



Hoe dichten we het doelgat?

Een methodiek voor hydrologisch herstel van natuurgebieden met externe maatregelen

Grondwaterafhankelijke natuurgebieden in Nederland kampen al decennialang met verdroging. De oorzaken liggen grotendeels buiten de natuurgebieden zelf: intensieve ontwatering voor landbouw, grondwateronttrekkingen voor drinkwater, industrie en beregening, en veranderingen in landgebruik. Hydrologisch herstel vraagt daarom om een systeembenadering: niet alleen lokale ingrepen, maar een herinrichting en aangepast beheer van het regionale watersysteem, gericht op hogere grondwaterstanden, vooral in voorjaar en zomer.

Sinds de droogte van 1976 staat verdroging van natuurgebieden nadrukkelijker op de agenda. In de Derde Nota Waterhuishouding (1989) werden plannen vastgelegd om verdroging in de natuur terug te dringen, maar met beperkt resultaat (Witte et al., 2019). Sinds 1992 is de bescherming van Natura 2000-gebieden vastgelegd in de Vogel- en Habitatrichtlijn, inclusief het verbod op verslechtering van natuurwaarden. Toch concludeerde de Ecologische Autoriteit (EA, 2024) op basis van natuurdoelanalyses dat de doelen voor veel Natura 2000-gebieden niet worden gehaald en dat verdere verslechtering niet kan worden uitgesloten. Nederland is daarom wettelijk verplicht herstelmaatregelen te treffen. De EA stelt bovendien dat voor vrijwel alle stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden verbetering van de waterhuishouding noodzakelijk is. Die urgentie klinkt inmiddels ook door in het landelijke beleid, waarin expliciet wordt ingezet op landbouwextensivering rondom Natura 2000-gebieden. Voor natte natuurgebieden betekent dit dat herstel structureel en ingrijpend moet worden aangepakt. Enkel hydrologische maatregelen binnen natuurgebieden blijken meestal onvoldoende om verdroging tegen te gaan; ook in de omgeving zijn ingrepen nodig (EA, 2024). De verwevenheid van functies als landbouw,

natuur, bebouwing en grondwaterwinning maakt dit tot een complexe opgave. Klimaatverandering, met toenemende droogte, vergroot de urgentie verder. Voor een klimaatrobuust watersysteem is inzicht nodig in: (1) de watervraag van de natuur, (2) het ‘doelgat’ – het verschil tussen de gewenste en actuele hydrologische situatie – en (3) de ingrepen die nodig zijn om dit doelgat te verkleinen. Schoonderwoerd et al. (2025) ontwikkelden hiervoor een systematische methodiek.

Methodie

In het onderzoek is een methodiek ontwikkeld die voortbouwt op bestaande kennis en instrumenten. Daarmee kan systematisch worden bepaald welke hydrologische maatregelen, waar en in welke mate, nodig zijn om verdroogde natuurgebieden te herstellen. De aanpak bestaat uit twee stappen:

1. het bepalen van het ‘doelgat natuur’: het verschil tussen de actuele en gewenste hydrologische situatie;
2. het in beeld brengen van maatregelen die dit doelgat kunnen verkleinen.

De methodiek is ontwikkeld voor natuurgebieden op en aan de rand van de hoge zandgronden van Nederland, waar regionale hydrologie sterk doorwerkt in lokale

verdroging
grondwaterafhankelijke
natuur
hydrologisch herstel
bufferzones

E.M. (Eva) Schoonderwoerd

Deltares, Daltonlaan 600,
3584 BK Utrecht;
eva.schoonderwoerd@deltares.nl

P.G.B. (Perry) de Louw

Deltares / Wageningen
University & Research

J.P.M. (Flip) Witte

Flip Witte Ecohydrologie

G.A.P.H. (Gé) van den Eertwegh

KnowH2O

M.H. (Mark) Jalink

KWR Water Research Institute

Foto **Chris Rinckes**.
Buurserzand

Figuur 1 Locatie modelgebied Dommelbeemden (rood vierkant) en Buurserzand (blauw vierkant).

Figure 1 Location of the Dommelbeemden model area (red square) and Buurserzand (blue square).

Figuur 2 (rechterkolom) Relatie tussen opnamegemiddelde Runhaar-vochtindicatie F_m en de GVG uit peilbuizen bij de opnamen (+/- RMSE) (Witte et al., 2014). Gegevens van Bartholomeus et al. (2012).

Figure 2 (right on page) Relationship between the average Runhaar moisture indicator F_m from vegetation and the GVG from monitoring wells at the time of recording vegetation(+/- RMSE) (Witte et al., 2014). Data from Bartholomeus et al. (2012).

Tabel 1 Knikpunten van de doelvegetaties voor de Dommelbeemden (GVG en GLG in cm t.o.v. maaiveld).

Table 1 Breakpoints of the desired vegetation types for Dommelbeemden (GVG and GLG in cm rel. to ground level).

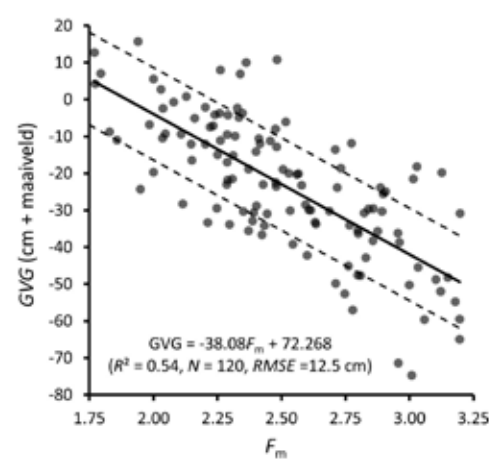
DOELVEGETATIE		KNIKPUNTEN (cm t.o.v. maaiveld)							
DVN-code	DVN-naam	GVG				GLG			
09AA3A	Associatie van Moerasstruisgras en Zompzegge - typische subass.	-15	-8	10	20	-999	-999	40	50
16AB04	Associatie van Boterbloemen en Waterkruid	-10	0	25	40	-999	-999	40	60
43AB01F	Eiken-Haagbeukenbos – subass. met Witte klaverzuring	20	30	999	999	50	70	999	999
08BB04C	Riet-associatie – typische subass.	-100	-75	-25	0	-999	-999	20	50
39AA02A	Elzenzegge-Elzenbroek – typische subass.	-30	-15	10	20	-999	-999	40	60



hydrologische processen. De aanpak is toegepast op drie gebieden: de Dommelbeemden in Noord-Brabant (een diep ingesneden beekdal); het Buurserzand in Overijssel (een nat zandlandschap) en de Mieden in Friesland (een laagveen- en klei-op-veengebied). In dit artikel staan het Buurserzand en de Dommelbeemden centraal (zie figuur 1).

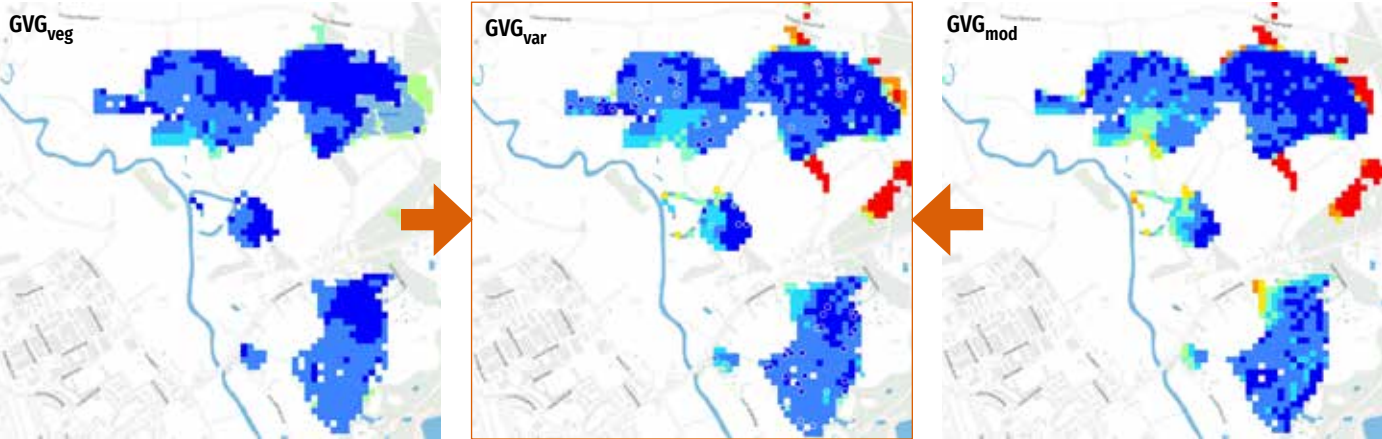
Stap 1: bepalen van het doelgat natuur Actuele grondwatersituatie

Om het doelgat te bepalen, moet eerst de actuele grondwatersituatie zo nauwkeurig mogelijk worden



vastgesteld. Daarbij gaat het om de Gemiddelde Voorjaarsgrondwaterstand (GVG), de Gemiddelde Laagste Grondwaterstand (GLG) en de kwelflux. Hiervoor worden verschillende databronnen gecombineerd: regionale grondwatermodellen, grondwaterstandsmetingen en vegetatiekarteringen. Deze worden aangevuld met een Landschapsecologische Systeemanalyse (LESA) die inzicht geeft in de ecohydrologische processen in het gebied. Vegetatiekaarten leveren indirect informatie over de vochttoestand van de bodem, omdat vegetatietypen en plantensoorten indicatief zijn voor hydrologische omstandigheden. De relatie tussen vochtindicatie van vegetatie en GVG uit Witte et al. (2014) wordt gebruikt om GVG-waarden op basis van de vegetatiekaarten te bepalen: de GVG_{veg} (figuur 2). De onzekerheid van de

GVG uit het grondwatermodel, de GVG_{mod} , wordt bepaald aan de hand van afwijkingen ten opzichte van grondwaterstandsmetingen (meestal ongeveer 20 cm). Bij een systematische afwijking wordt de modeluitvoer hiervoor handmatig gecorrigeerd. Figuur 3 toont hoe voor de Dommelbeemden de verschillende GVG-schattingen zijn gecombineerd: de figuur links toont de GVG_{veg} die van de vegetatiekaart is afgeleid, de figuur rechts toont de GVG_{mod} die door het grondwatermodel is berekend. De figuur in het midden toont hoe GVG_{veg} en GVG_{mod} zijn gecombineerd tot een GVG_{var} . In de middelste figuur zijn met rondjes de GVG's weergegeven die afgeleid zijn van vegetatieopnamen. Voor de GLG ontbreekt een vergelijkbare relatie met vegetatie-indicatoren. Daarom wordt hiervoor gebruikgemaakt van modeluitkomsten, eventueel gecorrigeerd op basis van peilbuismetingen of bodemboringen. Bij korte meetreeksen kunnen tijdreeksmodellen zoals Menyanthes (Von Asmuth et al., 2006) of Pastas (Collenteur et al., 2019) worden gebruikt om de gegevensreeks te verlengen. Eventueel kan op puntniveau gebruik worden gemaakt van bodemboringen. Voor de kwelflux zijn alleen de uitkomsten van het grondwatermodel gebruikt, omdat directe metingen ontbreken.

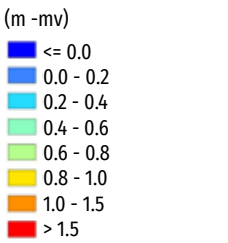


Hydrologische eisen van natuur

De gewenste hydrologische situatie wordt afgeleid van de natuurambities voor het gebied. Provinciale ambitiekaarten worden, met behulp van de LESA, vertaald naar op het gebied toegesneden vegetatietypen (assosiaties en subassosiaties) volgens de Vegetatie van Nederland (Schaminée et al., 1996; 2017). Figuur 4 toont de op deze manier vastgestelde natuurdoelen voor de Dommelbeemden. Voor deze vegetatietypen worden vervolgens hydrologische randvoorwaarden bepaald. Voor de GVG en GLG worden de zogenoemde 'knikpunten' uit *Waterlood* gebruikt (Runhaar & Hennekens, 2015): vier vegetatieafhankelijke parameters, waarmee bepaald kan worden bij welke GVG en GLG vegetatietypen kunnen voorkomen. Daarbij laten we de parameter droogtestress buiten beschouwing, omdat deze in de studiegebieden een ondergeschikte rol speelt. Tabel 1 geeft een overzicht van knikpunten voor de Dommelbeemden. Daarnaast is voldoende kwelflux essentieel voor kwelafhankelijke vegetatietypen, omdat basenrijk kwelwater verzuring tegengaat en ijzerrijk kwelwater fosfaat kan binden. Omdat voor het vaststellen van de vereiste kwelflux geen praktisch toepasbaar instrument

Figuur 3 Beste schatting GVG_{var} (midden), bepaald uit de vegetatiekaart (GVG_{veg} , links) en het grondwatermodel (GVG_{mod} , rechts) voor de Dommelbeemden.

Figure 3 Best estimate for GVG_{var} (center), determined from the vegetation map (GVG_{veg} , left) and the groundwater model (GVG_{mod} , right) for Dommelbeemden.



Tabel 2 Beschrijving van de doorgerekende maatregelen per scenario (aangeduid met nummer) in Dommelbeemden en Buurserzand. ‘Bufferzone’ geeft aan binnen welke bufferzones (in m rondom natuurgebied) de maatregel is toegekend (max = overal buiten natuurgebied, intern = binnen het natuurgebied).

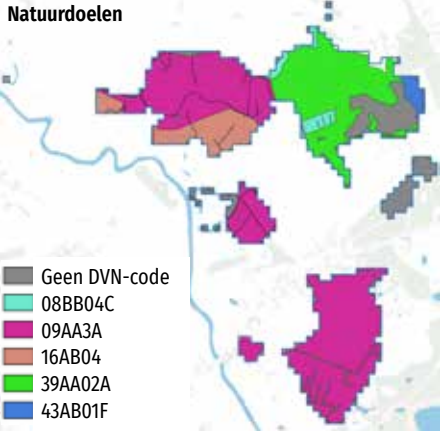
Table 2 Description of the measures evaluated per scenario (indicated by number) in Dommelbeemden and Buurserzand.

NR.	DOMMELBEEMDEN		BUURSERZAND	
	Bufferzone	Beschrijving maatregel	Bufferzone	Beschrijving maatregel
1	max	Maximaal haalbaar met externe maatregelen: scenario 2+3+4+5 (a: exclusief aanpassing Dommelpeil, c: inclusief aanpassing Dommelpeil in gehele modelgebied)	max	Maximaal haalbaar met externe maatregelen: scenario 3+4+5
2	max	Stopzetten drinkwater- en industriële winningen		
3	500, max	Stopzetten beregeningsonttrekkingen	max	Stopzetten beregeningsonttrekkingen
4	max	Verhoogde grondwateraanvulling (ongeveer +100mm/j)	max	Verminderde verdamping (ong. 100 mm /j) landbouwgewassen
5	max	Scenario 6 + tertiaire sloten dempen	max	Scenario 6 + tertiaire sloten dempen
6	250, 500, 1000, max	Ontwateringsdiepte 0,3 m-mv, buisdrainage weg	250, 500, 1000, max	Ontwateringsdiepte primair en secundair + 80 cm tot max. 0,3 m-mv. Ontwateringsdiepte tertiair op 0,3 m-mv. Buisdrainage weg
7	250, 500, 1000, max	Ontwateringsdiepte 0,5 m-mv, buisdrainage weg	250, 500, 1000, max	Ontwateringsdiepte primair en secundair + 50 cm tot max. 0,5 m-mv. Ontwateringsdiepte tertiair op 0,5 m-mv. Buisdrainage weg
8	intern	Interne maatregelen binnen natuurgebied (sloten dempen & Dommelpeil binnen natuurgebied: +0,5m)	n.v.t.	Alleen Buurserbeek +80 cm tot max 0.3 m-mv
9	intern, max	Intern + externe aanpassing ontwatering (scenario 6+8)		
10	intern, max	Intern + extern maximaal (scenario 1 + 8)		

beschikbaar was, ontwikkelden de auteurs een ‘kwelmodule’ op basis van de Waterwijzer Natuur (Nijp et al., 2022). Deze berekent de pH in de wortelzone op basis van de jaargemiddelde kwelflux, de kwelkwaliteit, het bodemtype, de atmosferische stikstofdepositie en de GLG bij knikpunt B2 (zie tabel 1). Vervolgens wordt berekend hoeveel de kwelflux minimaal moet toenemen om de optimale bodem-pH voor het betreffende vegetatietype te bereiken.

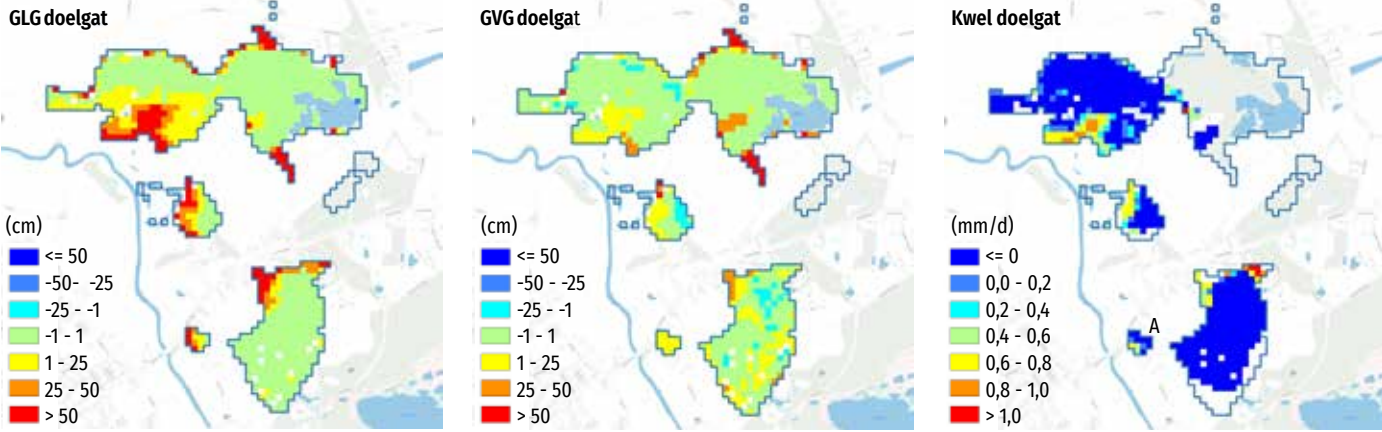
Het doelgat natuur

Het doelgat is het verschil tussen de actuele en gewenste hydrologische situatie. Met de Waterwijzer Natuur worden de minimale doelgaten voor GVG, GLG en kwelflux bepaald die nodig zijn om de natuurdoelen te realiseren. Minimaal betekent hier: de precies benodigde verhoging voor het bereiken van knikpunt B2, of verlaging voor het bereiken van knikpunt B1.



Figuur 4 Natuurdoelen van de Dommelbeemden.

Figure 4 Desired nature types for Dommelbeemden.



Stap 2: hydrologische herstelmaatregelen

Met regionale grondwatermodellen zijn verschillende herstelmaatregelen systematisch doorgerekend. Voor de Dommelbeemden werd een aangepaste versie van het Brabant Model van Brabant Water gebruikt en voor Buurserzand een door TAUW speciaal voor dit gebied ontwikkeld grondwatermodel. De focus lag op externe maatregelen: ingrepen buiten het natuurgebied die het regionale watersysteem beïnvloeden.

De doorgerekende hydrologische herstelmaatregelen (tabel 2) zijn gekozen op basis van inzichten uit De Louw et al. (2022) en omvatten vermindering van ontwatering, verlaging van grondwateronttrekkingen en bevordering van grondwateraanvulling, bijvoorbeeld door minder verdampende vegetatie, alle in de regio rondom het natuurgebied. Daarnaast zijn maatregelen doorgerekend binnen bufferzones van verschillende omvang (250, 500 en 1000 meter rondom natuurgebieden; zie tabel 2).

De maatregelen zijn afzonderlijk doorgerekend. Ook is een scenario doorgerekend waarin alle maatregelen gecombineerd zijn: maximaal haalbaar systeemherstel. Zo ontstaat inzicht in de maximale hydrologische herstell potentie van een gebied, zonder rekening te houden met maatschappelijke beperkingen.

Door maatregelen afzonderlijk en gecombineerd door te rekenen, wordt zichtbaar welke maatregelen het meest effectief zijn en op welke ruimtelijke schaal zij effect hebben. Het betreft een eerste inschatting van effectieve maatregelen en biedt ondersteuning wanneer natuurbelangen moeten worden afgewogen tegen andere functies. Deze afweging vindt typisch plaats in gebiedsprocessen waar een verdere uitwerking op detailniveau nodig is.

Toepassing van de methode

Doelgat natuur

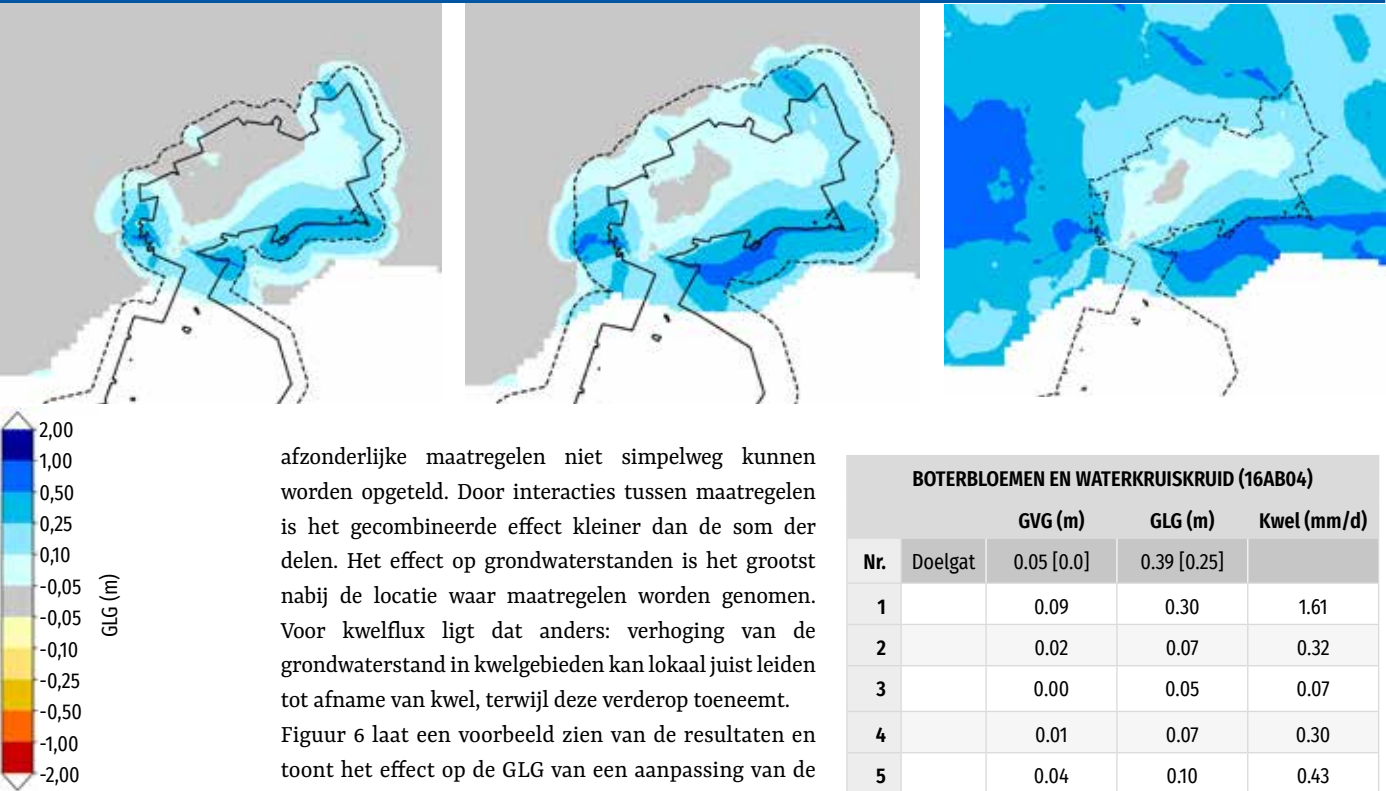
In de Dommelbeemden blijkt de GVG grotendeels op orde, maar is de GLG in het westelijk deel, nabij de Dommel, te laag om de vegetatiedoelen te halen (figuur 5). Ook is de kwelflux daar te laag. N.B. Dit kweldeelgat betreft een minimale verbetering die nodig is als de GLG nog net binnen het optimale bereik van de vegetatie zou vallen. Dit is niet overal het geval, bij de huidige GLG is nog een grotere toename van de kwelflux nodig om de bodem-pH op het gewenste niveau te brengen.

Effect van herstelmaatregelen

Uit de drie voorbeeldgebieden blijkt dat effecten van

Figuur 5 Het minimale doelgat van de GLG (links), de GVG (midden) en de verticale flux (rechts) voor de Dommelbeemden.

Figure 5 The minimum target gap of the GLG (left), the GVG (center), and vertical flux (right) for Dommelbeemden.



Figuur 6 Effect op de GLG bij het Buurserzand van een aanpassing van de ontwateringsbasis (buiten het natuurgebied) naar 0,3 m-mv (links: bufferzone van 250 m rondom het natuurgebied, midden: 1000 m, rechts: aanpassing in het gehele modelgebied).

Figure 6 Effect on the GLG at Buurserzand of adjusting the drainage base (outside the nature area) to 0.3 m below surface (left: buffer zone of 250 m around the nature area, middle: 1000 m, right: the entire model area).

afzonderlijke maatregelen niet simpelweg kunnen worden opgeteld. Door interacties tussen maatregelen is het gecombineerde effect kleiner dan de som der delen. Het effect op grondwaterstanden is het grootst nabij de locatie waar maatregelen worden genomen. Voor kwelflux ligt dat anders: verhoging van de grondwaterstand in kwelgebieden kan lokaal juist leiden tot afname van kwel, terwijl deze verderop toeneemt. Figuur 6 laat een voorbeeld zien van de resultaten en toont het effect op de GLG van een aanpassing van de ontwatering rondom het Buurserzand naar 0,3 m onder maaiveld, voor verschillende toepassingszones (250 en 1000 meter en overall rondom het natuurgebied). Te zien is dat ontwateringsmaatregelen binnen een bufferzone van 1000 meter vrijwel hetzelfde effect hebben op het natuurgebied als maatregelen in het hele modelgebied. Een buffer van 250 meter heeft daarentegen duidelijk minder effect. Het effect van de verschillende maatregelscenario's in de Dommelbeemden is samengevat in tabel 3 en in de boxplot in figuur 7. Boxplots maken het mogelijk de ruimtelijke spreiding van effecten inzichtelijk te maken. In de Dommelbeemden blijkt bijvoorbeeld dat verhoging van de grondwateraanvulling (scenario 4_max) ongeveer evenveel effect heeft op de GLG als een sterke vermindering van de ontwatering (scenario 6_max)

BOTERBLOEMEN EN WATERKRUISKRUID (16AB04)				
Nr.	Doelgat	GVG (m)	GLG (m)	Kwel (mm/d)
		0.05 [0.0]	0.39 [0.25]	
1		0.09	0.30	1.61
2		0.02	0.07	0.32
3		0.00	0.05	0.07
4		0.01	0.07	0.30
5		0.04	0.10	0.43
6		0.03	0.09	0.37
7		0.02	0.07	0.27
8		0.15	0.34	0.29
10		0.21	0.57	1.76

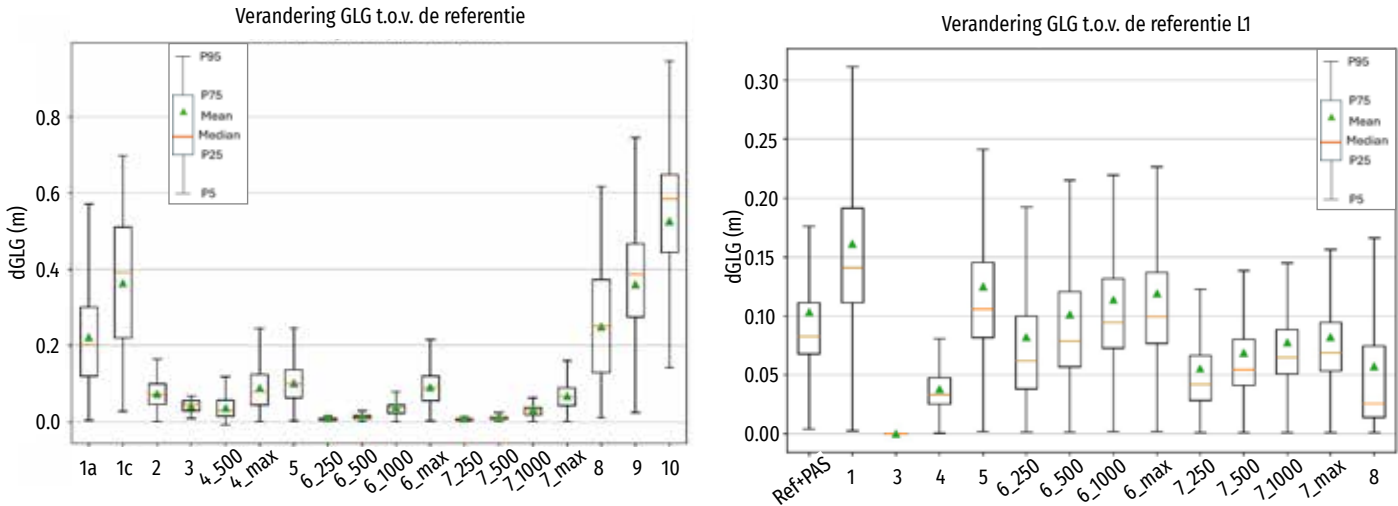
Tabel 3 Veranderingen in gemiddelde GLG, GVG en kwelflux ten opzichte van de nulsituatie voor 16AB04 in de Dommelbeemden voor de verschillende herstelmaatregelen. Bovenste rij: gemiddeld doelgat voor 16AB04 (mediaan tussen vierkante haken). Scenario nummers: zie tabel 2. (16AB04 is gekozen omdat deze kwel nodig heeft en een groot doelgat heeft.)

Table 3 Changes in average GLG, GVG, and seepage flux in the Dommelbeemden compared to the baseline situation for the various measures for 16AB04. Top row: average target gap of 16AB04 (median in square brackets). Scenario numbers: see table 2. (16AB04 is chosen because it needs seepage and has a large target gap.)

en iets groter dan het stopzetten van de grondwaterwinningen (scenario 2).

Ontwateringsmaatregelen in bufferzones

Eerder landelijk onderzoek liet zien dat gemiddeld circa 80% van het maximale effect wordt bereikt met ontwateringsmaatregelen binnen een bufferzone van 500 meter rond natuurgebieden (Meeusen et al., 2023). Dat biedt perspectief voor hydrologische bufferzones. De hier onderzochte gebieden laten echter zien dat de effectiviteit sterk per gebied verschilt. In het Buurserzand wordt met een buffer van 500 meter circa 80–90% van het maximale effect bereikt (vergelijk scenario 6_max met 6_500 in figuur 8 en zie ook figuur 6), terwijl dat in de Dommelbeemden slechts 13% is (figuur 7). De effectiviteit van bufferzones hangt dus sterk samen met het lokale hydrologische systeem. Figuur 9 toont het effect van ontwateringsmaatregelen op de kwelflux bij toepassing in verschillende bufferzones: hoe groter de bufferzone, hoe meer de kwelflux toeneemt in de Dommelbeemden. Buiten het natuurgebied neemt de kwelflux juist af als gevolg van de maatregel.



Toepasbaarheid en onzekerheden

De ontwikkelde methodiek combineert verschillende databronnen, elk met eigen onzekerheden. Die zitten onder meer in vegetatiekaarten, natuureisen en grondwatermodellen. Voor grote delen van Nederland zijn gekalibreerde regionale grondwatermodellen beschikbaar. Hoewel deze modellen onmisbaar zijn, bevatten zij onzekerheden in onder meer bodemopbouw, hydraulische parameters en ontwateringssystemen. In het algemeen is de onzekerheid in de simulatie van de actuele situatie groter dan het voorspellen van effecten door maatregelen. Voor sommige gebieden, zeker in het noorden van Nederland, is onvoldoende bekend over de opbouw van de ondergrond en bijbehorende hydraulische bodemparameters. Ook andere modelparameters, zoals het ontwateringstelsel (drainagediepte, drainageweerstand en mogelijkheid tot oppervlaktewaterinfiltratie) zijn onzeker. De auteurs benadrukken daarom het belang van modelvalidatie op basis van onafhankelijke metingen, expertoordeel en gevoeligheidsanalyses: door de oplossingsrichtingen voor een aantal modelvarianten door te rekenen ont-

Figuur 7 (links) Boxplots van maatregeleffecten (in m) op de GLG in de Dommelbeemden. De nummering op de x-as zijn de modelscenario's; tweede getal na streepje = bufferzoneafstand (zie tabel 2).

Figuur 7 (left) Box plots of the effect of measures (in metres) on the GLG in the Dommelbeemden. The numbers on the x-axis are the model scenarios; second number after dash = buffer zone distance (see table 2).

Figuur 8 (rechts) *Bijschrift op volgende pagina.*

Figure 8 (right) *Caption on next page.*

Figuur 8 (p73 rechts)
Boxplots met veranderingen in GLG (m) in het Buurserzand (gebied met vegetatie-kartering). Meest links: nulsituatie met PAS (al geplande natuurherstelmaatregelen) t.o.v. actuele situatie zonder PAS. Overige boxplots: verandering van de modelscenario's t.o.v. de nulsituatie met PAS. Nummering op de x-as: modelscenario's (tabel 2); tweede getal na streepje: bufferzoneafstand.

Figure 8 (p73 right)
Box plots showing changes in GLG (m) in Buurserzand (area with vegetation map). Left box plot: baseline + PAS (nature restoration measures that are already planned) compared to current situation without PAS. Other box plots: change in model scenarios compared to baseline situation + PAS. The numbers on the x-axis: model scenarios (see table 2); second number after dash: buffer zone distance.

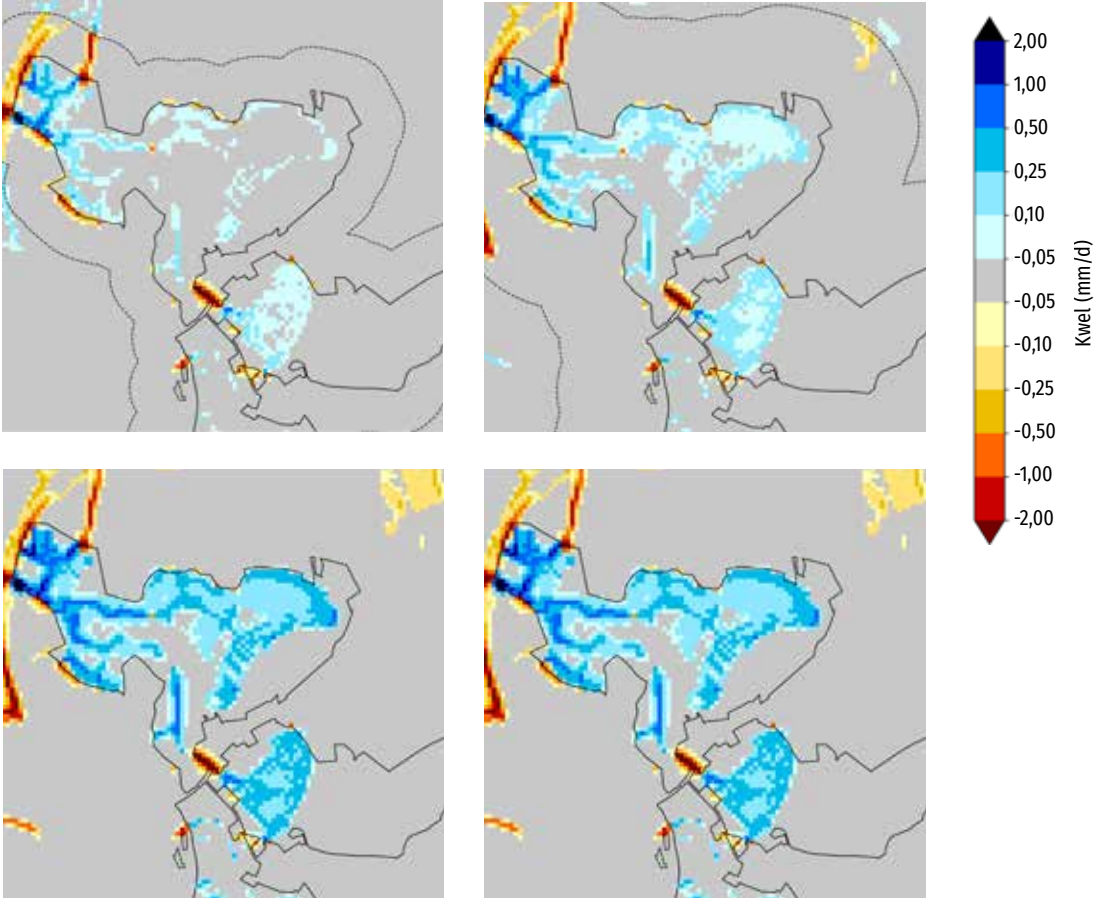
Figuur 9 Effect op jaarrond gemiddelde kwelflux (mm/d) van verhoging van de ontwateringsbasis naar 30 cm -mv binnen een bufferzone op 250, 500, 1000 en hele gebied.

Figure 9 Effect on annual average seepage flux (mm/d) of increasing the drainage base to 30 cm below ground level within a buffer zone at 250, 500, 1000, and the entire area.

staat er een bandbreedte in de te verwachten effecten. Vooral een goede representatie van de actuele ontwateringssituatie van natuurgebieden is cruciaal, omdat ontwatering een dominante factor is in de hydrologie van natuurgebieden. Gezien de onzekerheden adviseren de auteurs om resultaten niet op het niveau van individuele modelcellen te beoordelen, maar op gebiedsniveau, bijvoorbeeld via gebiedswaterbalansen en veranderingen in potentieel geschikt areaal voor natuurdoelen. De ontwikkelde methodiek biedt inzicht in de effectiviteit van maatregelcombinaties voor hydrologisch herstel

van verdroogde natuurgebieden. De aanpak maakt objectief zichtbaar wat een natuurgebied hydrologisch vraagt van zijn omgeving. Daarbij wordt geen rekening gehouden met andere functies. Het concreet maken van maatregelen gebeurt in gebiedsprocessen, waarbij, ondersteund door aanvullende gebiedsgerichte analyses, een afweging wordt gemaakt tussen natuur, landbouw, drinkwaterwinning en andere maatschappelijke belangen.

Deze publicatie is tot stand gekomen in het kader van onderzoek van het Kennisnetwerk Ontwikkeling en Beheer Natuurkwaliteit (OBN), met een financiële bijdrage van BIJ12 en het Ministerie van LVVN.



Summary

How to close the target gap? A method for hydrological restoration of nature areas using external measures

Eva Schoonderwoerd, Perry de Louw, Flip Witte, Gé van den Eertwegh & Mark Jalink

desiccation, groundwater dependent ecosystems, hydrological restoration, buffer zones

Groundwater dependent ecosystems in the Netherlands have been affected by desiccation for decades, largely due to external pressures such as intensive agricultural drainage, groundwater extraction and changes in land use. Hydrological restoration of these nature areas requires a systemic approach beyond nature reserve boundaries, aimed at higher regional groundwater levels, especially in spring and summer.

This article presents a methodology to identify the *nature target gap*: the difference between the current and desired hydrological conditions for groundwater-dependent habitats. The approach combines groundwater models, monitoring data, vegetation maps and

ecohydrological system analyses to quantify deficits in groundwater levels and groundwater discharge (seepage). Subsequently, regional hydrological measures are systematically evaluated for their effectiveness in closing these gaps. This information can support regional planning to identify necessary measures, effective combinations, and less effective ones. Applications in the Dommelbeemden and Buurserzand demonstrate that restoration effectiveness strongly depends on landscape characteristics, scale and combinations of measures, highlighting the need for area-specific strategies.

Literatuur

Bartholomeus, R.P., Witte, J.P.M. & Runhaar, J. (2012). Drought stress and vegetation characteristics on sites with different slopes and orientations. *Ecohydrology* 5(6), 808–818.

Collenteur, R.A., Bakker, M., Caljé, R., Klop, S.A., Schaars, F. (2019). Pastas: open source software for the analysis of groundwater time series. *Groundwater* 57(6), 877–885.

De Louw, P.G.B., Witte, J.P., Van den Eertwegh, G.A.P.H., Bartholomeus, R.P., Pouwels, J. & Hunink, J. (2022). Beter bestand tegen droogte: oplossingsrichtingen voor een hydrologisch goed functionerend grondwatersysteem in de zandgebieden van Nederland. *Stromingen: Vakblad voor hydrologen*, 28(1), 3–21.

Ecologische Autoriteit (2024). *Doen wat moet én kan. Nu aan de slag met noodzakelijk natuurherstel met natuurdoelanalyses als fundament*. Ecologische Autoriteit.

Meeusen, R., De Louw, P.G.B., Boelens, R. & Mens, M. (2023). *Effectiviteit van bufferzones voor grondwaterstandsverhoging in grondwaterafhankelijke natuurgebieden op de zandgronden. Een modelverkenning op landelijke schaal*. Deltares.

Nijp, J.N., Bartholomeus, R.P., De Wit, J., Clevers, S., Dorland, E., Reinds, G.J., Kros, H. & Witte, J.P.M. (2022). *Waterwijzer Natuur – fase 3: Klimaatrobuuste modellering van effecten van zuur- en stikstofdepositie op natuur*. STOWA, rapport 2022-08.

Runhaar, J. & Hennekens, S. (2015). *Hydrologische randvoorwaarden natuur. Versie 3*. STOWA, Wageningen University & Research en KWR.

Schaminée, J.H.J., Stortelder, W. & Weeda, E.J. (1996). *De vegetatie van Nederland. Deel 3: Graslanden, zomen en droge heiden*. Opulus Press.

Schaminée, J.H.J., Janssen, J.A.M., Haveman, R., Hennekens, S.M., Huiskes, H.P.J., Kruijsen, B.W.J.M., ... Weeda, E.J. (2017). *De vegetatie van Nederland*. KNNV Uitgeverij.

Schoonderwoerd, E., De Louw, P.G.B., Van Strien, C., Witte, J.P.M., Jalink, M., Aggenbach, C., Van Deijl, D. & Van den Eertwegh, G. (2025). *Hoe dichtten we het doelgat? Hydrologisch herstel van verdroogde natuurgebieden met externe maatregelen – een methodiek*. Kennisnetwerk OBN, rapport 2022-136-EA.

Von Asmuth, J.R., Maas, C. & Knotters, M. (2006). *Menyanthes manual, version 1.6*. Kiwa Water Research.

Witte, J.P.M., Bartholomeus, R.P., Cirkel, D.G., Doornik, E., Fujita, Y. & Runhaar, J. (2014). *Manual and description of ESTAR, version 01: A software tool to analyse vegetation plots*. KWR Watercycle Research Institute.

Witte, J.P.M., Van Ek, R., Runhaar, J. & Van den Eertwegh, G.A.P.H. (2019). Verdroging van de Nederlandse natuur: Bijna een halve eeuw goed onderzoek en falende politiek. *Stromingen* 26(2), 65–79.