

Hydrologische effecten studie van het vervangen van naaldbos op de Utrechtse Heuvelrug door loofbos

Julia de Niet (TAUW), Linda van der Toorn (TAUW), Ed Beije (TAUW), Joost Heijkers (HDSR), Jantine Hoekstra (HDSR)

Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden en TAUW hebben onderzocht in hoeverre een verandering in vegetatie op de Utrechtse Heuvelrug kan bijdragen aan het vergroten van de strategische zoetwatervoorraad. Met grondwatermodel AZURE is de huidige jaarlijkse grondwateraanvulling berekend. Vervolgens is het naaldbos gewijzigd naar loofbos, grasachtige vegetatie of een combinatie hiervan. Uit de modelresultaten blijkt dat een verandering naar grasachtige vegetatie tot de grootste toename van grondwateraanvulling leidt. Het berekende effect blijft achter op de gevonden waarden in de literatuur. Geconcludeerd kan worden dat verandering in vegetatie een doeltreffende maatregel is, mits er ruimte is voor de nadere uitwerking van maatschappelijke gevolgen.

Met het oog op klimaatverandering is het belangrijk om het watersysteem robuuster in te richten en beter af te stemmen op drogere situaties. Met het toenemende aantal droge periodes wordt de druk op de beschikbare zoetwatervoorraad groter; in de afgelopen zomers was er onvoldoende water om alle functies te kunnen bedienen [1]. Er zijn verschillende maatregelen om de strategische (zoet)watervoorraad te vergroten, waarvan bij elk de mogelijke opbrengst en maatschappelijke gevolgen overwogen moeten worden. Een mogelijke maatregel is het vervangen van naaldbos door andere vegetatiesoorten. Het waterverbruik van bos is relatief hoog ten opzichte van andere, 'lagere' vegetaties. Daarom speelt de vraag of vervanging van naaldbossen door andere vegetatietypes voor meer grondwateraanvulling kan zorgen en zo een significante bijdrage kan leveren aan de strategische zoetwatervoorraad.

Dit artikel gaat in op het effect van vegetatie op de langjarige grondwateraanvulling op de Utrechtse Heuvelrug (zie afbeelding 1). Om dit effect te bepalen is een aantal verkennende sommen met een grondwatermodel uitgevoerd. In modelberekeningen is uitgegaan van de huidige situatie als referentie, en verschillende scenario's waarin het naaldbos is vervangen door (1) loofbos, (2) grasachtige vegetatie of (3) een combinatie hiervan. Naast de modelstudie is in een beperkte literatuurstudie de rol van verschillende typen vegetatie op de grondwateraanvulling op hoge zandgronden en stuwwallen is verkend. De vraag die centraal staat is: wat is het verschil in langjarige grondwateraanvulling tussen naaldbos en verschillende andere typen vegetatie?



Afbeelding 1. Projectgebied

Literatuurstudie

Waterbalans

Bij de evaluatie van het effect van vegetatie op het grondwater moeten alle onderdelen van de waterbalans mee worden genomen. Hierin zijn neerslag, verdamping en grondwateraanvulling de belangrijkste parameters.

Neerslag

Op de Utrechtse Heuvelrug valt langjarig gezien gemiddeld bijna de grootste hoeveelheid neerslag van Nederland, gemiddeld genomen ongeveer 900 mm per jaar [2].

Verdamping in bossen

Evapotranspiratie bestaat uit drie termen: transpiratie van planten, de interceptie (verdamping) van neerslagwater door planten en de verdamping vanaf de bodem. In beboste gebieden is evapotranspiratie de meest essentiële en complexe term in de waterbalans omdat veel verschillende factoren invloed hebben op de drie bovengenoemde termen [3]. Het is belangrijk om te beseffen dat bij bossen de jaarlijkse interceptie qua grootte vergelijkbaar is met de transpiratie. Bij naaldbossen treedt interceptie en transpiratie jaarrond op, terwijl deze processen bij loofbossen vooral tijdens het zomerhalfjaar relevant zijn, omdat de bomen in de winter hun blad verliezen. Hierdoor is transpiratie en interceptietranspiratie bij naaldbomen per jaar gemiddeld hoger dan bij loofbomen, waardoor de grondwateraanvulling bij naaldbomen kleiner is. Verder wordt de grootte van verdamping vanaf de grond sterk bepaald door het type bos; hierbij is niet alleen het soort boom van belang maar ook de aanwezigheid en het type van ondergroei [3]. Ook is voor het proces van verdamping het wortelstelsel

van groot belang. Er zijn grote verschillen in worteldieptes tussen verschillende soorten, variërend van bijvoorbeeld 1 meter voor een Lariks en 1 tot 4,25 meter voor Grove den [3].

Grondwateraanvulling

Grondwateraanvulling is in essentie het verschil tussen neerslag en evapotranspiratie. Bij het bepalen van grondwateraanvulling moet rekening worden gehouden met het feit dat potentiële (optimale) verdamping vaak hoger is dan de werkelijke verdamping. Dit komt doordat in de zomer vaak minder vocht beschikbaar is dan de plant kan opnemen, en dus kan verdampen. In gebieden met een jaarrond hoge grondwaterstand ligt de actuele verdamping over het algemeen vrij dicht bij de potentiële gewasverdamping (zolang er geen zuurstofstress optreedt). Echter op de Utrechtse Heuvelrug is er een dikke onverzadigde zone en een diepe grondwaterstand waardoor de actuele verdamping sterk kan teruglopen. Om een inschatting te maken van de jaarlijkse grondwateraanvulling en de langjarige verschillen die optreden als gevolg van de verandering van vegetatie zal een realistische inschatting moeten worden gemaakt van de neerslag en evapotranspiratie.

Verdamping en grondwateraanvulling in de literatuur

In tabel 1 zijn voor verschillende typen vegetatie de referentiewaarden van actuele en potentiële verdamping en grondwateraanvulling opgenomen. Hierin zijn studies uit verschillende regio's meegenomen. Uit deze getallen blijkt in de meeste gevallen dat de actuele verdamping ongeveer 16 tot 18 procent lager ligt dan de potentiële verdamping. Jansen en Olsthoorn schatten de grondwateraanvulling structureel hoger in dan de andere referenties [4]. Gemiddeld genomen neemt de grondwateraanvulling toe van naaldbos (160mm), naar loofbos (266 mm) naar hoge grassen (314 mm) naar heide (350 mm).

Smeding (2019) heeft onderzoek gedaan naar de effecten van boskap op de grondwateraanvulling op de Overasseltse en Hatertse Vennen [5]. De effecten op de grondwateraanvulling zijn niet gekwantificeerd. Gemiddeld genomen zijn de grondwaterstanden echter als gevolg van boskap met 2,5 centimeter toegenomen en de fluctuatie van het oppervlaktewaterpeil van de vennen gemiddeld met 3 centimeter afgenomen. In de rapportage is niet eenduidig uitgewerkt welk areaal bos is omgevormd naar heide / andere vegetatietypen, waardoor een verdere kwantificering niet mogelijk is. Wel blijkt uit deze studie dat omvorming van bos naar lagere vegetatietypen gunstig is voor de aanwezige natuurtypen (met name vennen).

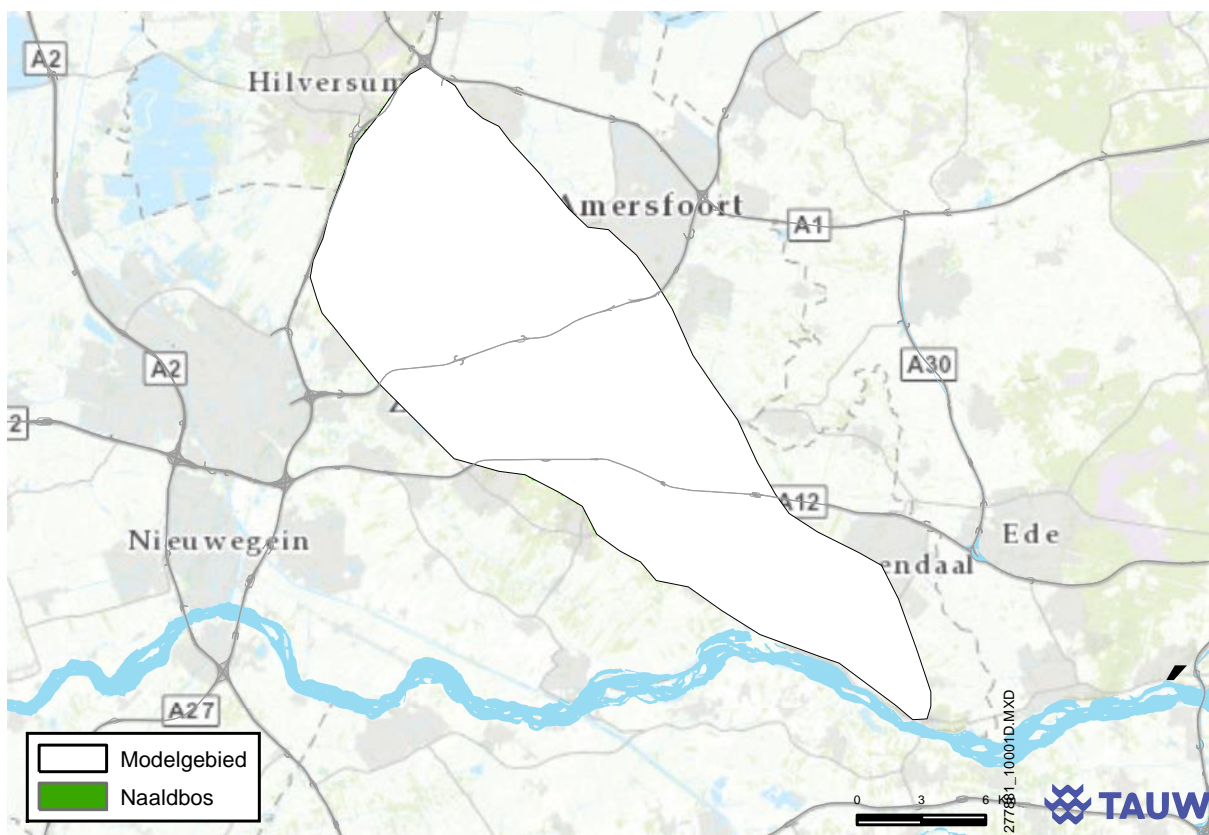
Tabel 1. Literatuurwaarden t.a.v. potentiële-, actuele verdamping en grondwateraanvulling (in mm per jaar)

Referentie	Naaldbos (100%)			Loofbos (100%)			Heide (100%)			Hoge grassen		
	E _{pot}	E _{act}	Gwa	E _{pot}	E _{act}	Gwa	E _{pot}	E _{act}	Gwa	E _{pot}	E _{act}	Gwa
Verhagen et al [2], 2014	818	681	152	741	609	224	587	494	339			
Grondwaterzakboekje [6], 2011			150			250			365			325
Grondwaterzakboekje [7], 2016			125			250						325
Olsthoorn en Jansen [4], 2003		591	230		458	362						
Boleij, [8] 2017						245						
Stroet [9], 2016												292

Modelstudie

Modelopzet

Om inzicht te krijgen in het effect van een conversie van naaldbos naar alternatieve vegetatie op de Utrechtse Heuvelrug, zijn vier modelberekeningen uitgevoerd met het AZURE (v1.03)-grondwatermodel (afbeelding 2). Ter referentie is de huidige situatie doorgerekend, om de effecten van de conversies naar loofbos, grasachtige vegetatie (in het model en de resultaten aangeduid als droge natuur) of een combinatie van beide te kunnen berekenen. De modelruns zijn tijdsafhankelijk doorgerekend voor de periode 1976 t/m 2014. Tijdsafhankelijk betekent dat het watersysteem, inclusief neerslag, verdamping en oppervlaktewaterstanden, in het model varieert over de tijd. Daardoor is het mogelijk om per seizoen de effecten in beeld te krijgen. De periode van 1976 t/m 1995 is genomen als inspeelperiode, de vergelijking van de resultaten is gemaakt voor de periode 1995 t/m 2014. Er is een rekenresolutie van 250x250 meter gehanteerd.



Afbeelding 2. Modelgebied en de cellen daarbinnen waarbij naaldbos is vervangen voor alternatieve vegetatie

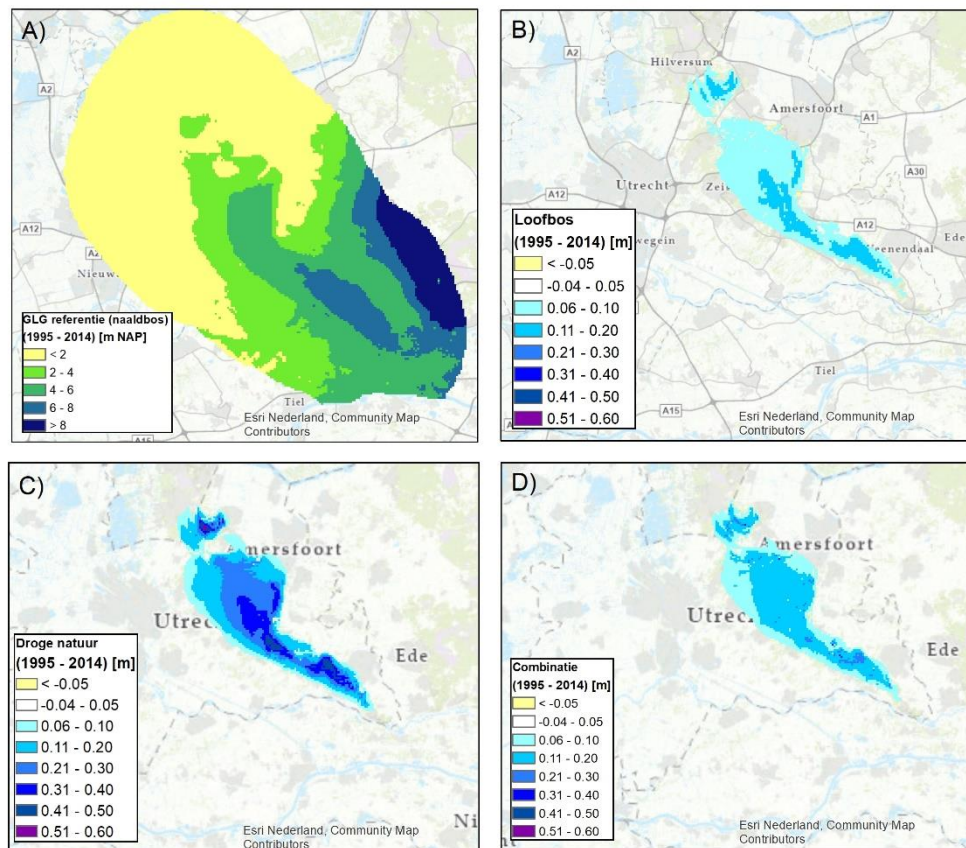
Verdamping in grondwatermodellen

Evapotranspiratie is een complex proces en dus een uitdagende component van een grondwatermodel. In grondwatermodellen wordt uitgegaan van een jaarlijkse vaste opbouw van planten, onafhankelijk van de werkelijke condities (bijvoorbeeld ziektes, omgeving, verschil in ondergrond).

Resultaten: effect grondwaterstanden

De modelresultaten laten in alle scenario's een stijging van de gemiddelde grondwaterstand zien ten opzichte van de referentiesituatie. De zomersituatie (gemiddeld laagste grondwaterstand, GLG) is

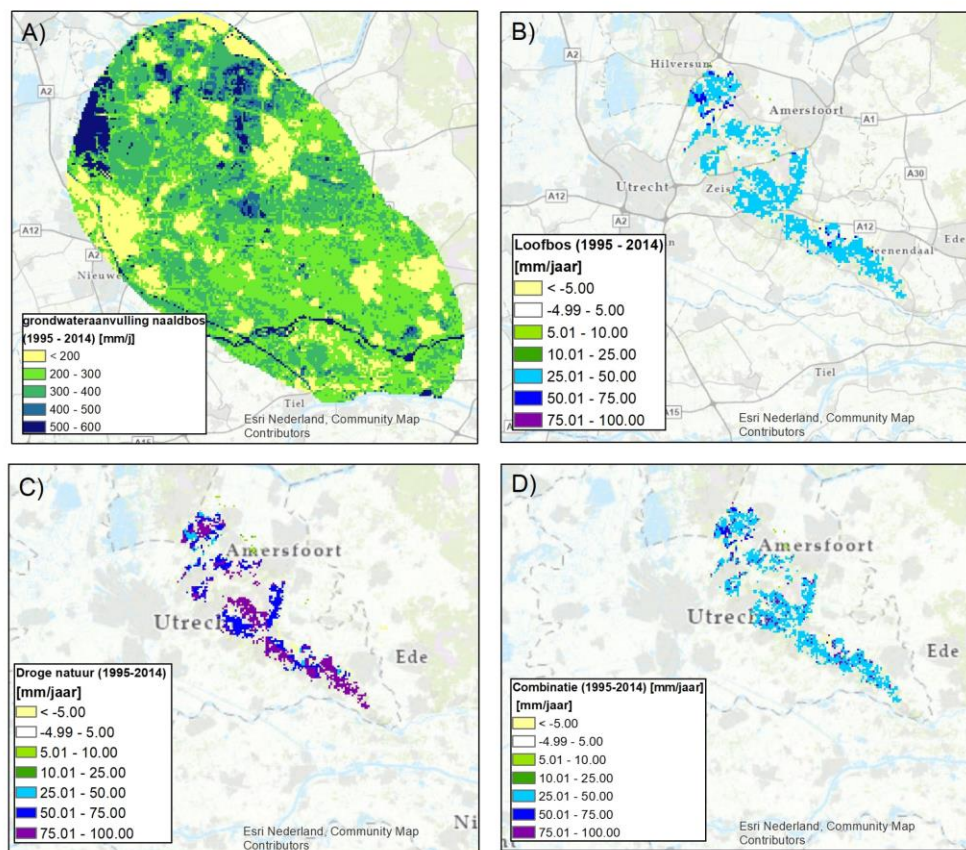
weergegeven in afbeelding 3, omdat dit de grondwaterstand in droge periodes weergeeft en dat voor deze studie van interesse is. Het grondwater stijgt zowel in de zomer- als in de wintersituatie het meest in het scenario met droge natuur. Ook is het beïnvloedingsgebied groter bij droge natuur, vooral ten westen en zuiden van Veenendaal en rond Hilversum. De effecten op de grondwaterstand bleken in de modelresultaten groter voor de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) dan in de GLG. Dit betekent dat een conversie van naaldbomen naar een alternatieve vegetatie meer effect zal hebben in de winter dan in de zomer. Hierdoor zal de grootste winst in grondwateraanvulling in de winter plaatsvinden. Dit komt doordat in de scenario's geen naaldbos meer op de Utrechtse Heuvelrug aanwezig is dat in de winterperiode water kan verliezen door evapotranspiratie via zijn naalden.



Afbeelding 3. GLG in referentie en de verandering in de scenario's. A) GLG in de huidige situatie (m-mv), B) verschil tussen loofbos en huidige situatie (m), C) verschil droge natuur (grasachtige vegetatie) met huidige situatie (m), D) verschil combinatie met huidige situatie (m)

Resultaten: grondwateraanvulling

De modelresultaten laten een toename zien in de grondwateraanvulling bij een verandering van naaldbos naar alternatieve vegetatie (afbeelding 4). In het scenario met een verandering naar droge natuur is de toename het grootst en bij loofbos is de toename het kleinst: respectievelijk 488.181 en 194.805 m³/jr. Dit correspondeert met de modelresultaten van grondwatereffecten, waarbij het grondwater het meest stijgt in het scenario met een verandering naar droge natuur. Op sommige plekken is echter een stijging zichtbaar in grondwaterstand, maar geen significante toename (minder dan 5 mm/j) in de grondwateraanvulling. Dit komt door grondwaterstroming van plekken met wel een significante toename in grondwateraanvulling naar plekken zonder significante toename.



Afbeelding 4. Effect op grondwateraanvulling in de huidige situatie en bij de verandering in de scenario's. A) grondwateraanvulling in de huidige situatie (mm/jaar), B) verschil tussen loofbos en huidige situatie (mm/j), C) verschil droge natuur (grasachtige vegetatie) met huidige situatie (mm/j), D) verschil combinatie met huidige situatie (mm/j)

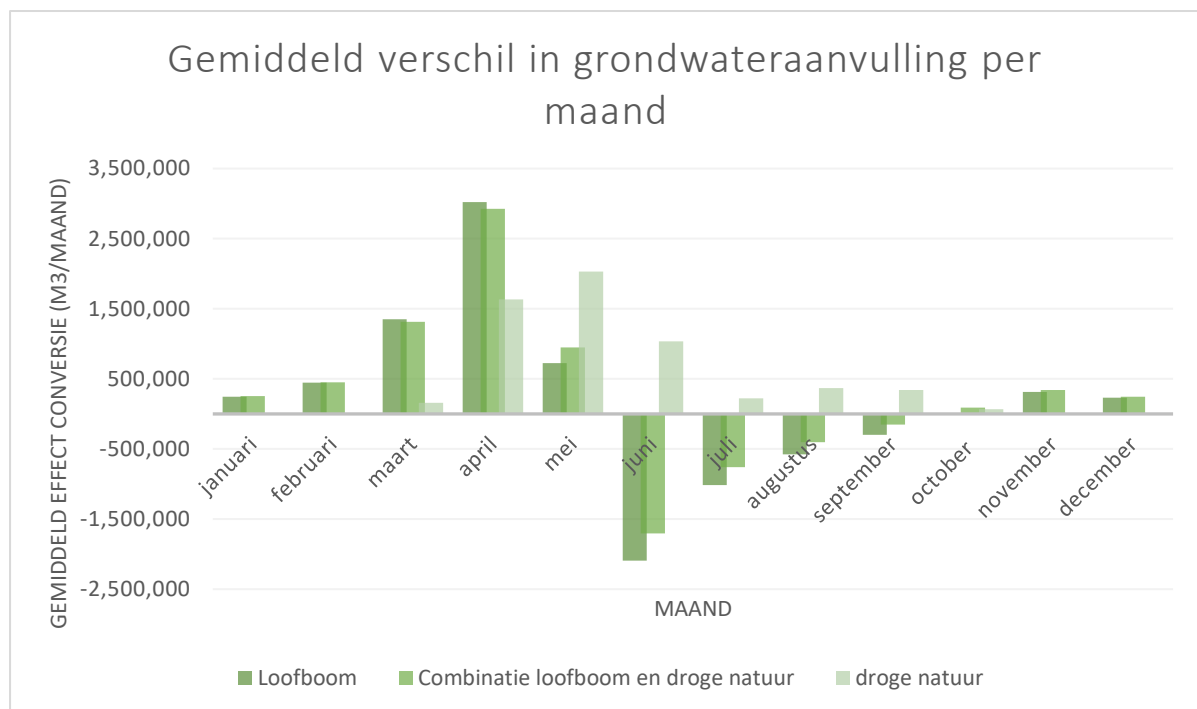
Kwel en wegzijging

Als gevolg van de conversies is er een toename in wegzijging op de Utrechtse Heuvelrug in alle scenario's op de plekken waar het naaldbos wordt vervangen. Dit is het gevolg van een verhoogde grondwateraanvulling op de stuwwal. De toename in wegzijging op de Utrechtse Heuvelrug straalt uit naar de omliggende gebieden van de stuwwal. Daar treedt hierdoor een afname in wegzijging of toename van kwel op.

Maandsom grondwateraanvulling

Om de seizoensdynamiek inzichtelijk te maken is de gemiddelde verandering in grondwateraanvulling voor de scenario's ten opzichte van de huidige situatie voor het gehele modelgebied per maand in beeld gebracht (afbeelding 5). In de wintermaanden is het grondwateraanvullingseffect het hoogst in het scenario met een conversie naar loofbomen, gevolgd door het scenario met een combinatie van loofbomen en droge natuur. In de zomermaanden (juni – september) is de grondwateraanvulling kleiner in deze twee scenario's ten opzichte van de referentiesituatie. Dit wordt veroorzaakt doordat in de zomer door loofbomen meer interceptie en transpiratie plaatsvindt dan door naaldbomen. Bij een omzetting naar droge natuur is de winst in grondwateraanvulling ten opzichte van de referentie

situatie juist het hoogst in de zomermaanden. Omzetting naar grasachtige vegetaties (droge natuur in het model) leidt dus zowel over het hele jaar gemiddeld als in de zomer tot de grootste winst in grondwateraanvulling ten opzichte van de referentie.



Afbeelding 5. Maandelijkse gemiddelde grondwateraanvulling per scenario ten opzichte van de referentie situatie

Discussie en conclusie

Vergelijking tussen modelresultaten en literatuur

De modelresultaten laten een lagere grondwateraanvulling zien dan de waarden in literatuurstudies. De effecten worden daarom mogelijk door het grondwatermodel onderschat. Tabel 1 laat zien dat de grondwateraanvulling per jaar het hoogst is voor hoge grassen (in het model aangeduid als droge natuur), gevolgd door loofbos en naaldbos. Dit komt overeen met de modelresultaten, waarin de grondwateraanvulling het hoogst is in het scenario met droge natuur. Verder is de grondwateraanvulling in het scenario met droge natuur als enige hoger in de zomermaanden dan in de referentiesituatie. Als gevolg van de toename in grondwateraanvulling stijgt de grondwaterstand het sterkst in het scenario met droge natuur en het minst in het scenario met loofbos.

Tekortkomingen in het model

Verdamping is een erg complex proces waarop slechts beperkt grip is. Dit geldt voor zowel het meten als het berekenen van verdamping. Omdat beide processen niet goed begrepen worden weten is eigenlijk niet bekend hoe ze correct moeten worden opgenomen in berekeningen. In grondwatermodellen is verdamping sterk vereenvoudigd; slechts een beperkt aantal gewassen met een jaarlijks vaste opbouw van dit gewas (zowel boven- als ondergronds) is hierin opgenomen. Ook wordt er uitgegaan van standaard gemiddelde bodems. Tekortkomingen van verdamping in het model zijn geen probleem, omdat er gekeken wordt naar langjarige gemiddelden, waarbij systematische

fouten worden uitgemiddeld. Daarnaast kijken we vooral naar de effecten en minder naar absolute waarden. Een modelberekening wordt daarom als betrouwbaar ingeschat.

Aanbevelingen

Zoals beschreven is een indicatief onderzoek uitgevoerd dat inzicht geeft in de effecten van het omzetten van vegetatie op Utrechtse Heuvelrug op de grondwateraanvulling voor de strategische grondwatervoorraad. Om de effectiviteit van deze maatregel te onderzoeken zou het interessant zijn om een vergelijking te maken met andere mogelijkheden om grondwateraanvulling te verhogen. Er lijkt een aantal meekoppelkansen te ontstaan bij het omzetten van vegetatie:

- Omzetten van bos naar lagere vegetaties kan discussie opleveren in de publieke opinie omdat bos meer CO₂ opslaat en vaak als waardevollere natuur wordt gezien dan lagere vegetaties. Uit de berekeningen blijkt dat kwel op de flanken van de heuvelrug toeneemt waardoor juist ook kansen ontstaan voor grondwater- en kwelafhankelijke vegetatietypen op de flanken van de stuwwallen. Door hier actieve natuurontwikkeling te stimuleren kan een win-winsituatie ontstaan: aanvulling van de strategische grondwatervoorraad én meer hoogwaardige natuur. Nader onderzoek naar de kwelfluxen gedurende het jaar is gewenst om te onderzoeken of er locaties ontstaan met potentie voor kwelafhankelijke natuur (kwel in de wortelzone).
- De toename van kwel naar de flanken leidt tot een toename van de afvoer naar het oppervlaktewater. Mogelijk heeft een vegetatieomzetting een positief effect op de basisafvoer van omliggende watergangen. Juist deze toename van de basisafvoer is hard nodig voor een robuuster, klimaatbestendig watersysteem. Watergangen en beken worden langer van water voorzien, waardoor er langer berekend kan worden uit oppervlaktewater (winst voor de landbouw). Mogelijk wordt ook droogval voorkomen van beken met hoogwaardige aquatische natuur (winst voor de ecologie, KRW). Nader onderzoek is gewenst om het effect op de basisafvoer van omliggende watergangen te onderzoeken per seizoen. Hierbij is ook aandacht nodig voor mogelijke effecten in extremere situaties (naar verwachting is het effect op wateroverlastsituaties beperkt, echter dit moet wel uitgesloten worden).

Naast deze mogelijke meekoppelkansen is het belangrijk dat de maatschappelijke gevolgen van een mogelijke verandering in vegetatie verder worden onderzocht en uitgewerkt. Verder zouden er ook minder gunstige gevolgen kunnen optreden op de natuurlijke omgeving. Zo kan vernatting van de flanken juist ook leiden tot nadelige effecten op de reeds aanwezige functies. Nader onderzoek, ruimte voor discussie en een zorgvuldige afweging zijn essentieel om het benodigde draagvlak te kunnen krijgen.

Referenties

- [1] Eertwegh, G. B. van den (2019). Droogte in zandgebieden van Zuid-, Midden-en Oost-Nederland: Rapportage fase 1: ontwikkeling van uniforme werkwijze voor analyse van droogte en tussentijdse bevindingen. *KnowH2O*.(sd).
- [2] Verhagen, F. S. (2014). Expertdialoog de Veluwe. Begrijpen we het watersysteem? *Stromingen: vakblad voor hydrologen*, 20(3), 5-19.
- [3] Moors, E. J. (2012). *Water use of forests in the Netherlands*. Vrije Universiteit en Alterra.
- [4] Jansen, A. J. M., & Olsthoorn, A. F. M. (2003). Relatie bos en waterwinning. 1. Verkenning van samenwerkingsmogelijkheden. *Nederlands Bosbouw tijdschrift*, 75(2), 7-10.

- [5] Smeding, F.W. (2013). *Evaluatie van de boskap 2013 Overasseltse en Hatertse vennen Monitoring van de effecten in vijf jaar*. Smeding Advies.
- [6] Bot, B. (2011). Grondwaterzakboekje.
- [7] Bot, B. (2016). Grondwaterzakboekje.
- [8] Boleij, J. & Pors, A. (2017). Geohydrologisch modelonderzoek Ulvenhoutse Bos, Arcadis.
- [9] Stroet, R. (2016). De overgangszone tussen de Stuwwal van Ootmarsum en de Slenk van Reutum, RHDHV