

ontwikkeling+beheer natuurkwaliteit

o+bn

Droogte ingrijpend voor natuur in hoog Nederland



Uitgave:

OBN/VBNE Publicatie vanuit de deskundigenteams
Nat zandlandschap en Beekdalen

Redactie:

André Jansen, Judith Bouma, Thomas de Meij, Uko
Vegter en Michiel Wallis de Vries

Overige auteurs:

Emiel Brouwer, John Lenssen, Marijn Nijssen, Teun
Spek, Peter van Beers, Herman van Dam, Rob van
der Burg, Roy van Grunsven en Joost Vogels

Research:

Wiebe Borren, Corine Geujen, Thomas de Meij,
Teun Spek en Maarten Veldhuis

Foto's en figuren:

Matthijs de Vos omslag

Judith Bouma 3, figuren 7,8

André Jansen 2, 11, 23, figuren 13, 18, 21,22, 30, 31

Emiel Brouwer figuur 12

Thomas de Meij figuren 15, 16, 19, 20, 23, 25, 28, 32

Tim Termaat figuur 6 boven

Annika Vermaat figuur 9 inzet

Rob van de Burg figuren 4, 11

Roy van Grunsven figuur 6 onder

Remco Versluijs figuur 17

Joost Vogels figuren 24, 29

Peter van Beers figuur 10

Marijn Nijssen 21 rechts

Michiel Wallis de Vries figuur 9

Fons Eysink (Bosgroepen) 35

Wikimedia Commons 21 links

Vormgeving:

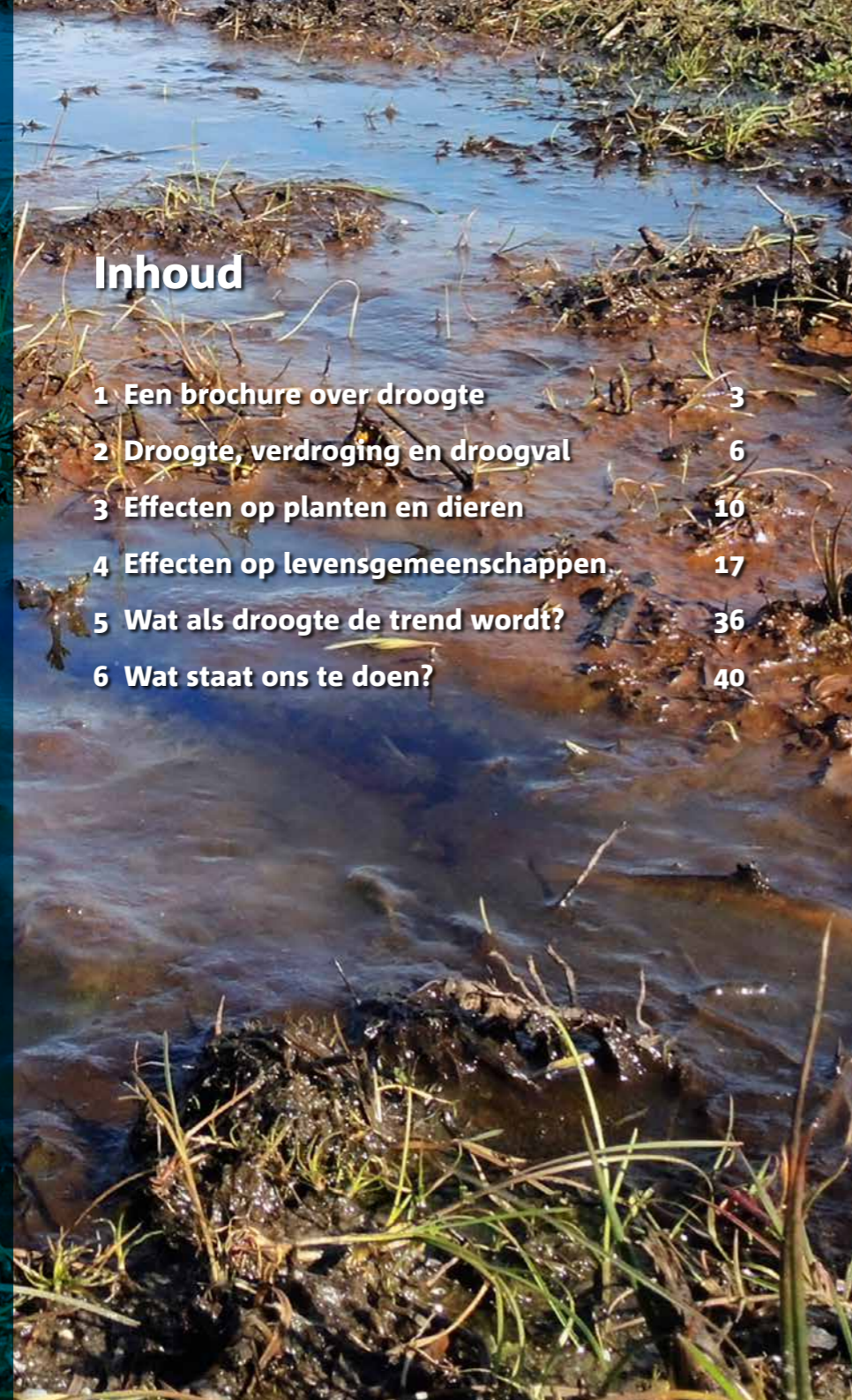
Aukje Gorter

Druk:

Printis

Wijze van citeren:

André Jansen, Judith Bouma, Thomas de Meij,
Uko Vegter en Michiel Wallis de Vries (red.), 2020.
Droogte ingrijpend voor natuur in hoog Nederland.
OBN Deskundigenteams Nat zandlandschap en
Beekdalen. KNNV Publishing, Zeist. OBN/VBNE,
Driebergen.



Inhoud

1 Een brochure over droogte	3
2 Droogte, verdroging en droogval	6
3 Effecten op planten en dieren	10
4 Effecten op levensgemeenschappen	17
5 Wat als droogte de trend wordt?	36
6 Wat staat ons te doen?	40

1 Een brochure over droogte

2020 is het derde jaar op rij dat Nederland een uitzonderlijke droogte meemaakt (Figuur 1). Ook 2019 en 2020 waren droog tot zeer droog. En die aanhoudende, meerjarige droogte had en heeft ingrijpende effecten op de natuur. In deze brochure willen we de ingrijpende effecten van de aanhoudende droogte op (verdroogde) natuur onder de aandacht brengen.

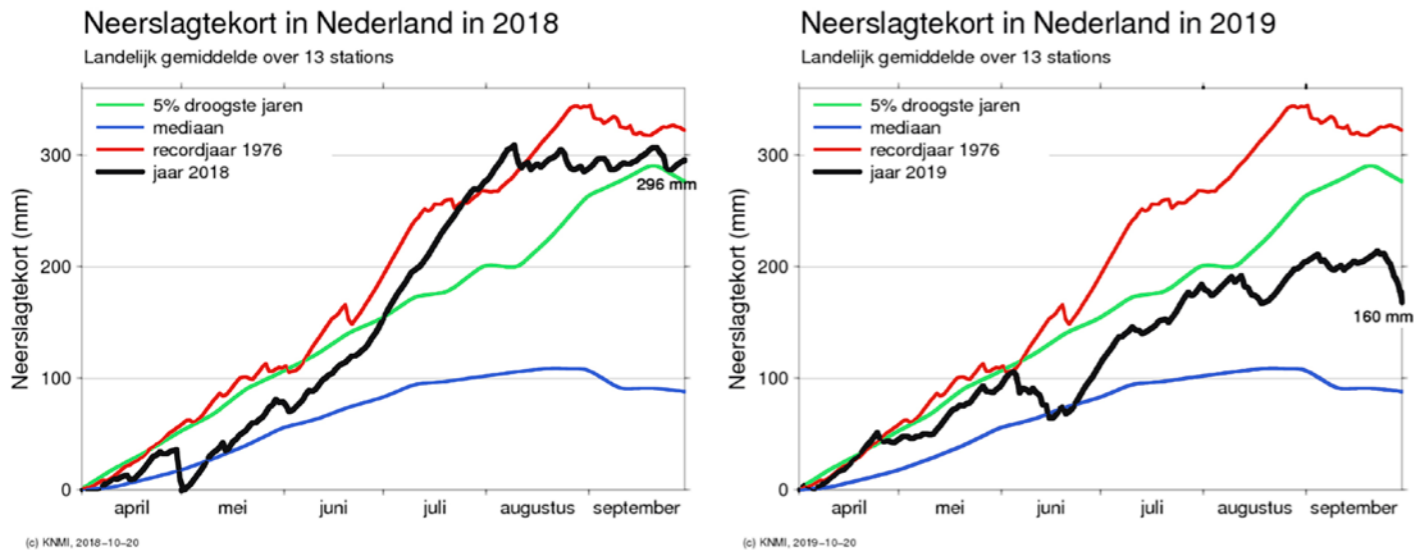
2019 was minder droog dan 2018 en 2020, die beide tot de acht droogste jaren sinds 1906 behoren. De jaarlijkse droogtepiek wordt meestal pas in september of zelfs oktober bereikt. In 2018 en 2020 gebeurde dat eind juli en in augustus. Door de aanhoudende droogte zakke het grondwater elke zomer veel dieper weg dan in normale zomers. De winterse neerslag was vaak onvoldoende om het grondwater (tijdig) op het gebruikelijke voorjaarsniveau te brengen. Het groeiseizoen van de vegetatie begon daardoor steeds met lagere grondwaterstanden dan normaal. Dat betekent dat planten en dieren en de levensgemeenschappen die zij vormen extra gevoelig zijn voor nieuwe neerslagtekorten. Om de grondwaterstanden en de beekafvoeren te herstellen, en die kwetsbaarheid te verminderen, is een lange nattere periode nodig.

Grote neerslagtekorten traden overal op, zij het dat vooral de hoge zandgronden in het zuiden, midden en oosten van het land door de droogte werden getroffen (Figuur 2). In het overgrote deel van die gronden kon bovendien geen extra water worden aangevoerd uit de grote rivieren of het IJsselmeer. Op de hogere zandgronden waren de gevolgen van de meerjarige droogte het duidelijkst zichtbaar. Nog meer beken en sloten dan normaal vielen hier droog. Tuinen en landbouw lieten een nijpend tekort zien aan water. De waterleidingbedrijven riepen op tuinen niet meer te besproeien en op de hogere zandgronden werden graslanden en maïsakkers op grote schaal beregend. Het aantal natuurbran-

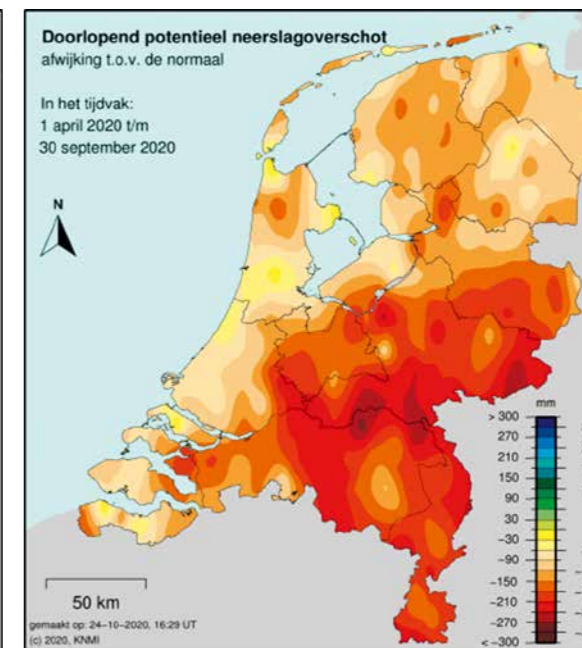
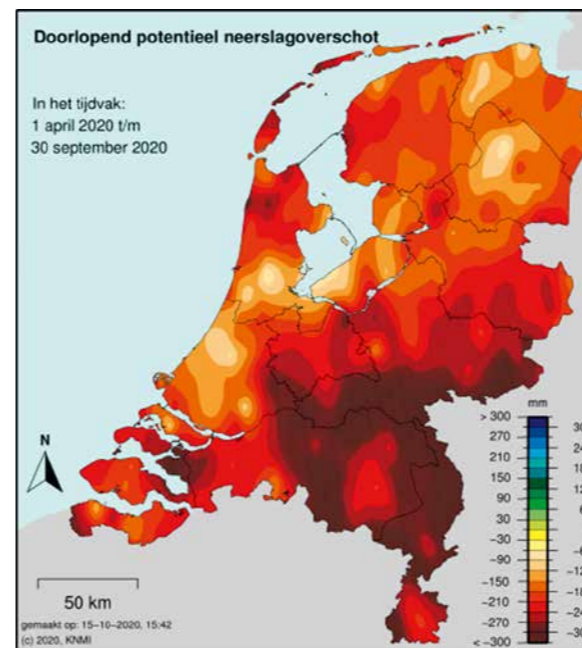
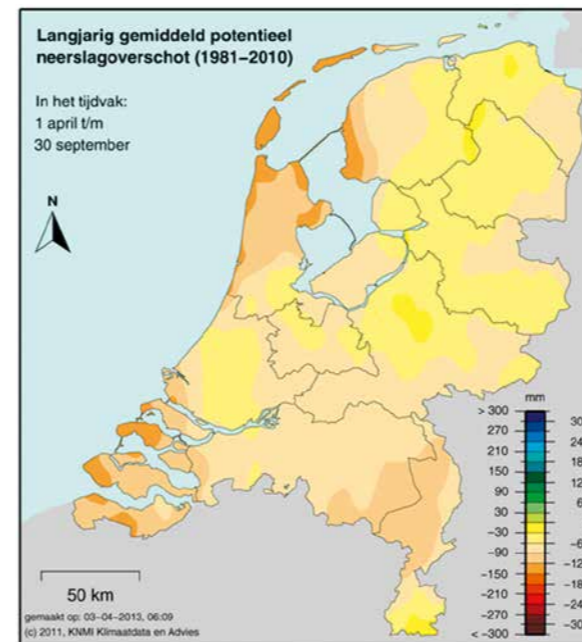
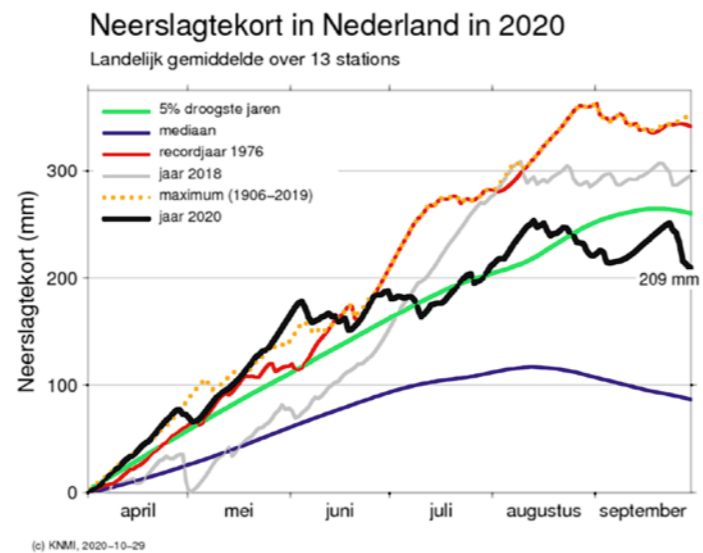


den nam de afgelopen drie jaar duidelijk toe.

En wat zijn de effecten van de meerjarige droogte op de natuur van de hogere zandgronden en hun beekdalen? De natuur daar heeft bovendien al decennia lang te kampen met de effecten van verdroging. In deze brochure brengen we de effecten van de meerjarige droogte op die natuur voor het voetlicht. We doen dat zoveel als mogelijk op basis van data. Maar lang niet alle effecten zijn gemeten en treden meteen op. We beginnen met een beknopte bespreking van de begrippen droogte en verdroging en gaan in op het droogvallen van vennen en beken. Dan gaan we in op de effecten van droogte op planten- en diersoorten, waarbij uit verschillende groepen voorbeelden aan de orde komen. Vervolgens bespreken we de effecten op levensgemeenschappen en werken enkele voorbeelden daarvan uit. Ten slotte bediscussiëren we de mogelijke langetermijneffecten van het langer aanhouden van de droogte of het vaker optreden van langdurige neerslagtekorten en wat we daar aan zouden kunnen doen.



Figuur 1: Het landelijk gemiddelde neerslagtekort voor het groeiseizoen (de maanden april t/m september) in 2018, 2019 en 2020. © KNMI: <https://www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/geografische-overzichten/historisch-neerslagtekort>.



Figuur 2: Voortschrijdend potentieel neerslagtekort in Nederland gedurende het groeiseizoen. (de periode tussen 1 april en 30 september). Van links naar rechts het langjarig gemiddelde, dat van 2020 en de afwijking ervan in 2020 t.o.v. de normaal. Bron: <https://www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/geografische-overzichten/neerslagoverschot>.

2 Droogte, verdroging en droogval

2.1 Droogte en verdroging

Droogte staat op het moment hoog op de beleidsagenda. Verdroging staat al 30-40 jaar op die agenda, meestal laag. Droogte en verdroging worden in allerlei communicatiemiddelen door elkaar gebruikt. Wat is het verschil? Droogte is een langdurige periode met zeer weinig neerslag, waardoor grote watertekorten kunnen ontstaan. Landbouw en natuur kunnen allebei last hebben van dat grote watertekort. Verdroging is in de jaren 1980 geïntroduceerd als één van de ver-thema's naast verzuring, vermisting en versnippering. Al deze thema's zijn gekoppeld aan de negatieve invloed van de mens op de natuur. Natuur is verdroogd als de watersituatie voor waterafhankelijke natuur niet optimaal is door menselijke ingrepen in de waterhuishouding.

Definities van droogte en verdroging

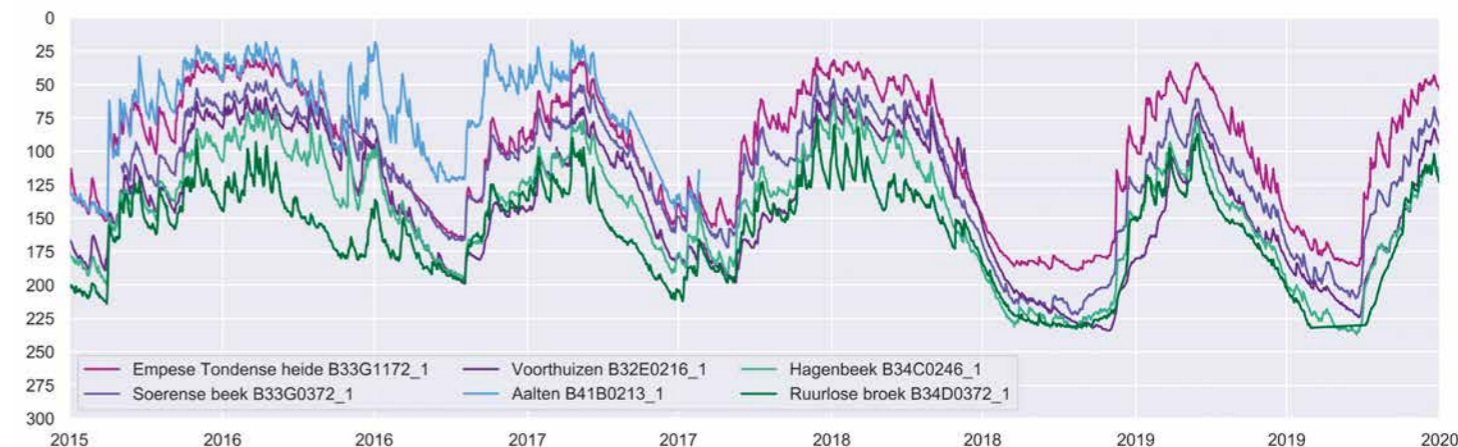
Droogte is een lange periode met minder neerslag dan de gebruikelijke, waardoor er een ernstig hydrologische evenwichtsstoornis ontstaat met een slechte oogst of verlies van natuurwaarden als gevolg. In combinatie met hoge verdamping wordt het neerslagtekort groter en nemen deze effecten toe. Droogte is te onderscheiden in het weer (meteorologisch), in de bodem en ondergrond (weinig bodemvocht en laag grondwater), in moerassen en vennen (droogval) en in beeksystemen (afvoerreductie en droogval). Droogte gaat gepaard met een hogere watervraag dan normaal, hetgeen de effecten van droogte versterkt. Verdroging is in het beleid als volgt gedefinieerd (Rijkswaterstaat, 1994): "Een gebied wordt als verdroogd aangemerkt als aan dat gebied een natuurfunctie is toegekend en de grondwaterstand in het gebied onvoldoende hoog is. Of de kwel is onvoldoende sterk om bescherming van de karakteristieke grondwaterafhankelijke ecologische waarden waarop de functietoekenning is gebaseerd, in dat gebied te garanderen. Een gebied met een natuurfunctie wordt ook als verdroogd aangemerkt als ter compensatie van een te lage grondwaterstand water van onvoldoende kwaliteit moet worden aangevoerd".

Zie het tekstkader voor de definities van droogte en verdroging.

Verdroging treedt zoals gezegd op als de watersituatie voor natuur niet optimaal is door menselijke ingrepen. In onze landbouwgebieden en de plekken waar we wonen en werken worden de grondwaterstanden laag gehouden. Daarom wordt er daar in winter en voorjaar veel grondwater afgevoerd via het oppervlaktewaterstelsel. Verder winnen we grondwater voor drinkwater, industrie en voor beregning van gewassen. Bovendien gebruiken gewassen meer water door de stijging van de landbouwproductie en worden ze vaker beregend dan in normale zomers.

Bij grondwaterafhankelijke natuur horen hoge voorjaarsgrondwaterstanden en in kwelgebieden voldoende grondwater dat uit de ondergrond naar de wortelzone kan stromen. Door de genoemde ingrepen in het watersysteem zijn voorjaarsgrondwaterstanden te laag of blijven ze te kort hoog. In kwelgebieden kan grondwater de wortelzone dan niet meer bereiken. In gebieden waar dit nog wel gebeurt, zijn de kwelstromen naar de wortelzone te gering en/of te kortdurend. Het watertekort kan in sommige gebieden worden gecompenseerd door wateraanvoer, maar dat water is van een andere, gebiedsvreemde, kwaliteit. Het is dan een keuze tussen twee kwaden; geen water of water van onvoldoende kwaliteit.

Droogte zorgt voor watertekorten door te weinig neerslag. Nu is er 's zomers altijd een neerslagtekort. Vegetatie en landbouwgewassen vullen dit tekort aan door opname van water uit bodem en grondwater. Hierdoor ontstaat er 's zomers als het ware een waterschuld in bodem en grondwatersysteem, die door de daaropvolgende winterregens weer wordt ingelost. Het volgende voorjaar is het systeem weer op niveau. Voor de vele door verdroging aangetaste natuurgebieden is dat echter niet het gewenste niveau: zij hebben te weinig



grondwatervoorraad en zullen in perioden van extreme droogte extra schade ondervinden. Door de opeenvolging van de drie droge voorjaren en zomers in 2018, 2019 en 2020 (Figuur 1) is de buffer die een grondwatersysteem kan opbouwen steeds kleiner geworden. Na zo'n droog jaar duurt het langer voordat de normale hoge wintergrondwaterstanden weer worden bereikt. De periode met hoge waterstanden duurt korter en de zomergrondwaterstanden zakken tot wel een halve meter dieper weg. De opeenvolgende extreem droge zomers in deze jaren hebben laten zien dat de droogte zich dan door het hele hydrologische systeem verspreidt en daar grote effecten op heeft. Bodem en wortelzones drogen uit en grondwaterstanden dalen naar extreem lage standen (Figuur 3). Vennen vallen veel vaker en langer droog (casus Beuven) en zelfs beken vallen droog (casus Beken). Dat heeft grote abiotische effecten en ecologische schade tot gevolg. We zullen deze bespreken in het vervolg van deze brochure.

2.2 Droogte en oppervlaktewateren

Eén van de gevolgen van de aanhoudende droogte is dat oppervlaktewateren als vennen en beken vaker of

langer droogvallen. Deze droogval zorgt voor een grote milieustress voor de daar levende planten, dieren en hun gemeenschappen en zet hun voortbestaan onder grote druk. We laten zien wat er de afgelopen jaren met het Beuven, het grootste ven van ons land, is gebeurd en hoe beken reageren op aanhoudende droogte.

2.2.1 Het Beuven; een kwetsbaar evenwicht

Het 60 hectare grote Beuven is een Natura-2000 gebied. Ooit lag hier het grootste zeer zwakgebufferde ven van Noordwest-Europa. In 2019 viel het ven voor het eerst in meer dan twintig jaar geheel droog (Figuur 4). De laatste keer was 1996, maar dat gebeurde destijds in combinatie met peilregulatie, aflaten van venwater en inlaat van gebufferd oppervlaktewater om verzuring te bestrijden. In 2018 viel het ven niet droog ondanks de droogte van dat jaar; het had voldoende watervoorraad. In 2019 bereikte de waterstand het absolute dieptepunt: bijna een meter lager dan in 2018. Normaal fluctueert de waterstand tussen 23.00 en 23.40 meter + NAP. In 2018 zakte het peil tot 22.70 en in 2019 tot 21.80 + NAP. De kwaliteit van het habitattype zwak gebufferde wateren is in het Beuven sterk achteruitgegaan en ondanks verschillende hersteloperaties nooit meer volledig hersteld. De kenmerkende soorten, waterlobelia en

Figuur 3: Het verloop van de grondwaterstanden in zes Gelderse peilbuizen tussen 1 oktober 2015 en 1 oktober 2020. Horizontaal de datum en verticaal de grondwaterstand in meters ten opzichte van maaiveld. In alle peilbuizen is de dynamiek van de grondwaterstanden overeenkomstig. Dat betekent dat de dynamiek niet wordt bepaald door lokale factoren, maar een veel omvattender oorzaak heeft: de grote neerslagtekorten in 2018, 2019 en 2020.

kleine biesvaren, komen nog wel voor, maar in lage en wisselende aantallen. Deze achteruitgang wordt vooral veroorzaakt door hoge stikstofdepositie, de aanvoer van meststoffen door ganzen en de inlaat van voedselrijk landbouwwater. Om een overmaat aan stikstof af te voeren en het habitattype te kunnen behouden, is periodieke droogval van delen van de oevers noodzakelijk. Naast oeverkruidgemeenschappen komen nog andere bijzondere begroeiingen voor. Zo bevinden zich aan de zuid- en westoever brede zones met draadzegge en ongelijkbladig fonteinkruid. Deze vergroten de structuurvariatie in het ven, waardoor zich populaties van speerwaterjuffer en gevlekte witsnuitlibel hebben gevestigd. Deze zeggemoerassen zijn gevoeliger voor droogval en dus gebaat bij een stabiel waterpeil.

Tot 2014 is het waterbeheer vooral gericht geweest op de oeverkruidgemeenschappen en werd regelmatig water afgelaten om delen van oevers droog te laten vallen. Sindsdien wordt alleen nog bij hoge uitzondering water afgelaten d.w.z. wanneer de waterkwaliteit te veel verslechtert, zoals in 2016 toen bij dat gewijzigde aflatbeheer het Beuvenwater na een wolkbreuk veran-

derde in een groene algensoep en de onderwatervegetatie afstierf. In 2016 waren oeverkruid en aanverwante soorten sterk achteruitgegaan. Door de droogte vielen in 2018 grote delen van de oever droog en breidde oeverkruid zich massaal uit. Toen werden weer meer dan duizend exemplaren aangetroffen van de kleine biesvaren, die in Nederland nagenoeg is uitgestorven. De waterstandfluctuaties in het Beuven zijn van nature gering (30 à 40 cm), dankzij een slecht doorlatende laag die wegzijging belemmert en toestroming van lokaal grondwater uit een klein achterland. Blijkbaar waren de lokale grondwaterbuffers in 2018 uitgeput en viel het ven in 2019 daardoor al vroeg in de zomer droog. Waterlobelia en kleine biesvaren konden aanvankelijk kiemen, maar verdwenen in de loop van de zomer. Waarschijnlijk hebben deze pioniers een heel grote zaadvoorraad, maar het risico op uitputting van de zaadvoorraad is groot. Ook de zeggemoerassen en de daarvan afhankelijke, sterk bedreigde, speerwaterjuffer hebben fors te lijden (zie kader speerwaterjuffer). Het is onzeker of deze zich zullen herstellen omdat ze al drie jaar achtereenvolgens droog staan. Dit voorbeeld laat zien hoe weerbarstig hydrologische keuzes in de praktijk



Figuur 4: Het Beuven in augustus 2019. Alleen de allerlaagste delen bevatten nog water. Een maand later waren die ook drooggevallen.

zijn, wanneer meerdere doelstellingen gediend moeten worden.

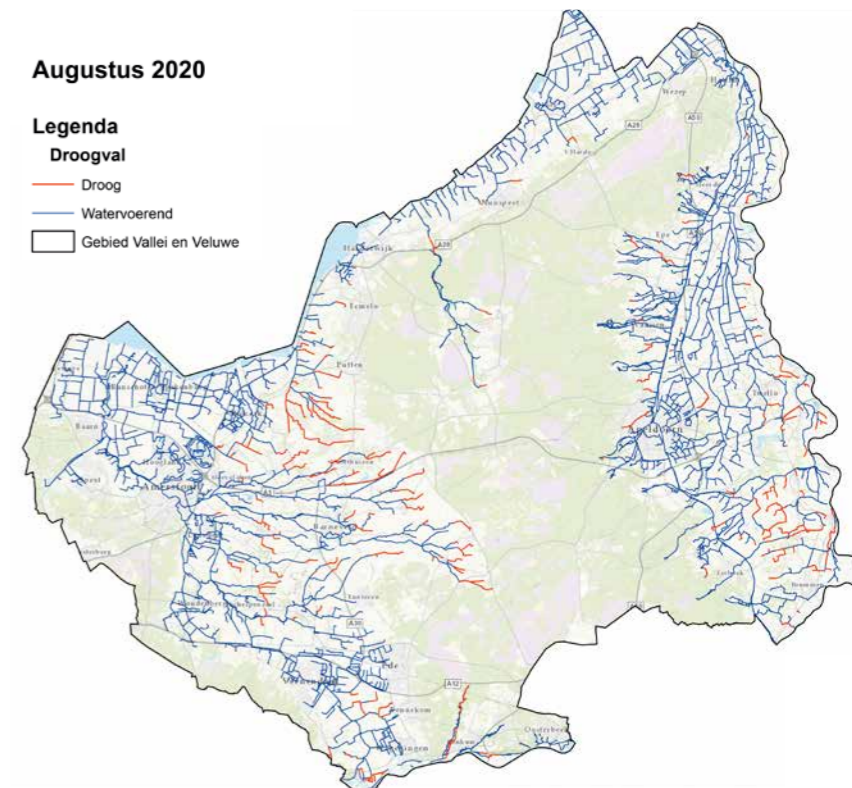
2.2.2 Beken vallen droog

Droge en warme lentes en zomers zorgen voor een frequentere droogval in beeksystemen, met grote gevolgen voor het ecosysteem, zeker in beken met een normaalgesproken constante voeding. Veel beken op de hogere zandgronden hebben de afgelopen jaren last gehad van droogte, zoals de Reusel in Noord-Brabant en Veluwe beken (Figuur 5).

Wat gebeurt er in beken bij langdurige droogte? Eigenlijk hetzelfde als in een normaal jaar, maar extremer, waarbij in het slechtste geval de beek droogvalt of langer droogvalt. Ondanks de droogte blijven landbouwgewassen en de vegetatie in natuurgebieden verdampen. Daardoor zakken de grondwaterstanden verder weg dan normaal, waardoor de beschikbaarheid van water in beken en daarmee ook de stroming geleidelijk, maar sneller dan normaal, afnemen. Het waterpeil daalt en de beek wordt steeds smaller. Vervolgens zal de waterstroming op steeds meer plekken stagneren, en kunnen delen droog gaan vallen, waardoor beektrajecten van elkaar geïsoleerd raken. In de stilstaande delen ontstaan door opwarming snel zuurstoftekorten, die leiden tot sterfte van veel karakteristieke soorten beekfauna. Uiteindelijk vallen steeds meer trajecten droog, en resteren er hoogstens nog een aantal kleine poeltjes, waarin alleen enkele aangepaste soorten kunnen overleven. Uit recent onderzoek is gebleken dat de meest kritische, stromingsafhankelijke macrofaunasoorten het gevoeligst zijn voor de gevolgen van droogte in beken. De impact die droogte heeft op de levensgemeenschap bleek ook afhankelijk van de duur van de droogval. Veel soorten graven zich namelijk in of zoeken hun heil in organische sliedlagen. Als de beekbodem vochtig genoeg blijft, kunnen ze daar nog een tijdje overleven. Het beste is om droogval zoveel mogelijk te voorkomen, maar maatregelen die de droogvalduur beperken leveren ook al winst op.

Verschillende karakteristieke waterplanten hebben

Augustus 2020



landvormen die zijn aangepast aan droogval. Als de beekbodem uiteindelijk volledig uitdroogt, sterven ook zij af, en moet herkolonisatie plaatsvinden vanuit de zaadbank of door aanvoer via water of vogels zodra de droogte voorbij is. Drooggevallen beekbodems worden vaak snel gekoloniseerd door moeras- en oeverplanten, waardoor beken versneld dichtgroeien en lichtbehoeftige waterplanten kunnen worden weggeconcurrerd. Na terugkeer van het water in een beek kan er herkolonisatie door vissen en macrofauna optreden. Naarmate de droogval grootschaliger en langduriger is geweest, zal dit proces trager en moeizamer verlopen. Populaties van soorten kunnen lokaal of regionaal verdwijnen uit het beekstelsel wanneer na herstel van het waterpeil geen bronpopulaties meer voorkomen of wanneer migratiebarrières herkolonisatie belemmeren.

Figuur 5: In augustus 2020 zijn de Veluwe beken over grote lengten drooggevallen, vooral bovenlopen en nabij de grote rivieren (rood). In blauw de nog watervoerende delen. Bron: Waterschap Vallei en Veluwe.

3 Effecten op planten en dieren

Water is een voorwaarde voor alle leven op aarde. De eerste organismen kwamen omringd door water tot ontwikkeling. Levende weefsels van planten en dieren bestaan grotendeels uit water. Water dient als bouwstof, als transportmiddel voor zuurstof, voedingsstoffen en afvalstoffen en als medium waarin chemische reacties plaatsvinden. Droogte vormt dus voor elke soort een probleem, maar de ene soort kan er beter mee omgaan dan de ander.

Aanpassingen aan droogte zijn normaal gesproken niet nodig wanneer soorten het water opzoeken: in het water leven of langs de oevers. Dat vereist wel de zekerheid dat er water aanwezig blijft. Verdroging van het landschap, in combinatie met een toename van klimaatextremen, zorgt ervoor dat deze zekerheid afneemt. Voor vissen, amfibieën, libellen en waterplanten kan dit betekenen dat hun hele leefgebied op zijn minst tijdelijk verdwijnt. Dat kan voldoende zijn om hele populaties te laten uitsterven (zie kaders beekprik en speerwaterjuffer).

Wanneer droge perioden voorspelbaar optreden kunnen deze worden overbrugd door reserves aan te leggen of door de droogte uit de weg te gaan. Extreme aanpassingen aan droogte vinden we vooral in van nature droge systemen, zoals woestijnen. Hier komen planten als cactussen voor die waterreserves opslaan en zelfs dieren – kamelen – die dat doen. De droogte mijden kunnen dieren doen door ondergronds te gaan leven, zoals sommige insecten, slangen en knaagdieren, of door weg te trekken, zoals hoefdieren op de Afrikaanse savannes.

In ons gematigde klimaat moeten planten en dieren die op het land leven zelfs in een vochtige omgeving aangepast zijn aan vochtverlies. Zulke aanpassingen zijn vooral gericht op het overleven van de drogere en warmere zomerperiode. Dat kan door verdamping

te verminderen, zoals heideachtigen en succulenten (“vetplanten”) d.w.z. planten met kleine, leerachtige bladeren of met een waslaag op hun blad. Zelfs in heel natte levensgemeenschappen hebben planten hiertoe aanpassingen ontwikkeld, zoals witkleuring, zonnestraling weerkaatsende onderzijden van bladeren en vervanging van grotere onderwaterbladeren door smalle priemvormige bij droogval. Bij extreme droogte kunnen planten hun bladeren helemaal afstoten of zelfs bovengronds afsterven, om vanuit de wortels weer uit te lopen wanneer het vocht terugkeert. Weer andere soorten, zoals heidespurrie, overleven de zomer als zaad, kiemen in het najaar en zijn voor het aanbreken van de zomer weer uitgebloeid. Ook dieren bezitten allerlei aanpassingen aan zomerdroogte en –hitte. Dankzij hun chitinepantser kunnen sprinkhanen en diverse loopkevers (zie kader “omwenteling van loopkevergemeenschap”) de droogte goed verdragen. Andere dieren zoeken op warme dagen de schaduw op en verplaatsen hun activiteit naar de avond- of ochtendkoelte. Van droge milieus zijn ondergronds levende dieren bekend, waaronder mierenleeuwen.

Van hogere planten weten we heel goed welke soorten gevoelig zijn voor droogte (en verdroging) dankzij de in 1975 gepubliceerde “Nederlandse lijst van hydro-, freato- en afreatofyten” van Ger Londo. Hij onderscheidde diverse groepen. Hydrofyten zijn waterplanten. Freatofyten, ook wel “grondwaterplanten” genoemd, zijn plantensoorten waarvan het voorkomen in een bepaald gebied uitsluitend of voornamelijk beperkt is tot de invloedssfeer van het freatisch of grondwateroppervlak. Soorten die uitsluitend binnen de invloedssfeer van het grondwater voorkomen zijn obligate freatofyten. Afreatofyten zijn soorten die niet aan de invloedssfeer van het freatisch grondwateroppervlak zijn gebonden, wat niet wil zeggen dat ze grondwater beïnvloede

plaatsen mijden. Het ligt voor de hand dat hydrofyten en freatofyten, en obligate freatofyten in het bijzonder, het meest gevoelig zijn voor meerjarige droogte. Het is wenselijk deze verwachting te toetsen, bijvoorbeeld in tijdreeksen van permanente kwadraten.

In een landschap zoeken plantensoorten de plekken op die het best passen bij de eisen die zij stellen aan waterregime en vochtvoorziening. Gradiëntrijke landschappen bieden hen de mogelijkheid op en neer te bewegen over de hoogtegradiënt waardoor ze steeds een geschikte standplaats vinden bij de bijna jaarlijks wisselende weersomstandigheden. Zo kunnen ze tot op zekere hoogte de gevolgen van droogte opvangen. In verdroogde landschappen is het leefgebied van grondwaterafhankelijke plantensoorten echter al beperkt geraakt tot de laagste plekken op de gradiënt. Dan leidt aanhoudende droogte onherroepelijk tot het verlies van hun populaties. Voor weinig mobiele dieren geldt dit ook (zie kader heideblauwtje en gentiaanblauwtje). Mobiele soorten hebben de mogelijkheid om over grotere afstanden te pendelen tussen nat en droog. Zo zoekt de heivlinder, wanneer op droge heide en stuifzand de struikhei niet bloeit, vaak vochtige milieus op om nectar te halen. In extreem droge zomers kan dit betekenen dat ze de heide geheel verlaten en verdwaald raken in tuinen. Daar is dan hun eindstation aangezien ze zich daar niet kunnen voortplanten.

Door een andere plek te zoeken kunnen planten en dieren de gevolgen van droogte tijdelijk opvangen en overleven. Dat kunnen ze ook door een jaar of meerdere jaren niet te kiemen of te ontpoppen, zoals pioniers. En individuen zijn in staat zich morfologisch aan te passen: wat kleinere bladeren, wat minder bladeren, wat eerder in winterrust gaan, minder bloeien en zaad zetten. Maar op de langere termijn is dat natuurlijk geen oplossing: je kunt niet altijd op een houtje bijten en je vitaliteit vermindert. Planten en dieren met een verminderde vitaliteit door langdurige stress, vanwege bijvoorbeeld verdroging, verzuring en vermessing, zullen een extra of nog grotere stress vanwege droogte

niet meer overleven. Hetzelfde geldt voor soorten met kleine populaties.

Door de aanhoudende droogte zijn populaties van zeldzame, in hun voortbestaan bedreigde soorten van de Rode Lijst verdwenen of achteruitgegaan. In de vele Nederlandse natuurgebieden die blootstaan aan verdroging, verzuring en vermessing is de aanhoudende droogte van de laatste jaren een aderlating voor de biodiversiteit. We bespreken enkele voorbeelden.

Moeraswespenorchis is één van de vele grondwaterafhankelijke Rode Lijstsoorten die bedreigd wordt door de aanhoudende droogte.





Figuur 6: De zuidkant van het Beuven op 25 mei 2015 (boven) en 25 mei 2018 (onder). In 2015 leefde hier nog een grote populatie speerwaterjuffer (inzet), die in 2018 volledig was verdwenen. De voor deze soort belangrijke zeggevegetatie was afgestorven.

3.1 Enkele casussen

3.1.1 Droogte vaagt speerwaterjuffer weg

De speerwaterjuffer is een zeldzame libel, die voorkomt in zwakgebufferde vennen en de randen van hoogvenen. Nederland bezat voor de recente reeks droge zomers, toen de soort al als bedreigd gold, nog acht populaties. Deze juffer vliegt en legt eieren in mei of begin juni. De larven komen na enkele weken uit en leven in de gordel van kleinezeggemoerassen van draadzegge of snavelzegge langs venoeveren (Figuur 6) of tussen duizendknoopfonteinkruid. Deze ondiepe zone is door de droogte op veel plekken drooggevalen (Figuur 6). In natte modder kunnen de larven wel even overleven, maar niet meer als deze te ver en te lang uitdroogt. Door de droogte is dit op verschillende plekken gebeurd en zijn zeker drie en mogelijk vier speerwaterjufferpopulaties verdwenen. Als het habitat zich daar al herstelt, is het onwaarschijnlijk dat speerwaterjuffers deze kunnen herkoloniseren: de aantallen zijn laag en de afstanden groot. Hiermee is waarschijnlijk de helft van de Nederlandse populaties in één keer weggevaagd. De resterende populaties zitten in vennen met uiterst stabiele waterstanden of een drijvende vegetatie die kan meebewegen met het waterpeil. Vroeger was dit niet van belang maar nu blijkt het essentieel voor het voortbestaan van deze weinige populaties.

3.1.2 Veenhooibeestjes: niet te nat maar zeker niet te droog

Het veenhooibeestje (Figuur 7) is een ernstig bedreigde vlinder van de randen van hoogvenen, heidehoogveentjes en venige heide, waar zijn waardplant, het eenarig wollegras, veel voorkomt. Als half volgroeide rups overwinteren ze diep in de pollen van dit schijngras. Ze verdragen geen langdurige overstroming, zoals in de winter 2015-2016. Gewone dophei is de belangrijkste nectarbron voor de vlinders, die vliegen vanaf eind mei tot halverwege juli. Er zijn in Nederland nog maar een paar populaties van het ooit wijd verbreide veenhooibeestje over. Het Fochteloërveen herbergt de grootste (Figuur 8). De ontwikkeling hiervan is twintig jaar gemonitord. Door de gecompartmenteerde vernatting van het veen

trad eerst een toename op tot 2010 en vervolgens een sterke afname na 2014, toen er nog meer dan 500 op één telling werden gezien: eerst door overstromingen, later door droogte. Droge voorjaren zijn ongunstig voor rupsen en vlinders wanneer de waterhuishouding niet op orde is. In 2008 was er ondanks droogte maar een geringe afname dankzij de eerdere peilverhoging. In 2011 zorgde droogte wel voor een flinke teruggang, maar kon de populatie zich herstellen. De meerjarige droogte sinds 2018 leidde echter tot een sterke afname in bedekking en vitaliteit van de waardplant in en rond de hoogveenslenken, die eerder wit kleurden van de wollegraspluizen. Rondom is de vergrassing met pijpenstrootje toegenomen. Door dit alles zijn de aantallen veenhooibeestjes met 90% gedaald sinds 2014.



Figuur 7 (inzet): Veenhooibeestje op gewone dophei, zijn belangrijkste nectarplant.

Figuur 8: Leefgebied van veenhooibeestje in het Fochteloërveen.

3.1.3 Heideblauwtje en gentiaanblauwtje schuiven omlaag

Heideblauwtje en gentiaanblauwtje zijn twee kenmerkende vlinders van het heidelandschap. Ze reageren verschillend op droogte, maar voor beide leidt die tot een krimpend leefgebied.

Heideblauwtjes zijn in Nederland aan heidegebieden gebonden omdat de rupsen hier een warm microklimaat vinden en kunnen leven van de jonge scheuten van struikhei en gewone dophei. De groei hiervan wordt echter sterk bepaald door het vochtgehalte van de bodem. Hoewel Nederland nog steeds bijna 200 populaties telt, zijn dat er toch 20% minder dan in 1990. De kans op verdwijnen blijkt in droge leefgebieden drie keer groter dan in natte. Hete en droge zomers zorgen voor een sterke afname van vlinders in het volgende jaar. De vlinders in natte terreindelen lopen daarentegen het risico getroffen te worden door extreme neerslag in de zomer.

Bij het gentiaanblauwtje is de rol van bodemvocht mogelijk nog belangrijker omdat de waardplant klokjsgentiaan alleen voorkomt op natte plekken (Figuur 9).

Figuur 9: In 2020 verdroogden in het Verbrandede Bos ook de plekken met sterke grondwaterinval.

Inzet: Gentiaanblauwtje.



De soort is landelijk bedreigd: 70% van de populaties is sinds 1990 verdwenen en de populatiegrootte is in twintig jaar met 95% afgenomen. De afgelopen droge jaren zijn op de Veluwe de populaties in gebieden met kleine, lokale, grondwatersystemen sterk afgenomen of zelfs verdwenen. Het lijkt vreemd dat sommige populaties het in 2020 juist opvallend goed deden. Maar dat zijn dan ook de laatste kerngebieden, waar de waterhouding het best op orde is. Zelfs bij meerjarige droogte zijn deze voor het gentiaanblauwtje nog vochtig genoeg. Maar wanneer het steeds grilliger klimaat zorgt voor extreme regenval, dan kunnen deze vindplaatsen onder water lopen en kan het gentiaanblauwtje ook daar verdwijnen, zoals in 2016 op de Strabrechtse Heide en in het Doldersummerveld gebeurde. Niet alleen de vlinders verdrinken, maar ook hun eitjes en de nesten van de knooppieren met de vlinderrupsen.

Beide soorten zijn door de meerjarige verdroging teruggedrongen tot de natste delen van de vochtgradiënt. Hier zijn de overgebleven populaties weliswaar redelijk bestand tegen incidentele droogte, maar in toenemende mate kwetsbaar voor overstroming bij een eventuele terugkeer van nattere omstandigheden.



3.1.4 Droogte en beekvissen

Beekprik is een Europees beschermd en bedreigde beekvis die in Nederland vooral te vinden is in snelstromende beken aan de randen van de Veluwe, in Noord-Brabant, de Achterhoek, Limburg en Twente. Ook de rivieronderpad bewoont een aantal van deze beken. Veel snelstromende beken maken deel uit van gebieden in het Natura 2000-netwerk, die mede voor beekprik en/of rivieronderpad zijn aangewezen. Kenmerkend voor het leefgebied van beide soorten zijn een permanente en constante watervoerendheid, voldoende stroming(svariatie) en veel structuur- en substraatvariatie. Denk daarbij aan stroomkuilen, holle oevers, houtstructuren, grindbedden en stroomluwe plaatsen waar organisch materiaal kan bezinken. Ook een goede waterkwaliteit is van levensbelang: geen chemische verontreinigingen, een hoog zuurstofgehalte en een niet te hoge watertemperatuur.

Door een reeks van drie opeenvolgende warme en droge jaren zijn beide soorten in de problemen gekomen doordat enkele van hun leefgebieden tijdens één of meerdere jaren gedeeltelijk of geheel zijn drooggevallen, zoals de Leuvenumse Beek op de Veluwe (Figuur 10), de Ratumse Beek in de Achterhoek en de Noord-Brabantse Reusel waar speciaal daarvoor opgepompt grondwater werd ingelaten. Naast droogval is ook het wegvallen van de stroming in beken, met als gevolg hoge watertemperaturen en lage zuurstofgehalten (mogelijk in combinatie met chemische verontreinigingen), funest geweest. Plaatselijk zijn deze vissen vermoedelijk verdwenen uit beken - beekprik bijvoorbeeld in de Limburgse Bosbeek - of hun populaties gedecimeerd, zoals in de Boven-Dinkel. Naar schatting meer dan 50% van de beekpopulaties van rivieronderpad en beekprik waren in 2018 en 2019 acuut bedreigd door de droogte.

Figuur 10: De drooggevallen Leuvenumse Beek (Veluwe) in augustus 2020 is een belangrijk leefgebied van beekprik en rivieronderpad. Dit beektraject ligt boven het grondwaterniveau en voert daarom alleen neerslag- en oppervlaktewater af. Zulke beken zijn nog kwetsbaarder voor droogval dan diepere die grondwater draineren.



Figuur 11: Een door droogte en letterzetter-aantasting afgestorven fijnsparrenbos.

3.1.5 Boomsterfte door aanhoudende droogte

Bomen kunnen tijdelijke of eenmalige perioden van droogte goed opvangen. Ze beschikken over mechanismen om perioden met droogtestress te overbruggen. Huidmondjes worden gesloten om verdamping tegen te gaan en veel boomsoorten laten het blad of naalden vallen als de droogte langer aanhoudt. Berk en lijsterbes zijn daar voorbeelden van: midden in de zomer kunnen ze de lagere boomlaag al in herfstfeer brengen. Het daaropvolgende seizoen herstellen de bomen en zijn vervolgens weer net zo vitaal. Het stoppen van de verdamping heeft ook een keerzijde; de groei vertraagt en de weerstand neemt af. Wanneer droogte meerdere jaren achtereen aanhoudt of vaker optreedt zonder een tussenliggende herstelperiode gaan de afweermechanismen falen en worden bomen gevoelig voor aantastingen door bastkevers en schimmels.

Er wordt al langere tijd een afname van groei en vitaliteit van bomen waargenomen, die grotendeels wordt toegeschreven aan toenemende frequentie en

intensiteit van hittegolven en droge periodes. Van de veel voorkomende boomsoorten in de bossen op de zandgronden is fijnspar het zwaarst getroffen. De droogte zelf treft vaak maar een deel van de bomen, die vervolgens een broedplaats worden voor de letterzetter. Deze bastkever kan daarna massaal toeslaan en ook gezonde bomen aantasten. Hierdoor zijn bijna alle fijnsparren, die zo'n 4% van het bosareaal vormen, ten dode opgeschreven (Figuur 11). Beuk is een typische soort van koele gematigde klimaten met normaal veel neerslag en daardoor slecht aangepast aan droogte. Zowel beuk als fijnspar staan bekend als droogtegevoelig. Maar ook onder meer droogteresistente boomsoorten zoals Douglasspar, Japanse lariks en zomereik is de afgelopen twee à drie jaar veel sterfte geconstateerd die verband houdt met de droogte; in lariks mede door secundaire aantasting van lariksbastkever, een broertje van de letterzetter. Bij zomereik worden al enkele decennia vitaliteitsproblemen geconstateerd. In zowel Duitse als Nederlandse onderzoeken is een duidelijk verband aangetoond tussen eikensterfte en meerdere opeenvolgende droge groeiseizoenen. Waarschijnlijk is droogte een extra factor bovenop vitaliteitsvermindering door bodemverzuring (stikstofdepositie) en insectenaantastingen, en wordt bij onze oosterburen daarom ook wel aangeduid met *Eichencomplexkrankheit*. Ook grove den, nog steeds de meest algemene boomsoort op de zandgronden, blijkt niet geheel immuun voor de droogte. Mede omdat hij vanwege zijn droogteresistentie ook op de alldroogste en armste groeiplaatsen geplant is. Droogte versterkt de negatieve effecten van andere stressfactoren.

4 Effecten op levensgemeenschappen

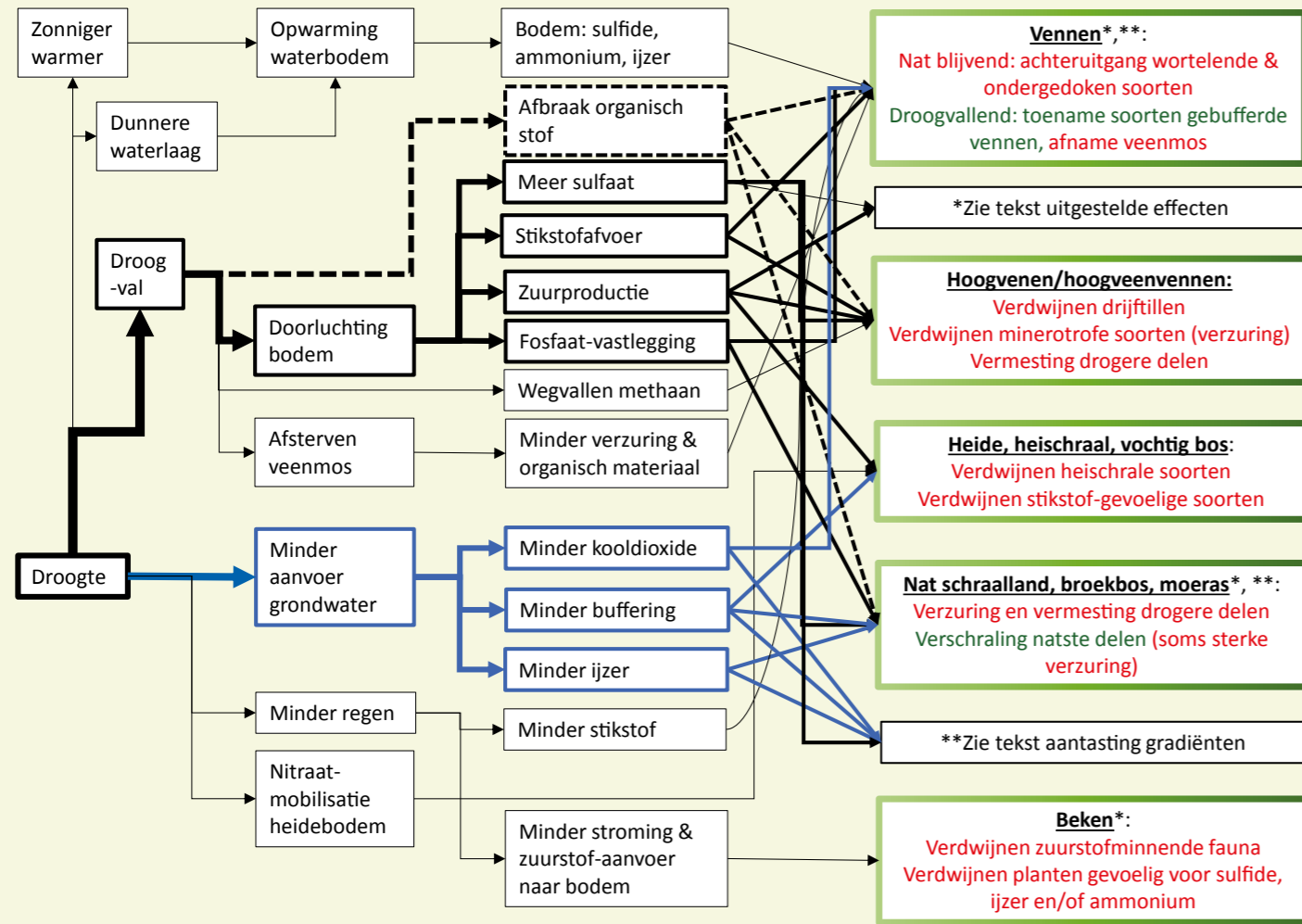
4.1 Veranderende hydrologische processen

Door de droogte zijn in vrijwel alle grondwaterafhankelijke natuurgebieden de grondwaterstanden fors gedaald. Er trad geen herstel op in de winter, of pas heel laat. In het voorjaar was de grondwatersituatie voor de vegetatie al ongunstig. In de winter van 2018-2019 heeft het niet genoeg geregend om de grondwaterstanden weer op het normale niveau te brengen. In de winter van 2019-2020 daalde het niveau van de hoogste waterstanden nog wat verder dan in de voorgaande winter, aangezien 2019 ook betrekkelijk droog en warm was. Het zeer droge voorjaar zorgde voor zeer snelle daling van de grondwaterstanden en in de daaropvolgende droge zomer van 2020 voor de laagste grondwaterstanden die net zo laag of zelfs nog lager waren dan die in 2018. Dalingen van een halve meter en meer zijn geen uitzondering (zie diverse casussen). De voorbeelden van grondwaterafhankelijke levensgemeenschappen die we hieronder zullen uitwerken tonen aan dat alleen in de heel grote, regionale grondwatersystemen, de grondwaterstands dalingen geringer zijn, tenminste wanneer ze niet ontwaterd zijn. De laagste waterstanden zijn in 2019 dan hoogstens zo'n 25 centimeter gedaald. Het zijn vooral de natte natuurgebieden die afhankelijk zijn van kleine, lokale en middelgrote, subregionale grondwatersystemen waar de droogte heeft huisgehouden. De droogte zorgt ook voor een verminderde kwelintensiteit (de hoeveelheid kwel per tijdseenheid). Over een jaar ontvangt een kwelbeïnvloede standplaats daardoor minder basen- en ijzerrijk grondwater; vooral gedurende de periode met hoge grondwaterstanden en stijghoogten die korter duurt (Figuur 25; casus bossen). Zakt het grondwater in de zomer diep weg, dan wordt steeds

minder vocht nageleverd via de capillairen in de bodem. Hoe diep "diep" is, is afhankelijk van de grondsoort. In leemrijke zandbodems kan de waterstand dieper wegzakken dan in leemarme, voordat de watervoorziening via capillaire nalevering beperkt raakt.

4.2 Veranderingen in water- en bodemchemie

De standplaatscondities van de vegetatie worden vaak samengevat in drie categorieën: vochtvoorziening, voedselrijkdom en zuurgraad. Van deze drie is de vochtvoorziening het meest sturend in de vegetatiesamenstelling. In dat licht is het niet verbazingwekkend dat extreme droogte een zeer ingrijpend effect heeft op de vegetatiesamenstelling. Dat effect verloopt via een veelheid aan mechanismen die onmogelijk in enig detail in kort bestek kunnen worden samengevat. Om toch enig overzicht te krijgen zijn de belangrijkste mechanismen voor grondwaterafhankelijke natuur aangestipt in Figuur 12, waarvan we er enkele hieronder toelichten. Met zwarte lijnen is het mechanisme aangeduid van het droogvallen van (ven)bodems die normaal onder water staan of permanent met grondwater verzadigd zijn. Bij extreme droogte dringt in zo'n bodem zuurstof binnen, waardoor diverse stoffen oxideren. Daarbij wordt zuur geproduceerd. Ammonium wordt omgezet tot nitraat, dat onder natte omstandigheden wordt omgezet in stikstofgas. Zo verdwijnt er stikstof uit de bodem. Gereduceerde ijzersulfiden (pyriet) worden geoxideerd tot sulfaat, wat via de neerslag van opgelost ijzer leidt tot een betere fosfaatbinding in de bodem. Oxidatie leidt dus tot vershraling van een standplaats, maar ook tot verzuring en een hogere sulfaatbelasting. Tevens wordt organisch materiaal sneller afgebroken, wat gunstig is voor bijvoorbeeld plantensoorten die alleen op zandige venoevers leven, maar ongunstig in venige



Figuur 12: Enkele veel voorkomende effecten van extreme droogte op de bodem- en waterkwaliteit en hun gevolgen voor grondwaterafhankelijke natuur in hoog Nederland. In rood negatieve effecten, in groen positieve effecten. Voor verdere toelichting zie de tekst.

systemen omdat voedingsstoffen vrijkomen en het veen verdwijnt. Onder zulke omstandigheden kan algenbloei optreden (Figuur 13). Met blauwe lijnen is het effect aangegeven van lagere grondwaterstanden en het wegvallen van grondwaterinvloed in de wortelzone. De aanvoer van calcium en ijzer naar de toplaag van de bodem stopt, terwijl daar

wel extra zuur en stikstof vrijkomen door de betere doorluchting. Dit leidt tot een snelle verzuring van de toplaag, die doorgaans al binnen één groeiseizoen meetbaar is. Een deel van de gevolgen van extreme droogte is uitgesteld d.w.z. ze worden pas merkbaar als er weer voldoende neerslag gevallen is om grondwaterstromen

opnieuw te activeren. Sulfaat en zuur, die bijvoorbeeld geproduceerd werden in een ondergrondse pyrietafzetting die droog kwam te liggen, kan nu met het grondwater mee omhoog stromen. Soms wordt het rond die pyrietafzetting zo zuur dat ook aluminium en allerlei zware metalen in oplossing gaan en met het grondwater meekomen. Dit kan leiden tot ernstige verzuring en/of vermisting van grondwatergevoede natuur. Echter, als zo'n gereactiveerde grondwaterstroom een kalkhoudende laag aansnijdt, kan het ondiepe grondwater ook weer veel kalkrijker worden. In en om stilstaande wateren, natte schraallanden en broekbossen kunnen zeer soortenrijke gradiënten voorkomen van sterk door grondwater beïnvloede plaatsen naar meer van oppervlaktewater afhankelijke plaatsen. Dergelijke gradiënten zijn zeer gevoelig voor langdurig weggezakte grondwaterstanden, stoppende toevoer van oppervlaktewater, verminderde kwel en aantasting van de kwaliteit van het uittredende grondwater. Al deze factoren worden sterk beïnvloed door extreme droogte.

Het moge duidelijk zijn dat de effecten van extreme droogte per locatie sterk verschillen, maar doorgaans negatief uitpakken. In systemen met van nature al enigszins wisselende waterstanden zijn de effecten aanvankelijk vaak positief, maar bij aanhoudende verdroging gaan ook hier de negatieve effecten overheersen. In droge gebieden met weinig organisch materiaal, zoals stuifzanden, is extreme droogte zelfs voornamelijk positief voor de vegetatie doordat organisch materiaal versneld wordt afgebroken. Maar de negatieve effecten domineren en zijn vaak ook niet of nauwelijks terug te draaien. Dat laatste geldt bijvoorbeeld bij uitputting van de basenvoorraad in de bodem of bij het ontstaan van zuur producerende veenmoslagen in schraallanden en broekbossen.

4.3 Verlies biodiversiteit

Droogte levert verliezers op, maar ook winnaars. Moe-ten we dan niet eerder spreken over verandering van



Figuur 13: Soms treedt in droogvallende ondiepe wateren algenbloei op, zoals in juni 2020 in een buffer van het Fochteloërveen.

biodiversiteit in plaats van verlies? Helaas luidt het antwoord nee, want het verlies is veel groter dan de winst. Dat is aan drie belangrijke oorzaken te wijten. Ten eerste raken door droogte hele ecosystemen ontwricht, waardoor een hele reeks aan habitattypen verloren dreigt te gaan. Hiermee wordt de basis voor het voorkomen van tal van kenmerkende soorten ondermijnd. Niet alleen de bronnen, beken, vennen en natte heiden worden getroffen, ook de grondwaterafhankelijke systemen worden kwetsbaar, omdat er eerder in het seizoen vochttekorten optreden – én bovendien grotere – dan bij normale neerslaghoeveelheden. Ten tweede werkt de ontwrichting als gevolg van droogte vooral door op de habitatspecialisten, soorten die aangepast zijn aan een specifieke ecologische niche. Deze hebben vaak nauwe relaties met andere soorten opgebouwd. Wanneer de klokjesgentiaan verdwijnt, dan gaat ook het gentiaanblauwtje verloren, evenals de

gentiaanlangsprietmot en de gentiaanvedermot en de parasitaire sluipwespen, waarvan er twee voor het gentiaanblauwtje bekend zijn. Door hun goede aanpassing aan de specifieke omstandigheden van weinig dynamische systemen, zijn deze soorten vaak weinig mobiel. Hun voortbestaan hangt dus af van het behoud van hun leefgebied in de regio.

Inderdaad zijn er ook winnaars, warmteminnende soorten die het verdrogende landschap koloniseren. Hun aantal is echter beperkt. Dat komt omdat het soorten zijn die goed moeten kunnen omgaan met het huidige, door menselijk gebruik gedomineerde, versnipperde landschap. Alleen soorten die zich goed kunnen verspreiden, overweg kunnen met dynamische en vaak voedselrijke milieus, weinig last hebben van natuurlijke vijanden en niet afhankelijk zijn van zeldzame waardplanten of andere soorten zijn hierin succesvol. Die combinatie van eigenschappen vind je maar bij weinig soorten. Helaas voldoen invasieve exoten daar haast per definitie aan: anders worden ze immers niet invasief. Dit kleine aantal winnaars vormt dus bij lange na geen compensatie voor het verlies aan habitatspecialisten, eerder integendeel, aangezien de invasieve soorten juist een verdere bedreiging kunnen betekenen voor de aanwezige soortengemeenschap.

4.4 Veranderingen in de voedselketen

Veranderingen die optreden in de bodem- en waterchemie en in de dichtheden van planten- en diersoorten door droogte, hebben onherroepelijk effecten op de voedselketen. Met voedselketen wordt hier de overdracht bedoeld van voedingsstoffen van de ene naar de andere soort binnen een ecosysteem. Hebben verschillende van deze ketens dwarsverbanden, dan spreken we over een voedselweb. Vanwege de vele interacties en terugkoppelingen in een voedselweb zijn effecten van droogte niet eenvoudig te herkennen en verklaren. Ook zijn effecten van opwarming en droogte lastig van elkaar te scheiden. Of deze effecten vervolgens als negatief of positief moeten worden beoordeeld, verschilt

uiteraard per soort; vaak is er sprake van verschuivende concurrentieverhoudingen.

In voedselketens kunnen er vier factoren veranderen: 1) de hoeveelheid voedsel; 2) de bereikbaarheid van voedsel; 3) het moment waarop voedsel beschikbaar komt en 4) de kwaliteit van het voedsel. De verandering van beschikbaarheid in de tijd is vaak een gevolg van opwarming en minder van droogte. Deze veranderingen zijn zichtbaar. De droogte in 2018-2020 uit zich in zulke veranderingen, waarbij het erg lastig is de effecten van opwarming en droogte van elkaar te scheiden.

Bij dagvlinders zijn de effecten van droogte op de beschikbaarheid en kwaliteit van waardplanten (voor de rupsen) en nectarplanten (voor de vlinders) direct waarneembaar. Zowel in 2019 als 2020 werden er gemiddeld zeer lage aantallen geteld, maar vooral vlindersoorten van droge graslanden met droogtetolerante kruiden als waardplant namen juist toe: kleine parelmoervlinder (op akkerviooltje), kleine vuurvlinder (op schapenzuring) en bruin blauwtje (vooral op reigersbek). Voor enkele vlindersoorten van droge heide en stuifzanden - kommavlinder, heivlinder en kleine heivlinder - waren het juist dramatische jaren, waarin zowel de waardplanten (smalbladige grassen) als de belangrijkste nectarplanten (struikhei) stonden te verpieteren.

Ook enkele bedreigde vogelsoorten profiteerden van de droogte. Grauwe klauwieren zijn oogjagers die afhankelijk zijn van actieve prooien. In regenachtig en koel weer gaan veel nesten verloren door ondervoeding of predatie van de jongen. In de droge jaren 2018-2020 was de beschikbaarheid van prooien juist groot en het uitvliessucces hoger dan het jaarlijkse gemiddelde, waardoor de populatie landelijk met 50% toenam. In de kustduinen profiteerden tapuiten juist van de droogte. Deze vogelsoort zoekt al rennend voedsel in en op de bodem en kan letterlijk niet uit de voeten wanneer de vegetatie te hoog wordt. De droogte vergrootte de oppervlakte lage vegetatie en daarmee de bereikbaarheid van prooien. De zwarte specht gaat wellicht op de lange termijn voedselgebrek krijgen door droogte. Deze specht is grotendeels afhankelijk van insecten in



In de droge jaren 2018-2020 was de beschikbaarheid van prooien voor de Grauwe klauwier (links) juist groot en het uitvliessucces hoger dan het jaarlijkse gemiddelde. De zwarte specht (rechts) daarentegen kan voedselgebrek krijgen bij langdurige droogte.

afstervend naaldhout. In het bosbeheer wordt steeds meer gestuurd op loof- en gemengd bos, die minder gevoelig zijn voor opwarming en droogte dan naaldbos, waardoor het voedselaanbod afneemt. Bovendien bevat hout dat langzaam uitdroogt veel langer prooien dan hout dat snel uitdroogt.

De chemische kwaliteit van planten verandert onder veranderende groeiomstandigheden en daarmee hun voedselkwaliteit voor herbivoren. Dit is gebleken uit onderzoek naar de gevolgen van hogere stikstofbeschikbaarheid en verzuring. Deze processen worden door droogte versterkt. De totale voedingstoffengehaltes in planten kunnen veranderen, maar nog belangrijker is dat de verhoudingen tussen voedingsstoffen verschuiven. Daardoor ontstaat een onbalans die zich voortzet in de voedselketen. Verder maken veel plantensoorten onder slechte groeiomstandigheden meer vraatwerende stoffen aan. Dat is voor sommige planteneters ongunstig, maar hiervoor aangepaste herbivoren levert het voordeel op. Hoewel nog slechts voor een klein aantal soorten veranderingen in beschikbaarheid of kwaliteit van voedingsstoffen door droogte bewezen is, geven de

voorbeelden aan dat frequente periodes van droogte een groot effect kunnen hebben op het voedselweb. Deze effecten staan niet op zichzelf, maar worden veelal versterkt (zelden afgezwakt) door andere stressfactoren. Zo zorgen verzuring en vermisting voor celfysiologische veranderingen bij ondiep wortelende bomen en in heide, waardoor ze gevoeliger worden voor droogte en vrieskou. Droogte en opwarming gaan veelal samen, wat droogtestress versterkt. Ten slotte, zijn relictpopulaties veel kwetsbaarder voor andere extreme weersomstandigheden, zoals stortbuien. Droogte is voor veel soorten wellicht de laatste druppel!

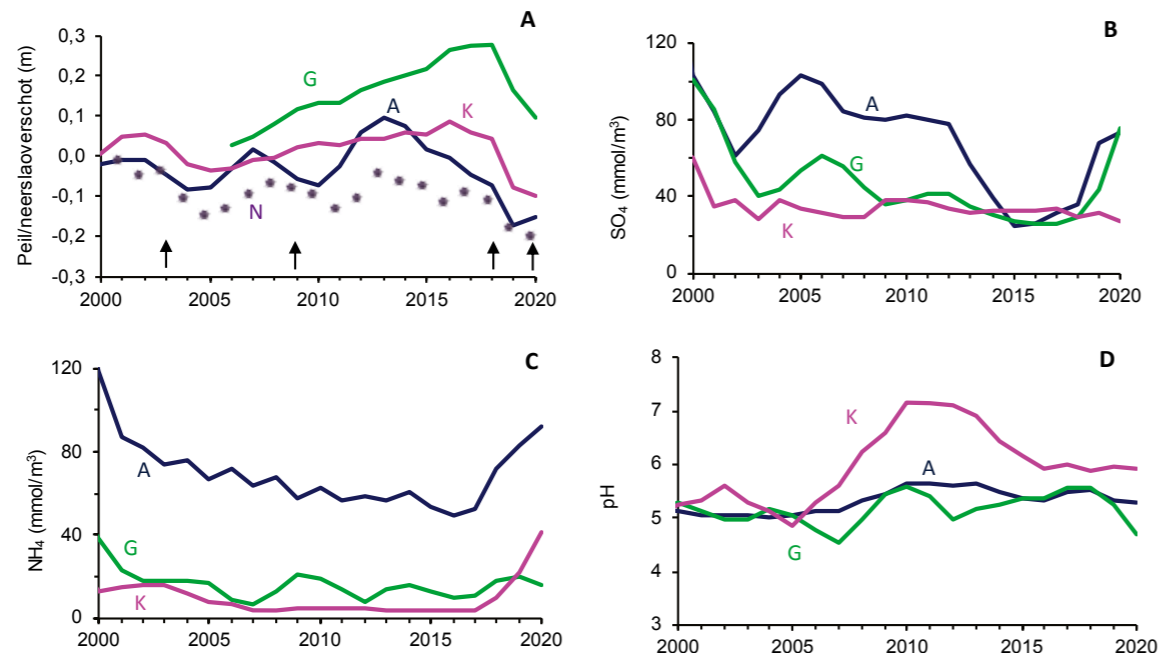
4.5 Enkele casussen

4.5.1 Harde klappen in vennen

Vennen zijn ondiepe plassen met wisselende waterstand met een zandige ondergrond, die geheel of grotendeels door neerslag worden gevoed. Geheel door regenwater gevoede (geïsoleerde) vennen zijn van oorsprong meestal zuur, ongebufferd en voedselarm. Vennen met toevoer van grondwater (kwel) zijn meestal minder zuur en zwak gebufferd tot matig voedselrijk.

Figuur 14: Verloop van driejaars voortschrijdende gemiddelden van waterpeil (ten opzichte van langjarige gemiddelden) en dito neerslagoverschot in het zomerhalfjaar te De Bilt (N) in de geïsoleerde vennen Kliplo (K, Drenthe), Gerritsfles (G, Veluwe) en Achterste Goorven (A, Brabant). De pijltjes geven zeer droge zomers aan ($N < -0,2$ m).

Bronnen: Metingen KNMI, de waterschappen Drents-Overijsselse Delta, Vallei en Veluwe en De Dommel, Staatsbosbeheer, Natuurmonumenten en Torenbeek Consultant.



Afhankelijk van de morfologie (steile of vlakke oevers) en toevoer van grond- en/of oppervlaktewater fluctueren de waterstanden jaarlijkse meestal met 0,2 – 0,5 m, terwijl de verblijftijd van het water zo'n drie jaar is. Na extreem droge zomers (neerslagtekort in het zomerhalfjaar > 0,2 m), zoals 2018 en 2020, daalt de gemiddelde waterstand enkele decimeters, het meest in vennen met vlakke, droogvallende oevers (Figuur 14A). Zelfs in de Gerritsfles is de continu stijgende waterstand (door natuurlijke oorzaken) omgebogen in een daling.

De invloed van droge zomers op chemie van en organismen in vennen is door verdroging en zure depositie (zwavel, stikstof) sterk veranderd (zie "Veranderingen in water- en bodemchemie"). De wisselwerking tussen de versturende factoren is bovendien complex. Zo veroorzaakten de recente droogten in sommige vennen een toename van sulfaat (oxidatie van gereduceerd zwavel

uit de bodem) en in andere juist een vermindering (door toegenomen zwavelreductie bij hogere temperaturen). Vergelijkbare processen spelen bij ammonium en zuurgraad (Figuur 14B-D). Verminderde toestroming van (ijzerrijk) grondwater vergroot de fosfaat- en sulfaatverrijking. Door sulfaatverrijking kan het water zuurder worden, waardoor de afbraak van organisch materiaal afneemt en de sliblaag dikker wordt.

Droogval en (diep) uitzakkende grondwaterstanden kunnen bovendien leiden tot irreversibele aantasting van organische, slecht doorlatende bodemlagen, waardoor ze beter waterdoorlatend worden en het waterregime van het ven verandert. Minder grote dalingen zorgen in hoogveenvennen voor oppervlakkige oxidatie en extra mineralisatie, waardoor de bultvormende veenmossen een klap hebben gehad. Pijpenstrootje profiteert van de extra mineralisatie en heeft de ruimte

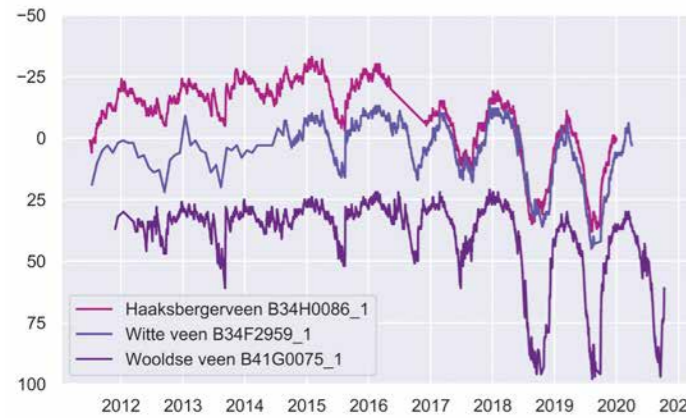
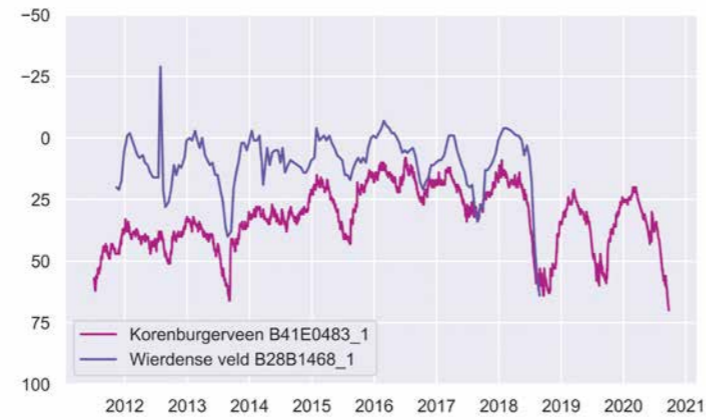
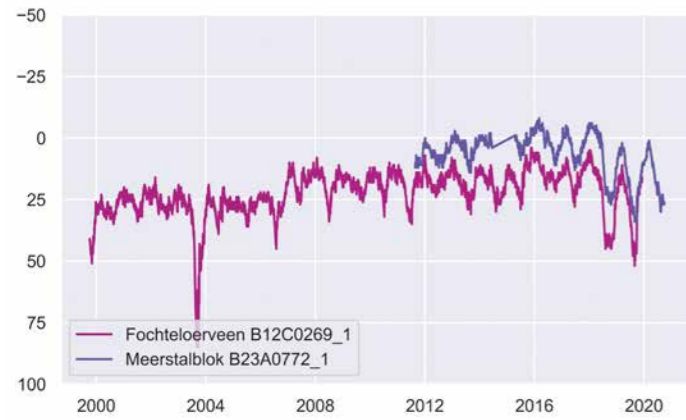
overgenomen. Langs de randen van zure vennen profiteren knolrus en geoord veenmos van de droogte en de daarmee gepaard gaande lagere waterstanden en verzuring. Oeverkruid, dat kenmerkend is voor (zeer) zwak gebufferde vennen, is voor zijn kieming afhankelijk van droogvallende oevers. Het heeft zich na de droogten van 2018 en 2019 plaatselijk dan ook uitgebreid, maar is in andere vennen verdrongen door de invasieve exoot watercrassula, of door pijpenstrootje en riet, die profiteren van de mineralisatie van de organische laag. Ook andere soorten van voedselrijke omstandigheden, zoals wolfspoot en perzikkruid verschijnen dan, en de venoevers verruigen. Hydrologische fijnproevers uit gradiëntrijke vennen, met een zeer stabiele waterhuishouding en enige toevoer van gebufferd grond- of oppervlaktewater, zoals bleekgeel blaasjeskruid, plat blaasjeskruid en rood schorpioenmos hadden het vóór de recente droogten toch al moeilijk en dreigen nu geheel te verdwijnen. Ook vlottende bies, moerashertshooi, moerassmele en duizendknoopfonteinruid hebben klappen gekregen, waarschijnlijk door verminderde lokale kwel. Van de langetermijneffecten van droogte op de levensgemeenschappen van het oppervlaktewater weten we

weinig. Van kiezelwieren is bekend dat de diversiteit sterk afneemt tijdens zeer droge zomers, vooral door de begeleidende verzuring, ten gunste van zuurresistente soorten.

De effecten op de fauna van vennen zijn divers. De larven van de uiterst zeldzame brede geelgerande waterroofkever leven tussen grote planten, zoals waterdriblad. Dat droogde aan venoevers uit, waardoor het voortbestaan van deze beschermde soort uit de Habitatrichtlijn in gevaar kwam. Van de libellen zijn de populaties van noordelijke soorten, zoals speerwaterjuffer, venglazenmaker en maanwaterjuffer drastisch achteruitgegaan. Zowel de hoge temperaturen als de drooggevallen venoevers - waardoor ze zich niet kunnen voortplanten - zijn schadelijk voor deze soorten. Mobiele, zuidelijke soorten als zuidelijke keizerlibel en zuidelijke glazenmaker nemen juist toe. De meeste amfibieën zijn ingesteld op calamiteiten: ze leggen veel eitjes en kunnen één mislukt jaar compenseren met een goede voortplanting in het volgende jaar. In vennen zullen zij dankzij de meerjarige droogte in een komend nat voorjaar vermoedelijk profiteren van de achteruitgang van exotische vissoorten (zonnebaars, hondsvijl).



Moerashertshooi is één van de soorten van zwak gebufferde wateren die getroffen is door de aanhoudende droogte.

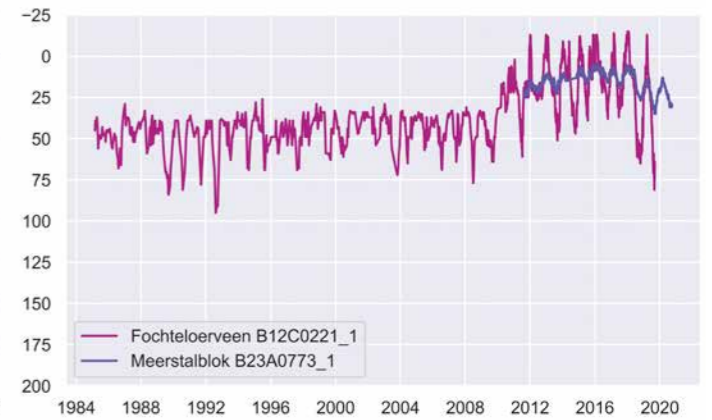
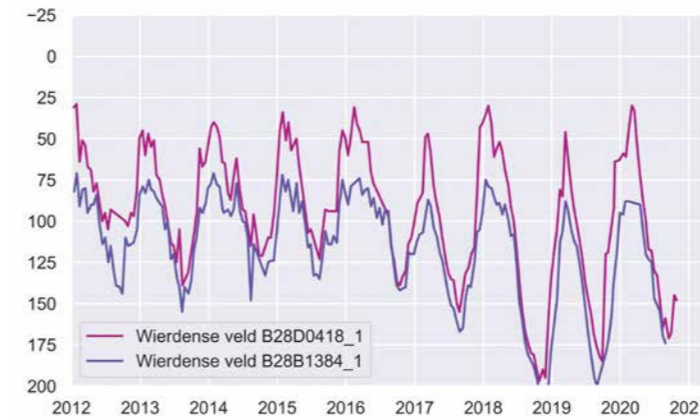


Figuur 15: Verloop van de grondwaterstanden in peilbuizen in de centra van hoogveenrestanten met goed ontwikkelde begroeiingen van bulten, slenken of veenmosrijke natte heiden. Bron: Dinoloket.

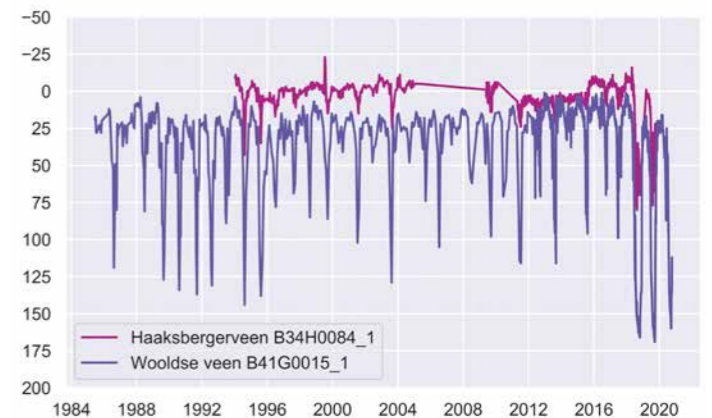
4.5.2 Massale berkenopslag in hoogvenen

De reactie van de Nederlandse hoogvenen op de droogte sinds 2018 is heel verschillend. Sommige hoogvenen bleven goed nat en moeilijk begaanbaar, in andere kon je op schoenen door de normaliter kletsnatte compartimenten lopen. Die verschillen hebben alles te maken met de positie in het landschap, de dikte van het veenpakket en de effectiviteit van hydrologische herstelmaatregelen. De hoogveenrestanten met dikke restveenpakketten zijn na het nemen van zulke maatregelen het minst gevoelig voor de aanhoudende droogte. In de andere hoogveenrestanten zijn de ge-

nomen hydrologische herstelmaatregelen nog onvoldoende of nog niet effectief; de groei van veenmossen en veen verloopt nu eenmaal langzaam. Het Meerstalblok (Bargerveen) en het Fochteloërveen zijn grote, hoog in het landschap gelegen hoogveenrestanten met dikke restveenpakketten waar ingrijpende hydrologische herstelmaatregelen zijn genomen en aan de buitenzijden buffers zijn aangelegd. Door deze herstelmaatregelen zijn de standen in het centrum van beide gebieden fors gestegen (Figuur 15). In 2018 zakten ze weer betrekkelijk diep weg onder invloed van de droogte, waarna ze in de daaropvolgende (betrekkelijk) droge jaren nog iets verder wegzakten: het systeem teert steeds wat verder in op zijn watervoorraad. Desondanks dalen de standen in het Meerstalblok nog niet verder dan 30 cm onder maaiveld, de kritische grens voor het behoud of de ontwikkeling van een acrotelm, die noodzakelijk is voor actief hoogveen. In het Fochteloërveen zakten ze ongeveer een decimeter verder uit. Deze hoogvenen lijken tot dusverre voldoende buffer te hebben tegen de droogte. Dat is waarschijnlijk mede te danken aan de aangelegde buffers. Ze hebben gezorgd voor een duidelijke stijging van de gemiddelde waterstanden en minder diep wegzakkende waterstanden aan de randen van de restanten (Figuur 16). Het Wierdense Veld en het Korenburgerveen zijn



grotere restanten met dunnere veenpakketten. In hun randen stroomt grondwater toe uit dikke watervoerende pakketten. De peilbuizen staan in of nabij actief hoogveen en tonen stabiele, hoge en weinig schommelende waterstanden, mede dankzij eerdere hydrologische herstelmaatregelen in de gebieden zelf (Figuur 15). Wanneer in 2018 de droogte toeslaat, dalen de standen meteen en fors, tot meer dan 30 cm onder maaiveld. Deze scherpe en sterke reactie indiceert dat deze restanten minder weerstand tegen waterverliezen bezitten dan het Meerstalblok en het Fochteloërveen en dat de waterverliezen daarom groter zijn. Dat blijkt ook uit het grondwaterregime aan de randen van het Wierdense Veld (Figuur 16). Daar lijkt de waterstand sinds het begin van de reeksen, ondanks genomen interne herstelmaatregelen, nog steeds verder te dalen. In 2018 stonden de veenputten aan de buitenzijden helemaal droog en rustte een dunne korst van ingedroogd waterveenmos op de zandondergrond (Figuur 17). De waterstandsschommelingen zijn er vele malen groter dan in de gebufferde randen van beide Drents-Friese venen. Het Witteveen, Haaksbergerveen en Wooldse Veen, zijn drie hoogveenrestanten op het Oost-Nederlands Plateau met betrekkelijk dunne restveenpakketten, waar diverse hydrologische herstelmaatregelen zijn geno-



Figuur 16: Het verloop van de grondwaterstanden in de randen van hoogveenrestanten. Bron: Dinoloket.

men. Ze zijn ontstaan in ondiepe kommen in een dikke, heel slecht doorlatende leem- en/of kleiondergrond, waar vanuit kleinere hydrologische systemen in dunne watervoerende pakketten water toestroomt. Deze venen reageren in 2018 direct en sterk op de droogte, waarbij in het Haaksbergerveen zelfs bekkens droogvallen en grote peilfluctuaties optreden (Figuur 15; Figuur 18). Deze hoogveenrestanten zijn heel kwetsbaar voor droogte vanwege de combinatie van een betrekkelijk geringe grootte, relatief dunne veenpakketten en de sterke neerslagafhankelijkheid van kleine grondwater-



Figuur 17: In 2018 stonden de veenputten in de noordoostelijke rand van het Wierdense Veld volledig droog. Op de zandondergrond ligt een dunne, ingescheurde korst van waterveenmos.

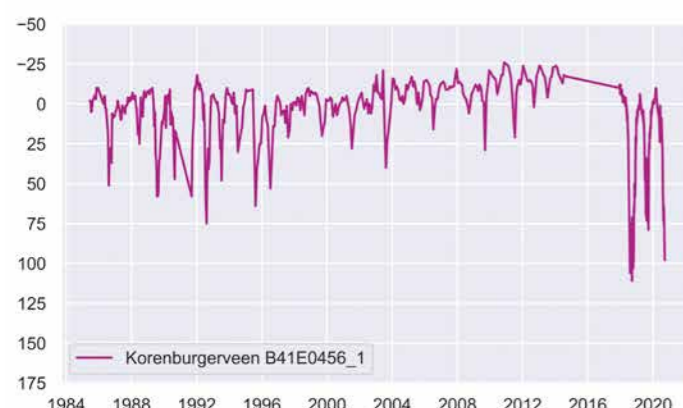
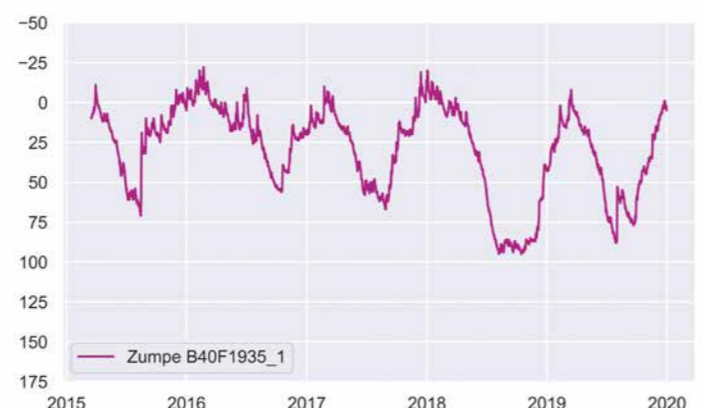
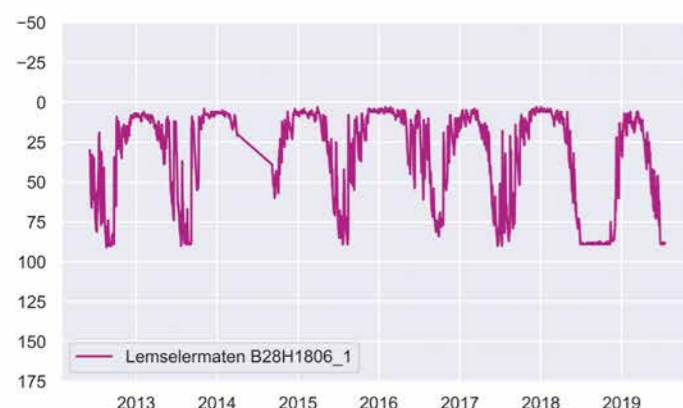
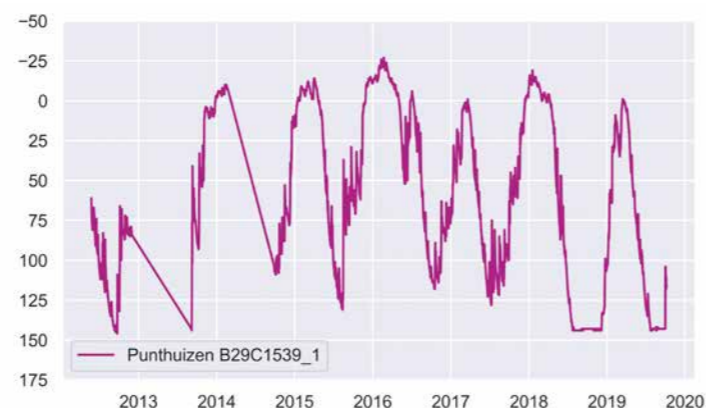
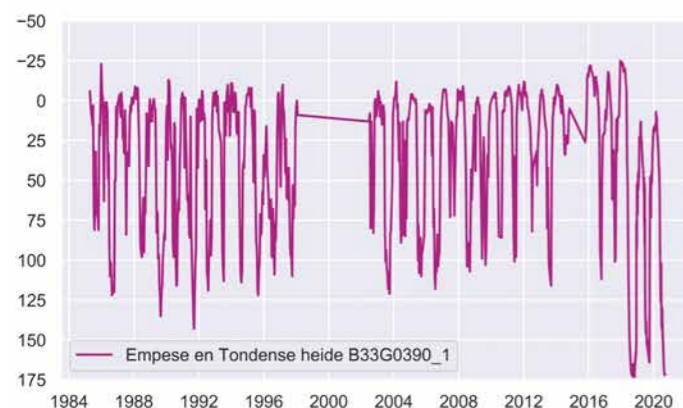
systemen. De peilbuizen aan de randen van deze venen tonen dat heel duidelijk (Figuur 16). De aanhoudende droogte heeft in 2020 in de zwaarst getroffen hoogvenen geleid tot het droogvallen van bekkens en veenputjes. De velden met waterveenmos

en de bulten met veenmossen ineengeschrumpeld. Op andere plaatsen is de kale veenbodem begroeid met knolrusveldjes. De vitaliteit van veenpluis en eenarig wollegras is sterk verminderd en overal slaan massaal berken op.

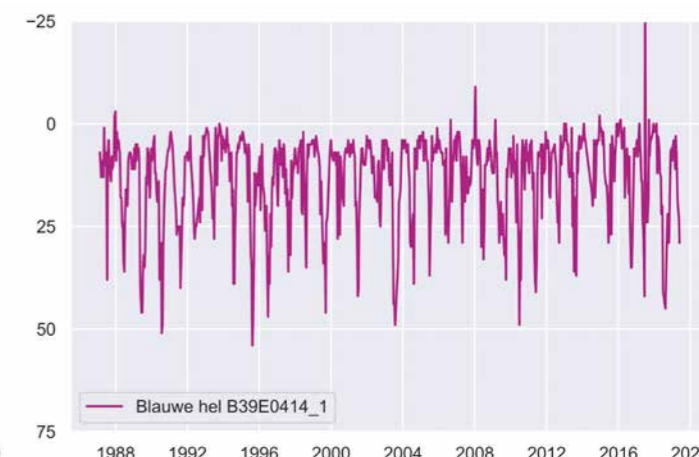
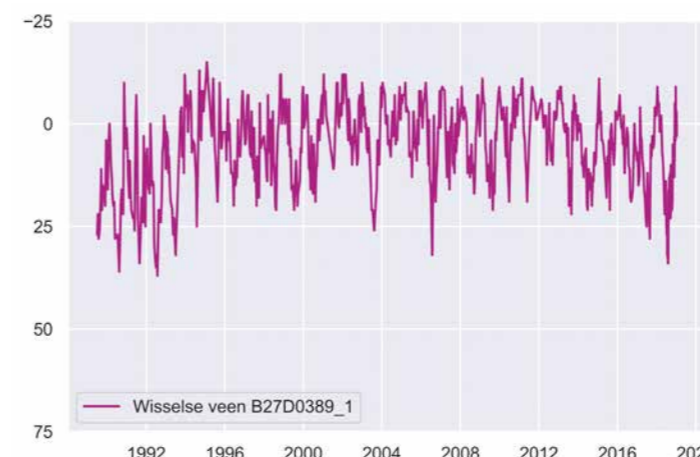


Figuur 18: Herstelend hoogveen in het Haaksbergerveen. Foto boven op 17 juli 2016 en onder op 26 september 2020.





Figuur 19: Het grondwaterstandsverloop in natte schraallanden van kleine en middelgrote grondwatersystemen. Bron: Dinoloket.



Figuur 20: Het grondwaterstandsverloop in natte schraallanden van grote grondwatersystemen. Bron: Dinoloket.

4.5.3 Waterstanden natte schraallanden schieten onderuit

De droogte is ook van grote invloed op het grondwaterregime van natte schraallanden. Deze laagproductieve graslanden, waartoe onder andere blauwgraslanden, dotterbloemhooilanden en kleinezeggemoerassen behoren, zijn gekenmerkt door plantensoorten die afhankelijk zijn van hoge grondwaterstanden dankzij kwel van grondwater, in ieder geval gedurende het winterseizoen. Daardoor wordt de wortelzone van de vegetatie jaarlijks aangerijkt met basen die die voorkomen dat de bodem verzuurt. 's Zomers mogen de waterstanden wat dieper wegzakken. Meestal wordt daarbij een grens aangehouden van 80 cm onder maaiveld. Onder specifieke omstandigheden mag dat wat dieper zijn, maar dan is het noodzakelijk dat de winterwaterstanden tot in het maaiveld reiken. Dat gebeurt alleen als de aangrenzende laagte onder een laag regenwater komt te staan. Gebeurt dat niet, dan kan het basenrijke grondwater het maaiveld van het blauwgrasland niet bereiken en verzuurt de bodem. Hoe snel dat gaat is afhankelijk van de basenvoorraad in de bodem en hoe lang het basenrijke grondwater normaliter het maaiveld van het desbetreffende blauwgrasland bereikt. Is die voorraad gering en die duur kort dan treedt snel verzuring op.

In blauwgraslanden waarvan de basenvoorraad op peil wordt gehouden via lokale grondwatersystemen, zoals Punthuizen en de Empese en Tondense Heide heeft de droogte twee effecten: het grondwater bereikt in de winter het maaiveld niet meer en de zomergrondwaterstanden zakken 's zomers tot wel een halve meter dieper weg (Figuur 19). Het zal daardoor veel langer duren voordat de aangrenzende laagte 's winters weer onder water komt te staan en basenrijk water het maaiveld van het aangrenzende maaiveld kan bereiken. In natte schraallanden waar de basenvoorziening en de waterstanden in stand worden gehouden door grotere, subregionale watersystemen, zoals Lemselermaten, Korenburgerveen en De Zumpe zien we eenzelfde effect, zij het dat de laagste grondwaterstanden meestal niet dieper dan een meter onder maaiveld wegzakken (Figuur 19). Dat is toch nog altijd 25 cm – en in het Korenburgerveen ondanks de genomen hydrologische herstelmaatregelen zelfs ruim 75 cm – meer dan in de voorafgaande jaren. Ook de hoge winterstanden dalen geleidelijk en duren korter. Deze graslanden hebben veelal een grotere basenvoorraad dan die van de vorige groep en kunnen de verzuring daarom langer tegen gaan. Dat geldt echter niet voor het Korenburgerveen, waar de waterhuishouding van de daar verzuurde



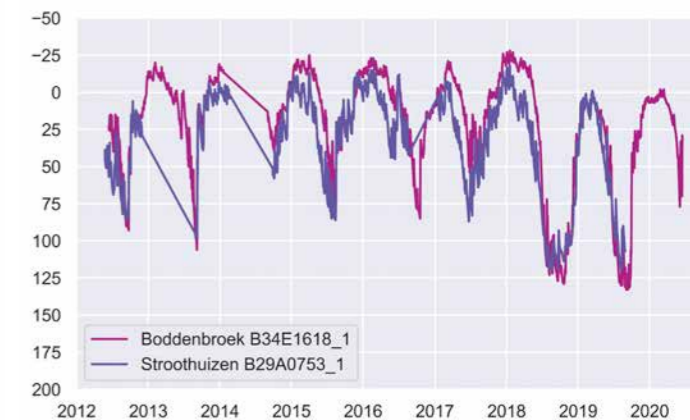
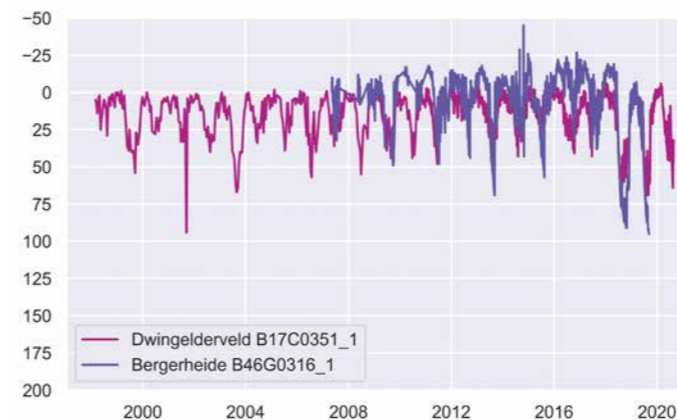
Figuur 21: Wolverlei kwam in het Natura 2000-gebied Stelkamps Veld in 2020 niet meer tot bloei. In augustus waren de bladeren al grotendeels verdord.

blauwgraslanden net was hersteld. Daar frustrereert de droogte het herstel.

In natte schraallanden waar het grondwaterregime door grote, regionale grondwatersystemen wordt gestuurd, zoals aan de flanken van de Veluwe (Wisselse Veen) en de Utrechtse Heuvelrug (Blauwe Hel) (Figuur 20), maar ook in de Drentse Aa (eigen waarnemingen) blijven de waterstanden veel stabiel. Deze regionale grondwatersystemen reageren trager op minder neerslag dan de lokale en subregionale, waardoor de waterstanden in hun kwelgebieden gedurende de aanhoudende droogte van 2018-2020 veel stabiel konden blijven.

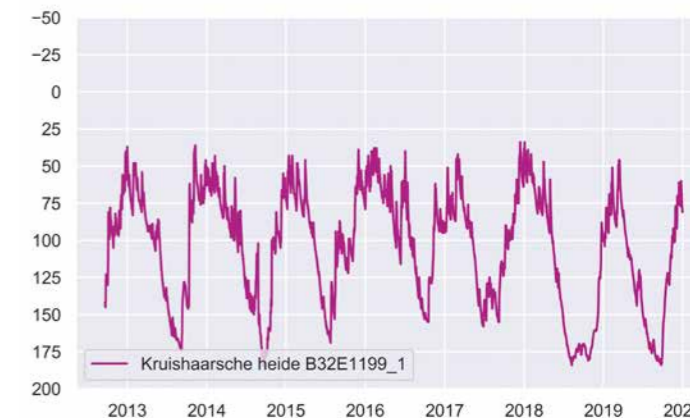
We beschikken niet over lange reeksen met vegetatiegegevens om de invloed van de droogte te kunnen bepalen op de soortensamenstelling van deze natte schraallanden. Maar tijdens veldbezoeken in het voorjaar en de zomer van 2020 aan verschillende natte schraallanden in de Achterhoek zagen we een sterke achteruitgang van eenjarige pioniers (Figuur 21), een verminderde vitaliteit van verschillende orchideeënsoorten en wegwijnende soorten van heischrale graslanden. In één terrein was de vegetatie over grote oppervlakten verdwenen (Figuur 22) en hadden insecten duizenden holletjes gegraven in de roestrode, grondwatergevoede zandbodem.

Figuur 22: In augustus 2020 bezaten grote oppervlakten in de laagste delen van de Heidenhoekse Vloed (Gelderse Achterhoek) geen vegetatie meer. De pioniervegetatie die hier normaliter staat, kwam de afgelopen droge jaren niet meer tot ontwikkeling. De droogte stimuleerde boomopslag.



4.5.4 Pijpenstrootje gaat het winnen in vochtige heide

Vochtige heiden zijn beperkt tot vochtige en matig natte zandgronden en licht verdroogde hoogvenen waar regenwater infiltreert of jong en zuur grondwater zijdelings toestroomt vanuit naastgelegen zandruggen. Er worden verschillende vormen onderscheiden, waaronder een typische, betrekkelijk soortenarme vorm en één met veel veenmossen. Die met veel veenmossen kent hogere gemiddelde en laagste grondwaterstanden dan de typische vorm, waarbij waterstanden nabij maai-veld veel langduriger optreden. In Figuur 23 staan grafieken met het verloop van de grondwaterstanden van verschillende vochtige heiden. Het zal niet verbazen dat in deze regenwatergevoede vegetatie de droogte goed zichtbaar is. Sinds het begin van de droogte in 2018 zijn in alle peilbuizen de laagste waterstanden met circa 25 cm (of soms nog meer) gedaald. Ook de hoogste waterstanden zijn gedaald, uitgezonderd het Dwingelderveld waar vermoedelijk water vanuit de hogere omgeving toestroomt. De peilbuis van de Kruishaarsche Heide vertegenwoordigt een sterk met pijpenstrootje vergraste vochtige heide. Ondanks de al lage waterstanden, zorgt de droogte hier voor een verdere daling. Wanneer de huidige droogte zich voortzet, zal de bedekking van pijpenstrootje toenemen en zullen in de



Figuur 23: Verloop van de grondwaterstanden in vochtige heide. Bron: Dinoloket.

natste vormen de veenmossen, maar ook beenbreek, witte snavelbies en andere grondwaterafhankelijke soorten achteruitgaan of zelfs verdwijnen. Plaggen heeft dan weinig zin omdat we weten dat op zulke verdroogde standplaatsen pijpenstrootje binnen tien jaar weer overheersend zal zijn. De bijzondere soorten die na plaggen ontkiemen uit de zaadbank, zoals moeraswolfsklauw, kleine zonnedauw, witte- en bruine snavelbies en klokjesgentiaan, zijn dan al weer (grotendeels) verdwenen.

4.5.5 Omwenteling van loopkevergemeenschap in droge heide

Het vochtvasthoudend vermogen van droge heide is door de zandige bodem laag en de vaak open bodem ontvangt veel zonnestraling. Soorten van voedselarme habitattypen op de hogere zandgronden staan bekend als xero-thermofiele (droogte- en warmteminnende) soorten. Hoewel deze soorten droge omstandigheden vrij goed weten te doorstaan, is de term misleidend: voor elk organisme geldt dat zij bij toenemende droogtestress steeds moeilijker in staat zullen zijn hun levenscyclus te volbrengen. Dat bleek uit recent onderzoek op de Strabrechtse Heide. Hier werden loopkevers bemonsterd tussen 2015 en 2019, d.w.z. enkele jaren voorafgaand aan het recorddroogtejaar 2018 en het daaropvolgende wat minder extreme jaar (Figuur 1). Eind 2018 was het effect van de droogte evident (Figuur 24). De massale sterfte van struikheide en andere relatief ondiep wortelende planten indiceerde dat de bovenste wortelzone in 2018 volledig en langdurig uitdroogde. De diep wortelende grove dennen doorstonden de droogte beter. Op Strabrecht, maar ook in het Nationale Park de Hoge Veluwe zorgde droogte voor een veel intensievere begrazing van bomen en de nog vitale struikheideplanten, en zelfs van mossen. Hierdoor brak het vegetatiedek versneld open, kon nog meer zonin-



Figuur 24: De toestand van de droge heide bij de locatie van het experiment in Strabrecht aan het einde van het droogtejaar 2018. De ondiep wortelende struikheide en fijne grassoorten zijn massaal afgestorven in tegenstelling tot de dieper wortelende grove dennen. Ook zij hebben echter sterk geleden van de droogte.

straling de bodem bereiken en werden de effecten van de droogte voor bodemactieve fauna verder versterkt.

Zo traden sterke aantalsverschuivingen op bij loopkevers, niet alleen in 2018 maar ook in het nattere 2019 (Tabel 1). Hieruit blijkt dat xerofiele soorten van droge heide niet zonder meer ‘immuun’ zijn voor langdurige droogte. Er waren meer soorten die afnamen door de droogte (dalers) dan die ervan profiteerden (stijgers). De dalers bestonden overwegend uit lopende, laag mobiele soorten, waarvan de adulten grote moeite hadden om uit te wijken of zich voort te planten. Voor zover dat gebeurde, hebben ook hun larven de droogte waarschijnlijk slecht doorstaan. Een deel van de stijgers piekte in 2018 om in 2019 meteen weer sterk in aantal af te nemen. Deze ‘piekers’ bestonden voornamelijk uit kleine tot middelgrote, vliegende soorten - met derhalve een goed dispersievermogen -, die in 2018 de monsterlocaties massaal koloniseerden. Ook deze soorten hadden een laag voortplantingssucces, zoals de sterke afname in 2019 indiceert, waarschijnlijk door een lage larvale overleving.

Van de stijgers is de groene zandloopkever de enige xerofiele soort die duidelijk geprofiteerd heeft. De tot 20 cm diep ingegraven leefwijze van zijn larven heeft

Soort	Voedsel	Xero/Hygro	Dispersie	2015	2016	2018	2019
Getraliede schallenbijter <i>Carabus clathratus</i>	Carnivoor	Hygro	Lopend, groot	156	56	465	592
Groene zandloopkever <i>Cicincela campestris</i>	Carnivoor	Xero	Vliegend	4	15	31	30
Roodtasterkruiper <i>Harpalus rufipalpis</i>	Herbivoor	Xero	Vliegend	2	0	50	27
Gewone glimmer <i>Amara lunicollis</i>	Herbivoor	Neutraal	Vliegend	59	26	123	28
Amara tibialis	Herbivoor	Xero	Vliegend	0	4	122	9
Zandkruiper <i>Harpalus tardus</i>	Herbivoor	Xero	Vliegend	3	1	25	9
Veelkleurige kielspriet <i>Poecilus versicolor</i>	Carnivoor	Neutraal	Vliegend	67	130	123	56
Zwartkoptandklauw <i>Calathus melanocaphalus</i>	Carnivoor	Neutraal	Lopend	290	191	185	30
Korrelschallenbijter <i>Carabus problematicus</i>	Carnivoor	Xero	Lopend, groot	85	162	93	27
Heideschallenbijter <i>Carabus arcensis</i>	Carnivoor	Xero	Lopend, groot	134	150	20	12
Dwerggravertje <i>Dyschirius globosus</i>	Insectivoor	Neutraal	Lopend, klein	219	201	225	3
Roestrode loopkever <i>Leistus ferrugineus</i>	springstaarten	Hygro	Lopend	55	33	3	3

Tabel 1. Overzicht van de sterkste stijgers (groen), piekers (zalm) en dalers (rood) van de meest abundante loopkeversoorten met hun voedselvoorkeur, mate van droogte(xero)- of vocht(hygro)tolerantie en dispersievermogen bemonsterd vóór, tijdens en na het droogtejaar (2018) op Strabrechtse Heide. Vetgedrukte soorten worden beschouwd als kenmerkend voor (droge) heiden. Per jaar is het totaal aantal gevangen exemplaren gegeven.

hun overlevingskansen wellicht verhoogd. Bijzonder is ten slotte de enorme toename van vangsten van de landelijk zeer zeldzame getraliede schallenbijter, waarvan op de Strabrechtse heide een grote populatie voorkomt. Vreemd genoeg heeft deze loopkever een amfibische levenswijze en foereert zich vermoedelijk vooral langs de vennen. Toch wordt ze regelmatig ver van de vennen in droge heide aangetroffen. We vermoeden dat de adulten die geen ontwikkelde vleugels hebben zich hier regelmatig lopend verplaatsen van het ene naar het andere ven. Dit kan meteen de verklaring zijn voor de sterke toename: door het uitdrogen van de vennen werden de adulten gedwongen te verkassen, op zoek naar nog resterend vochtig leefgebied.

We concluderen dat langdurige, extreme droogte grote invloed heeft op alle soorten van droge heidelandschappen, ook voor zogenaamde droogtetolerante soorten. Het begrip “droogtetolerant” voorspelt de reactie van zo’n soort echter onvoldoende. Inzicht in de achterliggende eigenschappen die maken dat een soort droogtetolerant is, geven een betere verklaring. Verder werd duidelijk dat een toename van vangsten bij droogte niet per se geïnterpreteerd mag worden als een positief effect daarvan, zoals blijkt uit de exodus van de getraliede schallenbijter uit de drooggevalven vennen. Hetzelfde geldt mogelijk voor de pieken van diverse andere vliegende soorten tijdens het droogtejaar 2018.

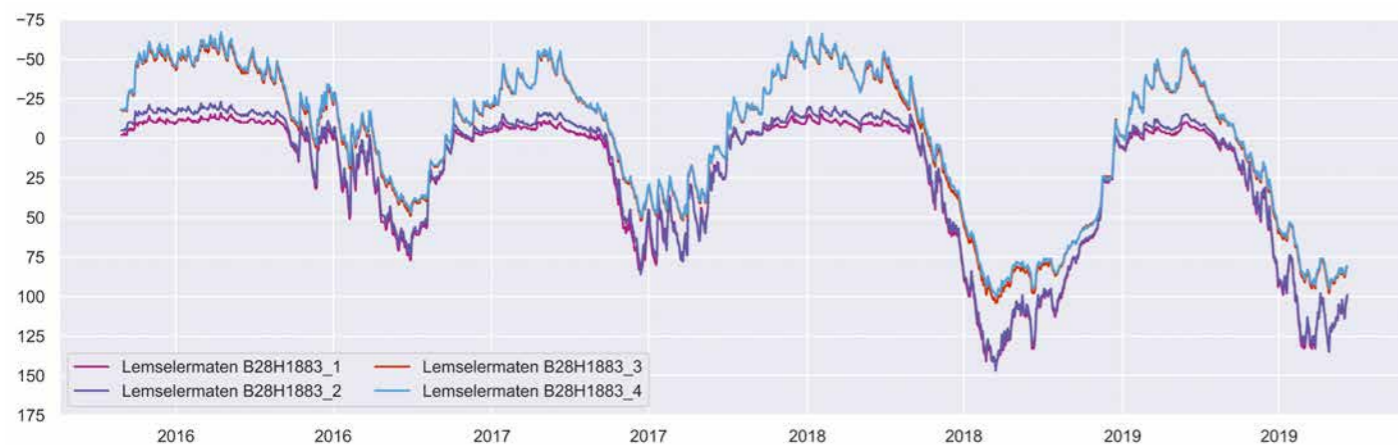
4.5.6 Effecten op bossen

In het beekbegeleidende bos in de Twentse Lemselermaten staan peilbuizen die op verschillende diepten de standen van het ondiepe en de stijghoogten van het diepe grondwater meten (Figuur 25). De diepste buis heeft het achtervoegsel 4, de ondiepste buis 1. Het grondwater in de diepere buizen 3 en 4 staat duidelijk hoger dan dat in de ondiepe buizen 1 en 2. 's Winters bedraagt het verschil bijna een halve meter. Dit betekent dat er in het beekbegeleidende bos kwel van diep grondwater optreedt. Het effect van de droogte in 2018 en 2019 is dat het water in alle buizen minder lang hoog blijft staan en dat 's zomers de laagste standen tot wel een halve meter dieper wegzakken dan in de normale jaren 2016 en 2017. Dit laat zien, net als in de blauwgraslanden van de Lemselermaten, dat tijdens aanhoudende, extreme droogte de grondwaterstanden en diepe stijghoogten in grotere, subregionale systemen niet op een hoog niveau gebufferd blijven. Weliswaar blijft het drukverschil tussen het diepere en ondiepere grondwater in stand, maar op een lager niveau; één waarbij 's zomers capillaire opstijgend basenrijk grondwater nog net de wortelzone van de vegetatie kan bereiken.

De bossen op hoog gelegen plaatsen met van nature diepe grondwaterstanden zijn voor hun vochtvoor-

ziening afhankelijk van hangwater d.w.z. regenwater wat in de bovenste bodemlagen wordt vastgehouden, vooral aan humus, en capillaire opstijging vanuit het grondwater. Voldoende capillaire nalevering kan alleen plaatsvinden indien het grondwater niet te diep wegzakt onder de (effectieve) wortelzone. Deze afstand is voor zwak lemig zand 90 cm, bij sterk lemig zand ongeveer 110 cm en in leemarm of grof zand slechts 20 cm. Dat betekent dat veel van deze bossen gevoelig zijn voor watertekort, in het bijzonder de stuifzandbossen waar de laag met omgezette humus dun is. Het zijn dan ook deze bossen waar veel boomsterfte optreedt of de vitaliteit van diverse boomsoorten sterk vermindert. De vroegbloeiende voorjaarsflora, die kenmerkend is voor vochtige bossen, heeft vooral last van de voorjaars die steeds warmer en droger worden. De vochtvoorziening verslechtert snel voor deze veelal ondiep wortelende planten. Allereerst doordat de daling van de grondwaterstand dan eerder inzet. Aangezien het beschutting gevende bladerdek nog ontbreekt, is de verdamping van de kruidlaag hoger en droogt de bodem eerder oppervlakkig uit. De biodiversiteit van onze rijkere beekbegeleidende bossen en eiken-haagbeukenbossen komt door de voorjaarsdroogte nog verder onder druk. Deze bossen hebben, net als de elzenbroeken, al ernstig te leiden van verdroging en de daardoor veroorzaakte

Figuur 25: Grondwaterstanden in een peilbuis in een beekbegeleidend bos in de Lemselermaten (Overijssel).



Elzenbroek in de Lemselermaten (Overijssel).

verzuring en vermessing. De voorjaars- en zomerdroogte versterkt de effecten daarvan nog eens: een verdere achteruitgang van grondwaterafhankelijke soorten, een toename van soorten van instabiele waterstanden zoals mannagrass, ruwe smele en rietgrass en nog meer verruiging met bramen, brandnetels, hennegrass enzovoorts. Bossen op arme zandgronden zijn relatief soortenarme, waar de ondergroei veelal gedomineerd wordt door pijpenstrootje of bochtige smele, vaak in afwisseling met bosbessen. Om verschillende redenen (bodemdegradatie, stikstofdepositie en leeftijd van de bossen) zijn andere soorten schaars. De zomergrondwaterstanden zakken er diep uit waardoor alleen meer droogtetolerante soorten voorkomen. Toch komt bij langaan-

houdende zomerdroogte zelfs voor deze soorten de vochtvoorziening in het gedrang. Zo was in 2018 in veel bossen een kwart tot de helft van de bosbessen aan het einde van de zomer dood of verdord. Ook echte guldenroede, hengel en verschillende havikskruiden hadden een moeilijk jaar. Deze soorten komen pas laat in de zomer tot ontwikkeling, dreigen bij aanhoudende droogte te verdorren en bloeien niet meer of veel minder. Vooral voor de eenjarige hengel, die zeer kortlevend zaad heeft, kan dat funest zijn. Door droogte dreigen onze soortenarme droge bossen nog soortenarmer te worden dan ze al zijn.

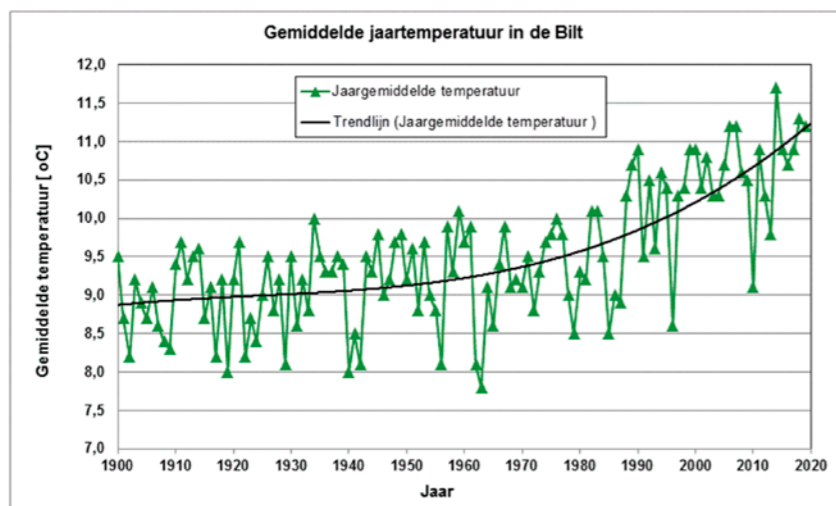
5 Wat als droogte de trend wordt?

5.1 Klimaatverandering en toenemende watertekorten

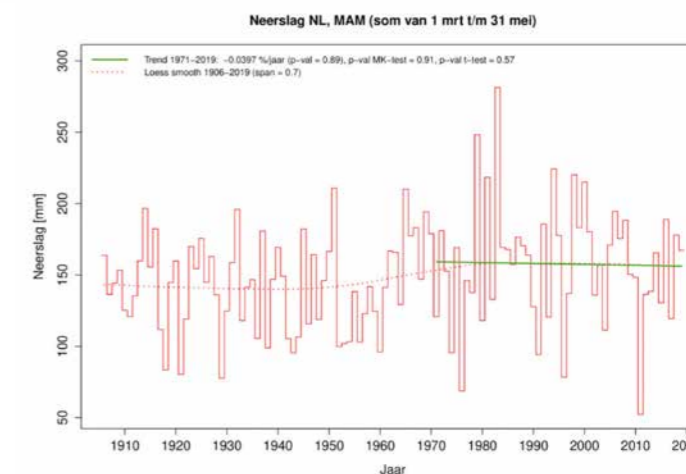
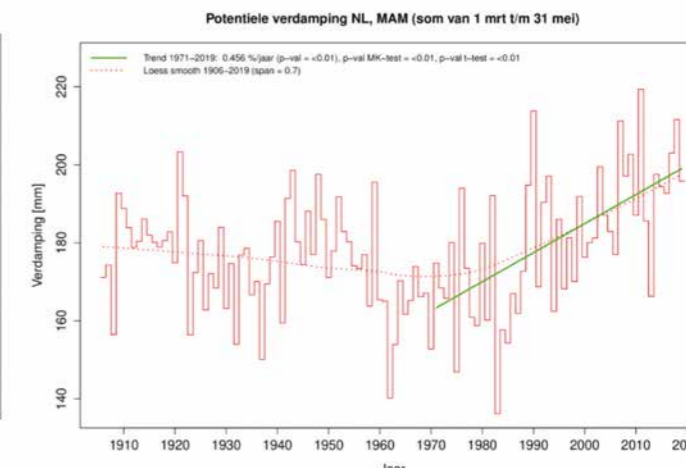
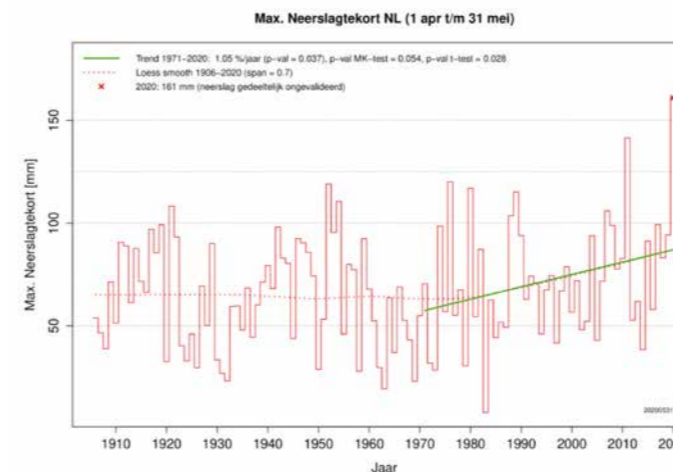
Door de opwarming van de aarde wordt ook het Nederlandse klimaat warmer en het weer extremer. Tussen 1900 en 2019 steeg de gemiddelde jaartemperatuur met ruim 2 graden tot 11,2 °C (Figuur 26). Zowel de gemiddelde zomer- als de gemiddelde wintertemperatuur stegen. De laatste jaren zijn regelmatig temperatuurrecords gebroken en treden er meer hittegolven op. De nieuwe normaal, het dertigjarig gemiddelde, zal rond 2050 tussen de 11,1 en 12,4 °C liggen en rond 2085 tussen de 11,4 en 13,8 °C. De hogere temperaturen met bijbehorende hittegolven gaan gepaard met perioden van langdurige droogte, zoals in 2018, 2019 en 2020. Tegelijkertijd wordt het klimaat natter: vanaf 1950 is er sprake van een stijgende tendens in de neerslaghoeveelheid en tussen 1900 en 2019 is de gemiddelde neerslag met 100 mm toegenomen tot 850 mm

per jaar. Naar verwachting zullen steeds vaker stevige piekneerslagen optreden; de regenval wordt extremer. De winters worden zachter en natter; de zomers droger, maar lokaal kan extreme regenval voorkomen. Dat was bijvoorbeeld in 2018 het geval. Begin juni was er een overvloedige regenval, die werd gevolgd door één van de acht meest extreme droogteperioden sinds het begin van de metingen in 1901. Behalve de zomers worden ook de voorjaren steeds droger (Figuur 27). Het neerslagtekort neemt toe, niet doordat het zoveel minder is gaan regenen, maar vooral doordat de verdamping is toegenomen.

Dat het watertekort steeds groter wordt ondanks de gestegen neerslaghoeveelheid, blijkt uit Figuur 28. Grondwaterstandsmeetreeksen in peilbuizen op de Veluwe laten zien dat de grondwaterstanden sinds 2002 steeds verder dalen. Een vergelijkbare reeks van dalende standen deed zich voor tussen 1967 en 1979,



Figuur 26: De gemiddelde jaartemperatuur in De Bilt tussen 1900 en 2020. Bron: KNMI & https://www.deconsult.nl/Paginas/Energie/Bladen_gevolg/en_gevaard_NLklimaat.html.

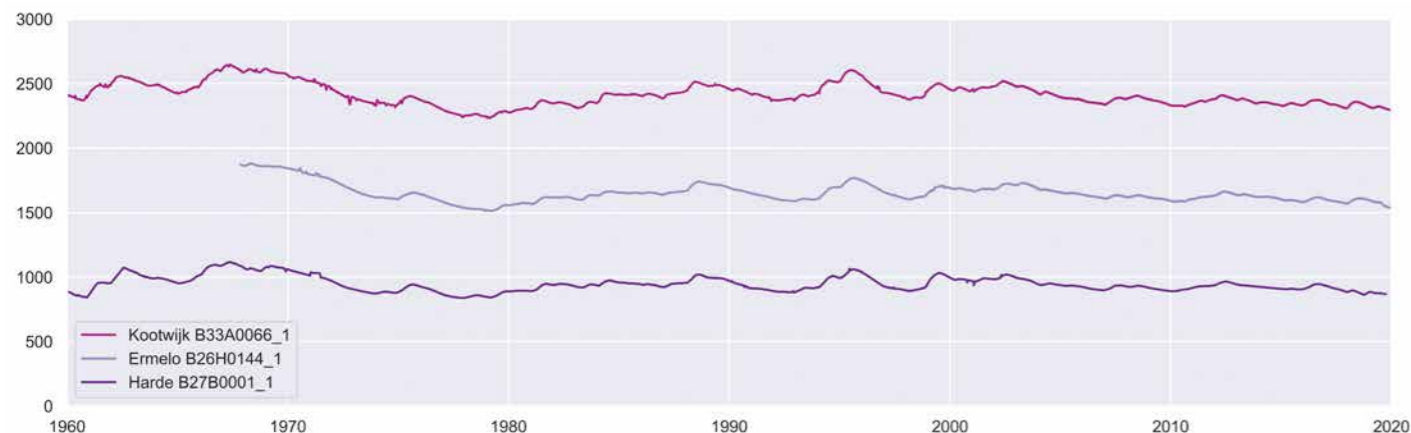


maar de huidige reeks duurt al langer, is op een lager niveau begonnen dan in 1967 en zal naar verwachting langer voortduren. Bovendien kent de gemiddelde jaarlijkse neerslaghoeveelheid sinds 2020 een stijgende trend. Wij vermoeden dat de doorgaande grondwaterstandsdaling te maken heeft met een grotere verdamping door landbouwgewassen en de vegetatie van bossen en natuurgebieden vanwege de gemiddeld hogere temperaturen en het daardoor langer wordende groeiseizoen.

Door meerjarige droogte neemt het watertekort (de “waterschuld”) in bodem en grondwater nog eens extra toe. Het duurt dan steeds langer voordat dat tekort weer is ingelost. In een normale winter gebeurt dat in november en december. In de winter van 2019 duurde het echter tot februari en resteerde in veel zandgebieden nog een tekort. De “waterrekening” bleef in het rood staan. De maanden februari en maart worden naar verwachting belangrijker voor voldoende herstel van de grondwaterstanden en aanvulling van de grondwatervoorraad, zeker wanneer droogteperioden vaker gaan voorkomen, niet alleen voor de natuur, maar ook voor landbouw, wonen en werken.

Vanwege de voorspelde klimaatontwikkeling verwachten we een verdere daling van de grondwaterstanden, waarbij mogelijk vaker extremen zullen optreden door hittegolven en aanhoudende extreem droge perioden, en frequentere en langduriger droogval van oppervlaktewateren als vennen en beken. Dat betekent een verdere achteruitgang van de biodiversiteit van grond- en oppervlaktewaterafhankelijke plant- en diersoorten en hun gemeenschappen.

Figuur 27: Ontwikkeling van het neerslagtekort, de verdamping en de neerslaghoeveelheid in het voorjaar tussen 1900 en 2020. Bron: <https://www.knmi.nl/over-het-knmi/nieuws/toename-neerslagtekort-en-verdamping-in-voorjaar>.



Figuur 28: Het verloop van de grondwaterstanden in enkele peilbuizen op de Veluwe over de periode 1958-1960 t/m juli 2020.

5.2 Effecten aanhoudende droogte op ecosystemen

We weten nog onvoldoende wat aanhoudende, meerjarige droogte betekent voor het functioneren van ecosystemen uit gematigde streken. Maar we krijgen steeds meer aanwijzingen dat ze instabiel worden. Een deel van de effecten kan onomkeerbaar of zeer moeilijk omkeerbaar zijn; ecosystemen kunnen er in een andere, stabiele toestand door geraken. Een voorbeeld is de opmars van verschillende invasieve exoten uit voorheen warmere streken. De kwetsbaarheid van boomsoorten voor droogte zorgt voor een grotere kwetsbaarheid voor ziekten en parasieten en dat zal functionele relaties in bossen doen veranderen. Zo wordt de droogtegevoeligheid van bomen zichtbaarder naarmate de droogte langer aanhoudt. Waren het in 2018 nog vooral fijnsparren die aangetast werden, in 2019 en 2020 is de vitaliteitsvermindering en sterfte in toenemende mate ook bij de andere soorten zichtbaar. De komende jaren zal nog een aanzienlijk deel van de bomen sterven door de schade die in afgelopen drie jaar opgelopen is. Op de opengevallen plekken kan meer zonlicht de bodem bereiken en deze zullen verruigen, mede vanwege de doorgaande hoge stikstofdepositie en de geaccumuleerde

stikstof van een halve eeuw. De drooglegging bij de bosaanleg en milieuaantastingen maken veel bossen gevoeliger voor droogte. De meeste bossen, niet alleen productiebossen, zijn bovendien aangeplante monoculturen. In bossen met één of enkele boomsoorten kan aantasting door ziektes sneller om zich heen grijpen. Elders zijn open plekken juist begroeid geraakt, zoals op gewoonlijk kale slik- en zandbodems waar steltlopers foerageren en broeden. Mogelijk speelt het harder worden van de bodem ook een rol bij hun afwezigheid op plekken waar ze normaliter verschijnen tijdens de voor- en najaarstrek. De droogte beïnvloedt ook het broedsucces van vogelsoorten. Zo vielen er in het Fochteloërveen en Korenburgerveen permanent natte delen droog, konden roofdieren bij de nesten van kraanvogels komen en mislukten de broedsels. Zulke veranderingen kunnen bij voortzetting van de droogte van grote invloed op het voedselaanbod van vogels en predatorprooirelaties zijn.

Een ander gevolg van de toenemende droogte is de snellere afbraak van veengronden. Dat zorgt voor meer uitstoot van het broeikasgas kooldioxide, een sterkere verharding van het veen en daardoor een geringer vochtbergend vermogen. Zo ontstaat een keten van negatieve effecten waar slechts enkele soorten van pro-

fiteren. In hoogvenen bijvoorbeeld gaat het om berken, pijpenstrootje en adelaarsvaren. Deze soorten verdampen meer dan veenmossen waardoor de waterstand verder zal dalen, de afbraak van veen wordt gestimuleerd enzovoort, enzovoort. Ook in natte schraalgraslanden vermindert het vochtbergend vermogen in de wortelzone en verandert de bodemchemische toestand, waardoor ondermeer diverse zeggesoorten het moeilijk krijgen. Grassoorten, zoals rood zwenkgras of reukgras, zullen gaan domineren.

5.3 Droogte en natuurbranden

Door toenemende droogte zal ook het risico op bos- en natuurbranden groeien, ook in het voorjaar. Dan bestaat de ondergroei van veel bossen op zure zandgronden, heiden en hoogvenen uit de zeer brandbare, dode delen van bochtige smele en pijpenstrootje. Door het lage vochtgehalte van struikheide in de winterperiode is de brandbaarheid van droge heiden in winter en voorjaar het hoogst. Daarom zijn voorjaarsbranden in Nederland gebruikelijker dan zomerbranden. Maar in de heel droge jaren 2018, 2019 en 2020 nam ook het aantal 's zomerse bos- en natuurbranden fors toe door de hoge zomertemperaturen en het vaak wekenlang uitblijven van regen. Het is dan kurkdroog. Zo waren er in juli 2018 dagelijks grotere en kleinere branden. In 2020 werden tot 11 december 643 branden geregistreerd, bijna honderd meer dan in het voorgaande jaar, en ging bijna duizend hectare bos- en natuurgebied in vlammen op.

Bij zomerbranden na droogte is niet alleen de vegetatie droog genoeg om intensief te branden, maar ook de strooisellaag (Figuur 29). Door deze hogere intensiteit dringen hoge temperaturen dieper de bodem in en duurt vegetatieherstel beduidend langer: er treedt minder verjonging vanuit zaad of uitlopende planten op. De overlevingskansen van dieren die 's zomers bovengronds actief zijn, maar ook van dieren die dan ondergronds leven, zijn vanwege de hoge temperatuursom op de bodem beduidend kleiner dan tijdens

winter- en vroege voorjaarsbranden, zoals tijdens een onderzoek op de Strabrechtse Heide werd vastgesteld. Ook verloopt de herkolonisatie door diersoorten na een zomerbrand trager vanwege de tragere hergroei van de vegetatie en het wegbranden van strooisel en humus. Verder wordt de herkolonisatie bepaald door de grootte van het verbrande gebied. Winter- en voorjaarsbranden zijn door hun lagere brandintensiteit (Figuur 29) vaak beter controleerbaar, waardoor het verbrande oppervlak heide dan ook vaak kleiner is dan bij zomerbranden. Na natuurbranden duiken overigens vaak allerlei bijzondere brandplekpaddestoelen op.



Figuur 29: Verschil tussen spontane zomerbrand op de Strabrechtse Heide (boven) en een gecontroleerd gebrande heide, op het ASK "Oldenbroekse heide" (onder). Gecontroleerde branden zijn veel minder intensief van karakter, waardoor humuslaag en strooisellaag grotendeels intact blijven en heide zowel vanuit zaad als vegetatief regenerereert. De spontane brand was zeer intensief, waarbij ook de humuslaag (foto boven) is verbrand, en de regeneratie uit zaad sterk verminderde.

6 Wat staat ons te doen?

Onze natuurgebieden hebben ernstig te leiden van de meerjarige droogte van 2018, 2019 en 2020, zelfs wanneer de neerslag- en grondwatertekorten weer snel worden aangevuld. Populaties van ernstig bedreigde soorten zijn verdwenen en zullen niet terugkeren, waardoor ze nog kwetsbaarder worden voor uitsterven. De successie van de vegetatie, de standplaatsomstandigheden van de vegetatie en habitatten van diersoorten zijn (mogelijk) onomkeerbaar veranderd. Door klimaatverandering zullen droogteperiodes vaker optreden. Deze droogte-effecten versterken de effecten van verdroging en de overmaat aan stikstof.

6.1 Grotere weerbaarheid watersystemen

Om huidige en toekomstige effecten van droogte het hoofd te bieden zullen we onze watersystemen weerbaarder moeten maken. Dat is ook de belangrijkste conclusie van de Beleidstafel Droogte, zoals die is vervat in de titel van de in december 2019 verschenen eindrapportage: “Nederland beter weerbaar tegen droogte”. In dit belangwekkende rapport van alle bij het waterbeheer betrokken overheden staat: “We lopen tegen de grenzen aan van de mogelijkheden binnen het huidige watersysteem bij het omgaan met droogteproblematiek. Structurele maatregelen in het watersysteem en meer waterbewustzijn bij het watergebruik zijn nodig om Nederland weerbaar te maken tegen watertekorten.”

Vanwege het jaarlijkse neerslagoverschot is water in Nederland normaliter niet schaars. Door frequentere en langere droogteperiodes ontstaan echter serieuze watertekorten en bijgevolg problemen bij de verdeling van het schaarse water. De grondwaterafhankelijke Nederlandse natuur heeft al heel lang last van watertekorten als gevolg van grootschalige ontginningen en ruilverka-

velingen, uitbreiding van stedelijk gebied en toename van grondwaterwinning. Deze verdrogingsproblematiek werd eind jaren 1980 evident én beleidsmatig onderkend. Ze is helaas nog steeds onvoldoende opgelost en lijkt beleidsmatig op de achtergrond te zijn geraakt. In de eindrapportage van de Beleidstafel Droogte komt het woord verdroging slechts één keer voor en dan gaat het niet over natuur, maar over “verdroging van monumentaal groen erfgoed”. En dat is vreemd, aangezien zelfs het overgrote deel van de Nederlandse Natura 2000-gebieden volgens de zogenoemde PAS-analyses negatief beïnvloed wordt door verdroging. Weliswaar zijn er op tal van plaatsen met succes hydrologische herstelmaatregelen genomen, maar deze waren veelal beperkt tot de natuurgebieden zelf. In tijden van extreme droogte bieden deze onvoldoende soelaas voor het opvangen van de effecten daarvan (Figuur 30), zoals de casussen in deze brochure over verschillende levensgemeenschappen aantonen. Ondanks deze maatregelen zakken de waterstanden zeer diep en langdurig weg in middelgrote, subregionale watersystemen en de daarin geneste kleinere, lokale systemen. Dat komt doordat onze natuurgebieden overwegend kleine gebieden zijn in een grote veelal diep ontwaterde omgeving. Om hun weerbaarheid tegen droogte te vergroten zijn maatregelen op landschapsschaal onvermijdelijk. Natuurgebieden in grote, regionale systemen kunnen veelal met maatregelen ter plekke worden hersteld.

6.2 Waterbeschikbaarheid bepaalt

Het nemen van maatregelen op landschapsschaal zal de waterhuishouding van landbouwgebieden veranderen. En dat is niet per se negatief voor de landbouw. Ook de landbouw ondervindt grote schade van de droogte. Zo heeft de Beleidstafel Verdroging becijferd dat de totale kwantificeerbare economische schade van de droogte



Figuur 30: De hydrologische herstelmaatregelen voor hoogveenherstel in het Wooldse Veengebied voor forse vernatting. Berkenbossen die niet in een hoogveen thuishoren verdrinken. Desondanks bleek de weerbaarheid nog onvoldoende toen de droogte toesloeg.

in 2018 tussen de 900 en 1.650 miljoen Euro ligt, met veruit de grootste schade voor de landbouw, namelijk tussen de 820 en 1.400 miljoen Euro. Ook in tijden van klimaatverandering verspillen we nog steeds op grote schaal water door het in tijden van overvloed, in winter en vroege voorjaar, snel af te voeren. De aanvulling van de grondwatervoorraad is daardoor te beperkt, hetgeen het natuurlijke zomertekort vergroot. In extreem droge jaren betalen we daarvoor de rekening. Door beken te verondiepen en weer te laten meanderen kunnen we het wateroverschot geleidelijker afvoeren en hun watervoerendheid verbeteren. Maar het beheer van waterschaarste begint bij het meer en beter vasthouden en bergen van het wateroverschot op die plekken in het landschap die zich daarvoor het beste lenen. Daar kunnen we ook piekafvoeren vertragen om wateroverlast te voorkomen. De beste locaties zijn te bepalen met een landschapscologische systeemanalyse. Indien we deze locaties

onderdeel maken van een samenhangende keten van natuurgebieden op stroomgebiedsniveau, kunnen we het Natuurnetwerk Nederland nog meer ruggengraat geven. Ze kunnen tevens ruimte bieden aan innovatieve vormen van natte landbouw (paludicultuur). Waterbeschikbaarheid in meer algemene zin, zouden we meer dan nu al het geval is onderdeel moeten laten zijn van de ruimtelijke planvorming. Niet elk landgebruik en elke teelt kan overal worden uitgeoefend omdat het teveel negatieve effecten heeft op andere functies. Bovendien kunnen we niet langer, overal voldoende water garanderen, is de aanvoer ervan uiterst kostbaar, of worden de grond- en oppervlaktevoorraden alleen maar verder verkleind, zoals door beregning. We moeten daarom ons landgebruik beter aanpassen aan de waterbeschikbaarheid. Niet langer moet de teelt of een gebiedsfunctie het landgebruik bepalen, maar moeten we vanuit het watersysteem bepalen welke teelt of landgebruik passend is. Met het oog hierop zullen we ook



Figuur 31: In het Wisselse Veen op de Veluwe treedt dankzij natuurherstel, het dempen van sloten en een moderne wijze van drinkwaterwinning het hele jaar weer grondwater uit.

kritisch naar de doelstellingen van bos- en natuurgebieden moeten kijken. Al deze ideeën zijn overigens verre van nieuw. In 2000 stonden ze al in het “Advies van de Commissie Waterbeheer 21^e eeuw”. De huidige droogteproblematiek maakt echter dat dit gedachtegoed – en de uitvoering ervan – de komende jaren een nog veel prominentere plek moet krijgen in de ruimtelijke ontwikkeling van ons land.

6.3 Drinkwateronttrekking

Ook de onttrekking van grondwater voor de drinkwatervoorziening zorgt plaatselijk voor verdroging van grondwaterafhankelijke natuur. De laatste dertig jaar zijn belangrijke stappen gezet om deze effecten te verminderen. Maar er is beslist meer mogelijk wanneer

we als uitgangspunt nemen dat water pas wordt gewonnen daar waar het zijn ecologische functie in hoge mate heeft vervuld. Dat is niet hoog in het landschap in de inziggebieden van grondwatersystemen, maar onderaan in die systemen, vlak voordat het uitgetreden grondwater in grote wateren stroomt. Dat betekent een groter accent op kleinschalige oppervlaktewaterwinning in combinatie met infiltratie en terugwinning, waarbij voorraadvorming van gebiedseigen water ook goed mogelijk is. Er zijn aansprekende voorbeelden van deze vorm van waterwinning op de Veluwe, waarvan grondwaterafhankelijke natuur heeft geprofiteerd (Figuur 31). Het is een goed voorbeeld van meervoudig ruimtegebruik, dat navolging verdient.

6.4 Aanpassingen in bos- en natuurgebieden

Het verhogen van het waterpeil en de grondwaterstanden kan gevolgen hebben voor bestaande natuurkwaliteiten en dient met beleid te worden uitgevoerd om het plaatselijk uitsterven van planten en dieren te vermijden en ongewenste, interne eutrofiëring te voorkomen. Het laat echter onverlet dat de noodzakelijke, door de vernatting van natuurgebieden, her en der aanpassing van doelstellingen noodzakelijk maakt. Zo kunnen natte schraallanden en heischrale graslanden en de daaraan gebonden kleine fauna niet altijd in stand blijven wanneer (hoog)veenvorming op landschapsschaal mogelijk is, een ecosysteem dat in beginsel veel weerbaarder is tegen droogte. In zulke gevallen zullen we uitwijkstrategieën moeten ontwikkelen voor bedreigde levensgemeenschappen en hun soorten. Vernatting kan ook leiden tot boomsterfte en dat is ongetwijfeld één van de belangrijkste redenen dat tot op heden nauwelijks serieuze hydrologische herstelmaatregelen zijn genomen in bossen. Veel bossen zijn niet als natuur, maar als productief systeem aangelegd, waarbij daarvoor overtollig grond- en oppervlakte water moest worden afgevoerd. Veel van onze bossen liggen daarom vol met rabatten, greppels en sloten. We boeken winst door het bosbeheer en uitvoering van wa-



Figuur 32: Grondwaterstanden in een peilbuis in het elzenbroekbos De Zumpe.

terhuishoudkundige herstelmaatregelen veel bewuster te combineren, waarbij we kiezen voor boomsoorten en bostypen die veel beter passen bij natte omstandigheden. Net als in de landbouw is hier nog een wereld te winnen. Wegens de huidige (naald)bomensterfte zullen veel bosbeheerders zich genoodzaakt voelen grote oppervlakten naaldbos om te vormen naar loofbossen en gemengde, structuurrijke bossen die klimaatrobuuster zijn. Daardoor verminderen de verdamping en de invang van regen en wordt de grondwatervoorraad extra aangevuld. Gemengde bossen hebben bovendien een gunstiger bodemontwikkeling, waardoor bodems er meer vocht vasthouden. Aanpassingen gericht op verdrogings- én droogtebestrijding hebben daadwerkelijk gunstige effecten. In de middenloop van het Reestdal bijvoorbeeld, steeg de gemiddelde grondwaterstand door beekpeilverhoging, het dempen van greppels en terugkeer van heiden. In de droge zomers van 2018 en 2019 zakten de grondwaterstanden veel minder ver uit dan in vergelijkbare gebieden zonder zulke maatregelen. Ook in het broekbos De Zumpe bij Doetinchem zorgde het dichten van een duiker in een diepe, veel grondwater afvoerende sloot voor een verhoging van het waterpeil. Daardoor waren de voorjaarswaterstanden van 2020 even hoog als die in normale jaren – en niet lager, zoals in heel veel andere

gebieden – en hielden ze bovendien behoorlijk lang aan (Figuur 32). Alle kwetsbare soorten overleefden de derde droge zomer op rij. Met andere woorden: het weerbaarder maken van natuurgebieden tegen droogte werkt!

6.5 Tot slot

De droogte van de afgelopen jaren heeft overduidelijk grote effecten op onze Nederlandse vochtige en natte natuurgebieden. Het veel voortvarender oppakken van verdrogingsbestrijding dan tot nu toe, is daarom een absolute noodzaak. Met maatregelen alleen in natuurgebieden zijn er niet: ook de omgeving van natuurgebieden moet worden betrokken. Dat betekent een aanpak op landschapsschaal, waarbij we maatregelen nemen op de schaal van stroomgebieden en deelstroomgebieden. Aanvullende lokale maatregelen zorgen voor het benodigde maatwerk en het versterken de effecten van grootschalige maatregelen. Alleen dan lukt het onze hoogvenen en natte heiden, schraallanden, moerassen en broekbossen voor de toekomst te bewaren en te herstellen, en ze hun ecosystemendiensten te laten vervullen.



Kennisnetwerk OBN wordt gecoördineerd door de VBNE en gefinancierd door het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit en BIJ12

Vereniging van bos- en natuurterreineigenaren (VBNE)

Princenhof Park 7
3972 NG Driebergen
0343-745250
info@vbne.nl

Alle publicaties en
producten van het
OBN Kennisnetwerk
zijn te vinden op
www.natuurkennis.nl