



RAPPORT

Concretiseren van zoetwaterdoelen

Expertisenetwerk Zoetwater en Droogte

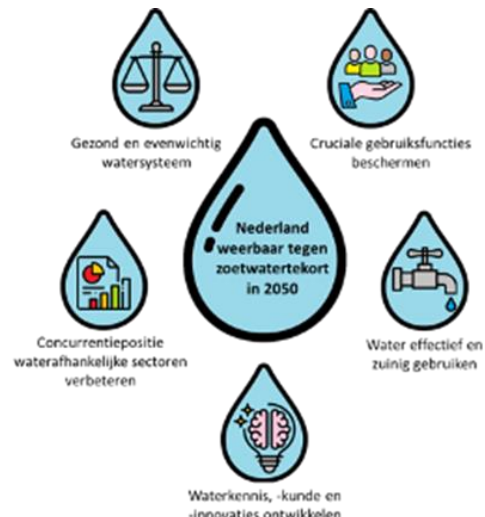
Openbaar - 5 december 2022

Aanleiding en achtergrond

Doelen van het Deltaprogramma Zoetwater

Het Rijk (het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat en Rijkswaterstaat) en de zes zoetwaterregio's (bestaande uit provincies, waterschappen en regionale partners) werken in het Deltaprogramma Zoetwater (DPZW) samen om te zorgen dat Nederland in 2050 weerbaar is tegen watertekorten. Deze hoofddoelstelling – weerbaar zijn tegen zoetwatertekorten – is vastgesteld met de Deltabeslissing Zoetwater en in het Deltaplan Zoetwater is uitgewerkt welke maatregelen hiertoe worden genomen in de periode 2022-2027. Daarbij kent het Deltaprogramma zoetwater vijf subdoelen:

1. Het in stand houden en bevorderen van een gezond en evenwichtig watersysteem;
2. Het beschermen van de cruciale gebruiksfuncties drinkwater (volksgezondheid), energie, kwetsbare natuur, waterkeringen en het tegengaan van klink en zetting;
3. Het effectief en zuinig gebruiken van het beschikbare water;
4. Het bevorderen van de concurrentiepositie van Nederland wat betreft aan water gerelateerde economie;
5. Het ontwikkelen van waterkennis, -kunde en innovatie ten behoeve van zoetwaterdoelen.



Concretiseren van doelen

De hoofddoelstelling en de subdoelstellingen van het DPZW worden als onvoldoende concreet gezien. Daarom heeft het DPZW in 2021 een onderzoek uit laten voeren naar wat weerbaarheid tegen zoetwatertekort betekent in de context van klimaatverandering (DRIFT, 2021) en is in 2022 een tweejarig traject gestart om de doelen te concretiseren. Dit traject richt zich in de eerste plaats op het ontwerpen en invullen van een overkoepelend kader voor de formulering van samenhangende nationale en regionale doelen. Daarnaast worden adaptatiepadenschema's ontwikkeld die laten zien hoe verschillende vormen van weerbaar vermogen¹ in de praktijk kunnen worden gebracht. Het traject wordt momenteel versneld door de urgentie vanuit het Nationaal Programma Landelijk Gebied (NPLG) en het opkomende kennisdossier Water en Bodem als Basis (WBB).

Vraagstelling

Tegen de geschetste achtergrond heeft het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat aan de leden van het Expertisenetwerk Zoetwater en Droogte (ENZD) gevraagd om vanuit hun wetenschappelijke expertise een bijdrage te leveren aan het *concretiseren van de zoetwaterdoelen*. Hiertoe zijn de volgende vragen geformuleerd:

1. Hoe kunnen we voor het DPZW bottom-up zoetwaterdoelen afleiden geredeneerd vanuit de zoetwaterregio's en waterafhankelijke sectoren? Hoe kunnen we daarbij impactindicatoren voor

¹1) robuust vermogen (schokken opvangen op de korte termijn); 2) adaptief vermogen (met terugkerende stress omgaan op de middellange termijn) en 3) transformatief vermogen (gesteld staan voor onzekere impacts op de lange termijn).

droogte ontwikkelen en operationaliseren? Zijn hier bruikbare voorbeelden van uit het buitenland of andere vergelijkbare dossiers?

2. Zowel vanuit het Rijk als vanuit de watergebruikers groeit de vraag om normering voor zoetwaterbeschikbaarheid. Een normering kan bijdragen aan het evenwichtig meenemen van zoetwaterbelangen in de ruimtelijke ordening. Daarnaast zijn waterbeheerders met het gebruik van een normering bewuster van hun verantwoordelijkheid en weten watergebruikers waar zij op kunnen rekenen wat betreft het maken van investeringsafwegingen.

Zijn er, ondanks de bekende haken en ogen², variabelen waarvoor wel een normering kan worden toegepast? Denk aan een normering voor hydrologische variabelen over een droogteseizoen heen, zoals uitputting van de IJsselmeerbuffer.

- a) Kan er op een andere manier dan met de (getransformeerde) historische reeks wel betrouwbare statistiek worden afgeleid?
- b) Hoe kunnen we watergebruikers op een andere manier inzicht geven in de frequentie en duur van bepaalde omstandigheden die de zoetwaterbeschikbaarheid bepalen?

Totstandkoming advies

Dit advies is opgesteld op basis van een bijeenkomst op 6 juli 2022 met de volgende leden van het Expertisenetwerk Zoetwater en Droogte:

- Dr.ir. Anne van Loon (Vrije Universiteit Amsterdam; lid ENZD)
- Prof.dr. Bart van den Hurk (Deltares; lid ENZD)
- Dr. Michelle van Vliet (Universiteit Utrecht; lid ENZD)
- Dr.ir. Niko Wanders (Universiteit Utrecht; lid ENZD)
- Dr.ir. Ruud Bartholomeus (KWR Water Research Institute, lid ENZD)
- Dr.ir. Mirjam Hack-ten Broeke (Wageningen Environmental Research, lid ENZD)
- Sharon Muurling-van Geffen (Rijkswaterstaat; initiatiefnemer namens het DPZW)
- Emiel Spanier (Rijkswaterstaat; coördinator ENZD)
- Rens Baltus (Berenschot; secretaris ENZD)

De hiervoor genoemde leden hebben het eerste conceptadvies van een schriftelijke reactie voorzien. De reacties zijn besproken met en verwerkt door Mirjam Hack-ten Broeke, Ruud Bartholomeus, Niko Wanders en Anne van Loon. Het eindconcept is ter akkoord voorgelegd aan het Expertisenetwerk Zoetwater en Droogte. Met accordering is het advies definitief gemaakt.

² Met de “bekende haken en ogen” wordt gerefereerd aan twee aspecten, ten eerste de intrinsieke veelzijdigheid van droogte die een eenduidige definitie en dus een grondslag voor een norm moeilijk maakt, en ten tweede de problemen die worden ervaren bij het toedichten van een kans aan specifieke jaren in de historische reeksen van klimaatvariabelen. Door klimaatverandering zit in deze reeksen een trend, waardoor de statistiek minder betrouwbaar wordt. Zie voor meer informatie het memo ‘Meerwaarde van langere tijdreeksen voor droogterisicoanalyse’ van Marjolein Mens en Ferdinand Diermanse (Deltares, 2021).

Advies

1. Bottom-up zoetwaterdoelen formuleren

Hoe kunnen we voor het DPZW bottom-up zoetwaterdoelen afleiden vanuit de zoetwaterregio's en waterafhankelijke sectoren? Hoe kunnen we daarbij impactindicatoren voor droogte ontwikkelen en operationaliseren? Zijn hier bruikbare voorbeelden van uit het buitenland of andere vergelijkbare dossiers?

Twee mogelijke benaderingen voor een bottom-up aanpak om zoetwaterdoelen te formuleren

Onder een bottom-up aanpak verstaan we het formuleren van doelen op basis van inzicht in de impact van droogte voor individuele sectoren of specifieke gebieden. De wetenschappelijke literatuur gaat beperkt in op de vertaling van droogte-indicatoren en impact voor sectoren naar normen en doelen voor de beschikbaarheid van zoetwater. Het Deltaprogramma Zoetwater zoekt naar drempelwaardes (met bandbreedtes) voor hydrologische variabelen of impactindicatoren als basis om doelen te kunnen formuleren. Daarbij geniet het werken met drempelwaardes de voorkeur, omdat deze meer helderheid geven aan watergebruikers. De drempelwaardes hebben vanwege de samenhang van het watersysteem idealiter niet alleen betrekking op oppervlaktewater(peilen), maar ook op grondwaterstanden en beekafvoeren. Voor het (bestuurlijk) vaststellen van drempelwaardes is goede inhoudelijke onderbouwing nodig. De wetenschappelijke literatuur onderscheidt – op hoofdlijnen – twee benaderingen om droogte-indicatoren en drempelwaardes te identificeren:

1. Monitoren van droogte-impact op regionale schaal.

Dat betekent dat je voor een gebied ter grootte van bijvoorbeeld een waterschap of provincie een relatie probeert te leggen tussen droogte-indicatoren en de impact van droogte voor natuur, landbouw, industrie, en andere functies in het betreffende gebied. In deze paragraaf gaan we eerst in op internationale ontwikkelingen en vervolgens op de situatie in Nederland. Het European Drought Observatory (EDO) van het Joint Research Centre van de Europese Commissie werkt bijvoorbeeld aan deze benadering in het lopende project [EDORA](#), dat gebaseerd is op recent onderzoek van Bachmair et al. (2015), Blauhut et al. (2016), en Bachmair et al. (2017) en gebruik maakt van de European Drought Impact report Inventory (EDII) en andere beschikbare bronnen (o.a. van Eurostat). Het EDO heeft een “Combined Drought Index” gedefinieerd (gebaseerd op informatie over neerslag, bodemvocht en vegetatie) die vermeldt hoe ernstig de droogtesituatie is voor landbouwkundige toepassingen. Daarbij werkt het EDO aan uitbreiding van de hazard-indicatoren, onder andere met meer hydrologische indicatoren.

Bij het leggen van een verband tussen hazard-indicatoren en impacts is het mogelijk om verschillen tussen gebieden en perioden te verkennen. Uitbreiding van deze methode naar een generieke multi-sectorale toepassing vereist veel gegevens over de exacte impact van droogte en de schade die ontstaat. Daarom is het belangrijk om de impact van droogte (centraal) te monitoren en te meten. Dat kan ook met meer kwalitatieve indicatoren. Een voorbeeld hiervan is Kenia, waar maandelijks een representatieve populatie wordt bevraagd op een aantal impactindicatoren (Lam et al., 2022). Een tweede voorbeeld zien we in de Verenigde Staten, waar de National Drought Mitigation Center de gevolgen van ernstige droogtes in het land monitort door middel van stakeholder interviews en expert knowledge, maar ook via nieuwsberichten en sociale media. Ook burgerwetenschap (citizen science) wordt steeds meer gebruikt om impacts van droogte in kaart te brengen.

In Nederland is informatie over verschillende (aspecten van) hazard-indicatoren beschikbaar; meteorologisch, bodemvocht, landbouw, ecologisch, grondwater, afvoeren (Stofberg et al., 2022). Deze informatie is ondergebracht bij verschillende instanties, zoals KNMI, RWS, provincies, waterschappen. Een deel van de informatie komt uit monitoringsnetwerken (i.e. daadwerkelijke metingen zoals neerslag,

oppervlaktewaterpeilen en grondwaterstanden). Een ander deel komt uit modelberekeningen en interpretatie van satellietgegevens, bijvoorbeeld grondwateraanvulling, potentiële en actuele verdamping.

Effectmonitoring voor bijvoorbeeld landbouw, scheepvaart en natuur (met name terrestrisch) vindt beperkt plaats. Vanuit Europese databases zijn er wel wat gegevens over de gevolgen van droogte beschikbaar voor verschillende sectoren. Bijvoorbeeld op het gebied van voedsel-en energievoorziening zijn enkele databases beschikbaar. Het algemene beeld is dat meetnetten niet in voldoende mate zijn ingericht om voldoende betrouwbare uitspraken te kunnen doen over de ernst van droogte en de effecten op functies. Voornamelijk op het gebied van natuur, recreatie, en watervoorziening moet er nog meer informatie beschikbaar komen. Ook op het gebied van gebouwschade, effecten van verzilting, etc. is meer informatie nodig.

2. Inzicht krijgen in situaties die leiden tot schade en/of nopen tot handelen bij de verschillende watergebruikers.

Waar data over de effecten van droogte niet beschikbaar zijn en/of als een breder beeld van droogteschade nodig is (bijvoorbeeld effecten die van de ene naar de andere sector overlopen), kan werken met *impact chains* (redeneerlijnen van situatie (watertekort) naar gevolgen (verschillende soorten impact voor gebruikers)) een mogelijk perspectief bieden. Dit geeft een meer kwalitatief beeld van de relatie tussen droogte en droogte-effecten (landbouwschade, natuurschade, gebouwschade, verzilting, scheepvaart) weer. Voor impact chains moeten vooraf gedefinieerde effect-ketens worden gedefinieerd die zijn afgestemd op specifieke regio's en/of sectorale toepassingen.

Deze benadering kan gecombineerd worden met seizoensvoorspellingen voor een seizoen of *storylines* die volgens een vastgestelde methodiek in kaart brengen hoe bijvoorbeeld een bepaalde mate van klimaatverandering doorwerkt in de gevolgen van een extreme droogte of hoe een bepaalde droogte zich zou hebben ontwikkeld als de jaren ervoor of erna ook droog waren geweest (bijvoorbeeld in Engeland, Chan et al. 2022). De nieuwe KNMI klimaatscenario's vormen een goed startpunt voor het maken van zulke storylines. Ook de effectiviteit van een maatregel x, y, of z bij een gegeven situatie kan worden onderzocht. De Waterwijzer Landbouw en Waterwijzer Natuur zijn geschikt voor een dergelijke systematiek. In Engeland wordt gewerkt met droogteplannen, die verplicht worden opgesteld door drinkwaterbedrijven, waarbij ze aangegeven welke opeenvolgende maatregelen ze nemen in tijden van (dreigend) watertekort op basis van vastgestelde indicatoren en herhalingstijden. Daarbij gaat het om maatregelen zoals het voorkomen van lekken, het aanboren van alternatieve bronnen, het aanvoeren van water uit andere gebieden of gebruiksrestricties (Wendt et al., 2021).

Aandachtspunten

Er is geen eenduidige definitie van onomkeerbare schade voor verschillende watergebruikers

Het Deltaprogramma Zoetwater zet verschillende gebruiksfuncties centraal. Daarbij weten we niet voor alle gebruikers en voor natuur of en wanneer er sprake is van onomkeerbare schade als gevolg van watertekort en is het niet eenvoudig om schade te kwantificeren. Dat compliceert het formuleren van doelen die zich richten op het voorkomen van onomkeerbare schade. Dit is bijvoorbeeld het geval voor natuur. Het is lastig vast te stellen wat de schade is van één periode van droogte, en van cumulatieve effecten van meerdere droge jaren. Daarom verdient het verder uitbreiden van structurele (kwantitatieve) monitoring van de gevolgen van droogte op verschillende sectoren en natuur aanbeveling.

In Nederland ontbreekt het aan voldoende gegevens over de impact van droogte

De impact voor sectoren en gebruikers moeten we meer structureel in beeld brengen om bottom-up zoetwaterdoelen te kunnen formuleren. Er zijn veel gegevens beschikbaar, maar voor specifieke

onderdelen ontbreekt het aan data. Dit beperkt het inzicht in de impact van watertekort voor individuele watergebruikers en functies. Dat heeft verschillende oorzaken:

1. We hebben in Nederland nog te weinig ervaring met droogteproblematiek om de impact van extremen en watertekorten te kwantificeren. De beschikbare gegevens en metingen zijn onvolledig. Zo zijn (grond)wateronttrekking voor irrigatie in de landbouw en particuliere onttrekkingen onvoldoende bekend. Voor de grotere onttrekkingen (drinkwater en industrie) zijn wel nauwkeurige gegevens bekend. Schade aan natuur is op basis van de huidige monitoringsnetwerken moeilijk vast te stellen. Ook is bijvoorbeeld geen inzicht in wanneer bedrijven, bijvoorbeeld in de scheepvaart of industrie, mede als gevolg van watertekort kiezen voor sluiting of verplaatsing.
2. Het is lastig om de impact voor individuele watergebruikers of sectoren te bepalen. De gevolgen van watertekort zijn moeilijk te isoleren en er is niet altijd sprake van lineaire relaties tussen watertekort en impact of lage grondwaterstand en impact. Zeker wanneer het gaat om cumulatieve watertekorten en we vaak te maken hebben met *tipping points*, waarbij een bepaalde hoeveelheid watertekort er opeens problemen ontstaan. Ook kan er naast een fysiek watertekort sprake van een tekort aan water van de gewenste kwaliteit, met non-lineaire reacties van watergebruikers als gevolg. Denk bijvoorbeeld aan te hoge zoutgehalten voor irrigatie of een te hoge watertemperatuur om koelwater te gebruiken in energiecentrales en industriële processen. Wel zijn er op processen gebaseerde modelinstrumenten beschikbaar die de effecten van watertekorten kunnen kwantificeren (o.a. NHI/LHM, waterwijzers).

Daarbij zijn er wel verschillen tussen sectoren. Voor scheepvaart is het nog relatief eenvoudig om de impact van droogte in beeld te brengen, omdat de situatie (laagwater) eenduidig is. Voor de landbouw is dit al lastiger vanwege verschillen in wateraanvoermogelijkheden vanuit het hoofdwatersysteem, individuele percelen, teelten, seizoensinvloeden, bodemtypen, beregeningsmogelijkheden etc. Daarbij is er wel literatuur en proceskennis beschikbaar over de relatie tussen waterbeschikbaarheid en productiviteit van de landbouw (met onder meer de Waterwijzer Landbouw); een actueel beeld van de droogte in landbouw/vegetatie kan worden verkregen via satellietinterpretaties zoals met de Groenmonitor. In het geval van natuur is het –meer dan voor andere watergebruikers– belangrijk om rekening te houden met de cumulatie van de effecten van droogtes en indirecte effecten van droogte op natuur (bijv. verzuring, kwetsbaarheid voor ziektes/plagen, en effecten van droogte-adaptatiemaatregelen in andere sectoren, bijvoorbeeld meer wateronttrekking voor irrigatie tijdens droogte). Voor de energiesector geldt dat er meer inzicht verkregen moet worden in de relatie tussen waterbeschikbaarheid, watertemperatuur en elektriciteitsproductie door thermische centrales en de relatie tussen extreem hoge luchttemperaturen en efficiëntie van zonnepanelen. Tot slot is ook beter inzicht in de impact van droogte voor de gebouwde omgeving gewenst, zoals schade als gevolg van verzakkingen.

Daarnaast is er ook een Europese impactdatabase (EDII; Stahl et al., 2016), maar deze is niet actueel en onvolledig. De database bevat alleen gerapporteerde impact, maar we weten dat er over recente droogtes meer gerapporteerd is en dat er een ruimtelijke bias in de dataset zit die gerelateerd is aan waar de onderzoekers werkten die de dataset hebben gevuld. Het is belangrijk om onderscheid te maken tussen twee soorten informatie over droogte-impacts. Ten eerste zijn er impactdatabases zoals de Europese EDII en de [Amerikaanse DIR](#). Deze databases bevatten alleen informatie over de negatieve effecten die specifiek het gevolg zijn van droogte. Ten tweede zijn er tijdreeksen van variabelen die anomalieën hebben die een effect van droogte kunnen zijn, zoals gewasopbrengsten, elektriciteitsproductie, riviertransport. Deze anomalieën kunnen ook worden veroorzaakt door andere dingen die niets met droogte te maken hebben, zoals een stremming van een vaargeul door een vastgelopen schip. In dat geval is er wel meer data om te analyseren, maar moet de relatie met droogte achteraf worden bepaald door middel van andere data.

Door neveneffecten kan de economische impact van droogte positief zijn voor waterafhankelijke sectoren

In periodes van watertekort kunnen voor sommige sectoren neveneffecten optreden waardoor de economische schade voor deze sectoren beperkt blijft of waardoor zij zelfs kunnen profiteren van de omstandigheden (de schaarste). Dit wordt nog versterkt indien sprake is van een grote regionale spreiding van de droogte en in een bepaald gebied nog wel productie kan plaats vinden waarbij de producten voor hogere prijzen verkocht kunnen worden. Voor de energiesector geldt dat het in droge periodes enerzijds lastiger is om voldoende koelwater te krijgen of brandstoffen over water aan te kunnen voeren, maar anderzijds kunnen elektriciteitsprijzen stijgen door een toenemende elektriciteitsvraag, bijvoorbeeld voor het gebruik van airconditioning wanneer de droogte gepaard gaat met hittegolven. In de landbouw kan er sprake zijn van productievermindering als gevolg van gewasschade, maar dit wordt – afhankelijk van het type gewas en de concurrentie vanuit andere landbouwregio's – mogelijk gecompenseerd door hogere verkoopprijzen. Ook voor de binnenvaart zijn de effecten meerledig. Lage waterstanden maken het voor (sommige) schepen lastiger om producten te vervoeren, maar schaarste kan ook leiden tot hogere transportvergoedingen. In de genoemde situaties is er wellicht maatschappelijke schade in de vorm van hogere prijzen voor consumenten, maar kunnen (onderdelen) van sectoren ook economisch profiteren van droge periodes, mogelijk versterkt door samenloop met hittegolven en/of andere gebeurtenissen.

2. Normering voor zoetwaterbeschikbaarheid

Om wateroverlast te voorkomen wordt in Nederland gewerkt met normen, maar voor droogte of watertekort bestaat nog geen eenduidige normering. Zo zijn er verschillen tussen regio's en watersystemen en zijn er verschillen definities voor droogte: meteorologische droogte, bodemvochtdroogte, en hydrologische droogte. De normen voor wateroverlast (NBW-normen) zijn juridisch verankerd in provinciale verordeningen. In de praktijk wordt watertekort niet op dezelfde manier als wateroverlast meegenomen in afwegingen; er kan niet 'gerekend' worden. Zowel vanuit het Rijk als vanuit de watergebruikers neemt de behoefte naar normering voor zoetwaterbeschikbaarheid toe. Een normering kan bijdragen aan het meer evenwichtig meenemen van zoetwaterbelangen in de ruimtelijke ordening. Daarnaast zijn waterbeheerders met het gebruik van een normering bewuster van hun verantwoordelijkheid en weten watergebruikers waar zij op kunnen rekenen wat betreft het maken van investeringsafwegingen.

- a) *Zijn er, ondanks de bekende haken en ogen, variabelen waarvoor wel een normering kan worden toegepast? Denk aan een normering voor hydrologische variabelen over een droogteseizoen heen, zoals uitputting van de IJsselmeerbuffer, te lage beekafvoeren, of overschrijding van kritische grondwaterstanden.*
- b) *Kan er op een andere manier dan met de (getransformeerde) historische reeks wel betrouwbare statistiek worden afgeleid?*
- c) *Hoe kunnen we watergebruikers op een andere manier inzicht geven in de frequentie en duur van bepaalde omstandigheden die de zoetwaterbeschikbaarheid bepalen?*

Mogelijkheden voor een normering voor zoetwaterbeschikbaarheid

Een normering voor zoetwaterbeschikbaarheid zou zich moeten richten op het voorkomen van onomkeerbare schade als gevolg van watertekort (m³) of te lage (grond)waterstanden (m). Daarvoor moet eerst duidelijk worden wanneer er sprake is van watertekort, wanneer watertekort tot schade leidt en wanneer deze schade onomkeerbaar is. Voor het toepassen van een normering kan het daarnaast nodig zijn om onderscheid te maken tussen gebieden en sectoren die in verschillende mate afhankelijk zijn van

de Rijn, de Maas, neerslag of grondwater voor hun waterbeschikbaarheid. Er zijn verschillende alternatieve formuleringen voor normen mogelijk:

- Normeren op basis van een referentiejaar. Bijvoorbeeld: we accepteren ten hoogste de gevolgen van een watertekort zoals in een bijv. 80% droog jaar in de periode 1981-2010.
- Normeren op basis van het zogenaamde 'doelgat' voor verschillende sectoren. Dit zijn maximaal toegestane tekorten in water of andere voorraden. Deze methodiek is operationeel in Nederland: zogenaamde Optimale Grond- en Oppervlaktewater Regimes (OGOR), Gewenste GOR (GGOR) en Actuele GOR (AGOR). Met name de OGOR kan leidend zijn in de normering en kan aanleiding zijn voor het doorvoeren van functieverandering / ruimtelijke inrichting (bodem-water-sturend). Doelgaten worden al bepaald in beleidsanalyses voor landbouw en natuur in relatie tot grondwaterbeheer (hier wordt ook de relatie grondwater-bodemvocht in meegenomen). Het vraagt wel om een uitbreiding van de methode om meerdere doelen mee te kunnen nemen, zoals het tegengaan van bodemdaling of het verminderen van CO₂-uitstoot in veenweidegebieden. Het is van belang om steeds in beeld te brengen wat de gevolgen zijn van klimaatverandering, waterbeheer en landgebruik voor de zoetwaterbeschikbaarheid en hoe deze gevolgen kunnen worden beperkt. Het is vervolgens een politiek-bestuurlijke afweging welk belang wanneer voor gaat en wat acceptabel is.
- Normeren op basis van *water use efficiency* en de lokaal beschikbare hoeveelheden water. De water use efficiency laat zien hoe productief een bedrijf is op basis van het beschikbare water. Een normering zou kunnen stellen dat een hogere productiviteit niet ten koste mag gaan van een grotere watervraag of leiden tot een verminderde efficiency.
- Normeren op basis van *water exploitation index* (of *water stress indicators* incl. *minimum environmental flow*): deze geven inzicht in het effect van een bepaald waterbeheer of watergebruik op andere functies, bijv. door verlaging grondwaterstanden, wegvallen kwel of droogvallende waterlopen.
- Normeren van watervoorraden in geval van grote wateren zoals het IJsselmeer: een minimaal beschikbare watervoorraad voor het droogtseizoen of voor specifieke gebruikers en voldoende hoge grondwaterstanden gedurende het jaar voor grondwaterafhankelijke functies.

Aandachtspunten

De (beperkte) betrouwbaarheid van klimaatstatistieken leidt tot verschillen in normering

Door klimaatverandering en ontwikkelingen in watergebruik is er veel onzekerheid in de statistiek van de huidige langjarige reeksen door sterke trends in deze data. In andere woorden: het is lastig om de herhaaltijd van droogte te bepalen omdat er zulke sterke trends in de metingen zijn en er niet genoeg historische droogtedata is om betrouwbare uitspraken te doen. Daar lijkt geen simpele oplossing voor te bestaan. Voor gebieden die afhankelijk zijn van rivieraanvoer zijn prognoses en statistieken wellicht meer betrouwbaar dan voor gebieden die afhankelijk zijn van neerslag en grondwater, zoals de hoge zandgronden. Dit komt met name door de langere meetreeksen voor rivieren en het feit dat rivierafvoeren een aggregatie zijn over grotere gebieden. Dat maakt het zinvol om te differentiëren in normering: de omstandigheden verschillen immers sterk voor verschillende regio's. In Engeland wordt bijvoorbeeld gewerkt met verschillende schalen van normen en bijpassende maatregelen (Wendt et al., 2021).

Bovenstrooms watergebruik zorgt voor onzekerheid in de rivierafvoer en grondwaterstanden

Wat de betrouwbaarheid van statistieken in de rivierafvoer kan verlagen zijn ontwikkelingen in het watergebruik in bovenstroomse gebieden en landen, zoals Duitsland, België en Frankrijk. Het is daarom van belang om bij het opstellen van de Deltascenario's, en de hierbij gebruikte afvoerreeksen, ook gebruik te maken van modellen en prognoses die menselijke invloed bovenstrooms (ook in het buitenland) expliciet meenemen in het stellen van de normen. Dit geldt ook voor grondwater, dat behalve door

natuurlijke processen (meteorologische droogte) ook sterk wordt beïnvloed door menselijk handelen (dat versterkt kan zijn tijdens een droogte).

Een normering moet rekening houden met de opeenvolging van meerdere droge jaren

Recent onderzoek van KNMI (Van der Wiel, Batelaan, Wanders, ERL 2022) laat zien dat de kans op meerdere droge jaren op een rij toeneemt als gevolg van klimaatverandering (zoals in 2018, 2019 en 2020). Dit komt met name omdat de kans op droogte door klimaatverandering steeds groter wordt en daarom ook de kans op twee droogtes achter elkaar. Er zijn voor Nederland geen mechanismes gevonden die zorgen voor een grotere kans op een droogte in opeenvolgende jaren, zoals we bijvoorbeeld zien in andere landen door sterke teleconnecties met de oceaan. De opeenvolging van droge jaren heeft wel een belangrijke impact. Grondwaterstanden herstellen zich bijvoorbeeld langzamer, waardoor er in een volgend seizoen sneller sprake kan zijn van schade voor natuur, landbouw of andere sectoren die afhankelijk zijn van grondwater. Omdat de effecten van een vorig droog jaar doorwerken naar het huidige jaar moet daar rekening mee worden gehouden bij het formuleren en toepassen van een normering voor zoetwaterbeschikbaarheid. Hiervoor is het nodig om cumulatieve grootheden, zoals de grondwaterstand, te monitoren en voor normering gebruik te maken van indicatoren die gevoelig zijn voor meerjarige droogtes. Een studie als die voor Engeland (Chan et al., 2022) of Duitsland (Hellwig et al., 2021) zijn gedaan zou ook voor Nederland erg inzichtelijk zijn.

Het is toepassingsbereik van normen voor zoetwaterbeschikbaarheid is beperkt

De huidige zoetwaterdoelen met betrekking tot meteorologie en oppervlaktewater zijn veelal gerelateerd aan een kans of een herhalingstijd van optreden van een watertekort (bijvoorbeeld eens per 20 jaar), maar het is niet mogelijk om zo'n kans inhoudelijk of wetenschappelijk te onderbouwen in het huidige snel veranderende klimaat, de grote onzekerheid in menselijk handelen en met de beperkte meetreeks (slechts 5 gebeurtenissen in de afgelopen 100 jaar onder sterk veranderende condities in het watersysteem en klimaat). Dat heeft consequenties voor het toepassingsbereik van normen.

Het is het lastig om na te gaan of doelen worden gehaald die gebaseerd zijn op de kans op een watertekort. Voor grondwater moeten duidelijke doelen nog worden opgesteld; de OGOR systematiek biedt hiervoor aanknopingspunten. Doelen en normen kunnen ook meer pragmatisch worden onderbouwd. Dan gaat het om de mate waarin het doel of de norm effectief is, bijvoorbeeld om maatregelen te formuleren of het gezamenlijke vertrouwen in de werking en de werkingsperiode van het doel of de norm. Daarbij staat de transparantie over waterbeschikbaarheid (en mogelijk ook waterkwaliteit) tussen waterbeheerders en watergebruikers voorop. Een normering kan dan ook gebaseerd worden op de mate waarin gevolgen van watertekort acceptabel worden geacht door deze partijen.

De effectiviteit van normen wordt aanzienlijk vergroot als ook gemonitord wordt of aan normen wordt voldaan en er handhaving plaatsvindt.

Conclusie

Voor dit advies zijn de mogelijkheden verkend voor normering voor zoetwaterbeschikbaarheid in oppervlaktewater en grondwater en het halen van de bijbehorende zoetwaterdoelen. De conclusies luiden als volgt:

- Zolang de gevolgen van droogte niet duidelijk zijn is het lastig om de relatie tussen droogte-indicatoren en gevolgen te interpreteren. Dit vermindert de toepasbaarheid van normen voor deze indicatoren in Nederland. In andere landen zijn er verschillende voorbeelden van het systematisch verzamelen van de gevolgen van droogte of het herleiden van de gevolgen van droogte uit tijdreeksen van socio-economische variabelen.

- Droogte impacts moeten daarom meer structureel gemeten en gemonitord worden. Meer meten geeft beter inzicht in de gevolgen van droogte. Hiermee kunnen we herleiden welke droogte-intensiteit zorgt voor welke schade.
- De gevolgen van droogte zijn niet altijd negatief. Soms zal er economische compensatie optreden, bijvoorbeeld vanwege schaarste op de markt. Het is daarom aan te bevelen de schade voor de samenleving als geheel te bezien bij het bepalen van normen.
- Effecten kunnen zich opstapelen als het gevolg van meerdere “kleine” droogtejaren achter elkaar. Het is daarom van belang om bij het stellen van doelen en normen niet alleen naar een enkele droogte te kijken, maar ook de cumulatie van droogtes in ogeschouw te noemen.
- Het kan nuttig zijn om in aanvulling op een kwantitatieve analyse de relatie tussen droogte en impacts te bepalen via impact chains. Hierbij wordt in kaart gebracht wat per sector kritieke drempelwaardes zijn en hoe impacts en maatregelen in bepaalde sectoren leiden tot impacts in andere sectoren.

Er worden vijf mogelijk denkrichtingen gegeven voor normering. Hierbij gaat het om:

1. Historische droogtejaren;
2. Een “doelgat” of maximaal toegestaan tekort per gebruikersfunctie;
3. Optimalisatie in stand houden van de efficiency in het watergebruik;
4. De exploitatie van en lokale druk op de bestaande oppervlaktewater- en grondwatervoorraden; minimaliseren met effecten van waterbeheer;
5. Totale waterbeschikbaarheid van grote watervoorraden.

Aandachtspunten zijn de beperkte betrouwbaarheid van klimaatstatistieken, het meenemen van bovenstrooms menselijk handelen (of voor grondwater in hetzelfde grondwaterpakket), een tijdspanne die lang genoeg is om ook effecten van meerdere opeenvolgende droogtejaren mee te kunnen nemen, een beschouwing van de tolerantie voor onzekerheids-tolerantie (“fit for purpose”) van toepassingsgebieden en transparantie, monitoring en handhaving.

Bijlage 1: relevante literatuur

- Bachmair, Kohn and Stahl (2015) Exploring the link between drought indicators and impacts: <https://nhess.copernicus.org/articles/15/1381/2015/>
- Bachmair, S, M Tanguy, J Hannaford and K Stahl, Environ. Res. Lett. 13 (2018) How well do meteorological indicators represent agricultural and forest drought across Europe?: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aaafda>
- Cascading impacts (Duitsland): <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aba4ca/meta>
- Chan et al., Hydrol. Earth Syst. Sci., 26 (2022) Storylines of UK drought based on the 2010–2012 event: <https://nhess.copernicus.org/articles/26/1755/2022/>
- Drought management in Europa (drought definities, drought management plans): <https://nhess.copernicus.org/articles/22/2201/2022/> & <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/07900627.2016.1174106>
- Drought Management Plans (DMPs) drinkwaterbedrijven in Engeland & Wales: <https://nhess.copernicus.org/articles/21/3113/2021/> (in Table 1 staat de samenvatting van de plannen en in Table A2 de links naar de individuele plannen)
- Drought Management Plans water boards in Spanje: <https://iwaponline.com/wp/article-abstract/18/S2/153/20546>
- EDORA project waarin we risicokaarten proberen te maken op een data-based (machine-learning) manier en met impact chains: <https://edo.jrc.ec.europa.eu/edora/php/index.php?id=201>
- Hellwig et al., Hydrol. Earth Syst. Sci., 25 (2021) Groundwater and baseflow drought responses to synthetic recharge stress tests: <https://nhess.copernicus.org/articles/25/1053/2021/>
- Impact datasets / monitoring:
 - European Drought Impact report Inventory (statisch): <https://nhess.copernicus.org/articles/16/801/2016/> & <https://www.geo.uio.no/edc/droughtdb/edr/impactdatabase.php>
 - Impact monitoring (dynamisch):
 - Voorbeeld Kenia: <https://www.ndma.go.ke/> (Early-warning bulletins)
 - Voorbeeld Tsjechië: https://edo.jrc.ec.europa.eu/edora/docs/EDORA_20220616-17/Blahova_drought_monitoring_network.pdf & <https://droughtimpacts.eu/en/>
 - Text-mining: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aba4ca/meta>
- Stahl et al., Natural Hazards and Earth System Sciences, 16(3) (2016) Impacts of European drought events: insights from an international database of text-based reports: <https://nhess.copernicus.org/articles/16/801/2016/>
- Stoffberg et al., (2022) Beschikbare kennis van stromen in het watersysteem. Dataverzameling voor conceptuele watersysteemmodellen: <https://library.kwrwater.nl/publication/68839218/>
- Stress-testing (storylines > impacts): <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/2014GL061344> & <https://nhess.copernicus.org/articles/25/1053/2021/>
- Sustainable Groundwater Management Act in California, incl grondwateraanvulling (MAR): https://www.waterboards.ca.gov/water_issues/programs/gmp/ & <https://ca.water.usgs.gov/sustainable-groundwater-management/>.
- System-dynamics modelling (simpele manier om storylines/ impact chains te modelleren, incl. feedbacks): <https://www.ecologyandsociety.org/vol26/iss4/art4/> (zijn we nu ook mee bezig met een PhD voor Nederland, maar pas net begonnen)