

DrogeKost

Kenniskrant voor een Klimaatbestendige Stad

Schade door droogte kan in de miljarden lopen; op tijd ingrijpen bespaart veel kosten.

Uniek in Europa: satellietdata helpen bij het voorkomen van onbeheersbare natuurbranden.

Actief grondwaterpeil-beheer voorkomt veel schade – en dus kosten.

Brede watergangen en natuurlijke oevers verminderen problemen in oppervlaktewater.

Het klimaatbestendig inrichten van een stad is een ware uitdaging. Gelukkig is er veel kennis en informatie beschikbaar en steeds meer steden nemen maatregelen tegen overstroming, hitte, droogte en wateroverlast. De *Kenniskrant voor een Klimaatbestendige Stad* informeert, stimuleert en inspireert iedereen die betrokken is bij de inrichting van de Nederlandse steden. Deze tweede editie gaat over droogte. *Droge Kost* is ook online te lezen op nkwk.nl/kbs/krant. In de digitale versie staan tientallen links naar achtergrondinformatie, onderzoeken en bronnen.

Droogte is onderschat klimaateffect

Het wordt natter, heter, droger en de zeespiegel stijgt. Dat staat in bijna ieder beleidsstuk over klimaatverandering. Toch krijgt droogte minder aandacht dan de andere drie effecten. Volgens Deltares-adviseur Frans van de Ven is droogte een onderschoven kindje. Hoog tijd om dat te veranderen, zegt hij. “Bewustwording is de eerste stap naar oplossingen.”

Droogte doet zich met name voor in de zomermaanden – grofweg van april tot oktober. Opvallend genoeg gaat de toenemende droogte gepaard met een groter aantal extreme buien. Toch regent het op de meeste plaatsen in Nederland dan te weinig om het neerslagtekort op te heffen, met name in de kustgebieden. Metingen tonen aan dat de periode van droogte steeds vroeger begint en het neerslagtekort toe-

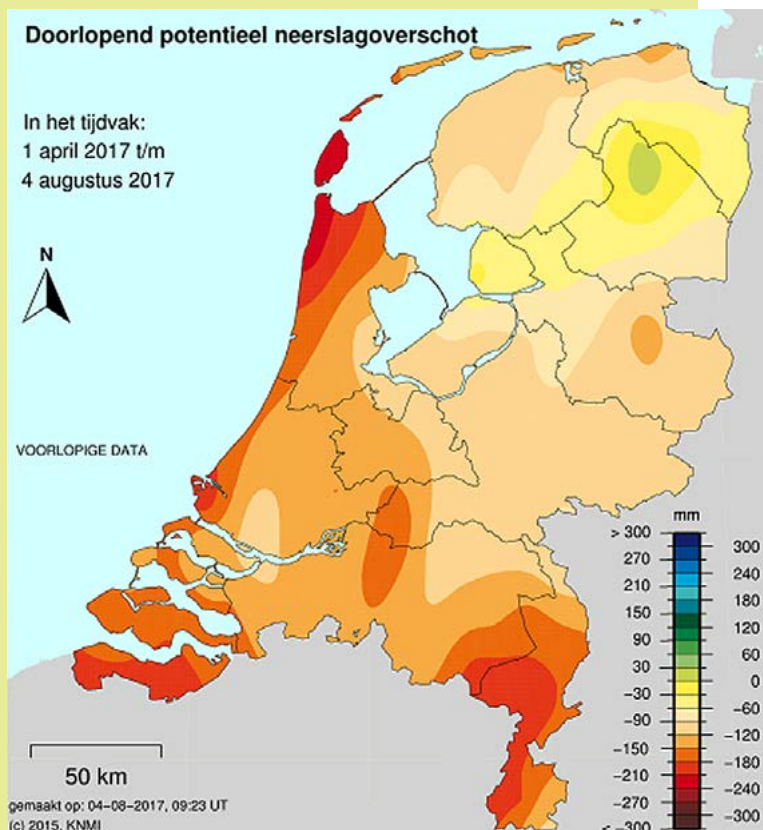
neemt. Een tekort van 100 millimeter is gemiddeld; in extreem droge jaren kan het oplopen tot rond de 300 millimeter. Dat gebeurde onder meer in 2003, toen veendijken het begaven omdat ze extreem waren uitgedroogd (zie ook pagina 10).

Versteende steden

Dat droogte met name optreedt in stedelijk gebied, is een gevolg van de manier waarop steden zijn gebouwd, zegt Ben Wichers Schreur. Hij is wetenschappelijk medewerker van het KNMI. “We hebben van grote delen van Nederland een stenen woestijn gemaakt. Dat moet doorbroken worden, vooral in het licht van de klimaatverandering.” Wichers Schreur denkt dat het gemiddelde neerslagtekort rond 2050 met 25 procent zal zijn gestegen, tenzij er maatregelen worden genomen. “We moeten terug naar het natuurlijke evenwicht: water vasthouden en ten goede laten komen aan het grondwater. Daarmee kunnen we ook de verdamping door vegetatie op gang brengen, wat helpt tegen hittestress.”

Hoger op de agenda

“Droogte mag in de steden hoger op de agenda”, meent Van de Ven. Hij vindt dat het bij veel mensen ontbreekt aan bewustwording. “Droogte is een mooi-weer-probleem en bovendien niet zo zichtbaar.” Als voorbeeld noemt hij paalrot als gevolg van grondwaterdaling. “Dat is een sluipend proces met grote gevolgen en veel schade. Tenzij je op tijd ingrijpt. En dat kan: steeds meer onderzoeken richten zich op de oplossingen.” Van de Ven noemt het *living lab* in Gouda: een praktijkstudie naar de gevolgen van droogte en de geschikte maatregelen om die tegen te gaan (zie pagina 2). Vooral de betrokkenheid van een groot aantal partijen – zoals netwerkbeheerders – belooft goede resultaten.



Nieuwe KNMI-scenario's in de maak

In 2021 verschijnen nieuwe KNMI-scenario's, aangepast aan de nieuwste inzichten. Alle voorspellingen worden nu gebaseerd op de vier scenario's die in 2014 zijn uitgebracht. Nederland ligt op de koers van het meest extreme scenario, W_H , zegt Ben Wichers Schreur van het KNMI. In de nieuwe scenario's zullen ontwikkelingen in het Europese weer een belangrijke rol gaan spelen. Daaraan leveren het smelten van het Noordpoolijs en veranderingen in de stratosfeer mogelijk een bijdrage. Er is nog veel onderzoek nodig voor de nieuwe scenario's, maar een voorsicht wil Wichers Schreur wel nemen. “Het is zeker mogelijk dat we langere periodes krijgen van droog en zonnig weer.”

Met name in de kustgebieden regent het in de zomer te weinig om het neerslagtekort op te heffen. In de periode april t/m augustus 2017 was het ook droog in Zuid-Limburg. Bron: KNMI

www.nkwk.nl/kbs/krant/droogte

SCHADE DOOR DROOGTE IS TE BEPERKEN

Op tijd ingrijpen bespaart veel kosten

De schadeposten door droogte kunnen in het ergste geval oplopen tot tientallen miljarden euro's. Door op tijd in te grijpen, kunnen veel kosten worden bespaard. Het draait daarbij om slim samenwerken en het maken van goede afspraken.

Kennisinstituut Deltares onderzocht in 2012 hoeveel schade optreedt door watertekorten en -overschotten in stedelijk gebied. Dit leidde tot forse getallen (zie kader op pagina 3). Volgens Frans van de Ven, een van de onderzoekers, is veel schade te voorkomen door

bewust handelen en tijdig ingrijpen. Een belangrijk aspect is grondwaterpeilbeheer in stedelijke gebied: ervoor zorgen dat de grondwaterstand niet teveel fluctueert. Een te laag grondwaterpeil kan

paalrot veroorzaken bij houten funderingen, omdat ze droog komen te staan. De kosten die daarmee gepaard gaan, lopen in de miljarden euro's. "Technisch is het mogelijk om de grondwaterstand op peil te houden", zegt Van de Ven, "maar daar moeten dan wel maatregelen voor worden getroffen." Hij doelt onder meer op actief grondwaterpeilbeheer, waarmee goede ervaringen zijn opgedaan in een aantal proefgebieden (zie ook pagina 5). Door aan te haken bij geplande vervanging van bijvoorbeeld de riolering, hoeft de aanleg van een systeem voor grondwaterpeilbeheer niet eens veel te kosten. De straat moet toch open.

Kansen bij nieuwbouw

Veel schadeposten hebben, volgens het onderzoek van Deltares, betrekking op bestaande stedelijke gebieden. Bij nieuwbouw zijn er kansen om deze schade te vermijden. Het is dan van belang om bewuste keuzes te maken tijdens het ontwerp en de bouw. Een voorbeeld: vaak wordt bouwgrond opgehoogd met zand, dat weinig water vasthoudt. Voedingsrijke, zwarte grond is weliswaar duurder, maar

toch een betere keuze (zie ook pagina 11). Het verbetert de bodem en de bodem kan beter vocht vasthouden voor de vegetatie. Droogteproblemen op de langere termijn worden hiermee voorkomen.

Fundamentele veranderingen

Governance speelt een grote rol bij het nemen van maatregelen tegen gevolgen van droogte. Betrokken partijen moeten met elkaar afspraken maken over taken en verantwoordelijkheden. Van de Ven: "Adaptatiemaatregelen hebben grote effecten op de inrichting van de stad en de infrastructuur. Het gaat om fundamentele veranderingen en misschien wel nieuwe vormen van beheer." In de binnenstad van Gouda wordt hier onderzoek naar gedaan. De stad fungeert sinds 2016 als *living lab*: een proeftuin voor het omgaan met grondwaterbeheersing en bodemdaling. Een groot aantal partijen werkt samen aan technische en bestuurlijke oplossingen. Ook bewoners zijn er nauw bij betrokken, evenals netwerkbeheerders.

www.nkwk.nl/kbs/krant/droogteschade

"Adaptatiemaatregelen hebben grote effecten op de inrichting van de stad"

Schade door droogte

Onderstaande gegevens zijn afkomstig uit het onderzoek van Deltares uit 2012: 'Schades door watertekorten en -overschotten in stedelijk gebied'.

Geraamde schade door droogte:

- Schade aan panden door maaiveld daling, vershilzetting en paalrot: eenmalig enkele miljarden euro's
- Verlaging van woningwaarde door verminderde waterkwaliteit: eenmalig enkele tientallen miljoenen euro's
- Extra onderhoud aan infrastructuur door vershilzetting: enkele miljoenen euro's per jaar
- Schade aan groen: enkele miljoenen euro's per jaar voor gemeenten; enkele miljoenen euro's per jaar voor particulieren (vervanging planten en sproeien tuinen)
- Minder recreatie door verminderde waterkwaliteit: jaarlijks enkele tienduizenden euro's

Overige schade door droogte die (nog) niet berekend kan worden:

- Schade aan drijvende woningen en woon-schepen door lage waterstand
- Verstopping drainagebuizen door droogval
- Transportbeperking elektriciteitskabels door oververhitting
- Gezondheidsschade door verminderde waterkwaliteit

De invloed van klimaatverandering

Klimaatverandering zal, als er geen maatregelen worden genomen, leiden tot hogere schadeposten, zo schrijven de onderzoekers. Het gaat dan met name om funderingsschade door grondwateronderlast, schade aan ter-reinen en infrastructuur door maaiveld daling en vershilzetting, en verdroging van groen. Door verdere afname van de waterkwaliteit komt de leefbaarheid van het stedelijk gebied onder druk te staan. Vooral de steden in Laag-Nederland, op slappe bodems, zijn kwetsbaar voor de verhoogde watervraag en watertekorten die horen bij de droge G_H en W_H klimaatscenario's.

Kansrijke maatregelen

Deltares benoemt in het onderzoeksrapport een aantal kansrijke maatregelen tegen droogte in stedelijk gebied:

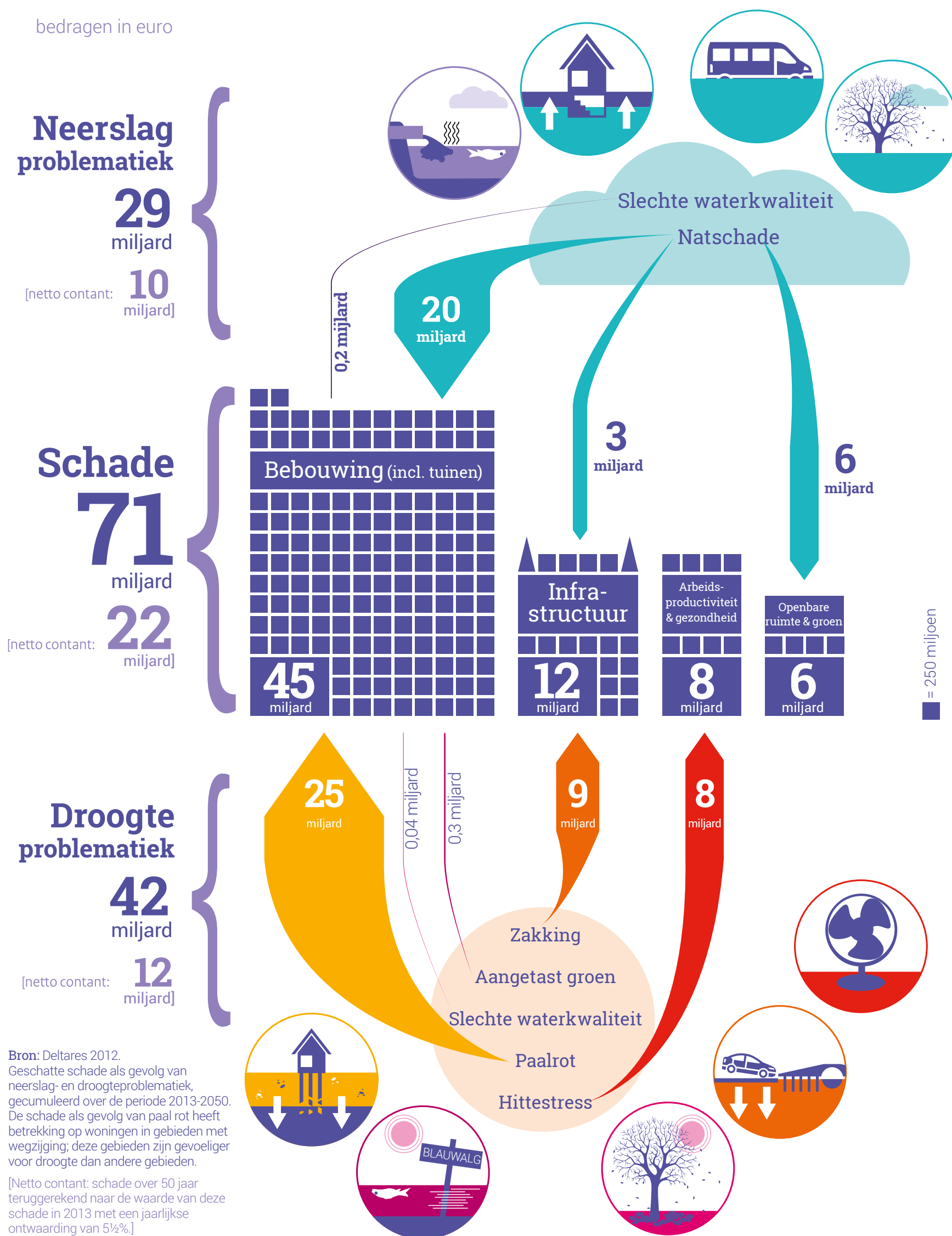
- Actief grondwaterpeilbeheer (zie artikel op pagina 5)
- Water bergen en bufferen, op particulier en openbaar terrein
- Minder verharding
- Aanpassen van funderingen
- Kleinschalige berging en infiltratie
- Profileren maaiveld voor tijdelijke berging wateroverschot (wadi's)
- Aanpassen van groen / boomsoorten in de stad

Bij al deze kansrijke maatregelen staat één ding centraal: de verbetering van de samenhang tussen gebruiksfuncties, ondergrond en het oppervlaktewater. Het gaat dus niet alleen om de aanvoer van water, maar ook om efficiënter gebruik van water, vermindering van de kwetsbaarheid voor watertekort en het creëren en gebruiken van alternatieve, interne bronnen binnen de stad. Deltares noemt dit laatste ook wel 'tweedelaags watervoorziening'.

De Klimaatbestendige stad

Schades tot 2050 bij ongewijzigd beleid

bedragen in euro



Bron: Deltares 2012.
 Geschatte schade als gevolg van neerslag- en droogteproblematiek, gecumuleerd over de periode 2013-2050. De schade als gevolg van paal rot heeft betrekking op woningen in gebieden met wegzijging; deze gebieden zijn gevoeliger voor droogte dan andere gebieden.

[Netto contant: schade over 50 jaar teruggerekend naar de waarde van deze schade in 2013 met een jaarlijkse ontwaarding van 5½%.]

Actief grondwaterpeilbeheer

De illustraties laten zien hoe actief grondwaterpeilbeheer werkt. In droge periodes stroomt oppervlaktewater door een stelsel van drainage-infiltratieleidingen, dat vervolgens het water afgeeft aan de bodem. In natte periodes werkt het systeem omgekeerd: overtollig grondwater vloeit via de leidingen naar het oppervlaktewater. In beide gevallen blijft het grondwaterpeil op het gewenste niveau.

1 Grondwaterpeil zonder actief grondwaterpeilbeheer

Grond raakt uitgedroogd.

2 Grondwaterpeil met actief grondwaterpeilbeheer

3 Drainage-infiltratieleiding

Aangesloten op oppervlaktewater en met grindkoffer eromheen.

4 Riool

5 Inlaat

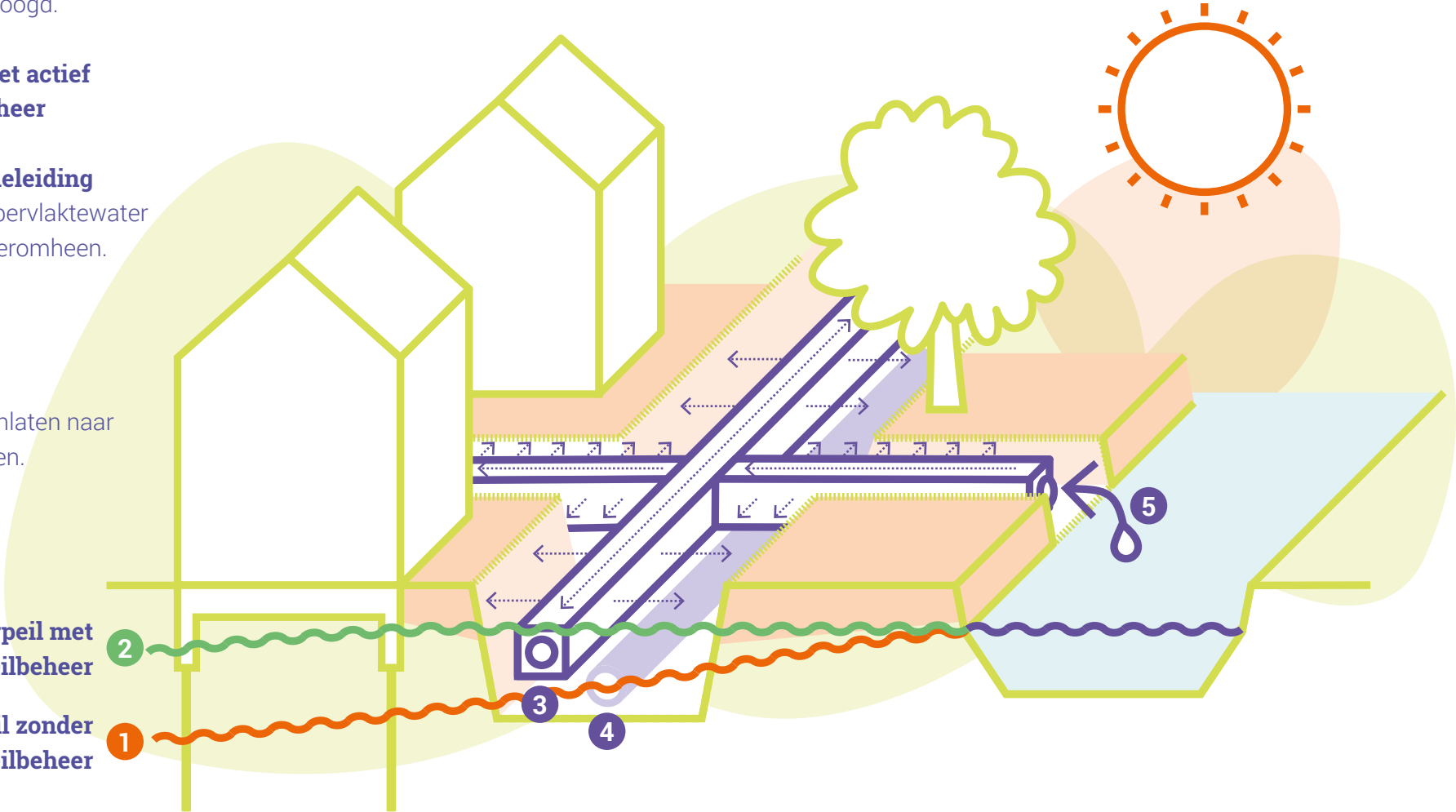
Water stroomt via inlaten naar de drainage leidingen.

Grondwaterpeil met actief grondwaterpeilbeheer

Grondwaterpeil zonder actief grondwaterpeilbeheer

Infiltratie in droge periode

ter vermindering van schade door grondwateronderlast



1 Grondwaterpeil zonder actief grondwaterpeilbeheer

Grond raakt overvol.

2 Grondwaterpeil met actief grondwaterpeilbeheer

3 Drainage-infiltratieleiding

Aangesloten op oppervlaktewater en met grindkoffer eromheen.

4 Riool

5 Uitlaat

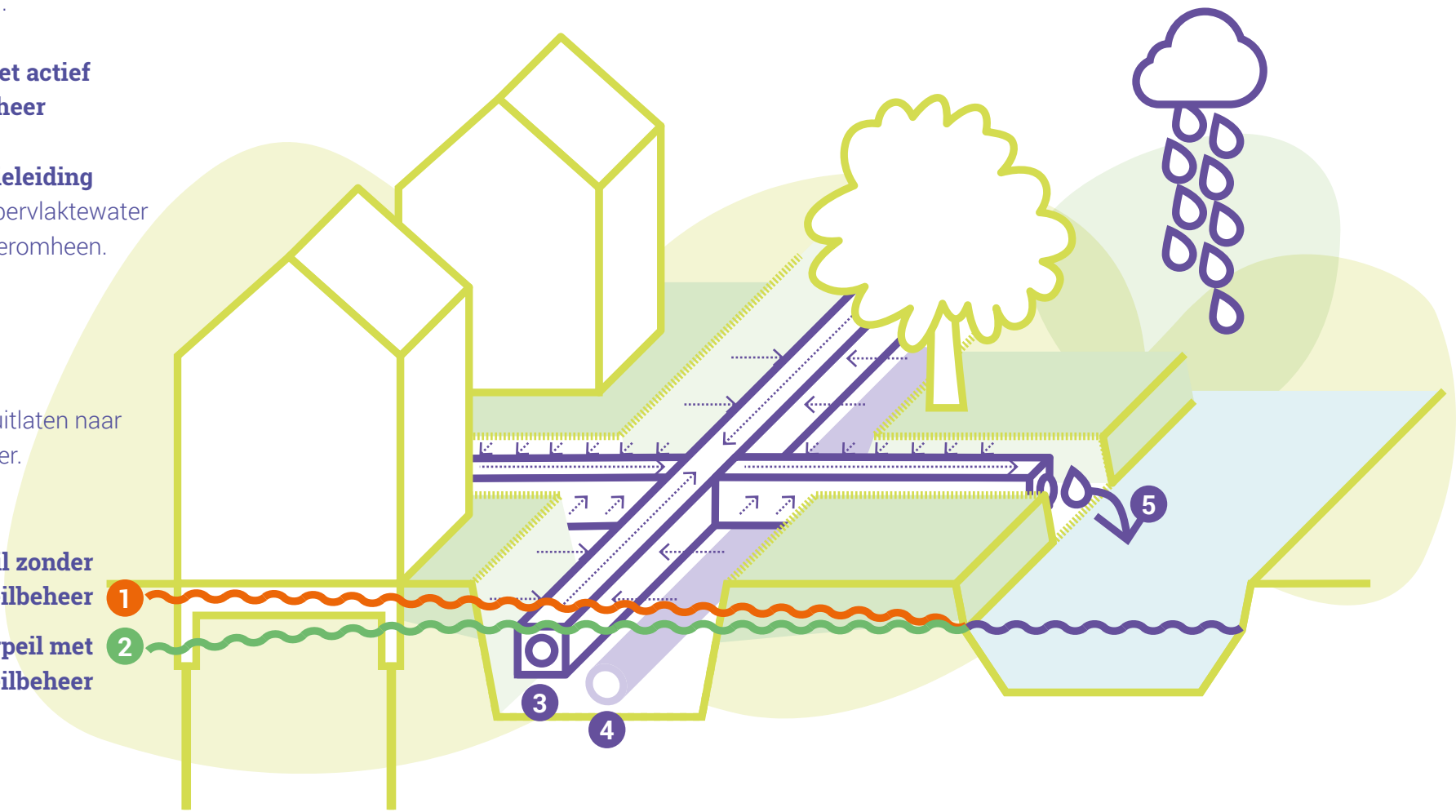
Water stroomt via uitlaten naar het oppervlaktewater.

Grondwaterpeil zonder actief grondwaterpeilbeheer

Grondwaterpeil met actief grondwaterpeilbeheer

Drainage in natte periode

ter vermindering van schade door grondwateroverlast



SLIMME OPLOSSING:

Actief grondwaterpeilbeheer

Iedere gemeente zou het moeten overwegen bij rioolvervang-
 vanging: de aanleg van een systeem voor actief grondwa-
 terpeilbeheer. Dat is de uitkomst van een onderzoek, uitge-
 voerd door Deltares, Fugro en Wareco, in opdracht van het
 Deltaprogramma Ruimtelijke Adaptatie. Een stabiele grond-
 waterstand voorkomt veel schade – en dus veel kosten.

Een te lage grondwaterstand veroorzaakt allerlei problemen, met name in gebieden met een slappe bodem. Straten verzakken, rioolbuizen en leidingen breken, groen verdroogt en houten fun-
 deringen worden aangetast door paalrot. De kosten die worden
 veroorzaakt door een lage grondwaterstand lopen tot 2050 in de
 tientallen miljarden euro's. Actief grondwaterpeilbeheer is een
 slimme oplossing, en die hoeft niet eens veel te kosten. Als de
 straat toch al open moet omdat de rioolbuizen moeten worden
 vervangen, bedragen de meerkosten zo'n tien procent van het
 begrote bedrag. De opbrengsten zijn hoger, zegt onderzoeker
 Jelle Buma van Deltares, omdat extra reparatiekosten voort-
 aan uitblijven. Die reparatiekosten worden vaak als normaal
 beschouwd, maar zijn dat eigenlijk niet. "De gemeenten moeten
 zich hiervan bewust worden. Het is inmiddels afdoende bewezen
 dat actief grondwaterpeilbeheer werkt."

Dubbele functie

De basis van actief grondwaterpeilbeheer is een drainage-
 infiltratieleiding, die in verbinding staat met nabijgelegen opper-
 vlaktewater. Is er te weinig grondwater, dan wordt dat aangevuld
 vanuit het oppervlaktewater. Een teveel wordt via dezelfde route
 afgevoerd (zie illustraties op pagina 4). In acht praktijksituaties in
 diverse steden is aangetoond dat het systeem werkt. De onder-
 zoekers keken naar bodemopbouw, de dichtheid van het stede-
 lijk gebied, hydrologie, de methode van wateraanvoer en naar
 de beoogde effecten. Buma: "We richtten ons in het onderzoek
 vooral op zakkingschade in openbaar gebied, waar de baten en
 lasten voor dezelfde partijen zijn." Een groot voordeel van het sys-
 teem is, dat ook particulieren erop kunnen aansluiten. Hoe meer
 partijen dat doen, hoe groter het effect en dus ook de uiteindelijke
 opbrengst.

Gemeenten overtuigen

Technisch kan het en de resultaten spreken boekdelen – nu de
 gemeenten nog overtuigen. Dat valt nog niet mee, merkt Buma.
 "Gemeenten zijn bang voor aansprakelijkheid en claims als ze
 zich gaan bezighouden met grondwaterbeheer. Onterecht, want
 de Waterwet biedt genoeg vrijheden. Ook zien ze op tegen de
 uitgaven op de korte termijn. Daarom adviseren wij om aan te
 haken bij regulier onderhoud. En: het is druk in de ondergrond.
 De drainage-infiltratieleiding heeft een doorsnede van 20 tot 30
 centimeter. In het ontwerp en tijdens de uitvoering moet hiermee
 rekening gehouden worden." Bij een slim ontwerp kan actief
 grondwaterpeilbeheer soms ook worden gecombineerd met de
 reguliere riolering. er komen dan drie functies samen: de aan-
 en afvoer van grondwater en het transport van regenwater. De
 onderzoekers brengen de opvattingen van gemeenten en water-
 schappen in kaart door een aantal van hen te interviewen. Eind
 2017 verschijnen de resultaten van dit vervolgonderzoek.

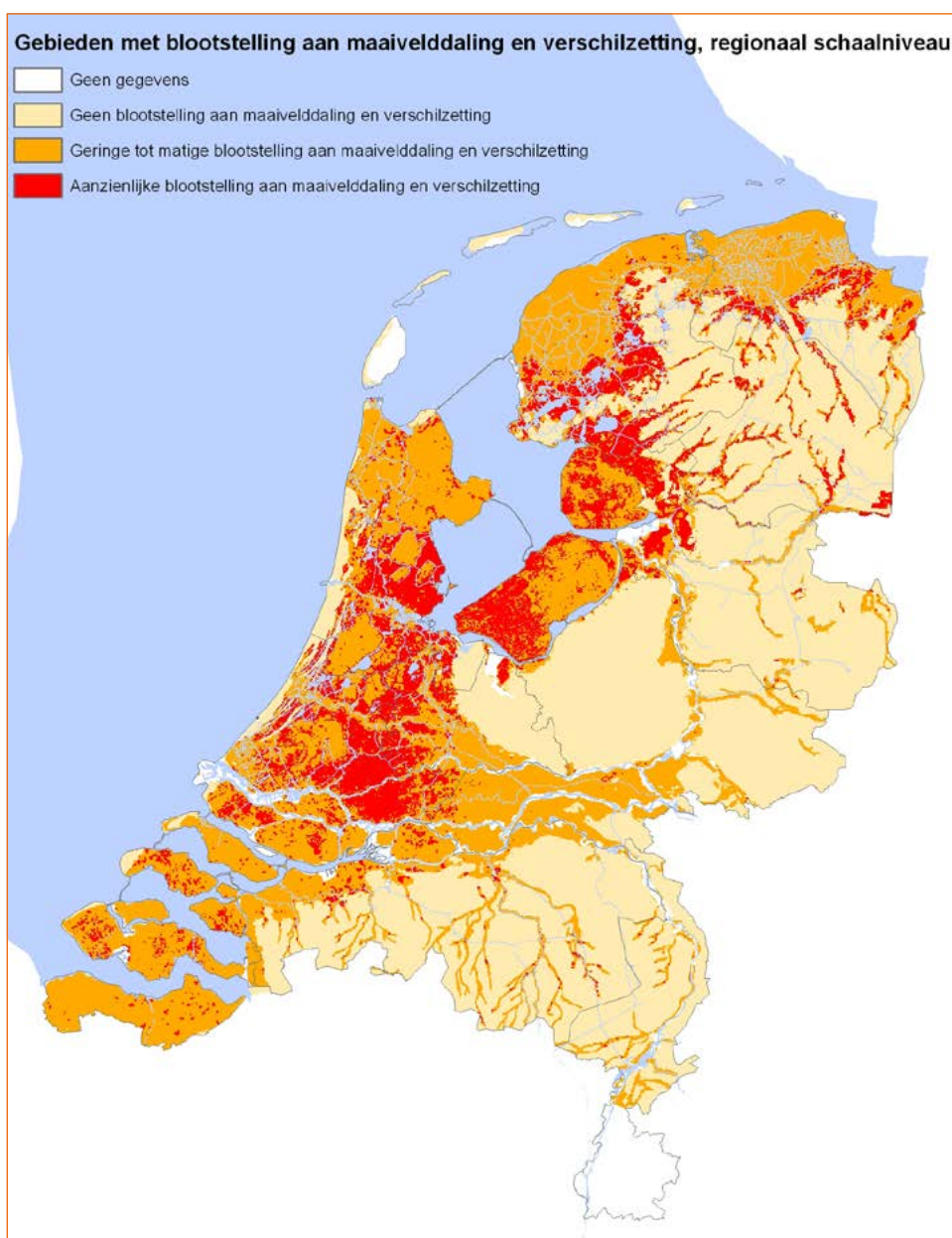
 www.nkwk.nl/kbs/krant/grondwaterpeilbeheer

Dubbel effect in Amsterdam

Het Vondelpark in Amsterdam heeft op twee manieren baat bij het aange-
 legde drainage-infiltratiesysteem: het lager gelegen deel, waar monumentale
 bomen staan, blijft droger en dat is beter voor de wortels; het hoger gelegen
 deel, met oude stadswoningen op houten palen, blijft natter. Het beheer en
 onderhoud van het systeem vallen mee, concluderen de onderzoekers. Eens
 in de 8 tot 10 jaar is voldoende en dat is minder dan vooraf was beraamd.

Rust in Friesland

Het grondwaterpeil in het Friese veenweidegebied vloog alle kanten op.
 Soms zat er binnen een maand een verschil van 65 centimeter tussen de
 hoogste en de laatste grondwaterstand. Dit leverde problemen op voor de
 houten funderingen, die droog kwamen te staan. Sinds de aanleg van het
 drainage-infiltratiesysteem blijft het verschil binnen de 20 centimeter en op
 een veilig niveau voor de funderingen. De betrokken percelen zijn allemaal
 in het bezit van particulieren; het systeem is aangelegd dankzij een soepele
 vorm van samenwerking tussen waterschap en eigenaren.



Deze kaart laat zien waar actief grondwaterpeilbeheer gunstig kan zijn.
 Rood = veen, goede kans op baten;
 Oranje = klei, baten bij gunstige lokale factoren;
 Lichtgeel = zandiger, grotere uitdaging om de baten te genereren omdat er geen
 funderingsschade of bodemdaling is. Hier kan het systeem bijdragen aan het
 tegengaan van hittestress.

Bron: Deltares, februari 2012

De verdringingsreeks: een prioriteitenlijst tijdens watertekort



Op nationaal niveau is de verdringingsreeks sinds 2000 drie keer toegepast: in 2003, 2006 en in 2011. De droogte in 2003 veroorzaakte een landelijke crisis; koelwaterbeperkingen leidden bij elektriciteitscentrales tot een sterk verminderde productie. De verdringingsreeks probeert dergelijke crisissituaties te voorkomen. Op regionale schaal wordt de verdringingsreeks vaker toegepast. Lokaal soms bijna elk

jaar, zoals in de regio van de Maas. De aanvoer van water via de Maas is kleiner dan bij de Rijn, hierdoor zijn er regelmatig watertekorten. "Zolang de aanvoer niet al te laag wordt, is dit geen probleem: iedereen in de regio is erop ingesteld", verklaart Harold van Waveren van Rijkswaterstaat. Het Deltaprogramma Zoetwater maakt voor gebruikers duidelijk wat de kans is op watertekorten. Op basis hiervan kunnen bedrijven het risico inschatten van afkoppeling van het watersysteem en bepalen of ze willen investeren in een maatregel zoals een bassin. De verantwoordelijkheid ligt bij de gebruiker zelf. Daarnaast onderzoeken ook Rijkswaterstaat en de waterschappen of maatregelen mogelijk zijn.

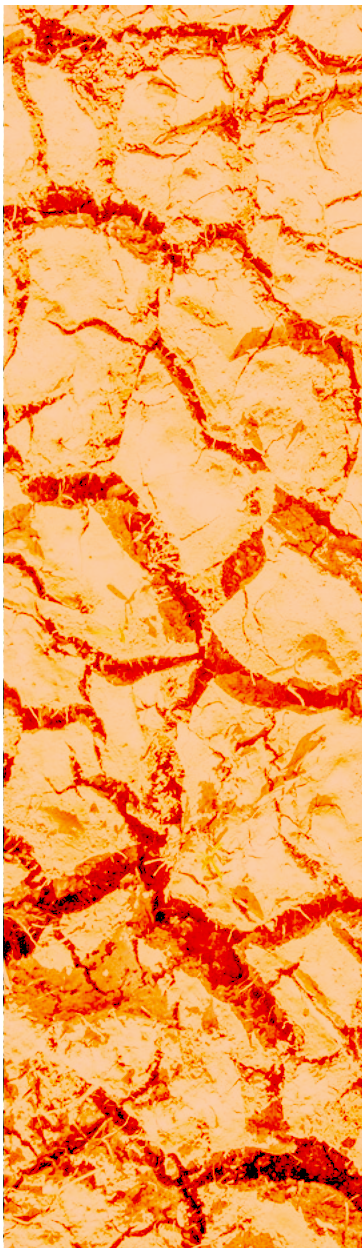
Preventief watertekort voorkomen

Volgens Ben Wichers Schreur van het KNMI stevent Nederland af op het droogste en warmste KNMI'14 scenario (zie ook pagina 1). De verdringingsreeks zal in dit geval waarschijnlijk vaker moeten worden toegepast. "Tenzij er preventieve maatregelen genomen worden", benadrukt van Waveren. Die maatregelen slui-

ten aan bij de drie manieren waarop watertekort kan ontstaan. Er is te weinig aanvoer van water; de watervraag van gebruikers is te groot of er is genoeg water beschikbaar, maar niet op de juiste plek.

De aanvoer van water vergroten is lastig, maar er kan meer water worden opgeslagen, zoals in het IJsselmeer. Rijkswaterstaat ontwikkelt hier plannen voor fluctuerend waterbeheer, waarbij het waterpeil tijdens droogte met ongeveer tien centimeter verhoogd kan worden. Een tuinder kan op kleine schaal hetzelfde doen met een opvangbassin. Op de hogere zandgronden kunnen stuwen in de haarvaten van het watersysteem worden geplaatst om water uit de winter en lente langer vast te houden. Bij een grote watervraag moet het gebruik omlaag, een bedrijf kan zelf waterbesparende maatregelen nemen. Als vraag en aanbod niet bij elkaar passen, zijn andere oplossingen nodig, zoals de bouw van energiecentrale aan de kust (zie pagina 7).

www.nkwk.nl/kbs/krant/verdringingsreeks



Categorieën voor afkoppeling van watersysteem

Gebruikers van water zijn opgedeeld in verschillende categorieën van hoge tot lage urgentie (categorie 1 tot en met 4). Tijdens watertekort worden gebruikers in categorie 4 als eerste afgekoppeld.

- **Categorie 4: Overige belangen (economische afweging)**
Het overgrote deel van alle functies. Voorbeelden: landbouw, scheepvaart, industrie, recreatie en natuur.
- **Categorie 3: Kleinschalig hoogwaardig gebruik**
Functies waar een kleine hoeveelheid water veel schade kan voorkomen. Bijvoorbeeld: open groente- of fruitteelt (landbouw).
- **Categorie 2: Nutsvoorzieningen**
Energie- en drinkwatervoorzieningen die bij uitval de leveringszekerheid in gevaar brengen.
- **Categorie 1: Veiligheid en voorkomen van onomkeerbare schade**
Waaronder stabiliteit van waterkeringen (veendijken); bodemdaling (veen en hoogveen) en onomkeerbare natuurschade (zoals oxidatie van veen)

De verdringingsreeks sinds 2009 wettelijk vastgelegd

- Een eerste versie van de verdringingsreeks was opgenomen in de Tweede Nota Waterhuishouding van 1968.
- De huidige verdringingsreeks kwam tot stand naar aanleiding van de watertekorten van 2003.
- Met de inwerkingtreding van de Waterwet in 2009 werd de verdringingsreeks wettelijk vastgelegd.
- De Landelijke Coördinatiecommissie Waterverdeling adviseert over de verdeling van zoet water.
- Regionale waterbeheerder kunnen, samen met provincies, een regionale uitwerking van de verdringingsreeks maken binnen de categorieën 3 en 4.

Regels voor koelwater beschermen natuur

Energiecentrales gebruiken oppervlaktewater om te koelen. Het water dat ze weer lozen, is met ongeveer zeven graden opgewarmd. In droge periodes kan dit problemen opleveren voor de flora en fauna in het oppervlaktewater. Regelgeving en normen voor lozing van koelwater beschermen de natuur.

Een watertemperatuur boven de 25 °C kan stress veroorzaken bij vissen. Onder invloed van klimaatverandering zal de temperatuur in grote rivieren toenemen. Droogte speelt hierbij een belangrijke rol. De Internationale Commissie ter Bescherming van de Rijn (ICBR) heeft in 2014 berekend wat de gevolgen van klimaatverandering kunnen zijn voor de watertemperatuur in de Rijn. De gemiddelde watertemperatuur in augustus zal in de periode 2021-2050 met 1,5 °C stijgen ten opzichte van de referentieperiode 2001-2010. In de periode 2071-2100 zal de watertemperatuur 3,5 °C hoger zijn. "Met een stijging van 1,5 °C loopt een centrale sneller tegen lozingsnormen aan, met als gevolg dat de capaciteit moet worden teruggeschoefd", zegt Dju Bijstra van Rijkswaterstaat. "Dat geldt alleen als de vraag naar elektriciteit vanuit centrales niet verandert, want naar verwachting zullen wind- en zonne-energie de druk op energiecentrales in de zomer verlagen."

Energiecentrales vaker aan zee

Een koeltoren kan voorkomen dat een centrale moet terugschakelen in capaciteit wanneer minder geloosd mag worden. Nadeel is dat een koeltoreninstallatie duurder is in gebruik en deze vorm van koeling meer koolstofdioxide uitstoot. Een betere oplossing is om de warmte van het water te gebruiken voor andere industrieën en het verwarmen van woningen. Energiecentrales worden de laatste jaren vaker aan de kust gebouwd. Ze lopen hier minder snel tegen lozingsnormen aan, omdat de opwarming beperkt blijft als gevolg van het grote volume aan zeewater en grotere menging. Naast de beschikbaarheid van veel water is ook de ligging van de centrale ten opzichte van het netwerk en gebieden met een groot stroomverbruik van belang.

www.nkwk.nl/kbs/krant/koelwater



Normen voor lozen van koelwater

Sinds 2005 worden de volgende normen en regels gehanteerd voor lozing van koelwater om ecologische schade in oppervlaktewater te voorkomen:

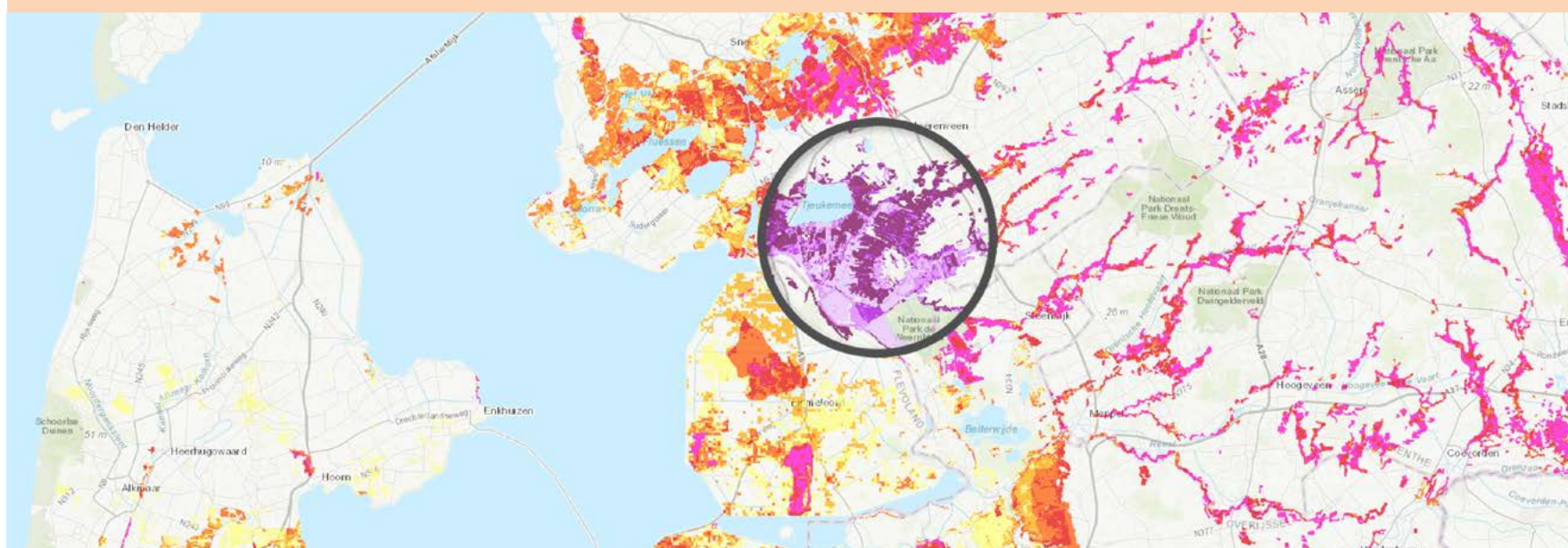
- De mengzone – het gebied waar lozingswater met het oppervlaktewater mengt en waar de temperatuur 30 °C of meer is – mag niet te groot zijn, zodat vissen veilig kunnen passeren. Het maximum is 25 procent van de rivier.
- Het gebied buiten de mengzone mag na volledige menging maximaal 3 °C (zoet water) of 2 °C (zout water) opwarmen:
 - De maximumtemperatuur voor water voor karperachtigen (bijna alle Nederlandse zoete wateren) is vastgesteld op 28 °C
 - De maximumtemperatuur voor water voor schelpdierachtigen (zout water) is vastgesteld op 25 °C
- Onttrekking van koelwater uit het oppervlaktewater mag niet leiden tot grootschalige inzuiging van vissen en vissenlarven.

Nieuwe versie Klimaateffectatlas

De Klimaateffectatlas is vernieuwd. Dit instrument, dat landelijk en openbaar beschikbaar is, wordt inmiddels breed toegepast. Niet alleen de website krijgt veel bezoek, er is ook veel vraag naar de GIS-data, die gratis worden geleverd. De Klimaateffectatlas geeft een eerste beeld van de klimaateffecten in een bepaald gebied. Hasse Goosen van Climate Adaptation Services (CAS) noemt het instrument een geschikt startpunt voor stresstesten. De kaarten zijn beschikbaar in een viewer en kunnen als PDF worden gedownload.

Sinds september 2017 zijn de nieuwe kaarten voor iedereen te raadplegen. Hierin zijn de laatste klimaatinzichten (KNMI'14) verwerkt. In de nieuwe versie ligt veel meer de nadruk op duiding en uitleg, door middel van zogenaamde 'kaartverhalen', die stap voor stap de kaarten toelichten. Ook voor het thema droogte is veel nieuw kaartmateriaal beschikbaar, zoals gedetailleerdere bodemdalingsgegevens. De nieuwe droogtekaarten zijn tot stand gekomen door analyses van KNMI, Alterra, Deltares, TNO en KWR Watercycle Research Institute en na overleg met adviesbureaus en gebruikers.

www.nkwk.nl/kbs/krant/klimaateffectatlas



De nieuwe versie van de Klimaateffectatlas beschikt over een klimaatlens. Door deze lens over de kaart te bewegen, wordt zichtbaar wat klimaatverandering in 2050 kan betekenen, bijvoorbeeld voor bodemdaling.

Zorg voor een goede doorstroom

Droogte, met name in combinatie met warmte, heeft negatieve effecten op het oppervlaktewater en de waterkwaliteit in de stad. Warm water met weinig doorstroom leidt tot vissterfte, botulisme en blauwalgen. Ook de kans op gezondheidsklachten wordt groter. Slimme oplossingen zijn bredere watergangen en een natuurlijke overgang tussen land en water.

Tijdens warm en droog weer veranderen de processen in het water. Minder doorstroom zorgt bijvoorbeeld voor ophoping van stikstof en fosfaat. Opwarming van het water leidt tot een gebrek aan zuurstof. Gevolgen zijn een bloei van blauwalgen, meer kans op botulisme en sterfte van planten en dieren. "Die problemen hebben ook invloed op de gezondheid van mensen", zegt Jappe Beekman van het RIVM. Blauwalgen – in tegenstelling tot wat de naam doet vermoeden zijn het geen algen, maar bacteriën – doen het goed in stilstaand, warm en voedselrijk water. Een gezond ecosysteem kan veranderen in vies troebel water met weinig licht, met vissterfte tot gevolg. Daarnaast zijn sommige blauwalgensoorten giftig. Ook kan in het water botulisme voorkomen, een ziekte waaraan watervogels en vissen kunnen sterven. De bacterie die de ziekte veroorzaakt door het gif botuline af te scheiden, kan zich snel vermeerderen in ondiep water dat snel opwarmt. Extra complicatie bij warm en droog



weer is dat er meer mensen in het oppervlaktewater zwemmen en spelen.

Brede watergangen en ecologische oevers

In steden veroorzaken de kleinere slootjes en watergangen de meeste problemen. "Deze watergangen bevatten weinig water, groeien snel dicht door beplanting en zijn vaak moeilijk door te spoelen", verklaart Herman van Rooijen van Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden (HDSR). Overhangend groen veroorzaakt dikke baggerlagen op de bodem, hierdoor verdwijnt veel zuurstof uit het water en komen extra voedingsstoffen in het water terecht, wat algenbloei bevordert.

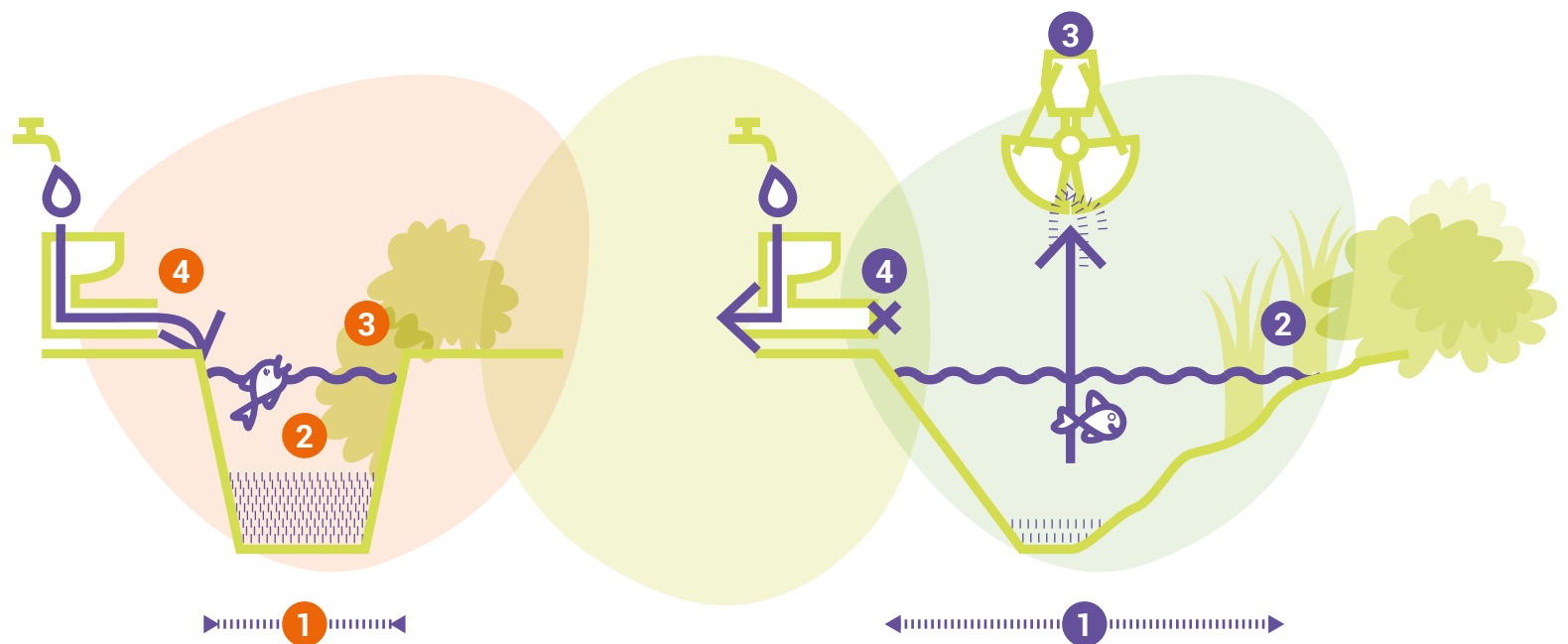
Er zijn goede oplossingen: leg een brede watergang aan voor meer natuurlijke doorstroom en beperk de overlast van begroeiing. Een oever die een natuurlijker overgang creëert tussen land en water verbetert de ecologische kwaliteit van het water.

Schoner water in Leidsche Rijn

Bij veel oudere wijken is in het ontwerp niet goed nagedacht over het behouden van een goede waterkwaliteit. Van Rooijen: "Wij zien de problemen groter worden en op veel plekken zijn deze moeilijk op te lossen, omdat het ombouwen van watergangen ingewikkeld en duur is." In steden is een gebrek aan ruimte en veel is privaat eigendom. De planvormingsfase van grootschalige renovatie en het bouwen van nieuwbouwwijken zijn goede momenten voor het nemen van maatregelen voor de waterkwaliteit. Zoals in de jaren '90 is gedaan bij de planvorming van de Vinex wijk Leidsche Rijn bij Utrecht. De watergangen in Leidsche Rijn zijn groot en breed aangelegd, met natuurlijke oevers en zonder riooluitlaat. Regenwater passeert hier eerst de bodem, voor een extra zuivering van het water, voor het in de watergang terecht komt. Monitoring van de kwaliteit van het water bewijst hier dat de maatregelen werken.

www.nkwk.nl/kbs/krant/oppervlaktewater

Oppervlaktewaterkwaliteit problemen en oplossingen



Oorzaken van problemen met de waterkwaliteit:

- 1 Smalle watergang
- 2 Weinig doorstroom
- 3 Veel (overhangende) begroeiing op de oever
- 4 Riooloverstort op het oppervlaktewater

Oplossingen voor betere waterkwaliteit:

- 1 Brede watergang aanleggen
- 2 Natuurlijke oever (natuurlijke overgang tussen land en water)
- 3 Overschot aan bagger verwijderen
- 4 Geen riooloverstorten op oppervlaktewater



Extra complicatie bij warm en droog weer is dat er meer mensen in het oppervlaktewater zwemmen en spelen. Foto Tineke Dijkstra

Nieuwe visie nodig voor vitale netwerken

Het is druk in de Nederlandse bodem. Er ligt zo'n 300.000 kilometer aan ondergrondse netwerken, zoals gasleidingen, kabels voor telefonie en internet, buizen voor olie, elektriciteitskabels en waterleidingen. Door droogte kan het grondwaterpeil dalen en de bodem verzakken, met als gevolg dat leidingen kunnen breken.

Oppervlaktewater dat voor drinkwaterbereiding wordt gebruikt, wordt vuiler en schaarser tijdens langdurige periodes van droogte. Ook neemt het drinkwaterverbruik toe. De vraag is of de huidige inrichting van de drinkwatervoorziening voorbereid is op langere periodes van droogte. Henk van der Linden, beleidsmedewerker bij drinkwaterbedrijf PWN, maakt zich hier zorgen over: "Er is nog weinig aandacht voor deze gevolgen." Hij pleit voor verregaande samenwerking tussen drinkwaterbedrijven, beheerders van de openbare ruimte, eigenaren van gebouwen en overige netwerkbeheerders. "Dat is een voorwaarde om problemen te voorkomen."

Ieder besluit heeft gevolgen

Klimaatadaptatiedialogen zijn een goede manier om zo'n samenwerking te versnellen.

Deze vorm van overleg is voortgekomen uit de Nationale klimaatadaptatie strategie (NAS), die in december 2016 is aangeboden aan de Tweede Kamer. Deskundigen uit een breed veld zoeken samen naar oplossingen voor klimaat-gerelateerde vraagstukken. Van der Linden juicht deze vorm toe, maar het moet volgens hem niet blijven bij praten alleen. "We zullen onze visie voor de gehele ondergrondse infrastructuur moeten vernieuwen, vanwege het besef dat ieder besluit gevolgen kan hebben." Hij doelt onder meer op de samenloop van klimaatadaptatie met de energietransitie, waarin heel Nederland afstevent op een toekomst zonder gas. "Als het alternatief bestaat uit omvangrijke warmtenetten die in bestaande bebouwde omgeving ingepast gaan worden, kan dat leiden tot hogere temperaturen in de leidingen. Als drinkwater warmer wordt dan 25 graden Celsius, kunnen gezondheidsproblemen ontstaan. Daarvan moet iedereen zich bewust worden."

www.nkwk.nl/kbs/krant/vitalenetwerken

"Als drinkwater warmer wordt dan 25 graden Celsius, kunnen gezondheidsproblemen ontstaan"

Meer druk op drinkwatervoorziening

Extreme droogte kan leiden tot het sluiten van een drinkwaterbron. Op oppervlaktewater worden stoffen geloosd, waaronder soms giftige stoffen. Als bij extreme droogte de concentratie geloosde stoffen te hoog wordt, kan worden besloten de locatie als drinkwaterbron te sluiten. Om waterverspilling tijdens droogte tegen te gaan, kan de overheid een sproeiverbod instellen. In juni 2016 gebeurde dit in heel Vlaanderen. Bewoners mochten de tuin niet meer sproeien, geen zwembaden vullen of de auto wassen.

Kwetsbare veendijken op tijd inspecteren

Veendijken zijn kwetsbaar in droge tijden. Problemen zijn te voorkomen, onder meer door preventief te besproeien of een kleilaag aan te brengen. De aanpak is maatwerk.

In de nacht van 26 augustus 2003 verschoof de veendijk bij Wilnis over een lengte van 60 meter in de richting van de achterliggende woonwijk. Een enorme hoeveelheid water stroomde vanuit de ringvaart door de straten. Gas-, water- en elektriciteitsleidingen braken en 1500 bewoners moesten hun huizen uit. De oorzaak van de verschuiving was de extreme droogte in de weken ervoor. Sinds half juni was er nauwelijks regen gevallen en door de hoge temperaturen (17

tropische dagen in augustus) was het neerslagtekort opgelopen tot 300 millimeter. Het was voor het eerst dat een veendijk verschoof door droogte. Enkele dagen later volgde een veendijk bij Terbregge (Rotterdam).

Meteen na de doorbraak bij Wilnis inspecteerden waterbeheerders de andere veendijken. Ze vonden vijftig zwakke plekken. De Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (STOWA) deed uitvoerig onderzoek naar de invloed van droogte en kwam in 2004 en 2005 met een aantal lijvige rapporten. Adviseur bij Rijkswaterstaat Henk van Hemert was destijds een van de onderzoekers: "Langdurige droogte veroorzaakt

scheuren in de dijken en leidt bovendien tot verlies van gewicht. Een droge veendijk gaat bijna drijven op het grondwater en kan gaan schuiven." Een van de oplossingen is voorkomen dat de dijk uitdroogt, door preventief te besproeien. Ook het aanbrengen van een laag klei van tenminste een halve meter kan helpen, hoewel die als nadeel heeft dat de veendijk inklinkt door het gewicht.

Het inspecteren van veendijken is sinds 2003 geprofessionaliseerd. Waterschappen maken gebruik van geografische informatiesystemen (GIS) en er zijn experimenten met het inzetten van drones. "Het probleem van droge veendijken is complex en vraagt om maatwerk. Er is veel behoefte aan kennis", zegt Van Hemert. Om die reden namen STOWA en Rijkswaterstaat in 2004 het initiatief voor de landelijke Kennisdag Inspectie Waterkeringen. Tijdens dit jaarlijkse evenement delen waterbeheerders hun kennis en verhalen en laten innovatieve bedrijven hun producten zien.

www.nkwk.nl/kbs/krant/veendijken

Waterschap niet aansprakelijk

De totale schade van de dijkverschuiving bij Wilnis bedroeg zestien miljoen euro. De gemeente Ronde Venen, waar Wilnis onder valt, vond dat de beheerder – het hoogheemraadschap Amstel, Gooi en Vecht – die schade moest betalen. Eerst leek de gemeente gelijk te krijgen, maar de Hoge Raad verwees de zaak terug naar het gerechtshof in Den Haag. In 2014 oordeelde het hof dat het hoogheemraadschap in 2003 niet op de hoogte kon zijn van het risico van langdurige droogte.

Waar liggen veendijken?

In Nederland ligt ongeveer 3500 kilometer veendijk. De meeste veendijken liggen in de van oudsher zompige gebieden van Nederland, grofweg tussen Amsterdam, Alkmaar, Utrecht en Gouda. Ook in Friesland zijn veendijken te vinden. Ze ontstonden door de winning van veen en zijn vaak eeuwenoud. De meeste veendijken liggen in landelijk gebied. Een van de grootste stedelijke gebieden met veendijken is de Amsterdamse wijk Watergraafsmeer.



Gescheurde veendijk met sproei-installatie. Preventief besproeien voorkomt het verdrogen van veendijken. Dit gebeurde in 2011 onder meer in Maasland (Zuid-Holland).
Foto: Henri CormontinZicht

Klimaatadaptatie in Alkmaarse wijk de Hoef

Het riool en de bestrating in de Alkmaarse wijk de Hoef waren toe aan vervanging. Dat moment greep Alkmaar aan om integraal klimaatadaptatiemaatregelen te nemen. Waar het kon werd bestrating vervangen door groen. De Hoef is nu goed bestand tegen de gevolgen van wateroverlast, hittestress en droogte.

In de jaren zeventig bouwde de gemeente Alkmaar de wijk de Hoef als uitbreiding van de stad. Een periode waarin veel bestrating werd aangebracht. Vijf jaar geleden startte de gemeente met een renovatie, omdat op sommige plekken het riool moest worden vervangen. "Dit gaf een goede mogelijkheid om te kijken naar andere aspecten van de wijk, zoals de status van de bomen", vertelt Otto van der Wal, projectleider integrale projecten bij Stadswerk 072. "De betere kwaliteit van het groen is meteen zichtbaar. Een aantal boomsoorten ging voorheen erg vroeg in winterrust, al tegen het einde van de zomer. Nu gebeurt dat later, omdat er voldoende water beschikbaar is."

Wadi's voor meer infiltratie

Meer groen in de stad zorgt voor een betere leefbaarheid, meer infiltratie van water in de bodem en voorkomt hittestress. Een betere infiltratie in de bodem voorkomt zowel wateroverlast als droogte, doordat minder water wordt afgevoerd via het riool. Daarnaast bedwingt infiltratie zoutkwel en verzilting. Van belang in Alkmaar, waar zoutwaterkwel de buitenranden van de stad nadert. In de Hoef zijn daarom verschillende wadi's – infiltratiegreppels – aangebracht: simpele wadi's van gras, speelwadi's in de buurt van een school en wadi's met inheemse vaste planten. De inheemse planten hebben diepere wortels voor een betere infiltratie en kunnen over het algemeen goed tegen zowel wateroverlast als tegen droogte.

Een steen eruit en groen erin

Van der Wal: "Overall in de wijk werd gekeken of de aanwezige bestrating wel noodzakelijk was." Het trottoir was bijvoorbeeld in sommige straten drie meter breed en is nu versmald naar

anderhalve meter.

Daarmee werd een plantvak van anderhalve meter breed gecreëerd. Op sommige plekken is noodzakelijke verharding vervangen door grastegels. Op de plekken waar het niet mogelijk was om het trottoir te versmallen, is onder andere waterdoorlatende bestrating aangelegd. In de wijk zijn geen straat- en trottoirkolken meer aanwezig: al het water infiltreert zoveel mogelijk in de bodem. In overleg met bewoners is gekeken naar aanvullende maatregelen om bijvoorbeeld regenpijpen af te koppelen van het riool en het regenwater bovengronds af te voeren, of op te vangen in een regenton of groenstrook.

www.nkww.nl/kbs/krant/dehoef

Wadi's met inheemse planten zorgen voor een betere infiltratie

Gezond bodemleven zorgt voor een goede bodem

De structuur en de samenstelling van een bodem zijn van groot belang voor het infiltreren en vasthouden van water. Ook het bodemleven speelt een cruciale rol, doordat het de bodem losmaakt, humus toevoegt en verontreinigingen verwijdert. Het actief stimuleren van het bodemleven is een goede maatregel tegen droogte.

Dat staat in het onderzoeksrapport 'Goede grond voor een duurzaam watersysteem' dat in 2015 is uitgebracht door de stichting Onderzoek Waterbeheer (STOWA). De structuur van een optimale bodem moet losjes zijn, met poriën tussen de korrels waarin water makkelijk kan infiltreren. De samenstelling van voedingsstoffen en mineralen – en de hoeveelheid – bepalen de bodemkwaliteit en bij voldoende organische stoffen kunnen planten groeien. Wortels van planten en graafgangen van bodemleven zorgen er ook voor dat water makkelijk in de bodem kan wegzakken. Goede gravers zijn pendelaars: regenwormen die verticale tunnels in de bodem maken tot wel een meter diep.

Humus werkt als een spons

Humus is organisch materiaal; het levert veel voedingsstoffen aan de bodem. Daarnaast

houdt het ook goed water vast en werkt het als een spons. Uit onderzoek in de landbouw blijkt dat grond met weinig humus eerder last heeft van verdroging. Een goede bodem bevat voldoende water bij droogte en kan tevens een teveel aan water afvoeren. Daarom is een goede balans nodig tussen de hoeveelheid humus en bodemdeeltjes. Ter indicatie: voor de landbouw wordt gestreefd naar vier tot acht procent organische stof. Onder invloed van zuurstof verdwijnt humus uit de bodem en daarom moet het continue worden aangevuld. Ook daarin spelen wormen en ander bodemleven een belangrijke rol. Ze brengen organisch materiaal, zoals bladeren en compost, in de bodem en verteren het daar tot humus.

Meer aandacht voor bodemkwaliteit

"In stedelijk gebied zou veel meer aandacht moeten zijn voor de bijdrage die de bodem en het bodemleven leveren aan meer en gezonder

"In stedelijk gebied moeten gemeenten en waterschappen meer aandacht besteden aan de kwaliteit van de bodem"

groen en het verwijderen van verontreinigingen", zegt Bjartur Swart van Earth Care Solutions. Bacterieculturen in de bodem kunnen allerlei verontreinigingen, zoals olie, opruimen door ze om te zetten naar koolstofdioxide en water. "Nu wordt er een verschralingsbeheer gevoerd door groen te planten dat weinig afval oplevert", zegt Swart.

"De bodem heeft dat soort afval juist nodig." Daarnaast kunnen gemeenten en waterschappen de bodem verbeteren aan de hand van een aantal vuistregels: zorg voor minder verharding, meer beplanting, laat organisch materiaal zo veel mogelijk liggen en voorkom bodemverdichting. Verder pleit Swart voor onderzoek naar stedelijke bodems: "Want op dit moment is er nog maar over weinig bekend, terwijl juist de bodem enorm kan bijdragen aan een schone en klimaatbestendige stad".

www.nkww.nl/kbs/krant/bodembeheer

Onbeheersbare natuurbranden zijn te voorkomen

Het aantal natuurbranden in Nederland neemt toe, vooral in het voorjaar. Met soms kleine maatregelen is te voorkomen dat zo'n brand onbeheersbaar wordt. Ook het natuurbrandverspreidingsmodel (NVBM) is een goed hulpmiddel. In 2018 wordt dit model gevoed met satellietgegevens; dat is uniek in Europa.

Sinds 2009 woedden in Nederland diverse natuurbranden: in de Noord-Hollandse duinen bij Bergen en Schoorl, op de Strabrechtse heide in Noord-Brabant, op diverse plaatsen in Drenthe en op de Hoge Veluwe. Bij dergelijke branden spelen perioden van droogte een grote rol, zeker als die worden afgewisseld met hevige neerslag, zegt Ester Willemsen, projectleider bij het Instituut Fysieke Veiligheid (IFV)/Brandweer Nederland. "De vegetatie krijgt in perioden van neerslag de kans om goed te groeien en dan is meer brandbaar materiaal aanwezig." In vergelijking met het buitenland gaat het om relatief kleine branden, maar de risico's zijn evengoed heel groot. Dat heeft alles te maken met de hoge bevolkingsdichtheid en het intensieve gebruik van ons land. "Hoe meer we weten over de gebieden waar natuurbranden kunnen ontstaan, hoe meer we kunnen doen aan preventie."

De gemeente Ede rooide een rij brandgevoelige naaldbomen bij een zorginstelling

Kennis verzamelen

Het IFV werkt in tien deelprojecten aan het beheersen van natuurbranden. Een daarvan is een project waarbij satellietdata worden gebruikt voor het maken van vegetatiekaarten voor alle Nederlandse natuurgebieden. De informatie is van groot belang bij de bestrijding van natuurbranden; het ene plantje is namelijk brandbaarder dan het andere. Het project komt tot stand in samenwerking met Brandweer Nederland, ruimtevaartorganisatie NSO en de ministeries van Economische Zaken en Veiligheid en Justitie. De vegetatiekaarten worden onderdeel van het natuurbrandverspreidingsmodel, dat inzichtelijk maakt hoe lang het duurt voor een brand zich naar verwachting uitbreidt, en in welke richting dat zal zijn. In het voorjaar van 2018 zullen gedetailleerde vegetatiekaarten beschikbaar zijn voor alle veiligheidsregio's.

Satellieten en drones brengen droogte in kaart

Remote-sensingtechnieken worden steeds vaker gebruikt om de effecten van het weer in beeld te brengen. Satellieten of drones verzamelen vanaf grote hoogte gedetailleerde informatie over het aardoppervlak. Deze gegevens zijn dagelijks beschikbaar, tegen relatief lage kosten. Hierdoor is het mogelijk om de werkelijke verdamping, de hoeveelheid bodemvocht en de gewasgroei nauwkeurig in beeld te brengen. Hetzelfde geldt voor droogte en wateroverlast.

Voor beleids- en plannenmakers is remote-sensinginformatie vaak van grote waarde, bijvoorbeeld bij het analyseren van het urban heat island effect. De gedetailleerde kennis is van belang om steden klimaatbestendig te kunnen inrichten. De stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (STOWA) onderzoekt de praktische mogelijkheden, haalbaarheid en betaalbaarheid van remote-sensingtechnieken in het waterbeheer. STOWA ondersteunt daarmee SAT-WATER, een consortium van waterschappen, dat remote sensing in het regionale waterbeheer stimuleert.

Kleine maatregelen, groot effect

Bij het voorkomen van onbeheersbare natuurbranden is samenwerking tussen bestrijders en beheerders van cruciaal belang. "Beheerders kennen het gebied als geen ander", zegt Willemsen, "ze leveren onmisbare informatie." Omgekeerd geldt hetzelfde: de brandweer weet precies hoe een brand vertraagd kan worden, zodat er genoeg tijd is om te blussen. Dat kan soms met kleine ingrepen, zoals het omzagen van een paar bomen of het verbreden van een ruitpad. Ook in de buurt van bebouwd gebied leveren kleine maatregelen vaak al groot effect op. Na een project van de brandweer en diverse betrokken partijen, rooide de gemeente Ede een rij brandgevoelige naaldbomen rondom een zorginstelling. Hierdoor ontstond meer ruimte voor bosbessenstruiken. Willemsen: "Door hun bijzondere samenstelling werken deze struiken brandvertragend. Dat is van groot belang bij een gebouw waar zoveel kwetsbare, niet-mobiele mensen wonen."

www.nkww.nl/kbs/krant/natuurbranden

Klimaatbestendige stad is een van de onderzoekslijnen van het Nationaal Kennis- en Innovatieprogramma Water en Klimaat (NKWK). De nadruk ligt op het ontsluiten en verspreiden van kennis en het bevorderen van kennisontwikkeling. Een belangrijk onderdeel van Klimaatbestendige stad vormt de projectentournee. Dit is een rondgang langs gerealiseerde projecten; om te leren, kennis over te dragen en nieuwe kennisvragen op te halen.

De onderzoekslijn wil bereiken dat alle betrokken partijen in de stad weten wat klimaatbestendigheid betekent voor hun sector, en dat ze de benodigde kennis en informatie hierover kunnen vinden en toepassen.

Colofon

Droge Kost is een uitgave van NKWK-onderzoekslijn Klimaatbestendige Stad.

Oktober 2017

De digitale versie van Droge Kost staat op www.nkww.nl/kbs/krant

Eindredactie: Projectteam NKWK-KBS

Kees Broks, STOWA

Han Frankfort, ministerie van Infrastructuur en Milieu, Deltaprogramma Ruimtelijke Adaptatie

Kim van Nieuwaal, Climate Adaptation Services

Productiebegeleiding

Berend van Zeggeren, Synergos Communicatie

Teksten

Malou ten Have, Synergos Communicatie
Ria de Wit, Zegge & Schrijve

Vormgeving, illustraties en online versie

Sybre Vlasblom en Pieter Kuiper, A10plus

Foto voorkant, drooggevallen Waalhaven in Nijmegen Tineke Dijkstra

Druk

Onlineprinters

Aan deze krant werkten mee

Jappe Beekman, Dju Bijstra, Jelle Buma, Hasse Goosen, Henk van Hemert, Henk van der Linden, Herman van Rooijen, Bjartur Swart, Frans van de Ven, Otto van der Wal, Harold van Waveren, Ben Wichers Schreur, Ester Willemsen.

Droge Kost is mede mogelijk gemaakt door



Deltaprogramma | Ruimtelijke Adaptatie

stowa

NKWK Nationaal Kennis- en innovatieprogramma Water en Klimaat