

# AANPAK DROOGTE VRAAGT TRANSFORMATIE WATERBEHEER

*Jan-Philip Witte, Perry de Louw, Remco van Ek, Ruud Bartholomeus, Gé van den Eertwegh, Herman Kasper Gilissen, Marleen van Rijswick, Guus Beugelink, Rob Ruijtenberg, Wolter van der Kooij\**

■ Jaarlijks ontvangt Nederland een hoeveelheid water die, bij een landoppervlak van 35.000 km<sup>2</sup>, overeenkomt met een waterschijf van ongeveer drie meter hoog. Ruim twee meter komt binnen via de rivieren en bijna een meter via de neerslag. Hiervan verdampt een halve meter, zodat er een surplus overblijft van 2,5 meter. Dat staat gelijk aan een watervolume van 88 miljard kuub. Toch kampen we in onze delta tijdens droge tijden met een watertekort, zoals we de afgelopen zomers hebben gemerkt.

Gebrek aan water in de delta, hoe kan dat nou? Natuurlijk, de zomers waren zeer droog, maar zomers met een zeer groot neerslagtekort hebben we eerder meegemaakt, zoals in 1911, 1921, 1947, 1959 en 1976. De nadelige gevolgen van droogte zijn in de loop van de tijd echter toegenomen en zichtbaarder geworden, vooral omdat we ons land steeds dieper hebben ontwaterd en we steeds meer grondwater zijn gaan oppompen. Daardoor is op de hogere zandgronden van Nederland de grondwaterstand sinds 1900 met ongeveer een halve meter gedaald [1] en zijn in het westen van Nederland door het droogmalen van meren en door inklinking van veen, polders ontstaan die diep beneden NAP liggen. Deze structurele veranderingen in de waterhuishouding vallen onder de term ‘verdroging’; de gevolgen daarvan worden vooral zichtbaar tijdens een periode met een groot neerslagtekort, ofwel tijdens een ‘droogte’.

Dat de verdroging van ons land zeer nadelig is voor de natuur, is al bijna een halve eeuw bij beleidsmakers en bestuurders bekend [2]. Vijftientig jaar geleden is indicatief becijferd dat de verdroging van de natuur sinds 1950 voor 60% was veroorzaakt door ontwatering van landbouwgrond, voor 30% door grondwaterwinningen en voor 10% door overige oorzaken, zoals zandwinning [3]. Dit zijn generieke landelijke cijfers; lokaal kunnen de

verhoudingen heel anders zijn, zoals op de Veluwe, waar aanplant van naaldhout en winning van drinkwater de belangrijkste veroorzakers zijn.

Met de afgelopen drie zomers achter de rug groeit het besef dat we het met het huidige watersysteem niet redden: niet alleen de natuur leed de afgelopen jaren onder de droogte [4], ook de bebouwde omgeving (totaal 80 miljard euro herstelkosten aan verzakkende huizen de komende 30 jaar [5]), de infrastructuur (tot 2050 in stedelijk gebied van veengebieden alleen al tot € 5,2 miljard schade [6]), ons cultureel erfgoed [7], de scheepvaart (geschatte schade in 2018: M€ 170-345 [8]) en de landbouw (M€ 375-1700 in 2018 [8]) ondervonden ernstige schade. Het laatste schadebedrag dient genuanceerd te worden omdat het productieverlies in 2018 door hogere marktprijzen meer dan gecompenseerd werd zodat het inkomen in de agrarische sector dat jaar gemiddeld juist iets steeg [9].

We moeten structureel anders omgaan met ons watersysteem, betogen dijkgraven en directeuren van waterleidingbedrijven in de media. Die wens vinden wij terug in de Nationale Omgevingsvisie voor de Inrichting van Nederland (NOVI), in het Deltaprogramma Zoetwater, alsmede in de veenweidevisie van de Raad

\* **Jan-Philip Witte**, Onderzoeker bij Flip Witte Ecohydrologie; **Perry G.B. de Louw**, Geohydroloog bij Deltares; **Remco van Ek**, Specialist ecohydrologie bij Witteveen+Bos; **Ruud Bartholomeus**, Hoofdonderzoeker ecohydrologie bij KWR, tevens verbonden aan Wageningen Universiteit; **Gé van den Eertwegh**, Hydroloog bij KnowH2O; **Herman Kasper Gilissen**, Universitair hoofddocent Bestuursrecht en onderzoeker bij het ‘Utrecht centre for water, oceans and sustainability law’ Universiteit Utrecht; **Marleen van Rijswick**, Hoogleraar ‘Europees en nationaal waterrecht’ Universiteit Utrecht; **Guus Beugelink**, Gepensioneerd hoogheemraad/onderzoeker PBL; **Rob Ruijtenberg**, Adviseur bij bureau ‘WeL, Water en Land’; **Wolter van der Kooij**, Lector ‘Agrarisch waterbeheer’ Aeres Hogeschool.

voor de Leefomgeving en Infrastructuur (RLI). In deze beleidsdocumenten staan doelen en opgaven waarvan de meeste in nader overleg met diverse partijen nog moeten worden geconcretiseerd. Er zal dus nog het nodige moeten gebeuren voordat de verdroging structureel en op grote schaal wordt aangepakt. Als groep onderzoekers en (ex-)bestuurders, sommigen met een zeer lange staat van dienst, willen wij met dit artikel bijdragen aan de discussie over de te nemen maatregelen. Wij zijn namelijk bezorgd over de schade die de verdroging aanricht aan onze maatschappij en roepen daarom via dit pleidooi op daar nu snel concrete maatregelen tegen te nemen. We maken daarbij onderscheid in: (1) waterbesparende maatregelen, (2) maatregelen waarmee water langer wordt vastgehouden en benut, (3) maatregelen om water op te slaan voor droge tijden, en (4) maatregelen waarbij we de inrichting van het landelijk gebied aanpassen. We besluiten ons pleidooi met een discussie waarin we onder meer de gevolgen van deze maatregelen voor de maatschappij bespreken.

## Beperk het waterverlies

### 1.a Beperk het gebruik van grondwater door consumenten en industrie

Het grootste deel van het grondwater dat wordt opgepompt, ca. 750 miljoen kubieke meter per jaar, wordt gebruikt door huishoudens. Grondwaterwinning voor drinkwater heeft daarmee een belangrijk aandeel in de schade door droogte. Het leidingwater in Nederland is spotgoedkoop, gemiddeld € 1,53 per kubieke meter, en daardoor is er geen rem op kwistig gebruik. Vergelijk dit met bijvoorbeeld Vlaanderen, waar de kuubprijs gemiddeld € 4,30 bedraagt [10]. Bovendien wordt in Nederland boven een verbruik van 300 kuub per jaar geen belasting meer geheven op het leidingwater. Grootverbruikers als Tata-steel (33,9 Mm<sup>3</sup>/jaar) betalen daardoor evenveel belasting (€ 100) als een huishouden met vijf kinderen [11].

De afgelopen hete zomers leidden tot dagen met een uitzonderlijk hoog leidingwatergebruik waardoor de leveringszekerheid soms in gevaar kwam. Bovendien werd, omdat drinkwaterbedrijven een leveringsplicht hebben, op sommige stations meer grondwater opgepompt dan de vergunning toeliet. Anders dan in 1976 werd alleen een

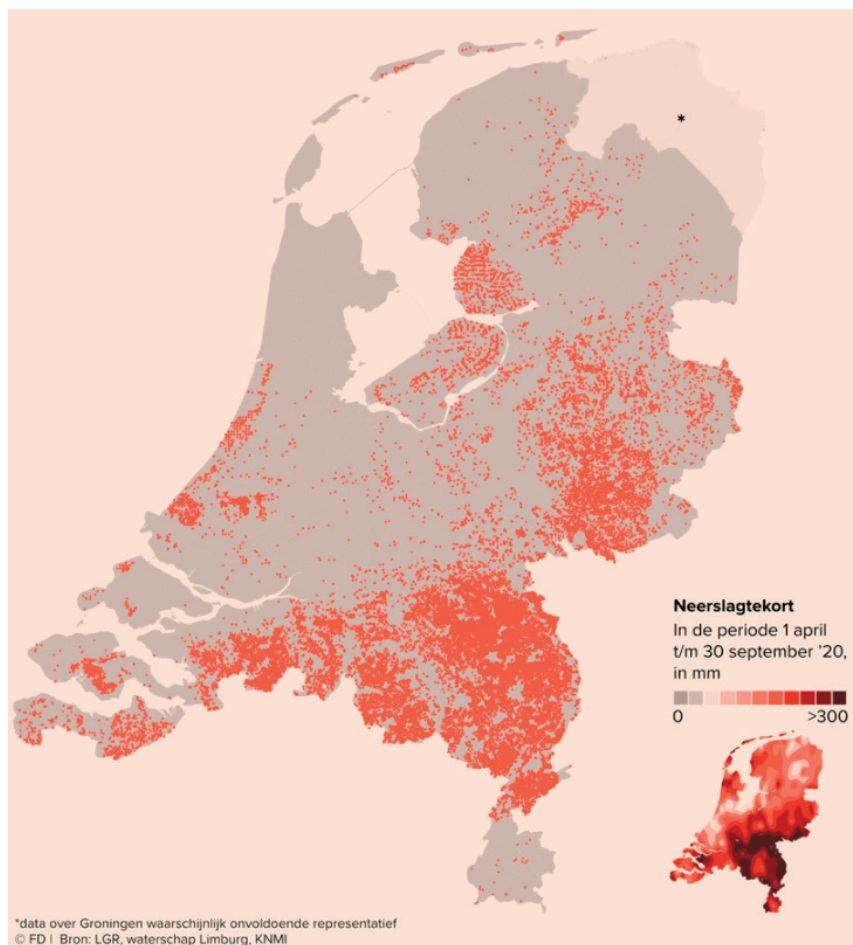
beroep gedaan op het verantwoordelijkheidsgevoel van burgers. Een verbod bleef dus uit op het sproeien van de tuin, het wassen van auto's en het vullen van zwembaden. Burgers schaften massaal makkelijk in elkaar te zetten zwembaden aan, een ontwikkeling die niet was voorzien. Ook niet voorzien was de coronapandemie, waardoor in sommige streken meer mensen dan anders in de vakantieperiode thuis bleven. Daardoor ontstonden er, met name in het voorzieningsgebied van Vitens, piekvragen die nooit eerder waren vertoond.

Om het leidingwatergebruik binnen de perken te houden kan, net als in Vlaanderen, een gestaffeld tarief worden ingevoerd, met een basistarief tot bijvoorbeeld 35 kuub per persoon per jaar en een verdubbeling van het tarief bij iedere 35 kuub extra (gemiddeld verbruik in Nederland bedraagt 43,5 kuub per jaar en in Vlaanderen ligt de grens voor het basistarief bij 30 kuub [10]). Per aansluiting is het aantal inwoners bekend, dus deze maatregel is administratief goed uitvoerbaar. Is kostenbesparing geen overweging, dan wordt met zo'n basistarief in ieder geval nog een moreel appel op burgers gedaan. De regeling dat grootverbruikers boven de 300 kuub geen belasting meer hoeven te betalen, dient te worden afgeschaft, al was het maar omdat die het draagvlak voor waterbesparing ondermijnt. In droge perioden kan een verbod worden ingesteld op het sproeien van de tuin, het wassen van de auto en het vullen van een zwembad. Dat is nu al gangbaar in het buitenland, bijvoorbeeld in België, waar de boete bij overtreding kan oplopen tot € 1.600 [12].

De opbrengst van de heffingen wordt gestort in een op te zetten 'Nationaal Droogtefonds', dat geld uitkeert voor het voorkómen en herstellen van de schade aan natuur, landbouw en gebouwen. De uitkering gebeurt alleen als de reclamant de mogelijkheden heeft benut om water te besparen.

### 1.b Reguleer en reduceer de beregening uit grondwater

Sinds de invoering van de Waterwet (2009) zijn waterschappen verantwoordelijk voor de registratie van grondwateronttrekkingen voor beregening. Die registratie blijkt in de praktijk vaak te ontbreken en op zijn best gebrekkig te gebeuren [13]. Naast een



Afbeelding 1.  
Geregistreerde locaties van  
beregeningssputten [Bron: 15].  
N.B.: de registratie laat sterk  
te wensen over

gebrekkige registratie, waarbij de regels per waterschap verschillen, is er ook geen eenduidig beregeningsbeleid. Beregeningsverboden worden per waterschap op verschillende gronden afgekondigd waardoor er een grote ongelijkheid tussen regio's ontstaat. Onttrekkingen beneden de 10 kuub per uur zijn vaak vergunningsvrij.

Een schatting is dat in het droge jaar 2018 voor de beregening van landbouwgewassen 256 miljoen kuub water werd gebruikt, hoofdzakelijk grondwater [14] (Afbeelding 1). In 2017 was dit 80 miljoen kuub. Vooral in het oosten van Noord-Brabant en het noorden van Limburg wordt veel beregend uit grondwater; zo werd in Noord-Brabant in de maanden juni t/m september 2018 naar schatting ten minste anderhalf keer meer grondwater gebruikt voor beregening, dan voor de productie van drinkwater [13]. Omdat het grondwater voor beregening doorgaans uit een ondiep pakket wordt onttrokken, kan het nabij de winning leiden tot een sterke daling van de grondwaterstand en het droogvallen van oppervlaktewateren, en dat juist op het moment in de zomer dat de natuur het water het hardst nodig heeft. Deze vorm van beregening schaadt overigens niet alleen de natuur, de onttrekking van grondwater zorgt ook voor meer droogteschade bij naburige landbouwpercelen waar niet wordt beregend [13].

Deltacommissaris Peter Glas [15] maakt zich in het Financieel Dagblad zorgen over de ongebreidelde groei van grondwateronttrekkingen. Wij delen die zorgen, temeer daar het steeds goedkoper wordt een grondwaterput te installeren. Doordat onttrekkingen kleiner dan 10 kuub per uur vergunningsvrij zijn, schaffen bovendien steeds meer particulieren een eigen beregeningsinstallatie aan, wat op den duur tot een substantieel hoog grondwatergebruik kan leiden. Boerenbelangenorganisatie LTO meent dat het gebruik van grondwater door de landbouw geen verdelingsvraagstuk is en dat boeren onbeperkt toegang tot het grondwater onder hun perceel moeten hebben [16]. Dit leidt volgens rechtsfilosoof René ten Bos tot "de bekende vorm van plundering. The tragedy of the commons". Hij doelt daarbij "op maximalisering van individuele opbrengsten uit publieke goederen, waardoor de collectieve welvaart wordt geschaad" [15].

In een zwart scenario is de hoeveelheid beregening uit grondwater in 2050 gestegen naar gemiddeld bijna een half miljard kuub per jaar [17]. Een recente prognose voor het Deltaprogramma Zoetwater komt voor een extreem droog jaar (projectie van 1976) zelfs uit op ca. 650 miljoen kuub (scenario's Stoom2050 en Warm2050 [18]).

Waar drinkwaterbedrijven en industrieën alleen grondwater mogen winnen na een uitvoerige studie waarin de gevolgen voor alle belanghebbenden goed zijn onderzocht, compenserende maatregelen zijn bedacht en eventuele droogteschade aan vooral de landbouw wordt vergoed, is het opmerkelijk dat de beregening uit grondwater zich zo makkelijk heeft kunnen ontwikkelen. Wij stellen voor dit beslag op ons grondwater een halt toe te roepen. Het begint met een goede registratie van beregeningshoeveelheden, waarvoor de techniek inmiddels zo goedkoop en handzaam is, dat er geen reden is daarvan af te zien. Registraties en vergunningen dienen gecontroleerd te worden en bij het niet nakomen van afspraken dient handhavend te worden opgetreden. Beregening uit grondwater kan vervolgens gestaffeld worden geprijsd via een heffing. Bijvoorbeeld € 100 voor de eerste 100 kuub per hectare (overeenkomend met € 200 voor een beregeningsgift van 20 mm), € 200 voor de volgende 100 kuub, etc. De inkomsten uit deze heffing komt ten goede aan het eerder genoemde Nationale Droogtefonds

Beregening uit illegale putten dient actief te worden bestreden, beregening rond verdrogingsgevoelige natuurgebieden dient te worden verboden. Voor de huidige bufferzones waarbinnen een verbod geldt is, mede met het oog op handhaafbaarheid, overal eenzelfde breedte aangehouden (bijvoorbeeld 300 m). Hydrologisch effectiever is het echter als de breedte wordt gebaseerd op de geohydrologische eigenschappen van het gebied.

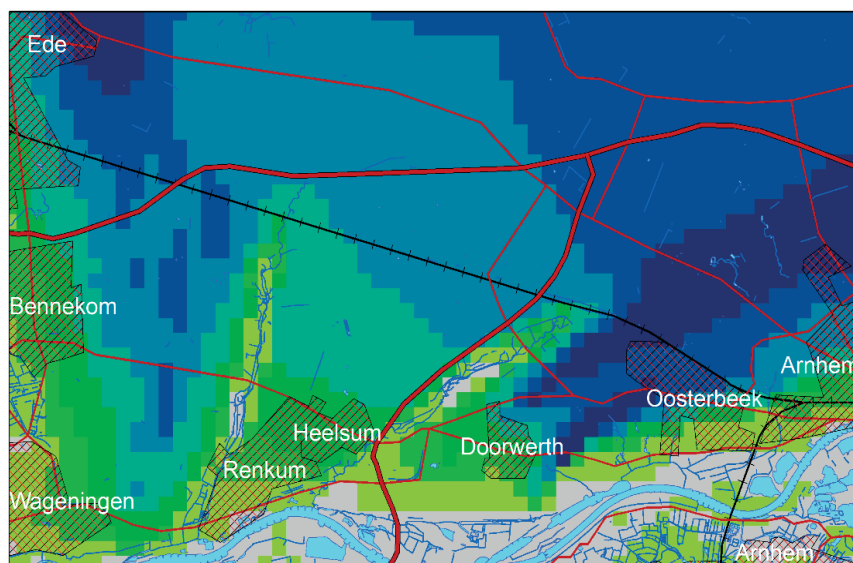
### **1.c Reduceer de verdamping van grote infiltratiegebieden, zoals de Veluwe**

De Veluwe is het grootste infiltratiegebied van Nederland en van groot strategisch belang voor de drinkwatervoorziening. De winning van drinkwater, maar ook van industriewater, gaat echter ten koste van de voeding van beken, sprengen en kwelmoerassen. In de afgelopen jaren vielen veel beektakken droog waardoor zeldzame vissen en insecten op een uitgedroogde beekbodem een voortijdig einde vonden. Op de Veluwe is, gemeten vanaf 1850, de aanplant van bomen (vooral naaldhout) waarschijnlijk de belangrijkste oorzaak

van de lagere afvoeren en wegvallende kwelstromen geweest (Afbeelding 2); halverwege de twintigste eeuw werd de onttrekking van grondwater (130 miljoen kuub per jaar) de belangrijkste boosdoener [19].

Veel water kan worden gewonnen door naaldhout, dat vooral in de jaren dertig van de twintigste eeuw is aangeplant, te vervangen door een open landschap van hei en stuifzand [20]. We brengen dan het cultuurhistorisch landschap van de 19<sup>e</sup> eeuw terug, wat ook kan bijdragen aan een hogere biodiversiteit: de Veluwe als blauwgroene motor. Stel dat we een extreme maatregel nemen: driekwart aan productiebos (400 km<sup>2</sup>) vervangen we door heide en stuifzand. Dan levert dat bij een verdampingsverschil van 300 mm/jaar een extra grondwateraanvulling op van 120 miljoen kuub/jaar. Dat is bijna evenveel als er thans aan grondwater wordt onttrokken. Wanneer het huidige areaal bos moet blijven, kan omvorming naar loofbos worden overwogen, waarmee naar schatting 70 miljoen kuub per jaar extra aan het grondwater wordt toegevoegd. Deze waterwinst bij de omvorming van naaldbos naar loofbos is echter met een grotere onzekerheid omgeven [21].

We beseffen terdege dat het kappen van bos niet past in de door minister Schouten gelanceerde Nationale Bossenstrategie, waarin overigens de aandacht voor het verdrogend effect van bebossing door verdamping ontbreekt. We beseffen ook dat deze maatregel op veel maatschappelijk verzet kan rekenen. De kap van soortenarme dennenakkers kunnen we echter compenseren door aanplant van nieuw bos aan de rand van de Veluwe, waar de grond veel vruchtbaarder is zodat de jaarlijkse aanwas, en dus de CO<sub>2</sub>-vastlegging, twee keer zo groot is als op de arme droge zandgrond van het natuurgebied. In verband met de overheersende windrichting komen veel ammoniakuitstotende agrarische percelen ten westen van de Veluwe als eerste voor de transitie in aanmerking, omdat die zorgen voor een ernstige verzuring en vermisting van de Veluwse natuur. N.B.: van de 25 Nederlandse veehouderijen met de meeste stikstofuitstoot bij de natuur liggen er 8 direct ten westen van de Veluwe [22].



Afbeelding 2.

Met het model Azure gesimuleerde stijging van de grondwaterstand (in meter) op de Zuid-Veluwe wanneer het landgebruik met overwegend hei en stuifzand van 1850 zou worden terug gebracht en alle grondwaterwinning en zouden worden beëindigd [23]. De stijging is voor het grootste deel toe te schrijven aan veranderingen in landgebruik

## Hou water langer vast en stimuleer hergebruik

### 2.a Hou het water langer vast

Het vaste land van Nederland bestaat voor twee derde uit land- en tuinbouwgrond. Dat is vrijwel overal ingericht volgens de richtlijnen van het Cultuurtechnisch Vademecum, wat betekent dat grofweg al het water dat buiten het groeiseizoen valt, bij elkaar zo'n 10 miljard kuub, zo snel mogelijk naar zee wordt afgevoerd.

Met hoge grondwaterstanden in het voorjaar kunnen boeren met hun zware machines namelijk het land niet op. Ze willen onder andere vroeg in het jaar het land op, omdat gierkelders vol zitten. Uitrusten van dierlijke mest is wettelijk namelijk vanaf 15 februari toegestaan. Bovendien warmt de bodem sneller op als die is ontwaterd, wat de gewasgroei bevordert.

De ontwatering van landbouwgrond is al eeuwen aan de gang, werd systematisch aangepakt tijdens de industriële revolutie [24] en vond vooral op grote schaal plaats na de Tweede Wereldoorlog, overwegend in het kader van door de Rijksoverheid gesubsidieerde cultuurtechnische projecten (Afbeelding 3). Met de hongerwinter achter de rug en het armetierige bestaan van de boerenbevolking was dat een logische keuze, maar Nederland is in het ontwateren van gronden te ver doorgesloten. De ontwatering is de belangrijkste oorzaak voor de verlaging van de grondwaterstand in Hoog Nederland sinds 1950 [25, 26].

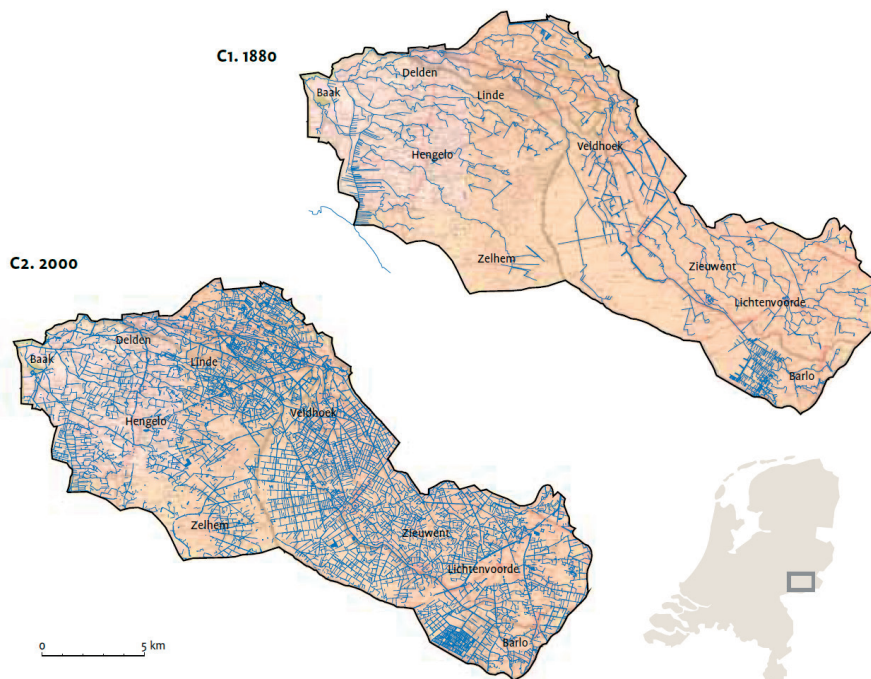
*“We zijn in Nederland kampioen water afvoeren, maar moeten nu ook kampioen water vasthouden worden”,* verklaarde minister Van Nieuwenhuizen tijdens een bezoek aan de Achterhoek op 13 augustus 2020. We zijn blij met deze opstelling. Daarmee wordt gehoor gegeven aan het advies van de Commissie Waterbeheer 21<sup>e</sup> eeuw [27] om water eerst vast te houden in de bodem, dan bovengronds te bergen,

en als laatste pas het water af te voeren. In de hoofdwatergangen kan het waterschap sturen opzetten, maar het grootste deel van de haarvaten van het watersysteem bevindt zich in eigendom en operationeel beheer van landeigenaren. Daar kan het waterschap via de legger sturing en kaders geven aan het te voeren beheer van deze watergangen, bijvoorbeeld door aan te geven hoe breed en diep een watergang mag zijn. Via de keur kunnen daaraan onderhoudsverplichtingen worden gekoppeld.

We schatten dat het in Hoog Nederland mogelijk moet zijn aan het eind van het winterhalfjaar één miljard kuub (van de eerder genoemde 10 miljard) vast te houden door het drainageniveau van greppels, sloten en beken gemiddeld met 30 à 50 cm te verhogen. Hierdoor stijgt de grondwaterstand en daarmee kan het gewas in de zomer langer profiteren van de capillaire nalevering uit het grondwater. De landbouw wordt gestimuleerd water vast te houden door de genoemde heffing op grondwater. Die heffing kan via het Nationale Drogtefonds deels terug vloeien naar boeren die droogteschade hebben geleden, mits ze aan waterconserving hebben gedaan en hebben afgezien van beregening van laagwaardige teelten, zoals grasland.

### 2.b Hergebruik afval- en restwater

Internationaal wordt afvalwater, na zuivering, in toenemende mate gezien als een bruikbare bron van zoet water. Door het Europees Parlement is zelfs een verordening aangenomen met als doel restwater op een verantwoorde manier te benutten voor de landbouwwatervoorziening. Restwater kan mogelijk ook zo ver gezuiverd worden dat waterzuiveringsinstallaties kunnen gaan dienen als ‘waterfabrieken’, bijvoorbeeld voor industriële processen, zodat het gebruik van grondwater en drinkwater wordt teruggedrongen [30].



Afbeelding 3.  
Ontwateringsmiddelen (exclusief drainagebuizen) in het stroomgebied van de Baakse beek (280 km<sup>2</sup>) in 1880 en 2000 [bron: 28, bewerking: 29]. Naar de armoede van 1880 wil niemand meer terug, maar de ontwatering kan wel worden verminderd ter voorkoming van droogteschade aan landbouw en natuur

In Nederland zijn er op lokale schaal diverse toepassingen, vaak in de vorm van proefprojecten [31, 32]. Zo kan gezuiverd restwater worden gebruikt om de bodemvochtvoorraad ondergronds aan te vullen via drainagebuizen (die in de winter juist zorgen voor waterafvoer). Waar en wanneer in Nederland afvalwater hergebruikt kan worden, is echter nog onderwerp van onderzoek. Zo wordt momenteel onderzocht of ‘subirrigatie’ met gezuiverd effluent leidt tot verontreiniging van het grondwater [31]. Ook dient subirrigatie niet te leiden tot een verlies aan biodiversiteit ten gevolge van het droogvallen van beken. Dat gevaar is reëel voor beken op de Hogere Zandgronden, omdat de afvoer daarvan in droge perioden grotendeels bestaat uit het effluent van zuiveringsinstallaties [32]. Een deel van het gezuiverde restwater zal dus, om droogval te voorkomen, beschikbaar moeten blijven voor het oppervlaktewater.

## Sla het water op

### 3.a Water van verhard oppervlak

Water van verhard oppervlak kan worden opgeslagen in wadi's, op daken, in regentonnen en groene muren. In Vlaanderen is men verplicht bij nieuwbouw en herbouw een wateropslagtank van 5 à 10 kuub aan te schaffen en het daarin opgeslagen water te gebruiken voor het doorspoelen van het toilet en het wassen van kleren [33]. Dit scheelt de helft van het leidingwatergebruik. Ook in Nederland kunnen dergelijke maatregelen worden gestimuleerd of zelfs verplicht, bijvoorbeeld via gemeentelijke (hemelwater)verordeningen, subsidies, kostenvergoedingsregelingen, of bij het verlenen van een bouwopdracht. Hoewel er steeds meer gemeenten

zijn die regels voor het opslaan en toepassen van hemelwater in een verordening opnemen, wordt daar in de praktijk nog weinig gebruik van gemaakt. Op bovengemeentelijk niveau wordt hier niet duidelijk op aangestuurd [34].

### 3.b Zoet grondwater in een zoute omgeving

In de glastuinbouw wordt opslag van zoetwater in de zoute ondergrond veelvuldig toegepast [35], met als bekende voorbeelden Glasparel+ in Waddinxveen (0,4 Mm<sup>3</sup> opslag van regenwater) en Agro- and Foodcluster Nieuw Prinsenland in Dinteloord (0,3 Mm<sup>3</sup> opslag van gezuiverd restwater). In de landbouw van Zeeland wordt er nog mee geëxperimenteerd [36, 37]; via infiltratiesystemen (bijv. horizontale infiltratiedrains) en een regelbaar drainagesysteem wordt zoet water de bodem ingebracht. Een dikkere zoetwaterlens kan ook worden bewerkstelligd door het verlagen van de stijghoogte onder die lens door met horizontale putten zout grondwater te onttrekken [38], of door een kwelscherm van verticale putten rond de zoetwaterlens [39].

### 3.c Opslag in stuwwallen

Het IJsselmeer is een groot opslagreservoir dat al helemaal wordt benut. De ondergrond van droge zandgronden, met name stuwwallen, is echter nog voor opslag beschikbaar. De ruimte die de ondergrond daarvoor biedt, is die boven de grondwaterspiegel. Hoewel kleiner in omvang, bieden ook de dekzandruggen ruimte om overtollig winterwater uit beken en rivieren op te slaan. Door de afwezigheid van ontwatering wordt het opgeslagen water ondergronds traag afgevoerd, zodat het beschikbaar is in droge perioden.

Het grondwater dat net op een stuwwal is geïnfilteerd heeft een andere chemische signatuur dan het water dat na een lange weg in de ondergrond uittreedt in beken en kwelmoerassen: tijdens het transport verandert de kwaliteit van regenwaterachtig naar grondwaterachtig. Verschillende organismen en levensgemeenschappen zijn afhankelijk van een specifieke waterkwaliteit in deze gradiënt. Om die reden bestaat er verzet tegen het idee de Veluwe te vullen met IJsselwater, want daarmee worden de aanwezige gradiënten in grondwaterkwaliteit doorbroken [40]. Mits zorgvuldig uitgevoerd, valt dat bezwaar misschien te omzeilen. De beken en kwelmoerassen worden namelijk gevoed door grondwatersystemen die liggen bovenop het grotere, diepere grondwatersysteem van de Veluwe. Zo lang de infiltratie maar plaats vindt buiten deze lokale systemen, en dus buiten de (toekomstige) stroomgebiedsgrenzen van de beken en kwelmoerassen, kunnen de aanwezige gradiënten gewaarborgd blijven. Infiltratie midden op de Veluwe heeft daarom de voorkeur. Nadeel van infiltratie met rivierwater blijft dan nog het risico op verontreiniging van het grondwater met bestrijdingsmiddelen, farmaceutica en overige antropogene stoffen [41].

### 3.d Bovengrondse opslag in het landschap

Voor de grootschalige ontwatering begon, ongeveer na 1850 [24], werd in natte tijden veel water in het landschap geborgen [28]. Die opslag kan gedeeltelijk opnieuw plaatsvinden, in natuurlijke laagten. Zo gebeurt dat in de 'Aaltense goor', een bovenstrooms gelegen laagte van circa 175 ha in het stroomgebied van de Baakse beek (270 km<sup>2</sup>).

Recent heeft een consortium van Vitens en een aantal bureaus de Eo Wijersprijz 2019-2020 gewonnen met het plan droogte te bestrijden bij de Sallandse heuvelrug [42]. Het plan, 'De Eeuwige Bron', behelst onder meer het opvangen van kwelwater in traspgewijs aangelegde ondiepe waterbekkens (sawa's) aan de voet van de Sallandse heuvelrug, en het in natte tijden weer terugpompen van dit opgeslagen water om het te infiltreren op deze stuwwal. Daardoor komt meer water beschikbaar voor het winnen van drinkwater, voor de landbouw en voor de natuur.

## Pas inrichting en functies van het landelijk gebied aan

Nederland is ingericht met de gedachte dat alles maakbaar is. Dat leidt bijvoorbeeld tot natte natuur naast diep ontwaterde akkers. Als het te droog is moet water worden aangevoerd en moet er worden beregend, als het te nat wordt dient het land weer te worden ontwaterd. Het behartigen van botsende belangen is een lastige, zo niet onmogelijke, opgave voor de waterbeheerder. "Niet alles kan overal" [43] geldt ook voor het watersysteem.

### 4.a Zie af van actief waterbeheer op de hoogste en laagste gronden

Zowel binnen beekdalen als binnen polders komen hoogteverschillen voor, met op de laagste delen vaker wateroverlast en op de hoge delen vaker watergebrek. Als we nu niet meer streven naar een optimale bediening van de laagste en hoogste gebiedsdelen, dan kan het waterpeil op de lage gronden omhoog, hoeft er geen water meer te worden aangevoerd naar de hoge delen, en krijgt de waterbeheerder meer speelruimte om de inrichting en het waterbeheer in de rest van het gebied te optimaliseren.

Het principe van 'functie volgt peil' kan worden toegepast op bijvoorbeeld de 10% hoogste en 10% laagste gronden van de Hogere Zandgronden. In de tweede helft van de vorige eeuw zijn op de laagste gronden veel beken verdiept en rechtgetrokken. Na herziening van het peilbeheer kunnen die beken weer gaan meanderen, wat niet alleen goed is voor de biodiversiteit, maar ook leidt tot hogere grondwaterstanden in de omgeving. Hermeandering is al toegepast op veel plaatsen, maar vaak zodanig dat het peil in de omgeving niet teveel steeg, bijvoorbeeld door de aanleg van een parallel aan de beek gelegen afwateringskanaal. Dit is een ongewenste oplossing omdat piekafvoeren via zo'n kanaal worden afgetapt, terwijl juist die hoge afvoeren vormend zijn voor de morfologie van een meanderende beek.

Volgens de NOVI zou 'functie volgt peil' in het veenweidegebied zelfs overal moeten worden toegepast [44]. Dus geen verlaging van het

oppervlaktewaterpeil meer om de daling van de veenbodem bij te houden. Waterschap Amstel, Gooi en Vecht is al tot deze praktijk overgegaan.

#### **4.b Richt rond natuurgebieden bufferzones in en breidt natuurgebieden uit**

Veel natuurgebieden hebben last van ontwatering en beregening in hun omgeving. Daardoor worden de voor de natuur vereiste hydrologische condities niet gerealiseerd. Het vergroten van het natuurgebied en het aanleggen van een externe natte bufferzone, die veel minder is ontwaterd en waar een beregeningsverbod geldt, is dan een zinvolle maatregel. Zulke bufferzones zijn heel effectief om verdroging van grondwaterafhankelijke natuur te bestrijden [13].

#### **4.c Teel gewassen die minder verdampen en minder gevoelig zijn voor droogte en zout**

Ten behoeve van de veeteelt bestaan de meeste graslanden tegenwoordig uit een monocultuur van het hoogst productieve en eiwitrijke Engels raaigras. Deze graslanden verdampen veel water en kunnen slecht tegen droogte. Daarom zijn graslanden gewenst met robuustere grassoorten en kruiden die zuiniger omgaan met water, zoals Triticale.

Laag Nederland kan zoet doorspoelwater besparen door een zekere mate van verzilting te accepteren. Dat is acceptabel, omdat de door de waterbeheerders gehanteerde normen voor zouttolerantie waarschijnlijk te conservatief zijn [45]. Zo zijn veel van de door het voormalige Zilte Proefbedrijf op Texel (thans Salt Farm Foundation) geteste aardappelrassen een factor twee tot drie zouttoleranter dan de norm die in Nederland wordt gehanteerd. En agrariërs op Walcheren en in de Flevopolder beregenen in droge perioden, zonder merkbare schade, soms noodgedwongen met brak water (meer dan 1500 milligram chloride per liter).

#### **4.d Pas de drinkwaterwinning uit grondwater aan**

Het verplaatsen van winningen naar gebieden waar ze een minder verdrogend effect op de natuur hebben, draagt bij aan het herstel van verdroogde natuur. Bijvoorbeeld van een stuwwal naar een polder, waar de winning dan bijdraagt aan de ontwatering en de

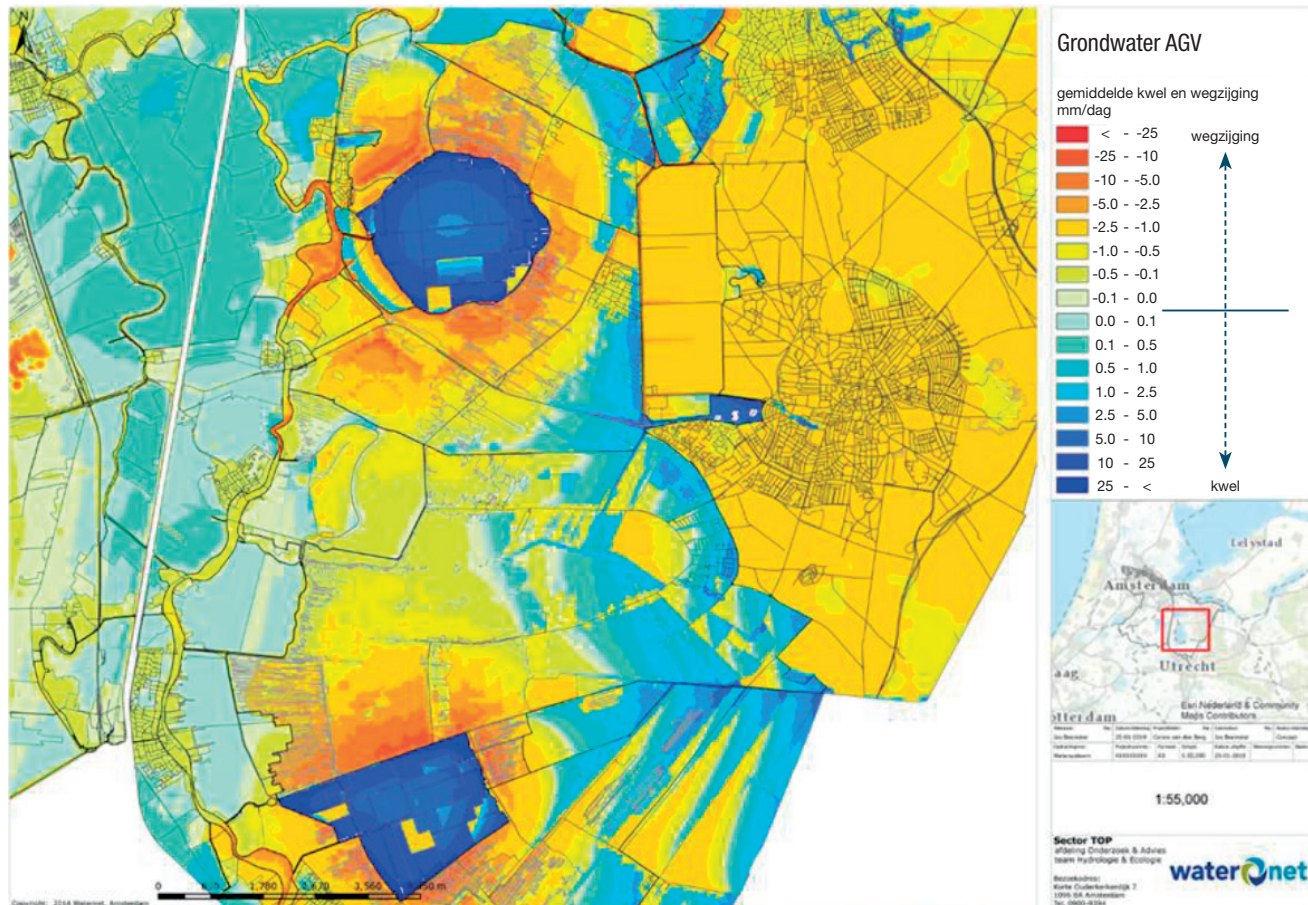
verlaging van het waterbezwaar. Een mogelijkheid om in het groeiseizoen meer water beschikbaar te hebben voor landbouw en natuur, is het schakelen tussen zomer- en winterwinningen. Dit houdt in dat gedurende de winter grondwater wordt gewonnen in gebieden die toch worden ontwaterd, waarna in de zomer gedeeltelijk wordt overgeschakeld op winningen in de infiltratiegebieden, die gedurende de winter zijn ontlast en zo hebben kunnen opladen met neerslagwater.

#### **4.e Zet diepe polders onder water en vernat het veenweidegebied**

Verdroging en verzilting in het westen van ons land zorgen voor een grote behoefte aan zoet water om polders en boezems door te spoelen en natte natuurgebieden op peil te houden. De belangrijkste bron van verzilting in Laag Nederland wordt gevormd door fossiel marien kwelwater, een bron die in de toekomst zal stijgen. Verdroging en verzilting kunnen worden bestreden door het waterpeil in polders te verhogen.

Een geschikte kandidaat om het peil drastisch te verhogen, is de Horstermeerpolder (uit 1882). Deze droogmakerij zorgt voor aanzienlijke verdroging en verslechtering van de waterkwaliteit in de Oostelijke Vechtplassen, een Natura 2000 gebied. De Horstermeerpolder trekt namelijk zoet en schoon grondwater weg uit de Utrechtse heuvelrug. Dat grondwater is essentieel voor het behoud van de waardevolle laagveensystemen in de Oostelijke Vechtplassen. Daarnaast trekt de droogmakerij fossiel marien grondwater met een slechte waterkwaliteit aan (chloride, arseen, fosfaat, ammonium). Jaarlijks wordt ongeveer 35 miljoen kuub uitgemalen naar de Vecht, die vervolgens tijdens droogte moet worden doorgespoeld met zoet water uit het Markermeer om de waterkwaliteit van dit riviertje op een acceptabel niveau te houden. Deze situatie is op termijn onhoudbaar, temeer daar Rijkswaterstaat heeft aangegeven in droge zomers niet meer al het zoete water te willen afstaan voor het doorspoelen van de Vecht. Het weer onder water zetten van de Horstermeerpolder, zoals drie decennia geleden voorgesteld [46], zou deze problemen oplossen. Realisatie van een Horstermeer is een structurele oplossing voor de verdroging in de wijde omgeving [47].





Afbeelding 4. Kwel (blauw) en wegzijging (geel-rood) ten westen van Hilversum. De blauwe cirkel midden-boven is de Horstermeerpolder. Het blauwe vlak daaronder de Bethunepolder, die ook veel kwelwater aantrekt (bron: [48])

Diepe polders zijn niet alleen ontstaan door het droogmalen van meren, zoals de Horstermeer en de Zuidplas, maar in de loop van vele jaren ook door bodemdaling van veengebieden. De Raad voor de Leefomgeving en Infrastructuur (RLI) heeft onlangs aangegeven dat het huidige waterbeheer van het veenweidegebied, waarbij het waterpeil in sloten en vaarten telkens naar beneden wordt bijgesteld om de gewenste ontwateringsdiepte van de zakkende veenbodem bij te houden, niet duurzaam is [49]. Er is volgens de RLI een transitie nodig om de toenemende maatschappelijke en economische problemen te verkleinen. Zo dient volgens het klimaatakkoord de jaarlijkse 4-7 megaton uitstoot van CO<sub>2</sub> uit het veenweidegebied te worden gereduceerd.

**Discussie**

Met de hier gepresenteerde maatregelen zijn we niet volledig geweest. Zo ontbreken in ons overzicht brakwaterwinning, druppelirrigatie en bodemverbetering. Niettemin menen we de belangrijkste maatregelen te hebben benoemd

en duidelijk te hebben gemaakt dat ingrijpende veranderingen in ons waterbeheer onontbeerlijk zijn. Maatregelen die wat ons betreft prioriteit verdienen zijn: met hogere peilen het voorjaar in en een drastische reductie van beregening uit grondwater (vooral van belang voor Hoog Nederland); vernatten en zelfs onderwater zetten van polders (Laag Nederland); veel spaarzamer omgaan met leidingwater (overal in Nederland). Niet toevallig zijn dit geen technische oplossingen, want daarmee gaan we het echt niet redden: “niet alles kan overal”. Het belang van structurele maatregelen is urgent omdat klimaatverandering kan leiden tot zomers met een groter neerslagtekort en het de verwachting is dat meerjarige periodes met ernstige droogte vaker zullen gaan optreden [50]. Uit meteorologische meetgegevens blijkt nu al dat met name het oosten van Nederland te maken heeft met een stijgende droogtetrend [51]: droge zomers, als die van 2018, komen in het binnenland nu vaker voor dan rond 1950 [52]. Met de aanpak van de verdroging van natuur, (monumentale) gebouwen en infrastructuur dient haast te worden gemaakt, want de schade daaraan kan onomkeerbaar dan wel zeer kostbaar zijn.

De verdroging, die per definitie structureel is, wordt op de eerste plaats veroorzaakt door een landbouwsysteem dat eenzijdig gericht is op maximalisatie van de gewas-, vlees- en zuivelproductie. Aan die werkwijze zijn nadelen verbonden die steeds meer maatschappelijke weerstand oproepen, temeer daar de bijdrage van de landbouwsector aan het bruto nationaal product slechts 1,8% bedraagt [53]. Tegelijk zijn de meeste boeren de afgelopen decennia niet beter geworden van het huidige landbouwsysteem, ondanks de aanzienlijke subsidiebedragen (in 2019: 719 miljoen euro uit Europa, verdeeld over ruim 40.000 boeren). Vooral zij die afhankelijk zijn van dieren kregen steeds minder geld voor hun producten, onder andere doordat de grootste geldstroom ging naar de veevoerb企业 [53]. Gewenst is daarom een transitie naar een duurzaam landbouwsysteem waarin boeren genoeg verdienen en tegelijk bijdragen aan een mooi en soortenrijk landschap. Zo'n systeem zal kunnen rekenen op brede maatschappelijke waardering. Oplossingen worden van vele kanten aangedragen, al dan niet onder de vlag van kringlooptlandbouw. Ons pleidooi past bij de noodzakelijke transitie. Water vasthouden en het ontmoedigen van beregening betekent bijvoorbeeld dat landbouwgrond voor de huidige bedrijfsvoering op veel plaatsen te nat wordt in het voorjaar, en in de zomer te droog. De landbouw zal daardoor noodgedwongen extensiever worden.

Het maatschappelijk en bestuurlijk draagvlak voor veel oplossingen is niet vanzelfsprekend. Zo zal een beleidsomslag van 'peil volgt functie' naar 'functie volgt peil' en het vernatten of zelfs onder water zetten van polders, boeren en inwoners ernstig kunnen duperen. Sommige vormen van grondgebruik zullen zelfs niet langer kunnen plaatsvinden. Dit betekent dat er veel weerstand tegen dergelijke maatregelen kan ontstaan. Ze kunnen hoe dan ook niet van de ene op de andere dag worden ingevoerd. De meeste vergen namelijk een ingrijpende koerswijziging van beleid, een structurele mentaliteitsverandering, en soms zelfs een aanpassing van relevante wet- en regelgeving [34, 54]. Het is van belang om een zo breed mogelijk politiek en maatschappelijk draagvlak te creëren, evenals draagvlak of op zijn minst begrip bij sectoren

die benadeeld kunnen worden. Waar sprake is van onevenredig nadeel dient dit (wellicht coulant) te worden gecompenseerd. Een van de financieringsbronnen is het door ons voorgestelde Nationale Droogtefonds, dat onder andere wordt gevuld met heffingen op het gebruik van grondwater voor beregening en drinkwater.

Grondwaterbeheer is juridisch-bestuurlijk gezien complex. Kort gezegd wordt op provinciaal niveau toegezien op de grote industriële onttrekkingen en vindt regulering van andere onttrekkingen plaats door de waterschappen. Op verschillende niveaus kunnen, ter bestrijding van de met het grondwaterbeheer gemoeide kosten (inclusief het bijhouden van registers van onttrekkingen en infiltraties), heffingen voor grondwatergebruik worden geïnd. Zo bestaat er de provinciale grondwaterheffing op grond van de Waterwet, en waterschappen kunnen via de watersysteemheffing op basis van de Waterschapswet geld innen ter dekking van de kosten voor het grondwaterbeheer. Deze heffingen staan los van de tarieven die moeten worden betaald voor het gebruik van drinkwater. Met het oog op het door ons voorgestelde Nationaal Droogtefonds, dienen mogelijk de nodige aanpassingen in de bestaande wet- en regelgeving te worden doorgevoerd ter realisatie van een nieuwe systematiek van heffingen of tarifiering op het gebruik van grondwater en drinkwater. Dat zal in ieder geval nodig zijn wanneer wordt gebroken met het huidige uitgangspunt dat de tarieven van drinkwater ten hoogste kostendekkend mogen zijn. Het Nationaal Droogtefonds zelf dient uiteraard ook een deugdelijke juridische basis te krijgen. Voorts wijzen wij erop dat gebruikers van water ook een eigen verantwoordelijkheid hebben om waterschaarste te voorkomen. In de juridische literatuur wordt zelfs gepleit voor het (wettelijk) expliciteren van een grotere eigen verantwoordelijkheid, wat kan aanzetten tot bijvoorbeeld het aanleggen van (nood) voorraden en het verkleinen van de gebruiksbehoefte. De overheid heeft tenslotte niet altijd en overal de verantwoordelijkheid voor het voorzien in de plaatselijke gebruikersbehoeften; de private sector is ook verantwoordelijk voor het verkleinen van het risico op watertekorten [54].

Door te innoveren met nieuwe functies kan het economisch verlies van vernattingsmaatregelen deels worden ondervangen. Zo kunnen in een onder water gezette polder drijvende woningen worden gerealiseerd. Gedeeltelijke vervanging van boerenbedrijfsgebouwen door woningen (rood-voor-rood-regeling) is ook een mogelijke financieringsbron, mits daar een veel beter landschap voor terugkomt. Verder kan bij het vasthouden en bergen van water gedacht worden aan natte en drijvende teelten, aquacultuur (o.a. algenteelt, visteelt) en natte bossen. Zo zijn binnen het project 'Achteroevers' in Noord-Holland twee proefgebieden ingericht waarin de potenties van waterberging in combinatie met multifunctioneel ruimtegebruik zijn aangetoond [55]. Bosaanleg rond natuurgebieden wordt in het kader van de bossenstrategie als landschapsversterkende maatregel aanbevolen door het College van Rijksadviseurs [56]. Met hydrologische bufferzones kan tegelijk een lagere stikstofdepositie op de natuur worden bereikt, vooral als de emissie aan de loefzijde wordt gereduceerd.

Hoe Nederland een ander waterbeheer en landgebruik gaat realiseren, is geen eenvoudige zaak. Wat in meer dan een halve eeuw scheef is gegroeid, is niet zo makkelijk weer recht te buigen. Gelukkig zijn er al regionale initiatieven om tot een ander waterbeheer te komen. Daarbij kan het echter niet blijven. Een duurzame inrichting van ons land is namelijk een maatschappelijk belang dat uitstijgt boven het niveau van individuele burgers, bedrijven, waterschappen en zelfs van provincies. De gewenste aanpassingen in waterbeheer en landgebruik vallen bovendien samen, zoals we hier en daar al aanstipten, met de aanpak van andere urgente problemen in het landelijk gebied van Nederland (stikstofcrisis, verlies van biodiversiteit, landschapspijn, klimaatcrisis). Met losse regionale en sectorale initiatieven gaat het niet lukken deze problemen op te lossen. Voor de noodzakelijke cross-sectorale aanpak zal daarom het Rijk de regie op zich moeten nemen. Dat kan beginnen door de NOVI en het Deltaprogramma Zoetwater voortvarend uit te voeren en onze aanbevelingen daarbij concreet over te nemen.

## Referenties

1. Knotters, M. & P.C. Jansen, 2005. *Honderd jaar verdroging in kaart*. *Stromingen*. 11(4): 19-32.
2. Witte, J.P.M., et al., 2020. *Verdroging van de Nederlandse natuur: bijna een halve eeuw goed onderzoek en falende politiek*. *Stromingen*. 26(2): 65-79.
3. Beugelink, G.P. & F.A.M. Claessen, 1995. *Operationalisatie van de 25%-doelstelling verdroging: maatregelen, kosten en effecten*. RIVM/Riza: Bilthoven/Lelystad.
4. Witte, J.P.M., et al., 2020. *Gevolgen voor de natuur van de droge jaren 2018 en 2019; resultaten van een enquête onder deskundigen. Deelrapport van het project: Droogte in zandgebieden van Zuid-, Midden- en Oost-Nederland*. FWE & KnowH2O, Oosterbeek, p. 53.
5. Tielemans, J., 2020. *Huizen verzakken sneller door droogte, schade loopt in de tientallen miljarden*. *De Volkskrant*, 9 september 2020.
6. Van den Born, G.J., et al., 2016. *Dalende bodems, stijgende kotsen. Mogelijke maatregelen tegen veenbodemdaling in het landelijk en stedelijk gebied*. Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag, p. 94.
7. Monasch, J. & H. Niezen, 2020. *De droogte besluipst monumenten*. NRC, 20 augustus 2020.
8. Van Hussen, K., et al., 2019. *Economische schade door droogte in 2018*. Ecorys, Rotterdam, p. 46.
9. Van Asseldonk, M., et al., 2020. *Economische schade landbouw als gevolg van droogte in 2018 en 2019*. WUR, Wageningen Economic Research, Wageningen.
10. [www.vmm.be/waterloket/de-waterfactuur/de-prijs-van-water](http://www.vmm.be/waterloket/de-waterfactuur/de-prijs-van-water).
11. Sys, M. *Wie bakken leidingwater verbruikt, betaalt het minst*. Follow the Money – Platform voor onderzoeksjournalistiek, 19 juni 2020.
12. Rutten, E.R. & P. Hartman, 2020. *Hoogleraar: 'Drinkwater gebruiken voor je tuin bij droogte is beschamend'*. *Gelderlander*, 6 juli 2019.
13. Van den Eertwegh, G., et al., 2019. *Droogte in zandgebieden van Zuid-, Midden- en Oost-Nederland. Rapportage Fase 1: ontwikkeling van uniforme werkwijze voor analyse van droogte en tussentijdse bevindingen*. KnowH<sub>2</sub>O, KWR, WUR, HSS, FWE.
14. Van der Meer, R.W., 2020. *Watergebruik in de land- en tuinbouw 2017 en 2018*. Wageningen Economic Research, Wageningen, p. 22.
15. Van der Boon, V. & P. Hoekstra, 2020. *De wedloop om het schaarse grondwater*. *Het Financieele Dagblad*, 26 november 2020.
16. Van der Boon, V., 2020. *Droogte? Sla een eigen grondwaterbron*. *Het Financieele Dagblad*, 2 juni 2020.
17. Van Bakel, J., et al., 2015. *Hoe robuust is ons hydrologisch systeem (1)? Modelmatige verkenning van hydrologische effecten van klimaatverandering en toenemende grondwateronttrekking op het grondwatersysteem in 2050*. *Stromingen*. 24(4): 7-14.
18. Mens, M. & et al., 2020. *Hydrologische en economische effecten van twee maatregelpakketten voor DPZW fase II*. Deltares, Utrecht.
19. Witte, J.P.M., et al., 2019. *Met het historische landschap verdween er water van de Veluwe*. *Stromingen* 33(1): 91-107.

20. Van Huijgevoort, M.H.J., et al., 2020. *Influence of Climate and Land Use Change on the Groundwater System of the Veluwe, The Netherlands: A Historical and Future Perspective*. *Water* 12(10): 2866.
21. Voortman, B.R., et al., 2019. *Verdamping van natuurterreinen berekend met AZURE. Parametrisatie van heide op basis van lysimetermetingen en een vergelijking met literatuorcijfers*. KWR, Nieuwegein, p. 27.
22. <https://www.platform-investico.nl/artikel/handvol-agrarische-bedrijven-houdt-nederland-op-slot/>
23. Witte, J.P.M., et al., 2019. *De waterhuishouding van de Veluwe in historisch perspectief*. *Schoutambt en heerlijkheid*. 33(2): 5-20.
24. Van der Woud, A., 2020. *Het landschap, de mensen. Nederland 1850-1940*. Amsterdam, Prometheus, p. 445.
25. Van Bakel, J. & J.P.M. Witte, 2017. *Achtergrondverlaging verleden tijd? Samenvatting van het rapport van de werkgroep Achtergrondverlaging: 'Zicht op achtergrondverlaging'*. *Stromingen*. 30(4): 51-58.
26. Braat, L., et al., 1989. *Verdroging van natuur en landschap in Nederland*, in: *Het technische rapport. IVM, CML, DGV-TNO, RIN. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Lelystad*.
27. Tielrooij, F., et al., 2000. *Waterbeleid voor de 21e eeuw, advies van de Commissie Waterbeheer 21 eeuw*. Den Haag, Ministerie van Verkeer en Waterstaat.
28. Massop, H.T.L. & J.W.J. Van der Gaast, 2009. *Historical water management in the river basin of the Baaksche Beek and the adaptations to the water system as a result of change in land use. Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C* 34(3): 192-199.
29. Bosatlas, 2010. *De Bosatlas van Nederland Waterland*. Groningen, Noordhoff Uitgevers bv.
30. [www.efgf.nl/producten/water/](http://www.efgf.nl/producten/water/)
31. Cirkel, G., et al., 2017. *Kennisdocument hergebruik van restwater voor de landbouw-watervoorziening*. KWR, Nieuwegein, BTO 2017.009.
32. Beard, J.E., et al., 2019. *Following the water: Characterising de facto wastewater reuse in agriculture in the Netherlands. Sustainability* 11(21): 5936.
33. [www.vlaanderen.be/verplichte-installatie-van-een-regenwaterput-en-infiltratiesysteem-bij-nieuwbouw-en-herbouw](http://www.vlaanderen.be/verplichte-installatie-van-een-regenwaterput-en-infiltratiesysteem-bij-nieuwbouw-en-herbouw).
34. Gilissen, H.K. & A. Outhuijse, 2020. *Naar een optimale beheersing van waterschaarsterisico's in 2030 – Meer aandacht voor zelfvoorzienendheid en de verkleining of verandering van de waterbehoefte*. In: C.W. Backes, et al. (eds.), 2030 – Het juridische instrumentarium voor mitigatie van klimaatverandering, energietransitie en adaptatie in Nederland. Den Haag: Boom Juridisch: 385-403.
35. Zuurbier, K.G. & K.J. Raat, 2018. *Ondergrondse opslag vindt steeds meer toepassingen in Nederlandse waterbeheer*. *H2O* 51(6-7): 34-37.
36. Oude Essink, G., et al., 2018. *GO-FRESH: valorisatie kansrijke oplossingen voor een robuuste zoetwatervoorziening : rendabel en duurzaam watergebruik in een zilte omgeving*.
37. Pauw, P.S., et al., 2015. *Increasing a freshwater lens below a creek ridge using a controlled artificial recharge and drainage system: a case study in the Netherlands. Hydrogeology Journal* 23(7): 1415-1430.
38. Zuurbier, K.G., et al., 2014. *Enabling successful aquifer storage and recovery using horizontal directional drilled wells (HDDWs) in coastal aquifers. Journal of Hydrologic Engineering* 20(B2014001): 1- 2.
39. De Louw, P.G.B., et al., 2016. *A self-flowing seepage system to protect a freshwater lens from local sea level rise. in 24th Salt Water Intrusion Meeting and the 4th Asia-Pacific Coastal Aquifer Management Meeting*. Cairns, Australia.
40. Van Dam, H., 2020. *Infiltratie Veluwe: oud water in nieuwe zakken?* *H2O* 7 april 2020.
41. Van Loon, A., et al., 2020. *Grondwaterkwaliteit uniform in beeld met landelijke dataset*. *H2O-Online*, 2020, 1-10.
42. Anonymous, 2020. *Vitens-plan De Eeuwige Bron wint EO Wijersprijs*. *H2O* 24 september 2020.
43. Remkes, J.W., et al., 2020. *Niet alles kan overal: Eindadvies over structurele aanpak op lange termijn*. Adviescollege Stikstofproblematiek. Amersfoort, p. 175.
44. [www.waterforum.net/vernatting-veenweiden-kabinet-kiest-voor-functie-volgt-peil/](http://www.waterforum.net/vernatting-veenweiden-kabinet-kiest-voor-functie-volgt-peil/)
45. Stuyt, L.C.P.M., et al., 2015. *Is de landbouw echt zo gevoelig voor zout water?* *Water matters : kenniskatern voor waterprofessionals*, maart: 39-42.
46. Witmer, M.C.H., 1989. *Integral water management at regional level an environmental study of the Gooi and the Vechtstreek*. Proefschrift Rijksuniversiteit Utrecht: 's-Gravenhage. p. 172.
47. Een andere optie om de zout- en nutriëntenlast naar de Horstermeerpolder en de Vecht te verminderen is het onderscheppen (oppompen) van het brakke kwelwater naar de polder en dit water te gebruiken voor de productie van drinkwater. Dit concept wordt momenteel in een pilot beproefd door Waternet. Zie: [www.h2owaternetwerk.nl/h2o-actueel/temmen-van-brak-water-als-nieuw-ei-van-columbus](http://www.h2owaternetwerk.nl/h2o-actueel/temmen-van-brak-water-als-nieuw-ei-van-columbus).
48. Regio Gooi- en Vechtstreek & Waternet, 2019. *Water in Gooi en Vechtstreek. Bouwsteen voor het onderdeel water in de omgevingsvisie*. p. 26.
49. RLI, 2020. *Stop bodemdaling veenweidegebieden. Het groene hart als voorbeeld*. Den Haag, Raad voor de Leefomgeving en Infrastructuur, p. 94.
50. Hari, V., et al., 2020. *Increased future occurrences of the exceptional 2018–2019 Central European drought under global warming. Scientific Reports*. 10(1): 12207.
51. Philip, S.Y., et al., 2020. *Regional differentiation in climate change induced drought trends in the Netherlands. Environmental Research Letters*. 15(9): 094081.
52. [www.knmi.nl/over-het-knmi/nieuws/vaker-droogte-in-het-binnenland](http://www.knmi.nl/over-het-knmi/nieuws/vaker-droogte-in-het-binnenland).
53. Joosten, T., 2020. *Acht misvattingen over boeren (in negen grafieken)*. Follow the Money – Platform voor onderzoeksjournalistiek, 4 februari 2020.
54. Gilissen, H.K., et al., 2019. *Droogte in de delta – het nieuwe normaal?: Naar meer eigen verantwoordelijkheid voor de landbouw*. *Tijdschrift voor Agrarisch Recht* 2019(11): 697-708.
55. [www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/water-ruimte/waterkwantiteit/achteroevers/](http://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/water-ruimte/waterkwantiteit/achteroevers/).
56. Strootman, B., et al., 2020. *Landschap versterken met bomen en bos. Advies voor het ontwikkelen van een Bossenstrategie*. College van Rijksadviseurs, Den Haag, p. 95.