

Wat te doen met een beek zonder water?

Onderzoek naar maatregelen die droogval in de Roelinksbeek en Voltherbeek tegengaan



Eva Holtus en Lisanne Rietman
6 juni 2019

Titelpagina

Titel

Wat te doen met een beek zonder water?

Subtitel

Onderzoek naar maatregelen die droogval in de Roelinksbeek en Voltherbeek tegengaan

Foto voorkant

Roelinksbeek

Gemaakt door: L. Rietman, 14 mei 2019

Auteurs

Eva Holtus

Tel: +31 631166360

E-mail: Eva.holtus@hvhl.nl

Studentnummer: 000009474

Lisanne Rietman

Tel: +31 650595653

E-mail: Lisanne.rietman@hvhl.nl

Studentnummer: 000008870

Externe begeleider

Dhr. P. Kuipers

Namens Ortageo, in opdracht van Geopark Twente

Tel: +31 651999635

E-mail: Paul.kuipers@ortageo.nl

Interne begeleider

Mevr. S. Eeman

Namens hogeschool Van Hall Larenstein

Tel: +31 620914865

E-mail: Sara.eeman@hvhl.nl

Onderwijsinstelling

Hogeschool Van Hall Larenstein

Opleiding

Land- en watermanagement

Major

Toegepaste Hydrologie

Datum

6 juni 2019

Versie

Definitief

Voorwoord

De afstudeerscriptie is geschreven in het kader van het afstuderen aan Hogeschool Van Hall Larenstein, opleiding Land- en Watermanagement met specialisatie Toegepaste Hydrologie. Dit onderzoek is uitgevoerd bij adviesbureau Ortageo namens Geopark Twente, in samenwerking met Waterschap Vechtstromen, in de periode februari tot juni 2019.

Tijdens dit onderzoek hebben wij de watersystemen van de Roelinksbeek, de Voltherbeek en de Springendalse beek onderzocht. Aan de hand van deze analyse zijn er passende maatregelen opgesteld, die droogval in de watersystemen van de Roelinksbeek en Voltherbeek kunnen tegengaan.

Voordat het onderzoek begon, was het onduidelijk hoe de watersystemen in elkaar zaten en wat nu de oorzaak was voor droogval bij de Roelinksbeek en Voltherbeek. Hiervoor hebben wij een heel aantal aspecten onderzocht, die de droogval van de beken in het gebied kunnen verklaren. Van onttrekkingen, tot geologie tot drainage, alles kon effect hebben. Dit was verrassend, omdat voorafgaand niet duidelijk was wat de oorzaak kon zijn. Dit maakte het onderzoek ook veelzijdig, omdat naar vele verschillende aspecten is gekeken, die allemaal op een andere manier zijn onderzocht.

Tijdens het onderzoek hebben we ook veel hulp gehad, dit kwam voornamelijk van Paul Kuipers van Ortageo en Tom Grobbe en Bas Worm van waterschap Vechtstromen. Zij hebben al onze vragen beantwoord, ons begeleid en waar nodig geholpen met ons onderzoek, hier willen wij ze erg voor bedanken. Advies hebben wij ook vanuit school gekregen, onze dank gaat hierbij uit naar Sara Eeman. Buiten de begeleiders zijn er ook andere personen die ons op weg hebben geholpen, zo heeft Rob van Dongen van Staatsbosbeheer ons een rondleiding gegeven door het gebied, en zijn we veel te weten gekomen over de geologische opbouw van de stuwwallen. Ook hebben wij veel gehad aan het bezoek aan de gebiedsbeheerders; Benny Bolk en Chiel Kamphuis gaven ons informatie over de droogte-app en het gebied. Gerben Willems heeft ons erg geholpen om de kwel- en infiltratiegebieden in kaart te brengen met het MIPWA-model. Informatie, meetgegevens en andere data, die we van verschillende collega's van Waterschap Vechtstromen hebben ontvangen, was essentieel voor ons onderzoek en heeft ons erg geholpen. Zonder alle bovengenoemde personen, had dit onderzoek niet kunnen worden uitgevoerd, bedankt voor jullie hulp.

Tot slot willen we elkaar bedanken, voor de goede samenwerking tijdens dit onderzoek. Het grootste struikelpunt was voor ons het houden aan het maximaal aantal woorden, maar dit is uiteindelijk gelukt! Er was altijd overleg en discussie over hoe we dit onderzoek nog beter konden maken, waardoor het onderzoek zonder veel stress uitgevoerd kon worden.

Wij wensen u veel leesplezier!

Lisanne Rietman en Eva Holtus

Velp, 6 juni 2019

Samenvatting

Het klimaat verandert, extreme neerslag en droogte zullen in de toekomst vaker voorkomen. In de zomer van 2018 was er sprake van extreme droogte, waarbij 60% van de waterlopen in Twente is drooggefallen. Tot de drooggefallen beken behoorden ook de Roelinksbeek en Voltherbeek, in tegenstelling tot de nabijgelegen watervoerende Springendalse beek. Het doel van dit onderzoek is het vaststellen van geschikte maatregelen waarbij de droogval van de Roelinksbeek en Voltherbeek wordt voorkomen. Hiervoor is de volgende hoofdvraag opgesteld: 'Wat zijn geschikte maatregelen waarbij droogval van de watersystemen Roelinksbeek en Voltherbeek wordt tegengegaan?'

Om de hoofdvraag te kunnen beantwoorden is kwantitatief en kwalitatief onderzoek uitgevoerd. Allereerst zijn door middel van een watersysteemanalyse de oorzaken van droogval in de Roelinksbeek en Voltherbeek vastgesteld, door de watersystemen te vergelijken met de Springendalse beek. Hiertoe zijn het grondwatersysteem, het oppervlaktewatersysteem en de antropogene invloeden in de afwateringsgebieden geanalyseerd. Aan de hand van de uitkomsten van de watersysteemanalyse zijn er maatregelen opgesteld die droogval in de Roelinksbeek en Voltherbeek tegengaan. De effecten van passende maatregelen zijn onderzocht middels literatuuronderzoek en analyse van effecten van maatregelen op andere locaties.

Uit het onderzoek is gebleken dat de Springendalse beek wordt gevoed door een dik grondmorenepakket op de stuwwal van Ootmarsum. Dit watervoerende pakket is groter dan bij de Roelinksbeek en Voltherbeek, waardoor er daar minder grondwateraanvulling is. Door de constante aanvoer van kwel beschikt de Springendalse beek over een basisafvoer, is het jaarrond watervoerend en heeft een constante afvoer en grondwaterstand. Bij de Roelinksbeek en Voltherbeek is er veel dynamiek in afvoer en grondwaterstanden. Het is ook deels natuurlijk dat de Roelinksbeek en Voltherbeek in de zomer gedeeltelijk droogvallen. Uit data-analyse is gebleken dat de Roelinksbeek en Voltherbeek veel sneller reageren op veranderingen in wateraanvoer. In de afwateringsgebieden komen antropogene invloeden voor, zoals buisdrainage en bodemverdichting door de landbouw, hetgeen bijdraagt aan het optreden van maaiveldafvoer. Antropogene invloeden komen meer voor bij de Roelinksbeek en Voltherbeek dan bij de Springendalse beek. De antropogene invloeden dragen bij aan een versnelde afvoer en verminderde grondwateraanvulling, waardoor het gebied verdroogd.

De droogval in de Roelinksbeek en Voltherbeek kan worden tegengegaan door water langer vast te houden en de grondwateraanvulling te vergroten. Dit kan door een algehele verandering van het landgebruik, door het oorspronkelijke karakter van beekmoeras/doorstroommoeras terug te brengen. Dit robuustere systeem zal zorgen voor een vernatting van het gebied, waardoor droogval wordt verminderd. Verwijderen van buisdrainage zal ook groot effect hebben bij tegengaan van droogval, door minder versnelde afvoer en terugkeer van natuurlijke kwelstromen. Dit zijn ingrijpende veranderingen waarbij het huidige grondgebruik zal moeten veranderen. Een kleine ingreep die direct doorgevoerd kan worden, is het aanpassen van de maaifrequentie in de zomer, door vergroting van de hydraulische weerstand kan water langer worden vastgehouden.

Inhoud

1 Inleiding	6
1.1 Kader	6
1.2 Aanleiding.....	6
1.3 Probleemstelling.....	6
1.4 Doelstelling.....	7
1.5 Afbakening.....	7
1.6 Gebiedsbeschrijving	9
1.7 Doelgroep	10
1.8 Leeswijzer	10
2 Methode	11
2.1 Vooronderzoek	11
2.2 Grondwatersysteem	11
2.3 Oppervlaktewatersysteem	13
2.4 Antropogene invloeden.....	14
2.5 Maatregelen	15
3 Grondwatersysteem	16
3.1 Geologie.....	16
3.2 Kwel en infiltratie	20
3.3 Grondwaterstanden	22
3.4 Verschillen	26
4 Oppervlaktewatersysteem	27
4.1 Droogte 2018.....	27
4.2 Waterbalans	28
4.3 Afvoerkenmerken.....	31
4.4 Verschillen	36
5 Antropogene invloeden	37
5.1 Landgebruik	37
5.2 Buisdrainage	41
5.3 Bodemverdichting	43
5.4 Grondwateronttrekkingen	44
5.5 Verschillen	45
6 Maatregelen.....	46
6.1 Verwijderen buisdrainage en profielverkleining	47
6.2 Maaibeleid.....	49
6.3 Moerasbeek en doorstroommoeras	50
7 Conclusie	53
8 Discussie.....	55
9 Aanbevelingen	56
Literatuurlijst	57

1 Inleiding

1.1 Kader

De regio Twente kent bijzondere aardkundige elementen die samenhangen met een zeer afwisselend landschap¹, waarbij op korte afstand verschillende kenmerken te zien zijn. Hierdoor heeft P. Kuipers van Ortageo in 2012 het initiatief genomen om de regio Twente te ontwikkelen als Geopark. Geoparken zijn unieke geologische gebieden, waar landschappen worden beheerd met het oog op bescherming, educatie en duurzame ontwikkeling (GGN, 2019). Geoparken zijn ontstaan vanuit UNECO om duurzame economische ontwikkeling te stimuleren, waarbij gebruik wordt gemaakt van het unieke landschap (Paulissen & Nieuwenhuizen, 2014). Het water vormt een belangrijk element in het Geopark Twente, omdat het de verschillende onderdelen in het landschap met elkaar verbindt.

1.2 Aanleiding

Neerslag en droogte zullen in de toekomst frequenter en in extremere mate voorkomen (KNMI, 2014). Deze gevolgen van klimaatverandering kunnen zorgen voor negatieve effecten op bestaande landschappen. In Twente was dit in de zomer van 2018 goed zichtbaar, door extreme droogte zijn waterlopen compleet en langdurig drooggefallen (Vechtstromen, 2018). Om het landschap te behouden en beschermen, is het van belang dat er inzicht wordt verkregen in de oorzaak van droogvallen van verschillende waterlopen. Hierdoor heeft Ortageo, namens Geopark Twente, in samenwerking met het Waterschap Vechtstromen de opdracht gegeven om de oorzaak van het droogvallen van de Roelinksbeek en Voltherbeek te onderzoeken. Met meer kennis en inzicht kunnen er geschikte maatregelen worden gerealiseerd, waardoor droogval in de toekomst bij de Roelinksbeek en Voltherbeek wordt tegengegaan. Hierdoor kan het landschap dat kenmerkend is voor Twente behouden blijven en verder worden ontwikkeld als Geopark.

1.3 Probleemstelling

In 2018 is circa 60% van de waterlopen in Twente drooggefallen (Vechtstromen, 2018). Dit veroorzaakte negatieve effecten voor het landschap; er was sprake van gescheurde klei- en veenbodems, landbouwschade, vissterfte en schade aan natte natuur (Schreuder, 2018).

Opvallend is dat er grote verschillen zijn tussen de waterlopen, sommige waterlopen zijn volledig drooggefallen, andere zijn juist de gehele zomer watervoerend gebleven. Deze verschillen zijn te zien in het stroomgebied van de Dinkel, waar onder soortgelijke omstandigheden de Springendalse beek volledig watervoerend bleef, in tegenstelling tot de Roelinksbeek en Voltherbeek. De drie beekstelsels ontspringen op een stuwwal en worden gevoed door bronnen en kwelwater (De Louw, 2006). Het is onbekend wat de oorzaak is van de verschillen in droogval en of dit verklaart kan worden door antropogene activiteiten of dat het juist een natuurlijke achtergrond heeft. Onwetendheid over de werking van de watersystemen en de oorzaken van droogval, zorgen ervoor dat er geen passende maatregelen zijn om droogval tegen te gaan. Kennis over de werking van watersystemen is nodig om ook in de toekomst droogval te voorkomen of zoveel mogelijk te beperken.

¹ Landschap wordt veelomvattend gebruikt. In dit onderzoek valt onder landschap: hydrologie, geologie en omgeving.

1.4 Doelstelling

Dit onderzoek is opgesteld naar aanleiding van de droogval van de Roelinksbeek en Voltherbeek in de zomer van 2018. Het onderzoek beslaat een watersysteemanalyse van de watersystemen Roelinksbeek, Voltherbeek en Springendalse beek. Het doel van dit onderzoek is het opstellen van geschikte maatregelen die de droogval van de Roelinksbeek en Voltherbeek tegengaan, gebaseerd op de oorzaken van de droogval.

De hoofdvraag die in dit onderzoek is beantwoord, luidt:

Wat zijn geschikte maatregelen waarbij droogval van de watersystemen Roelinksbeek en Voltherbeek wordt tegengegaan?

De hoofdvraag zal worden beantwoord aan de hand van de volgende deelvragen:

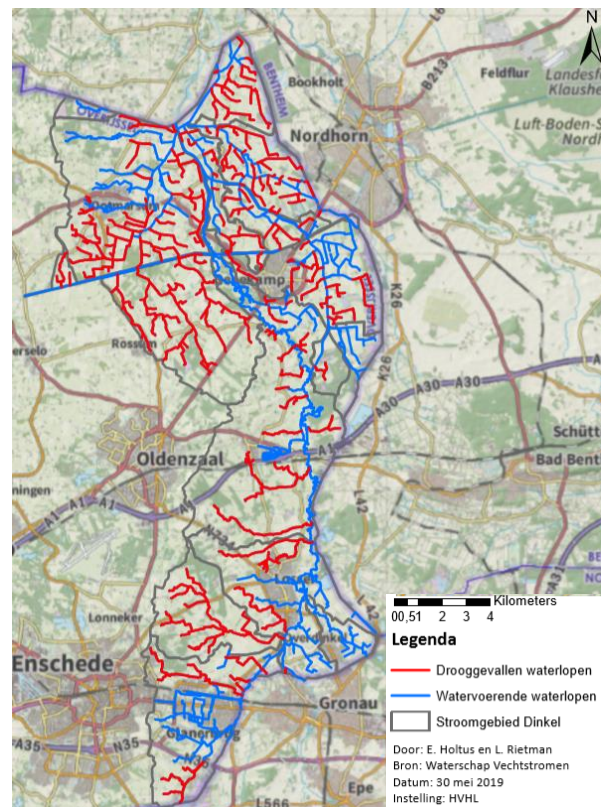
1. Welke landschappelijke elementen zijn kenmerkend voor het stroomgebied van de Dinkel?
2. Wat zijn de kenmerken van het grondwatersysteem bij de Springendalse beek, de Roelinksbeek en de Voltherbeek?
3. Wat zijn de kenmerken van het oppervlaktewatersysteem van de Springendalse beek, de Roelinksbeek en de Voltherbeek?
4. Wat is het effect van antropogene invloeden op het watersysteem van de Springendalse beek, de Roelinksbeek en de Voltherbeek?
5. Wat voor effect hebben passende maatregelen op het tegengaan van droogval in de Roelinksbeek en de Voltherbeek?

Deelvraag 1 is beantwoord in het vooronderzoeksrapport, de gebiedsanalyse van het stroomgebied van de Dinkel.

1.5 Afbakening

De Roelinksbeek en Voltherbeek liggen in het stroomgebied van de Dinkel, in Overijssel in de regio Twente. Het volledige hoofdstroomgebied van de Dinkel loopt door Duitsland en Nederland (zie Bijlage 1). Het uitgangspunt van dit onderzoek is de droogval van beken, bijgehouden in een app van waterschap Vechtstromen (Figuur 1).

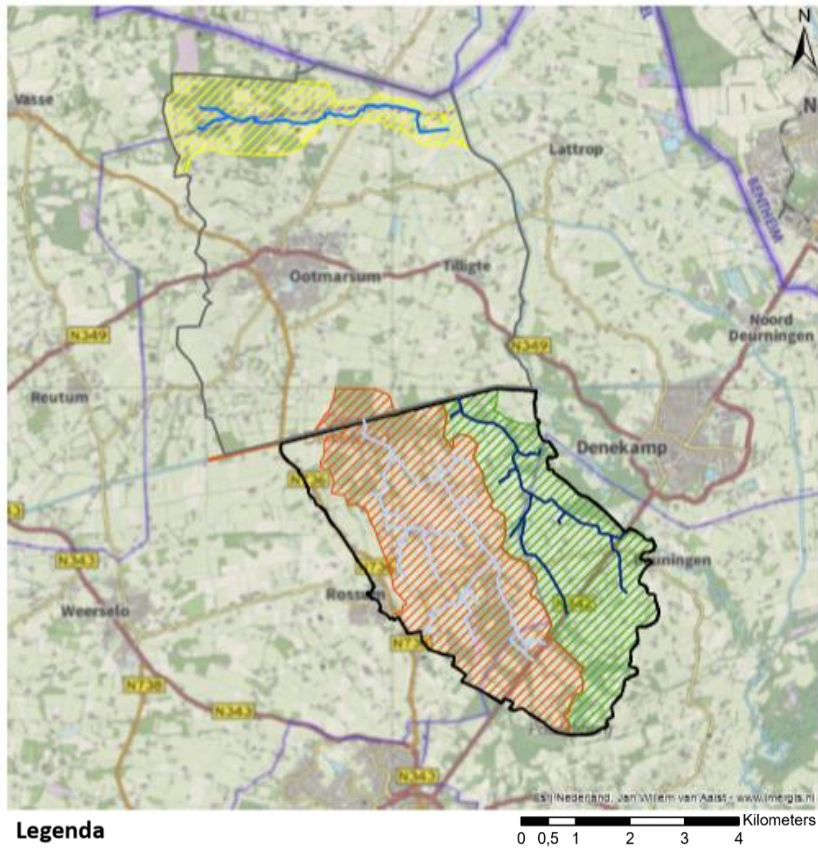
Dit onderzoek is gericht op de droogval van de Roelinksbeek en Voltherbeek, er is geen onderzoek gedaan naar droogval van andere beken. De maatregelen die zijn opgesteld, beperken zich tot de watersystemen Roelinksbeek en Voltherbeek. De oorzaken van droogval zijn onderzocht, kijkend naar het grondwatersysteem, het oppervlaktewatersysteem en de antropogene invloeden, waarbij is vergeleken met de Springendalse beek. Deze vergelijking is gemaakt, doordat de afwateringsgebieden van de beken gelijke kenmerken hebben (De Louw, 2006).



Figuur 1: Drooggevallen waterlopen 2018, stroomgebied de Dinkel (Zanderink, 2019)

ONDERZOEKSRAPPORT

De beken behoren tot verschillende sub-stroomgebieden; de Springendalse beek ligt in Hollandse Graven en de Roelinksbeek en Voltherbeek in het gelijknamige sub-stroomgebied. Het onderzoeksgebied beslaat de afwateringsgebieden van de drie beken (Figuur 2). Dit onderzoek gaat niet in op de waterkwaliteit van de beeklopen.



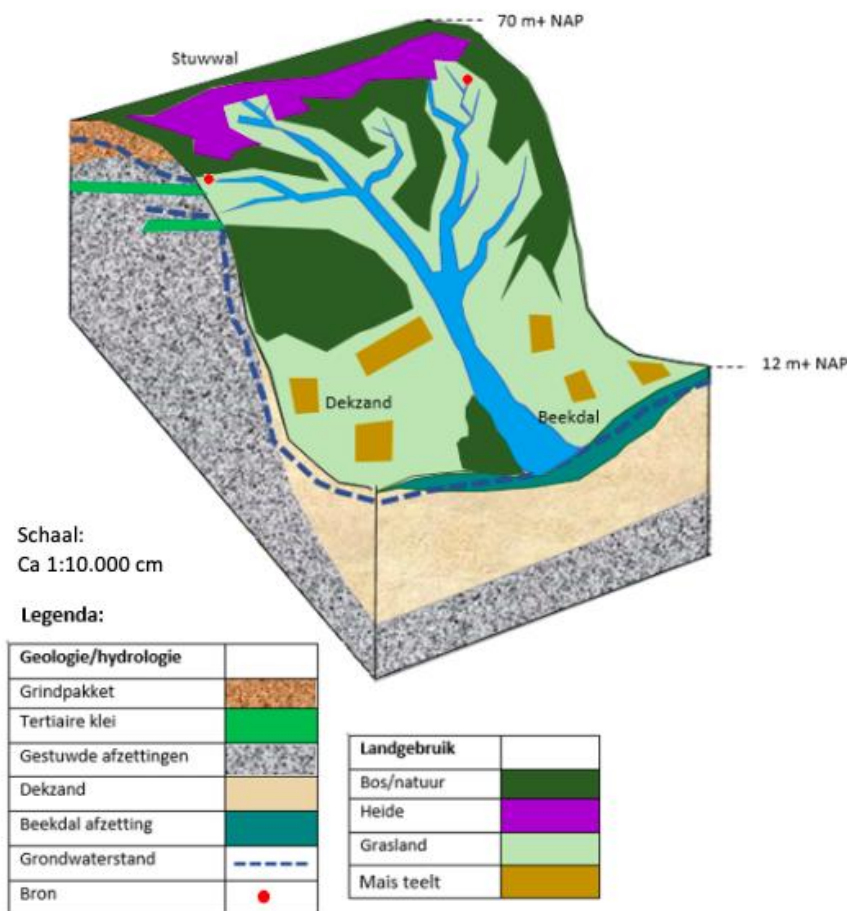
ONDERZOEKSRAPPORT

1.6 Gebiedsbeschrijving

Het stroomgebied van de Dinkel wordt gekenmerkt door de stuwwallen van Ootmarsum en Oldenzaal. De stuwwallen hebben grote invloed op de inrichting en waterhuishouding van het gebied. De opbouw van de stuwwallen is complex, gestuwde goed doorlatende en ondoorlatende lagen wisselen elkaar af (Figuur 3). De goed doorlatende pakketten bovenop de stuwwallen zorgen als inzijgingsgebied voor de aanvulling van het grondwater. De ondoorlatende lagen bestaan uit tertiaire klei en houden het grondwater tegen, waardoor het naar buiten treedt als kwel. Grote hoogteverschillen zorgen er ook voor dat kwel uittreedt; op locaties waar de grondwaterspiegel het steile hoogteverschil niet kan volgen, snijdt de grondwaterstand het maaiveld, waardoor het als kwel uittreedt. Dit uittredende kwelwater voedt bronbeken, zoals de Springendalse beek, Roelinksbeek en Voltherbeek.

Bovenop de stuwwal waar de ondergrond goed doorlatend is, is er een diepe grondwaterstand te vinden, omdat het water wegzakt. Het grondwater stroomt vanaf de hoger gelegen stuwwallen richting het dal van de Dinkel, het laagste punt in het stroomgebied. In de laaggelegen delen van het stroomgebied zijn hoge grondwaterstanden te vinden, hier treedt ook lokale en regionale kwel uit.

Beneden de stuwwal is dekzand aan het oppervlak te vinden in de vorm van dekzandruggen en laagtes. Dit dekzandpakket is goed doorlatend, waardoor water gemakkelijk infiltreert. In het dekzandgebied zijn lokaal grote verschillen te zien, de dekzandruggen zijn droger, de laagtes zijn vaak natter. Het landschap is erg afwisselend, waardoor er lokaal grote verschillen zijn in het landgebruik, bodem, grond- en oppervlaktewater.



Figuur 3: Schematische dwarsdoorsnede.

1.7 Doelgroep

Dit afstudeeronderzoek is geschreven voor ingenieursbureau Ortageo namens Geopark Twente, Waterschap Vechtstromen, Hogeschool van Hall Larenstein en andere belangstellenden.

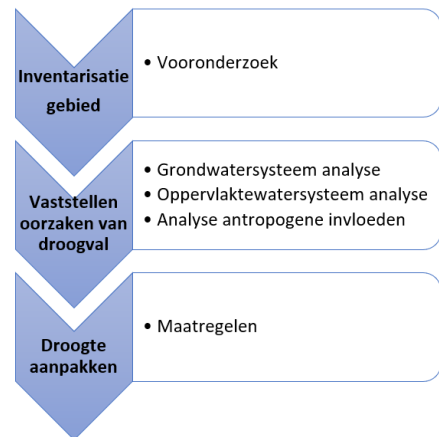
1.8 Leeswijzer

Dit onderzoek bevat 9 hoofdstukken, waarvan het eerste hoofdstuk de inleiding is. Het inhoudelijke deel van dit rapport begint bij hoofdstuk 2, de onderzoeksmethode. Hoofdstuk 3, 4 en 5 beschrijven het grondwatersysteem, het oppervlaktewatersysteem en de antropogene invloeden. Aan het einde van hoofdstuk 3 tot 5 is er een paragraaf 'Verschillen' geschreven, hierin zijn de belangrijkste verschillen tussen de watersystemen toegelicht, dit is gedaan in tabellen. Hoofdstuk 6 sluit aan op de voorgaande hoofdstukken en beschrijft de maatregelen. Tot slot de conclusie, gevolgd door de discussie en aanbevelingen. Bijgevoegd aan dit onderzoeksrapport is het Bijlagenrapport en het Vooronderzoeksrapport.

2 Methode

Om de oorzaak van droogval van de Roelinksbeek en Voltherbeek te achterhalen en daarbij geschikte maatregelen op te stellen, is zowel kwantitatief als kwalitatief onderzoek uitgevoerd. Het onderzoek is uitgevoerd middels literatuur- en desktoponderzoek², vergelijkend analytisch onderzoek, een interview en veldinventarisaties. In dit hoofdstuk is per rapporthoofdstuk de onderzoeksmethode omschreven, opgebouwd aan de hand van de onderzoeksfases in Figuur 4.

Figuur 4: Onderzoeksfases.



2.1 Vooronderzoek

Om een beeld te krijgen van de omgeving is er een vooronderzoek uitgevoerd; een gebiedsanalyse van het stroomgebied van de Dinkel. Het vooronderzoek is uitgevoerd middels literatuur- en desktoponderzoek en veldinventarisaties. De geologie, geomorfologie, bodem, geohydrologie, oppervlaktewater en het landgebruik zijn onderzocht. De ArcGIS-data zijn voornamelijk verkregen van Alterra en de provincie Overijssel, deze zijn verwerkt tot kaarten. Tijdens veldinventarisaties is de huidige situatie van het stroomgebied waargenomen, hierbij was de rondleiding van dhr. R. van Dongen, Staatsbosbeheer, leidend. Hierbij is aandacht besteed aan de huidige functies van en de verschillen tussen de drie beken. De veldinventarisaties zijn vastgelegd met foto's.

2.2 Grondwatersysteem

Het grondwatersysteem is onderzocht om de aanvoer en stroming van het grondwater naar de beken in beeld te brengen. Zo is onderzocht hoe de grondwatersystemen reageren op droogte en hoe deze mogelijk de droogval in de Roelinksbeek en Voltherbeek verklaren. Het grondwatersysteem is onderzocht middels literatuur-, desktop- en analytisch onderzoek en vergelijkend onderzoek tussen de drie beken.

Geologie

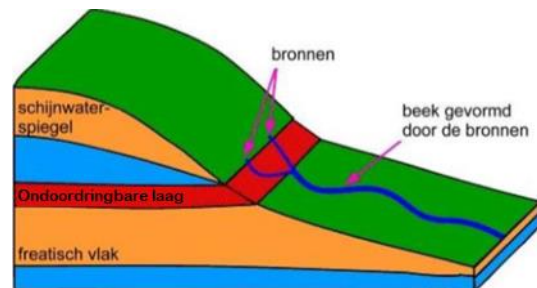
De geologische opbouw is omschreven aan de hand van literatuuronderzoek. Hierbij is ingezoomd op de directe omgeving van de beken en het effect van de geologie op het watersysteem. De grondwateraanvoer, kwel- en infiltratiegebieden en soorten bronnen zijn aan de hand van de geologie beschreven. Er is onderzocht hoe de geologische opbouw bepalend is voor de wateraanvoer naar de beken.

² Literatuuronderzoek is de verzameling en omschrijving van eerdere onderzoeken en rapporten. Desktoponderzoek is het maken van kaarten in ArcGIS en de analyse hiervan.

Kwel- en infiltratie

De kwel- en infiltratiegebieden zijn in kaart gebracht met behulp van het MIPWA-model (Deltares, 2018), de invoer en berekening is uitgevoerd door dhr. G. Willems van waterschap Vechtstromen. In het model zijn verschillende modellagen gedefinieerd, die gelinkt zijn aan het REGIS-model van TNO, wat ondoorlatende en doorlatende lagen definieert (TNO, 2017). De MIPWA-modellagen samen geven een beeld van de ondergrond en hoe water hierdoorheen stroomt. Het MIPWA-model berekent GHG, GLG, GVG³ in verschillende modellagen. Wanneer er een stijghoogteverschil tussen twee modellagen is, betekent dit dat er een weerstandslaag aanwezig is, dit is de scheiding tussen twee watervoerende pakketten.

In dit onderzoek is gekeken naar het stijghoogteverschil tussen modellaag 1 en 3. Tussen deze lagen ligt een weerstandslaag, modellaag 2. Het stijghoogteverschil is het verschil tussen de schijngrondwaterstand en het freatisch pakket (Figuur 5). Een positief stijghoogteverschil geeft aan dat er wegzijging optreedt, een negatief stijghoogteverschil geeft aan dat er sprake is van kwel.



Figuur 5: Opbouw modellagen in MIPWA-model (Drost, 2014).

Er is alleen naar modellaag 1 en 3 gekeken, omdat het voor dit onderzoek vooral interessant is waar kwel en infiltratie aan of dichtbij het maaiveld optreedt. In ArcGIS zijn de stijghoogteverschillen tussen modellaag 1 en modellaag 3 met behulp van de tool 'Raster Calculator' berekend. De resultaten zijn weergegeven in kaartvorm met behulp van ArcGIS.

Het MIPWA-model geeft een beeld van het grondwater in het gebied, maar zal niet volledig overeenkomen met de werkelijkheid. In de praktijk worden grondwaterstanden alleen gemeten in peilbuizen op specifieke locaties, kwel- en infiltratiedata wordt niet gemeten. Het MIPWA-model geeft een gebiedsdekkend beeld van de geohydrologische situatie.

Om de betrouwbaarheid van het MIPWA-model in het onderzoeksgebied te bepalen, zijn de berekende modelwaarden vergeleken met gemeten waarden. Dit is gedaan door het verschil tussen deze waarden te berekenen in procenten, met behulp van Excel. De gemeten grondwaterstanden zijn verkregen van Dinoloket, de peilbuizen die zijn meegenomen liggen langs de beeklopen (zie Bijlage 2.1). De datasets met gemeten grondwaterstanden zijn ingeladen in Menyanthes⁴, waarna het programma de GXG van elke dataset heeft berekend.

Grondwaterstanden

De grondwaterstanden uit het freatisch pakket zijn afkomstig van Dinoloket en de provincie Overijssel. Datasets die zijn gebruikt, bevatten ook metingen uit 2018. Voor de locaties van de peilbuizen: zie Bijlage 2.2. De data is weergegeven in grafieken met behulp van Excel. De grondwaterstanden zijn geanalyseerd en waargenomen trends zijn omschreven. De grondwaterstanden uit 2018 zijn vergeleken met voorgaande jaren.

³ Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand, Gemiddeld Laagste Grondwaterstand en Gemiddelde Voorjaars Grondwaterstand, samen aangeduid als GXG.

⁴ Statistisch/analytisch hydrologisch programma.

2.3 Oppervlaktewatersysteem

Het oppervlaktewatersysteem is onderzocht om de werking van het watersysteem in beeld te brengen, door middel van omschrijving van de beekkenmerken. Hierbij is onderzocht hoe de beken reageren op droogte en hoe ze reageren door de jaren heen. Dit is onderzocht middels een interview, literatuur-, desktop- en analytisch onderzoek.

Droogte 2018

De droogval van waterlopen in het beheergebied van waterschap Vechtstromen is bijgehouden in een interne app. Informatie over de werking en inzicht in de resultaten van de app is verkregen door een interview te houden met de gebiedsbeheerders die de app hebben ingevuld. In het interview zijn ook waarnemingen in de zomer van 2018 besproken. Met het interview is de betrouwbaarheid van de droogteapp achterhaald en is besproken of deze in de toekomst beter gebruikt kan worden. Het interview is beschreven in Bijlage 2.3.

Waterbalans

Om een beeld te krijgen van de watersystemen van de drie beken is er een waterbalans opgesteld. Dit is gedaan voor een zomer- en winterhalfjaar in 2009 en 2018. Zo is er een beeld ontstaan van de watersystemen, hoe ze verschillen en hoe deze reageren door het jaar heen. De verschillende seizoenen⁵ geven de verschillen in de watersystemen weer door het jaar heen. De jaren 2009 en 2018 zijn met elkaar vergeleken om het verschil weer te geven tussen een extreem droog jaar en een relatief gemiddeld jaar⁶. Er zijn een aantal aannames gedaan omdat actuele meetgegevens niet altijd beschikbaar waren, de belangrijkste aannames zijn:

- Kwel en wegzijging uit Wateratlas van Twente, bepaald in een grondwatermodel (periode 1991-2000). Dit is gekozen omdat er verschil is gemaakt in zomer- en winterhalfjaar.
- Beperkte informatie van beekafvoer Springendalse beek, voor 2018 is de basisafvoer gebruikt (Kuijper, et al., 2012).
- Maaiveldafvoer, berekening en drainage zijn niet meegenomen, te weinig betrouwbare informatie.

De data is afkomstig van het KNMI en waterschap Vechtstromen.

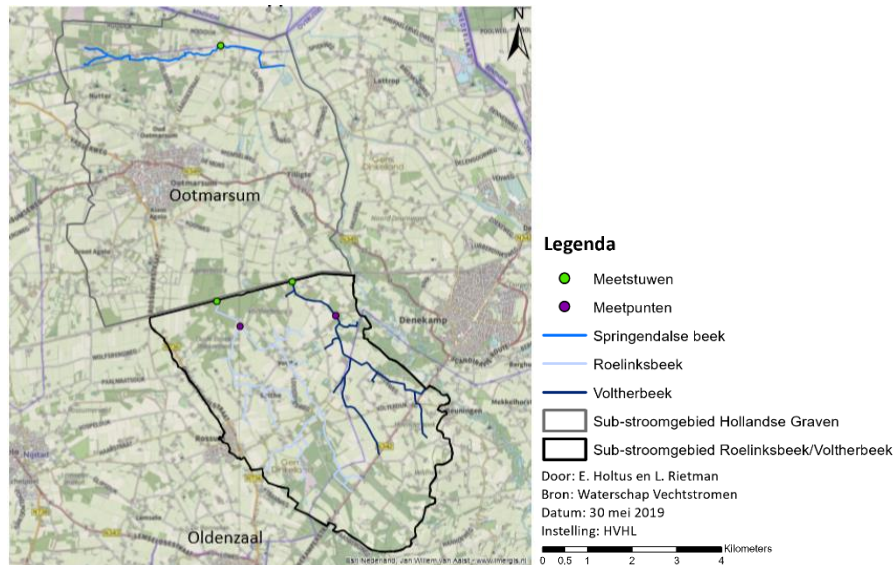
In Bijlage 2.5 zijn alle aannames die in de waterbalans zijn opgenomen in detail toegelicht.

Afvoerenmerken

De afvoer van de beken is in beeld gebracht door gebruik te maken van monitoringsgegevens van waterschap Vechtstromen (locatie meetpunten: Figuur 6). Van de Springendalse beek zijn geen data beschikbaar van de afvoer in 2018, wel is er een waterpeil gemeten. Het waterpeil in 2018 en de afvoer van 2009 tot 2017 is weergegeven in een grafiek met behulp van Excel. Voor de Roelinksbeek en Voltherbeek is geen afvoerdata bekend, wel is er een stuwdebiet. Het stuwdebiet is het water wat over de stuw gaat; staat het waterpeil lager dan de stuw dan is er geen stuwdebiet, terwijl er wel aanvoer in de beek kan zijn. Het stuwdebiet is weergegeven in grafieken met behulp van Excel vanaf 1998 tot 2019 en er is ingezoomd op 2018. Waarnemingen en trends uit de grafieken zijn toegelicht, om een beeld te vormen van de afvoer en waterpeilen in 2018 en eerdere jaren.

⁵ Het zomerseizoen komt overeen met het groeiseizoen: april tot september. Het winterseizoen: januari tot maart en oktober tot december.

⁶ 2009 is weergegeven omdat dat jaar een vrij droge zomer had, maar niet een extreme zomer. Het weer in 2009 ligt dichtbij het gemiddelde weer, qua neerslag en temperatuur. Door de overeenkomst tussen 2018 en 2009 en het feit dat 2009 niet een extreem jaar was, is er gekozen om deze jaren te vergelijken. Weerstatistieken en vergelijking tussen 2009 en 2018 zijn besproken in Bijlage 2.4.



Figuur 6: Meetpunten oppervlaktewater (Waterschap vechtstromen, 2018)

De mate van droogval van de Roelinksbeek en Voltherbeek is onderzocht aan de hand van gemeten waterstanden uit de monitoringsgegevens bij de stuwen. Dit is gedaan in de zomerperiode, wanneer de stuw omhoog stond en de afvoer gestagneerd is. Door de gestagneerde afvoer is te bepalen welk gedeelte van de beek is drooggevalen, door het waterpeil te vergelijken met de bodemhoogte bovenstrooms van de stuw. Wanneer de bodemhoogte hoger is dan het waterpeil bij de stuw, dan is er op dat punt sprake van droogval. Het drooggevalen traject is voor 2009 en 2018 in kaart gebracht voor juni en september, met behulp van ArcGIS en Excel.

2.4 Antropogene invloeden

Antropogene invloeden in de omgeving van de beken kunnen invloed hebben op de watersystemen en dus ook op de droogval. De antropogene invloeden die invloed kunnen uitoefenen op de watersystemen zijn onderzocht middels literatuur-, desktoponderzoek en veldinventarisaties.

Landgebruik

Het landgebruik in de afwateringsgebieden van de beken is onderzocht middels literatuur- en desktoponderzoek. Aan de hand van de LGN7-kaart van Alterra is het huidige landgebruik geanalyseerd en weergegeven, met behulp van ArcGIS en Excel. Veldinventarisaties binnen de afwateringsgebieden hebben ook bijgedragen aan de beeldvorming van het landgebruik.

De effecten van beregening op de omgeving zijn beschreven aan de hand van literatuuronderzoek. Er is geen data beschikbaar van de locatie, hoeveelheid en duur van beregening in het gebied. De indicatie van het voorkomen van beregening is bepaald aan de hand van het huidige landgebruik.

Buisdrainage

De effecten van buisdrainage op het watersysteem zijn omschreven aan de hand van literatuuronderzoek. Er is slechts zeer beperkt informatie beschikbaar over de ligging van buisdrainage in de omgeving van de beken. Om een beeld te krijgen van de aanwezigheid van buisdrainage is er per afwateringsgebied een verwachtingskaart opgesteld, met daarin de locaties waar drainage wordt verwacht. De kaart is tot stand gekomen met behulp van ArcGIS. De ligging van drainage is sterk afhankelijk van het aanwezige landgebruik, de grondsoorten en grondwaterstanden. De aannames die gemaakt zijn, die de verwachting op aanwezigheid buisdrainage bepalen, zijn omschreven in Bijlage 2.6.

Bodemverdichting (in relatie tot maaiveldafvoer)

De effecten van bodemverdichting op de maaiveldafvoer zijn onderzocht middels literatuuronderzoek. Om een beeld te krijgen waar maaiveldafvoer voorkomt, is het risico op bodemverdichting geïnventariseerd. Het risico op een verdichte bovengrond is in kaart gebracht door de WUR in een landsdekkende kaart (Akker, 2013). Bodemverdichting is door de WUR gekwalificeerd in relatie tot het landgebruik en de bodem. Middels desktoponderzoek is voor de afwateringsgebieden een risicokaart gemaakt op het voorkomen van bodemverdichting.

Grondwateronttrekkingen

Drinkwater- en industriële onttrekkingen in de buurt van de beken zijn in kaart gebracht aan de hand van data van de provincie Overijssel en Vitens. De effecten van de onttrekkingen zijn omschreven aan de hand van literatuuronderzoek.

2.5 Maatregelen

Aan de hand van de vastgestelde oorzaken die bijdragen aan de droogval, zijn er passende maatregelen opgesteld. Deze maatregelen gaan droogval van de Roelinksbeek en Voltherbeek tegen. Er zijn drie geschikte maatregelen uitgewerkt waarbij het effect van de maatregelen is onderzocht, dit is gedaan aan de hand van vergelijkend- en literatuuronderzoek. Het effect van de maatregel 'maaibeleid aanpassen' is ook onderzocht door met behulp van Manning-waarden (die een indicatie geven voor de ruwheid van de waterloop) het verwachte debiet in de beek te berekenen. Op deze manier is schatting gemaakt van het debiet bij een dichtbegroeide beek, in vergelijking met een schoon gemaaide beek. Het effect van de maatregel 'profielverkleining en verwijderen buisdrainage' is onderzocht door het te vergelijken met de situatie bij de Springendalse beek, waar deze maatregel al is uitgevoerd.

3 Grondwatersysteem

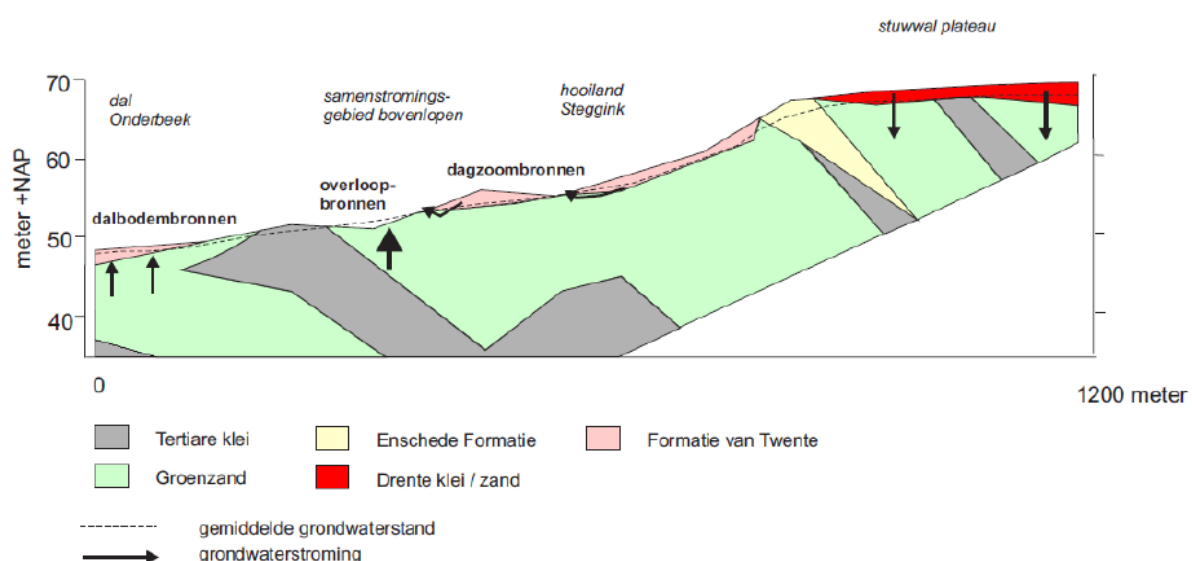
De geologie en bodemopbouw hebben grote invloed op de stroming van water. In dit hoofdstuk is ingegaan op de geologische opbouw, kwel en infiltratielocaties en de grondwaterstanden binnen de afwateringsgebieden.

3.1 Geologie

3.1.1 Springendalse beek

Het afwateringsgebied van de Springendalse beek wordt gekarakteriseerd door de stuwwal van Ootmarsum. Op het stuwwalplateau bevindt zich aan de oostzijde een grondmorenepakket van tientallen meters dik. Dit grondmorenepakket bestaat voornamelijk uit grofzand met grind en stenen, waardoor water zeer makkelijk kan infiltreren (de Meij & den Otter, 2015). Hierdoor is er in de stuwwal van Ootmarsum een grote grondwaterbel aanwezig, hier ontspringt ook de Springendalse beek uit een grindpakket van circa 40 meter dik (Marijnissen, 2018). De waterbel zorgt voor een constante aanvoer van water naar de bronnen, ook in de zomer. De Springendalse beek wordt gevoed door meerdere dagzoom-, overloop-, dalbodem- en helocrene bronnen (Figuur 7), onderstaand zijn deze verder beschreven.

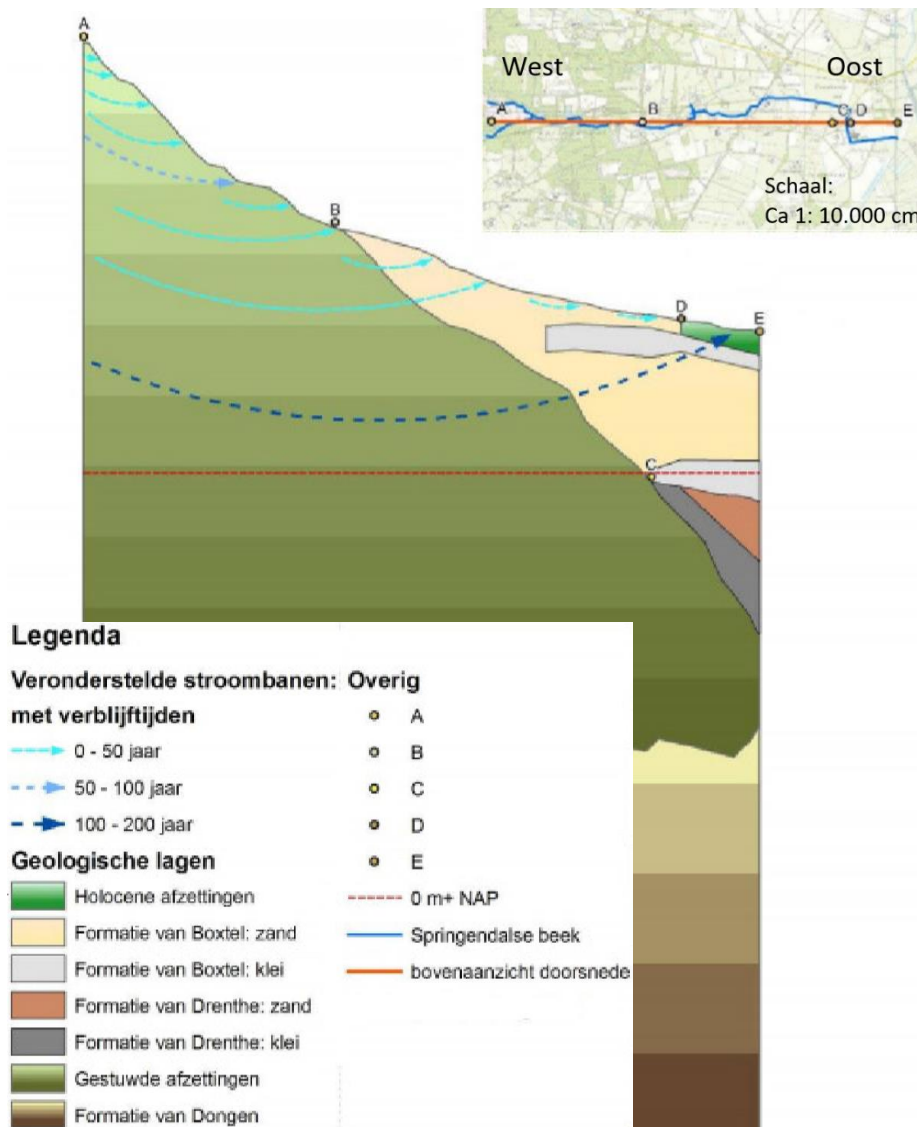
- Dagzoombronnen zijn zeer lokale systemen, waarbij het grondwater een korte verblijftijd heeft. Doordat slecht doorlatende kleilagen aan het maaiveld komen of de grondwaterspiegel wordt aangesneden door sterk lokaal verhang treedt grondwater naar buiten.
- Dalbodembronnen komen voor in de midden- en benedenlopen van de beekdalen. Erosiedalen doorsnijden het watervoerende pakket, waardoor water aan het oppervlak komt, het water heeft een lange verblijftijd (Provincie Overijssel, 2015).
- Overloopbronnen komen voor bij scheef gestelde kleilagen, die de grondwaterstroming via beter doorlatende lagen belemmeren. Het grondwater wordt naar het oppervlak geperst, waardoor er sterke verticale kwel optreedt.
- Helocrene bronnen komen voor op de flanken van de stuwwal, het water treedt langzaam uit over een groot zwak hellend gebied. Hierdoor ontstaat een moerassig gebied, waarin kleine bronbeekjes samenvloeien tot een beek (Bleumink & van Dongen, 2015).



Figuur 7: Soorten stuwwal bronnen (Landgoederen Oldenzaal, 2018).

ONDERZOEKSRAPPORT

Door lokale verschillen in het voorkomen van ondoorlatende en doorlatende lagen is het onduidelijk hoe water zich in de stuwwal verplaatst; de precieze stromingen van grondwater kunnen daarom niet voorspeld worden. Een deel van het water, wat is geïnfiltreerd in het grondmorenepakket, kan naar de diepere ondergrond infiltreren, als deze niet door een ondoorlatende laag wordt tegengehouden. Hierdoor zijn er ook grondwaterstromingen aanwezig die, doordat ze door een groot goed doorlatend pakket stromen, een langere verblijftijd hebben. Door deze grote lokale verschillen wordt de Springendalse beek gevoed door kwelstromen met verschillende verblijftijden (Figuur 8) (Bleumink & van Dongen, 2015).



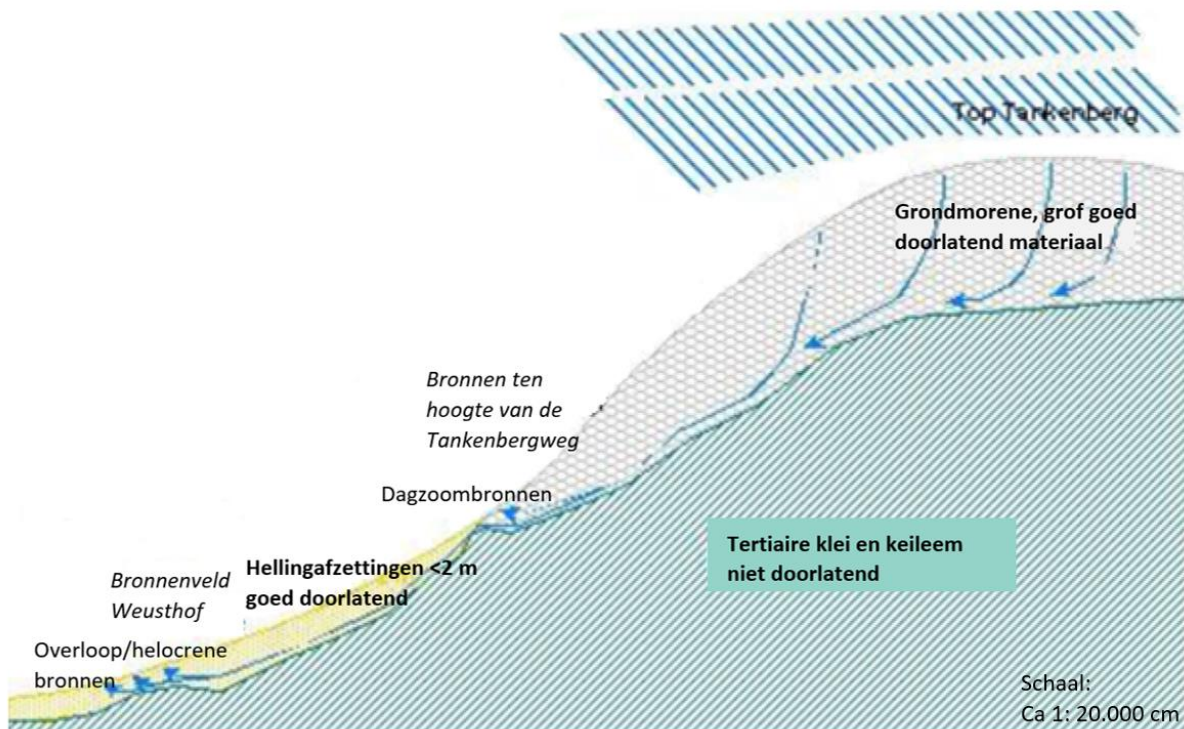
Figuur 8: Grondwaterstromen stuwwal Ootmarsum (Bleumink & van Dongen, 2015).

ONDERZOEKSRAPPORT

3.1.2 Roelinksbeek/Voltherbeek

De afwateringsgebieden van de Roelinksbeek en Voltherbeek wordt gekarakteriseerd door de stuwwal van Oldenzaal. Tijdens de vorming van deze stuwwal zijn er schuin opgestuwde tertiaire kleilagen dicht bij het oppervlak komen te liggen en is keileem gemengd met tertiaire klei (Provincie Overijssel, 1989). In de stuwwal komen deze slecht doorlatende lagen ondiep voor, lokaal zelfs aan het oppervlak (Provincie Overijssel, 1989). Bovenop deze ondoorlatende lagen is op sommige locaties dekzand afgezet, dat wel goed doorlatend is. Op het stuwwalplateau is het watervoerende pakket dun, maar een aantal meters (van Dongen & Waaijenberg, 2007). Lokaal zijn er ook iets dikkere watervoerende pakketten te vinden, bijvoorbeeld op de Tankenberg hier kan water makkelijker infiltreren (Figuur 9) (Provincie Overijssel, 2017).

De dunne grind- en zandpakketten op het stuwwalplateau vervoeren water, het water treedt als overloop-, helocrene- en dagzoombronnen uit. De dagzoombronnen zijn te vinden op het Landgoed Egheria (ten noordoosten van Oldenzaal) en zijn vaak het jaarrond watervoerend (Provincie Overijssel, 2017). De helocrene bronnen zijn niet het jaarrond watervoerend.

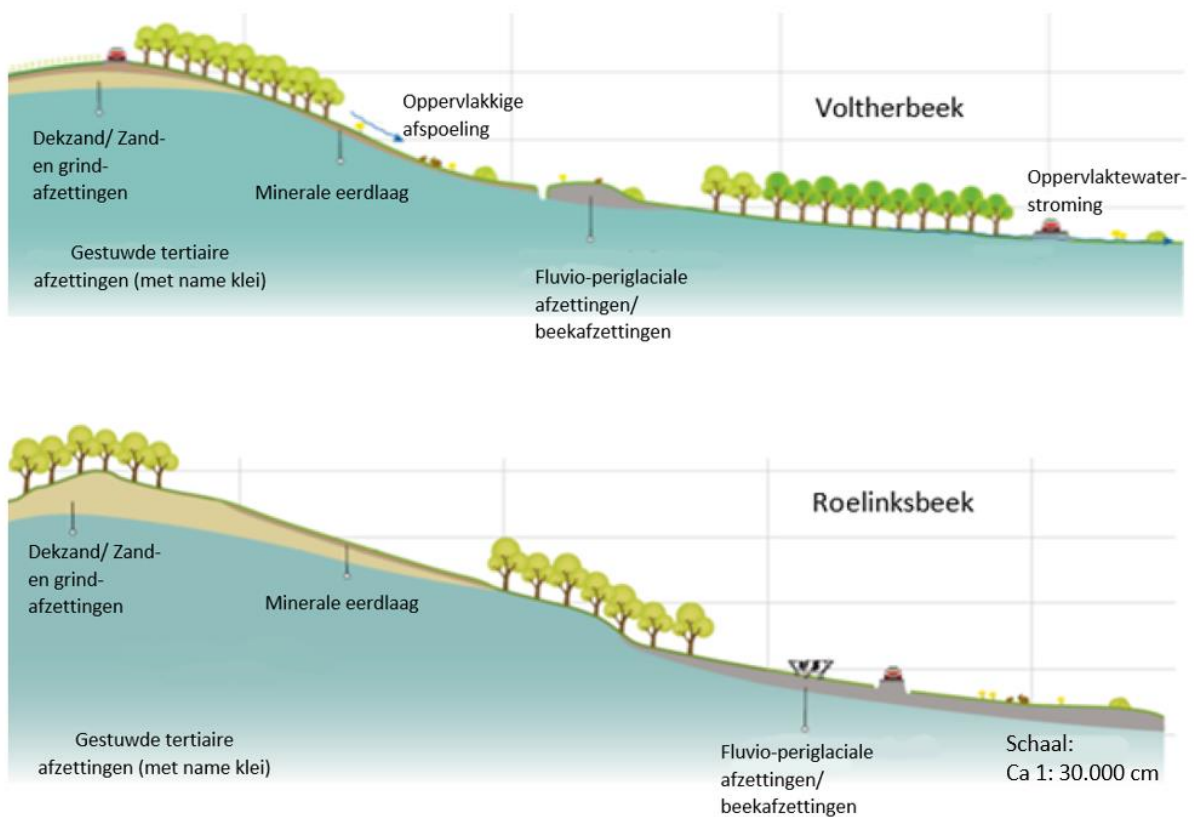


Figuur 9: Grondwaterstroming stuwwal Oldenzaal (Provincie Overijssel, 2017).

ONDERZOEKSRAPPORT

Door de ondiepe kleilagen kan het water moeilijk infiltreren, waardoor dit bij neerslag kan leiden tot maaiveldafvoer (Figuur 10) (Kuijper, et al., 2012). Er kunnen hoge piekafvoeren voorkomen, doordat het water dan oppervlakkig wordt afgevoerd. De Roelinksbeek en Voltherbeek worden voornamelijk gevoed door regenwater, dat via greppels en sloten naar de beken wordt gevoerd (Provincie Overijssel, 1989).

Op enkele locaties kan regenwater toch infiltreren, bijvoorbeeld in het dekzand; dit treedt op de flanken weer uit. Dit is een zeer lokale grondwaterstroming met een korte verblijfstijd. Het grondwatersysteem op de stuwwal van Oldenzaal is een snel reagerend systeem, door de korte verblijfstijd van het grondwater, treedt nalevering van neerslag via grondwater maar voor korte periodes op. Hierdoor zijn de beken erg afhankelijk van neerslag en kunnen ze droogvallen bij een tekort aan aanvoer (Kuijper, et al., 2012).



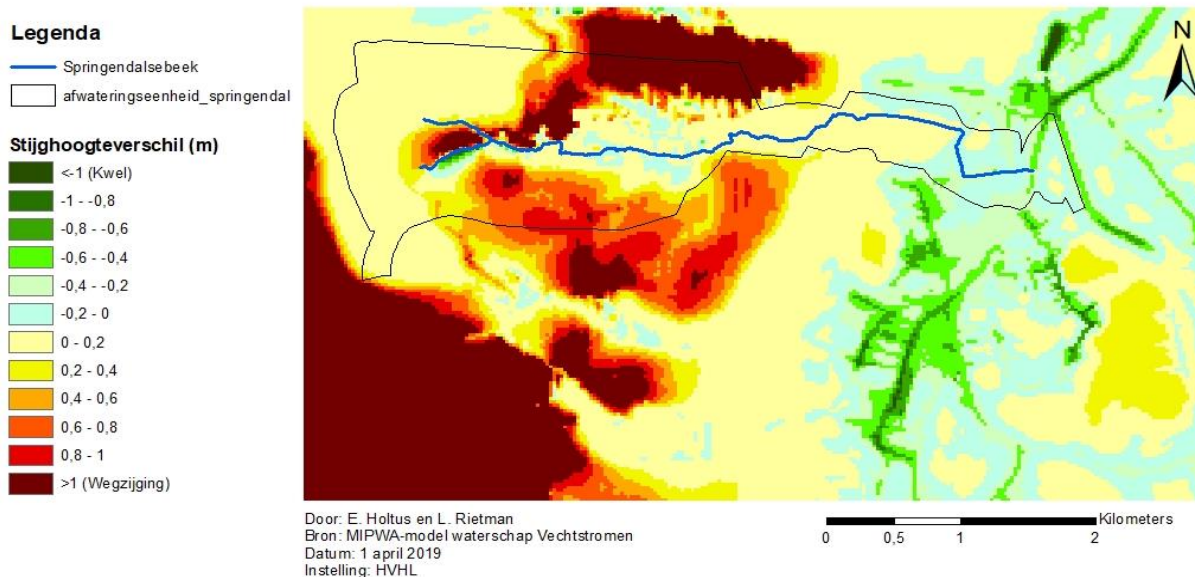
Figuur 10: Dwarsdoorsnedes Roelinksbeek en Voltherbeek (Landgoederen Oldenzaal, 2018).

ONDERZOEKSRAPPORT

3.2 Kwel en infiltratie

3.2.1 Springendalse beek

In het afwateringsgebied van de Springendalse beek komt volgens het MIPWA-model voornamelijk kwel voor in het beekdal, bovenop de stuwwal van Ootmarsum vindt voornamelijk wegzijging plaats (Figuur 11). De bronnen die de Springendalse beek voeden, kunnen niet met het MIPWA-model worden bepaald. De hoeveelheid wateraanvoer afkomstig van de kwelbronnen is onbekend, wel zijn deze het jaarrond watervoerend (M.J.M. Kuijper, 2012).



Figuur 11: Kwel- en wegzijgingslocaties Springendalse beek (Deltares en Waterschap Vechtstromen, 2019)

De modelresultaten vallen tussen de 1,4 en 2,3% lager uit dan de werkelijk gemeten waarden (Tabel 1). De verschillen tussen de MIPWA-resultaten en de daadwerkelijke waarden zijn dus relatief klein, er kan vanuit worden gegaan dat de MIPWA-resultaten een betrouwbaar beeld geven van de kwel- en wegzijgingslocaties, dit gebeurde in overleg met expert G. Willems.

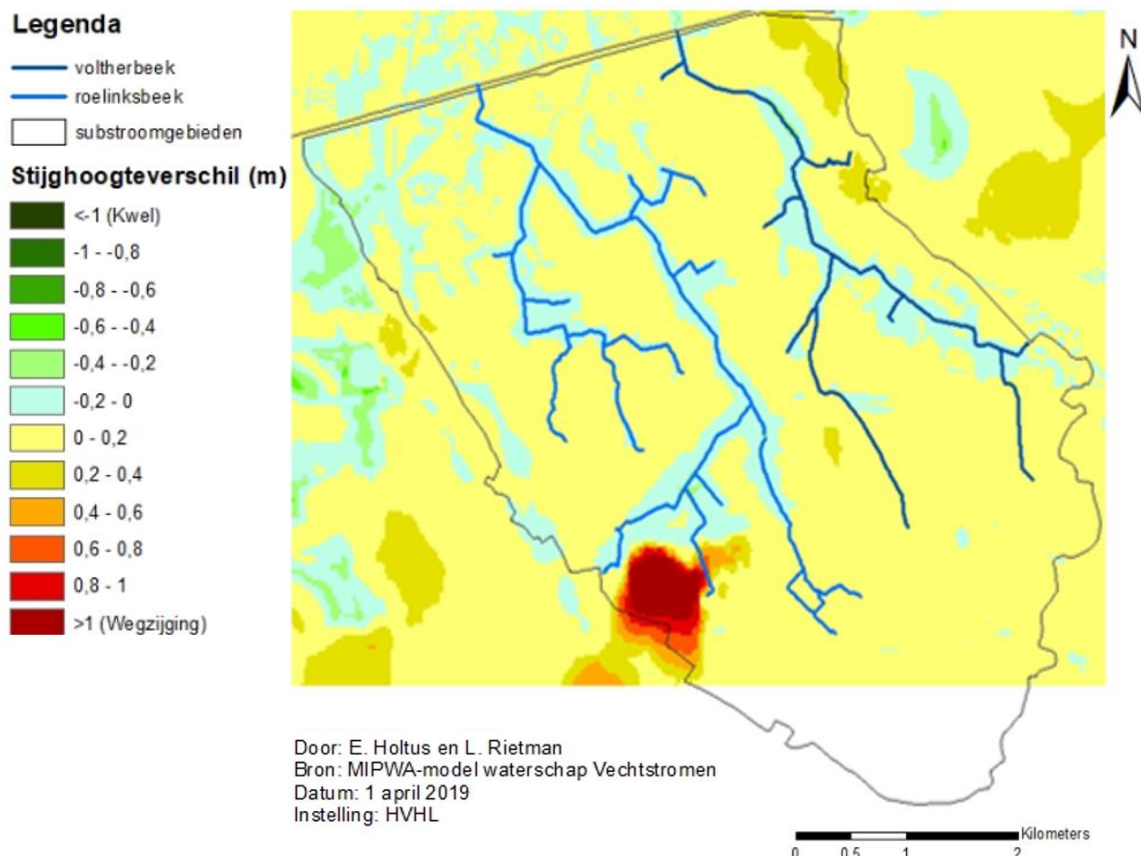
Tabel 1: Verschil gemeten- en modelwaarden.

	Peilbuiswaarden (m+NAP) (2006-2018)	Modelwaarden (m+NAP)	Verschil (%)
GLG	47,76	46,68	2,3
GVG	47,81	46,47	2,3
GHG	47,82	47,15	1,4

ONDERZOEKSRAPPORT

3.2.2 Roelinksbeek/Voltherbeek

In het sub-stroomgebied Roelinksbeek/Voltherbeek komt er in de beekdalen kwel voor, ter hoogte van de Tankenberg, op de stuwwal van Oldenzaal vindt voornamelijk wegzijging plaats (Figuur 12). De kwelbronnen die de beken voeden zijn niet het jaarrond watervoerend, het is onbekend wat de hoeveelheid aanvoer uit deze bronnen is.



Figuur 12: Kwel- en wegzijgingslocaties Roelinksbeek/Voltherbeek (Deltares en Waterschap Vechtstromen, 2019).

De MIPWA-modelresultaten bij de Roelinksbeek verschillen weinig met de gemeten GXG-waarden (<1%), de waarden van de Voltherbeek wijken meer af (7,7- 9,9%) (Tabel 2). Waarschijnlijk is er in de buurt van de Voltherbeek een lokaal bodem verschil, dat niet verwerkt is in het MIPWA-model, hierdoor kunnen de resultaten van het model afwijken van de werkelijkheid.

Tabel 2: Verschil gemeten- en modelwaarden

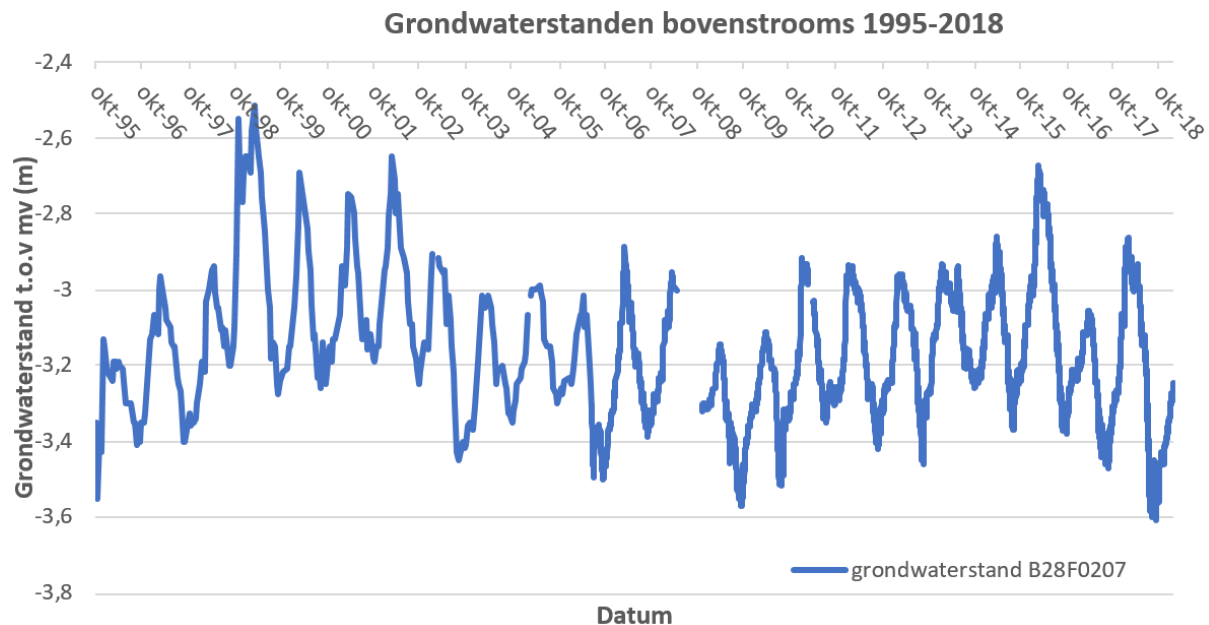
	Peilbuiswaarden (m+NAP)	Modelwaarden (m+NAP)	Verschil (%)
Roelinksbeek (1994-2018)			
GLG	20,40	20,32	0,4
GVG	21,03	20,89	0,7
GHG	21,06	20,97	0,4
Voltherbeek (2005-2018)			
GLG	24,99	23,06	7,7
GVG	25,91	23,40	9,7
GHG	26,04	23,46	9,9

ONDERZOEKSRAPPORT

3.3 Grondwaterstanden

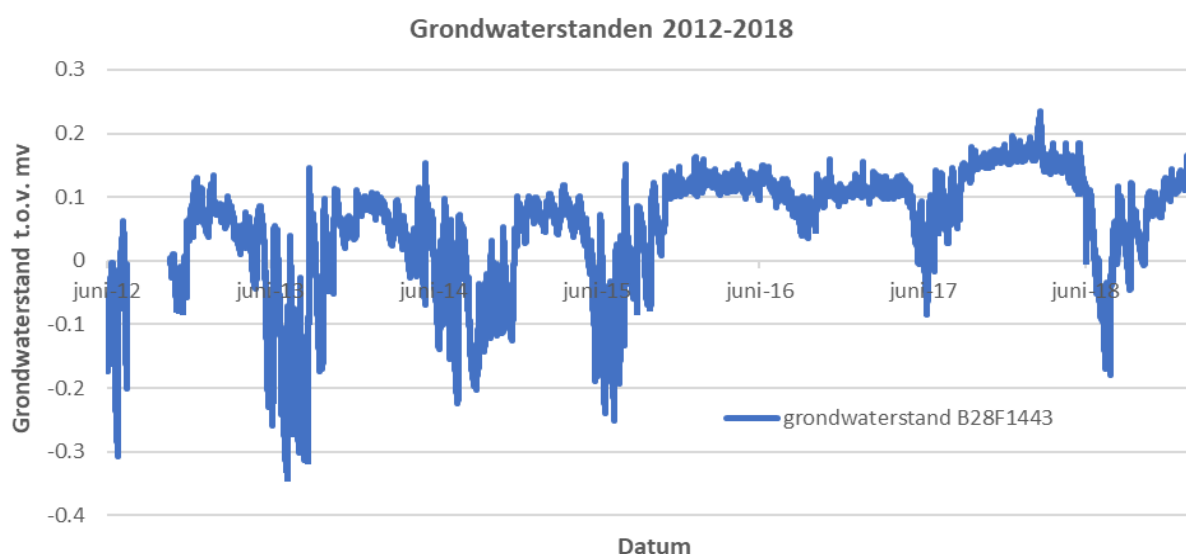
3.3.1 Springendalse beek

De grondwaterstanden vanaf 1995 laten een geleidelijk beeld zien; door de jaren heen is er weinig fluctuatie in de hoogte van de grondwaterstanden (Grafiek 1). In 2018 zakt het grondwater voor het eerst dieper dan 3,6 meter, maar dit is een relatief klein verschil met een daling van 3,4 tot 3,5 m-mv, dat in eerdere jaren wordt waargenomen. Dit betekent dat zelfs gedurende extreme droogte het gebied rondom de Springendalse beek weinig gevolgen ondervindt. Waarschijnlijk is dit te verklaren door de aanwezigheid van kwelbronnen, die het jaarrond watervoerend zijn (Waterschap Regge en Dinkel, 2006).



Grafiek 1: Grondwaterstanden bovenloop Springendalse beek (Provincie Overijssel, 2019).

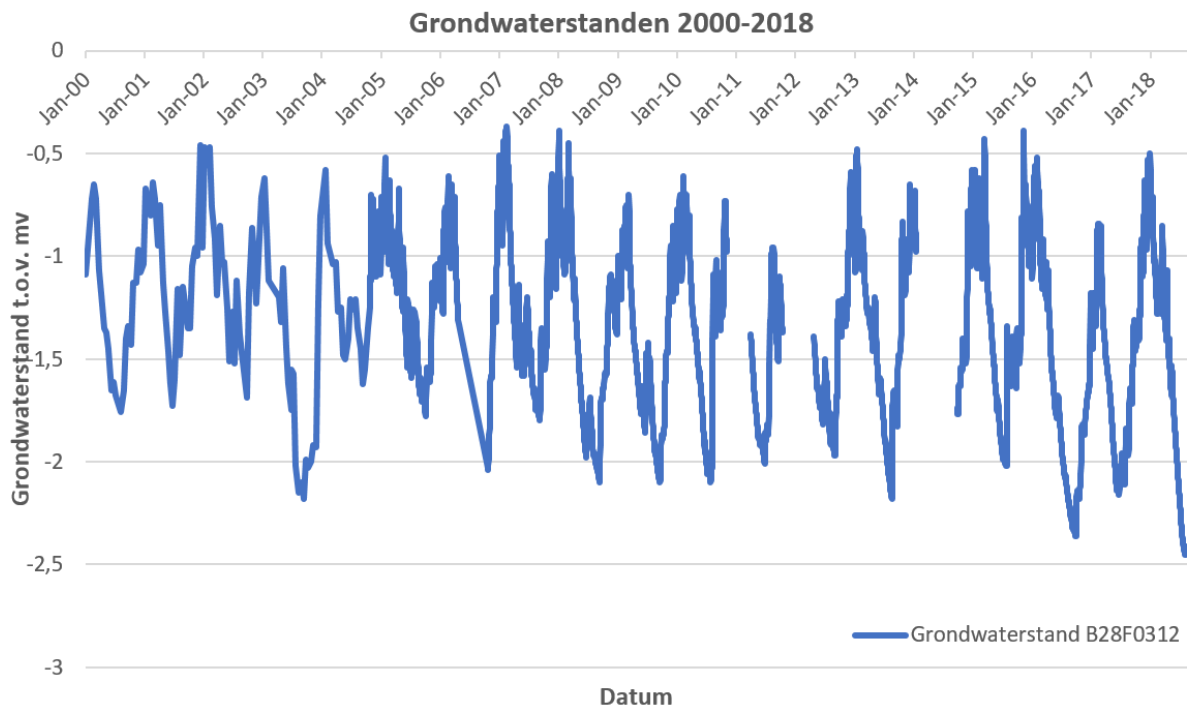
In de midden- en bovenloop van de Springendalse beek zijn een aantal herinrichtingsmaatregelen uitgevoerd in 2015, zoals het verondiepen van de beek, dit is toegelicht in paragraaf 6.1. Vanaf 2015 is te zien dat de grondwaterstand minder diep ligt, waarschijnlijk is dit gerelateerd aan de maatregelen die zijn uitgevoerd (Grafiek 2). Zelfs in een extreem droog jaar als 2018 liggen de grondwaterstanden minder diep dan de jaren voordat de maatregelen zijn uitgevoerd.



Grafiek 2: Grondwaterstand middenloop Springendalse beek (Provincie Overijssel, 2019)

ONDERZOEKSRAPPORT

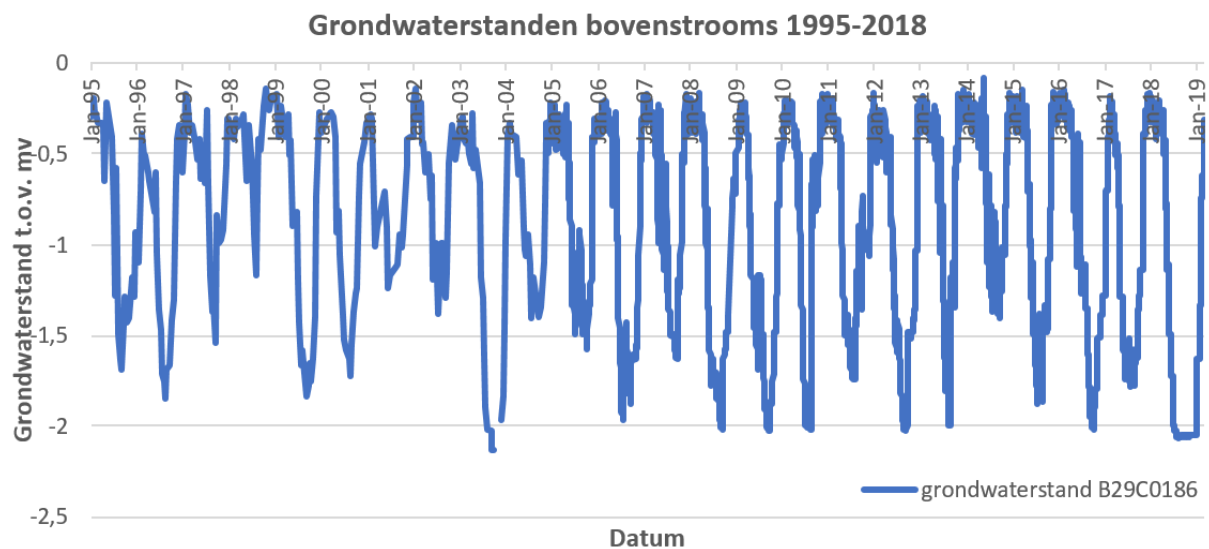
Benedenstrooms zijn fluctuaties in de grondwaterstanden duidelijker zichtbaar, de grondwaterstanden liggen dichterbij het maaiveld (Grafiek 3). Er zijn grote verschillen tussen het winter- en zomerhalfjaar, in de zomer daalt de grondwaterstand circa 1,5 meter ten opzichte van de winter. Door de jaren heen is er een soortgelijk patroon te zien in de fluctuaties, vooral vanaf 2008 lijkt de grondwaterstand een soortgelijk patroon te volgen. In 2018 daalde de grondwaterstand maximaal in deze meetperiode. Data vanaf september tot december 2018 is niet beschikbaar, hierdoor kan niet worden gezegd of de grondwaterstand weer op niveau gekomen is, wat gemiddeld is voor de winterperiode.



Grafiek 3: Grondwaterstanden benedenloop Springendalse beek (TNO, 2019).

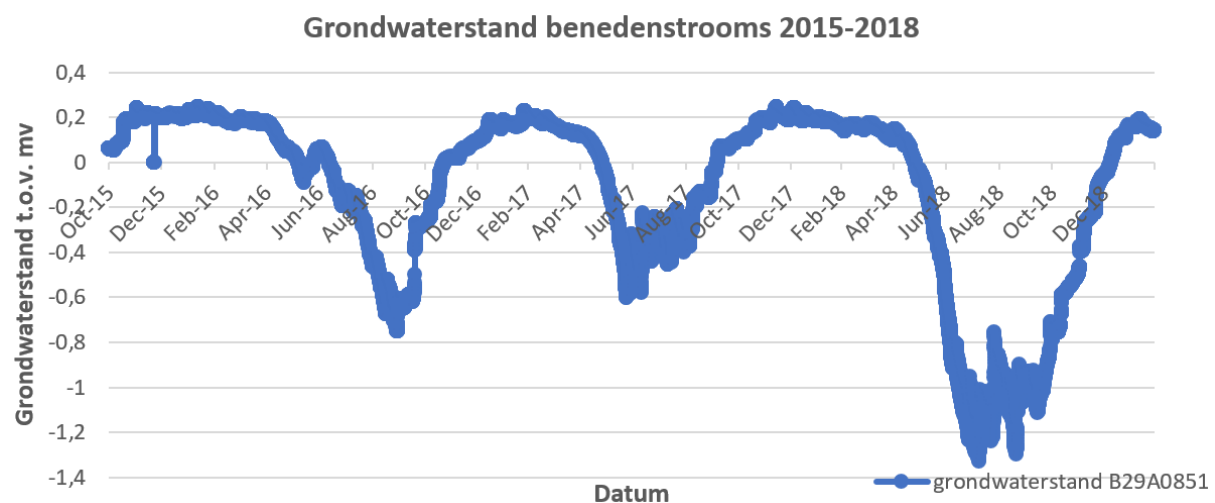
3.3.2 Roelinksbeek

De Roelinksbeek laat een terugkerend patroon zien in de grondwaterstanden vanaf 1995; de grondwaterstand daalt van ongeveer 0,2 m-mv in de winter tot ongeveer 2 m-mv in de zomer (Grafiek 4). Vanaf 2006 is er een trend te zien van een lagere grondwaterstand in de zomer, de grondwaterstand daalt vanaf 2006 in de zomer vaak tot beneden de 2 m-mv, dit is mogelijk te verklaren doordat de zomers droger zijn geworden (KNMI, 2014). In 2018 daalt de grondwaterstand voorbij het filter en de periode met een lage grondwaterstand is langer dan voorgaande jaren. In januari 2019 is de grondwaterstand nog niet op het niveau wat gebruikelijk is voor januari.



Grafiek 4: Grondwaterstanden bovenloop Roelinksbeek. (Provincie Overijssel, 2019)

Benedenstrooms is er weinig data beschikbaar door korte meetperiodes en een beperkt aantal locaties van peilbuizen. Hierdoor is niet vast te stellen of er sprake is van een trend over een langere periode en of 2018 een extreem jaar was. De grondwaterstand in de wintermaanden staat boven maaiveld, dit komt doordat de peilbuis in het Natura-2000 gebied Agelerbroek staat; een moerasgebied waar een hoge grondwaterstand te vinden is, met uittredend kwel (Natuurbeschermingsraad, 1989) (Grafiek 5). De grondwaterstand in 2018 is in vergelijking met de zomer van 2016 en 2017, circa 0,7 meter verder gedaald. In vergelijking met de twee voorgaande zomers lijkt het dus dat de grondwaterstanden in de zomer van 2018 extreem laag waren.



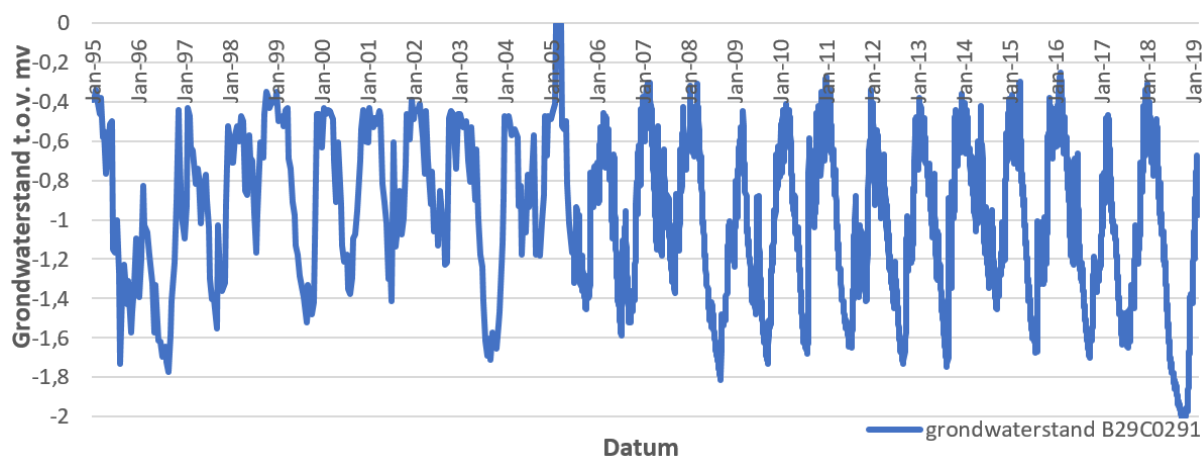
Grafiek 5: Grondwaterstanden benedenloop Roelinksbeek. (Provincie Overijssel, 2019)

ONDERZOEKSRAPPORT

3.3.3 Voltherbeek

Op basis van de beschikbare data is gebleken dat er bovenstrooms grote fluctuaties te zien zijn in de grondwaterstand; deze fluctueert tussen de 0,4 tot 1,8 m–mv (Grafiek 6). Vanaf 2007 is te zien dat de grondwaterstanden in de zomer verder wegzakken, mogelijk is dit te verklaren doordat de zomers droger zijn geworden (KNMI, 2014). In 2018 daalt de grondwaterstand tot onder de 2 m–mv, in vergelijking met andere jaren was de zomer van 2018 een extreem droge periode. In januari 2019 is de grondwaterstand nog steeds onder het niveau van wat normaal te verwachten is in januari.

Grondwaterstand bovenstrooms 1995-2018



Grafiek 6: Grondwaterstanden bovenloop Voltherbeek (Provincie Overijssel, 2019).

3.4 Verschillen

De Springendalse beek, Roelinksbeek en Voltherbeek worden allen gevoed door kwelwater uit bronnen op de flank van de stuwwal. Er zit groot verschil in de hoeveelheid en het type bronnen, waardoor er ook verschil is in hoeveelheid kwelaanvoer. De nalevering hangt samen met de infiltratiecapaciteit van de bodem, wat een belangrijk verschil vormt tussen deze watersystemen. De opbouw van de stuwwallen beïnvloedt hier dus voornamelijk de wateraanvoer naar de beken.

	Springendalse beek	Roelinksbeek/Voltherbeek
Watervoerend pakket	Dik pakket	Dun pakket
Bronnen	Vele bronnen Helocene-, dagzoom-, overloop en dalbodembronnen	Weinig bronnen Helocene bronnen
Verblijftijd grondwater	Lokale en regionale kwel	Lokale kwel
Wateraanvoer	Jaarrond watervoerende bronnen Kwel, bronnen en regenwater	Voornamelijk regenwater Kwel en regenwater
Kwel en infiltratie	Veel infiltratie op de stuwwal Kwel in het beekdal en bij de bronnen	Alleen infiltratie op de Tankenberg Kwel in het beekdal
Grondwaterstanden	Bovenstrooms een constante diepe grondwaterstand Benedenstrooms meer fluctuatie	Fluctuerende grondwaterstand Groot verschil tussen zomer- en winterhalfjaar

4 Oppervlaktewatersysteem

Ieder oppervlaktewatersysteem reageert anders op droogte. Hoe de watersystemen van de Springendalse beek, Roelinksbeek en Voltherbeek reageren op droogte is beschreven in dit hoofdstuk, in de vorm van een waterbalans en een analyse van de afvoeren. De uitwerking van de waterbalansen van de beken zijn weergegeven in Bijlage 4.

4.1 Droogte 2018

In een interne app van waterschap Vechtstromen is droogval van de waterlopen binnen het beheergebied, aangegeven door de gebiedsbeheerders. Deze data is verwerkt tot een kaart met de droogvallende waterlopen in de zomer van 2018, zie paragraaf 1.5.

Uit het interview met de gebiedsbeheerders blijkt dat de app vanaf 30 juli 2018 in werking is gegaan. De droogval is bijgehouden aan de hand van meldingen in de app, deze meldingen geven aan of een waterloop drooggevallen is. Via het GPS-systeem van de app wordt de melding gelinkt aan een locatie, hierdoor is te zien welke waterlopen zijn drooggevallen. Buiten de melding van droogval is er niet aangegeven wat de situatie was en zijn er geen foto's beschikbaar, hierdoor is de precieze situatie niet te reconstrueren. Wel kan ervan worden uitgegaan dat de melding van droogval betrouwbaar is; er vond droogval plaats op de locatie en tijdstip dat de app is ingevuld. Doordat de app pas in juli 2018 in gebruik is genomen, is eerdere droogval niet bijgehouden, waardoor de tijdsindicatie in de app niet betrouwbaar is, mogelijk was de loop al eerder drooggevallen. De app kan dus geen beeld geven over het tijdsverloop van de droogval gedurende de gehele zomer.

Om te zien hoe het jaar 2018 zich verhoudt tot voorgaande jaren en de voorspelde klimaatscenario's van het KNMI, is er een trendanalyse uitgevoerd met metrologische gegevens. Hieruit blijkt dat 2018 inderdaad een extreem jaar is, zelfs vergeleken met de voorspelde klimaatscenario's, uitgewerkt in Bijlage 3.



Figuur 13: Droogval Roelinksbeek, mei 2019 (Foto: L. Rietman).

ONDERZOEKSRAPPORT

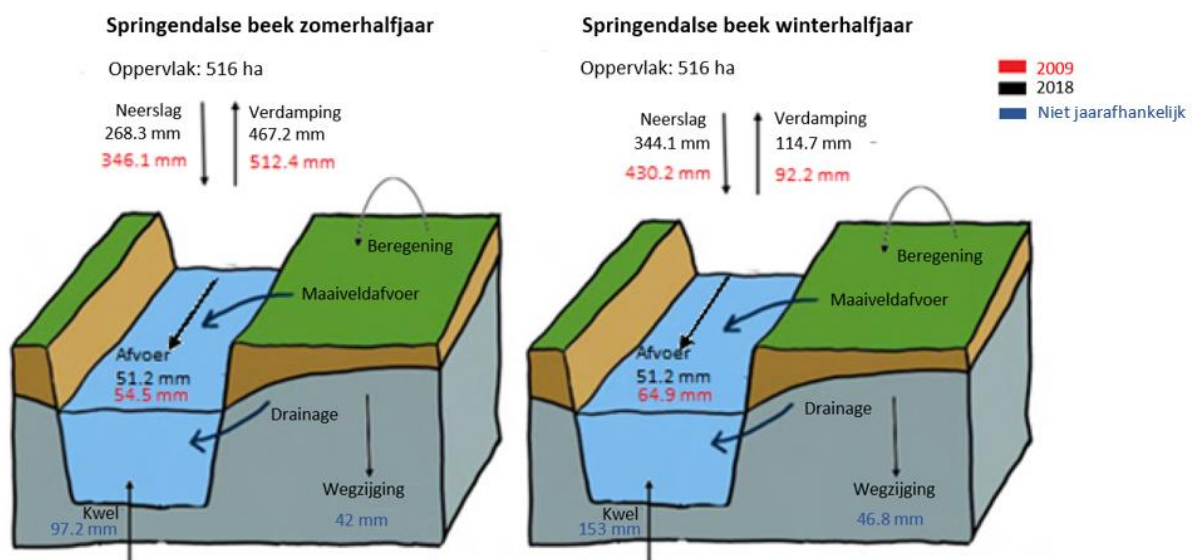
4.2 Waterbalans

4.2.1 Springendalse beek

De basisafvoer is gebruikt door gebrek aan debietgegevens van de Springendalse beek in 2018. De basisafvoer is 0,017 m³/s, vastgesteld in het rapport 'Sturen op basis afvoer' (Kuijper, et al., 2012). De basisafvoer wordt maar eens in het jaar onderschreden. Wel moet er een kanttekening gemaakt worden bij de basisafvoer, dit is bepaald in de periode 2000-2012, sinds 2015 is de Springendalse beek gedeeltelijk opnieuw ingericht. Hierdoor is vanaf 2015 het gemiddeld debiet afgenomen, waardoor mogelijk ook de basisafvoer minder is geworden, dit is verder toegelicht in paragraaf 6.1.

Gemeten debieten uit 2009 wijzen uit dat de afvoer in de zomer dichtbij de basisafvoer ligt; ook de afvoer in het winterhalfjaar wijkt hier niet veel vanaf (Figuur 14). Hierdoor kan er vastgesteld worden dat de afvoer van de Springendalse beek redelijk constant is. Dit is te verklaren door de constante kwelaanvoer naar de beek (M.J.M. Kuijper, et. al. , 2012).

De kweldata⁷ geeft aan dat er een groot verschil is in kwelaanvoer naar de beek tussen het zomer- en winterhalfjaar (Waterschap Regge en Dinkel, 2006). Dit is in tegenstelling tot wat er bekend is over de beek, deze heeft het jaar door een constante kwelaanvoer. De betrouwbaarheid van de kweldata kan worden betwifteld.



Figuur 14: Waterbalans Springendalse beek zomer- en winterhalfjaar (afbeelding (STOWA) zelf bewerkt).

⁷ De gemiddelde kwelfluxen voor alle waterbalansen zijn bepaald voor een zomer- en winterhalfjaar en zijn niet jaarafhankelijk (Waterschap Regge en Dinkel, 2006).

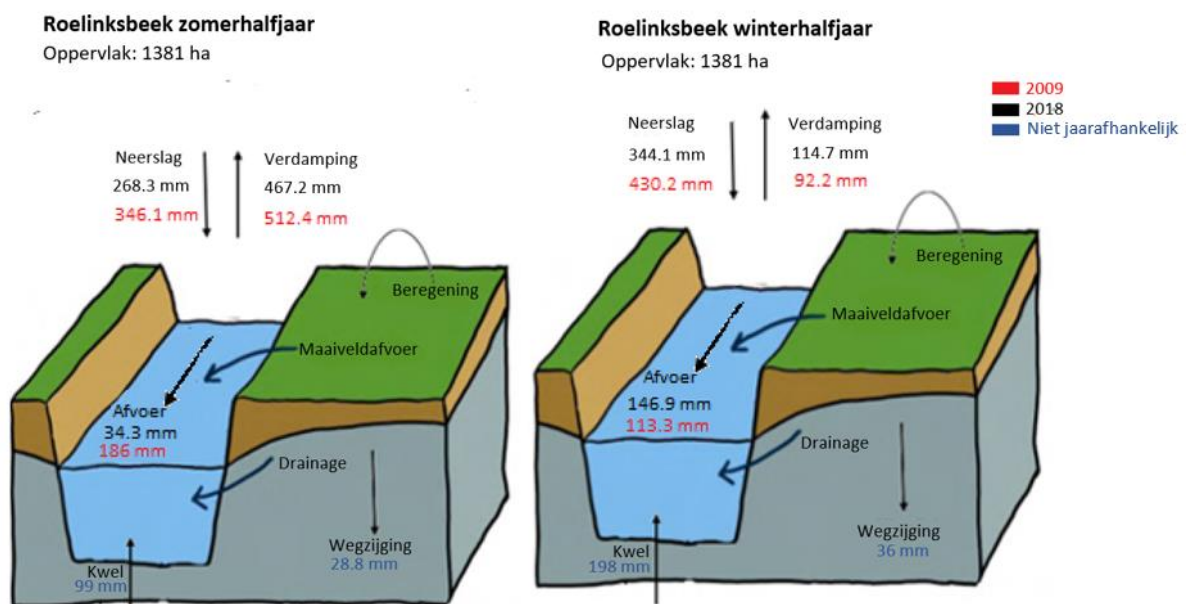
ONDERZOEKSRAPPORT

4.2.2 Roelinksbeek

De afvoer van de Roelinksbeek verschilt sterk, voornamelijk in 2018 is het verschil tussen het zomer- en winterhalfjaar groot (Figuur 15). Uit debietgegevens blijkt dat er een groot verschil is in waterbeschikbaarheid door het jaar heen en dat voornamelijk in de zomer de beek weinig water afvoert en dus droog kan vallen.

Wat opvalt is dat in 2009 de afvoer in de zomer hoger is dan in de winter. Dit kan verklaard worden door de enorme afvoer van 170 mm in september. In de zomer is de stuw omhoog gezet en deze is in september verlaagd, waardoor er toen een hoge afvoer is ontstaan. Buiten de maand september, is er nauwelijks afvoer geweest in de zomer van 2009. Het is niet jaarlijks terugkerend dat de afvoer in de Roelinksbeek extreem laag is; 2018 laat zien dat de afvoer een stuk lager is dan voorkomt in eerdere zomers. Hieruit blijkt dus dat er grote verschillen zijn in waterbeschikbaarheid tussen extreem droge en minder droge zomers.

De kwelaanvoer naar de beek is minimaal en niet het jaarrond constant, de beek wordt voornamelijk gevoed door regenwater (Kuijper, et al., 2012). Uit de kwelgegevens blijkt echter dat de kwelaanvoer groot is (Waterschap Regge en Dinkel, 2006). Dit is tegenstrijdig met wat over dit gebied bekend is, vandaar dat de data in twijfel te trekken is. Verwacht wordt dat de kwelaanvoer minder zal zijn dan uit deze gegevens blijkt. Het beeld wat de kwelgegevens aangeven zal wel kloppen, in de zomer is de aanvoer minder dan in de winter. In de winter is er meer water beschikbaar uit neerslag, waardoor er meer wegzijging zal plaatsvinden en er ook meer kwel uittreedt.



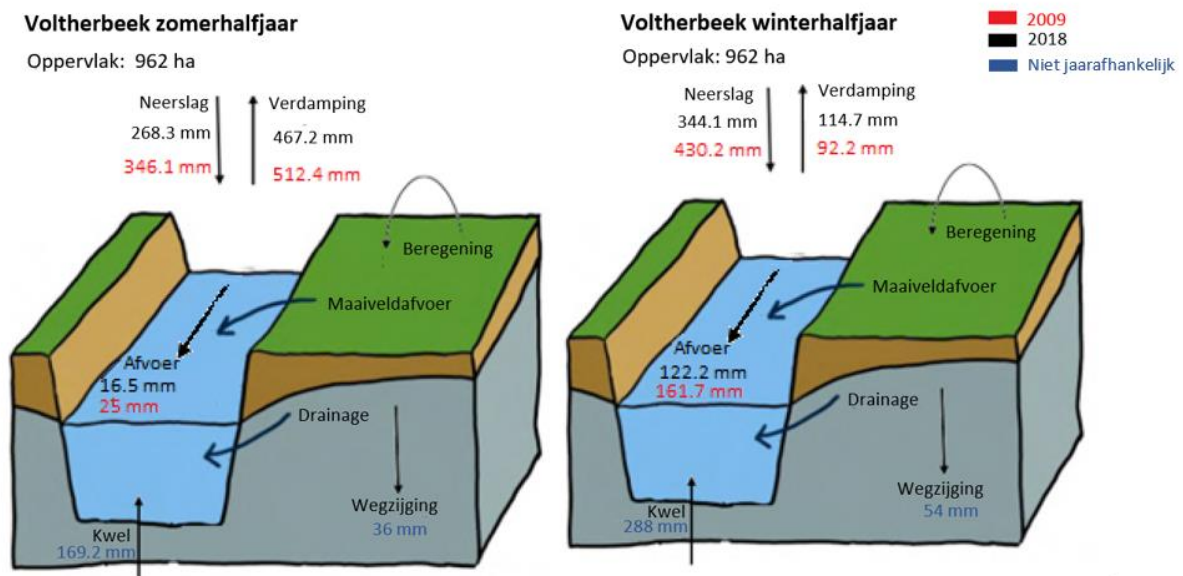
Figuur 15: Waterbalans Roelinksbeek zomer- en winterhalfjaar (afbeelding (STOWA) zelf bewerkt).

ONDERZOEKSRAPPORT

4.2.3 Voltherbeek

De afvoer van de Voltherbeek laat grote verschillen zien door het jaar heen, de afvoer in de zomer is circa 10 keer lager dan in de winter van 2018 (Figuur 16). Deze grote verschillen zorgen voor een scheve verdeling in waterbeschikbaarheid door het jaar heen, in de winter is er water in overvloed en in de zomer juist te weinig. Deze verschillen zijn ook te zien in 2009, hierdoor is er tussen de zomer van 2018 en 2009 maar een klein verschil zichtbaar in de afvoer.

De beekafvoer bestaat voornamelijk uit regenwater, dit verklaart de grote verschillen in afvoer door het jaar heen (Kuijper, et al., 2012).. De kwelaanvoer is een kleine component in de wateraanvoer. Dit is tegenstrijdig met wat de kweldata laat zien (Waterschap Regge en Dinkel, 2006). Bij een grote kwelaanvoer zal de afvoer groot zijn, dit is niet het geval bij de Voltherbeek in de zomers. Hierdoor wordt aangenomen dat de kweldata niet de werkelijkheid laat zien.



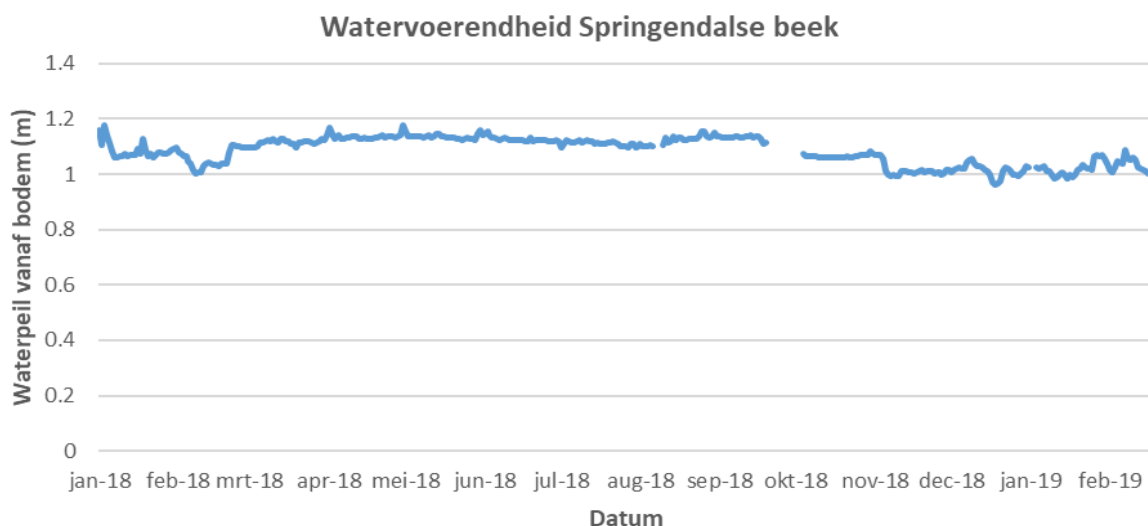
Figuur 16: Waterbalans Voltherbeek zomer- en winterhalfjaar (afbeelding (STOWA) zelf bewerkt).

ONDERZOEKSRAPPORT

4.3 Afvoerkenmerken

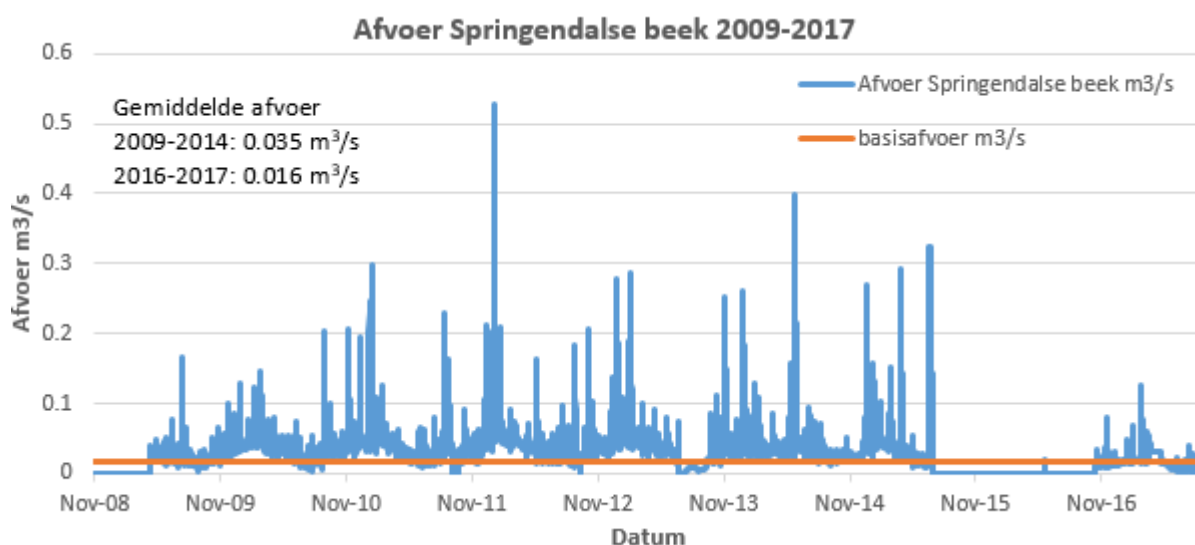
4.3.1 Springendalse beek

De Springendalse beek is in 2018 op geen enkel moment drooggevallen (Grafiek 7). Dit komt overeen met de gegevens uit de app van de gebiedsbeheerders. Het gehele jaar is de beek watervoerend en is het waterpeil redelijk constant, ook in een extreem droog jaar als 2018. Dit wordt veroorzaakt door de constante aanvoer van grondwater via de bronnen naar de beek. Op twee momenten (6 tot 10 augustus en 19 tot 5 oktober) is de waterstand bovenstrooms van de stuw niet gemeten, dit is te wijten aan een storing.



Grafiek 7: Waterpeil Springendalse beek (Vechtstromen, 2018).

De afvoer van de Springendalse beek is stabiel en laat elk jaar een soortgelijk beeld zien (Grafiek 8). Uit de afvoeren blijkt dat na de aanpassingen in 2015 er minder pieken zijn en de afvoer in zijn geheel is minder geworden in 2016 en 2017. Mogelijk is de herinrichting hiervan de oorzaak, hier kan nu nog niet met zekerheid een uitspraak over gedaan worden, omdat er alleen afvoergegevens van 2016 en 2017 bekend zijn; de periode na de herinrichting is te kort hierover een uitspraak te kunnen doen. In Bijlage 5.1 is informatie over het stuwdebiet van de Springendalse beek weergegeven en toegelicht.



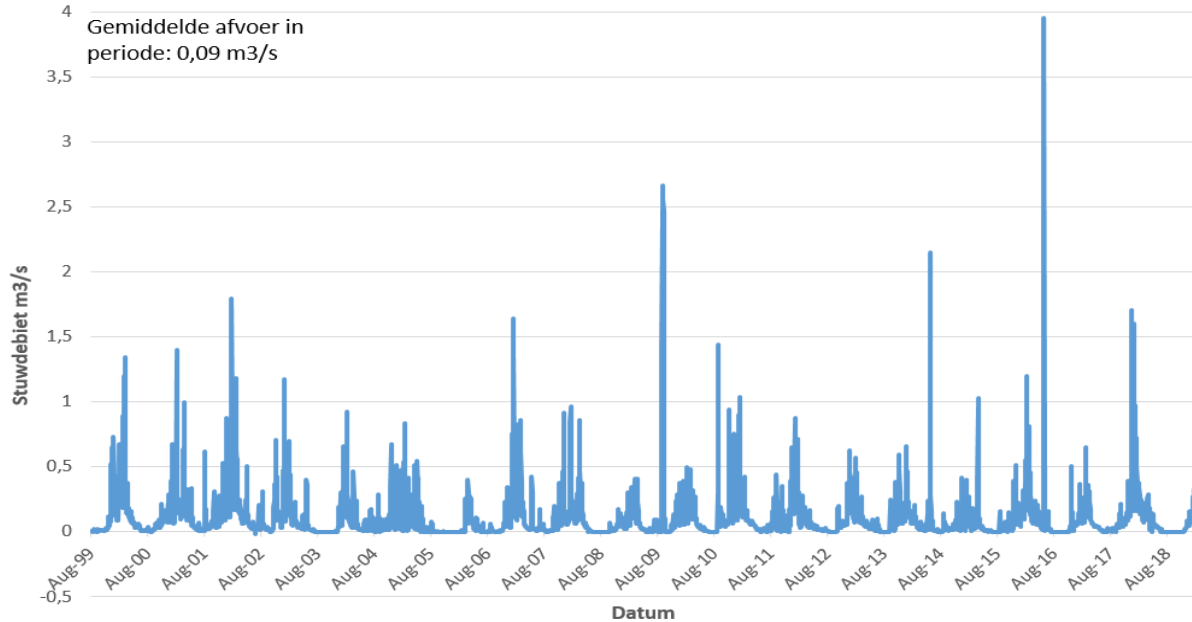
Grafiek 8: Afvoer Springendalse beek 2009-2017 (Waterschap vechtstromen, 2018)

ONDERZOEKSRAPPORT

4.3.2 Roelinksbeek

Het stuwdebiet geeft een beeld van de afvoer van de Roelinksbeek, er zijn hoge afvoerpieken in de winter en in de zomer is er geen stuwdebiet (Grafiek 9). De afvoer van de beek is dus niet constant en verschilt veel in zomer- en winterhalfjaar.

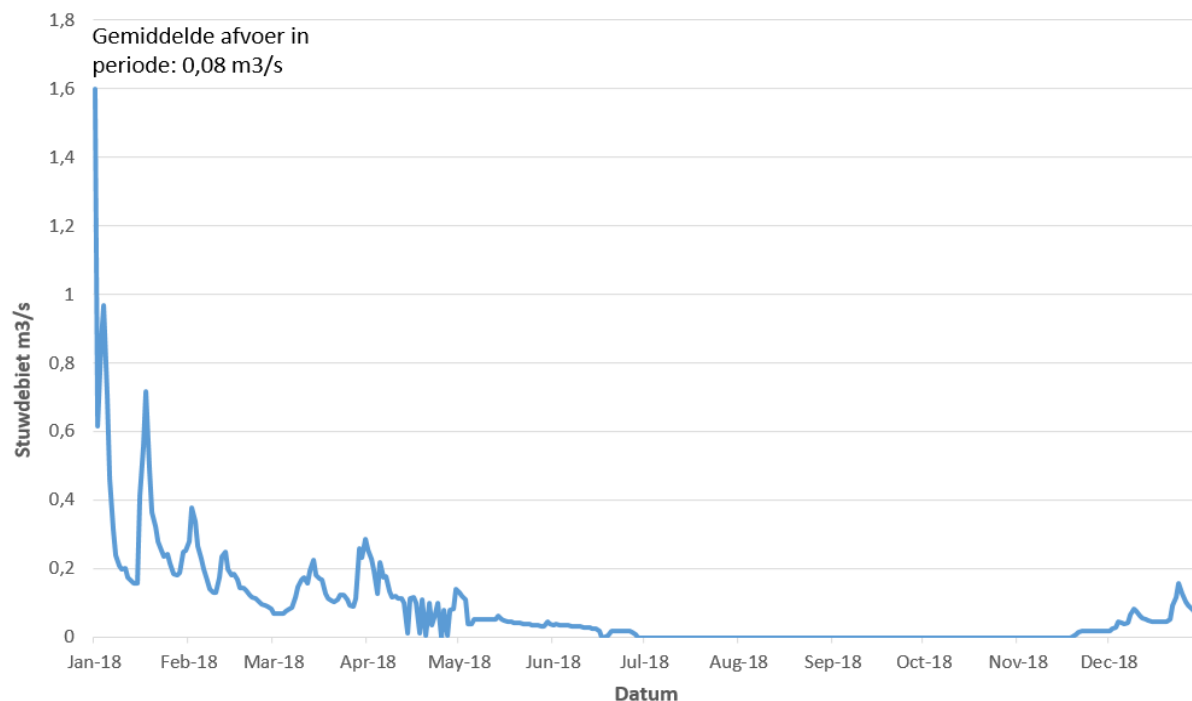
Stuwdebiet Roelinksbeek



Grafiek 9: Stuwdebiet Roelinksbeek 1999-2018 (Waterschap vechtstromen, 2018)

De afvoer van 2018 ligt net onder het gemiddelde, in vergelijking met eerdere jaren. In 2018 zijn er weinig piekafvoeren te zien vergeleken met eerdere jaren, de piekafvoer ligt in eerdere jaren boven 1 m³/s, in 2018 is dit 0,6 m³/s. In 2018 neemt de afvoer al af vanaf maart, waarna deze in juli stagneert, dit is ook de periode wanneer de beek droogvalt (Grafiek 10). In Bijlage 5.2 is informatie over de waterpeilen in 2018 van de Roelinksbeek beschreven.

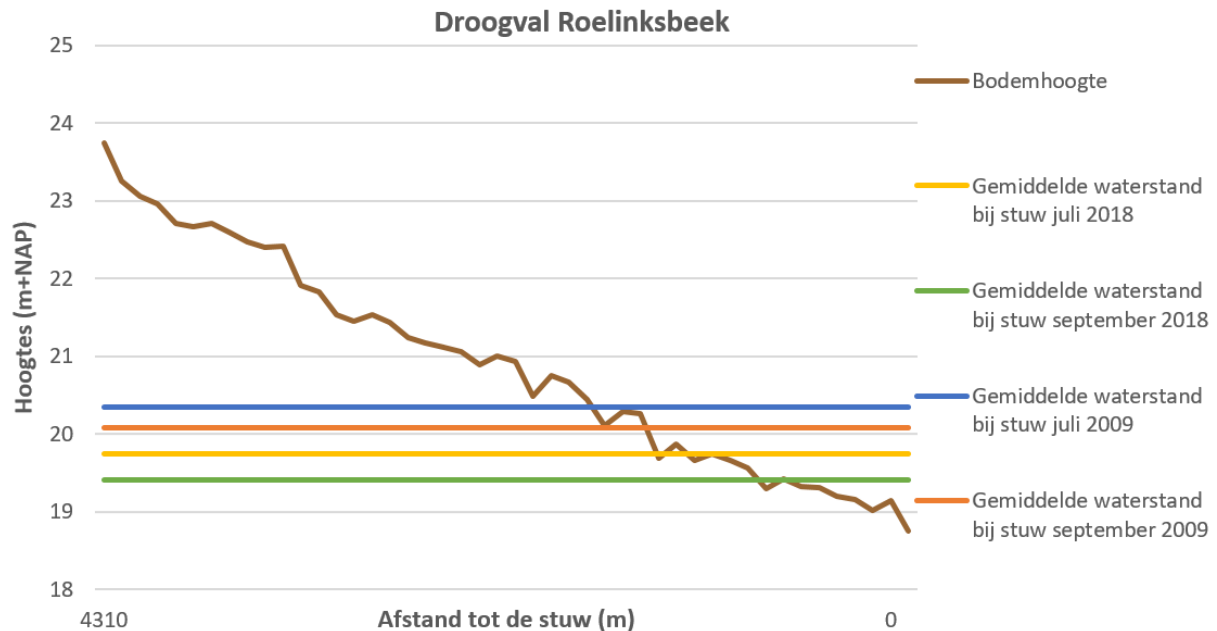
Stuwdebiet Roelinksbeek 2018



Grafiek 10: Stuwdebiet Roelinksbeek 2018 (Vechtstromen, 2018).

ONDERZOEKSRAPPORT

In de zomer van 2018 is de Roelinksbeek bijna volledig drooggefallen, er is alleen nog water aanwezig voor de stuw (Grafiek 11). Water verzamelt zich voor de stuw, omdat dit het laagste punt is in de beek. Een relatief 'normale' zomer als 2009 zorgt al voor droogval in de Roelinksbeek, bij een extreem jaar als 2018 is het traject van droogval nog langer.



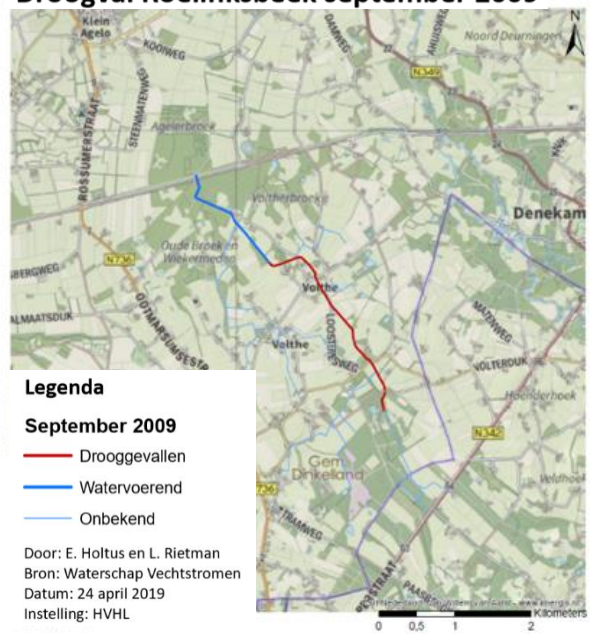
Grafiek 11: Droogval Roelinksbeek in 2009 en 2018 (Vechtstromen, 2018).

In juli is circa 3 kilometer van de hoofdloop van de Roelinksbeek drooggefallen, in september liep dit op tot circa 3,8 kilometer, van de in totaal 4,3 kilometer lange beek (Figuur 17). Alleen bij de stuw is nog water te vinden, met een waterdiepte van circa 60 centimeter. In vergelijking met het jaar 2009 is de Roelinksbeek in 2018 circa 1 kilometer meer drooggefallen in september. De zomer van 2018 zorgde ten opzichte van 2009 voor extreme droogval in de Roelinksbeek.

Droogval Roelinksbeek september 2018



Droogval Roelinksbeek september 2009

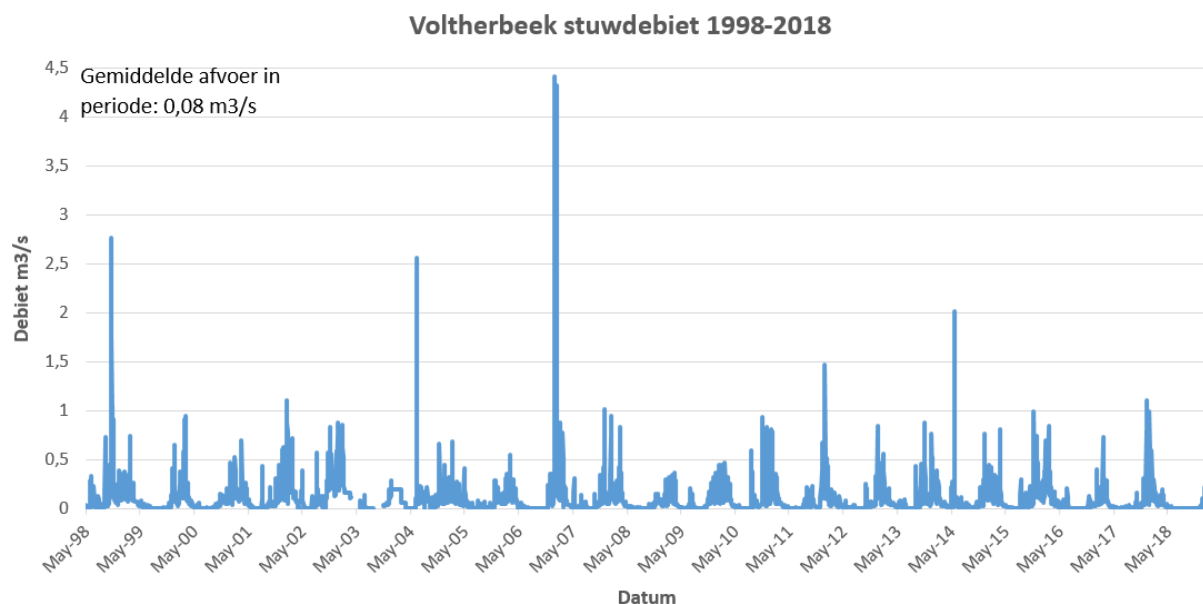


Figuur 17: Droogval Roelinksbeek in 2009 en 2018.

ONDERZOEKSRAPPORT

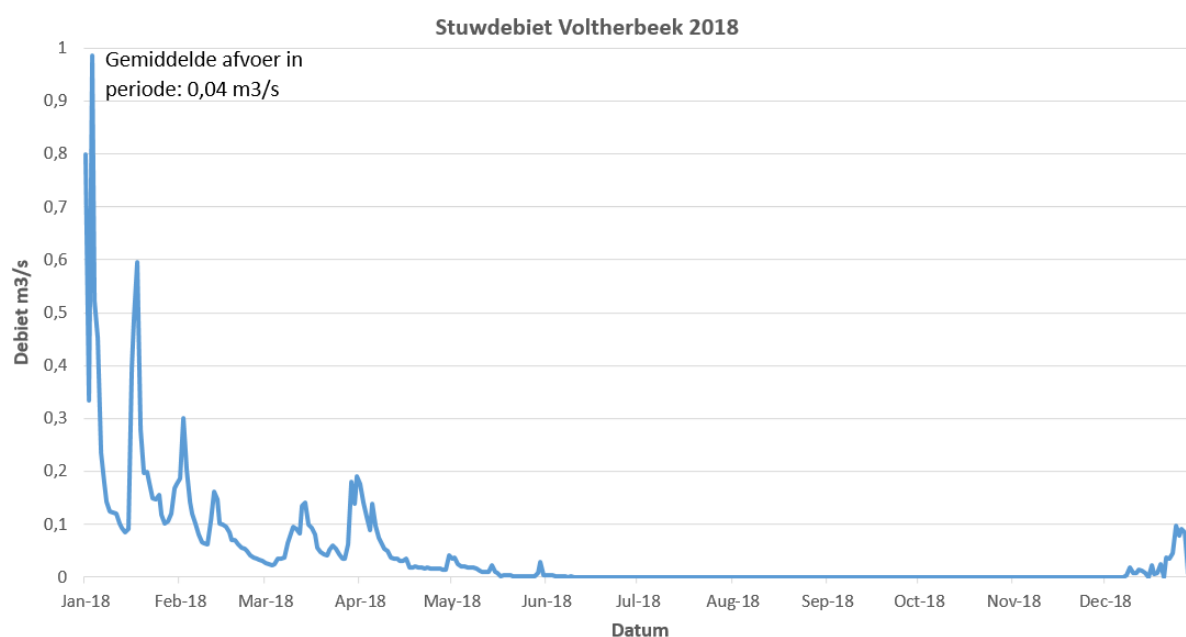
4.3.3 Voltherbeek

Uit het stuwdebiet van de Voltherbeek, blijkt dat er veel verschil is tussen de zomer- en winterafvoer van de beek (Grafiek 12). In de zomer is er geen tot nauwelijks afvoer, terwijl dit in de winter wel het geval is. In de winter zijn er ook piekafvoeren, die het afvoerverschil tussen de winter en zomer nog groter maken. De piekafvoeren verschillen veel, een jaar als 2007 heeft veel en extreme piekafvoer, terwijl 2009 geen piekafvoeren kent.



Grafiek 12: Stuwdebiet Voltherbeek 1998-2018 (Vechtstromen, 2018)

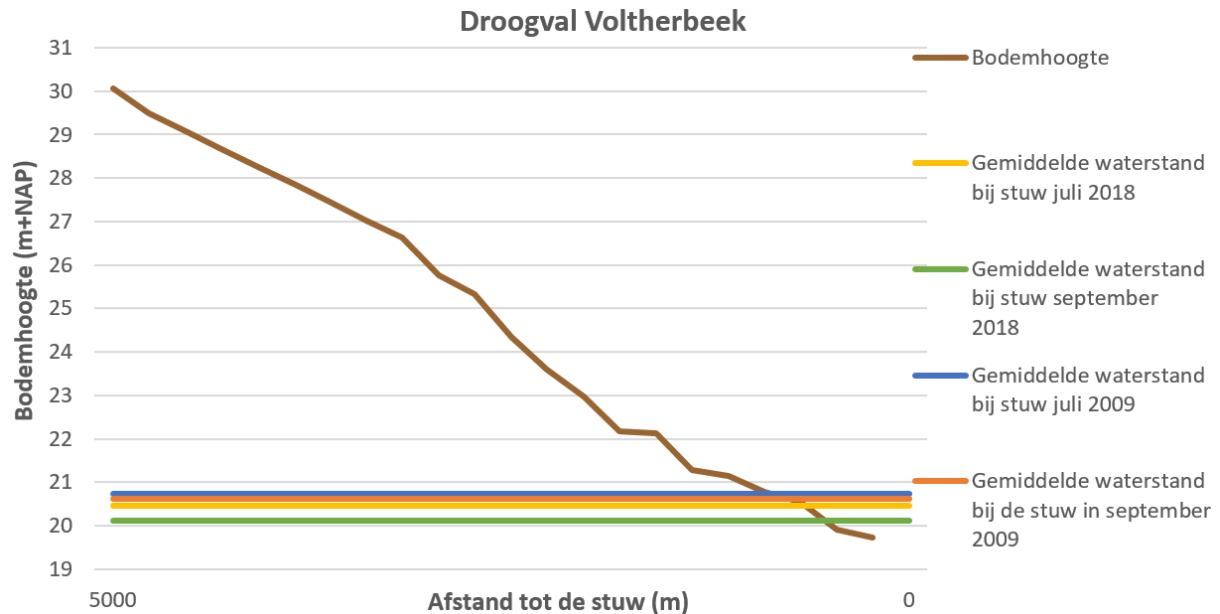
In 2018 is de afvoer net als in eerdere jaren hoog in de wintermaanden, maar dit daalt snel en vanaf maart is er nauwelijks nog afvoer in de beek, die vanaf juni geheel stagneert (Grafiek 13). De stagnerende afvoerperiode is lang, tot december 2018. Dit komt omdat de stuw lang omhoog blijft staan, om het water te sparen. In December 2018 en begin 2019 is de afvoer erg laag, ook al is de stuw zo lang daarvoor omhoog geweest, de afvoer is zelfs vergelijkbaar met de voorjaarsperiode. In Bijlage 5.3 is informatie over de waterpeilen in 2018 van de Roelinksbeek beschreven.



Grafiek 13: Stuwdebiet Voltherbeek 2018 (Vechtstromen, 2018).

ONDERZOEKSRAPPORT

De Voltherbeek valt s 'zomers vaak bijna volledig droog. 2018 is voor de Voltherbeek dus geen extreem jaar qua droogval, omdat in een relatief 'normaal' jaar als 2009, de hoeveelheid droogval redelijk gelijk is (Grafiek 14).



Grafiek 14: Droogval Voltherbeek in 2009 en 2018 (Vechtstromen, 2018).

In juli 2018 is circa 4 kilometer van de circa 5 kilometer lange beek drooggevallen, in september liep dit nog verder op tot circa 4,5 kilometer. In vergelijking met 2009 is de Voltherbeek over een iets langer traject drooggevallen (Figuur 18). Dit relatief kleine verschil, laat zien dat droogval jaarlijks een probleem vormt bij de Voltherbeek. Alleen bij de stuw is nog water aanwezig in de beek, in september 2018 circa 40 centimeter. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt door de gesloten stuw, waardoor het water zich daar verzamelt.

Droogval Voltherbeek september 2018



Droogval Voltherbeek september 2009



Figuur 18: Droogval Voltherbeek in 2018 en 2009.

4.4 Verschillen

De afvoeren van de beken verschillen het jaarrond sterk met elkaar. De Roelinksbeek en Voltherbeek laten door het jaar heen grote fluctuaties zien, terwijl de Springendalse beek een vrij constante afvoer heeft.

Een belangrijk verschil is dat de Springendalse beek niet droogvalt en dat de droogval in de zomermaanden juist karakteristiek is voor de Roelinksbeek en Voltherbeek. De afvoer van de Voltherbeek is kleiner dan de afvoer in de Roelinksbeek, de Voltherbeek valt ook een maand eerder droog. Waarschijnlijk is dit te verklaren doordat de Roelinksbeek een groter afwateringsgebied heeft, waardoor er meer water beschikbaar is.

	Springendalse beek	Roelinksbeek	Voltherbeek
Beekafvoer winter en zomer	Jaarrond redelijk constant	Hoger in de winter Lager/droogval in de zomer	Extreem hoog in de winter Droogval in de zomer
Droogval	Geen droogval	Droogval, traject verschilt per jaar	Droogval, bijna gehele beekloop

5 Antropogene invloeden

Het landgebruik in de omgeving van de beek kan effect hebben op het watersysteem van de beek. Een natuurlijke omgeving zal in vergelijking met gecultiveerd gebied water langer vasthouden ('t Zeeuws bodemvenster, 2019). Aspecten als buisdrainage en bodemverdichting leidden tot versnelde afvoer, wat zorgt voor een verminderde grondwateraanvulling. Deze antropogene aspecten kunnen ervoor zorgen dat de omgeving verdroogd, deze aspecten zijn beschreven in dit hoofdstuk.

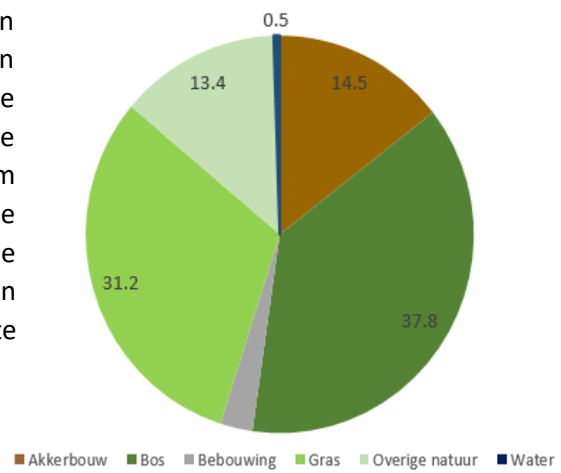
In Bijlagen 6.1 en 6.2 zijn de veranderingen in het grondgebruik in de omgeving omschreven.

5.1 Landgebruik

5.1.1 Springendalse beek

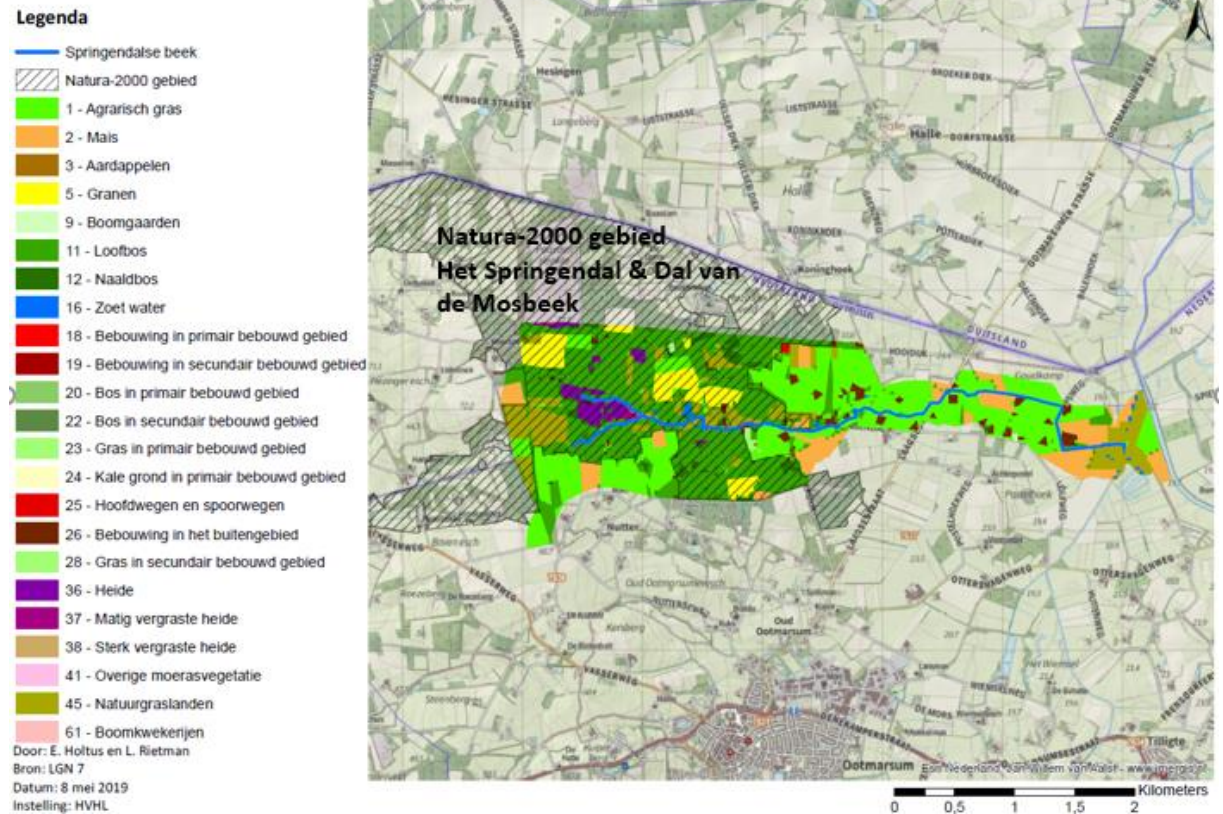
De Springendalse beek ontspringt in het Natura-2000 gebied het Springendal & Dal van de Mosbeek. Loof- en naaldbos, heide, afgewisseld met natte graslanden komen hier voor. De bovenloop van de Springendalse beek stroomt door oude erosiedalen in oostelijke richting, waarna deze uitmondt in het watersysteem Hollandse Graven. De benedenloop van de Springendalse beek is deels genormaliseerd ten tijde van ruilverkavelingen ten behoeve van de landbouw. In het agrarisch gebied worden gras en mais het meeste verbouwd (zie Figuren 19 en 20).

Landgebruik Springendalse beek



Figuur 19: Landgebruikstypen (LGN 7, 2019).

De hoeveelheid beregening hangt nauw samen met het grondgebruik, bij een groter percentage aan agrarisch grondgebruik zal er meer beregend worden dan wanneer er veel natuur aanwezig is. Er wordt voornamelijk beregend met grondwater in tijden van neerslagtekort, om het vochttekort in de onverzadigde zone aan te vullen. Bij toename van het neerslagtekort zal er ook meer onttrokken worden. Het onttrekken van grondwater voor beregening heeft onder andere negatieve invloed op de watervoerendheid van omliggend oppervlaktewater (Broers & Lijzen, 2014). In de zomer van 2018 was er voor een groot deel van de Springendalse beek een beregeningsverbod (Rooijen, 2018). Mede door de grote aanwezigheid van natuur wordt verwacht dat beregening bij de bovenloop van de Springendalse beek weinig voorkomt. Benedenstrooms zal het aandeel beregening groter zijn.



Figuur 20: Landgebruikskartaal, Springendalse beek (LGN 7, 2019).

5.1.2 Roelinksbeek

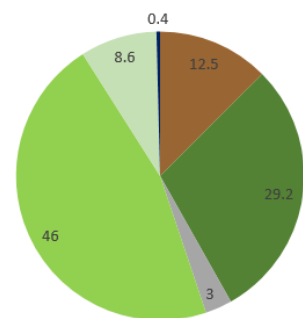
De Roelinksbeek ontspringt ter hoogte van de Paaschberg en stroomt vervolgens door natuurgebied het Roderveld. De Roelinksbeek stroomt in noordwestelijke richting naar het Natura-2000 gebied Ageler- & Voltherbroek, de beek wordt vervolgens onder het Kanaal Almelo-Nordhorn geleid (Figuur 21). Het bovenstroomse deel van de Roelinksbeek wordt getypeerd als houtwalbeek; een beek omringt met hoge houtwallen. Afgezien van de locaties waar de Roelinksbeek ontspringt, stroomt de Roelinksbeek door overwegend agrarisch gebied, gedomineerd door grasland (Figuur 22 en 23).



Figuur 21: Onderdoorlaat Roelinksbeek (L. Rietman)

Het oorspronkelijke natuurlijke karakter van de benedenloop van de Roelinksbeek was een doorstroommoeras met de Roelinksbeek als moerasbeek. Een gedeelte van het oorspronkelijke karakter is bewaard gebleven en is tegenwoordig het Ageler- & Voltherbroek. Als gevolg van menselijk ingrijpen is de Roelinksbeek ten tijde van ruilverkavelingen genormaliseerd⁸ en gekanaliseerd ten behoeve van de landbouw. Hierdoor is het moeraskarakter verdwenen en is het gebied verdroogd (Waterschap Vechtstromen, 2015). Door de aanwezigheid van landbouw in het afwateringsgebied wordt er verwacht dat er ook veel beregening plaatsvindt. Alleen rondom het Natura-2000 gebied was er een beregeningsverbod in 2018, de rest van het afwateringsgebied mocht nog steeds beregend worden.

Landgebruik afwateringsgebied Roelinksbeek

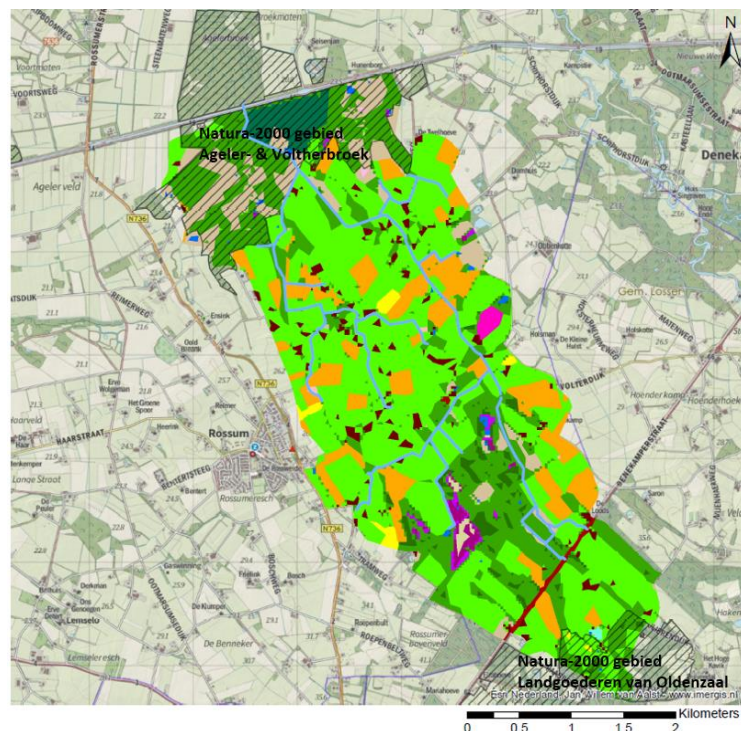


■ Akkerbouw ■ Bos ■ Bebouwing ■ Gras ■ Overige natuur ■ Water

Figuur 22: Landgebruikstypen (LGN 7, 2019).

Legenda

- Roelinksbeek
 - ▨ Natura-2000 gebied
 - 1 - Agrarisch gras
 - 2 - Mais
 - 5 - Granen
 - 6 - Overige gewassen
 - 8 - Glastuinbouw
 - 11 - Loofbos
 - 12 - Naaldbos
 - 16 - Zoet water
 - 25 - Hoofdwegen en spoorwegen
 - 26 - Bebouwing in het buitengebied
 - 28 - Gras in secundair bebouwd gebied
 - 36 - Heide
 - 37 - Matig vergraste heide
 - 38 - Sterk vergraste heide
 - 41 - Overige moerasvegetatie
 - 43 - Bos in moerasgebied
 - 45 - Natuurgraslanden
 - 61 - Boomkwekerijen
- Door: E. Holtus en L. Rietman
Bron: LGN 7
Datum: 8 mei 2019
Instelling: HVHL



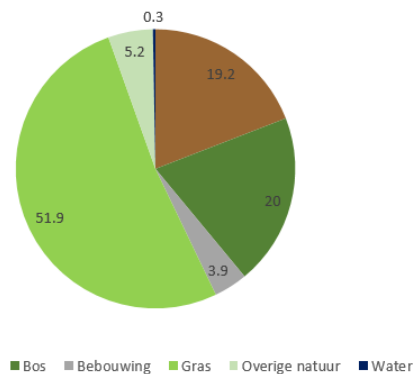
Figuur 23: Landgebruikskartaal, Roelinksbeek (LGN 7, 2019).

⁸ Kanalisatie, beschoeiing en peil sturende kunstwerken.

5.1.3 Voltherbeek

De Voltherbeek ontspringt ten hoogte van de Paaschberg dat onderdeel is van het Natura-2000 gebied Landgoederen Oldenzaal. De beek stroomt in noordelijke richting naar het Natura-2000 gebied Ageler- & Voltherbroek. Benedenstrooms wordt de beek onder het Kanaal Almelo-Nordhorn geleid, waarna het evenals de Roelinksbeek onderdeel wordt van het watersysteem van de Tilligterbeek. De bovenloop van de Voltherbeek wordt getypeerd als houtwalbeek. De Voltherbeek stroomt door overwegend agrarisch gebied met voornamelijk gras (Figuur 24 en 25).

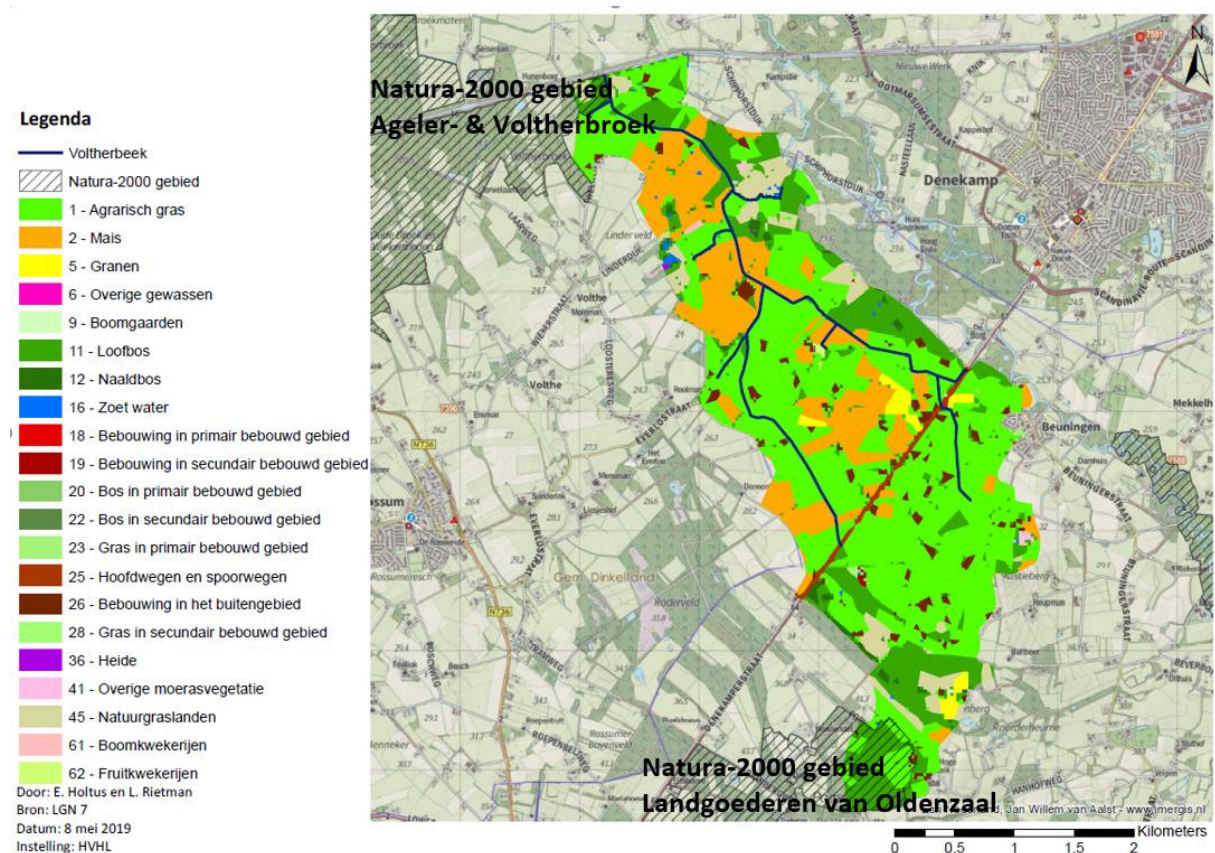
Landgebruik afwateringsgebied Voltherbeek



Figuur 24: Landgebruikstypen (LGN 7, 2019).

De voornaamste functie die de Voltherbeek heeft, is zorgen voor de afwatering van het ruilverkavelingsgebied; de Voltherbeek is grotendeels genormaliseerd, evenals de Roelinksbeek. Oorspronkelijk was de Voltherbeek een moerasdeltabeek, die het Ageler- & Voltherbroek doorstroomde. Vanaf de jaren zestig is de beekloop verlegd en stroomt de beek er langsheen.

Net als bij de Roelinksbeek zal de vele landbouw ervoor zorgen dat er veel beregend wordt in het groeiseizoen. In de zomer van 2018 was er een onttrekkingsverbod rondom het Ageler- & Voltherbroek, de rest van het gebied mocht wel beregend worden.



Figuur 25: Landgebruikskaat Voltherbeek (LGN 7, 2019).

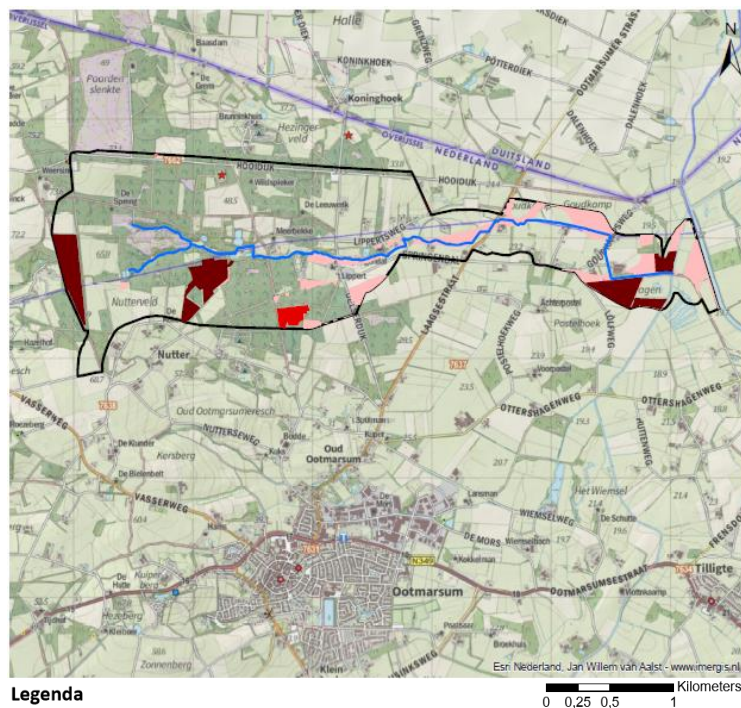
5.2 Buisdrainage

Drainage zorgt ervoor dat grondwater wordt afgevoerd via buizen, greppels en/of sloten, wanneer de grondwaterstand boven een bepaald peil uitkomt. Drainage is aanwezig op landbouwgronden waar de natuurlijke grondwaterstand te hoog is voor het te verbouwen gewas. Door de aanwezigheid van buisdrainage wordt water versneld afgevoerd en is er geen aanvulling van het grondwater (LTO Noord, Concept in bewerking). Dit zorgt voor piekafvoeren in beken; bij een bui wordt water versneld naar de beek gevoerd. Buisdrainage zorgt ervoor dat de grondwaterstand verlaagt, maar zorgt tegelijkertijd ook voor een bodemberging; zonder drainage zal de bodem eerder verzadigd zijn en zal eerder maaiveldafvoer plaatsvinden. Drainage zorgt over het algemeen voor een verdrogend effect, behalve op locaties waar (tertiaire) klei aan het oppervlak ligt (LTO Noord, Concept in bewerking). Kleigronden hebben een slechte infiltratiecapaciteit, buisdrainage zorgt ervoor dat het waterbergend vermogen vergroot wordt. Bij verwijdering van buisdrainage in kleigronden, zou er meer maaiveldafvoer optreden, wat het vasthouden van water tegen zou gaan (LTO Noord, Concept in bewerking).

Gebieden waar kwel voorkomt en waar buisdrainage aanwezig is, hebben een verminderde aanvoer van kwel naar de beek. De aanvoer van kwel neemt in brongebieden af door de aanwezigheid van buisdrainage (LTO Noord, Concept in bewerking).

5.2.1 Springendalse beek

Bij de Springendalse beek is er op een aantal plaatsen buisdrainage aanwezig, dit is voornamelijk benedenstrooms, waar meer landbouw aanwezig is (Figuur 26). Het gering voorkomen van piekafvoeren in de beek is mede te verklaren doordat er weinig buisdrainage aanwezig is in het afwateringsgebied.



Figuur 26: Verwachtskaart drainage Springendalse beek.

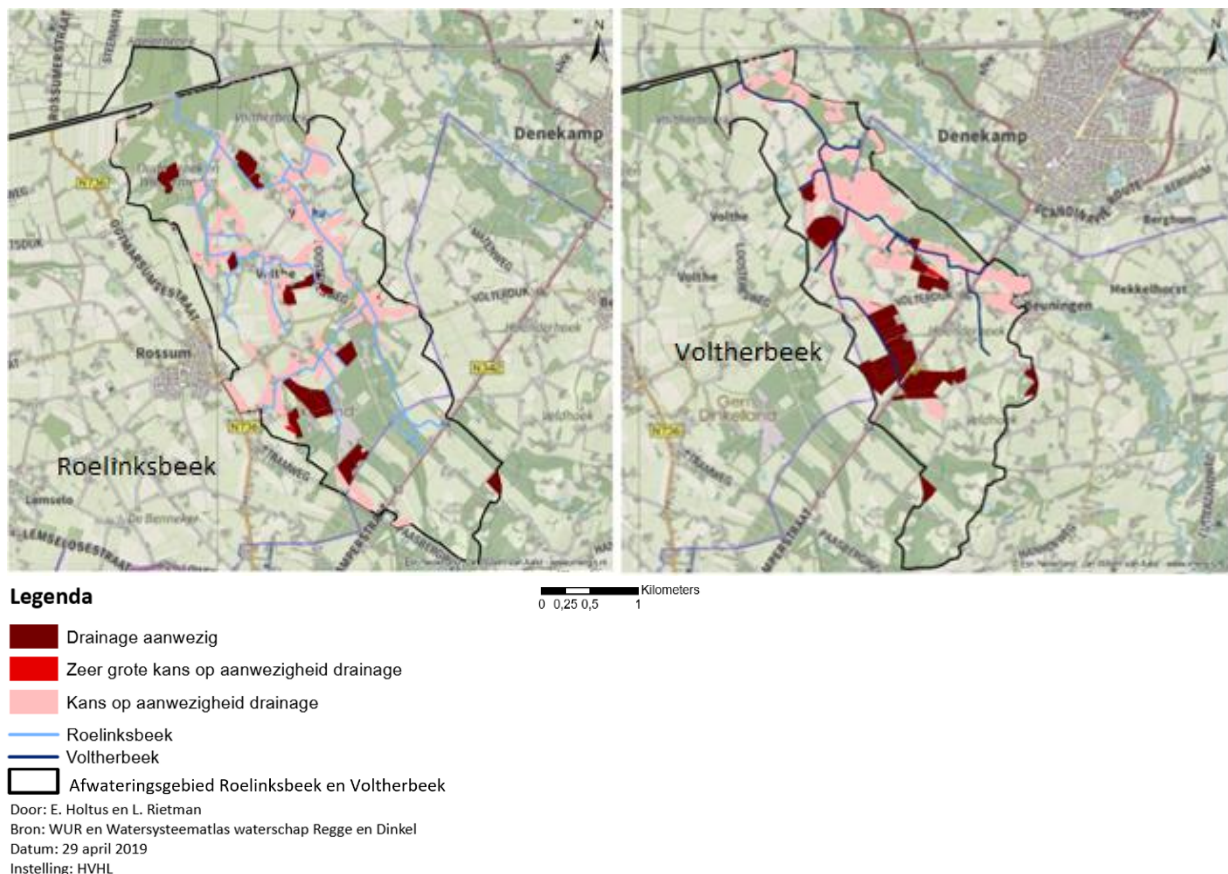
ONDERZOEKSRAPPORT

5.2.2 Roelinksbeek

In de midden- en bovenloop van de Roelinksbeek is buisdrainage aanwezig en zijn er ook veel percelen waar de kans bestaat dat er buisdrainage aanwezig is. Dit is te verklaren door het landgebruik, de bodem en de grondwaterstanden. Doordat buisdrainage bijna over de gehele loop van de beek aanwezig is, zal dit zorgen voor een versnelde afvoer naar de beek toe. Dit is terug te zien in de winterafvoer; de hogere pieken zijn mede te verklaren door versnelde afvoer van buisdrainage. Benedenstrooms is er nauwelijks drainage aanwezig, door aanwezigheid van het Agelerbroek. Toch zal de aanwezigheid van drainage bovenstrooms effect hebben op de afvoer benedenstrooms.

5.2.3 Voltherbeek

In het afwateringsgebied van de Voltherbeek is buisdrainage aanwezig op relatief grote percelen, voornamelijk bovenstrooms (Figuur 27). Dit is te verklaren door de aanwezigheid van landbouw. Benedenstrooms is er minder kans op drainage door de aanwezigheid van het Voltherbroek. De aanwezigheid van drainage zorgt door versnelde afvoer dat er vele piekafvoeren te zien zijn bij de Voltherbeek. Door de versnelde afvoer vindt er minder aanvulling naar het grondwater plaats, dit vermindert de (kwel)aanvoer en zorgt voor verdroging van het gebied.



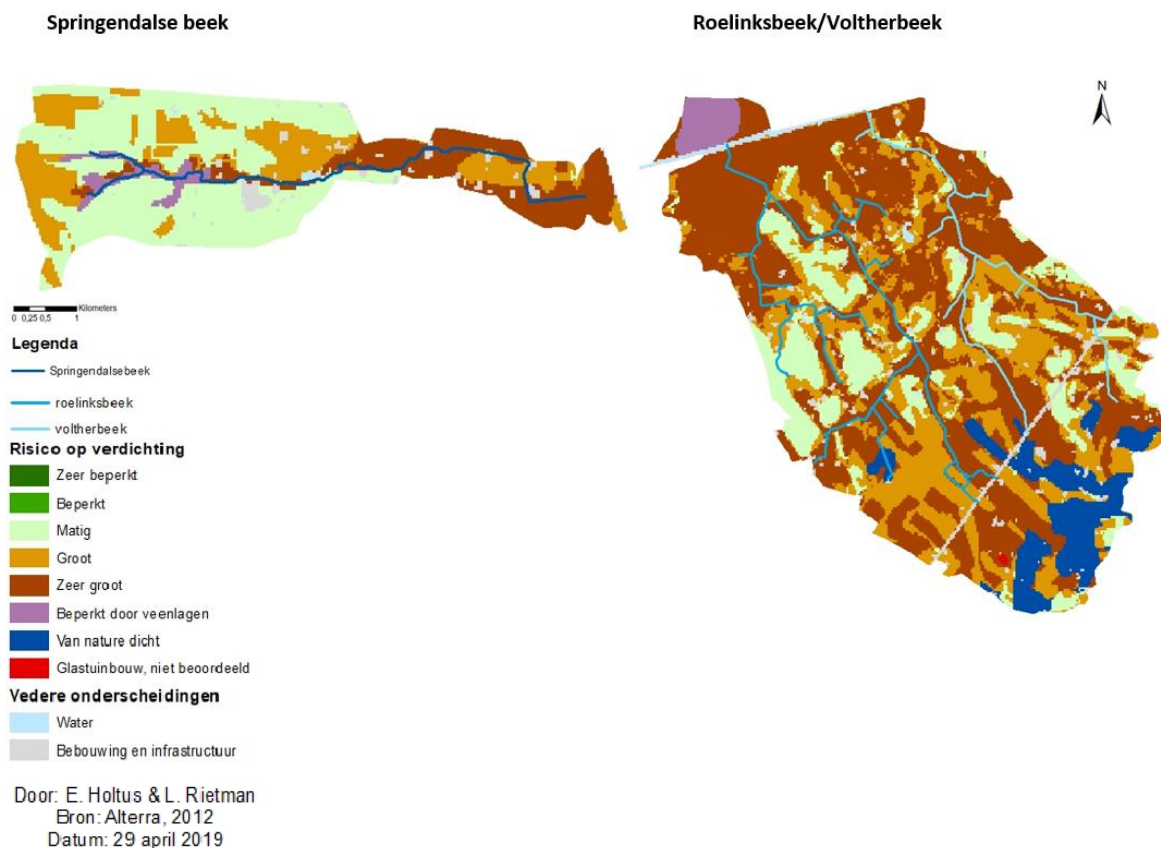
Figuur 27: Verwachtingskaart drainage Roelinksbeek (links) en Voltherbeek (rechts)

ONDERZOEKSRAPPORT

5.3 Bodemverdichting

Bodemverdichting is een van de voornaamste aspecten dat bijdraagt aan het optreden van maaiveldafvoer. Maaiveldafvoer draagt bij aan hoge afvoerpieken; in Bijlage 6.3 is beschreven wanneer maaiveldafvoer optreedt.

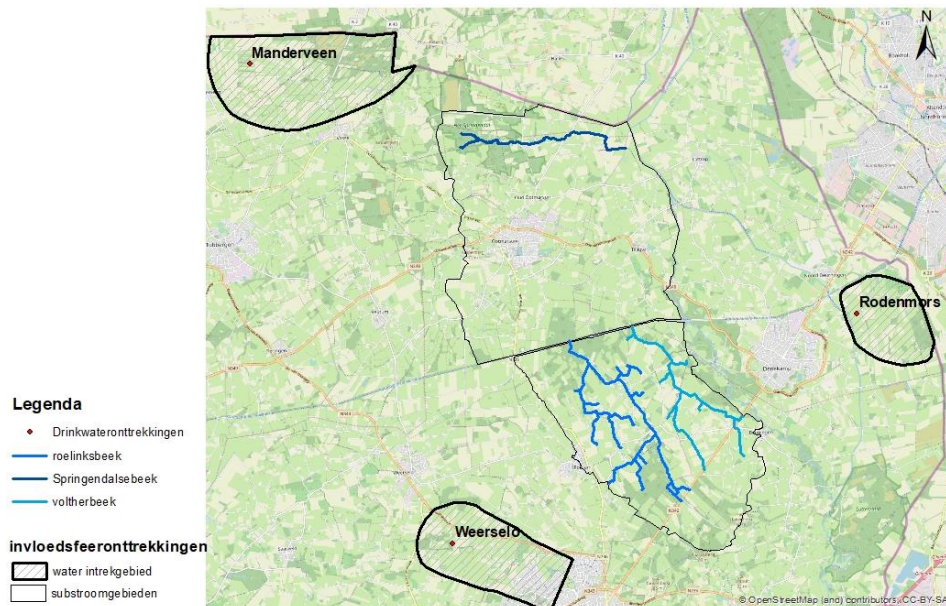
In eerder onderzoek is de potentiële maaiveldafvoer bepaald bij een T1 en T10 bui (zie Bijlage 6.3) (WUR, 2017). Dit zijn extreme buien die eens per jaar of eens in de tien jaar voorkomen. Hieruit blijkt dat er meer maaiveldafvoer zal optreden bij de Roelinksbeek en Voltherbeek dan bij de Springendalse beek. Dit komt doordat rondom de bovenloop van de Roelinksbeek en Voltherbeek de bodem van nature dichter is dan bij de Springendalse beek. Hierdoor is er een lage infiltratiecapaciteit, waardoor water moeilijk kan infiltreren, wat eerder leidt tot maaiveldafvoer (WUR, 2017). Het risico op bodemverdichting is bij de Roelinksbeek en Voltherbeek groot (Figuur 28). Dit is in tegenstelling tot de Springendalse beek waar alleen benedenstrooms kans op bodemverdichting hoog is. De piekafvoeren bij de Roelinksbeek en Voltherbeek zijn dus deels te verklaren door de maaiveldafvoer.



Figuur 28: Risico op bodemverdichting (Akker, 2013)

5.4 Grondwateronttrekkingen

In de sub-stroomgebieden waarin de beken liggen, zijn er geen drinkwater- of industriële grondwateronttrekkingen aanwezig (Figuur 29). De drinkwateronttrekkingen in de buurt van de sub-stroomgebieden hebben geen directe invloed op de beken of de grondwaterstanden in de sub-stroomgebieden; de sub-stroomgebieden liggen buiten de invloedsfeer (provincie Overijssel, 2019). Aan de randen van de intrekgebieden, is de reistijd van het grondwater 100 jaar (Provincie Overijssel, 2017), vastgesteld kan worden dat de onttrekkingen geen invloed hebben op de droogval van de Roelinksbeek en Voltherbeek in de zomer van 2018.



Figuur 29: Invloedsfeer drinkwateronttrekkingen (provincie Overijssel, 2019).

In en rondom de sub-stroomgebieden zijn er, voor zover bekend, geen andere actieve vergunde onttrekkingen aanwezig. Waarschijnlijk zijn er wel gemelde onttrekkingen aanwezig; voornamelijk onttrekkingen voor bevoeiing en beregening van het land, informatie hiervan is niet beschikbaar. Kleine onttrekkingen kunnen lokaal grote invloed hebben, met name in een gebied waar meerdere kleine onttrekkingen bij elkaar te vinden zijn. Dit kan bijdragen aan verdroging op lokale schaal en kan ervoor zorgen dat beken eerder droogvallen.

5.5 Verschillen

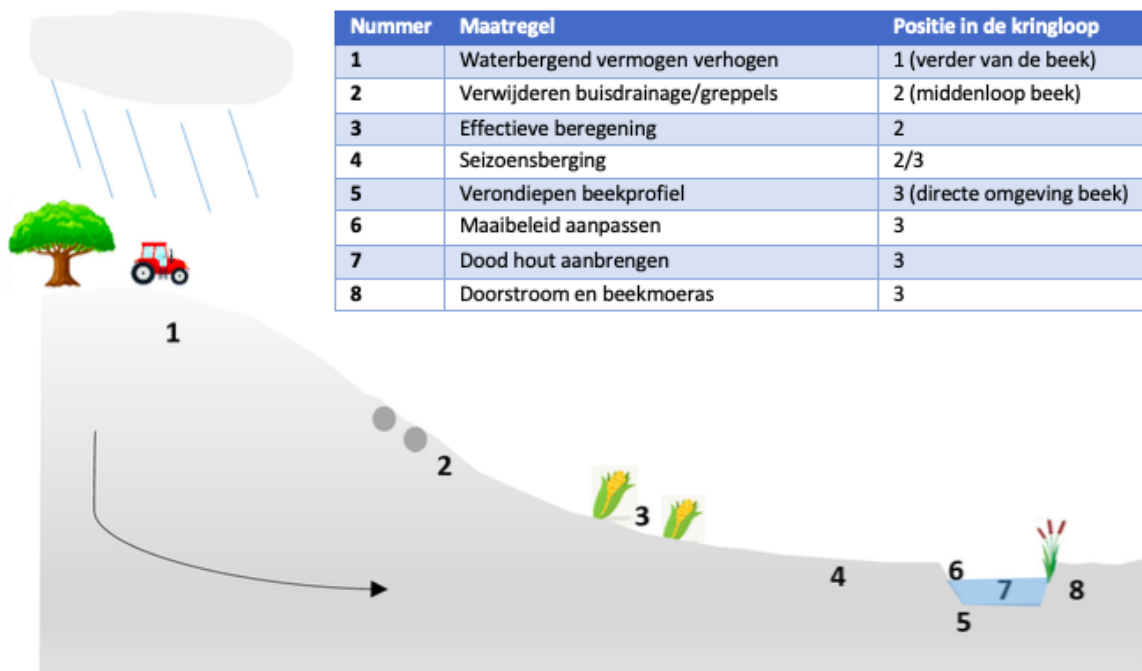
Tussen de afwateringsgebieden van de Springendalse beek, de Roelinksbeek en Voltherbeek zit veel verschil in de mate van menselijke invloed. Zo is in het afwateringsgebied van de Springendalse beek meer natuur aanwezig, minder buisdrainage en is er minder kans op bodemverdichting. In de afwateringsgebieden van de Roelinksbeek en Voltherbeek is er meer landbouw aanwezig, waardoor er ook meer beregening, buisdrainage en bodemverdichting is, deze aspecten zorgen voor hoge piekafvoeren. Mede door beregening, buisdrainage en andere ingrepen is de aanvulling van grondwater met 20-50% gedaald in de laatste 50 jaar in het beheergebied van waterschap Regge en Dinkel (Kuijper, et al., 2012), dit maakt het gebied gevoelig voor droogte. De grootste component in de afvoer van de Springendalse beek bestaat daarentegen nog wel uit grondwater (kaandorp, 2019).

	Springendalse beek	Roelinksbeek	Voltherbeek
Landgebruik	51% natuur 44% landbouw	37% natuur 59% landbouw	25% natuur 71% landbouw
Drainage	Voornamelijk benedenstrooms	Over de gehele loop	Over de gehele loop
Drainage oppervlak⁹	78 ha	222 ha	248 ha
Verdichting bovengrond	Bovenstrooms nauwelijks en benedenstrooms meer risico	Van nature dichte grond en over gehele loop hoog risico	Van nature dichte grond en over gehele loop hoog risico

⁹ Bepaalt met verwachtingskaart, oppervlak bestaat uit aanwezige drainage, zeer grote kans en grote kans op drainage aanwezigheid.

6 Maatregelen

Uit voorliggend onderzoek is gebleken dat de droogval van de Roelinksbeek en Voltherbeek deels een natuurlijke oorzaak heeft en deels beïnvloed wordt door menselijk handelen. De geologie is bepalend voor de waterlevering, waardoor de Roelinksbeek en Voltherbeek nooit hetzelfde zullen worden als de Springendalse beek. Vooral in de bovenloop waar de aanvoer van water gering is, kan droogval niet volledig worden voorkomen. Wel kan er worden getracht de droogval te verminderen, dit is voornamelijk kansrijk in de beneden- en middenloop. De maatregelen zijn weergegeven aan de hand van de positie in het landschap, gebaseerd op de weg die een waterdruppel aflegt tot deze het gebied verlaat (Figuur 30).



Figuur 30: Schematische weergave landschapkenmerken.

De effecten van de maatregelen die de droogval in de Roelinksbeek en Voltherbeek tegengaan, zijn uitgewerkt in tabel 3 en in detail in Bijlage 7. Op basis van de opgedane kennis wordt verwacht dat maatregelen 2, 5, 6 en 8 het meest kansrijk zijn, deze zijn in dit hoofdstuk uitgewerkt. Deze zijn naar verwachting kansrijk omdat deze het meest bijdragen aan de grondwateraanvulling en/of vertraagde afvoer van de beek.

Tabel 3: Effecten maatregelen.

Maatregel	Effect	
1	-	Geen effect op natuurlijke bodemverdichting, er is veel natuurlijke keileem aan het oppervlak aanwezig.
2	+	Minder versnelde afvoer en natuurlijke kwelstromen keren terug.
3	-/+	Efficiënter met water, maar er wordt nog steeds water onttrokken.
4	-/+	Afhankelijk van de hoeveelheid beschikbare neerslag en verandert niets aan het watersysteem.
5	+	Drainerende werking op grondwaterstanden verminderd, effectiever als accoladeprofiel wordt toegepast.
6	+	Verhoging van weerstand, water wordt langer vastgehouden.
7	-/+	Verhoogde weerstand en kleine watervoerende geulen. Minder effectief dan maatregel 6.
8	+	Beekmoeras houdt water langer vast, vangt pieken op en er is meer aanvulling naar het grondwater.

6.1 Verwijderen buisdrainage en profielverkleining

In 2015 is de bovenloop van de Springendalse beek heringericht. Dit is gedaan om piekafvoeren en verdroging in de omgeving te verminderen en insnijding van de beek aan te pakken. Hiervoor is het beekprofiel verkleind en verondiept door middel van zandsuppletie, zijn sloten gedempt en is buisdrainage verwijderd (Figuur 31). Door deze maatregelen is de afvoer verminderd en meer constant geworden. De grondwaterstanden bovenstrooms zijn ook verhoogd sinds de herinrichting, de aanpassingen lijken dus direct effect te hebben (zie paragraaf 4.3.1). Kijkend naar de overeenkomsten in de systeemkenmerken van de Springendalse beek en de Roelinksbeek en Voltherbeek, zal de combinatie van verondiepen, verwijderen van buisdrainage en het dempen van greppels ook bij de Roelinksbeek en Voltherbeek een positief effect hebben.

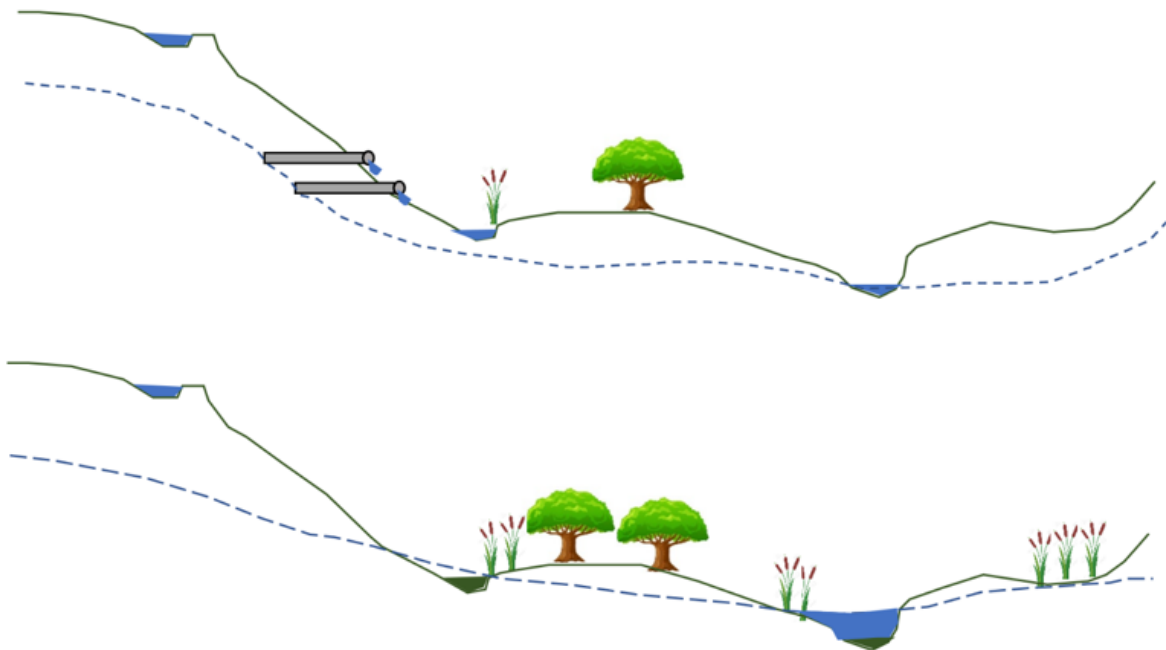


Figuur 31: Resultaat verondiepen Springendalse beek (L. Rietman).

Buisdrainage

Het verwijderen van buisdrainage zal vooral groot effect hebben, het areaal aan buisdrainage is bijna drie keer zo groot en meer verspreid dan bij de Springendalse beek. Bij verwijdering van buisdrainage wordt water minder snel afgevoerd en op locaties waar de bodemverdichting beperkt is, kan water infiltreren naar het grondwater. Het grondwater zal stijgen waardoor er sprake zal zijn van vernatting (Figuur 32). Hierdoor zal worden bijgedragen aan verlenging van de watervoerendheid.

Het verwijderde oppervlak aan buisdrainage bij de Springendalse beek is onbekend, hierdoor kan er geen inschatting worden gedaan naar de hoeveelheid te verwijderen buisdrainage en de bijkomende effecten voor de Roelinksbeek en Voltherbeek.



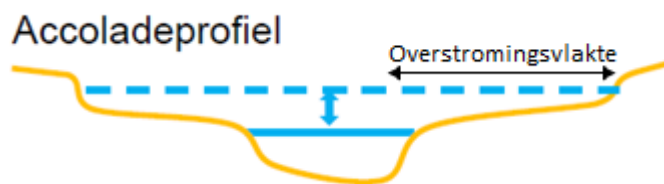
Figuur 32: Effecten verwijderen buisdrainage.

Greppels

Door greppels met een afwateringsfunctie te dempen zal er ook worden bijgedragen aan een meer vertraagde afvoer naar de beek en meer infiltratie naar het grondwater (Arcadis, 2018). Op een aantal landbouwpercelen langs de beken zijn greppels aanwezig, de exacte locaties en verdeling hiervan is onbekend. Hierdoor kan er geen inschatting worden gedaan van de precieze effecten op de beekafvoer.

Profielverkleining

Een profielverkleining door verondieping, zorgt ervoor dat de drainerende werking op grondwaterstanden afneemt (STOWA, 2015). Hierdoor zullen de grondwaterstanden gaan stijgen en zal de omgeving vernatten. Een kleiner beekprofiel zorgt daarentegen wel voor een grotere stroomsnelheid (STOWA, 2015). Dezelfde hoeveelheid water wordt dan vervoerd door een kleinere stroomgeul, wat ook zorgt voor meer erosie. Verhoging van de stroomsnelheid heeft een averechts effect op het tegengaan van droogval, omdat water het gebied snel verlaat. Daarbij is bij een klein beekprofiel de kans op inundatie groter, ten tijde van hevige neerslag. Om dit te voorkomen kan er gekozen worden voor een accoladeprofiel met natuurlijke oevers (Figuur 33). Een accoladeprofiel heeft een overstromingsvlakte, waardoor ook bij grote neerslagpieken water geborgen kan worden. Een accoladeprofiel zorgt mede bij grote afvoeren dat de stroomsnelheid beperkt blijft; het water is door de overstromingsvlakte over een grotere geul verdeeld, waardoor de stroomsnelheid afneemt. In drogere perioden zal alleen de kleine geul watervoerend zijn en kunnen de oevers en overstromingsvlakte meer begroeien. Meer begroeiing zorgt voor een grotere weerstand, waardoor water langer wordt vastgehouden.



Figuur 33: Accoladeprofiel (OBN, 2016).

Door met deze maatregel het watersysteem in te richten op verschillen in afvoer en door de grondwateraanvulling te vergroten, wordt het watersysteem robuuster en veerkrachtiger. Hierdoor zal droogval worden tegengegaan in de Roelinksbeek en Voltherbeek.

6.2 Maaibeleid

Het maaibeleid kan invloed hebben op het tegengaan van droogval in de beken. Een meer begroeide beekloop zorgt door toenemende weerstand dat water minder snel wordt afgevoerd en meer wordt vastgehouden (Waterschap Vechtstromen, 2019). Een kort gemaaid waterloop heeft een Manning-waarde van 0,02-0,03. Als er in de zomerperiode niet wordt gemaaid kan de hydraulische weerstand oplopen tot een Manning-waarde van >0,1 (Keizer-vlek, 2015). Deze hogere weerstand kan ervoor zorgen dat de stroomsnelheid tot circa 3 keer kleiner wordt en het debiet met circa 30% wordt verminderd¹⁰.

Aanpassingen

Het waterschap Vechtstromen maait de bodems en oevers van de waterlopen 4 keer per jaar tussen 1 mei en 16 november, om te voorkomen dat de waterlopen dichtgroeien (Figuur 34) (Waterschap Vechtstromen, 2019). Het tijdstip van maaien en de frequentie hiervan, kan ervoor zorgen dat de beek sneller droogvalt. Om dit te voorkomen kan de frequentie van maaien worden verminderd. Vanaf midden mei tot augustus kan gekozen worden om niet te maaien en dit in een andere periode te doen. Door minder te maaien wordt er een grotere weerstand gecreëerd, waardoor de afvoer wordt vertraagd en de watervoerende periode wordt verlengd.

Alleen het stuwdebiet en het waterpeil bij de stuw is bekend, voor de rest van de beek zijn geen monitoringsgegevens, terwijl hier juist de droogval optreedt. Inschatting van de verkorting van de droogvalperiode en het droogvaltraject kan niet worden gedaan op basis van de beschikbare gegevens.

Doordat er voor deze maatregel niets gerealiseerd hoeft te worden kan de maatregel snel worden uitgevoerd en is de impact op de omgeving hierdoor klein. Wel moet er rekening worden gehouden met een bijkomend risico; de kans op wateroverlast ten tijde van extreme neerslag.



Figuur 34: Oever bemaaiing (Waterschap Vechtstromen).

¹⁰ Berekend met de Manning formules, gebaseerd op de Manning-waarden: 0,1 voor begroeide loop en 0,022 voor gemaaid loop.

$$Q_{(m^3/s)} = A * R^{2/3} * KM * S^{1/2}$$

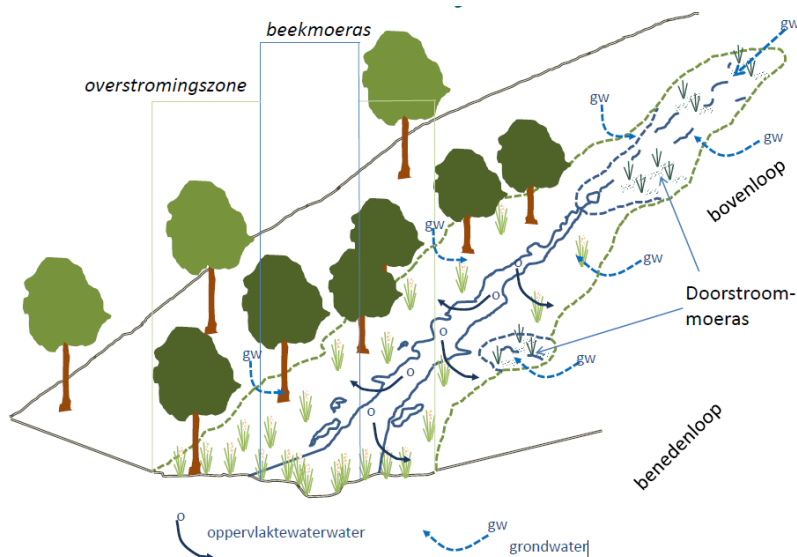
$$V_{(m/s)} = Q/A$$

6.3 Moerasbeek en doorstroommoeras

Door omvorming van het landschap kan het oorspronkelijke karakter van moerasbeek worden teruggebracht. Een moerasbeek en doorstroommoeras is een gebied waar meerdere ondiepe waterlopen langzaam door een gebied stromen. Door aanvulling vanuit het grond- en oppervlaktewater ontstaat er een natte omgeving met moerassige vegetatie.

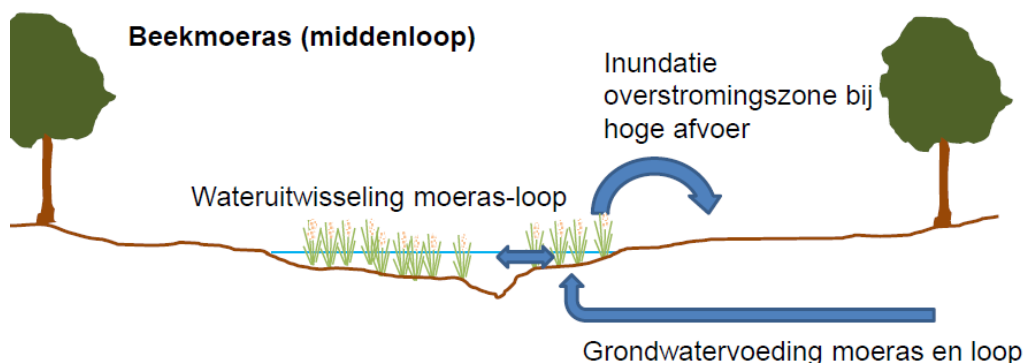
Ontwikkeling

Benedenstrooms, waar het reliëf klein is, kan een doorstroommoeras ontstaan (Figuur 35), een overgangszone tussen stromend en stilstaand water. Het water stroomt over het maaiveld en in de bovenlaag van de bodem (Verdonschot & Runhaar, 2016). Doorstroommoerassen hebben een grote sponswerking, omdat water lang wordt vastgehouden (Verdonschot & Runhaar, 2016).



Figuur 35: Doorstroommoeras en moerasbeek (OBN, 2016).

Verder bovenstrooms zal de stroming in de beek groter zijn door groter reliëf. Hierdoor zal er in de middenloop een moerasbeek ontstaan (Figuur 36). De overstromingszone zal in de zomer droogvallen, maar zorgt in de winter voor opvang bij hoge afvoeren (Blackwell & Pilgrim, 2011). Bovenstrooms is het moeilijk een moerasbeek te ontwikkelen, omdat de wateraanvoer klein is en het hoogteverschil zorgt voor een te snelle afvoer.

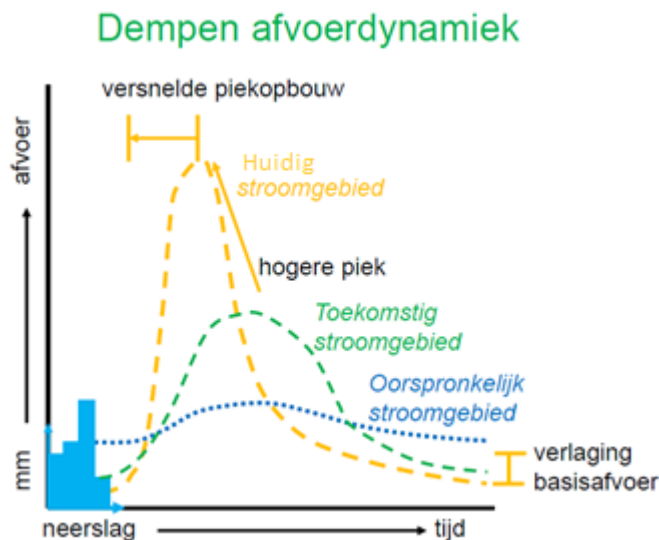


Figuur 36: Beekmoeras (OBN, 2016)

ONDERZOEKSRAPPORT

Effecten

Door een moerasbeek met doorstroommoeras te realiseren zullen er minder piekafvoeren optreden (Figuur 37). Dit komt doordat de moerassige omgeving zorgt voor een vertraagde afvoer, ook de verwijdering van buisdrainage door omvorming van landbouw helpt hieraan mee. De beekafvoer zal meer constant worden doordat water langer wordt vastgehouden en langzaam wordt afgevoerd (Verdonschot & Runhaar, 2016). Hierdoor heeft het de tijd te infiltreren, wat bijdraagt aan de grondwateraanvulling. Er zal een robuuster watersysteem ontstaan waarbij op een natuurlijke manier droogval wordt tegengegaan.



Figuur 37: Verandering afvoerdynamiek (OBN, 2016)

Aanpassingen

Om een moerasbeek en doorstroommoeras te realiseren zullen er ingrijpende aanpassingen gedaan moeten worden (OBN, 2016):

- Landbouw in directe omgeving omvormen naar moerassige natuur;
- Verwijderen buisdrainage;
- Dempen greppels en sloten;
- Realiseren ondiep beekprofiel;
- Graven (nieuwe) geulen, licht meanderend;
- Kunstmatige (peilsturende) kunstwerken in de beken verwijderen;
- Afstroming van de Roelinksbeek en Voltherbeek op het kanaal Almelo-Nordhorn;
- Verleggen van de Voltherbeek naar de oorspronkelijke loop.

Het verwijderen van buisdrainage en het dempen van greppels zal ervoor zorgen dat de natuurlijke kwelstroom terugkeert, dit is essentieel voor de ontwikkeling van een moerasbeek (OBN, 2016). Ruimte voor de ontwikkeling van moeras in het beekdal is noodzakelijk, de omliggende omgeving van zal vernatten, waardoor het landgebruik moet veranderen. De herinrichting zal benedenstrooms zorgen voor meerdere geulen, hierdoor moet ook de onderdoorlaat onder het Kanaal Almelo-Nordhorn worden verwijderd, de moerasbeken moeten uit kunnen stromen op het kanaal, de uitvoering hiervan zal verder onderzocht moeten worden.

ONDERZOEKSRAPPORT

In het Ageler- en Voltherbroek is er een moerassige omgeving aanwezig, hier hoeven geen aanpassingen worden gedaan. Wel kunnen de natuurwaarden door de realisatie van het doorstroommoeras worden versterkt. De loop van de Voltherbeek moet wel enkele tientallen meters verlegd moeten worden in westelijke richting, om weer uit te stromen in het Natura-2000 gebied.

Het realiseren van een beekmoeras is een ingrijpende maatregel, maar kan ervoor zorgen dat het traject van droogvalt wordt verminderd, in de beneden- en middenloop.

7 Conclusie

In dit rapport is antwoord gegeven op de hoofdvraag van dit onderzoek; 'Wat zijn geschikte maatregelen waarbij droogval van de watersystemen Roelinksbeek en Voltherbeek wordt tegengegaan?' Hiervoor is zowel kwalitatief en kwantitatief onderzoek uitgevoerd, waarbij de watersystemen van de Roelinksbeek en Voltherbeek zijn vergeleken met de Springendalse beek.

De stuwwallen van Ootmarsum en Oldenzaal beïnvloeden de waterhuishouding en het landgebruik in het stroomgebied van de Dinkel. De schuin gestuwde kleilagen en grindpakketten in de stuwwallen bepalen de grondwaterstroming, de hoeveelheid water wat infiltreert en de hoeveelheid kwel wat kan uittreden.

De Springendalse beek wordt gevoed door vele kwelbronnen, die het jaarrond watervoerend zijn vanwege een groot inzijgingsgebied op de stuwwal. Door de vrijwel constante kwelaanvoer is deze beek altijd watervoerend. Bovenstrooms waar de Springendalse beek een natuurlijk karakter heeft, laten de grondwaterstanden weinig fluctuaties zien, benedenstrooms in agrarisch gebied zijn er meer fluctuaties. De Roelinksbeek en Voltherbeek worden minder door kwel gevoed, doordat de stuwwal van Oldenzaal uit een dun, snel reagerend watervoerend pakket opgebouwd is. Hierdoor is er weinig nalevering van kwel, waardoor de grootste aanvoer component regenwater is. De grondwaterstanden van de Roelinksbeek en Voltherbeek laten grote fluctuaties zien door het jaar heen.

De Springendalse beek heeft het jaarrond een vrijwel constante afvoer, mede door de constante kwelaanvoer. Bij de Roelinksbeek en Voltherbeek is dit niet het geval, deze laten piekafvoeren zien in de winter en een gestagneerde afvoer in de zomer. Dit kan verklaard worden doordat de voornaamste aanvoer component neerslag is; bij een neerslagtekort in de zomer stagneert ook de afvoer. Het is kenmerkend voor de Roelinksbeek en Voltherbeek dat deze droogvallen. De droogval in de Roelinksbeek was in 2018 erger in vergelijking met een relatief gemiddeld jaar. Voor de Voltherbeek was de droogval van 2018 geen extreme situatie, het droogvaltraject is elk jaar ongeveer gelijk. De Springendalse beek valt nooit droog, ook zijn er in 2018 geen extreme dalingen in waterstanden.

De dynamiek in grondwaterstanden en beekafvoer in de Roelinksbeek en Voltherbeek kan mede worden verklaard door het snel reagerende watersysteem, dit in tegenstelling tot de Springendalse beek. In de afwateringsgebieden van de Roelinksbeek en Voltherbeek is meer agrarisch grondgebruik aanwezig. Dit hangt samen met de aanwezigheid van buisdrainage, de verhoogde kans op maaiveldafvoer en het plaatsvinden van beregening. Water wordt snel afgevoerd en kan niet of beperkt infiltreren naar het grondwater. Hierdoor vindt er minder aanvulling naar het grondwater plaats. De versnelde afvoer ten gevolge van buisdrainage, maaiveldverdichting en beregening zorgt ervoor dat het watersysteem minder robuust is. Veranderingen in wateraanvoer kunnen niet worden opgevangen, waardoor er in natte periodes te veel water is en in droge periodes te weinig.

De droogval van de Roelinksbeek en Voltherbeek heeft deels een natuurlijke en deels een antropogene oorzaak. De wateraanvoer bovenstrooms is door beperkte wateraanvoer klein, waardoor droogval bovenstrooms nooit helemaal voorkomen kan worden. Hierdoor zullen de watersystemen van de Roelinksbeek en Voltherbeek nooit identiek worden aan die van de Springendalse beek. Ambities moeten hierdoor worden aangepast, omdat droogval alleen in de beneden- en middenloop kan worden beperkt met maatregelen. De maatregelen zijn gericht op de antropogene invloeden die bijdragen aan de beperkte grondwateraanvulling en verminderde langdurige aanvoer richting de beek.

Door de oevers en beekbodems minder vaak te maaien wordt er een grotere weerstand gecreëerd, waardoor de periode van droogval wordt uitgesteld. Door het beekprofiel te verkleinen en drainage te verwijderen, neemt de drainerende werking van de beek af en zal hemelwater vertraagd worden afgevoerd. Hierdoor kan het water makkelijker infiltreren naar het grondwater en zal het gebied

ONDERZOEKSRAPPORT

vernatten. Door de benedenlopen van de Roelinksbeek en Voltherbeek in te richten als een moerasbeek en doorstroommoeras wordt de sponswerking vergroot. Dit zorgt voor een langere periode van watervoerendheid en ten tijde van piekafvoeren kan water inunderen in het omliggende moeras. Dit zal zorgen voor een duurzamer en robuuster watersysteem.

De realisatie van een beekmoeras en doorstroommoeras en het verwijderen van buisdrainage zijn maatregelen die groot effect hebben op het tegengaan van droogval in de Roelinksbeek en Voltherbeek. Dit zijn ingrijpende veranderingen waarbij het huidige grondgebruik zal moeten veranderen. Een kleine ingreep die direct doorgevoerd kan worden is het aanpassen van de maaifrequentie in de zomer, dit heeft weinig impact maar kan de droogvalperiode verkorten. Ondanks dat de droogval van de Roelinksbeek en Voltherbeek typisch is, kunnen ze door deze maatregelen langer watervoerend blijven en wordt er bijgedragen aan het behoud van de dooradering van het Twentse landschap.

8 Discussie

Voor dit onderzoek zijn door gebrek aan data en meetgegevens verschillende aannames gemaakt, deze zijn beargumenteerd en toegelicht. Op basis hiervan zal, wanneer volgens dezelfde criteria dezelfde aannames worden gemaakt, bij herhaling van dit onderzoek de resultaten hetzelfde zijn en hiermee zijn ook de resultaten van dit onderzoek valide.

Een aantal aannames zullen niet in zijn geheel overeenkomen met de werkelijke situatie, deze geven alleen een beeld. Dit is voornamelijk het geval met betrekking tot de maaiveldafvoer, drainage aanwezigheidskansen, berekening en de kwel- en wegzijgingslocaties en hoeveelheden. In bepaalde mate zullen deze gegevens de betrouwbaarheid van het onderzoek hebben beïnvloed, deze gegevens zijn alleen gebruikt wanneer er geen gemeten waarden beschikbaar waren. Dit heeft eraan bijgedragen dat de werkelijke situatie niet volledig in beeld kon worden gebracht. Wat ervoor gezorgd heeft dat er wel een conclusie over de oorzaak van droogval kan worden gegeven, maar de grote en impact van de oorzaken kon niet worden onderzocht.

De meeste aannames zijn gemaakt bij de waterbalans van de beken. Meteorologische data van het weerstation Twenthe is gebruikt, door het ontbreken van een weerstation in de directe omgeving van de beken. Plaatselijke weersomstandigheden zijn daarom niet meegenomen, hierdoor kunnen analyses met betrekking tot neerslag verschillen met de werkelijkheid. Door gebrek aan gegevens over actuele verdamping is voor verschillende situaties gebruik gemaakt van de referentieverdamping. Dit zorgt voor een groter neerslagtekort, dan in de praktijk het geval is. De kwel en wegzijgingsdata die gebruikt is blijkt erg af te wijken van de werkelijke situatie, waardoor er in de waterbalans een ander beeld wordt geschetst dan in de werkelijkheid voorkomt.

Voordat dit onderzoek werd uitgevoerd, was het onduidelijk waardoor de droogval van de Roelinksbeek en Voltherbeek werd veroorzaakt. Verwacht werd dat de droogval niet werd veroorzaakt door slechts één aspect maar dat er meerdere oorzaken waren. Dit bleek naar mate het onderzoek vorderde inderdaad zo te zijn. Wel werd verwacht dat onttrekkingen in de omgeving mogelijk een grote invloed hadden op de droogval. Bij drinkwateronttrekkingen bleek dit niet het geval te zijn, wel kan berekening een groot effect hebben gehad maar hier is geen data van beschikbaar.

Dit onderzoek is niet ingegaan op de toepasbaarheid en precieze locaties waar de maatregelen om droogval te beperken, kunnen worden uitgevoerd. Er is alleen een advies gegeven van de mogelijkheden in het gebied.

De aanpak van droogval die in dit onderzoek is onderzocht is specifiek voor de Roelinksbeek en de Voltherbeek. Echter kunnen de maatregelen die voor de Roelinksbeek en Voltherbeek zijn opgesteld ook toepasbaar zijn voor andere beken. Het moet hierbij wel gaan om watersystemen die ook gevoed worden uit kwelbronnen, door overwegend agrarisch gebied stromen en waarbij ook sprake is van een hoogteverschil zoals een stuwwal. Er is overigens geen zekerheid dat de effecten van de maatregelen ook in andere systemen dezelfde bijdrage leveren. Wanneer droogval bij beken met andere watersysteemkenmerken moet worden aangepakt, kan wel dezelfde methodiek gebruikt worden als in dit onderzoek. Hierbij zou ook doormiddel van literatuuronderzoek het grondwatersysteem, het oppervlaktewatersysteem en de antropogene invloeden kunnen worden onderzocht, om de oorzaak van droogval vast te stellen. Vervolgens kunnen als antwoord hierop maatregelen worden opgesteld.

9 Aanbevelingen

Praktijk

Uit het onderzoek is naar voren gekomen dat de droogte app van waterschap Vechtstromen efficiënter gebruikt kan worden. Door ook de datum van droogval, situatieomschrijving en foto's toe te voegen zal er een beter beeld ontstaan van de droogval en de effecten.

Data vormt de basis van onderzoek en het is daarom belangrijk om een beeld te krijgen van de situatie. Het wordt daarom aanbevolen om meer meetlocaties te realiseren op verschillende trajecten in de beken, hierdoor kan beter inzicht worden gekregen in hoe het watersysteem reageert. Hiermee kan ook beter bepaald worden wat de effecten zullen zijn van maatregelen die mogelijk kunnen worden uitgevoerd. Dit geldt ook voor peilbuizen waarin de plaatselijke grondwaterstanden beter in beeld kunnen worden gebracht. Ook wordt aangeraden om data van kwel, beregening, bodemverdichting en maaiveldafvoer opnieuw in kaart te brengen, waardoor actuele en precieze gegevens in vervolgonderzoeken toegepast kunnen worden.

Vervolgonderzoek

Uit het onderzoek is gebleken dat droogval in de Roelinksbeek en Voltherbeek kan worden beperkt door buisdrainage te verwijderen, het maaibeeld aan te passen en/of door een moerasbeek te realiseren. De haalbaarheid van deze maatregelen moet verder worden onderzocht. Hierbij zal allereerst onderzoek gedaan moeten worden naar het aandeel van beregening, maaiveldafvoer en drainage op de afvoer van de beken. Aan de hand hiervan kunnen de maatregelen en de effecten specifieker worden uitgerekt.

De effecten van de maatregelen kunnen in een vervolgstudie met modellen getest worden. Verwijdering van de buisdrainage en verondiepen van het beekprofiel kan met een grondwatermodel uitgewerkt worden, aanpassen van het maaibeeld met een oppervlaktewatermodel. Effecten bij de realisatie van een beekmoeras kunnen met een combinatie van een grond- en oppervlaktewatermodel onderzocht worden.

Het effect van het verwijderen van buisdrainage kan ook worden bepaald door het oppervlak aan verwijderde drainage bij de Springendalse beek te bepalen. Het effect hiervan op de afvoer van de Springendalse beek kan dan exact onderzocht worden, waardoor het mogelijke effect bij de Roelinksbeek en Voltherbeek ook duidelijk wordt.

In een vervolgstudie kan gekozen worden om de verschillende maatregelen uit te werken in een MCA, hierbij kunnen de maatregelen op criteria worden getoetst waardoor een geschikte keuze gemaakt kan worden. Daarbij zal er ook gekeken moeten worden naar het effect op de waterkwaliteit en de impact op de omgeving.

Literatuurlijst

- Akker, J. v. (2013). *Risico op ondergrondverdichting in het landelijk gebied kaart*. Wageningen: Alterra.
- Alterra. (2017, 9). *Bodemvocht gestuurd beregenen*. Opgehaald van Deltaproof: http://www.deltaproof.nl/Publicaties/deltafactIframe/Bodemvocht_gestuurd_beregenen.aspx?rId=14
- Arcadis. (2018). *hydrologisch onderzoek, neerslagafvoer modellering n2000-gebied Springendal en dal van de mosbeek*. Arnhem: Arcadis.
- Blackwell, & Pilgrim. (2011). Ecosystem services delivered by small-scale wetlands. *Hydrological sciences journal*, 1467-1484.
- Bleumink, K., & van Dongen, R. (2015). *Springendalse beek projectplan*. Waterschap vechtstromen.
- Bodemambities. (2013). *Factsheet*. Routeplanner Bodemambities.
- Broers, & Lijzen. (2014). *Factsheet Beregening*. Utrecht en Bilthoven: Deltares en RIVM.
- C. Bakker, M. v. (1986). *De invloed van vegetatieontwikkeling op het afvoerverloop in een beek*. Wageningen: Landbouwhogeschool Wageningen.
- Chinprayoon, S. (sd). Foto druppelberegening.
- CLM. (2016). *Waarderen van bodemwatermaatregelen*. Culemborg: CLM.
- Compendium voor de leefomgeving. (2016, maart 23). *Klimaatverandering indicatoren*. Opgehaald van Compendium voor de leefomgeving: <https://www.clo.nl/indicatoren/nl050806-jaarlijkse-hoeveelheid-neerslag-in-nederland>
- De Louw. (2006). *Wateratlas Twente*. Almelo: Waterschap Regge en Dinkel, TNO.
- de Meij, T., & den Otter, C. (2015). *Systeembeschrijving van de stuwwal van Ootmarsum*. Zwolle: Provincie Overijssel.
- Deltares. (2018). Mipwa-model 3.0. Delft, Noord-holland, nederland.
- Deltares en Waterschap Vechtstromen. (2019). Grondwatermodel MIPWA. Almelo, Overijssel, Nederland.
- Drost, R. (2014). *Oppervlakkige afstroming bij de Springendalse beek in Twente*. Utrecht: Deltares.
- GGN. (2019). *What is a UNESCO Global Geopark?* Opgehaald van Globalgeopark: <http://www.globalgeopark.org/aboutGGN/6398.htm>
- Groenblauwe netwerken. (2019). *Seizoensberging*. Opgehaald van Groenblauwe netwerken: <https://nl.urbangreenbluegrids.com/measures/seasonal-storage/>
- kaandorp, V. (2019). *Groundwater in Streams*. Utrecht: Deltares.
- Kadaster. (2019). Topotijdreis . Apeldoorn, Gelderland, Nederland.
- Keizer-vlek. (2015). *Verkenning van de mogelijkheid om waterplanten in te zetten als natuurlijke stuwen*. Wageningen: Alterra.

ONDERZOEKSRAPPORT

- Kiwa Water Research. (2007). *Knelpunten- en kansenanalyse Natura 2000-gebied Landgoederen Oldenzaal*. Nieuwegein/ Groningen.
- KNMI. (1975-2018). weerstation Twente. Weerstation Twente, Overijssel, Nederland: KNMI.
- KNMI. (2014). *KNMI'2014 klimaatscenario's samengevat*. Opgeroepen op 2019, van klimaatscenarios: http://www.klimaatsscenarios.nl/scenarios_samengevat/
- KNMI. (2014, mei). *Scenario's samengevat*. Opgehaald van Klimaatscenario's: http://www.klimaatsscenarios.nl/scenarios_samengevat/
- KNMI. (2015). *14 KNMI klimaatscenario's voor Nederland*. De Bilt: Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut.
- KNMI. (2015). *Kerncijfers*. Opgehaald van Klimaatscenario's: <http://www.klimaatsscenarios.nl/kerncijfers/>
- KNMI. (2019, April). *Kennis en data centrum*. Opgehaald van KNMI: <https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/uitleg/droogte>
- KNMI. (2019). *Toekomstbeelden*. Opgehaald van Klimaatscenarios: <http://www.klimaatsscenarios.nl/>
- Kuijper, M., Hendriks, D., van Dongen, R., Hommes, S., Waaijenberg, J., & Worm, B. (2012). *Sturen op Basisafvoer*. Deltares.
- Landgoederen Oldenzaal. (2018). *Inrichtingsplan landgoederen Oldenzaal*. De Lutee.
- Landgoederen Oldenzaal. (2018). *Inrichtingsplan landgoederen Oldenzaal*. De Lutte.
- LGN 7. (2019). Wageningen, Gelderland, Nederland.
- LTO Noord. (Concept in bewerking). *Inrichtingsplan Natura-2000 gebied Dal van de Mosbeek en Springendal*. Zwolle: LTO Noord.
- M.J.M. Kuijper, D. H. (2012). *Sturen op Basisafvoer*. Delft: Deltares.
- M.J.M. Kuijper, et. al. . (2012). *Sturen op Basisafvoer*. Delft: Deltares.
- Marijnissen, H. (2018, 10 27). *De beken in Overijssel staan droog, 'waterboswachter' Van Dongen heeft de oplossing*. Opgehaald van Trouw: <https://www.trouw.nl/groen/de-beken-in-overijssel-staan-droog-waterboswachter-van-dongen-heeft-de-oplossing~ad7aaef3/>
- Natuurbeschermingsraad. (1989). *Beekbegeleidende broekbossen*. Utrecht: Natuurbeschermingsraad.
- OBN. (2016). *Integraal beekdalherstel*. OBN.
- Organisatie akkerbouw. (2019). *Opheffen/tegengaan van ondergrondverdichting*. Opgehaald van Grondbewerking: <https://www.handboekbodemenbemesting.nl/nl/handboekbodemenbemesting/Handeling/Grondbewerking-en-berijding/Opheffentegengaan-van-ondergrondverdichting.htm>
- Paulissen, M., & Nieuwenhuizen, W. (2014). *Geoparken in Nederland*. Wageningen: Alterra.
- Pidwirny, M. (2006). *Throughflow and Groundwater Storage*. Opgehaald van Physical geography: <http://www.physicalgeography.net/fundamentals/8m.html>
- Provincie Noord-Brabant. (2018). *Op weg naar klimaatrobuuste beekdallandschappen*.

ONDERZOEKSRAPPORT

- Provincie Overijssel. (1989). *flora en fauna van de Oldenzaalse stuwwal*. Zwolle: Provincie Overijssel.
- Provincie Overijssel. (2015). *Natura 2000 ontwerp-beheerplan Springendal & Dal van de Mosbeek*. Zwolle: provincie Overijssel.
- Provincie Overijssel. (2017). *Gebiedsdossiers drinkwaterwinningen Overijssel, Manderveen, Weerselo, Rodenmors*. Zwolle: Provincie Overijssel.
- Provincie Overijssel. (2017). *Natura 2000 Gebiedsanalyse voor de Programmatische Aanpak Stikstof (PAS) Landgoederen Oldenzaal*. Zwolle: Provincie Overijssel.
- Provincie Overijssel. (2019). Grondwaterstand. Zwolle, Overijssel, Nederland.
- provincie Overijssel. (2019, 2 4). Intrekgebieden waterwinning. Zwolle, Overijssel, Nederland.
- Provincie Overijssel. (2019, Januari 22). www.overijssel.nl/natuur-en-landschap. Opgehaald van [www.overijssel.nl: http://www.overijssel.nl/thema%27s/natuur-en-landschap/ontwikkelopgave/gebiedsgericht/gebieden/achter-de-voort-avav/](http://www.overijssel.nl/thema%27s/natuur-en-landschap/ontwikkelopgave/gebiedsgericht/gebieden/achter-de-voort-avav/)
- RBO. (2015). *Stroomgebiedbeheerplannen 2016-2021*. Rijksoverheid.
- Reeze, B. (2019). Foto 'Dood hout in de Hierdense beek' . Harderwijk, Gelderland, Nederland.
- Rooijen, L. v. (2018, december 13). *Beregeningsverbod 2018*. Opgehaald van Boerderij: <https://www.boerderij.nl/Home/Nieuws/2018/7/Hier-mag-beregenen-met-oppevlaktewater-niet-309212E/>
- Royal Haskoning DHV. (sd). *Dwarsdoorsnede stuwwal*. Royal Haskoning DHV, Zwolle.
- Schreuder, A. (2018). Gele weilanden en dode vissen in gortdroog Twente. NRC.
- Schulling, H. M. (2015). *Buisdrainagekaart 2015*. Wageningen: Alterra Wageningen Universiteit.
- STOWA. (2015). *handboek geomorfologisch beekherstek*. Amersfoort: STOWA.
- STOWA. (2015). *Handboek geomorfologisch beekherstel*. Amersfoort: STOWA.
- STOWA. (2017, 10). *Bodem als buffer*. Opgehaald van Deltafacts: http://deltaproof.stowa.nl/pdf/Bodem_als_buffer?rId=10
- STOWA. (sd). *Beekdoorsnede*. STOWA, Amersfoort.
- STOWA et al. (2012). *Beekdalbreed hermeanderen*. Wageningen: STOWA.
- 't Zeeuws bodemvenster. (2019). *Waterberging*. Opgehaald van Zeeuwsbodemvenster: <https://www.zeeuwsbodemvenster.nl/themas/water/waterberging>
- TNO. (2017). REGIS II. Utrecht, Utrecht, Nederland.
- TNO. (2019). Dinoloket grondwaterstand. Nederland.
- van Dongen, R., & Waaijenberg, J. (2007). *Hydrologisch onderzoek herbegrenzing ecologische hoofdstructuur Twente*. Zwolle: Provincie Overijssel.
- van Wijk, A. (2019). *Bodemverdichting*. Fieldmanager.
- VBNE. (2017). *Integraal beekdalherstel*. Driebergen: VBNE.
- Vechtstromen, W. (2018). App data droogval beken. Almelo, Overijssel, Nederland.

ONDERZOEKSRAPPORT

- Verdonschot. (2018). *Klimaatbestendige buffers in beekdalen*. Wageningen: Wageningen University & Research.
- Verdonschot, & Runhaar. (2016). *Doorstroommoerassen en moerasbeken*. Wageningen: WUR.
- Verdonschot, R. (2019). *Ecologische effecten van droogval in beken*. Wageningen: WUR.
- Wageningen Universiteit en Research. (2012). *Landelijk Grondgebruik Nederland 7*. Wageningen, Gelderland, Nederland.
- Waterschap De Dommel et al. . (sd). *Water vasthouden aan de bron*.
- Waterschap Regge en Dinkel. (1987). *Inventarisatierapport; Beken, ontspringend op de stuwwal Ootmarsum-Oldenzaal-Enschede*. Almelo: Waterschap Regge en Dinkel.
- Waterschap Regge en Dinkel. (2006). *Wateratlas Twente*. Almelo, Overijssel: Waterschap Regge en Dinkel.
- Waterschap Regge en Dinkel. (2006). *Wateratlas van Twente*. Almelo: Waterschap Regge en Dinkel.
- Waterschap Vechtstroom. (2014). *Algemene regels vrijstelling vergunningplicht onttrekken van grondwater* Keur waterschap Vechtstroom. *WATERSCHAPSBLAD*, 1-6.
- Waterschap Vechtstroom. (2015). *Factsheet KRW*. Almelo: Waterschap Vechtstroom.
- Waterschap Vechtstroom. (2018, Juli 20). *Beregeningsverbod uit grondwater in zone (200 m)*. Almelo, Overijssel, Nederland.
- Waterschap vechtstroom. (2018, 3 1). *Monitoringsgegevens*. Almelo, Gelderland, Nederland.
- Waterschap Vechtstroom. (2019). *Maaikalender*. Opgehaald van Waterschap Vechtstroom: <https://www.vechtstroom.nl/over/beheer-onderhoud/maaikalender/>
- WDOD. (2019, 1 22). *Evaluatie droogte: "Watervraag was extreem groot"*. Opgehaald van WDOdelta: <https://www.wdodelta.nl/@25839/evaluatie-droogte/>
- WUR. (2017). *Maatgevende afvoer en maaiveldafvoer in waterschap Vechtstroom*. Wageningen: Wageningen Environmental Research.
- Zanderink, K. (2019). *drooggevallen waterlopen* . Almelo, Overijssel, Nederland.