grond- en oppervlaktewater in het model te gemakkelijk kan plaatsvinden (van der Gaast e.a., 2008). Dit aspect wordt versterkt

indien ondiep voorkomende leemlagen zoals in Weerselo niet of onvoldoende in modellen worden meegenomen. Daarnaast dient te worden opgemerkt dat in regionale en landsdekkende modellen de bodem momenteel wordt gemodelleerd op basis van 21 standaard bodemprofielen. Aan deze 21 standaard profielen worden gemiddelde bodemvocht- en doorlatendheidskarakteristieken gekoppeld. Met deze sterke vereenvoudiging van de bodemkundige gesteldheid kunnen veel situaties niet worden gesimuleerd. Zowel het ijken van modellen op gedeeltelijk onjuiste grondwaterstandsgegevens als het gebruik van sterk vereenvoudigde bodemkundige informatie heeft afvlakking tot gevolg. Deze afvlakking zal in modelresultaten tot uiting komen in de vorm van een te geringe fluctuatie van de grondwaterstand.

Om de gevolgen van deze afvlakking te illustreren is voor een veel voorkomende bodem in het waterwingebied (code: C 25 3) de opbrengstdepressie voor verschillende fluctuaties berekend (Afbeelding 3). Voor de berekening van de opbrengstverandering als gevolg van een grondwaterwinning wordt gebruik gemaakt van de zogenaamde TCGB-tabellen (Bouwmans, 1990). Deze tabellen geven voor een reeks van 52 standaard-bodemprofielen de opbrengstdepressie van gras weer als gevolg van vochttekort en wateroverlast bij verschillende grondwaterstandsverlopen. Voor het grondwaterstandsverloop wordt gebruik gemaakt van de gemiddelde grondwaterstand aan het begin van het groeiseizoen (Gemiddelde Voorjaars Grondwaterstand (GVG) op 1 april) en de Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG).

In het voorbeeld (Afbeelding 3) is er van uitgegaan dat de gemiddelde grondwaterstand correct is gemodelleerd. Uit de afbeelding komt naar voren dat de berekende opbrengstdepressie bij een geringe fluctuatie altijd lager uitkomt. De mate waarin deze lager uitkomt is afhankelijk van de grondwaterstandssituatie. Bij relatief ondiepe grondwaterstanden is de opbrengstdepressie door vochttekort gering en weinig afhankelijk van de fluctuatie. Naarmate de grondwaterstand lager wordt neemt de opbrengstdepressie als gevolg van vochttekort toe. Ook de fluctuatie is in dit middentraject van de grondwaterstand van groot belang.

Bij verdere toename van de grondwaterstandsdiepte gaan de depressiecurven naar elkaar toe (convergeren) en vallen vervolgens samen. Er is dan hoofdzakelijk sprake van een hangwaterprofiel. De depressiecurve laat vervolgens een geringe stijging zien als gevolg van een zeer geringe capillaire nalevering vanuit het grondwater. Indien bij de modelberekeningen de gemiddelde grondwaterstand niet correct is gemodelleerd maar het model bijvoorbeeld systematisch te droog is zal de berekende schade hoger uitkomen. Indien het model geen systematische verschillen heeft kan niet op voorhand worden aangegeven of de berekende schade systematisch te hoog of te laag uit zal komen. Het voert te ver om de vergelijking tussen de berekende schade voor en na de winning in alle mogelijke situaties te belichten. Indien voor zowel de situatie met als zonder de invloed van een grondwateronttrekking gebruik wordt gemaakt van afgevlakte grondwaterstandsinformatie zal het toegekende schadebedrag in de meeste gevallen enigzins hoger uitkomen.

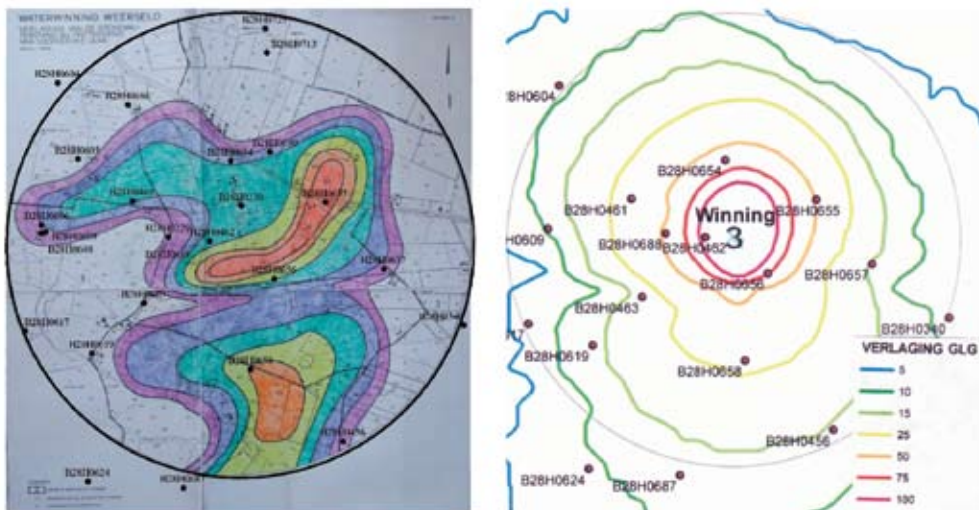


Afbeelding 3: Relatie tussen de gemiddelde grondwaterstand (midden tussen de GHG en GLG) en de opbrengstdepressie voor verschillende fluctuaties.

Berekende verlaging

Het onvoldoende meenemen van ondiep voorkomende weerstandsbiedende lagen heeft tot gevolg dat de berekende verlaging van de grondwaterstand nabij de winlocatie te groot is en het gebied waarbinnen verlaging plaatsvindt te klein is. Indien er weerstandsbiedende lagen aanwezig zijn zullen deze namelijk tot gevolg hebben dat de grondwaterstandsverlaging geringer is, de verlaging in een groter gebied plaatsvindt en de grondwaterstandsverlaging zich pas na enige tijd zal stabiliseren. Deze weerstandsbiedende lagen zijn zelden gelijkmatig met betrekking tot zowel de diepte als dikte in een gebied verspreid. Dit heeft tot gevolg dat ook de weerstand niet gelijkmatig over het gebied is verdeeld. Afhankelijk van de geohydrologische opbouw van de ondergrond kan dit zelfs tot gevolg hebben dat de maximale grondwaterstandsverlaging niet ter plaatse van de winning maar op enige afstand op een locatie waar de weerstand van de weerstandsbiedende (leem)lagen relatief gering is plaatsvinden. Het pakket waaruit onttrokken wordt kan immers via 'zwakke' plekken in de er boven gelegen weerstandsbiedende (leem)lagen gemakkelijker worden gevoed dan via (leem)lagen die veel weerstand hebben. In een onderzoek naar de verdrogings schade in het waterwingebied Weerselo uit 1972 is geconstateerd dat de gevonden verlaging geen regelmatige relatie met de afstand vanaf het centrum van de wateronttrekking, vertoont (Cogrowa, 1972). De toentertijd gemaakte kaart met verlaginglijnen geeft de grootste verlaging ten zuiden en oosten van het centrum van de wateronttrekking (Afbeelding 4). Zonder nadere informatie over de verbreiding, dikte en weerstand van de relatief ondiep voorkomende weerstandsbiedende lagen is op voorhand niet aan te geven of het onvoldoende meenemen van de ruimtelijke variatie van de weerstand van deze lagen de berekende schade op een locatie verhogen of verlagen. Indien de verlaging als gevolg van de grondwaterwinning die bepaald is in 1972 en 2010 naast elkaar worden gezet kunnen we de verschillen beoordelen (Afbeelding 4).

Uit vergelijking van de twee komt naar voren dat de verschillen aanzienlijk kunnen zijn. Nabij het centrum van de winlocatie kunnen de verschillen oplopen tot circa 70 cm. Ook op basis van grondwatertrapinformatie kan worden geconcludeerd dat de berekende verlagings rond de winlocatie niet plausibel is. Uit vergelijking komt tevens naar voren dat de invloed van de Lemselerbeek op de verlagings tussen beide bepalingmethoden verschilt.



Afbeelding 4: Grondwaterstandsverlagings als gevolg van de grondwateronttrekking nabij Weerselo (COGROWA 1972 links, CDG 2010 Rechts).

Ondiep voorkomende weerstandsbiedende lagen hebben ook tot gevolg dat het effect van een waterwinning in de natte winterperiode anders uit kan werken dan in de droge zomerperiode. In de droge zomerperioden kan een gedeelte van de weerstand namelijk wegvallen doordat het grondwater zich onder een gedeelte van de ondiep voorkomende weerstandsbiedende lagen kan bevinden. Hierdoor is de weerstand veelal variabel in de tijd, hetgeen in modellen vaak niet wordt meegenomen. Hierdoor wordt de verlagings van de GHG veelal overschat. Bij schadeberekeningen wordt de door de waterwinning veroorzaakte droogteschade (gedeeltelijk) gecorrigeerd voor de vermindering van de natschade. Door de overschatting van de GHG verlagings wordt ook de vermindering van de natschade overschat. Door deze verminderde natschade af te trekken van de droogteschade kan de schadevergoeding systematisch te laag uitkomen. Voor het waterwingebied nabij Weerselo heeft de CDG het positieve effect van de vermindering van de natschade slechts voor 10% in mindering gebracht, waardoor dit aspect in dit voorbeeldgebied gunstig is voor het toegekende schadebedrag.

Achtergrondverdroging

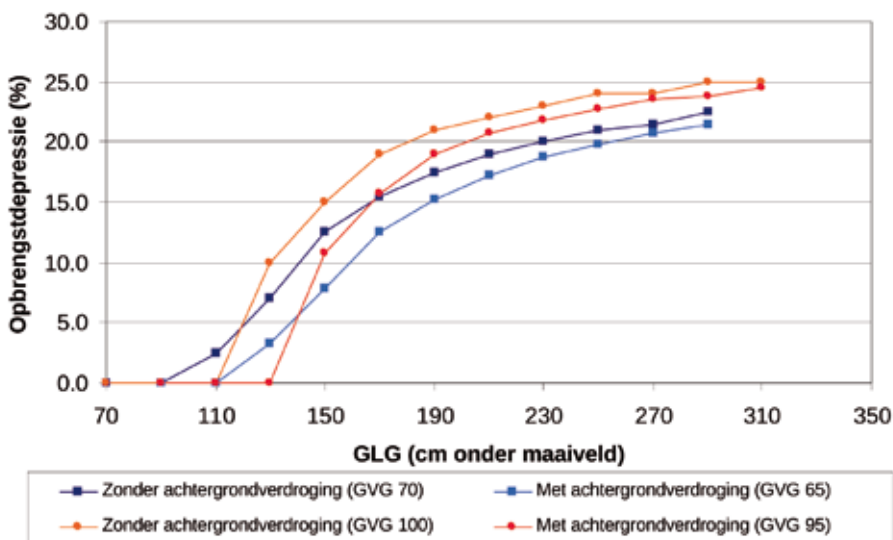
Bij het bepalen van de schade als gevolg van een grondwaterwinning wordt er van uitgegaan dat de grondwaterstandsvaling gedeeltelijk is veroorzaakt door andere invloeden. Deze achtergrondverdroging kan, afhankelijk van de locatie, onder andere veroorzaakt zijn door waterhuishoudkundige maatregelen, beregening, de effecten van verstedelijking (toename van het verhard oppervlak) en toegenomen verdamping van landbouw-

gewassen of door bebossing. Deze veranderingen veroorzaken een verminderde voeding van het grondwater. In het verleden zijn er echter ook ontwikkelingen geweest die tot gevolg hadden dat de voeding van het grondwater is toegenomen. Om grond geschikt te maken voor de landbouw zijn storende lagen door middel van diepe grondbewerking 'gebroken' waardoor de grondwateraanvulling is toegenomen. Ook de neerslag is in de loop van de afgelopen anderhalve eeuw toegenomen van gemiddeld circa 700 naar 800 mm/jaar (van der Gaast e.a., 2009). De bovenstaande veranderingen die van invloed zijn op de grondwateraanvulling kunnen worden onderverdeeld in abrupte, geleidelijke en incidentele veranderingen. In het waterwingebied Weerselo hebben gedurende de winning geen abrupte veranderingen zoals waterhuishoudkundige maatregelen of grondverbeteringen van betekenis plaatsgevonden. Ook de toename van verharding en bebossing, welke een geleidelijke daling van de grondwaterstand kunnen veroorzaken spelen in het waterwingebied geen rol van betekenis. Uit een waterbalansstudie voor het stroomgebied van de Oude IJssel voor de periode 1955-1990 blijkt dat er geen stijgende of dalende trend van de jaarlijkse gewasverdamping aanwezig is (van Leeuwen, 1991). Uitgaande van het feit dat in het balansgebied slechts geringe vochttekorten zijn opgetreden wordt in deze studie tevens aangegeven dat in vergelijkbare gebieden de gewasverdamping waarschijnlijk eveneens niet is toegenomen. Berekening is een gebiedsafhankelijke in meer of mindere mate incidentele oorzaak van grondwaterstands-daling. Ook berekening speelt in het waterwingebied Weerselo geen rol van betekenis.

De achtergrondverdroging is gebaseerd op peilbuisgegevens in het eerste water-voerende pakket die in veel, maar niet alle, gevallen een daling van de grondwaterstand laten zien. De achtergrondverdroging is bepaald op basis van statistische modellering van tijdreeksen. Hiervoor zijn lineaire modellen opgesteld tussen de grondwaterstijg-hoogte en het neerslagoverschot (neerslag minus potentiële verdamping). Hierbij wordt ervan uitgegaan dat gemeten grondwaterstanden kunnen worden gecorrigeerd voor de invloeden van het klimaat (Rolf, 1989). Uit nader onderzoek is echter gebleken dat het moeilijk is een klimaatsrepresentatieve GHG en GLG te voorspellen met behulp van lineaire tijdreeksmodellen (van der Gaast en Massop, 2005). Daarnaast is gebleken dat de GLG bij het gebruik van tijdreeksanalyse structureel lager uit kan komen dan bij het gebruik van meetgegevens (van der Gaast en Massop, 2005). De achtergrondverdroging is bepaald aan de hand van peilbuisgegevens in het eerste watervoerende pakket. De effecten van verdroging vinden echter plaats op het niveau van de grondwaterstand. Daarnaast blijkt de achtergrondverdroging in de meeste gevallen te zijn begonnen eind 50er begin 60er jaren van de vorige eeuw en is de daling in het natte seizoen mogelijk groter dan in het droge seizoen (Rolf, 1989). Bij de bepaling van de achtergrond-verdroging is er voor gekozen meetpunten te selecteren die representatief zijn voor veranderingen in de grondwaterstand voor een ruime omgeving. Daarom zijn juist dieper gesitueerde meetpunten in het eerste watervoerende pakket gekozen (Rolf, 1989). De berekende achtergrondverdroging heeft dus vaak geen betrekking op de grondwaterstand die van belang is voor de vegetatie, hetgeen Rolf (1989) ook aangeeft. Gezien de gehanteerde onderzoeksmethode bij de bepaling van de achtergrond-verdroging is het de vraag of deze op de juiste wijze is bepaald en in welke mate deze dient te worden meegenomen bij schadeberekeningen.

Indien gebruik wordt gemaakt van een model om de verlaging als gevolg van een grondwaterwinning te berekenen kan het verdisconteren van een achtergrondverdroging

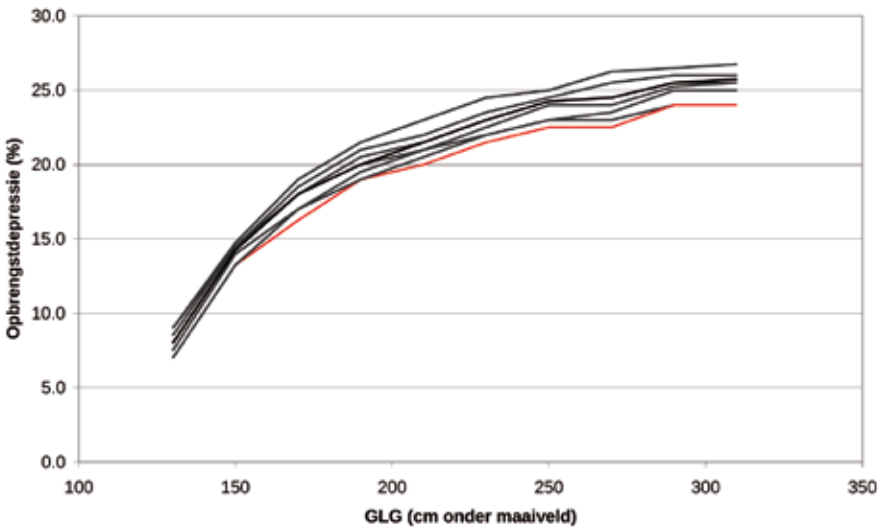
expliciet worden meegenomen. De grondwaterstands daling is immers uitgerekend met een model waarin de grondwaterwinning is meegenomen. Naast de grondwaterwinning kunnen andere invloeden bij de modellering worden meegenomen. Hierdoor kan naast het effect van een onttrekking het effect van de achtergrondverdroging worden uitgerekend. Het is echter opmerkelijk dat de achtergrondverdroging in het grondwaterwingebied te Weerselo ruimtelijk gezien bijna uniform is en deze onder natte omstandigheden kleiner is dan onder droge omstandigheden. Voor het waterwingebied Weerselo wordt gebruik gemaakt van een achtergrondverdroging van 5 cm voor de GHG en GVG en 15 cm voor de GLG. Tijdens de uitbreidingskartering welke in 1973 is uitgevoerd, is de GLG via metingen in tijdelijke buizen op een groot aantal locaties vastgesteld. Recentelijk is in 2007 een zogenaamde raaienkartering uitgevoerd. Uit nadere analyse blijkt dat enkele locaties in beide studies zijn bezocht. Indien de GLG uit beide studies voor deze locaties wordt vergeleken blijkt het verschil zeer gering te zijn. Hieruit blijkt dat de GLG zich na de winning, die in 1966 is gestart, in ieder geval sinds 1973 heeft gestabiliseerd. Hieruit blijkt tevens dat een geleidelijke daling in de vorm van een achtergrondverdroging niet plausibel is. Alleen ingrepen die tussen 1966 en 1973 hebben plaatsgevonden zouden naast de winning een oorzaak kunnen zijn voor een grondwaterstands daling. Aangezien in deze periode geen noemenswaardige ingrepen hebben plaatsgevonden is het de vraag of het juist is om rekening te houden met een achtergrondverdroging bij de schadeberekening. Indien gebruik wordt gemaakt van achtergrondverdroging heeft dit tot gevolg dat de berekende opbrengstdepressie lager uitkomt. Om dit te illustreren is voor een veel voorkomende bodem in het waterwingebied de opbrengstdepressie zonder en met het hanteren van een achtergrondverdroging weergegeven (Afbeelding 5). Hiervoor is uitgegaan van een GVG van 70 en 100 cm en een achtergrondverdroging van 5 cm voor de GVG en 15 cm voor de GLG. Uit de afbeelding komt naar voren dat de berekende opbrengstdepressie indien gebruik wordt gemaakt van een achtergrondverdroging altijd lager uitkomt. De mate waarin deze lager uitkomt is afhankelijk van de grondwaterstands situatie.



Afbeelding 5: Relatie tussen de GLG en de opbrengstdepressie uitgaande van een GVG van 70 en 100 cm voor een situatie met en zonder het hanteren van een achtergrondverdroging.

Bepaling van de GVG

De gemiddelde voorjaars grondwaterstand (GVG) wordt door middel van een formule bepaald uit de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) en de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG). In de loop der tijd zijn er 8 verschillende formules gegenereerd. Uit recent onderzoek is gebleken dat deze verschillende formules een grote verscheidenheid in de berekende GVG laten zien (van der Gaast e.a., 2009). Aangezien het vochttekort mede afhankelijk is van de GVG zijn de verschillen in de berekende GVG van invloed op de berekende opbrengstdepressie. Ter illustratie is in afbeelding 6 het verloop van de opbrengstdepressie uitgaande van de 8 beschikbare formules om de GVG te berekenen voor een podzolgrond met een Gt VI (GHG = 60 cm) weergegeven. Uit de afbeelding komt naar voren dat verschillen in de berekende opbrengstdepressie alleen al door het hanteren van een andere formule op kan lopen tot enkele procenten. De rode lijn in de afbeelding is de formule die in het schadeonderzoek te Weerselo is gebruikt. Deze formule geeft de grootste afwijking voor de GVG en een hiermee samenhangende systematisch te lage opbrengstdepressie. Indien voor zowel de situatie met als zonder de invloed van een grondwateronttrekking gebruik wordt gemaakt van dezelfde formule om de GVG te berekenen kan de toegekende schade in geringe mate zowel te hoog als te laag uitkomen.



Afbeelding 6: Relatie tussen de GLG en de opbrengstdepressie voor een Gt VI uitgaande van een GHG van 60 cm voor 8 verschillende formules om de GVG te berekenen.

Conclusie

Numerieke verdroging kan via verschillende wegen van invloed zijn op de berekende schade. Een onjuiste inschatting van de grondwaterstand kan, indien gekeken wordt naar systematische verschillen, worden onderverdeeld in de volgende oorzaken:

- Het gebruik van grondwaterstromingsmodellen waarin de bodemgesteldheid onvoldoende wordt meegenomen heeft tot gevolg dat de berekende grondwaterstandsfluctuatie te gering is. De toegekende schade kan hierdoor in geringe mate veelal te hoog uitkomen.

- Het gebruik van grondwaterstromingsmodellen waarin de bodemgesteldheid onvoldoende wordt meegenomen heeft tot gevolg dat de vermindering van de natschade wordt overschat. Indien deze verminderde natschade geheel in rekening wordt gebracht kan de toegekende schade hierdoor in meer of mindere mate systematisch te laag uitkomen.
- Het verkeerd interpreteren van meetgegevens heeft onder meer tot gevolg dat de achtergrondverdroging geen betrekking heeft op de bovenste grondwaterstand die van belang is voor de vegetatie en derhalve niet op de juiste wijze is toegepast. De toegekende schade kan hierdoor in meer of mindere mate systematisch te laag uitkomen.
- Het gebruik van grondwaterstromingsmodellen waarin de bodemgesteldheid onvoldoende wordt meegenomen heeft tot gevolg dat de berekende grondwaterstandsverlaging als gevolg van een grondwateronttrekking nabij het pompstation veelal te hoog en op grotere afstand veelal te laag is. De toegekende schade kan hierdoor in meer of mindere mate zowel te hoog als te laag uitkomen.
- Het op een verkeerde manier genereren van afgeleide gegevens heeft tot gevolg dat de gemiddelde voorjaars grondwaterstand (GVG) niet op de juiste wijze is berekend. De toegekende schade kan hierdoor in geringe mate zowel te hoog als te laag uitkomen.

Het navolgende betreft een citaat uit het jaarverslag van de CDG (2009):

In het eerste, gecombineerde jaarverslag 1995/1996 formuleert de CDG twee algemene onderzoeksvragen:

- *De eerste betreft geconstateerde verschillen tussen de met een model berekende verlaging van de grondwaterstand door een grondwateronttrekking en de verlaging van de grondwaterstand die volgt uit het verschil tussen gekarteerde vroegere en huidige waterhuishoudkundige situatie. Met maatwerk tracht de commissie dergelijke verschillen grotendeels te nivelleren. Zo worden bijvoorbeeld irreële omstandigheden die bij de reconstructie van de uitgangssituatie zouden ontstaan als berekende verlagingen worden gesuperponeerd op actuele, gemeten, waar nodig gecorrigeerd.*
- *De tweede vraag betreft het feit dat in gebieden waar geen aanwijsbare grondwateronttrekkingen of ingrepen in de waterhuishouding hebben plaatsgevonden, de grondwaterstand toch vrij algemeen is verlaagd met ca. 20 cm. Algemeen wordt verondersteld dat deze verlaging, die men aanduidt met de term achtergrondverdroging, veroorzaakt wordt door cumulatie van effecten van een groot aantal ingrepen, die geen afzonderlijk meetbare verlagingen veroorzaken. Hierbij kan onder meer gedacht worden aan de invloeden van verstedelijking, bebossing, toename verdamping van landbouwgewassen en waterhuishoudkundige ingrepen. Achtergrondverdroging is voor de commissie een belangrijk fenomeen. Ze hanteert als uitgangspunt dat er geen reden is voor de onttrekker voor vergoeding van de schade door het deel van een geconstateerde grondwaterstandsverlaging dat moet worden toegeschreven aan achtergrondverdroging. Ook in 2009 zijn deze problemen nog uiterst actueel.*

Uit het voorgaande blijkt dat de CDG al lange tijd geleden onderzoeksvragen heeft geformuleerd rond het gebruik van modelberekeningen en het hanteren van een achtergrondverdroging die nog steeds actueel zijn. Numerieke verdroging geeft voor een belangrijk deel antwoord op de door de CDG gestelde onderzoeksvragen. Daarnaast blijkt dat juist de door de CDG genoemde aspecten van numerieke verdroging

systematische verschillen in de berekende schade kunnen veroorzaken die significant zijn. Ook kan worden aangegeven dat deze systematische verschillen tot gevolg hebben dat de berekende schade in meer of mindere mate veelal te laag uitkomt. Hierdoor kunnen grondgebruikers ten onrechte worden benadeeld.

Literatuur

Akker, J.J.H. van den, W.J.M. de Groot, H.R.J. Vroon, F.J.E. van der Bolt en A.J. van Kekem (2009) Stijghoogteverschillen en verdichting: Een eerste Twentse verkenning in de praktijk; Alterra-rapport 1735, Wageningen

Bles, B.J. en B.H. Steeghs (1971) De bodemgesteldheid van het waterwingebied Weerselo; Stiboka, Wageningen

Bouwmans, J.M.M. (1990) Achtergrond en toepassing van de TCCB-tabel: Een methode voor het bepalen van de opbrengstdepressie van grasland op zandgrond als gevolg van een grondwaterstandsverlaging; Technische Commissie Grondwater Beheer, Utrecht

CDG (2010) Schadeonderzoek grondwateronttrekking Weerselo. Commissie van Deskundigen Grondwaterwet, Utrecht

Cogrowa (1972) Nota inzake verdrogingschade aan grasland in het waterwingebied Weerselo (Ov.); Commissie Grondwaterwet Waterleidingbedrijven, Utrecht

Gaast, J.W.J. van der en H.Th.L. Massop (2005) Hoe nauwkeurig is de grondwatertrap op buislocaties te bepalen?; in: Stromingen, jaargang 11, no 4, blz 5-17

Gaast, J.W.J. van der, H. Vroon en H.Th.L. Massop (2006) Verdroging veelal systematisch Overschat; in: H2O, nr 21., blz 39-43

Gaast, J.W.J. van der, H.R.J. Vroon en H.Th.L. Massop (2008) Oorzaak en gevolg van numerieke verdroging; in: H2O, nr 5, pag 51-56

Gaast, J.W.J. van der, H.Th.L. Massop en H.R.J. Vroon (2009) Actuele grondwaterstands situatie in natuurgebieden: Een Pilotstudie; Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOt-rapport 94, Wageningen

Leeuwen, P.E.R.M. van (1991) Achtergrond verdroging, ruis of signaal?; Provincie Gelderland, Arnhem

Loo, H. van het en A.F. van Holst (1974) Uitbreiding waterwingebied Weerselo: De bodemgesteldheid; Stiboka, Wageningen

Nielsen, D.M. en R. Schalla (2006) Design and installation of ground-water monitoring Wells; in: D.M. Nielsen, Practical Handbook of Environmental Site Characterization and Ground-Water Monitoring; CRC Press, New Mexico

Rolf, H.L.M. (1989) Verlaging van de grondwaterstanden in Nederland: Analyse periode 1950-1986; Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 's-Gravenhage

Snepvangers, J., W. Berendrecht en B. Minnema (2007) MIPWA: Methodiek-ontwikkeling voor Interactieve Planvorming ten behoeve van Waterbeheer; TNO-rapport (2007-U-R0972/A), Utrecht