

De effecten van droogte op de ecologie

1	INLEIDING	1
2	GERELATEERDE ONDERWERPEN EN DELTAFACTS	2
3	STRATEGIE.....	2
4	SCHEMATISCHE WEERGAVE.....	3
5	WERKING.....	4
6	KOSTEN EN BATEN	7
7	RANDVOORWAARDEN	7
8	GOVERNANCE.....	7
9	PRAKTIJKERVARINGEN EN LOPENDE INITIATIEVEN.....	8
10	KENNISLEEMTES	9
11	BRONNEN & LINKS	9
12	COLOFON	10
13	DISCLAIMER.....	10

1 INLEIDING

De effecten van droogte op de ecologie in oppervlaktewateren zijn afhankelijk van de regelmaat en de intensiteit waarin droogval of stagnatie (bij lage afvoer in stromende wateren) optreedt.

Droogval kan regelmatig — veelal seizoensgebonden — optreden en is dan min of meer terugkerend en voorspelbaar. Seizoensgebonden droogval komt van nature voor in droogvallende bronnen, bovenloopjes, greppels, sloten, poelen en vennen en ook in de oeverzones van wateren met een natuurlijk peil. Het ecosysteem kan zich

hieraan enigszins aanpassen. Van nature droogvallende wateren bevatten karakteristieke levensgemeenschappen met soorten die allerlei aanpassingen hebben om de periode van droogte te overleven, zoals tolerantie voor uitdroging, een met de droogte gesynchroniseerde levenscyclus en bepaalde gedragsaanpassingen zoals een zomerdiapauze of migratie. In deze wateren is de voorspelbaarheid van de droogteperiode en de effecten daarvan dan ook groot en de lange-termijn-impact op de ecologie klein.

Hier staat tegenover dat droogval ook onregelmatig kan optreden, waardoor de effecten extremer zijn en het watersysteem sterk verstoord wordt. Onregelmatige droogval treedt juist op in normaal gesproken permanente wateren, zoals beken, permanente bronnen, vennen, oude beek- en rivierarmen, broekbossen, zeggenmoerassen en sloten. Hiermee is het onnatuurlijk. Onregelmatige droogval heeft altijd grote gevolgen voor het watermilieu en de aquatische levensgemeenschap (Afb. 1). Bij onregelmatige droogval komen de eerder genoemde aanpassingen minder voor en is het ecosysteem veel meer aangewezen op overleving van extreme omstandigheden of herkolonisatie op het moment dat de omstandigheden weer verbeteren. De ecologische impact van deze vorm van droogte kan zeer groot zijn, ook op de lange termijn.

Deze Deltafact concentreert zich op de tweede vorm van droogte en gaat in op het proces van droogval, de effecten op de ecologie en biedt tenslotte handelingsperspectief om negatieve ecologische effecten te verminderen of weg te nemen.

2 GERELATEERDE ONDERWERPEN EN DELTAFACTS

Verdonschot R.C.M. & Verdonschot P.F.M. (2020). Factsheet: Droogte. Notitie Kennisimpuls waterkwaliteit (KIWK), Zoetwaterecosystemen, Wageningen Environmental Research, Wageningen UR, Wageningen. 12 pp.

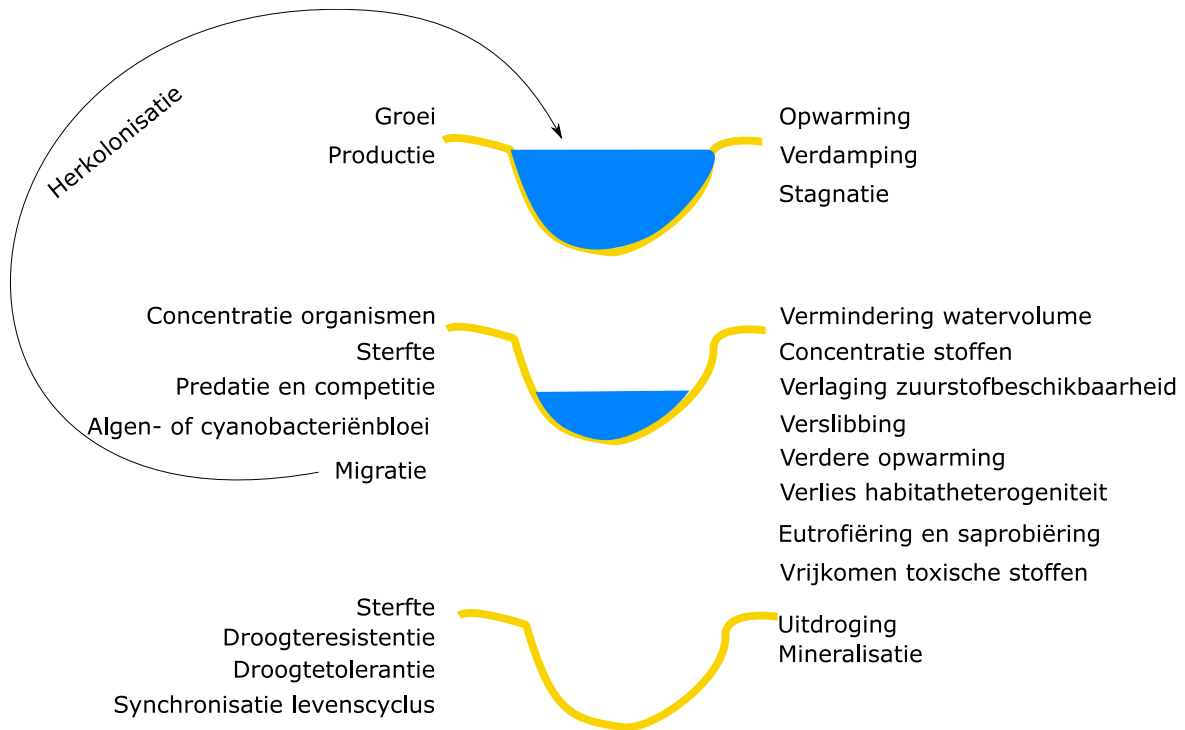
<https://www.kennisimpulswaterkwaliteit.nl/nl/publicaties/factsheet-droogte>

3 STRATEGIE

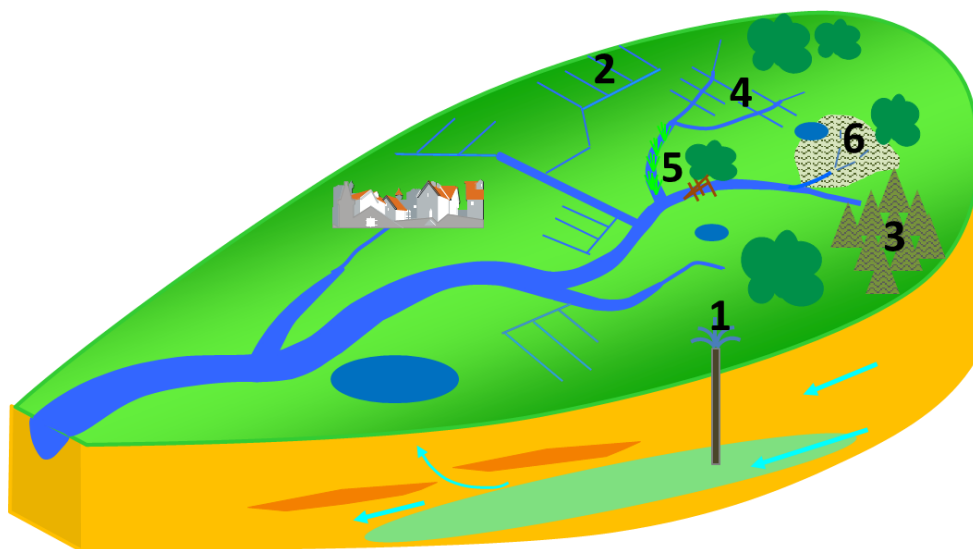
De recente droogtes van 2018, 2019 en 2020 en de verwachting dat dergelijke gebeurtenissen zich vaker en met een grotere intensiteit gaan herhalen als gevolg van klimaatverandering zijn belangrijke aanleiding om meer aandacht te geven aan de effecten van droogte op de ecologie in het water. De verwachting is dat populaties van aquatische organismen, die in veel wateren al blootstaan aan verschillende stressoren (o.a. habitatverlies, eutrofiëring, saprobiëring) verder onder druk komen

te staan; droogtestress kan zo negatief doorwerken op het behalen van de ecologische doelen voor de Kaderrichtlijn Water (KRW).

4 SCHEMATISCHE WEERGAVE



Afb. 1. De belangrijkste biologische (links) en milieuprocessen (rechts) tijdens het proces van uitdroging in een watergang (in verschillende stadia van droogte, van voornamelijk stagnatie (bovenste figuur), tot een verlaagde waterspiegel (middelste figuur) tot gehele uitdroging (onderste figuur). De milieu-effecten staan rechts naast de figuren en de biologische effecten links.



Afb. 2: *Brongerichte maatregelen in het stroomgebied om de drainagebasis te verhogen en daarmee droogval te voorkomen: 1: verminderen onttrekkingen, 2: bevorderen infiltratie in ondergrond, 3 omvormen naaldbos, 4. Verminderen versnelde afvoer, 5 vertragen afstroming, 6: aanleg bufferzones t.b.v. sponswerking.*

5 WERKING

De effecten van droogval op het watermilieu verschillen van plaats tot plaats en betreffen in de aanloop naar droogval: het kleiner worden van het watervolume waar de temperatuur stijgt, stroming stagneert, de zuurstofhuishouding wordt verstoord door verandering chemische samenstelling oppervlaktewater (indikking) en verslibbing, een grotere beschikbaarheid van nutriënten en verhoogde productiviteit.

Wanneer het water droogvalt treedt mineralisatie van de drooggevallen waterbodem op, kunnen voor organismen toxische verbindingen vrijkomen, wijzigen zich de eigenschappen van het substraat en treedt veenafbraak in de oevers en mineralisatie van de terrestrische bodem op, mede door het dalend grondwaterpeil en het wegvallen van kwel. Ook wanneer juist water wordt ingelaten om droogval tegen te gaan verandert vaak de chemische samenstelling in het waterlichaam, of wanneer er niet wordt ingelaten kan daardoor sterkere zoute kwel optreden (in Laag-Nederland).

Al deze veranderingen kunnen vooral bij onregelmatige droogval grote gevolgen hebben voor de levensgemeenschappen, zoals directe sterfte van waterdieren (o.a. vissen) en ondergedoken waterplanten door uitdroging en zuurstofgebrek, blauwalgenbloei door toenemende nutriëntenconcentraties, grotere kans op uitbreiding van exoten door extra opwarming van kleinere watermassa's (verstoring) en aanvoer van oppervlaktewater. Ook gaat tijdens het droogvalproces de verbinding tussen oeverzone en water verloren. Regenwater-gevoede wateren zijn uiteraard gevoeliger voor droogval dan diep grondwater-gevoede wateren.

Effecten van droogte op stromende wateren

In stromende wateren neemt bij toenemende droogte de afvoer en stroomsnelheid af en treedt stagnatie op. Het stromend water wordt dan een stilstaand water. Door het wegvallen van grondwatertoevoer en stroming warmt het water verder op en verslibt de bodem. In het krimpende watervolume nemen ook de concentraties van stoffen en aantal organismen toe. De aanwezige habitatheterogeniteit verdwijnt omdat slib andere belangrijke substraten, zoals zand, grind en blad bedekt. Slib consumeert zuurstof waardoor de zuurstofbeschikbaarheid afneemt en er toxische stoffen gevormd worden. Soms treedt algen- of cyanobacteriënbloei op in de restwateren.

Juist in stromende wateren leven veel kenmerkende soorten die gevoelig zijn voor verlagingen in het zuurstofgehalte omdat stromend water van nature altijd zuurstofverzadigd is. Het verdwijnen door stagnatie van deze soorten is vergelijkbaar met de gevolgen van organische belasting of voedselverrijking. Een andere groep kenmerkende soorten is specifiek aangepast aan bepaalde substraten, zoals soorten die zich vasthechten op grind of leven in het grove organisch materiaal. Bedekking met slib vernietigt hun habitat. Slib kan ook de kieuwen doen verkleven van sommige kenmerkende soorten, zoals bepaalde eendagsvliegen en kokerjuffers, waardoor ook deze groep soorten verdwijnt.

In een organisch verrijkte of geëutrofiëerde beek verdwijnen bij stagnatie na circa 1 week de oxyfiële en rheofiële soorten, terwijl in een natuurlijke beek binnen een maand de rheofiëlen verdwijnen.

Als de droogte doorzet gaat valt het stagnante water tenslotte helemaal droog. Dergelijke droogval heeft voor het ecosysteem desastreuze gevolgen, voor zowel planten als dieren. Naast de eerder genoemde (kenmerkende) macrofauna heeft droogval vooral negatieve gevolgen voor vissen, die veelal direct sterven, maar er zijn ook gevolgen voor echte aquatische waterplanten zoals waterranonkels (*Ranunculus* spp.) en kleine watereppe (*Berula erecta*). Andere plantensoorten, zoals sterrekroos (*Callitriche* spp.), hebben minder te lijden en kunnen wel 4-6 maanden droogte overleven. Oeverplanten hebben vaak juist een voordeel bij droogval en kunnen zich op de drooggevallen delen flink uitbreiden, zoals grote egelskop (*Sparganium erectum*), moerasvergeet-mij-nietje (*Myosotis scorpioides*) en rietgras (*Phalaris arundinacea*).

Effecten van droogte op stilstaande wateren

In stilstaande wateren neemt bij toenemende droogte het watervolume af en daalt het waterpeil, behalve wanneer water van elders wordt aangevoerd. De processen die optreden bij een afnemend watervolume beïnvloeden aquatische organismen zowel direct, doordat ze worden blootgesteld aan de temperatuurvariatie in de lucht (die groter is dan in een waterlichaam) en uitdroging, en indirect door de wijziging van het watermilieu.

Wanneer zwemmende macrofauna en vissen het indrogende water kunnen verlaten overleven zich in verbonden diepere wateren. Indien ze echter "gevangen" worden in achterblijvende poeltjes of sprake is van een geïsoleerd water zullen zuurstof-, temperatuur- en ionengevoelige stilstaand-water-organismen, zoals macrofauna en

vis, vrij snel verdwijnen. Ook gevoelig voor droogte zijn ondergedoken planten, zoals waterpest (*Elodea* spp.) en hoornblad (*Ceratophyllum* spp.).

Veel fonteinkruiden (*Potamogeton* spp.) zijn minder gevoelig en kunnen een droogteperiode weerstaan, net zoals gele plomp (*Nuphar lutea*), waterlelie (*Nymphaea alba*), isoetiden (*Isoetes*, *Lobelia*, *Littorella*, *Echinodorus*, *Luronium*) en watterranonkels (*Ranunculus* spp.). Oeversorten breiden zich juist uit, zoals egelskop (*Sparganium* spp.), pijlkruid (*Sagittaria sagittifolia*) en riet (*Phragmites australis*), terwijl zeggen (*Carex* spp.) en biezen (*Schoenoplectus*, *Juncus* spp.) ongevoelig zijn voor droogval. Ook meer tolerante faunasoorten of faunasoorten met korte levenscycli, zoals veel dansmuggen (Chironomidae), of mobiele soorten met een vliegend stadium, zoals waterwantsen en waterkevers, overleven en kunnen soms kunnen profiteren van tijdelijke droogval.

Een meer regelmatig terugkerende droogteperiode verhoogt de plantenbiodiversiteit omdat deze nat-droog-wisseling de aquatische en moerasplanten tijdelijk bevoordeeld. De droogval geeft zaden van vooral helofyten zoals lisdodde (*Typha* spp.), zwanebloem (*Butomus umbellatus*), moeraszuring (*Rumex palustris*), watertorkruid (*Oenanthe aquatica*) en moerasvergeet-mij-nietje (*Myosotis* spp.) de kans te kiemen, terwijl bij extreme droogval sommige helofyten en droogtegevoelige soorten alsnog verdwijnen.

Na de droogte ontwikkelen zich in het water veel meer ondergedoken en drijfbladplanten, zoals watergentiaan (*Nymphoides peltata*) en gele plomp (*Nuphar lutea*). Onder dergelijke nat-droog cycli zijn soorten vaak eenjarig en verdwijnen tijdens de voor hen ongunstige fase. Deze kortlevende soorten overleven door zich te vermeerderen, te sterven en de droogte als zaad door te komen. Na vernatting kiemen ze weer en planten zich na korte tijd weer voort. Dergelijke nat-droog omstandigheden zijn juist ongunstig voor langzaam groeiende soorten die voornamelijk afhankelijk zijn van vegetatieve vermeerdering. Deze soorten ervaren droogval als stress die de groei vermindert of zelfs leidt tot het verdwijnen van de soort.

Bij volledige droogval, waarbij de waterbodem verandert in een terrestrisch milieu en zuurstof dieper kan doordringen in de bodem, treden grote veranderingen op in de ecosysteemprocessen. Voorbeelden zijn de afbraak van organisch materiaal en de veranderingen in de stikstofcyclus. In droge waterbodems verloopt de afbraak van organisch materiaal over het algemeen veel langzamer dan wanneer dit in het water plaatsvindt; dit komt door een verminderde microbiële activiteit. Soms treedt

verwijdering van stoffen op (o.a. door nitrificatie en oxidatie van koolstofverbindingen), maar tijdens het vernatten kan juist ook weer een piek in beschikbaarheid van nutriënten en macro-ionen optreden.

6 KOSTEN EN BATEN

Onnatuurlijke droogval kan sterk negatief doorwerken op het behalen van de ecologische doelen voor de Kaderrichtlijn Water (KRW). Investerings in bijvoorbeeld herstelmaatregelen ten behoeve van een verhoging van de ecologische kwaliteit worden hierdoor teniet gedaan, zowel direct bij droogval van maatregellocaties als indirect door het verdwijnen van bronpopulaties van soorten die herstelde locaties kunnen koloniseren.

7 RANDVOORWAARDEN

In het algemeen zijn de biologische effecten van droogval te koppelen aan weerstand en veerkracht van de aanwezige organismen. Weerstand betreft het overleven tijdens de droogteperiode, zoals bijvoorbeeld m.b.v. droogteresistente zaden of eitjes. Veerkracht is het vermogen van organismen om na de droogte te herstellen of terug te keren, en is sterk gerelateerd aan mobiliteit van soorten (op korte termijn kunnen vluchten), het gebruik van schuilplaatsen of habitats elders, en een groot verspreidings- en kolonisatievermogen. Connectiviteit speelt hierbij een belangrijke rol als sturende factor voor de terugkeer van soorten.

In lijnvormige wateren, bijvoorbeeld in een beken- of poldernetwerk, wordt bij droogval de connectiviteit binnen het netwerk direct beïnvloed. De positionering van drooggevallen trajecten heeft consequenties voor de mogelijkheden van fauna om zich door het netwerk te kunnen bewegen en zo te voorkomen dat ze ingesloten raken in restwateren. Droogval kan zo ook de mogelijkheden voor herkolonisatie verminderen.

Voor geïsoleerde wateren, zoals vennen en poelen, geldt dat droogval invloed uitoefent op de connectiviteit en veranderingen geeft in de mate van genen uitwisseling tussen verschillende populaties van dezelfde soort in de verschillende geïsoleerde wateren. Vallen bepaalde (deel)populaties weg, dan kan dit invloed hebben op de snelheid van of mogelijkheden tot herkolonisatie na droogval.

8 GOVERNANCE

Maatregelen om droogte te voorkomen zijn vooral effectief wanneer deze worden toegepast op een groot ruimtelijk schaalniveau, zoals (deel)stroomgebieden of

polders, de schaal waarop de meeste hydrologische processen spelen. Maatregelen op lokale schaal (traject of waterlichaam) moeten dan ook vooral als versterkend bovenop grootschalige maatregelen gezien worden (zie afbeelding 2 als voorbeeld voor een beekstelsysteem). Als bijvoorbeeld door grootschalige wateronttrekking onvoldoende water de beek kan bereiken, draagt een lokale maatregel als het stimuleren van een meer gevarieerde beekmorfologie weinig bij aan het voorkomen van de negatieve effecten van de wateronttrekkingen. Als poldersloten bij een te laag peil in de zomer door extreme weersomstandigheden droogvallen dan hebben nutriëntenbeperkende maatregelen veel minder effect.

Consequentie hiervan is dat projecten om droogte-effecten te bestrijden of te mitigeren een sterk integraal karakter moeten hebben waarin een groot aantal functies samenkomen met veel belanghebbenden. In de praktijk vraagt dit om een duidelijke regie en het maken van keuzes met betrekking tot de inrichting en het gebruik van het landschap op een boven-lokale tot regionale schaal.

9 PRAKTIJKERVARINGEN EN LOPENDE INITIATIEVEN

Het voorkomen van uitdrogen van grondwater-gevoede oppervlaktewateren, vooral tijdens een droogteperiode kan het meest effectief worden gerealiseerd door maatregelen te treffen in het inzigtgebied. Volledig herstel van de oorspronkelijke hydrologie is in de meeste gevallen niet meer mogelijk, bijvoorbeeld omdat van nature veel systemen op de hogere zandgronden gevoed werden door lokale grondwaterstromen vanuit inmiddels verloren gegane veengebieden (o.a. hoogvenen, beekdalvenen) en sterk gedraineerde bodems. Toch is het zo veel mogelijk verhogen van het grondwaterpeil/de drainagebasis prioriteit nummer één, zodat de toestroom van grondwater zo groot mogelijk wordt en fluctuaties hierin gedempt worden.

De belangrijkste maatregelen in de inzigtgebieden zijn 1.) het verminderen van de grondwater- en oppervlaktewateronttrekking voor bijvoorbeeld beregening van gewassen, drinkwaterwinning en industrieel proceswater, 2.) het bevorderen van infiltratie van regenwater naar de ondergrond door het langer vasthouden in haarvaten van het systeem en verwijderen/verminderen drainage van percelen via buizen en greppels, 3.) het omvormen van naaldbos naar loofbos om verdamping te verminderen (naaldbomen verdampen meer water in hun boomkruin), 4.) het voorkomen van versnelde afstroming naar de watergang in het beek- of rivierdal door dempen greppels en andere drainerende elementen, 5.) het vertragen afstroming: afvoer vertragen via extensief beheer: vegetatie laten staan en dood

hout niet meer verwijderen of juist inbrengen, 6.) het inrichten hydrologische buffer(zone)s in de vorm van natte milieus (moeras, broekbos, overstromingsvlakten) ter bevordering van de lokale sponswerking, en het verkleinen van het doorstroomprofiel, door herprofilering of zandsuppletie.

Maatregelen tegen verdroging kunnen preventief, mitigerend of compenserend zijn. Preventieve maatregelen zijn bijvoorbeeld 1.) opvang en berging van regenwater (o.a. seizoensberging), eventueel in combinatie met zuivering en recirculatie, en 2.) het vergroten van de onderlinge afstand tussen en/of de verhoging van het niveau van de drainage middelen. Mitigerende en compenserende maatregelen zijn onder andere 1.) het langer vasthouden van water om bijvoorbeeld verzilting door watertekort te voorkomen, 2.) het vroegtijdig stoppen van beregenen en andere onttrekkingen, 3.) het doorspoelen van sloten en andere wateren met zoet water, 4.) het gebruik van gezuiverd effluentwater, en 5.) het extra aanvoeren en mengen van inlaat- en gebiedseigen water.

Op lokale schaal kunnen maatregelen de overleving van organismen vergroten door: 1.) het versterken van de habitatheterogeniteit (organisch materiaal, planten, grind, diepere delen) die schuilplaatsen bieden, 2.) het beschaduwten van stromende wateren (verdampingsreductie), 3.) het aanvullen van poelen, sloten uit grondwaterputten waarbij wel gelet moet worden op de chemische samenstelling en de gevolgen voor verdere grondwaterstands daling, 4.) het inlaten van oppervlaktewater, bij voorkeur gebiedseigen, en 5.) het verhogen van het kolonisatiepotentieel om de veerkracht te vergroten door het opheffen van dispersiebarrières (aanleggen verbindingen, versterken kwaliteit verbindingzones en zogenaamde 'stapstenen') en 6.) het versterken van bronpopulaties.

10 KENNISLEEMTES

De belangrijkste kennisleemte speelt rond de vraag hoe de fysieke omgeving en functies in een gebied af te stemmen op de duurzaam ingerichte waterhuishouding rekening houdend met klimaatverandering. Biologisch is van veel organismen nog weinig bekend over de overlevingsstrategieën, de onderlinge uitwisseling tussen populaties en hun verspreidingscapaciteit m.a.w. hoe kunnen we de veerkracht van soorten versterken.

11 BRONNEN & LINKS

Runhaar, J. (2006). Natuur in de verdringingsreeks (No. 1302). Alterra.
<https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/21445>

Verdonschot, P.F.M., Runhaar, H., Hendriks, D., Verdonschot, R.C.M. (2017). Integraal natuurherstel in beekdalen Ontwikkeling van diffuse afvoersystemen, gedempte afvoerdynamiek en beekprofielherstel. Rapport nr. 2017/215-BE. Vereniging van Bos- en Natuurterreineigenaren, Driebergen.

<https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/424998>

Verdonschot, R. C. M., Verdonschot, P. F. M., Knol, B., Schmidt, G., Scheepens, M., Brugmans, B., ... & Lenssen, J. (2020). Effecten van de droge zomer van 2018 op de macrofauna in laaglandbeken. H2O online. <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/523297>

Witte, J. P. M., de Louw, P. G., van Ek, R., Bartholomeus, R. P., van den Eertwegh, G. A. P. H., Gilissen, H. K., ... & van der Kooij, W. (2020). Aanpak droogte vraagt transitie waterbeheer. Water governance, (3), 120-131.

<https://dspace.library.uu.nl/handle/1874/409325>

12 COLOFON

Auteur: Piet FM. Verdonschot, Ralf Verdonschot, Wageningen Environmental Research

Leescie: Esther de Jong (Waterschap Limburg), Nikki Dijkstra (Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden).

Datum: mei 2022

Dit Deltafact is geschreven in het kader van het project Ecologie van de Kennisimpuls Waterkwaliteit. In de Kennisimpuls werken Rijk, provincies, waterschappen, drinkwaterbedrijven en kennisinstututen aan meer inzicht in de kwaliteit van het grond- en oppervlaktewater en de factoren die deze kwaliteit beïnvloeden. Daarmee kunnen waterbeheerders en andere partijen de juiste maatregelen nemen om de waterkwaliteit te verbeteren en de biodiversiteit te vergroten.

In het programma brengen partijen bestaande en nieuwe kennis bijeen, en maken ze deze kennis (beter) toepasbaar voor de praktijk. Hiermee verstevigen ze de basis onder het waterkwaliteitsbeleid. Het programma is gestart in 2018 en duurt vier jaar. Het wordt gefinancierd door het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, STOWA, waterschappen, provincies en drinkwaterbedrijven.

13 DISCLAIMER

De in deze publicatie gepresenteerde kennis en diagnosemethoden zijn gebaseerd op de meest recente inzichten in het vakgebied. Desalniettemin moeten bij toepassing ervan de resultaten te allen tijde kritisch worden beschouwd. De auteur(s) en

STOWA kunnen niet aansprakelijk worden gesteld voor eventuele schade die ontstaat door toepassing van het gedachtegoed uit deze publicatie.