

In 2021 is in het NKWK programma Klimaatbestendige Stad een inventariserend onderzoek uitgevoerd naar door droogte veroorzaakte schade aan groen in de openbare stedelijke ruimte, en naar mogelijkheden om die schade te voorkomen. Prominente bevindingen en conclusies zijn in dit 'Green Paper' samengevat. De onderbouwing hiervan, en veel meer bruikbare informatie, is te vinden in de achtergrondrapportage 'Droogte en stedelijk groen', die beschikbaar is via de NKWK KBS pagina van het Kennisportaal Klimaatadaptatie.

## Wat is het probleem en wie moet hiermee aan de slag?

### Extreme droogte bedreigt de waarde die groen levert voor stedelijk gebied

Groen in de stad verbetert het milieu, zorgt voor een rijke biodiversiteit, vermindert luchtvervuiling, dempt geluidshinder, draagt bij aan regenwaterbeheer en verkoelt. Daarnaast is een aangetoond positief effect op de gezondheid en sociale verbindingen van mensen die in een groene omgeving wonen, werken en recreëren. Tegelijkertijd is in stedelijke gebieden groene ruimte een schaars goed en is soms bezuinigd op aanleg en onderhoud. Maar dat tij lijkt te keren. Mede door de positieve bijdrage die groen levert aan een klimaatbestendiger en duurzame leefomgeving heeft vergroening de aandacht.

Met die hogere waardering komt ook verhoogde aandacht voor bedreigingen van groen. Eén bedreiging is extreme droogte. De meerjarige droogte van 2018 t/m 2020 maakte duidelijker welke negatieve effecten langdurige droogte kan veroorzaken. Vooral in landbouw- en natuurgebieden, maar ook in stedelijk gebied. In een stad spelen



## Inhoud

Wat is het probleem en wie moet hiermee aan de slag?	1
Aandachtspunten rond vochtvoorziening	2
Aandachtspunten rond groeiplaats	3
Aandachtspunten rond soortkeuze	4
Handelingsperspectieven	4
Waterbalans: hoeveel water is er tekort en kunnen de maatregelen dit tekort invullen?	6
Financiële balans: wat weten we nu over de schade en hoe kunnen we ramingen verbeteren?	10

daarbij specifieke factoren een rol die alles te maken hebben met hoe steden zijn gebouwd en ingericht, en met de soorten groen die bij de inrichting zijn gekozen.

### In 2050 twee keer zoveel kans op een 2018- droogte. Houd daarmee nu al rekening

De herhalingstijd waarmee een droogte als in 2018 optreedt in 2050, uitgaande van het droge KNMI'14 WH scenario, is 1/15 jaar. Nu is dat nog 1/30 jaar. De kans op extreme droogte is over 28 jaar dus al twee keer zo groot geworden. Gezien de levensverwachting van bomen en de levenstermijn van de inrichting van de openbare ruimte, moet met deze toekomstige omstandigheden nu al rekening worden gehouden.

Wanneer uit de situatie in 2018 een indicatieve norm wordt afgeleid, zou groen dat nu wordt gerealiseerd (liefst zonder hulp in de vorm van irrigatie) bestand moeten zijn tegen perioden zonder neerslag die langer duren dan 8 weken en waarin een neerslagtekort van circa 350mm optreedt. Dat is vooral voor de hogere delen van Nederland, waar het groen hoofdzakelijk afhankelijk is van regenwater, een enorme opgave. Geheel bestand zijn tegen dergelijke omstandigheden lijkt niet haalbaar. Bestendiger worden is dat wel. Daarmee zal het groen ook beter gedijen onder de veranderde gemiddelde omstandigheden rond 2050.

### De sleutels tot droogtebestendiger groen liggen bij drie disciplines. Die móeten samenwerken om een optimaal resultaat te kunnen behalen

Er zijn op hoofdlijnen drie sleutelfactoren die op elkaar moeten worden afgestemd om droogtebestendiger stedelijk groen te realiseren. Die factoren zijn:



Het vinden van een gebiedsgericht optimum tussen soortkeuze, inrichting van de groeiplaats en de wijze waarmee het vochtgehalte van de bodem kan worden beheerst, is essentieel om stedelijk groen droogtebestendiger te maken. Dit is alleen te bereiken wanneer de drie disciplines die aan deze knoppen draaien, samenwerken. Het gaat dan respectievelijk over groenbeheerders, stedenbouwkundigen en waterbeheerders.



### Samenwerking vereist verdieping in ieders opgaven en mogelijkheden. Om dit te faciliteren heeft het project gefocust op punten waar de disciplines elkaar raken en beïnvloeden

Het kennisniveau over wat groen biedt en nodig heeft, ligt bij waterbeheerders lager. Het project 'Droogte en stedelijk groen' heeft zich daarom voornamelijk gericht op het beschrijven aspecten die zij moeten kennen om een verbinding te kunnen maken met groenbeheerders en stedenbouwkundigen.

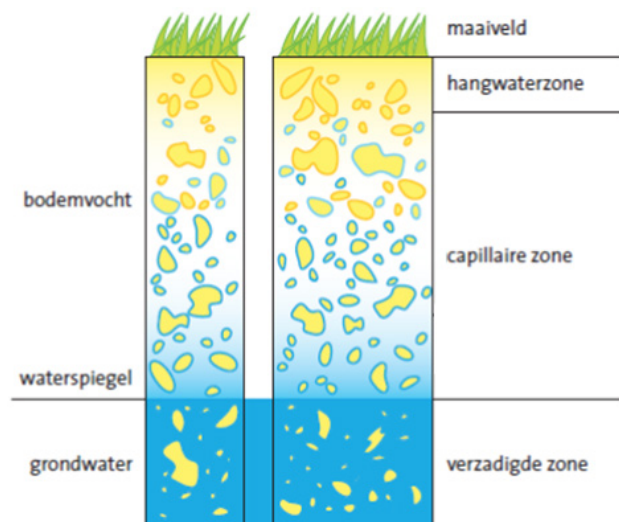
Tegelijkertijd is het voor deze twee disciplines

noodzakelijk om kennis te nemen van de water-balanseer-opgave die bij waterbeheerders ligt. In het project is deze opgave centraal gesteld, door de te behalen lat voor de drie disciplines hoog te leggen, en na te gaan of en hoe droogtebestendiger groen kan worden gerealiseerd zonder het creëren van een extra externe watervraag door stedelijk, openbaar groen. Dit heeft een serie aandachtspunten opgeleverd. Stukjes fundamentele basiskennis die interdisciplinair werken faciliteren.

## Aandachtspunten rond vochtvoorziening

### Voor stedelijk groen betekent droogte een tekort aan bodemvocht. Let daarom vooral op wat er gebeurt in de onverzadigde zone

Groen haalt haar water voornamelijk uit de onverzadigde zone van de bodem. Het water in die zone bestaat uit geïnfiltreerd regenwater dat in de bovengrond is achtergebleven ('hangwater') en uit grondwater dat via capillaire opstijging de wortels bereikt. Wortels putten water volledig uit de hangwaterzone en capillaire zone, en niet rechtstreeks uit het grondwater (uitzonderingen voor specifieke soorten daargelaten).



Groen functioneert optimaal wanneer er zoveel vocht in de bodem voorradig is dat het onbepaald kan verdampen. Bij een vochttekort en bij hoge temperaturen sluiten de bladeren als noodmaatregel hun huidmondjes om de verdamping te remmen. Maar die verdamping kan niet zonder consequenties worden gestopt. Wanneer het vochttekort te lang duurt, vermindert de celspanning in de bladeren en verwelken deze. Bij langdurige droogte veroorzaakt dit blijvende schade en sterfte.

### Met name neerslag levert bruikbaar bodemvocht. Grondwater niet altijd en niet overal

De afhankelijkheid van de voornaamste waterbronnen, regen- en grondwater, varieert. Er zijn grofweg drie situaties:

1. Deels regenwaterafhankelijk: gebieden waar gedurende lange tijd de wortels gevoed worden door capillair vocht uit het grondwater, maar waar in droge perioden het grondwater dieper kan wegzakken en dan geen vocht meer kan leveren aan de wortels.
2. Volledig regenwaterafhankelijk: grondwater is nooit bereikbaar voor de wortels. Beplanting is afhankelijk van de hoeveelheid beschikbaar hangwater en aanvulling daarvan door neerslag. In langdurige droge periodes wordt de voorraad hangwater geheel opgebruikt.
3. Niet regenwaterafhankelijk: grondwater is altijd op geringe diepte beschikbaar, ook in droge tijden.

Voor stedelijk groen in hoog Nederland (de zandgronden in Brabant, Utrecht, Gelderland, Overijssel en Drenthe) geldt hoofdzakelijk situatie 2. In laag Nederland situatie 1. Maar

alleen bomen en diepwortelende struiken kunnen daar van het grondwater profiteren. Gras en kruiden zijn nagenoeg altijd afhankelijk van het hangwater. Alleen in gebieden waar de grondwaterstand jaarrond erg hoog staat (circa <30cm beneden maaiveld), zoals in het Groene Hart en delen van Friesland, voedt het grondwater ook het gras en de kruiden, en geldt voor al het groen situatie 3. Bij zulke natte omstandigheden horen overigens specifieke boomsoorten. Voor de meeste bomen is een grondwaterstand van circa 1 meter beneden maaiveld, optimaal.

Vooraf groen in situatie 1 is kwetsbaar in een extreem droog jaar. Dit groen krijgt dan te maken met een snelle en grote beperking in vochtbeschikbaarheid wanneer de grondwaterspiegel tot onder een kritisch niveau zakt. Dieper dan 2 meter onder maaiveld is zeker kritisch.

## Aandachtspunten rond groeiplaats

### Wees je bewust van effecten van het onnatuurlijke bodemprofiel in steden

Gebouwen, tuinen en een groot deel van de openbare ruimte zijn gerealiseerd op een aangebrachte, zandige funderingslaag. Op plaatsen waar tuinen en openbaar groen zijn voorzien wordt veelal een 30-50cm dikke leeflaag aangebracht. Dit kunstmatige bodemprofiel, met een scherpe overgang van zand naar een humusrijkere laag, heeft consequenties voor de vochtvoorziening. De capillaire opstijging in zand is kleiner, waardoor het moeilijker is om hoog genoeg te komen om de wortels te bereiken (boomwortels reiken meestal niet dieper dan 1 tot 1,5 meter). Het groen is in zo'n kunstmatig profiel dus in grotere mate afhankelijk van het hangwater, de neerslag die achterblijft in de daarvoor bedoelde leeflaag.



### De ondergrondse inrichting is minstens zo belangrijk als de bovengrondse. Plan 3D

Steden hebben de afgelopen ruim 100 jaar grote ontwikkelingen doorgemaakt. Elke periode kent haar eigen wijkontwikkeling met kenmerkende eigenschappen als woningtype, straatopbouw, watersysteem en hoeveelheid en soort groen. De kennis over de groeiplaats van stedelijk groen is de afgelopen 50 jaar ook verder ontwikkeld.



Waar een goede groeiplaats aan moet voldoen en met welke omvang deze optimaal is, is gekoppeld aan de initiële ruimtelijke inrichting en hoe die door de tijd wijzigt. Bij de aanplant van nieuwe bomen dient voldoende wortelruimte te worden gecreëerd met gebruik van bomenzand, granulaat en sandwichprofielen waarin teelaarde voor bomen is verwerkt. Een goede groeiplaats heeft voldoende organische stof voor de ontwikkeling van de bomen, waterbufferend en drainerend vermogen en een draagkracht die past bij de functie. Elk jaar heeft een groeiende boom tussen de 0,5 en 1m<sup>3</sup> extra doorwortelbare ruimte nodig. Daarnaast dienen voldoende infiltratiemogelijkheden nabij het groen te zijn om hemelwater de groeiplaats te laten bereiken.

### Voorkom additionele negatieve effecten door verstoring

Groen in de stad groeit meestal in moeilijkere omstandigheden dan in het omliggende landelijke gebied. De groeiomstandigheden zijn slechter door bijvoorbeeld grondverdichting door verkeer en (bouw)werkzaamheden, verzilting door strooizout en regelmatig openen van de bodem voor werkzaamheden, waarbij wortels worden verstoord en vernietigd. Al deze omstandigheden hebben tot gevolg dat groen in de stad sowieso stress ondervindt, wat de groei en overlevingskansen van groen niet ten goede komt. Additionele droogtestress komt daardoor bij stedelijk groen extra hard aan.

## Aandachtspunten rond soortkeuze

### Droogte pakt anders uit voor grassen en kruiden, struiken en bomen

Stedelijk groen bestaat uit veel verschillende soorten en maten groene elementen, die vaak worden beschreven als verschillende beheercategorieën of groentypen. Het groen van deze beheercategorieën ondervindt op verschillende manieren de effecten van de wijzigende klimaatomstandigheden. De drie belangrijkste beheercategorieën zijn de gras- en kruidlaag, de struiken en de bomen. Tijdens langdurige droogte is verdorring van gras en kruiden meestal niet te voorkomen, maar deze groentypen herstellen zich ook weer gemakkelijk. Voor struiken en vooral bomen ligt dit anders. De impact van sterfte van stadsbomen is groot. Bomen staan daarom bovenaan de zorgenlijst.

### Soorten moeten bestand zijn tegen drogere, maar ook nattere condities

Het klimaat wordt ook natter. Het daarom beter om in meer algemeenheid naar 'klimaatbestendiger groen' te streven. Oftewel groen dat tegen langduriger droogte én tegen langere natte periodes bestand is. Groen kan op sommige plekken zelfs onder water komen te staan. Soms is dit een gevolg van klimaatadaptatie maatregelen om wateroverlast te voorkomen. De omstandigheden waaronder het groen moet gedijen worden dan nog dynamischer, en soortkeuze nog belangrijker.

### Wanneer is groen droogtebestendiger te noemen?

Groen is droogtebestendig genoeg als het een periode van droogte goed kan doorstaan, ook als deze periodes in het groeiseizoen of meerdere jaren achtereen herhaald voorkomen. Een tijdelijke groeivertraging is daarbij overkomelijk, mits de beplanting na de droogte de draad weer kan oppakken. Droogtebestendig groen blijft ook in droge periodes zijn ecosysteemdiensten leveren. Alleen in extreme droogteperiodes kunnen sommige ecosysteemdiensten tijdelijk wat achterblijven. Bestendiger groen, kenmerkt zich samengevat door:

- bestand tegen extremere hitte, vorst, droogte, nattigheid, verzilting en storm
- draagt bij aan buffering piekneerslag
- vermindert hittestress
- versterkt en verhoogt biodiversiteit
- heeft veerkracht bij ziektes en plagen
- levert bijdrage aan betere luchtkwaliteit
- verhoogt leefbaarheid en recreatieve waarde



Het voorgaande komt neer op het zoeken naar een voor een specifieke situatie optimale instelling van de drie sleutelfactoren: soort, groeiplaats en vochtvoorziening. Deze drie factoren bepalen in combinatie met elkaar of het groen wel of niet gedijt. Als één van deze variabelen niet (meer) aansluit op de anderen, vervalt de bestendigheid.

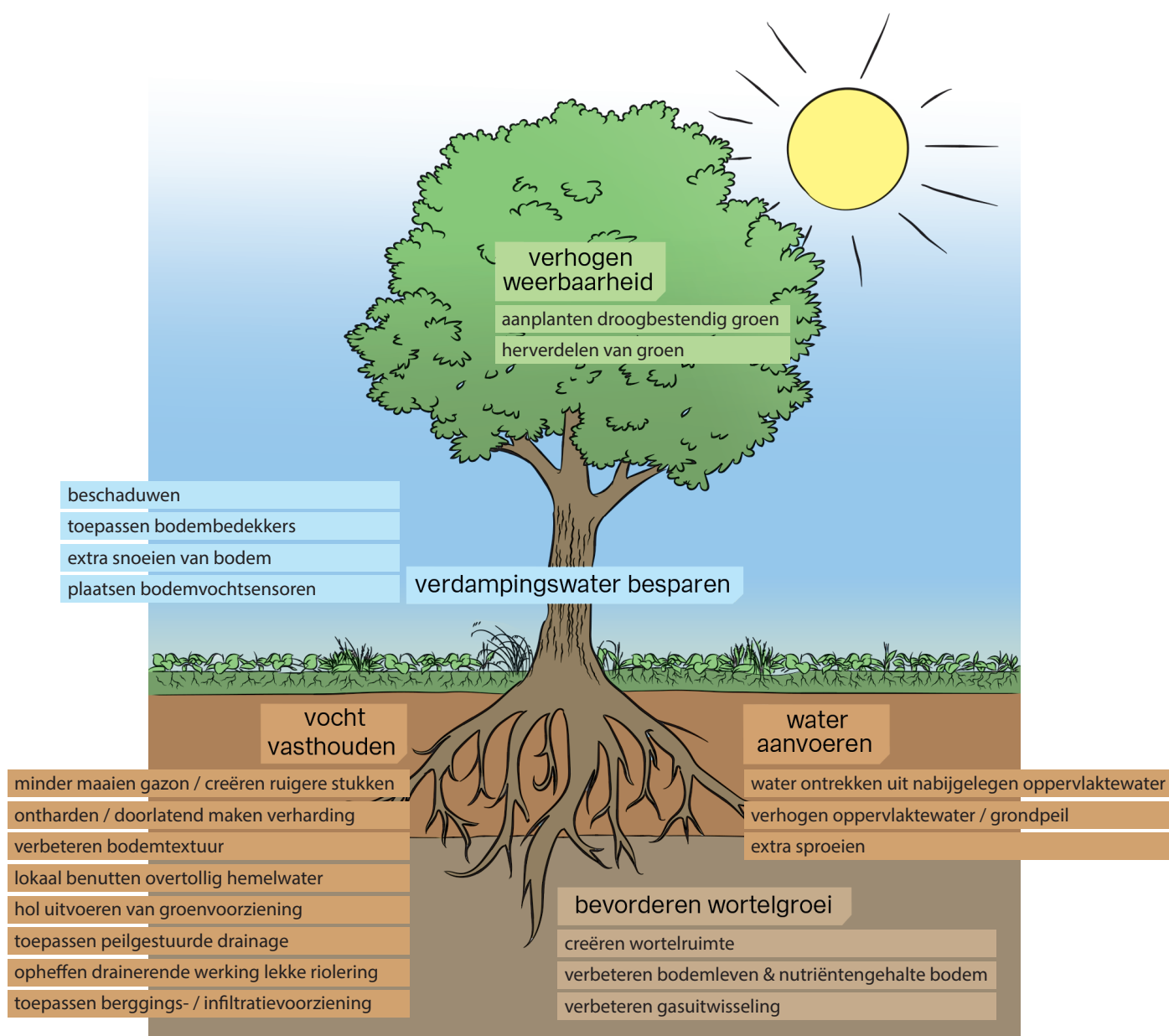
## Handelingsperspectieven

### Hoe vertalen de aandachtspunten zich naar concrete maatregelen?

De aandachtspunten helpen bij het vormen van handelingsperspectieven: inzet van concrete (combinaties van) maatregelen die groen droogtebestendiger maken. Het handelingsperspectief is voor nieuw groen anders dan voor bestaand groen. Bestaand groen kan droogtebestendiger worden door met name het onderhoud te optimaliseren en bij vervanging/reconstructies de omstandigheden te verbeteren. Bij nieuw groen kan al vroegtijdig rekening worden gehouden met langdurig droge periodes door de inrichting en soortkeuze te optimaliseren.

Navolgende figuur geeft een overzicht van typen maatregelen die zijn geordend naar de drie sleutelfactoren:

- Vochtvoorziening – besparen, vasthouden, aanvoeren (uit hernieuwbare bron)
- Groeiplaats - bevorderen wortelgroeiruimte
- Soort(keuze) - verhogen weerbaarheid.



### Niet elke maatregel werkt overal even goed. Wijkkenmerken zeggen iets over de haalbaarheid en het te verwachten succes

Op basis van stedenbouwkundige historie en daarbij behorende praktijken, zijn drie voor Nederlandse steden representatieve wijktypen geïdentificeerd die op specifieke groen-gerelateerde kenmerken van elkaar verschillen.

Deze kenmerken, die wederom zijn onder te verdelen naar de sleutelfactoren soort, groeiplaats en vochtvoorziening, vormen op hun beurt aangrijpingspunten voor maatregelen waarmee het groen droogtebestendiger kan worden gemaakt. Sommige maatregelen zijn in een wijk beter/slechter uitvoerbaar en daarom meer/minder succesvol. De verschillen in condities tussen hoog en laag Nederland zijn ook bepalend.

Navolgende tabel toont hoe de haalbaarheid varieert tussen de drie wijktypen. Voor oudere woonwijken zijn bijvoorbeeld minder maatregelen ‘zeer toepasbaar’ (de groene gezichtjes) in vergelijking met een vinexwijk. De haalbaarheid is toegekend op basis van de mix van landschap, wijk en groenkenmerken, en op basis van de ervaring in het projectconsortium.

- 😊 Zeer haalbaar handelingsperspectief / maatregel
- 😐 Gemiddeld haalbaar handelingsperspectief / maatregel
- 😞 Minder haalbaar handelingsperspectief maatregel

Haalbaarheid en verwacht succes van maatregelen, per wijktipe en landschapstype (laag-NL / hoog-NL)

Maatregel			Oudere woonwijk (laag-NL / hoog-NL)	Bloem Koolwijk (laag-NL / hoog-NL)	Vinex Wijk (laag-NL / hoog-NL)
<b>Optimaliseren vochtvoorziening</b>					
Beschaduwen	<b>Optie 1: Verdampings-water besparen</b>	<b>Bovengrondse maatregelen</b>	😞/😞	😊/😊	😊/😊
Toepassen bodembedekkers			😐/😐	😊/😊	😊/😊
Extra snoeien van bomen			😊/😊	😊/😊	😊/😊
Plaatsen bodemvochtsensoren			😞/😞	😊/😊	😊/😊
Minder maaien gazon/creëren ruigere stukken			😞/😞	😊/😊	😊/😊
Ontharden/doorlatend maken verharding			😊/😊	😊/😊	😞/😞
Verbeteren bodemtextuur	<b>Optie 2: Vocht vasthouden</b>	<b>Systeem-gerichte maatregelen</b>	😊/😊	😊/😊	😊/😊
Hol uitvoeren van groenvoorziening			😞/😞	😊/😊	😊/😊
Optimalisatie drainerende werking			😊/😊	😊/😊	😊/😊
Lokaal benutten overtollig hemelwater	<b>Optie 3: Water Aanvoeren vanuit duurzame bron</b>	<b>Systeem-gerichte maatregelen</b>	😊/😊	😊/😊	😊/😊
Water onttrekken uit nabijgelegen oppervlaktewater			😞/😞	😊/😊	😊/😊
Verhogen oppervlaktewater-/grondwaterpeil			😊/😊	😊/😊	😊/😊
Extra sproeien			😊/😊	😊/😊	😊/😊
<b>Optimaliseren groeiplaats</b>					
Creëren wortelruimte	<b>Bevorderen wortelgroei</b>	<b>Ondergrondse maatregelen</b>	😞/😞	😊/😊	😊/😊
Verbeteren bodemleven & nutriëntengehalte bodem			😊/😊	😊/😊	😊/😊
Verbeteren gasuitwisseling			😞/😞	😊/😊	😊/😊
<b>Optimaliseren soort(keuze)</b>					
Aanplanten droogtebestendig groen	<b>Verhogen weerbaarheid</b>		😊/😊	😊/😊	😞/😞
Herverdelen van groen			😞/😊	😞/😊	😞/😊



## Waterbalans: hoeveel water is er tekort en kunnen de maatregelen dit tekort invullen?

Dit project is geboren uit een behoefte aan meer kwantitatieve informatie over stedelijke watertekorten bij droogte. Daarom is in een separaat onderdeel met behulp van waterbalansberekeningen bepaald hoeveel water het stedelijk groen in de openbare ruimte mist tijdens droogte, en in welke mate de maatregelen dit tekort kunnen aanvullen.

## Ga óók samen rekenen

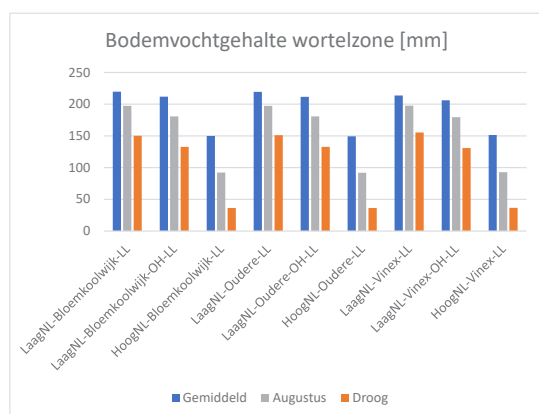
Met toenemende vergroening en inzet van groenblauwe maatregelen in het stedelijk waterbeheer, wordt het ook belangrijk dat door de drie disciplines gezamenlijk wordt gerekend aan de generieke effecten van veranderingen in de stedelijke inrichting. Dat gebeurt niet of zelden (goed genoeg) en daardoor liggen fouten a.g.v. gebrek aan afstemming op de loer. Ook in dit project bleek dat een door stedelijk waterbeheerders gebouwd model pas meerwaarde heeft als daar input van stedenbouwkundigen en groendeskundigen in is verwerkt.

## Vergelijk tussen wijktypen, in gemiddelde en (extreem) droge omstandigheden

Figuur 1 toont waterbalansuitkomsten voor de drie wijktypen in hoog en laag Nederland:

- Over een geheel klimatologisch gemiddeld jaar
- In een gemiddelde maand augustus, vaak de maand waarin de bodemdroogte piekt
- In de maand juli van het extreem droge jaar 2018, in deze maand piekte de bodemdroogte van 2018.

Zo laten de diagrammen zien hoe de omstandigheden verschillen in een gemiddelde maand augustus (grijs) t.o.v. de gemiddelde omstandigheden in een jaar (blauw), en hoeveel erger de piekdroogte was in 2018 (oranje) t.o.v. de piekdroogte in een gemiddelde augustusmaand (grijs). In deze samenvatting worden de uitkomsten geïllustreerd via de balanstern 'bodemvochtgehalte wortelzone' en het uit de balans resulterende 'aantal dagen met droogtestress' voor groen (dit zijn dagen waarop minder dan 10% van de potentiële verdamping kan plaatsvinden). Dit aantal dagen is hier een maat voor de impact op het groen.



## Meeste droogtestress dagen in hoog Nederland

Door de verschillen in ondergrond en watersysteem is de waterbeschikbaarheid in hoog Nederland geringer dan in laag Nederland. Dit komt tot uitdrukking in een aanzienlijk lager bodemvochtgehalte en meer dagen waarop het groen droogtestress ondervindt.

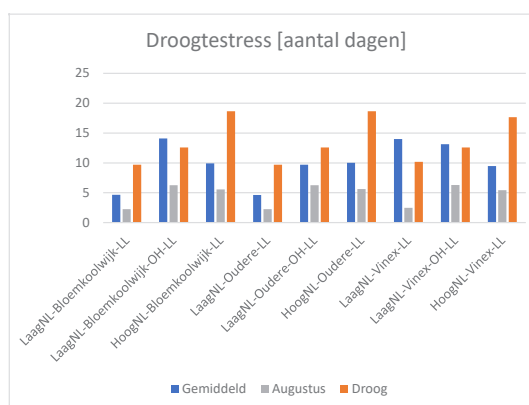
In juli 2018 waren in hoog Nederland in elke wijk meer droogtestress dagen dan het totaal aantal in een geheel gemiddeld jaar. In een gemiddeld jaar treedt circa de helft van de droogtestress dagen op in augustus. In juli 2018 was dit aantal overal het 2 tot 3-voudige van een gemiddelde augustusmaand.

## In laag Nederland veroorzaakt zandige ophooglaag toename van droogtestress

In laag Nederland, waar een leeflaag direct op klei ligt, is wat meer bodemvocht beschikbaar dan in de situatie waarbij eerst een ophooglaag is aangebracht op de klei. In een profiel met een zandige ophooglaag percoleert de neerslag snel door naar het grondwater en is er minder capillaire opstijging vanuit dit grondwater. Resultaat is een lager bodemvochtgehalte in de wortelzone en meer dagen met droogtestress.

## Maatregelen hebben beslist een positief effect. Maar ook maximale inzet van infiltratiemiddelen kan droogtestress in extreem droge jaren niet geheel voorkomen

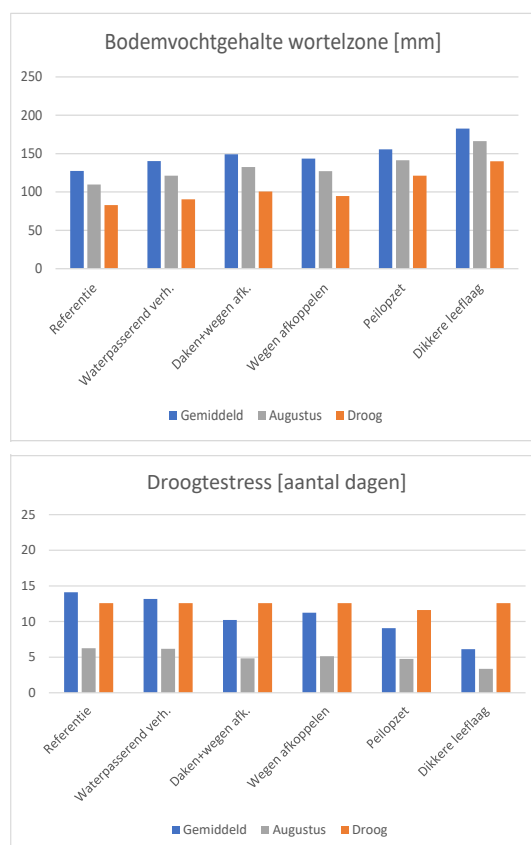
De doorgerekende maatregelen zijn: toepassen van waterpasserende verharding, afkoppelen van wegen naar groen, afkoppelen van wegen en daken naar groen, peilopzet van het



Figuur 1: Variabelen die waterbeschikbaarheid en -verbruik illustreren voor de wijktypen in hoog Nederland (HoogNL) met een leeflaag op de zandige ondergrond, en in laag Nederland (LaagNL) met een leeflaag op kleiige ondergrond (LL) en met een leeflaag op een zandige ophooglaag op klei (OH-LL).

oppervlaktewater (en daarmee het grondwater) en aanbrengen van een dikkere leeflaag (oftewel, bodemverbetering). De maatregelen zijn in de berekeningen gemaximaliseerd. Afkoppelen van het hemelwater riool betekent dus bijv. dat alles dat afgekoppeld kan worden ook is afgekoppeld. De resultaten worden getoond in Figuur 2 voor laag Nederland en in Figuur 3 voor hoog Nederland.

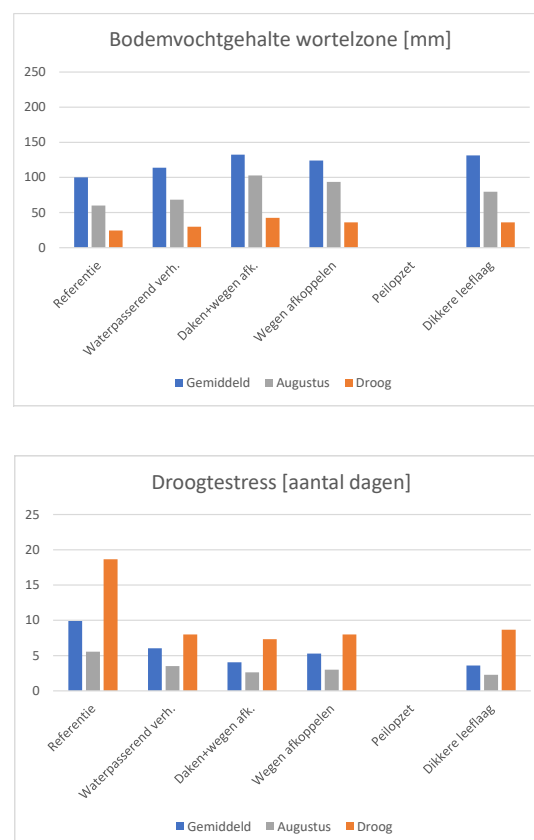
Belangrijk is te vermelden dat een maatregel ‘keuze droogtebestendiger soorten’ niet is doorgerekend. Wanneer de maatregelen het aantal dagen met droogtestress niet flink beperken, kan soortkeuze dus nog aanvullend profijt opleveren.



**Figuur 2: effect van maatregelen in een Bloemkoolwijk in laag Nederland waarbij een leeflaag is aangebracht op een zandige ophooglaag, die ligt op een kleiige ondergrond**

In laag Nederland heeft het groen in gemiddelde jaren profijt van de maatregelen. Ze zijn dus zeker nuttig. Maar bij extreme droogte vermindert hier het aantal dagen met droogtestress nauwelijks door inzet van maatregelen. Het extra gebufferde water is in een extreem droog jaar snel opgebruikt. Acceptatie of irrigatie zijn dan toch nodig. Peilopzet scoort iets beter dan andere maatregelen.

Hierbij stijgt de grondwaterspiegel en daarmee de capillaire nalevering, wat weer resulteert in een hoger bodemvochtgehalte. Maar voor deze maatregel is in tijden van schaarste extra wateraanvoer nodig, en dat moet zoveel mogelijk worden voorkomen.

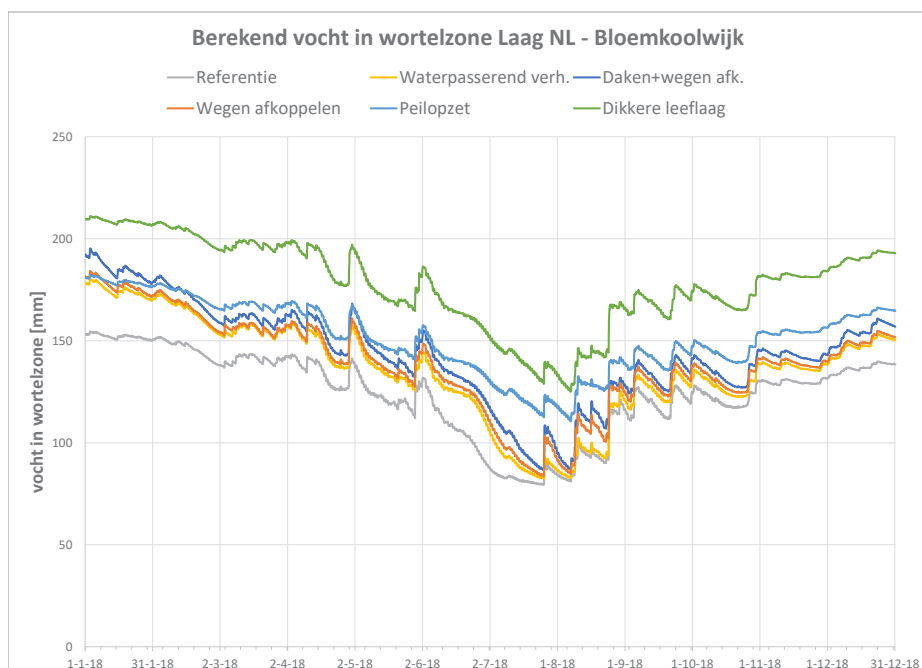


**Figuur 3: effect van maatregelen in hoog Nederland in de situatie waarbij een leeflaag is aangebracht op zand. In hoog Nederland is geen oppervlaktewater. Daardoor is de maatregel ‘peilopzet’ niet toepasbaar en is hiervoor geen staafdiagram voor weergegeven.**

In hoog Nederland zijn de maatregelen daarentegen altijd nuttig. Het aantal droogtestress dagen wordt hier in een extreem droog jaar met circa 50% gereduceerd. Vooral doordat de grondwaterstand via infiltratie van neerslag omhoog wordt gebracht. Door peilbeheer en drainage (om overlast te voorkomen) is dat grondwatereffect in laag Nederland minder prominent.

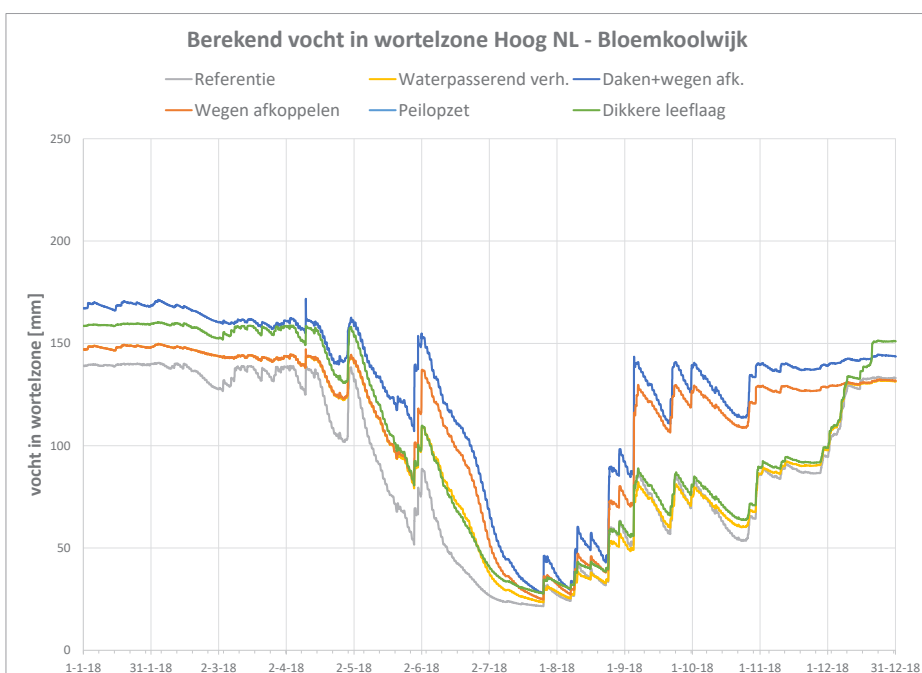
Maximaal infiltreren levert circa maand overbruggingstijd. Dat is niet genoeg in een extreem droog jaar. Een voorname vraag is: hoeveel droge dagen kunnen worden overbrugd met het extra geïnfiltreerde water? Figuur 4 en Figuur 5 laten dit zien aan de hand van het bodemvochtgehalte in de wortelzone, de toplaag van het bodemprofiel, gedurende 2018.





Figuur 4: verloop vochtgehalte in wortelzone bloemkoolwijk laag Nederland, in 2018, zonder (referentie) en met maatregelen.

In de grafiek van laag Nederland komt het positieve effect van verdikking van de leeflaag sterk naar voren. Het vochtgehalte ligt het hele jaar flink hoger. De lijn daaronder toont het effect van peilopzet. Extra infiltratie door het afkoppelen van daken en wegen levert ongeveer voor een maand extra vocht op. Maar dat wordt snel opgebruikt.



Figuur 5: verloop vochtgehalte in wortelzone bloemkoolwijk hoog Nederland, in 2018, zonder (referentie) en met maatregelen

In de grafiek van hoog Nederland is die snelheid duidelijker te zien. Gedurende juni wordt het extra vocht geheel gebruikt en vanaf half juli, op de piek van de droogte, is de situatie met maatregelen nagenoeg gelijk aan die zonder maatregelen. Dit is de periode met de meeste droogtestress dagen, die in 2018 dus niet konden worden voorkomen via inzet van maatregelen.

Nogmaals, dat betekent niet dat maatregelen niet nuttig zijn. Er is beslist een positief effect. Maar in extreem droge jaren is de situatie dermate extreem, dat ondanks de maatregelen toch nog schaderisico's bestaan.



### **Bodemverbetering is altijd een effectieve maatregel**

Door het verdikken van de leeflaag (bodemverbetering) wordt meer bodemvocht vastgehouden en is vanaf het begin van de droge periode meer vocht in de eveneens dikkere wortelzone beschikbaar. Dit is, uitgaande van de waterbalansuitkomsten, voor de vochtvoorziening van groen een effectieve maatregel die in ieder geval geen extra wateraanvoer kost.

### **Het beste van drie werelden beperkt de watervraag het meest**

Het meeste voordeel wordt verkregen door bodemverbetering (groeiplaats) en infiltratie (vochtvoorziening) te combineren. Droogtestress wordt daarmee niet vermeden, zeker niet in extreem droge jaren, maar wel zoveel mogelijk beperkt. Een daarop afgestemde soortkeuze brengt de klimaatbestendigheid nog verder dichterbij.

Tijdens extreem droge jaren is ondanks maatregelen een noodzaak voor irrigatie niet volledig te vermijden. Extra vergroening zal daardoor tot een extra watervraag leiden, maar met bovenstaande aspecten op het netvlies, is deze watervraag wel te verkleinen. Een vereiste is dan samenwerking tussen disciplines. Ga als waterbeheer bijvoorbeeld meepraten over de grondslag (bodempopbouw) in nieuwbouwproject, gezien het belang daarvan voor droogte/nat schade, en daarmee voor de water aan- en afvoer. En ga samen rekenen om verrassingen zoveel mogelijk te voorkomen.

## **Financiële balans: wat weten we nu over de schade en hoe kunnen we ramingen verbeteren?**

Het is zeker dat er schade optreedt, wat het nemen van maatregelen rechtvaardigt. Maar hoeveel kan aan maatregelen worden uitgegeven? Is dat te onderbouwen door een raming van de financiële schade? En hoe voer je zo'n raming uit?

### **Financiële droogteschade is nog niet betrouwbaar te ramen**

Droogteschade uit zich in verschillende vormen. Enerzijds is er de direct zichtbare schade (de zgn. extra inboet) en anderzijds is er indirecte schade (meer uitval in de jaren na een droge periode, minder groei en daardoor minder CO<sub>2</sub>-opslag en minder schaduw). Verder is er ook 'ongemerkt verlies', dat zich uit in geleidelijke aanpassingen van het groen door groenbeheerders, en kan het verlies van groen-baten als een schadepost worden beschouwd.

Over deze vormen van schade is zoveel mogelijk data verzameld en geanalyseerd. Daaruit bleek dat de data onvoldoende basis biedt om droogteschade betrouwbaar in te schatten. Het is niet mogelijk om de schade die specifiek door droogte wordt veroorzaakt, uit de cijfers te filteren. Dit komt ten dele doordat aspecten niet bijgehouden worden, zoals de precieze reden van inboet (er wordt soms wel bijgehouden wat is vervangen maar niet waarom dat is vervangen). Op basis van de geanalyseerde data lijkt daarnaast de piek van de ontstane (indirecte) schade nog niet overal te zijn bereikt, en kan die de komende jaren nog tot uiting komen. Droogteschade vormt zich gedurende een langjarig proces.

### **Er lijken, zoals verwacht, regionale verschillen te zijn in schades**

De vergelijking tussen de beschikbare datasets geeft wel een beeld van de variatie in schades tussen gemeenten in Nederland. Er lijkt een verschil tussen de westelijke en oostelijke gemeenten te zijn. De westelijke gemeenten hebben een duidelijke toename in bomen met een (zeer) slechte conditie in de droge jaren (de piek ligt veelal in 2018). In het oosten lijkt de toename geleidelijk en is deze piek in 2020 nog niet bereikt. Dat sluit aan bij eerder beschreven regionale verschillen in kwetsbaarheid. Maar de term 'lijkt' wordt hier bewust gebruikt. De data analyse is te kort na de droge periode uitgevoerd om alle schade inzichtelijk te hebben.

## Om schades betrouwbaar te rammen zijn meer en specifiekere data nodig

Uiteindelijk is het nodig om een bredere dataset over de conditie en schade aan groen bij te houden om onderbouwde uitspraken te kunnen doen over het effect van droogte op groen. Belangrijke zaken om te gaan bijhouden door alle drie disciplines: soort en de reden van inboet (veiligheid, zwamaantasting, insectenaantasting, ziekte, etc.), groeiplaats situatie (verharding, gras, beplanting, bosplantsoen), informatie over de (geo)hydrologische condities (bodemvocht, grondwaterstand, wateraanvoer vanuit omliggende ruimte, irrigatie). Door deze informatie systematisch te gaan bijhouden wordt het mogelijk om oorzakelijke verbanden te identificeren en betrouwbare ramingen te doen van de schades die specifiek door droogte zijn veroorzaakt. Maar ook voor andere doelstellingen is

deze data erg bruikbaar. Zoals voor het bewaken van de continuïteit van de beoogde baten (ecosysteemdiensten) die het groen levert en voor het rekenen aan hydrologische aspecten (waterbalans).

## Alleen door langjarig te monitoren en meten gaan we meer weten

Voor het invullen van data- en kennislücken is langjarig onderzoek nodig waarin metingen kunnen worden verricht en geanalyseerd. Dat langjarige aspect is essentieel om bruikbare data te verkrijgen. Er zijn momenteel verschillende van deze onderzoeken gaande die nieuwe, bruikbare resultaten zullen opleveren. Zodra deze resultaten beschikbaar zijn, ontstaan mogelijkheden om richtlijnen voor klimaatbestendiger groen aan te scherpen en daarmee schades verder te beperken en baten te maximaliseren. ■





## Green Paper - Droogte en stedelijk groen

Bij dit samenvattende Green Paper hoort een achtergrondrapportage waarin de aanpak en resultaten uitgebreid worden beschreven. Dit rapport is te downloaden op de website van NKWK KBS ([www.waterenklimaat.nl/onderzoekslijnen/klimaatbestendige-stad](http://www.waterenklimaat.nl/onderzoekslijnen/klimaatbestendige-stad)).



### Colofon

**Datum:** 2022

**Versie:** definitief v1.0

#### **Kernteam:**

Marco Hoogvliet (projectleiding, Deltares)

Joop Spijker (WEnR)

Wilmer Noome (Sweco)

Erwin Slingerland (Arcadis)

Monique de Groot – Reichwein (Tauw)

#### **Projectteamleden:**

Toine Vergroesen (Deltares)

Reinder Brolsma (Deltares)

Sven van Baren (WEnR)

Brian van Straalen (Sweco)

Lisanne den Ouden (Arcadis)

Michel Moens (Arcadis)

Annemieke Feijen (Tauw)

Francesca Sahit (Tauw)