



Figuur 5-24: Locatie bruggen in en nabij de percelen in te richten voor nieuwe natuur

5.7 Landschap, cultuurhistorie en archeologie

5.7.1 Relevant beleid

Tabel 5-14 Beleidskader landschap, cultuurhistorie en archeologie

Kader	Belangrijkste uitgangspunten
Omgevingsvisie Fryslân	In de omgevingsvisie zet de provincie Fryslân de koers uit voor de komende jaren. De provincie heeft hiervoor verschillende ambities vooropgesteld om te werken aan een vitaal, veerkrachtig, karakteristiek en gezond Fryslân. Dit betekent ruimte om te ontwikkelen, terwijl kenmerkende waarden van de provincie Fryslân worden beschermd, waaronder cultuurhistorische waarden. Uitwerkingen van ambities op het vlak van landschap, cultuurhistorie en archeologie zijn: - Uitstekend toegankelijke en beleefbare cultuur- en natuurerfgoederen, inclusief de honderden kilometers oevers en waterfronten en wervende recreatieve voorzieningen en routenetwerken; - Behoud van de verscheidenheid aan landschappen met haar kenmerkende bebouwing, waarmee mensen zich verbonden voelen, in combinatie met de ontstaansgeschiedenis ervan (cultuurhistorie, erfgoed en archeologie). Doelstellingen voor de bestaande kwaliteiten omvatten o.a. - De karakteristieken van het landschap zijn beleefbaar: het verhaal van Friesland door de elementen en structuren in het landschap blijft verteld worden. - Behoud van het Friese erfgoed: houd en ontwikkeling van het Friese erfgoed. Zowel boven als onder de gronden zowel bebouwd als onbebouwd (groen, water).
Grutsk op 'e romte	In Grutsk op 'e romte worden landschappelijke en cultuurhistorische structuren van provinciaal belang in samenhang geanalyseerd, gewaardeerd en van richtinggevend advies voorzien. Er worden doelen gesteld voor gebiedsoverschrijdende landschappelijke en cultuurhistorisch structuren van provinciaal belang, zoals verkaveling, dijken en reliëf. Daarnaast worden ook voor verschillende deelgebieden, waaronder het laagveengebied en zuidelijke wouden, doelen gesteld. Doelen die te maken hebben met het beekdal van het Koningsdiep zijn: • Behoud van de relatieve openheid • Het zichtbaar houden van de huidige zichtbare verschijningsvorm • Zowel de gekanaliseerde als oorspronkelijke beloop van de beek respecteren • Het herkenbaar houden van de opstreckende verkavelingsstructuur in het beekdal Versterken van de beplanting op de hoge zandruggen

Omgevingswet	In de Omgevingswet is vastgelegd dat ruimtelijke ordening een afweging is van verschillende belangen. Een van de belangen is het cultureel erfgoed. In de Omgevingswet is daarom de verplichting opgenomen om in de ruimtelijke ordening 'rekening te houden met aanwezige cultuurhistorische waarden en in de grond aanwezige of te verwachten monumenten'.
Programma Mooi Nederland	In de NOVI wordt het toekomstbeeld voor Nederland in 2050 geschetst. Ook in 2050 zijn de landschappen en het cultureel erfgoed bepalend voor de Nederlandse identiteit. Hierbij bestaat er een mix van het zoveel mogelijk behouden van bestaande landschappen en het ontwerpen van nieuw landschap en erfgoed om de grote opgaven op te pakken. Waar mogelijk zijn functies gecombineerd die bijdragen aan behoud van natuur- en landschapswaarden. Het volgende Nationale belang is in de NOVI (nummer 19) opgenomen: Behouden en versterken van cultureel erfgoed en landschappelijke en natuurlijke kwaliteiten van (inter)nationaal belang. Ook is het landschap doorweven door verschillende andere nationale belangen: • <i>Het realiseren van een goede leefomgevingskwaliteit.</i> Cultureel erfgoed, architectonische kwaliteit van bouwwerken en landschap vormt de basis van een goede kwaliteit van de omgeving. • <i>Ontwikkelen van een duurzame voedsel en agroproductie:</i> Landschap hangt sterk samen met de land- en tuinbouw. De sector is de grootste gebruiker van het landelijk gebied. In gebieden waar de druk vanuit o.a. natuur en landschap te hoog is, wordt de druk door gerichte inzet verminderd. Het programma Mooi Nederland vormt één van de nationale programma's die gemaakt worden om de NOVI te actualiseren en verder aan te scherpen. Hierbij zet het programma Mooi Nederland in op twee actielijnen: • <i>Wenkende toekomstperspectieven voor Nederland:</i> De ambitie is om de ruimtelijke kwaliteit centraal te zetten bij de inrichting van Nederland. Hierbij vormt ontwerpend onderzoek, en het daarmee hanteerbaar maken van inzichten, een belangrijk instrument. • <i>Handelingsperspectieven op gebiedsniveau:</i> Bij deze actielijn staat het ontwikkelen van concrete inrichtingsoplossingen voor complexe thema's op gebiedsniveau centraal.
Erfgoedwet + Omgevingswet	De Erfgoedwet, die sinds 2016 van kracht is vormt samen met de Omgevingswet het fundament voor de bescherming van rijksmonumenten en ander cultureel erfgoed. In de Erfgoedwet is onder andere geregeld hoe (archeologische) rijksmonumenten aangewezen kunnen worden als beschermd monument en hoe er omgegaan moet worden met archeologische vondsten. De Omgevingswet geeft voorschriften voor het wijzigen, verstoren, afbreken of verplaatsen van een beschermd monument. Deze voorschriften houden in dat er niets aan het monument mag worden veranderd zonder voorafgaande vergunning. Deze vergunning moet op voorhand worden aangevraagd bij het bevoegd gezag.
Omgevingsvisie gemeente Opsterland 2015-2030	De gemeente Opsterland zet met haar Omgevingsvisie in op behoud en, waar mogelijk, versterking van de bestaande natuurwetenschappelijke, cultuurhistorische en landschappelijke waarden. Het beekdal van het Koningsdiep vormt de basis voor de cultuurhistorische en landschappelijke ontwikkeling van de gemeente. De gemeente acht het van groot belang het Koningsdiep weer in zijn natuurlijke staat terug te brengen en tevens de oriëntatie van het omliggende landschap op de beek te herstellen. Voor verschillende deelgebieden zoekt de gemeente samen met de betrokken partijen naar een passende invulling om de belangen vanuit landbouw, natuur en landschap samen te brengen.

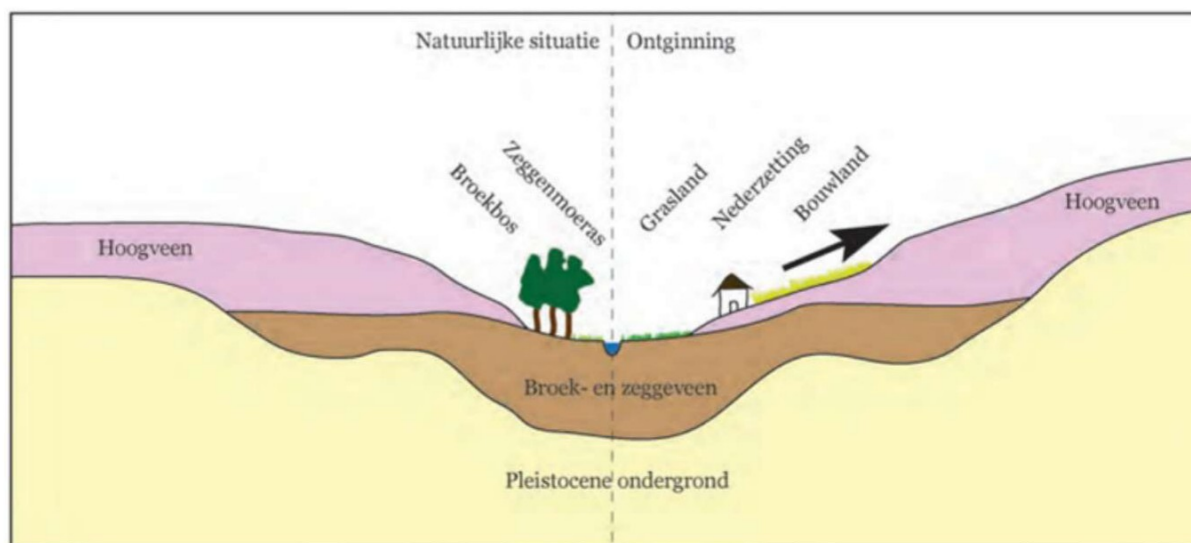
5.7.2 Huidige situatie en referentiesituatie

Voor de beschrijving van de huidige en referentiesituatie is eerst de ontstaansgeschiedenis van het gebied beschreven. Daarna is beschreven hoe deze uitgangssituatie doorwerkt in de archeologische, aardkundige, cultuurhistorische en landschappelijke waarde van het gebied. Er spelen geen autonome ontwikkelingen in het gebied die leiden tot verschillen in de huidige en referentiesituatie.

Ontstaansgeschiedenis

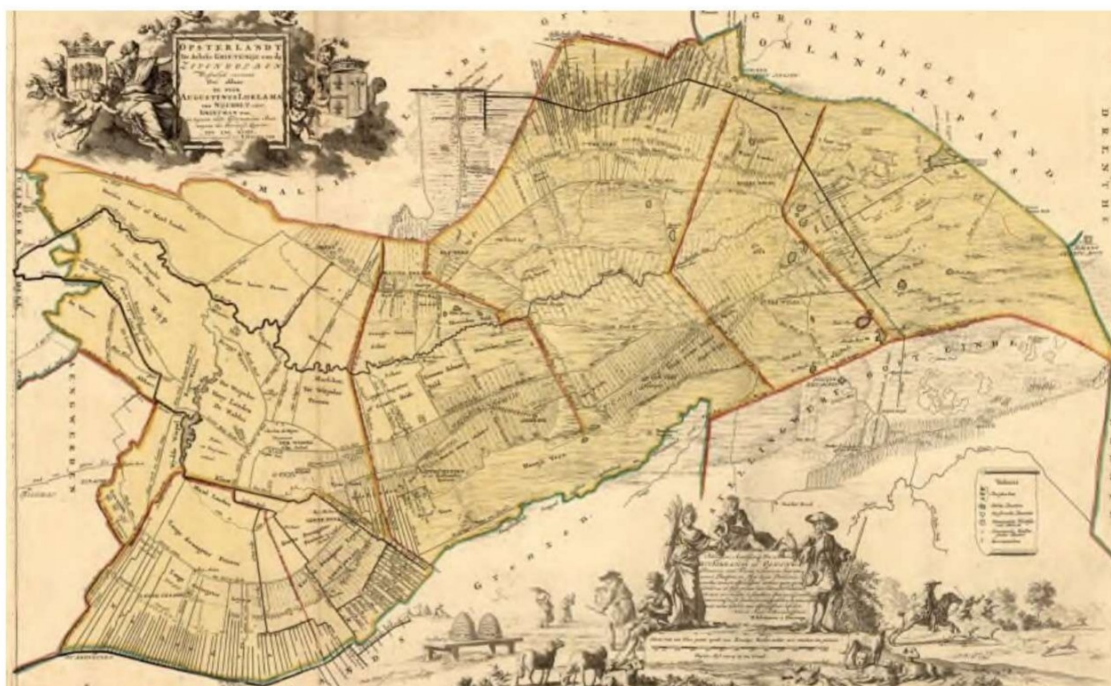
Tijdens het Saalien (de voorlaatste ijstijd) was het noordelijk deel van Nederland bedekt door landijs. In dit deel van Nederland werd een laag van fijne leem en stenen, keileem, in de ondergrond afgezet. Dit is in het gehele plangebied gebeurd. In de laatste fase van het Saalien en het begin van het Weichselien ontstonden er laagtes in noordoost naar zuidwest lopende richting. Dit zijn brede smeltwaterdalen. Eén van deze dalen is het beekdal van het Alldjip. Op sommige plekken is het keileem volledig geërodeerd door de afvoer van smeltwater. Er ontstonden diepe geulen. Ter hoogte van de lijn Hemrik-Beetsterzwaag was het dal van het Koningsdiep 15 meter diep. Later, in de laatste ijstijd, is door jonger sediment (vooral dekzand) het beekdal weer opgevuld, zodat de hoogteverschillen in het beekdallandschap zijn afgevlakt. Ongeveer 10.000 jaar geleden kwam het einde aan de laatste ijstijd. Door de stijging van de zeespiegel en de meestijgende grondwaterstanden werd het gebied natter. Op laaggelegen plekken kwam hierdoor veenontwikkeling op gang. Het veen breidde zich steeds verder uit. Het is niet zeker of alle dekzandruggen en -koppen in het gebied uiteindelijk begroeid zijn geweest met een laagveen. Waarschijnlijk zijn de dekzandruggen direct naast het beekdal vrij gebleven van veen door de goede afwateringsmogelijkheden.

Vanaf de volle middeleeuwen trokken mensen het gebied weer in. In de periode daarvoor was het gebied door vernatting (bijna) onbewoonbaar geworden. Vanuit o.a. het Koningsdiep werd het landschap ontgonnen. Dicht bij de oever werden boerderijen gevestigd. Nabij de boerderijen waren akkers, verderop lagen wei- en hooilanden en heidevelden. Door ontwatering daalde de bodem. Na enige tijd had deze bodemdaling zich zo ver doorgezet dat het te nat was om nog akkerbouw te bedrijven. Het land was alleen nog geschikt als wei- en hooiland. Dorpen verschoven zo steeds verder van de beek af. Uiteindelijk verschoven de dorpen naar de hogere dekzandruggen die tevoorschijn kwamen door veenoxidatie. De ontginningen leidden zo tot langgerekte dorpen met dicht bij de rivier natte heidevelden en natte hooilanden. Nabij de dorpen lagen akkers. In de hogere gebieden lagen droge heiden. De oorspronkelijke bebouwingsas kan nog vaak herkend worden in het landschap als Buitenweg, dicht bij de rivier. De boerderijen staan nu langs de binnenweg of bovenweg. De verplaatsing van de bebouwing is een geleidelijk proces geweest. Bebouwing verschoof geleidelijk van het ene naar het andere lint. De dorpenreeks Lippenhuizen – Hemrik -Wijnjeterp, Duurswoude – Bakkeveen is vanaf de rivier langzaam in zuidelijke richting verschoven. In de nabijheid van het Koningsdiep zijn bijv. nog oude kerkhoven te vinden die liggen op de plaatsen waar vroeger de kerk stond. Dit is het geval bij Bakkeveen, Lippenhuizen en Wijnjeterp.



Figuur 5-25: Op de afbeelding is een dwarsdoorsnede van het beekdal te zien. Aan de ene kant ziet men de natuurlijke situatie van het beekdal. De andere kant toont de veranderende landschappelijke situatie nadat een aanvang gemaakt is met de ontginning van het gebied (Bron: Worst en Zomer, 2011)

In de 16^{de} eeuw was er in het gebied ten zuiden van de dorpen Lippenhuizen, Hemrik, Wijnjewoude, en Bakkeveen nog een groot onaangetast hoogveengebied aanwezig. Om de dorpen en akkerbouw te weren tegen het afstromende water uit het hoogveengebied werden er leidijken aangelegd (figuur 5-24). Begin van de 17^{de} eeuw begon de commerciële vervening in Opsterland met de oprichting van drie veencompagnieën. In de in te richten percelen zelf zijn geen grootschalige verveningen geweest. De vele dwarsvaarten die ter hoogte van Ureterp, Lippenhuizen, Hemrik en Wijnjeterp hebben gelegen vallen net buiten het buitengebied. Alleen ter hoogte van Bakkeveen zijn relictten van voormalige verveningswijken te vinden. De verveningen bij Bakkeveen zijn in vergelijking met andere verveningen in de omgeving veel minder ingrijpend geweest. Alleen het dal van Koningsdiep is hier verveend. De vervening heeft voor het plangebied landschappelijk gezien weinig gevolgen gehad. Alleen ter hoogte van Bakkeveen zijn relictten van voormalige verveningswijken te vinden. Landschappelijk gezien heeft de vervening weinig gevolgen gehad. De opstreckende verkaveling vanaf het Koningsdiep was in de 18^{de} en 19^{de} eeuw nog steeds bepalend.



Figuur 5-26: Opsterlandt De Achtste Grietenije van de Zevenwolden. Weesentlyk vertoont (Schotanus, Bernhard, 1598-1652) (Bron: Old Maps)

Aan het eind van de 16^{de} eeuw kwamen verschillende bezittingen in de handen van de adel en de gegoede burgerij. Zo bouwden verschillende families in Beetsterzwaag in de loop van de 17^{de} en 18^{de} eeuw een herenhuis langs de doorgaande weg. Rondom deze huizen werden siertuinen met bos aangelegd. Vanaf het eind van de 19^{de} eeuw werd op onrendabel geworden gronden productiebos aangeplant o.a. rondom landgoed De Slotplaats in Bakkeveen. In deze gebieden is de historische verkaveling van de veenontginningen nog goed terug te zien.



Figuur 5-27: Topografische kaart van rond 1910 (Bron: Topotijdreis)

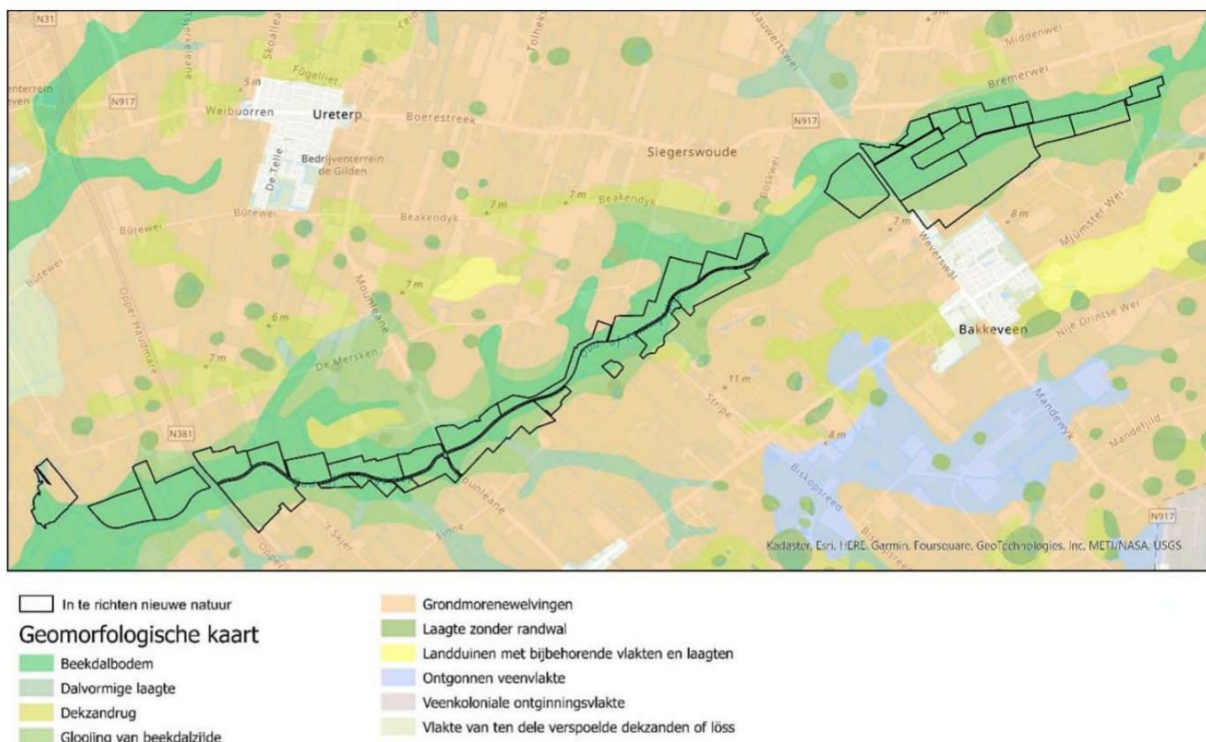
In 1830 werd bijna 50 procent van het gebied in de omgeving van het Koningsdiep gekwalificeerd als heidegrond. Het verdwijnen van het veen had namelijk tot gevolg dat de arme dekzandgronden aan het oppervlak kwamen te liggen. Deze waren met heide begroeid geraakt. De invoering van kunstmest aan het einde van de 19^{de} eeuw bracht de mogelijkheid met zich mee om de heidegronden in cultuur te brengen. Na de oorlog intensiverde het landbouwgebruik van het beekdal. Met de ruilverkaveling in de jaren '60 werd de ontwatering, ontsluiting en de kavelinrichting in het beekdal verbeterd. Belangrijke maatregelen waren de kanalisatie van het Koningsdiep, het verdiepen en verbreden van andere watergangen en het bezanden van de veengronden. Hoofdlijnen van het middeleeuwse landschap, zoals de opstreckende verkaveling, zijn gespaard gebleven. Andere elementen van het landschap, zoals de kleinschaligheid en het microreliëf, zijn verdwenen.

Aardkundige waarden

Zoals beschreven bij de ontstaansgeschiedenis, ligt de basis voor het landschap van het Koningsdiep in het Saalien. Onder het landijs werd lemig materiaal en stenen afgezet. Door de druk van het ijs vormde zo een keileem laag. In het gehele plangebied is door het landijs keileem afgezet. Tussen de keileemruggen lagen smeltwaterdalen. Deze dalen vormden tussen het Saalien en het Weichselien toen het ijs afsmolt. Op de plek van het Koningsdiep lag een metersdiep dal. In Friesland lopen deze dalen overwegend van noordoost naar zuidwest. In het Weichselien verbrede het beekdal zich. Daarnaast zette de wind zand af waardoor er zich dekzandruggen in het landschap vormden. Ook zijn er pingoruïnes in het landschap aanwezig. Pingo's ontstaan in permafrostgebieden. Het zijn heuvels bestaande uit bodemijs met daarop een laag opgedrukte grond. De grond die opgedrukt wordt tijdens de ijsvorming glijdt bij het smelten naar de zijkant. Daardoor blijft er een ringwal. Een pingoruïne bestaat uit zo'n ringwal en is opgevuld met water en organisch materiaal. Tijdens het holoceen vormden zich eerst bossen binnen het plangebied. Door de stijgende zeespiegel werd het natter in het plangebied waardoor veen ontwikkelde (Wiersma, 2013).

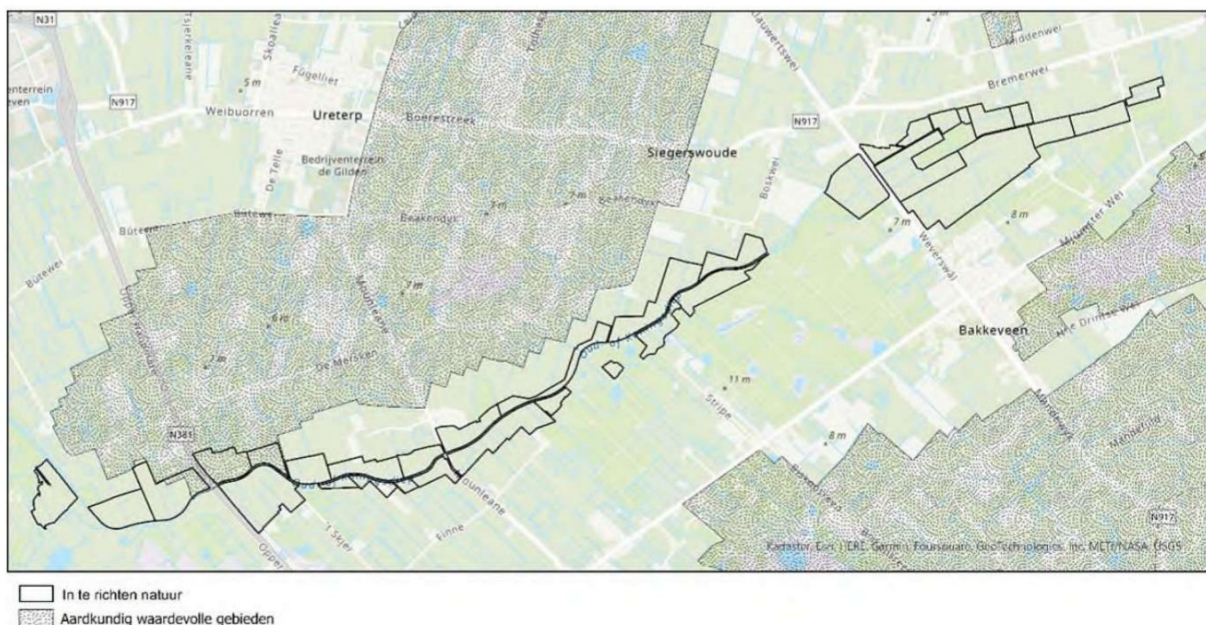
In het hedendaagse zijn sporen van de aardkundige waarden nog zichtbaar:

- De ligging van het beekdal is voor een groot deel sinds het Saalien niet meer veranderd;
- Het golvende reliëf door de schuivende ijsmassa is nog goed te zien;
- De pingoruïnes, dekzandruggen en dekzandkoppen zijn op veel plekken in het gebied goed te zien;
- Op veel plekken bevindt zich nog steeds een pakket veen in de ondergrond.



Figuur 5-28: Geomorfologische kaart met in te richten percelen natuur (Broloket)

In de in te richten percelen zijn enkele aardkundig waardevolle gebieden aangewezen. Het betreft een deel van het Koningsdiep, het Boornedal, waar het geheel van de rivier, het dal, het dekzand/grondmorene landschap met pingoruïnes geomorfologisch zeer waardevol is. Daarnaast is een zeer zeldzame afzetting voor Nederland van fluvioglaciale grindrijke zanden aanwezig. Ook zijn gebieden met dobben in de percelen als aardkundig waardevol aangewezen. Dobben kunnen pingoruïnes zijn of vlakten die ontstaan zijn door het uitblazen van dekzand. In de vlakten kan zich veen hebben gevormd dat soms weer is afgegraven.

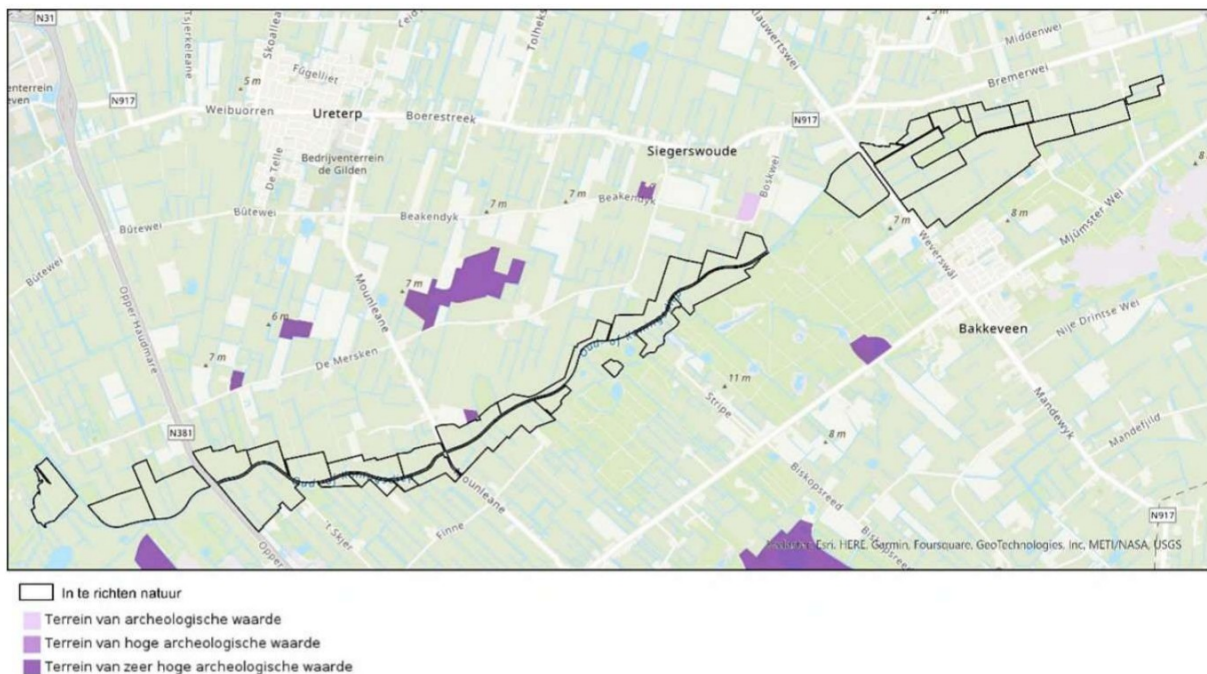


Figuur 5-29: Aardkundig waardevolle gebieden met in te richten percelen natuur (Provincie Fryslân)

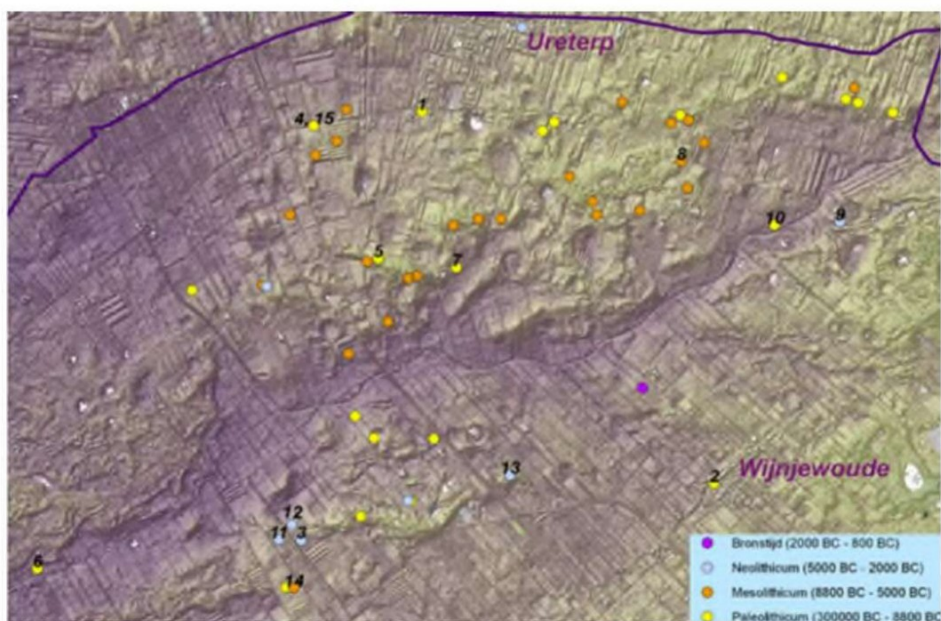
Archeologie

Archeologie betreft sporen in de ondergrond die vertellen over hoe oude beschavingen geleefd hebben. Door verschillende tijdsperiodes heen hebben mensen in en nabij het plangebied gewoond. In 1939 werd een vuistbijl uit het midden-paleolithicum gevonden. De vondst toonde aan dat voor de laatste ijstijd mensen in het gebied aanwezig waren. Uit het laat-paleolithicum zijn sporen gevonden van de Hamburgcultuur en de Tjongercultuur.

Vondsten in het gebied wijzen ernaar dat in het Mesolithicum jagers in het gebied aanwezig waren. Gereedschappen voor de jacht zijn voornamelijk op de flanken van het beekdal gevonden. In het Neolithicum begint het agrarisch landgebruik. Volkeren van de Swifterbantcultuur, de Trechterbekercultuur, en de Enkelgrafcultuur bedreven landbouw. Door een verdere vernatting en overgroeien met veen van het landschap werd het in de bronstijd niet meer mogelijk om in het gebied te wonen (Wiersma, 2013).



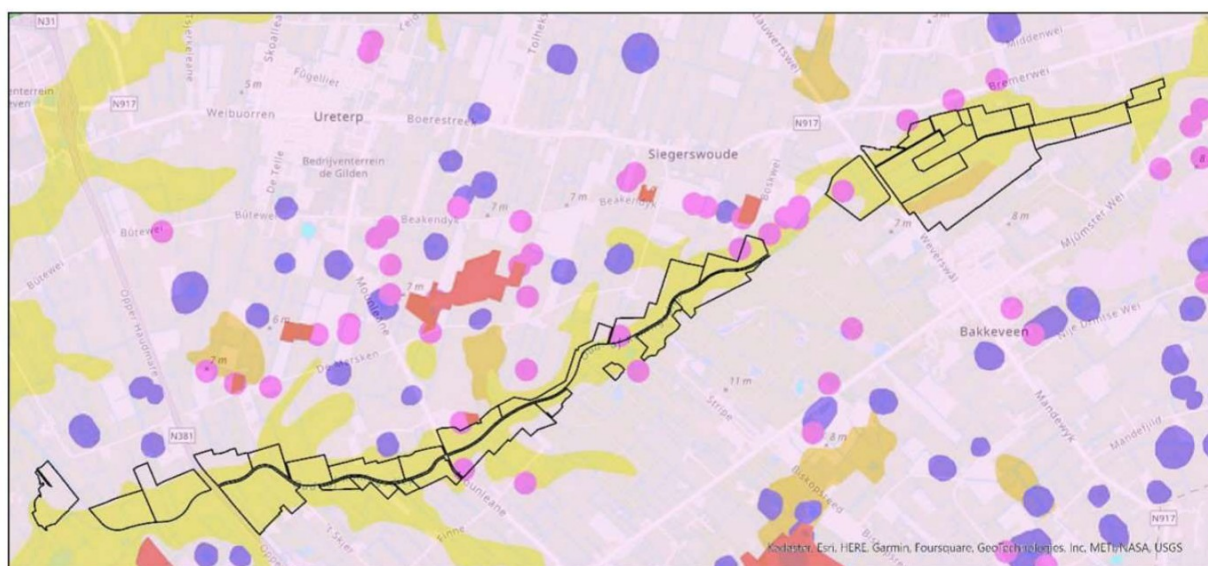
Figuur 5-30: Archeologische Monumentenkaart 2014 met in te richten percelen natuur (RCE)



Figuur 5-31: Overzicht archeologische vindplaatsen (Wiersma, 2013)



Figuur 5-32: Advies IJzertijd – Middeleeuwen (Provincie Friesland)



Figuur 5-33: Advies Steentijd-Bronstijd (Provincie Friesland)

Landschap

Het landschap van het Koningsdiep heeft, zoals uit de beschrijving van de ontstaansgeschiedenis naar voren kwam, verschillende gezichten gekend. Het landschap zoals dat gevormd is door de aardkundige processen is beschreven bij het aspect aardkundige waarden. Hier wordt ingegaan op aanvullende landschappelijke waarden van het beekdal.

Vanuit het Koningsdiep werd in de Middeleeuwen het veen ontgonnen. Boeren richtten een boerderij op dicht bij de rivier. Als het veen te ver oxideerde en het gebied te nat werd, werd een boerderij opgericht verder van het water. Zo verplaatste zich verbouwing vanaf het Koningsdiep af naar de huidige plaatsen toe. Op figuur 5-13 is de ontginning weergegeven. De historische lintbebouwing en de opstreckende verkavelingspatronen die zo ontstonden, vormen een belangrijke cultuurhistorische en landschappelijke waarde. De bûtewegen die het landschap eeuwenlang doorsneden werden gebruikt voor het hooien. In de latere middeleeuwen ontstond een verscheidenheid van landgebruik: heidegronden, weiden, hooilanden en bouwland langs de gradiënt van het beekdal. Om het bouwland te beschermen tegen het grazende vee werden houtwallen aangelegd. Met de aanleg van bossen op de niet rendabele gronden is een landschap ontstaan door de eeuwen waarin contrast aanwezig is tussen de geslotenheid van de dekzandgebieden (bossen, houtwallen en singels) en de openheid van het beekdallandschap van het Koningsdiep.

Met het rechtekken van het Koningsdiep in de jaren '60 is een deel van de originele beekloop verloren gegaan. Op het traject tussen de Poasen en het Hemrikkerhout volgt de beekloop nog grotendeels het traject van voor de ruilverkaveling.



figuur 5-34: Ontginningsrichtingen Koningsdiep (Wiersma, 2013)

Het huidige beekdallandschap van het Koningsdiep kent een duidelijke landschappelijke gelaagdheid. Deze gelaagdheid komt onder andere tot uiting in de geomorfologische opbouw van het dal en in de overgangen tussen open en gesloten landschapsdelen. Voor een nadere duiding van de karakteristieke zones waaruit het beekdal is opgebouwd wordt verwezen naar de effectbeschrijving in paragraaf 8.7.

Landschappelijke waarden die nog aanwezig zijn, zijn:

- De structuur van de Middeleeuwse strokenverkaveling haaks op de beek, al zijn er ook kleine percelen samengevoegd;
- Kerken uit de 13^{de} eeuw;
- De uit de late middeleeuwen stammende Binnen- en Buitenwegen zijn nog aanwezig;
- Contrast tussen open beekdal en besloten ruggen;
- Groen erfgoed, zoals heide, houtwallen en singels.

Conclusie

Samenvattend komen uit de landschapsbeschrijving en de beschrijving van de ontstaansgeschiedenis vijf criteria naar voren die meegenomen worden als kader voor de effectbeschrijving voor het aspect landschap. Dit zijn:

- **Mate van herkenbaarheid van het beekdal in bovenloop, middenloop en benedenloop:** In de beek zijn verschillende onderdelen te onderscheiden in het huidige landschap. In het beekstelsel van het koningsdiep is de bovenloop herkenbaar in twee deelgebieden. Tussen de komvormige laagte en de Beakendyk ligt een hogere zandrug. Ten westen van de Beakendyk bevindt zich ook nog een beektraject dat gekarakteriseerd kan worden als bovenloop. De middenloop kenmerkt zich door een breder beekdal met minder steile flanken. In het beekdal van het Koningsdiep is geen scherpe of eenduidige grens aan te wijzen. Ter hoogte van de Mounleane kan in grote lijnen de overgang van bovenloop naar middenloop worden gepositioneerd. De middenloop van het Koningsdiep strekt zich westwaarts uit tot aan grofweg de Sweachsterwei.. Van Mounleane tot Poasen is sprake van een open, agrarisch landschap en vanaf

Poasen heeft het landschap een meer natuurlijke uitstraling. De benedenloop kenmerkt zich door een breed dal.

- **De mate van een consistente beekloop die de herkenbaarheid als samenhangende beek recht doet:** Het Koningsdiep kent een bepaald profiel in de huidige situatie. Bij herinrichting van de beek is het belangrijk dat er een logisch beekverloop ontstaat. Samenhang tussen de verschillende onderdelen van de beek zorgt voor een herkenbaar beekdallandschap.
- **De herkenbaarheid van zowel de 'historische beek' als de 'gekanaliseerde beek' als beekvormen in het landschap:** In de jaren '60 is het Koningsdiep rechtgetrokken. Hierdoor is het oorspronkelijke beekstelsel verdwenen. Dit criterium is bedoeld om de keuzes die hierover worden genomen binnen de alternatieven te beoordelen.
- **De mate van herkenbaarheid van de lineaire verkavelingsstructuur haaks op de beek:** Een aanwezige landschappelijke waarde is de structuur van de Middeleeuwse strokenverkaveling. Dit criterium weegt daarom de impact van de alternatieven op deze landschappelijke waarde.
- **De mate van openheid in het beekdal als contrast met de besloten wereld van de hogere zandruggen en de visuele relatie tussen beide:** het landschap kent een contrast tussen open- en geslotenheid met bossen op de dekzandgebieden en het open landschap van het Koningsdiep. Dit criterium beschrijft de impact van de alternatieven op deze landschappelijke waarde.
- **De mate waarin de verschillende stadia van "beektransformatie" met bijbehorende kunstwerken herkenbaar blijven:** De beek is de afgelopen eeuw behoorlijk gewijzigd met daarbij de bijbehorende cultuurhistorische kunstwerken. Zij vertellen iets over de geschiedenis van de beek en het ingrijpen van de mens.

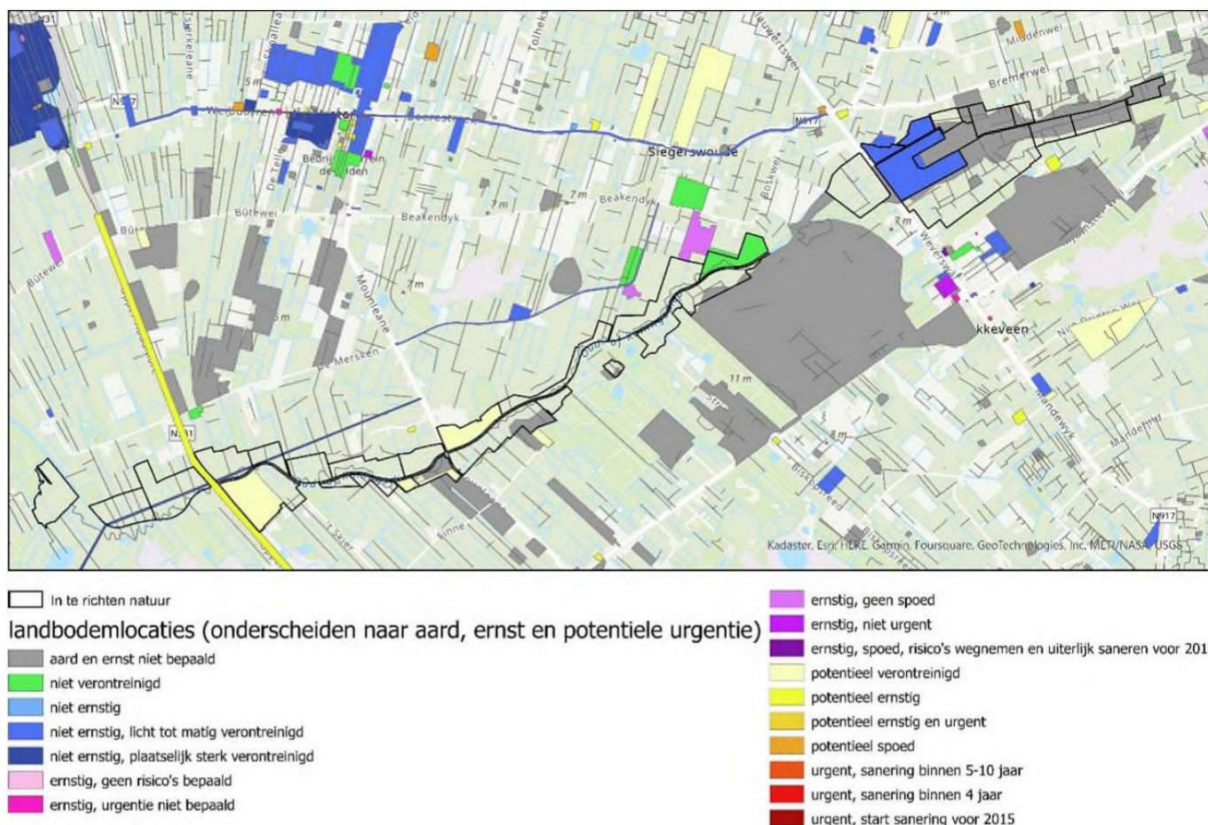
5.8 Bodem

5.8.1 Relevant beleid

Bodem en water zijn nauw met elkaar verbonden. Het relevante beleid voor bodem staat beschreven in paragraaf 5.1 Waterhuishouding.

5.8.2 Huidige situatie en referentiesituatie

Volgens de Bodematlas van de provincie Friesland (figuur 5-15) zijn in de nabijheid van de in te richten percelen verschillende plekken gelegen waar de aard en ernst van de vervuiling niet is bepaald. Nabij het Koningsdiep liggen daarnaast verschillende percelen die potentieel verontreinigd zijn. Nabij de N381 is de bodem potentieel ernstig verontreinigd. Van enkele percelen is bekend dat de bodem niet verontreinigd is.



Figuur 5-35: Lokale chemische bodemkwaliteit: inventarisatie voormalige bedrijfsactiviteiten (Provincie Friesland)

De bodemvruchtbaarheid van de in te richten percelen varieert lokaal sterk. Over het algemeen is de toplaag beperkt tot matig verrijkt met fosfaat. De fosfaatconcentraties nemen af met diepte. Ook de concentratie stikstof is belangrijk voor de ontwikkeling van natuurwaarden. De bodem in het beekdal van het Koningsdiep is overwegend niet tot matig verrijkt met nitraat. Op de plekken waar hoge stikstofconcentraties aanwezig zijn, komt dit door bemesting in recente jaren en/of de mineralisatie van organische stof (veen) (B-WARE, 2021).

6. Maximale potentie voor het beekdal Koningsdiep

6.1 Aanleiding en aanpak

Het doel voor het beekdal van het Koningsdiep is herstel van het grond- en oppervlaktewatersysteem. Dit heeft gevolgen voor zowel de natuur (biotiek) als de fysieke leefomgeving (abiotiek). Daarbinnen bestaan er drie kernopgaven:

- Het realiseren van het Natuurnetwerk Nederland (NNN);
- Het verbeteren van de ecologische waterkwaliteit volgens de KRW; en
- Het klimaatrobuust maken van het beekdal in lijn met WB21.

De Commissie voor de milieueffectrapportage heeft geadviseerd om ook te onderzoeken wat de potenties zijn van het beeksysteem, zonder rekening te houden met andere functies, zoals landbouw en recreatie (Commissie mer, 2021). Zo wordt duidelijk wat maximaal mogelijk voor de gestelde doelen en opgaven. Dit is uitgewerkt in de Verkenning maximale potentie Koningsdiep (Maximale potentie, Antea Group, 2023), die als bijlage bij dit MER is gevoegd.

De maximale potentie is niet als feitelijke informatie te presenteren, omdat dit per doel verschilt en afhankelijk is van hoe ver ingrepen reiken. Het bepalen van de maximale potentie voor natuur is bijvoorbeeld complex, omdat keuzes moeten worden gemaakt over welke natuurtypen het beste aansluiten bij die potentie. Ook is de term vatbaar voor verschil van interpretatie: gaat het om de maximale potentie van het beekdal of de maximale potentie door het treffen van maatregelen? Het is ook noodzakelijk om enige realiteitszin te behouden ten aanzien van de omgeving – een complete theoretische herinrichting van het stroomgebied reikt te ver en levert dan ook weinig bruikbare inzichten op voor de planvorming.

In de bijlage Maximale potentie Koningsdiep is onderzocht hoe de inrichting van het beekdal kan bijdragen aan de drie genoemde opgaven (NNN, KRW, WB21). De informatie uit deze verkenning wordt in deze paragraaf samengevat en vormt daarmee een basis voor het ontwikkelen van alternatieven binnen de gestelde randvoorwaarden.

Schetssessies en systeemanalyse

Om te onderzoeken wat er mogelijk is in het stroomgebied zijn drie schetssessies georganiseerd met deskundigen van de betrokken partijen (provincie Friesland, Wetterskip Fryslân, Staatsbosbeheer, Natuurmonumenten en It Fryske Gea). Tijdens deze sessies is per hoofddoel – Natuurontwikkeling (NNN), waterkwaliteit (KRW), en klimaatbestendigheid (WB21) – bekeken welke maatregelen ingezet kunnen worden om maximaal invulling te geven aan de potenties. Daarbij is niet alleen gekeken naar het plangebied, maar naar het hele stroomgebied van de boven- en middenloop van het Alddijp. Dit is ook zo geadviseerd door de Commissie mer.

De schetssessies hebben geresulteerd in twee inzichtscenarië's. Met een hydrologisch onderzoek is gekeken naar de mogelijke effecten van deze plannen. Zo is een goed beeld ontstaan van de bijdrage van de voorgestelde maatregelen aan herstel van het grond- en oppervlaktewatersysteem. Daarnaast is met een systeemanalyse onderzocht wat de maximale potentie van het beekdal is rekening houdend met de (aanpasbaarheid van) kenmerkende eigenschappen van het gebied, zoals de bodemvruchtbaarheid en het reliëf.

6.2 Schetssessies

In schetssessies zijn maatregelen en opgaven verzameld om de potentie van het beekdal te vatten. Vanuit de drie opgaven zijn maatregelen ontwikkeld en afgewogen en is gezocht naar de manier waarop deze maatregelen gecombineerd zouden kunnen worden.

6.2.1 NNN

Uit de schetssessie NNN is naar voren gekomen dat de waterhuishouding de belangrijkste factor is voor herstel van de gewenste natuur langs het Alddijp en in het brongebied van het Alddijp. Hierdoor ontstaan gradiënten in

vochttoestand, zuurgraad en voedselrijkdom. Zo ontstaat ruimtelijke variatie in de vegetatie (zie ook de probleemomschrijving in paragraaf 3.2).

Maatregelen en oplossingsrichtingen binnen het stroomgebied (NNN)

Met het herstel van de waterhuishouding kan een belangrijke bijdrage worden geleverd aan het herstel van de gewenste natuur langs het beekdal. Waar het zure regenwater infiltreert wordt het substraat van nature door verwerking en uitspoeling arm aan kalk en mineralen. Daardoor overheersen op de hogere (zand)gronden voedselarme en zure omstandigheden. In de lagere gelegen beekdalen treedt grondwater uit (kwel). Dit leidt door de aanvoer van mineralen via het grondwater voor een zekere mate van zuurbuffering. Hier overheersen zwak zure tot neutrale, matig voedselarme omstandigheden. Langs de midden- en benedenlopen van het beekdal neemt de invloed van oppervlaktewater toe en kunnen, ten gevolge van overstroming en de afzetting van slib, neutrale tot basische en voedselrijke omstandigheden ontstaan.

Om het hydrologische functioneren van het beekdal te herstellen zijn de volgende maatregelen tijdens de schetssessie aangedragen:

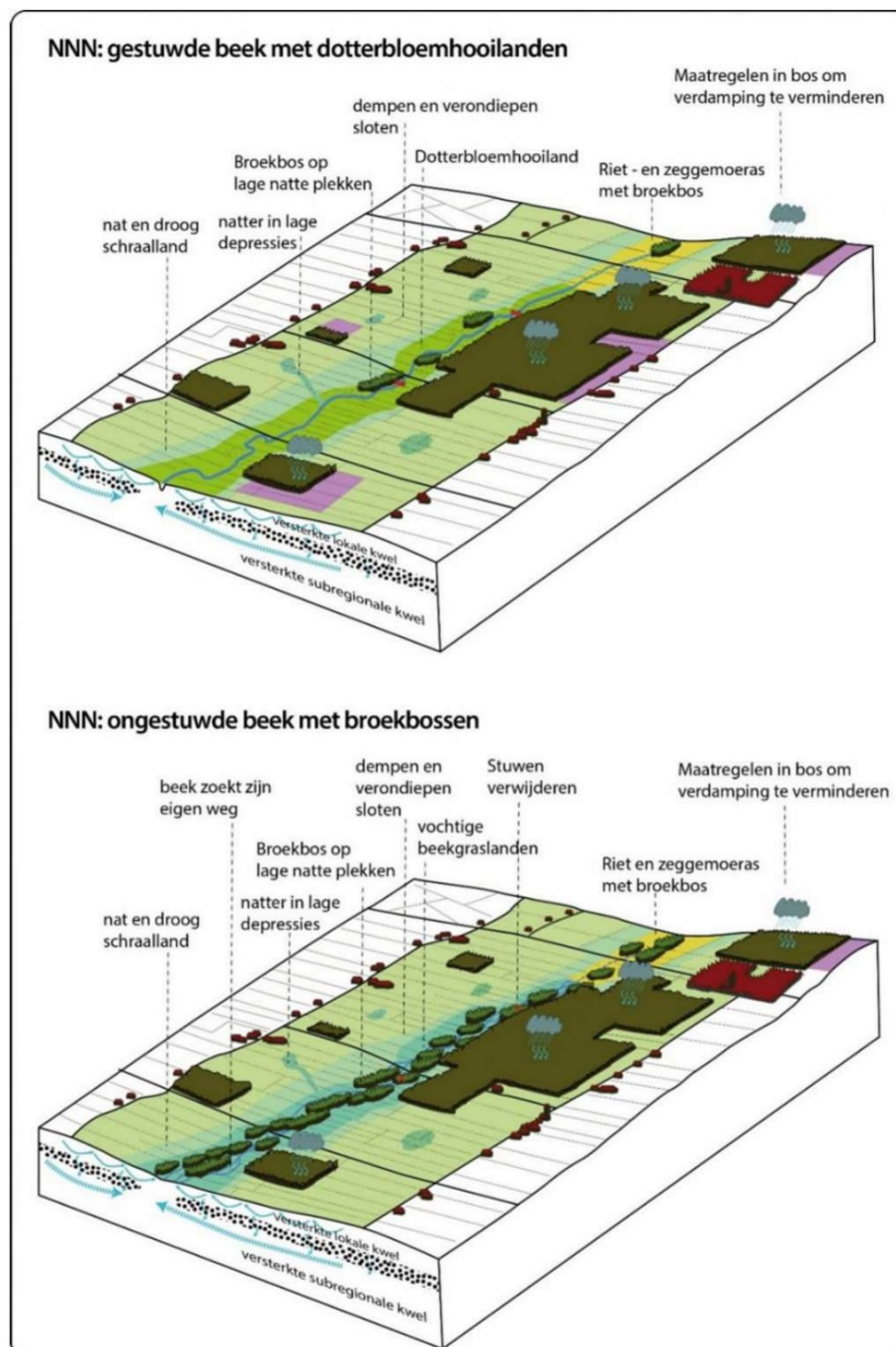
- Het versterken van de grondwaterstroming vanaf de flank van het beekdal naar het Alddjip door het dempen (of verondiepen) van greppels en watergangen en het verwijderen van naaldbossen;
- Het beperken van het afvangen van kwelwater door het Alddjip door:
 - Het verhogen van het waterpeil, of;
 - Het verkleinen van het profiel van het Alddjip.

Het verhogen van het waterpeil kan eenvoudig in het huidige gestuurde beekstelsel worden gerealiseerd. Tegenhanger van de gestuurde beek is de ongestuurde beek. In het ongestuurde stelsel krijgt de beek een profiel dat past bij de natuurlijke afvoer van het Alddjip. Dit profiel is smaller en minder diep dan in het huidige gestuurde stelsel. Door de hoge ligging van de beekbodem ten opzichte van het maaiveld treedt ook een hoger waterpeil op. Er is geen sprake meer van een gereguleerd watersysteem. Waterpeilen kunnen dus niet meer eenduidig worden aangepast, bijvoorbeeld voor het jaarlijks hooien van dotterbloemhooilanden. De verwachting is dat in een brede zone van het beekdal zeer natte omstandigheden ontstaan waardoor het beheer en onderhoud van gebieden niet of nauwelijks nog mogelijk is. In een dergelijk nat gebied treedt veenvorming op en ontwikkelen zich op den duur broekbossen (zie Figuur 6-1)



Figuur 6-1 Foto broekbos (Foto: Han Runhaar)

Het doelbereik (zie paragraaf 3.2) gaat uit van het herstel van de kenmerkende gradiënten zoals het vochtig hooiland en beekbegeleidende bossen langs de beek. Door de betrokken partijen is aangegeven dat ook een broekbos (in plaats van een dotterbloemhooiland) een waardevol natuurtype is om binnen deze gradiënt na te streven. Broekbos is de vervangingsgemeenschap van dotterbloemhooiland en ligt op een vergelijkbaar deel van de gradiënt. In Figuur 6-3 zijn de verschillen tussen de gestuurde en ongestuurde beek illustratief weergegeven.



Figuur 6-2 Oplossingsrichtingen voor NNN

Naast waterhuishoudkundige maatregelen zijn tijdens de schetssessies ook maatregelen besproken zoals het uitmijnen en verwijderen van toplagen van bemeste percelen en het herstellen van natuurlijke gradiënten op de flanken van het beekdal.

6.2.2 KRW

De kernopgave voor het Alldijp vanuit de KRW is het verbeteren van de ecologische waterkwaliteit. Het watersysteem natuurvriendelijker inrichten, zodat de leefomgeving voor waterplanten, vissen en andere waterdieren wordt verbeterd.

Hoewel onderzoek (Ecofide, 2015) heeft aangetoond dat een aantal sleutelfactoren niet voldoen om een langzaam stromende beek (type R5) te kunnen realiseren is tijdens de schetssessie wel aangegeven dat het realiseren van stroming op lokaal niveau ook winst oplevert. Dat is met name het geval voor macrofauna.

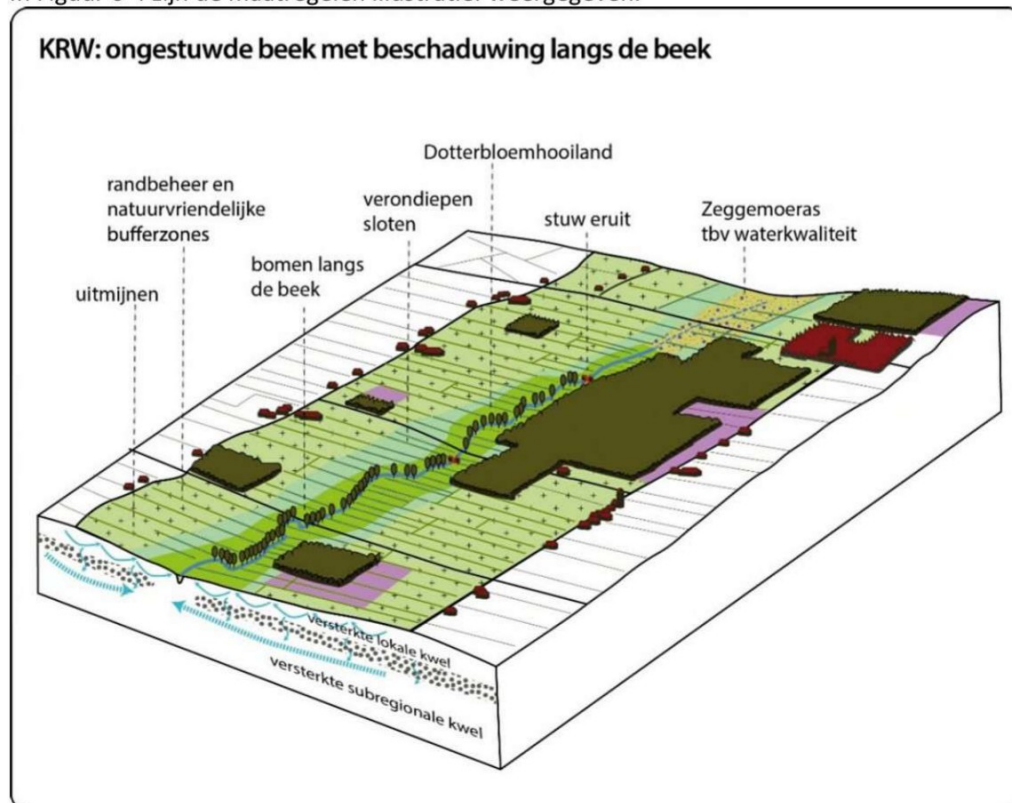
Naast het verbeteren van stroming is tijdens de schetssessie ook aandacht besteed aan het verbeteren van de waterkwaliteit. Er is onder andere te veel fosfaat in het water aanwezig. Tot slot is gesproken over het belang van het opheffen van barrières in het watersysteem. Bestaande stuwen zijn niet of nauwelijks passeerbaar voor bepaalde vissen en macrofauna.

Maatregelen en oplossingsrichtingen binnen het stroomgebied (KRW)

Om het ecologisch functioneren en de kwaliteit van het water te verbeteren zijn tijdens de schetssessie de volgende maatregelen aangedragen:

- Stroming/ barrières:
 - Uitgaan van een ongestuurd systeem. Hoewel het verwijderen van stuwen op zichzelf geen verbetering van stroming oplevert is tijdens de schetssessie wel aangegeven dat een ongestuurde beek, zonder barrières, altijd beter is dan een gestuurd systeem.
 - Greppels en sloten op de flanken dempen, tenzij dit permanent stromende watergangen zijn. Zo wordt er meer water vastgehouden op de flanken.
- Waterkwaliteit:
 - Randenbeheer op de flanken toepassen. Door langs relevante watergangen beplanting aan te brengen die fosfaat kan opnemen neemt de kwaliteit van het afstromend oppervlaktewater toe en de vervuiling van het Alddijp af.
 - Uitmijnen in de landbouwgebieden op de flanken van de beek. Door uitmijnen neemt het fosfaatgehalte in de bodem af en stroomt er minder fosfaat af richting het Alddijp.
 - Ontwikkeling van een riet- en zeggenmoeras in het brongebied/ de bovenloop van Alddijp. Dit is gunstig voor het verbeteren van de waterkwaliteit uit het brongebied.
 - Het Alddijp ligt momenteel grotendeels in een (half) open landschap. Er is weinig beschaduwing langs de beek. Door lichtinval kan de watertemperatuur en de groei van o.a. algen en waterplanten/helofyten toenemen. Door beschaduwing kunnen negatieve effecten worden voorkomen. Maatregel om beschaduwing langs de beek te verbeteren is het aanplanten van bomen. Hierbij is aandacht voor behoud van mogelijkheden voor onderhoud.

In Figuur 6-4 zijn de maatregelen illustratief weergegeven.



Figuur 6-3 Oplossingsrichting voor KRW

6.2.3 WB21

Voor WB21 liggen er twee grote opgaven:

- Verminderen van piekafvoeren tijdens extreme neerslaggebeurtenissen en (waar mogelijk) het verbeteren van de zoetwaterbeschikbaarheid tijdens droge perioden.
- Toepassen van de drietrapsraket vasthouden – bergen – afvoeren.

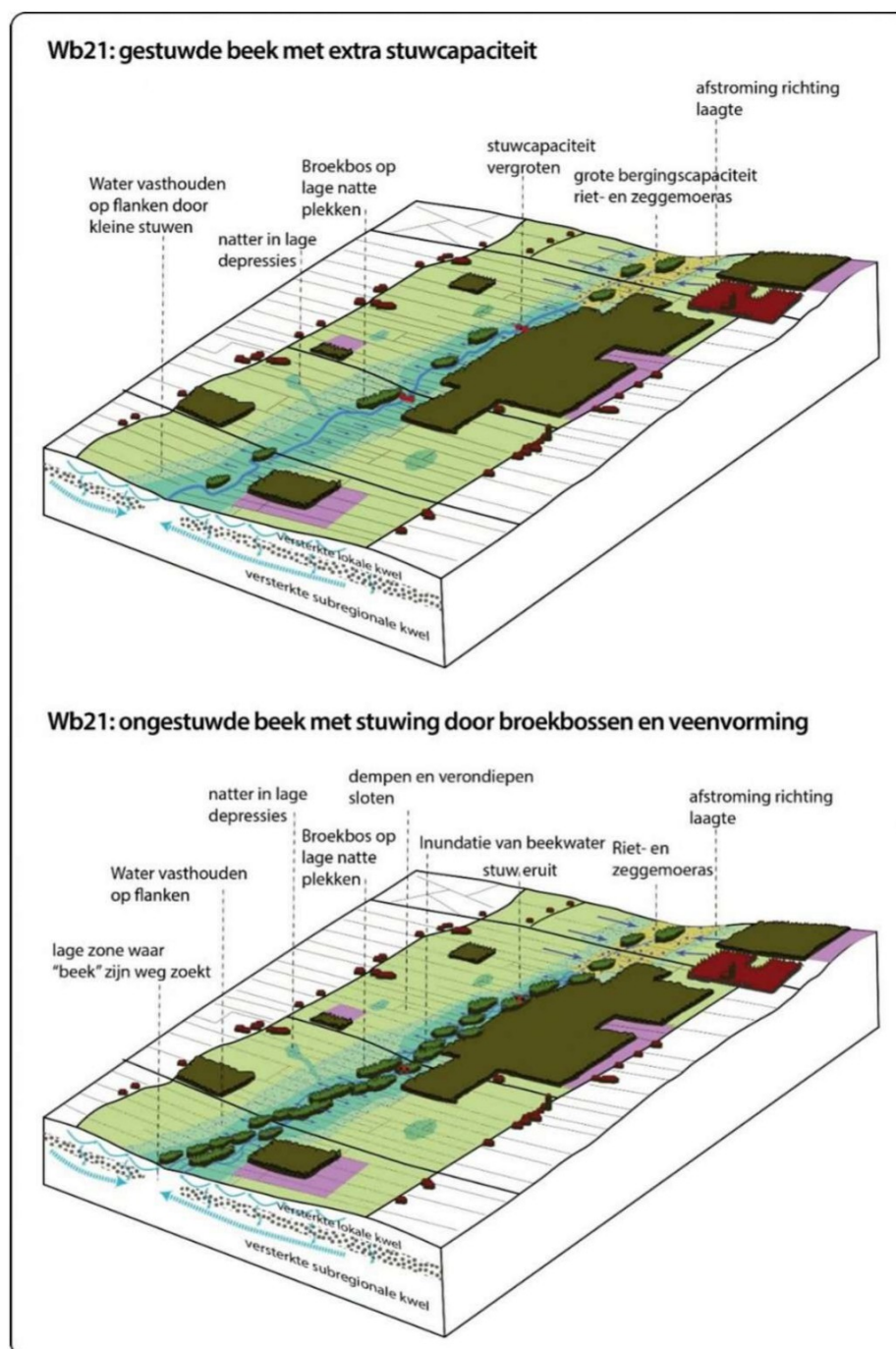
Maatregelen en oplossingsrichtingen binnen het stroomgebied (WB21)

Tijdens de schetssessie zijn de volgende maatregelen aangedragen (zie ook Figuur 6-6):

- Gestuurde beek: knijpconstructies op de flanken, naaldhout verwijderen en automatische stuwen in het beekdal.
- Ongestuurde beek: dempen/ verondiepen watergangen en greppels op de flanken en hooggelegen gebieden, naaldhout verwijderen en verkleinen profiel Alddijp

In de gestuurde beek zorgen de stuwen voor het beperken van hoge piekafvoeren. Door de stuwen te sluiten wordt water gebufferd om het vervolgens gecontroleerd af te voeren richting de boezem. Daarnaast wordt er ruimte geboden in een zone rondom de beek voor inundatie ten tijde van hoge waterstanden.

In een ongestuurd systeem kan het Alddijp een eigen profiel in het beekdal maken. Om de noodzakelijke weerstand te krijgen, moet het beheer in het beekdal tot een minimum worden beperkt. Hierdoor krijgen struiken en bomen de kans om tot ontwikkeling te komen. Dit resulteert uiteindelijk tot de ontwikkeling van broekbossen. Door een breed profiel en overstromingszones rondom de beek wordt ruimte geboden aan water tijdens perioden met hoge waterstanden.



Figuur 6-4 Oplossingsrichtingen voor Wb21

6.2.4 Resultaat schetssessies

In de hiernavolgende tabel is het resultaat van de schetssessies samengevat. In de bijlage Verkenning maximale potentie Koningsdiep zijn alle aspecten verder toegelicht.

tabel 6-1: Overzicht uitkomsten schetssessies

	NNN		KRW		WB21	
	gestuurd	Ongestuurd	gestuurd	Ongestuurd	gestuurd	Ongestuurd
Verkleinen profiel Alldjip	Nee	Ja	Nee	Ja	Nee	Ja
Waterpeil verhogen	Ja	Nee			Ja	Nee

Dempen watergangen en greppels op de flanken	Ja	Ja			Ja	Ja
Naaldhout verwijderen	Ja	Ja			Ja	Ja
Gradiënten herstellen op de flanken	Ja	Ja	Ja	Ja		
Uitmijnen / toplaag verwijderen	Ja	Ja	Ja	Ja		
Randenbeheer			Ja	Ja		
Dotterbloemhooilanden langs Alddjip	Ja	Nee				
Broekbossen langs Alddjip	Nee	Ja				Ja
Gestuurde waterberging					Ja	Nee
Natuurlijke waterberging					Nee	Ja

Opvallend is dat het gestuurde en ongestuurde watersysteem bij alle schetssessies als kansrijke oplossingsrichtingen zijn aangedragen. Hier zijn onderscheidende maatregelen naar voren gekomen zoals;

- Waterpeil verhogen vs verkleinen profiel Alddjip;
- Dotterbloemhooilanden langs het Alddjip vs broekbossen langs het Alddjip;
- Gestuurde waterberging vs natuurlijke waterberging.

Daarnaast zijn een aantal maatregelen benoemd die voor bepaalde doelen, ongeacht of het een gestuurd of ongestuurd systeem betreft, altijd gunstig zijn en voor andere doelen in ieder geval niet ongunstig zijn. Dit zijn zogenaamde no-regret maatregelen zoals;

- Dempen watergangen en greppels op de flanken t.b.v. water vasthouden;
- Naaldhout verwijderen t.b.v. beperken (interceptie)verdamping van neerslag en vergroten van grondwateraanvulling;
- Gradiënten herstellen op de flanken t.b.v. grotere variatie in biotische omstandigheden;
- Uitmijnen/ toplaag verwijderen t.b.v. verminderen belasting met nutriënten (fosfor en stikstof);
- Randenbeheer t.b.v. grotere biodiversiteit.

Op basis van deze uitkomsten zijn er twee onderscheidende inzichtscenario's uitgewerkt. Eén gebaseerd op een ongestuurd beekdalsysteem en één op een gestuurd systeem. In het hiernavolgende zijn de maatregelen per inzichtscenario weergegeven.

	Inzichtscenario: Gestuurd beekdal	Inzichtscenario: Ongestuurd beekdal
Verkleinen profiel Alddjip	Nee	Ja
Waterpeil verhogen	Ja	Ja
Dempen watergangen en greppels op de flanken	Ja	Ja
Naaldhout verwijderen	Ja	Ja
Gradiënten herstellen op de flanken	Ja	Ja
Uitmijnen / toplaag verwijderen	Ja	Ja
Randenbeheer	Ja	Ja
Dotterbloemhooilanden langs Alddjip	Ja	Nee

Broekbossen langs Alddjip	Nee	Ja
Gestuurde waterberging	Ja	Nee

6.3 Verkenning door middel van systeemanalyse

Voor de drie opgaven voor het Koningsdiep (NNN, KRW en WB21) ligt de oplossing in een vernatuurlijking van het beekdal. Door menselijke ingrepen in het landschap, zoals het rechte trekken van het Alddjip, is het landschap uniformer geworden. Hierdoor is zowel op het land als in het water de ecologische kwaliteit achteruitgegaan. Een vernatuurlijking van het landschap biedt ook kansen om het water lokaal vast te houden. Een natuurlijk beekdallandschap werkt als spons en voert het water langzamer af en is daarmee ook robuuster in het licht van klimaatverandering.

Verkenning NNN

Abiotische factoren vormen de basis voor natuurtypen. De volgende abiotische factoren zijn medebepalend in het beekdal van het Alddjip:

- **Bodemvruchtbaarheid:** Door agrarisch landgebruik is op verschillende plekken in het beekdal van het Koningsdiep sprake van een zeer hoge voedselrijkdom in de toplaag van de bodem.
- **Kwel:** Kwelwater heeft een eigen samenstelling door verblijf in de ondergrond. Door veranderende hydrologische situatie en nutriëntensamenstelling komt bepaalde flora tot ontwikkeling. Zo speelt de concentratie van ijzer in kwelwater een rol in het verminderd beschikbaar komen van fosfaat. Naast de samenstelling van de kwel is ook de grootte van de kwelstroom die optreedt van belang. Bij een grote aanvoer van kwelwater is er meer ijzer/ kalk beschikbaar dan bij een lagere kwelstroom. Al met al zijn dus zowel de intensiteit van de kwel als de samenstelling van de kwel van belang voor de mineralensamenstelling en voedselrijkdom van de bodem ter plekke.
- **Grondwaterstanden:** Diverse natuurdoeltypen hebben eigen randvoorwaarden voor de GHG en GLG.

Naast abiotische aspecten speelt ook **beheer** een belangrijke rol in (het voorkomen van) de ontwikkeling van bepaalde natuurtypen. Door beheermaatregelen kan een bepaald successiestadium in een gebied gehandhaafd worden.

Verkenning KRW

De Kaderrichtlijn Water is primair gericht op de waterkwaliteit in de beek zelf waarbij de macrofauna, waterplanten en vissen de belangrijkste doelen en indicatoren zijn. De doelen van de KRW hebben een nauwe relatie met het gehele beekdallandschap.

Een belangrijke keuze die de grondslag voor de KRW-doelen in het plangebied is het KRW-type. Het Alddjip heeft het KRW-type R5: Langzaam stromende middenloop/benedenloop op zand. Er is een watersysteemanalyse uitgevoerd (Ecofide, 2015). Uit deze analyse kwam naar voren dat er verschillende knelpunten bestaan waardoor het streefbeeld voor R5 niet haalbaar is. Mede door het geringe verhang en de dimensionering van de beek ligt de stroomsnelheid erg laag.

Om deze beperkingen van de doelen te adresseren stelt het rapport van Ecofide (2015) voor om te kijken naar het toen in ontwikkeling zijnde KRW-type moerasbeek. Het knelpunt voor het huidige KRW-type, namelijk de overwegend lage stroomsnelheid in het beekdal van het Koningsdiep, speelt binnen het KRW-type Moerasbeek niet. Moerasbeken komen voor op plaatsen met gering verhang, zoals uitgestoven laagten en ingesneden beekdalen. Onderstaande tabel toont een complete karakterisering van het KRW-type Moerasbeek en langzaam stromende middenloop/benedenloop op zand. Op het vlak van de breedte van de loop, het oppervlak van het stroomgebied en de geologie lopen de kenmerken wel gelijk op met het KRW-type Langzaam stromende middenloop op zand. In tabel 6-2 worden parameters voor zowel de moerasbeek als de langzaam stromende middenloop/benedenloop op zand weergegeven.

Tabel 6-2: Parameters R20 en R5 (Bron: Stowa, 2018)

Parameter	R20: Moerasbeek	R5: langzaam stromende middenloop/ benedenloop op zand
Verhang	Minder dan 0,5 m/km	Minder dan 1,0 m/km
Stroomsnelheid	Tussen 0 en 20 cm/s	Minder dan 50 cm/s

Geologie >50%	Kiezel	Kiezel
Breedte loop	3-8 m	3-8 m
Oppervlak stroomgebied	10 – 100 km ²	10 – 100 km ²
Permanentie	Permanent watervoerende beekloop en beekmoeras. Droogval in overstromingszone bij lage afvoer.	n.v.t.

Verschillende maatregelen kunnen bijdragen aan de ecologische kwaliteit van het Alddijp. Daarmee vormen deze maatregelen verdere bouwstenen voor het behalen van de maximale potentie. Hierbij kan gedacht worden aan zandsuppletie, baggeren, beschaduwten, ruigtes, dood hout, grindbedden en stoorstenen (Bart Reeze Water en Ecologie, 2023).

In het verleden zijn beken ‘genormaliseerd’. Dit is ook met het Alddijp gebeurd. Op hydromorfologisch vlak hebben deze aanpassingen geleid tot een vergroting van de afvoer capaciteit en een vermindering van de kans op wateroverlast. De KRW vormt een drijfveer voor beekherstel. Morfologische aanpassingen aan het beekprofiel dragen bij aan de hydromorfologische, fysisch-chemische en biologische toestand van beken. Doordat er verschillen ontstaan in de afvoersnelheid tussen de binnenkant en buitenranden van de beek neemt de ecologische potentie van de beek toe. Er ontstaan subhabitats van meer en minder stromingsminnende soorten. Dit betekent dat de soortensamenstelling (voor waterflora, macrofauna en vissen) diversifieert. De gecreëerde ecologische waarde is groter dan met alleen natuurvriendelijke oevers.

Tabel 6-3: Karakteristieken KRW-waterlichamen (in lichtblauw aspecten welke meandering beïnvloedt)

Biologisch	Hydromorfologisch	Algemeen fysisch-chemisch
Samenstelling en abundantie waterflora	Afvoerregime	Temperatuur
Samenstelling en abundantie macrofauna	Riviercontinuïteit	Zuurstofhuishouding
Samenstelling, abundantie, en leeftijdsopbouw vis	Morfologie	Zoutgehalte, verzuringstoestand, nutriënten.

Verkenning WB21

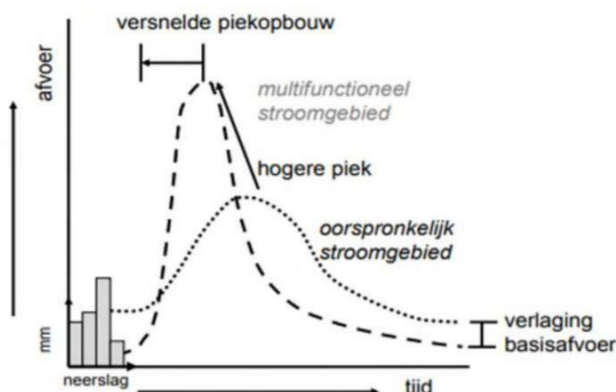
Oorspronkelijke beeksystemen hadden minder hevige afvoerdynamiek dan de systemen die we nu kennen. Het spreken over systemen heeft een reden, omdat de verschillende onderdelen van een beekdallandschap sterk in onderlinge relatie met elkaar staan. Vanuit de brongebieden stroomde traag water naar lageregelegen delen via middenlopen en andere riviertjes. Het gebied in zijn totaliteit werkt als spons door drie verschillende redenen:

- Infiltratie in de ondergrond;
- Vertraging van de oppervlakkige afstroom door aanwezige begroeiing;
- Berging in het oppervlak in natuurlijk lageregelegen delen.

De natuurgebieden in Fryslân binnen beekdalen hebben geen norm voor de frequentie van de inundatie, zoals andere functies die wel hebben. Zo mag de kans dat grasland inundeert één keer per 10 jaar zijn (T10-situatie). Voor akkerland en stedelijk gebied geldt, respectievelijk, T25 en T100. Dit betekent dat plekken in de beekdalen ook een belangrijke waterbergende functie kunnen hebben om overlast voor andere functies te voorkomen. De rest van het beekdal kent wel een normering.

Door menselijke ingrepen is dit natuurlijke beekdallandschap in de afgelopen eeuwen sterk veranderd. Een handgreep aan maatregelen die zijn uitgevoerd waardoor het beekstelsel is veranderd: ingrepen om overstromingen tegen te gaan; impact op agrarische gebieden te voorkomen; rechttrekking van beken; toename van verhard oppervlak in het stroomgebied van de beken en wijzigingen in de afwateringsstructuur.

Door deze veranderingen is de afvoerdynamiek sterk veranderd. In een natuurlijk systeem zijn de piekafvoeren lager, terwijl de basisafvoer hoger ligt. In door de mens beïnvloede systemen bouwt de piekafvoer zich veel sterker op en ligt de basisafvoer lager. Dit is grafisch weergegeven in figuur 6-5. Met deze kenschets van het effect van de inrichting van een beekdal op de piekafvoer tekent zich een richting af waar vernatuurlijking van het beekdallandschap leidt tot robuuster beekdalsysteem. Dit robuustere beekdalsysteem is door de natuurlijkere piekafvoer ook waterveiliger.



figuur 6-5: Afvoer in een stroomgebied dat natuurlijk of multifunctioneel is ingericht (Bron: Verdonschot, Runhaar, Hendriks, en Verdonschot, 2017)⁴

De Commissie Waterbeheer voor de 21^{ste} eeuw stelt in haar adviesrapport in 2000 de drietrapsstrategie voor van 'vasthouden, bergen en afvoeren'. Deze aanpak is inmiddels gemeengoed geworden. Om de maximale potentie te beschrijven voor WB21 worden deze drie concepten gebruikt.

- Vasthouden** (infiltratie in de ondergrond)

Voor zowel het voorkomen van wateroverlast als het aanpakken van droogteproblemen is capaciteit in het gebied om water vast te houden belangrijk. De aard van maatregelen om deze twee problemen aan te pakken verschilt wel sterk. Voor het voorkomen van wateroverlast is vooral berging in de bodem van groot belang. Dit speelt niet alleen direct nabij de beek, maar ook in het gehele stroomgebied. Door infiltratie in stroomopwaarts gelegen gebieden wordt het water meer geleidelijk afgevoerd. Om watertekorten voor de natuur en landbouw te beperken, is een structurele vernatting van gebieden van groot belang. Dit kan door een verhoging van de grondwaterstand (o.a. door het dempen van aanwezige sloten en greppels) en door het creëren van oppervlakteberging op het maaiveld.
- Bergen** (Berging in het oppervlak in natuurlijk lageregelegen delen)

Voldoende bergingscapaciteit draagt zowel bij aan het voorkomen/beperken van wateroverlast als het voorkomen/beperken van het watertekort. Berging voor het voorkomen van wateroverlast vraagt om bergingscapaciteit die niet in gebruik is, zodat pieken meteen opgevangen kunnen worden. Daarentegen vraagt berging voor het verminderen van het watertekort juist dat de berging zoveel mogelijk gevuld is. Berging kan plaatsvinden op specifiek ingericht plekken voor waterberging langs de beek. Maar het waterbergend vermogen van een beek wordt ook verhoogd door takken, bomen of andere elementen die in een beek vallen. Daarnaast kan de gehele zone rondom de beek een belangrijke plek bieden voor berging van water. Idealiter bestaat de zone rondom de beek uit zowel bos, bosschages als open gebied.
- Afvoeren** (vertraging van de oppervlakkige afstroom door aanwezige begroeiing)

Door het aanbrengen van meanders⁵ in de beek vindt de afvoer van water meer geleidelijk plaats (figuur 6-5). Daarnaast heeft ook de vegetatie in waterlopen en kunstwerken een invloed op de afvoergolf. Belangrijk te vermelden is dat maatregelen, zoals het opzetten van het peil, samen moeten opgaan met andere maatregelen om de waterbergingscapaciteit te verbeteren. Anders kunnen negatieve effecten optreden, zoals een verhoging van de piekafvoer.

Maximale potentie in een bredere context

Beekdalen maken onderdeel uit van een stroomgebied. Het stroomgebied bepaalt in sterke mate wat er lokaal in een beekdal kan gebeuren. Om de maximale potentie in beeld te brengen is het daarom ook van belang om de bredere context mee te wegen. Voornamelijk omdat er veel autonome ontwikkelingen spelen die mogelijk een impact kunnen gaan hebben in het functioneren van het beekstelsel, zoals water en bodem sturend en nationaal en provinciaal beleid voor het landelijk gebied.

⁴ Verdonschot, P., Runhaar, H., Hendriks, D. en Verdonschot, R. (2017) Integraal natuurherstel in beekdalen <https://edepot.wur.nl/424998>

⁵ Vanwege het geringe verhang in het beekdal is er geen sprake van natuurlijke meandering. De term meander wordt in dit MER gebruikt om slingers in het verloop van de beek te duiden.

Intermezzo 3: Alternatievenonderzoek

Hoofdstuk 7, 8 en 9 in vogelvlucht

Op basis van informatie uit hydrologische modellen en over de maximale potentie van het beekdal zijn drie alternatieven bepaald: een gestuurd, hybride en ongestuurd systeem. Het compleet gestuurde systeem valt echter af als reëel alternatief. Uit de bestudering van de maximale potentie en het in beeld brengen van de huidige en referentie situatie blijkt dat dit systeem beperkt doelbereik heeft op het vlak van KRW, klimaatrobustheid en natuurwaarden. Het hybride alternatief en het ongestuurde alternatief zijn beschreven in paragraaf 7.3.

Vanwege de relevantie van de bredere omgeving voor de drie opgaven in het beekdal en de (beleids)dynamiek in het landelijk gebied is een pakket aan mogelijke maatregelen op de flanken ontwikkeld als scenario 'van flank tot flank'. De ontwikkeling van alternatieven en het scenario 'van flank tot flank' is beschreven in hoofdstuk 7.

In hoofdstuk 8 zijn de alternatieven op effecten beoordeeld ten opzichte van de referentiesituatie. Ook is een gevoeligheidsanalyse opgenomen waarin is beschreven welke gevolgen maatregelen op de flanken kunnen hebben voor de effecten van de inrichting van het beekdal. De beoordelingen zijn in een overzichtstabel opgenomen in paragraaf 8.9.

In hoofdstuk 9 zijn aan de hand van de inzichten uit hoofdstuk 8 voorlopige conclusies getrokken over de afweging van alternatieven, het doelbereik en het voldoen aan de randvoorwaarden, en de blik op de flanken. Met beide alternatieven is het behalen van het beoogde doelbereik mogelijk. Wel geldt dat het alternatief Ongestuurd een grotere bijdrage levert aan de verbetering van de waterkwaliteit. Daarentegen is het ontwikkelen van een klimaatrobuste beek in dit alternatief onzeker vanwege het risico op verdroging. In het alternatief Hybride kan deze opgave wel worden ingevuld. De alternatieven hebben geen onevenredige nadelige gevolgen voor gebruiksfuncties, met uitzondering van de landbouw. De landbouw heeft potentieel te maken met schade indien geen mitigerende maatregelen worden getroffen en dit effect is groter bij het alternatief Ongestuurd. Het ongestuurde systeem sluit beter aan bij het streven naar de maximale potentie van het beekdal. Hier speelt echter in belangrijke mate mee dat in de huidige situatie op de flanken te weinig water beschikbaar is om deze potentie te behalen.

Het scenario 'van flank tot flank' biedt voor beide alternatieven meer potentie voor een hoge natuurkwaliteit en doelbereik voor de opgave NNN. Met name het alternatief Ongestuurd scoort significant beter op de aspecten die tot de opgave van de gebiedsontwikkeling behoren en op de overkoepelende doelstelling van herstel van het natuurlijke grond- en oppervlaktewatersysteem. Ook voor alternatief Hybride geldt dat een hoger doelbereik wordt verwacht in het scenario van flank tot flank, maar de relatieve verschillen met de oorspronkelijke beoordeling zijn naar verwachting kleiner. De mate waarin de aanvullende positieve effecten optreden is logischerwijs afhankelijk van de mate waarin op de flanken maatregelen worden getroffen, en van de aard van die maatregelen.

7. Alternatieven

7.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de alternatieven die in dit MER worden onderzocht op milieueffecten. Het doel daarvan is goed inzicht te verkrijgen in de effecten van de verschillende keuzes die gemaakt kunnen worden over de inrichting van het beekdal. Naast een beeld van de milieueffecten wordt met het alternatievenonderzoek ook inzicht gegeven in de mate waarin invulling wordt gegeven aan de opgaven voor het beekdal. Vervolgens kan deze informatie worden gebruikt om afgewogen keuzes over de inrichting van het beekdal in het voorkeursalternatief (VKA) te laten landen. In de navolgende paragrafen wordt 1) het proces om te komen tot alternatieven beschreven; 2) kort weergegeven welke factoren de basis vormen voor de alternatieven; en 3) een beschrijving gegeven van de alternatieven en 4) van het scenario van flank tot flank.

7.2 Procesbeschrijving alternatieven

Aanloop naar de alternatieven

In de NRD is een voorlopig voorkeursalternatief opgenomen. Beoogd was om dit te beoordelen om vervolgens vanuit deze beoordeling de hoeken van het speelveld voor optimalisatie van het voorlopig voorkeursalternatief te verkennen. Het advies van de Commissie mer op de NRD stelde een andere opbouw van het proces voor. Dit voorstel is om eerst de 'maximaal haalbare' situatie te onderzoeken om zo te komen tot varianten die 'haalbaar binnen randvoorwaarden' zijn. Uit deze stappen volgt een voorkeursalternatief. Dit advies van de commissie is overgenomen in de aanpak van het MER. In Hoofdstuk 6 is de maximale potentie voor het beekdal in beeld gebracht. In dit hoofdstuk zijn alternatieven binnen randvoorwaarden uitgewerkt.

Bepalende factoren voor de alternatieven

Voor de totstandkoming van de alternatieven is gebruik gemaakt van de volgende input:

- Het advies van de Commissie mer op de NRD;
- Informatie uit de beschrijving van de huidige en referentiesituatie en de onderzoeken die daaraan ten grondslag liggen;
- De verkenning van de maximale potentie van het Koningsdiep voor de opgaves voor NNN, Wb21 en KRW (waaronder de schetssessies).

Op basis van beschikbare informatie over de maximale potentie en de hydrologische effecten van inzichtscenario's (een gestuurd en een ongestuurd scenario) zijn de bepalende factoren in beeld gebracht en daarmee de hoeken van het speelveld cq. de bandbreedte van alternatieven. De volgende bepalende factoren komen naar voren:

- **Gestuurd of ongestuurd systeem:** Dit aspect omvat het wel of niet sturen van het systeem. Sturen kan door knijpconstructies, het plaatsen van stuwen in de beek en het vernatuurlijken van de inrichting van het Koningsdiep. Dit heeft een doorwerking op veel facetten van het beekdal: grondwater, stromingspatronen, connectiviteit, natuurwaarden etc. In een ongestuurd systeem krijgt de beek meer ruimte om op natuurlijke wijze met de toe- en afvoer van water om te gaan. Waterberging kan op verschillende manieren ingevuld worden. Door een natuurlijke inrichting van de omgeving van de beek kan water beter vastgehouden worden in het omliggende gebied. Er is dan sprake van natuurlijke waterberging. Ook kunnen specifiek maatregelen getroffen worden om de waterberging te verbeteren. Zo kunnen stuwen zorgen voor gestuurde waterberging in de beek.
- **KRW- type:** Vanuit de KRW-doelen is de stroomsnelheid een bepalende parameter. Er kan gekozen worden voor een hoofdzakelijk zeer lage stroomsnelheid met lokaal hogere snelheden, of een iets hogere stroomsnelheid over het gehele traject. Dit heeft gevolgen voor het KRW-type dat het beste aansluit bij de beek: het huidige KRW-type R5 (langzaam stromende middenloop/ benedenloop op zand) of KRW-type R20 (moerasbeek).
- **Natuurbeheer:** Het beheer van de natuurgebieden in het beekdal is medebepalend voor het type natuur dat ontstaat. Hierin is er een bandbreedte tussen beheerd (hoofdzakelijk graslanden) of onbeheerd (waardoor meer (broek)bossen ontstaan). Omdat deze keuze mede de effecten op thema's als landschap en klimaatadaptatie bepaalt zijn verschillende opties meegenomen in de alternatieven.
- **Omgeving:** Landgebruik en, daarmee samenhangend, de waterhuishouding in de omgeving van het Koningsdiep en tot in het gehele stroomgebied aan toe is bepalend voor het functioneren van het beekdal en de wateraanvoer naar het beekdal.

Opbouw van de alternatieven

Het principe van een ongestuurd of gestuurd systeem vormt de basiskeuze waaraan de alternatieven worden opgehangen. De mate van sturing heeft namelijk directe doorwerking op de mogelijkheden voor veel verschillende andere bepalende factoren, zoals de waterhuishouding en het KRW-type. De mate van sturing leidt tot drie overkoepelende alternatieven:

- **Gestuurd systeem:** Het gehele systeem wordt compleet gestuurd door kunstwerken;
- **Hybride systeem:** Het systeem wordt gestuurd waar moet en niet gestuurd waar kan;
- **Ongestuurd systeem:** Het systeem wordt niet gestuurd door kunstwerken.

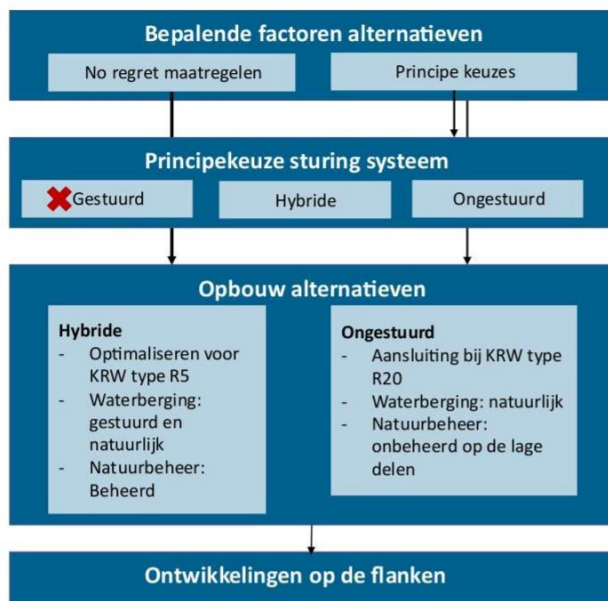
Het compleet gestuurde systeem valt echter af als reëel alternatief. Uit de bestudering van de maximale potentie en het in beeld brengen van de huidige en referentie situatie blijkt dat dit systeem beperkt doelbereik heeft op het vlak van KRW, klimaatrobuustheid en natuurwaarden. Binnen het **Hybride** alternatief en het Ongestuurde alternatief vinden de andere principekeuzes voor bepalende factoren hun plek. In de alternatieven zijn ook keuzes gemaakt over aansluiting bij een bepaald KRW-type en de aard van natuurbeheer, terwijl dit geen keuzes zijn die in het inrichtingsprogramma gemaakt worden. Andere (geohydrologische) omstandigheden na het treffen van inrichtingsmaatregelen kunnen aanleiding geven om beheer en beheerdoelen aan te passen. Beheer volgt daarbij inrichting en dit is aanleiding om in de alternatievenafweging de gevolgen van veranderend beheer ook een plek te geven.

Bij het **ongestuurde** systeem wordt waterberging op een natuurlijke manier gerealiseerd. Op de lage plekken waar beheer lastig is, wordt er geen beheer toegepast. Hierdoor ontwikkelt zich moeras of uiteindelijk broekbos. De stroomsnelheid is lager, passend bij het verhang van het gebied. Het functioneren van de beek sluit daarmee meer aan bij het KRW-type Moerasbeek (R20).

Binnen het **hybride** alternatief kan rondom stuwen lokaal de stroomsnelheid passend zijn voor het KRW-type R5. Aangezien er bij een stuw een relatief groot peilverschil is, kan een klein gedimensioneerde bypass (ook bruikbaar voor vismigratie) op deze punten een hogere stroomsnelheid opleveren. Hierbij moet er wel rekening mee worden gehouden dat een bypass een relatief grote afvoer van water heeft, en in droge zomers dus niet zal functioneren. Door de aanwezigheid van stuwen is ook gestuurde waterberging mogelijk. In de volgende paragrafen (7.4 en 7.5) worden deze alternatieven verder uitgewerkt.

De bouwstenen vormen de basis voor de conceptalternatieven. Voor sommige bepalende factoren kunnen maatregelen genomen worden die sowieso een positieve doorwerking hebben op het doelbereik. Zogeheten no-regret maatregelen krijgen binnen beide alternatieven een plek. Hierbij kan gedacht worden aan maatregelen, zoals uitmijnen of plaggen, die sowieso bijdragen aan verbetering van de natuurpotentie. Daarnaast kunnen de bepalende factoren variëren om zo de hoeken van het speelveld te laten zien. Vervolgens zijn de redelijkerwijs te beschouwen alternatieven vastgesteld in de ambtelijke werkgroep Koningsdiep en verder uitgewerkt ten behoeve van het effectenonderzoek.

Met het scenario 'van flank tot flank' wordt een breder perspectief op de omgeving genomen. In dit 'flank tot flank' scenario wordt gekeken naar op welke manier maatregelen in de omgeving bij zouden dragen aan het doelbereik in het plangebied. Deze maatregelen zijn geen onderdeel van het plan, maar geven een beeld van hoe ontwikkelingen in het landelijk gebied door kunnen werken op het beekdal (zie voor een verdere uitwerking paragraaf 7.6).



Figuur 7-1: Overzicht opbouw van alternatieven

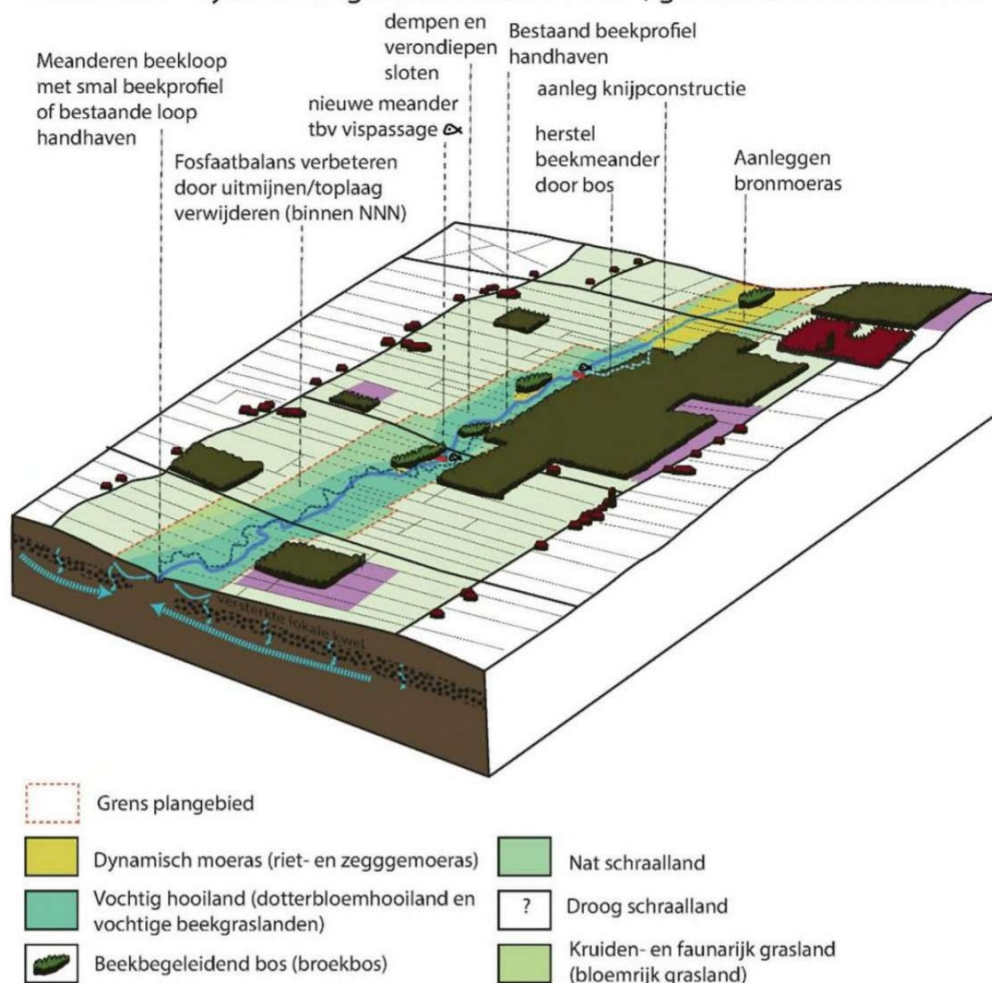
7.3 De alternatieven

Het alternatief **Hybride** voorziet in een systeem waarbij in een deel van het gebied stuwen worden behouden. Wel worden er aanpassingen gedaan aan de stuwen. Stuw Mounleane wordt verhoogd en vastgezet. Dit alternatief komt overeen met het voorlopig voorkeursalternatief, variant 1, zoals dat in de NRD is opgenomen. Uitgangspunt is 'ongestuurd waar het kan, gestuurd waar het moet'. In het bos wordt de beekmeander hersteld. Binnen de rest van het beekdal blijft de huidige beek behouden of wordt een meanderende beek aangelegd. Een brede zone rondom de beek kan inunderen in natte perioden.

De waterberging wordt (gedeeltelijk) gestuurd ingericht. Met de stuw kan doelbewust gekozen worden om water vast te houden. Een gestuurd systeem vormt ook een randvoorwaarde om voldoende stroomsnelheid in de beek te kunnen creëren op verschillende plekken. In het systeem kunnen lokaal door middel van peilverschillen hogere stroomsnelheden bereikt worden. Door het verondiepen van de beek en sloten die niet watervoerend zijn, wordt water meer in het omliggende gebied vastgehouden. Ook draagt verondiepen bij aan meer kansen voor waterplanten, minder vorming van bagger en een grotere stroomsnelheid.

Om ook ruimte te kunnen bieden aan vegetaties die een verminderde bodemvruchtbaarheid behoeven, wordt ingezet op het verbeteren van de fosfaatbalans, o.a. door uitmijnen of door het verwijderen van de toplaag. In alle nieuw in te richten natuurpercelen wordt uitgegaan van beheer waardoor vegetatietypen met lage begroeiing tot ontwikkeling komen. Op enkele locaties langs de beek wordt ruimte geboden aan moerasvegetatie en bos.

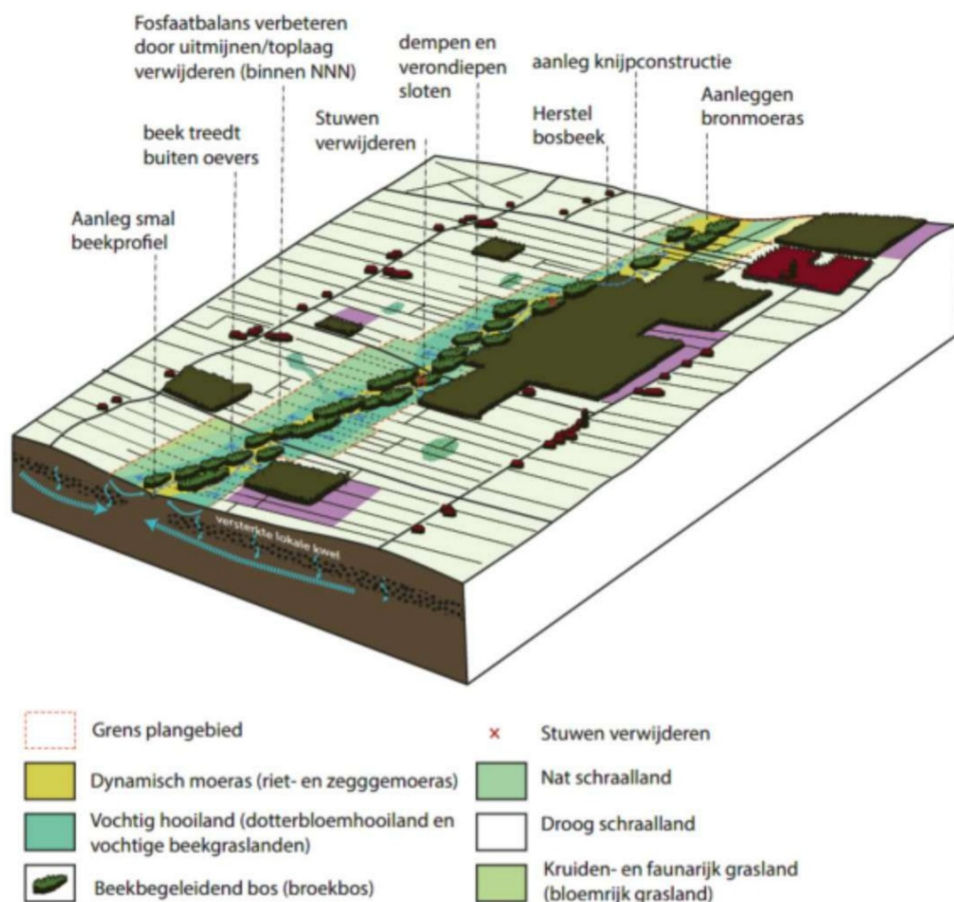
Alternatief - hybride: ongestuurd waar het kan, gestuurd waar het moet



Figuur 7-2 Hybride alternatief

Het tweede alternatief is **Ongestuurd**. In dit alternatief worden de stuwen uit de waterloop verwijderd. Langs de beek worden natuurlijke gradiënten hersteld. Het verondiepen en versmallen van de beek betekent dat de beek vaker buiten zijn oevers treedt. Hierbij is er onderscheid te maken tussen de zone rondom de beek die altijd direct in contact staat met het water en een overstromingszone die alleen in tijden van hoge afvoer inundeert. Op lage delen langs de beek kan het beheer worden losgelaten. Hierdoor kan zich in het gehele beekdal langs de beek broekbos vormen. Afhankelijk van hoe vaak hier water komt te staan, kan hier ook moerasvorming plaatsvinden. In het gebied buiten de beek is dan ook ruimte voor natuurlijke waterberging. In het bos wordt de oude meander hersteld. Door uitmijnen of het verwijderen van de toplaag binnen NNN-percelen wordt de bodemvruchtbaarheid in het plangebied verminderd. Daarnaast wordt ingezet op het meer vasthouden van water in het systeem door het dempen en verondiepen van sloten (Figuur 7.3).

Alternatief - ongestuurd en onbeheerd op laagste plekken



Figuur 7-3 Ongestuurd alternatief

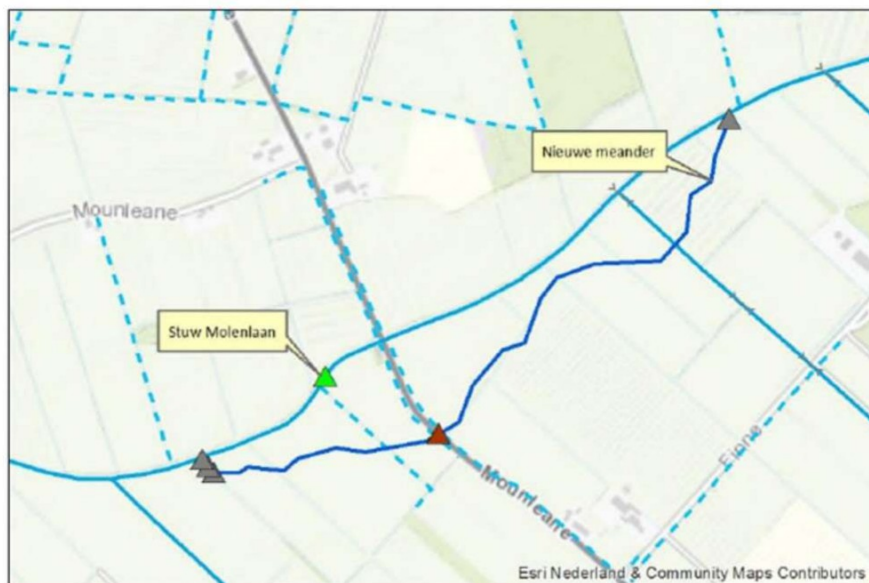
7.4 Uitwerking maatregelen t.b.v. onderzoek

Binnen de twee alternatieven worden verschillende maatregelen genomen. Om duidelijk inzicht te krijgen in de effecten van de maatregelen zijn deze voor het onderzoek verder uitgewerkt. De basiskeuze binnen de alternatieven vormt de keuze voor een hybride of een ongestuurd systeem (zie Figuur 7-1). De effecten van deze keuze worden in beeld gebracht met behulp van de inzichtscenario's uit het hydrologisch rapport (Hydrologisch onderzoek, Antea Group, 2023). In het hydrologisch rapport zijn twee inzichtscenario's doorgerekend, een gestuurd systeem en een ongestuurd systeem.

Het eerste inzichtscenario, een gestuurd systeem, vormt het uitgangspunt voor het hybride alternatief. De opgenomen en doorgerekende maatregelen binnen dit inzichtscenario zijn:

- De afvoer van het bergingsgebied loopt via de bosbeek in de richting van de stuw Beakendyk. De afmeting van de bosbeek is beperkt, de bodembreedte is 0,5 m en de bodem ligt 1 m onder het maaiveld. Aan het einde van de bosbeek zorgt een knijpconstructie ervoor dat de gewenste waterstanden worden gerealiseerd en dat de waterberging water vasthoudt.
- Het bestaande peilgebied van stuw Beakendyk krijgt een peilverhoging van NAP +1,95 m naar NAP +2,25 m. Opgemerkt wordt dat deze peilverhoging op basis van de berekende effecten waarschijnlijk niet plaats zal vinden.
- Benedenstreams, ter hoogte van de stuw Molenlaan (Mounleane), wordt een nieuwe meander gerealiseerd, zie Figuur 7.3. De meander krijgt een bodembreedte van 1,5 m. Bovenstreams is de bodemhoogte NAP +1,40 m en benedenstreams NAP +0,0 m.
- Realisering van meandering benedenstreams van eind van de nieuwe meander bij de Mounleane tot de aansluiting met de Poasen. De bodembreedte wordt hier 3,0 m.
- De vispassage bij de Poasen wordt uitgebreid met twee schotten.

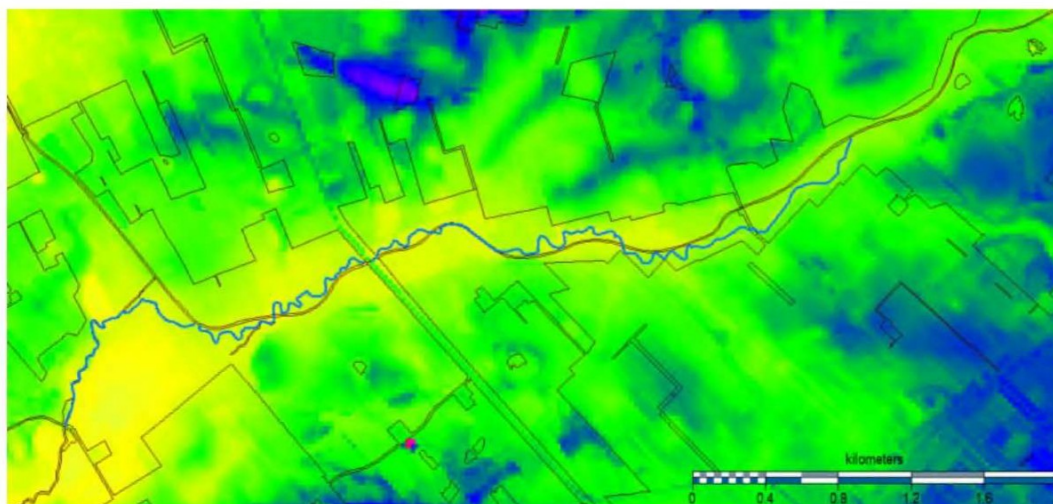
- Stuw Heidehuizen wordt verhoogd naar een streefpeil van NAP +0,80 m in plaats van 0,55 m. De stuw blijft geautomatiseerd.
- Ten behoeve van dit scenario wordt een deel van het maaiveld aangepast. Afhankelijk van de locatie zal het bestaande maaiveld worden afgegraven (ten behoeve van natuur) of opgehoogd (ten behoeve van aangrenzende landbouw buiten de NNN/inrichtingsgebied).



Figuur 7-4: Meander Mounleane (bron: Notitie modelaanpassingen SOBEK, 2018)

Het tweede inzichtscenario, een ongestuurd systeem, vormt het uitgangspunt voor de beoordeling van het alternatief Ongestuurd. De opgenomen en doorgerekende maatregelen binnen dit inzichtscenario zijn:

- In de middenloop tussen de Bakkefeanster Feart en de Poasen krijgt het Alddijp een nieuw profiel. De waterloop wordt smaller en ondieper gemaakt in combinatie met het aanleggen van inundatiezones.
 - De maximale verhoging van de bodem omvat ca. 0,9 meter. In het traject vanaf de Poasen tot stuw Heidehuizen werd in overleg met het waterschap overwogen, dat het laagste deel van het Alddijp overeenkomt met de kruin van de stuw;
 - De beek moet een dusdanig dwarsprofiel hebben dat de gemiddelde zomerafvoer afgevoerd kan worden. In de winter kan het water over het maaiveld stromen.
- Ter hoogte van de nu aanwezige stuw Mounleane wordt een nieuwe meander gerealiseerd. Deze komt overeen met de meander uit het gestuurde systeem, zie Figuur 7-3.
- Stroomafwaarts van Mounleane tot de Poasen wordt een sterk meanderende waterloop aangelegd die de huidige watergang vervangt;



Figuur 7-5: Meander stroomafwaarts van Mounleane bij inzichtsscenario 'Ongestuurd systeem'

Binnen beide inzichtscenario's worden in het brongebied dezelfde maatregelen getroffen. Het maatregelenpakket voor het brongebied is:

- Aan de beide zijden van de Bakkefeanster Feart wordt een bergingsgebied gecreëerd, waarbij de waterstand 's winters gemiddeld ca. NAP +2,75 m mag zijn en zomers mag uitzakken tot ca. NAP +2,25 m.
- De bergingsgebieden zijn verbonden via een onderleider onder de Bakkefeanster Feart van rond 800 mm. Deze onderleider wordt bij voorkeur ook faunapasseerbaar (voor onder water zwemmende organismen) gemaakt.
- Daarnaast zijn er diverse wijzigingen aan het watersysteem doorgevoerd zoals het dempen en graven van verschillende watergangen.

Naast de uitgangspunten voor het onderzoek van het hydrologisch systeem zijn er verschillende andere maatregelen die genomen worden binnen de alternatieven. Zo wordt er binnen alternatief **Ongestuurd** ruimte gegeven aan de ontwikkeling van broekbos op de laagste plekken langs de beek, terwijl in alternatief **Hybride** met beheer gestuurd wordt op de ontwikkeling van voornamelijk nat schraalland en nat hooiland. Ook de manier waarop waterberging wordt ingevuld verschilt tussen de alternatieven. Binnen het **hybride** alternatief kan de waterberging gestuurd worden door middel van kunstwerken. Binnen alternatief **Ongestuurd** wordt waterberging met natuurlijke elementen ingevuld, zoals inundatiegebieden. Daarnaast bestaan er verschillende no-regret maatregelen die binnen beide alternatieven een plek hebben gekregen. Voor het onderzoek vormen deze maatregelen het uitgangspunt:

- Het dempen van watergangen en greppels in het plangebied, tenzij er (permanent) stromend water aanwezig is;
- Het verwijderen van naaldhout om zo verdamping te verminderen. Naaldhout verdampt namelijk meer dan loofhout.
- Het herstellen van de biotische en abiotische gradiënten. Door meer interactie met de beek komen de natuurlijke gradiënten van het beeklandschap meer tot uiting.
- Uitmijnen of de toplaag verwijderen betekent dat het nutriëntengehalte in de bodem wordt teruggebracht/gereduceerd. Over het algemeen kunnen dan meer botanisch waardevolle natuurtypen worden gerealiseerd.
- Door ecologisch randenbeheer van sloten en waterkanten kan de biodiversiteit gestimuleerd worden.

In onderstaande tabel is een compleet overzicht van de maatregelen opgenomen.

Tabel 7-1: Overzicht bouwstenen binnen het plangebied

Bouwstenen	Alternatief Hybride	Alternatief Ongestuurd
Dempen watergangen en greppels, tenzij stromend	✓	✓
Naaldhout verwijderen	✓	✓
Gradiënten herstellen (biotisch en abiotisch)	✓	✓
Uitmijnen/toplaag verwijderen	✓	✓
Randenbeheer, waar nodig	✓	✓
Waterpeil verhogen	✓	
Natschraalland langs de beek	✓	
Gestuurde waterberging	✓	
Dempen Alddjip		✓
Broekbos langs beek		✓
Natuurlijke waterberging		✓

7.5 Blick op de flanken

In het landelijk gebied spelen beleidsmatig veel onzekerheden, die afhankelijk zijn van zowel keuzes op rijksniveau als lokaal. Te noemen zijn onder andere de beleidsbrief Water en bodem sturend (van het vorige kabinet) en de opvatting van dit principe door het nieuwe kabinet, de aanpak van de stikstofcrisis en het Provinciaal programma landelijk gebied. Bekend is dat deze ontwikkelingen een ruimtelijke impact gaan krijgen in het stroomgebied van het Alddjip. Op welke wijze is nog niet duidelijk, maar dat er dynamiek ontstaat in het landelijk gebied is wel de verwachting.

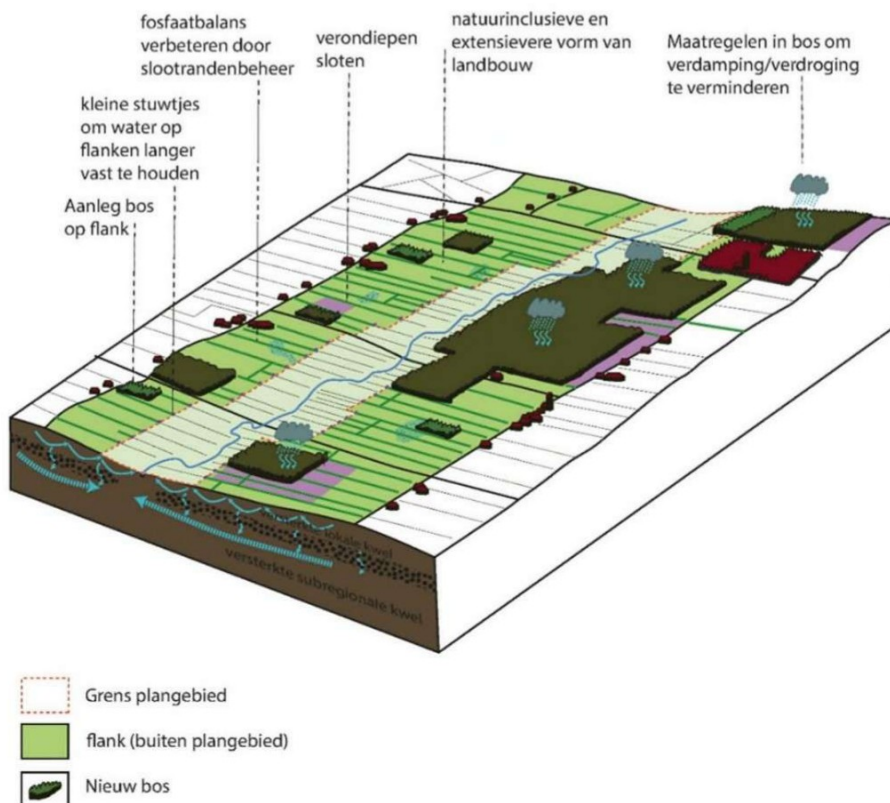
Om deze ontwikkelingen een plek te geven wordt het scenario van flank tot flank meegenomen. Dit scenario beschrijft een alternatieve referentiesituatie, die in het onderzoek wordt meegenomen om de samenhang tussen maatregelen binnen en buiten het plangebied in beeld te brengen. De hypothese is dat het doelbereik van die maatregelen sterk wordt beïnvloed door wat er op de flanken van het beekdal gebeurt. Gezien de grote dynamiek die naar aanleiding van beleidsontwikkeling verwacht wordt, is het noodzakelijk om deze samenhang te betrekken bij de besluitvorming over de gebiedsinrichting Koningsdiep.

In de schetssessies zijn maatregelen buiten het plangebied van de gebiedsinrichting naar voren gekomen als waardevol voor het behalen van de potentie van het beekdal. Deze maatregelen zijn opgenomen in het scenario van flank tot flank. Daarnaast wordt in het scenario uitgegaan van een meer natuurinclusieve vorm van landbouw/kringloop landbouw. Omdat het vooral de bedoeling is om inzicht te geven in de potentiële impact op het doelbereik van maatregelen binnen het plangebied, is het scenario van flank tot flank niet in hectares en percentages geconcretiseerd. Het scenario bestaat uit de volgende maatregelen, die in de vorm van een gevoeligheidsanalyse worden betrokken bij het bepalen van de effecten van de twee alternatieven:

- Maatregelen in bos buiten het plangebied om verdamping en verdroging te verminderen (zoals het omvormen naaldbos naar loofbos);
- Verondiepen van sloten buiten het plangebied;
- Het verbeteren van de fosfaatbalans door slootrandenbeheer in sloten buiten het plangebied;
- Kleine stuwtjes in sloten buiten het plangebied om water op de flanken langer vast te houden;
- De aanleg van loofbos op de flanken;
- Kringloop- en/of natuurinclusieve landbouw.

De beoordelingsmethodiek ten aanzien van het effect van de alternatieven in het scenario van flank tot flank is beschreven in paragraaf 4.3.

Maatregelen van flank tot flank



Figuur 7-6: Van flank tot flank- maatregelen

8. Effectbeschrijving

Dit hoofdstuk gaat in op de effectbeschrijving van de alternatieven voor de inrichting van het beekdal van het Koningsdiep. De effecten op het oppervlakte- en grondwatersysteem zijn in beeld gebracht aan de hand van modelresultaten, zoals beschreven in het hydrologisch onderzoek, en expert opinion. De keuze voor deze methode komt, omdat sommige effecten niet goed modelmatig in te schatten zijn. Expert opinion geeft daarmee nadere invulling aan de te verwachten effecten. Waar het in dit hoofdstuk gaat over de (hydrologische) effecten van een alternatief is dit dan ook te lezen als “de effecten zoals deze worden verwacht op basis van de modelmatig opgedane inzichten over de werking van het watersysteem”. Deze werkwijze biedt voldoende houvast voor het afwegen van de twee alternatieven en het maken van een keuze voor een voorkeursalternatief. Voor de uitwerking van het voorkeursalternatief is verdiepend onderzoek uitgevoerd. Om de chronologie van het besluitvormingsproces goed weer te geven in dit MER is ervoor gekozen om dit hoofdstuk niet aan te vullen met nieuwe detailinformatie, maar deze te gebruiken om de effecten van het voorkeursalternatief (in hoofdstuk 10) nauwkeuriger te kunnen duiden.

8.1 Waterhuishouding

Het beoordelingskader voor het thema waterhuishouding is als volgt:

Tabel 8-1 Beoordelingskader thema waterhuishouding

Thema	Beoordelingscriteria
Waterhuishouding	Verandering in het oppervlaktewatersysteem
	Verandering in het grondwatersysteem
	Gevolgen voor het beheer en onderhoud

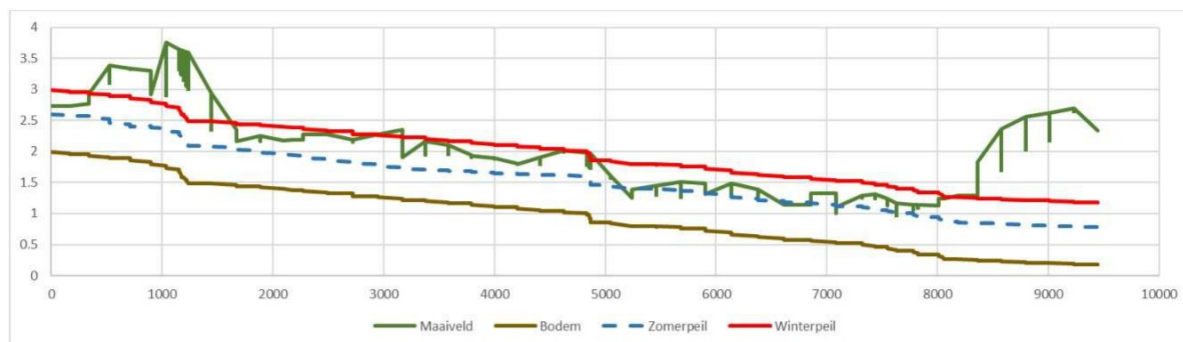
Oppervlaktewatersysteem

In de huidige situatie komen er in een groot deel van het jaar zeer geringe debieten voor in het Alddijp. De basisafvoer is zeer laag en het gebied is gevoelig voor verdroging.

In beide alternatieven zijn de maatregelen in het brongebied gelijk. Een aanzienlijk deel van de huidige afvoer gaat via het brongebied lopen. Aan de beide zijden van de Bakkefeanster Feart wordt een bergingsgebied gecreëerd, waarbij de waterstand tussen de ca. NAP +2,75 m en ca. NAP +2,25 m komt te liggen afhankelijk van de aanvoer naar het brongebied en de werking van de knijpstuw nabij Beakendyk.

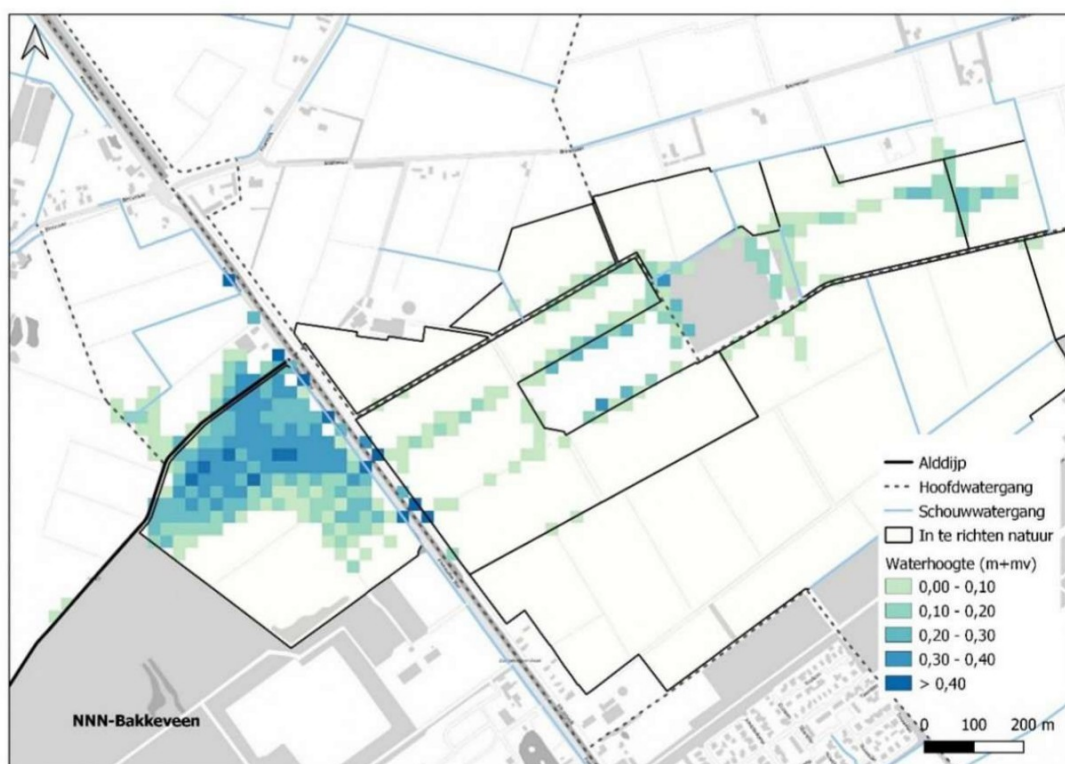
Binnen alternatief **Hybride** is een groot deel van de dynamiek van het oppervlaktewatersysteem afhankelijk van de aanvoer naar de beek. Daarnaast bepalen de aanwezige stuwen en de bijbehorende peilen de dynamiek van het oppervlaktewatersysteem. Ten opzichte van de huidige situatie worden de peilen op twee plekken aangepast. Bij stuw Heidehuizen wordt het streefpeil verhoogd van +0,55 meter NAP naar +0,63 meter NAP binnen inzichtscenario Gestuurd, waarbij er ook twee schotten bijgeplaatst worden in de vistrap naar de Poasen (hoogte 0,33 en 0,41 m NAP). Peilverhogingen in het gebied betekenen allereerst dat de waterstand in de beek verhoogd wordt. Ook wordt er meer water vastgehouden in de omgeving. Dit betekent dat de onttrekking van grondwater naar de beek afneemt. Ook andere maatregelen, zoals het dempen en verondiepen van sloten en mogelijke meandering, zorgen ervoor dat er meer water in het gebied wordt vastgehouden. Ook ontstaat er meer interactie met de omliggende bedding van de beek, doordat deze zone rond de beek bij hoge waterstanden onderstroomt.

Binnen alternatief **Ongestuurd** zijn door de herprofilering van het Alddijp relatief grote veranderingen in het zomer- en winterpeil te verwachten. Onderstaand figuur toont het lengteprofiel tussen de Bakkefeanster Feart en de N381 in de zomer en wintersituatie. In de winterperiode zal er inundatie optreden in het beekdal. De maximale waterdiepte ligt op ongeveer 40 centimeter boven maaiveld. In de zomerperiode ligt de waterdiepte op het maaiveld tot ca. 50 centimeter onder het maaiveld.

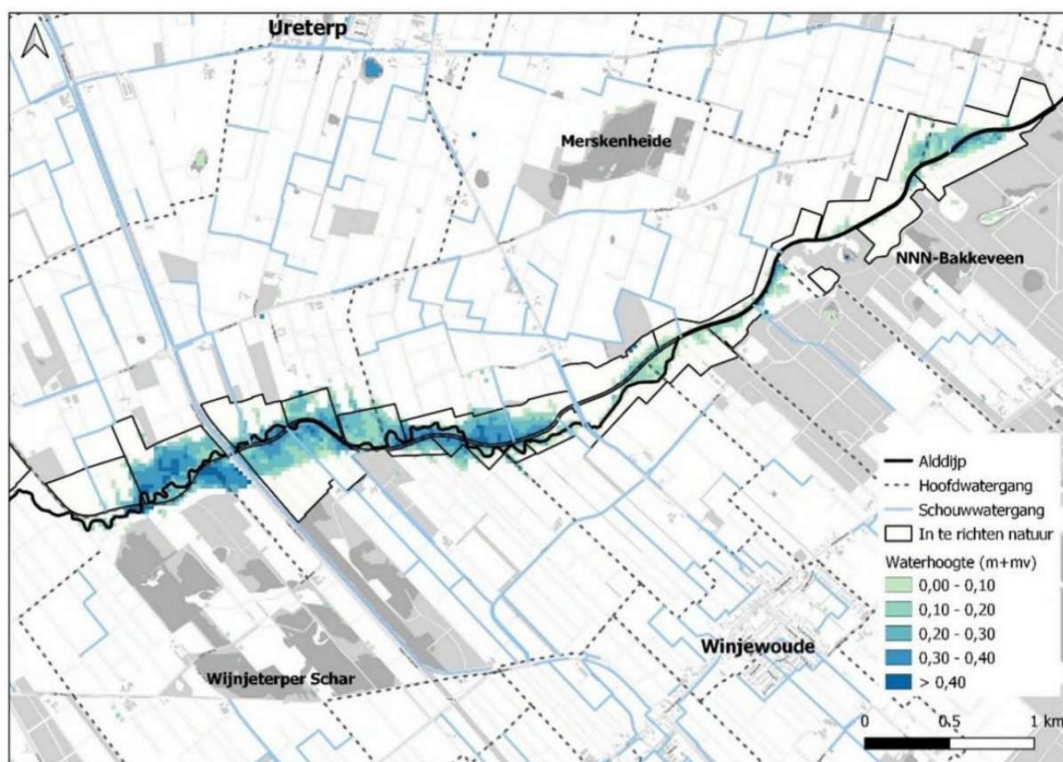


figuur 8-1: Lengteprofiel stationaire afvoer (zomer en winter) – inzichtscenario ongestuurd

Figuur 8-2 en Figuur 8-3 tonen het indicatieve overstromingsgebied in de winterperiode langs het Alddijp. Dit overstromingsgebied is in beeld gebracht aan de hand van het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN3). Het merendeel van het gebied waar inundatie plaatsvindt bevindt zich binnen de in te richten percelen. Echter lokaal zijn er plekken waar de gemodelleerde inundatie buiten de in te richten percelen plaatsvindt, zoals nabij de Foarwurker Wei.

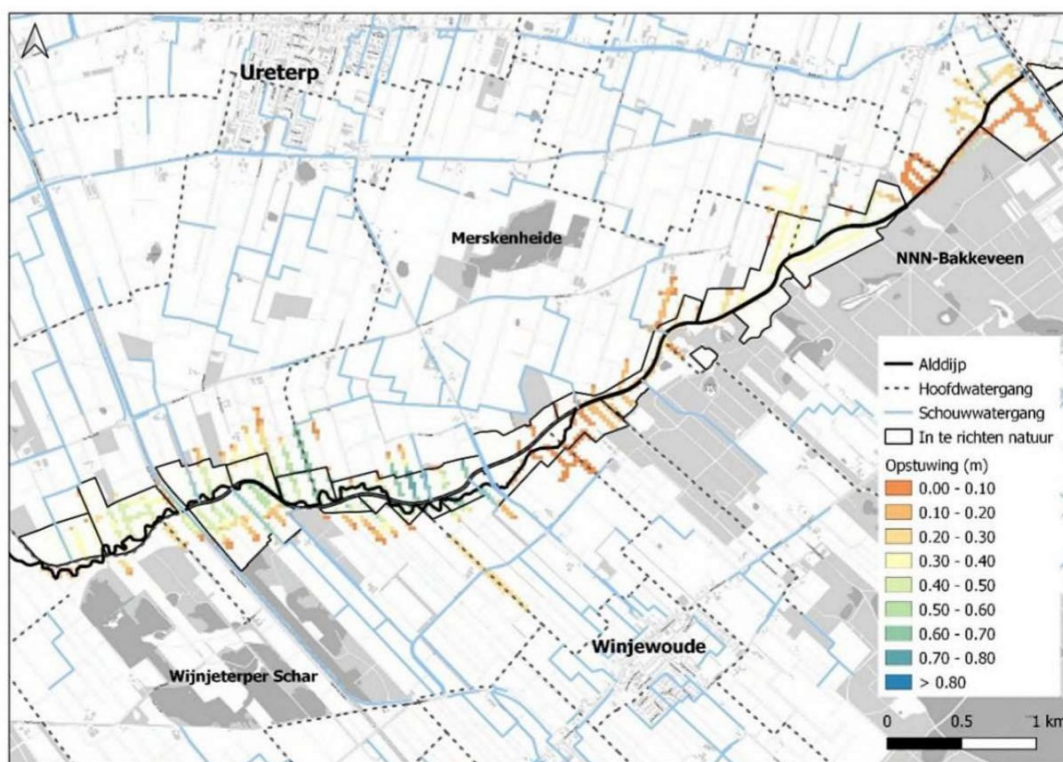


Figuur 8-2 Overzicht overstromingsgebied in de omgeving van het Brongebied – ongestuurd systeem

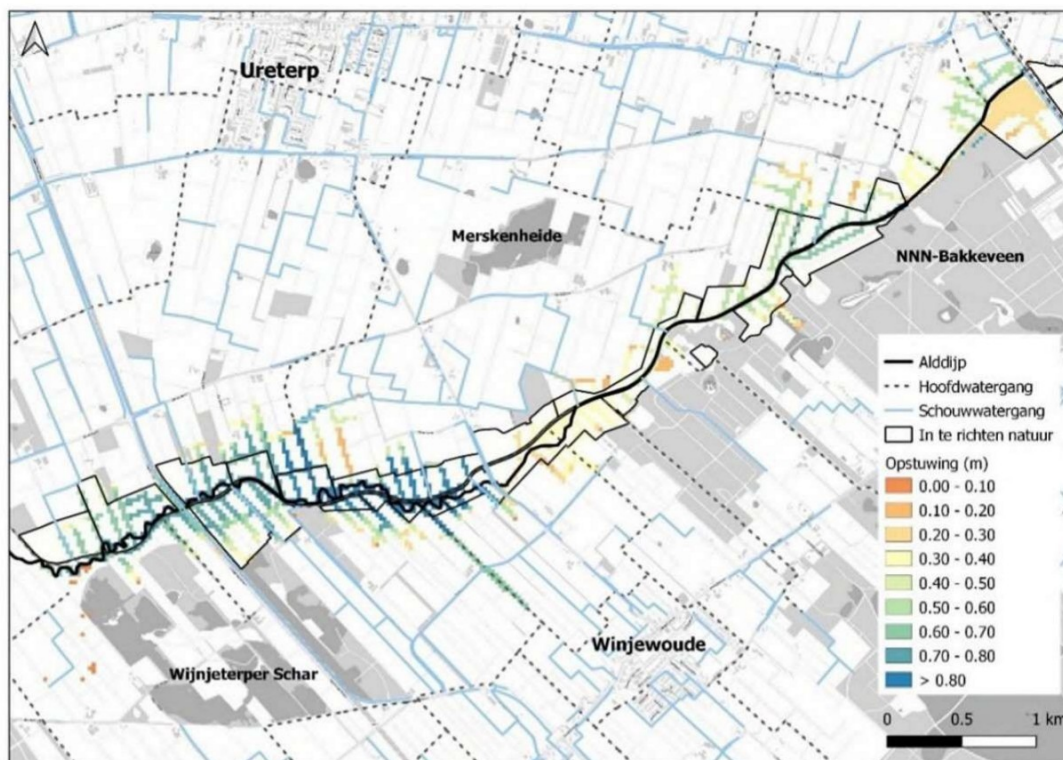


Figuur 8-3 Overzicht overstromingsgebied langs het Alddijp – ongestuurd systeem

Hogere waterstanden in het Alddijp zorgen binnen alternatief **Ongestuurd** voor opstuwing van waterpeilen in de wateren die afwateren op het Alddijp. Figuur 8-4 en Figuur 8-5 tonen de verwachte opstuwing in de zomer- en winterperiode. Uit Figuur 8-5 blijkt dat de gemiddelde berekende opstuwing in de winter ca. 10 cm is bij de Foarwurker Wei. In het westelijke deel van het Alddijp vindt de maximale peilverhoging plaats. Hier kan in de winter een verhoging van het waterpeil met meer dan 80 cm optreden.



Figuur 8-4 Verwachte opstuwing door verhoging waterpeil van het Alddijp (zomerpeil) – ongestuurd systeem



Figuur 8-5 Verwachte opstuwing door verhoging waterpeil van het Alddijp (winterpeil) – ongestuurd systeem

Droogte

In het gestuurde systeem van alternatief **Hybride** zorgen de stuwen ervoor dat er tot een bepaald niveau water in het systeem blijft staan. In een zeer droge periode zonder afvoer staat dit water stil. Wel vermindert de impact van droogte op het oppervlaktewatersysteem ten opzichte van de referentiesituatie, doordat er meer water in het systeem wordt vastgehouden.

Bij alternatief **Ongestuurd** is de impact van droogte anders. In de zomerperiode is er sprake van een klein stroomprofiel, waardoor er ook bij een geringe afvoer nog enige waterdiepte overblijft. Binnen dit alternatief wordt ingezet op het introduceren van natuurlijke bronnen van stuwing in het beekdal, zoals bos en andere (moeras)vegetatie, reliëfverschillen en verlenging van het beektraject. Ook worden er maatregelen getroffen voor het vasthouden van water in het gebied, door middel van natuurlijke waterberging, het dempen en verondiepen van sloten en het inrichten van waterbergingsgebieden. Daarmee wordt water vastgehouden in het systeem om de beek over een langere periode te voeden. Het systeem zal hiermee niet direct leeglopen tijdens droge perioden. Tijdens extreme droogte waarbij er over een langere periode geen regen valt en er geen afvoer meer is, zal het systeem op een gegeven moment wel uit gaan zakken en bestaat er een kans dat het water doorloopt tot de eerstvolgende stuw benedenstrooms en daar blijft staan.

Beide alternatieven zorgen voor het natuurlijker worden van het watersysteem. In het systeem wordt meer water vastgehouden gedurende natte perioden om gedurende droge(re) perioden de beek te blijven voeden. Hiermee wordt binnen de beide alternatieven de sponswerking van het beekdal deels hersteld. De natuurlijke sponswerking wordt het meest benaderd door alternatief **Ongestuurd**. Binnen dit alternatief is echter bij extreme droogte wel risico op verdroging van het beekdal. Binnen alternatief **Hybride** wordt het water door de verschillende stuwen wel in het gebied vastgehouden, ook binnen droge perioden. De natuurlijke sponswerking van het beekdal wordt minder hersteld dan in alternatief **Ongestuurd**.

Blik op de flanken

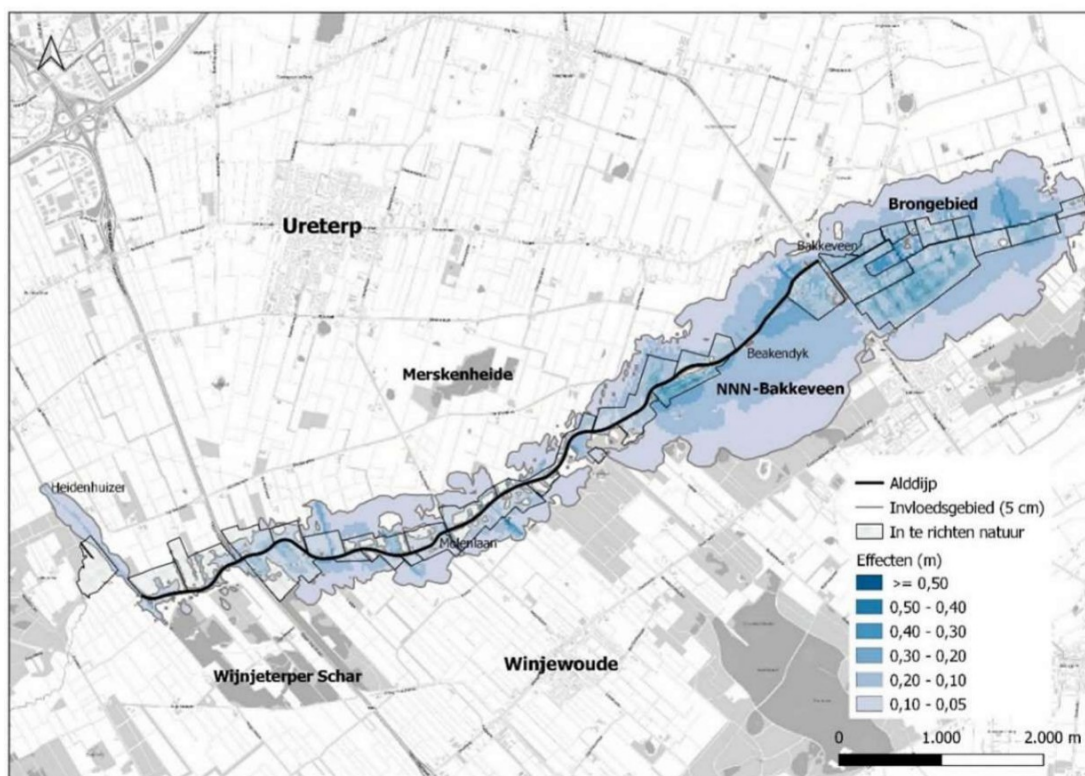
De maatregelen van flank tot flank hebben tot gevolg dat er meer water in het beekdal wordt vastgehouden. Meer water infiltreert op de flanken, waardoor de grondwaterstand hier hoger komt te liggen. Hierdoor is ook de toestroom van grondwater naar laagtes in het beekdal (lokale kwel) groter. Daarnaast verruimen de flanken van het beekdal door een meer natuurlijke inrichting, met meer bossen en natuurlijke graslanden. Hierdoor neemt ook de oppervlakkige afstroom naar de beek af (zie ook: Kansenskaart Nieuw bos in Beekdalen, 2021). De afvoer naar de beek vlak door beiden ingrepen af. Ook worden neerslagextremen langer op de flanken

vastgehouden. De piekafvoer na extreme neerslag wordt zo afgevlakt. , de flanken, blijven lang(er) de beek voeden met grondwater. Daarmee vormen de maatregelen van flank tot flank een flinke verbetering voor het oppervlaktewatersysteem. Compleet herstel van de basisafvoer is niet reëel. De hoeveelheid berging is waarschijnlijk niet voldoende en perioden van droogte liggen waarschijnlijk niet zo dicht op perioden van piekneerslag om significante effecten te hebben op de basisafvoer. De gevolgen van beide alternatieven worden sterk positief beïnvloed, omdat er een meer constante toevoer van water is. Daardoor wordt (langer) water in het systeem en stroming behouden. Met name voor het alternatief **Ongestuurd** is dit een zeer significant effect, waardoor het risico op verdroging sterk afneemt.

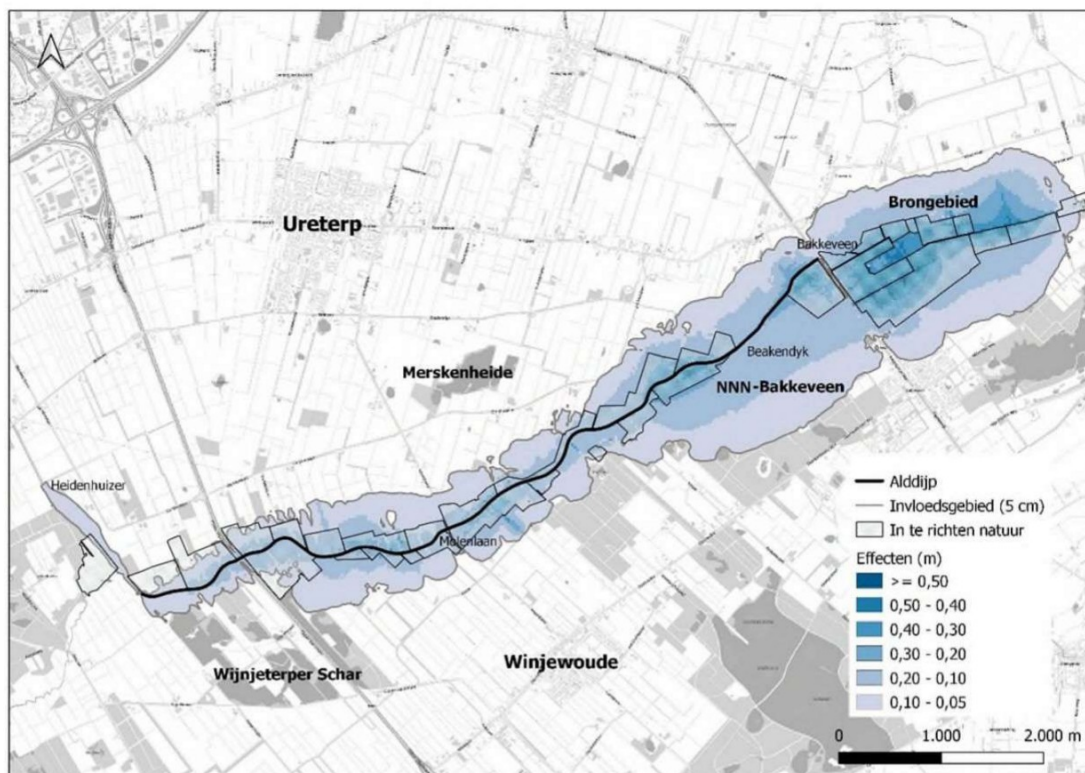
Grondwatersysteem

Grondwaterstanden (GxG)

In het alternatief **Hybride** worden door het verhogen van de stuwpennen de grondwaterstanden verhoogd ten opzichte van de referentiesituatie (genoemd in paragraaf 7.4). In het Brongebied is een verhoging van de GHG met ca. 35 cm te verwachten, stroomafwaarts van de Foarwurker Wei is de verhoging ca. 40 cm. Bij de GLG zijn overeenkomstige verhogingen te verwachten. Over het algemeen reiken de effecten op de grondwaterstanden (>5 cm verschil) tot circa 400 à 500 m vanaf de waterlopen voor zowel de GHG- als GLG-situatie. Aan de zuidkant, ter hoogte van het NNN-gebied bij Bakkeveen, waar geen ontwateringsmiddelen aanwezig zijn, reikt de invloed tot ca. 1.000 m. Onderstaande figuren geven de verhoging van de grondwaterstanden ten opzichte van de referentiesituatie weer.



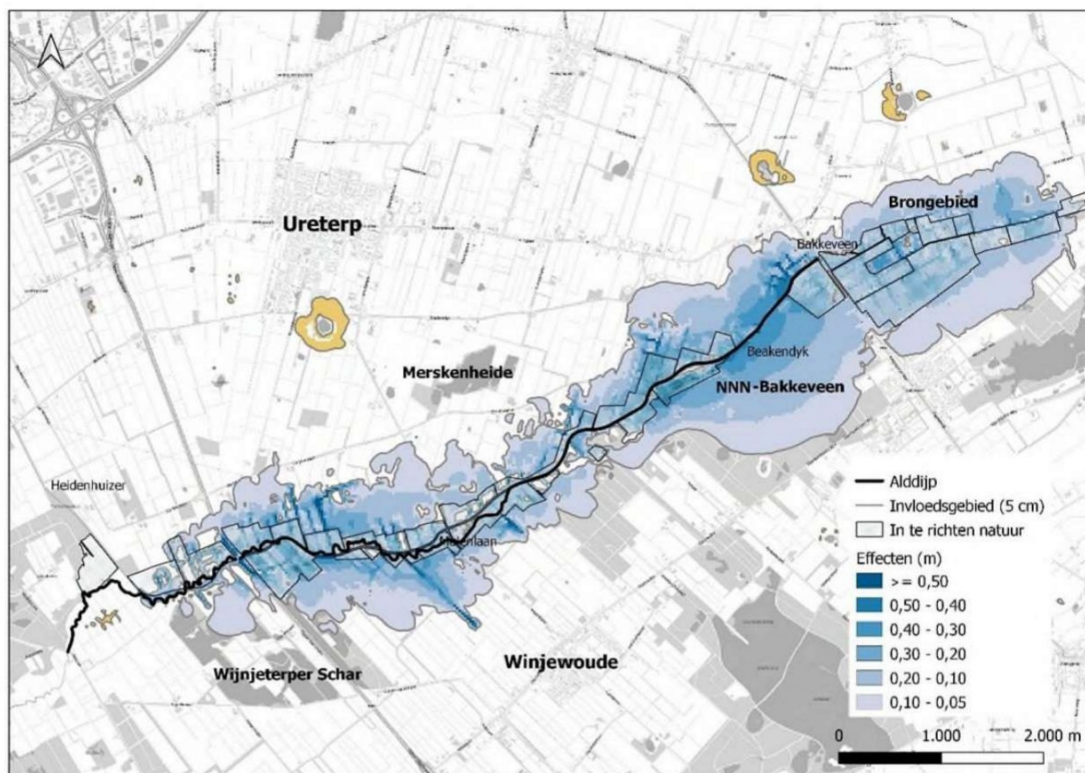
Figuur 8-6 Verschil in GHG ten opzichte van de referentiesituatie voor alternatief Hybride (in m)



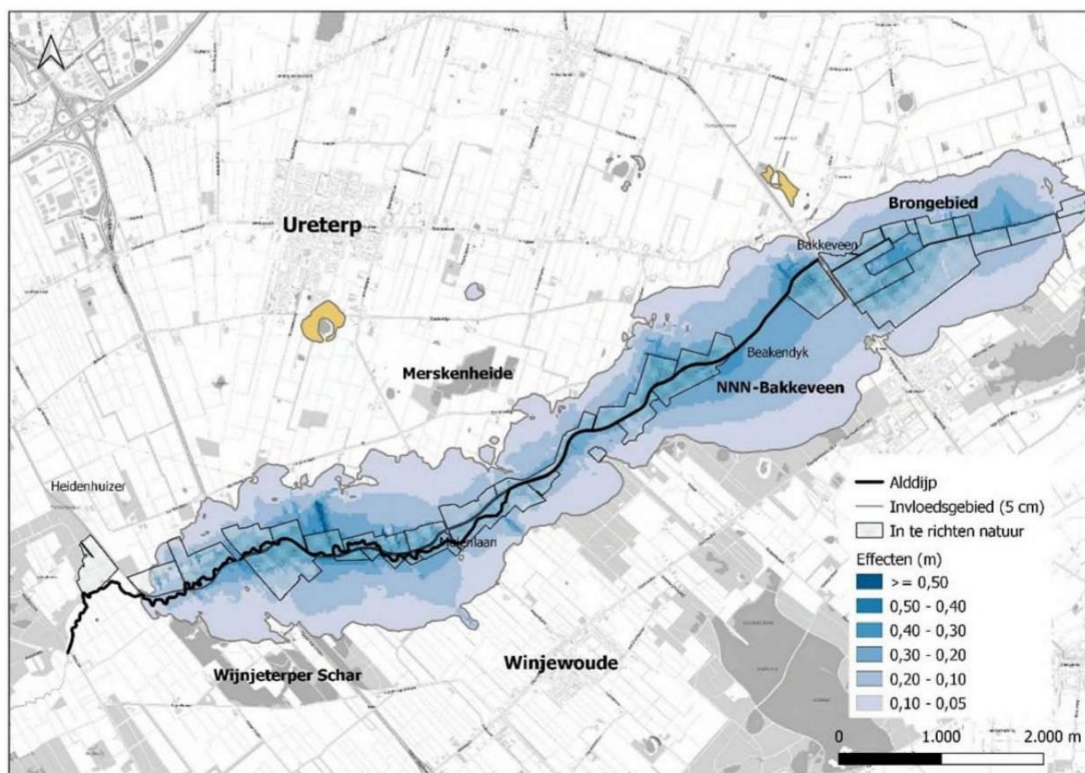
Figuur 8-7 Verschil in GLG ten opzichte van de referentiesituatie voor alternatief Hybride (in m)

In het beekdal komen de grondwaterstanden binnen alternatief **Hybride** in de wintersituatie tot maaiveld of (ruim) boven maaiveld te staan. In de zomer liggen de grondwaterstanden dieper, op enige afstand vanaf de beek meer dan 0,4 m -mv. Bij de GHG-situatie is er direct om het Aalddijk een toename van de kwel te verwachten met overwegend 1 tot 2,5 mm/d. Bij de GLG is er in een bredere zone een toename van de kwel met 0,1 tot 0,5 mm/d. Bij het Aalddijk zelf neemt de kwel in de GLG juist af.

Het verhogen van de bodemhoogte in het Aalddijk, het verkleinen van het dwarsprofiel en de resulterende verhoging van de waterstanden in de beek binnen alternatief **Ongestuurd** verminderen de drainerende werking van het Aalddijk, en hebben een verhogend effect op de grondwaterstanden rondom de beek. De te verwachten effecten op de grondwaterstanden zijn weergegeven in Figuur 8-8 en Figuur 8-9. Effecten op de grondwaterstanden (>5 cm verschil) zijn aanwezig tot circa 500 à 600 m vanaf de waterlopen voor zowel de GHG- als GLG-situatie. Aan de zuidkant, ter hoogte van het NNN-gebied bij Bakkeveen, waar geen ontwateringsmiddelen aanwezig zijn, reikt de invloed tot ca. 1.100 m. De maximale grondwaterstandsverhoging (ongeveer 60 cm bij de GHG) wordt waargenomen in het meandergebied tussen stuw Heidehuizen en Wijneterper Schar. Voor de GLG-situatie is de maximale verhoging circa 50 cm. De figuren laten zien dat zowel voor de GHG- als de GLG-situatie er lokaal een verlaging (gele gebieden) van de grondwaterstanden is berekend buiten het invloedsgebied van de beek. De verlaging varieert ca. 5 cm, en is niet te relateren aan maatregelen en wordt daarom niet als relevant beschouwd. Deze verlagingen hangen waarschijnlijk samen met enige modelinstabiliteit bij gaten in de keileemlaag.



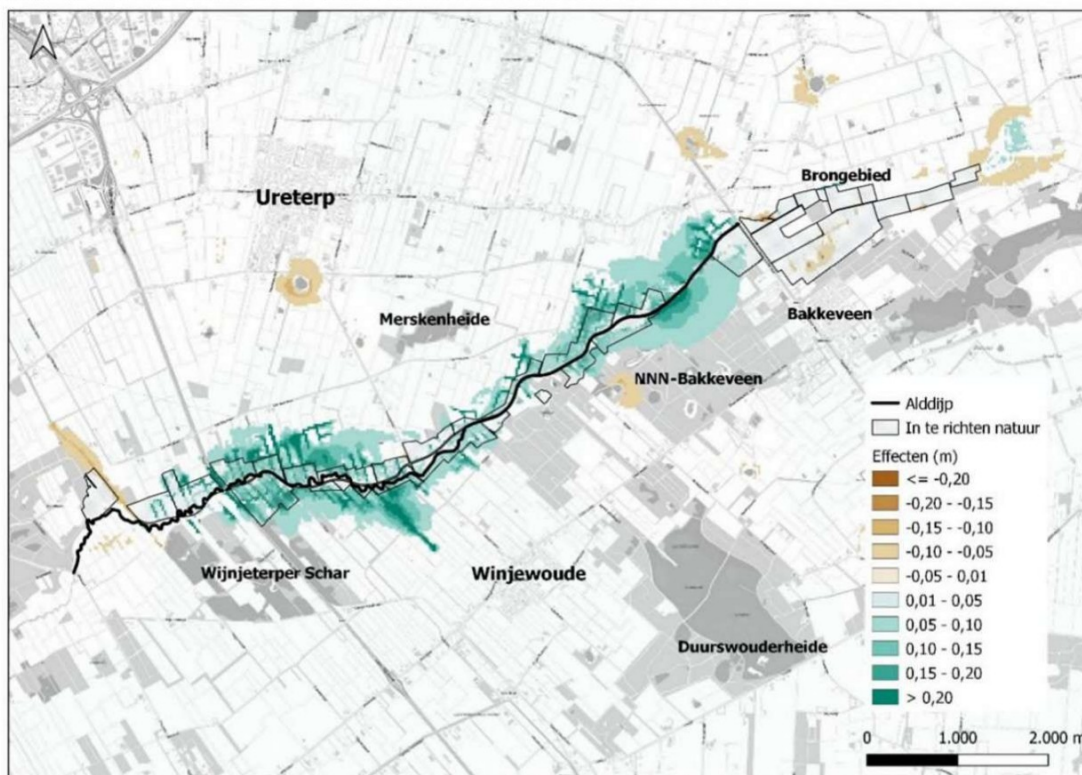
Figuur 8-8 Verskil in GHG ten opzichte van de referentiesituatie voor inzichtscenario 'ongestuurd' (in m). De in geel getoonde verlaging van 5 cm betreft waarschijnlijk enige modelinstabiliteit bij gaten in de keileem.



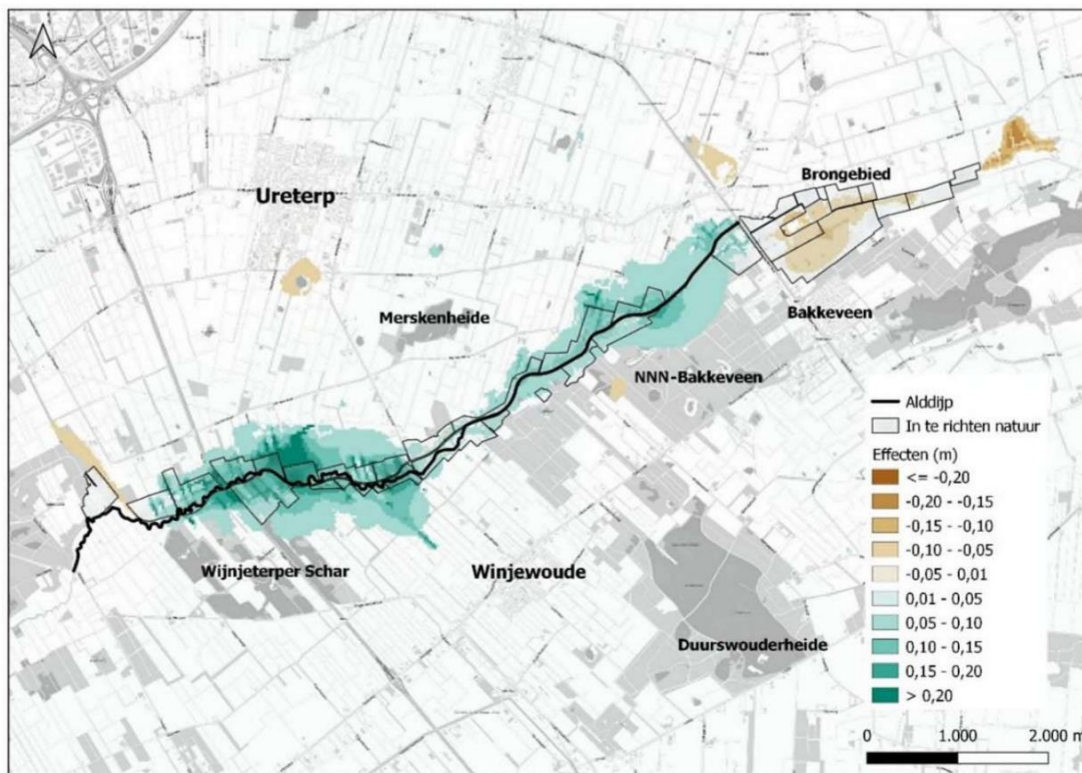
Figuur 8-9 Verskil in GLG ten opzichte van de referentiesituatie voor inzichtscenario 'ongestuurd' (in m). De in geel getoonde verlaging van 5 cm betreft waarschijnlijk enige modelinstabiliteit bij gaten in de keileem.

Figuur 8-10 en Figuur 8-11 tonen de vergelijking tussen alternatief **Hybride** en alternatief **Ongestuurd**. De maatregelen in het brongebied zijn binnen beide alternatieven gelijk. De kleine verschillen die in het brongebied spelen tussen het hybride en ongestuurde systeem worden waarschijnlijk veroorzaakt door uitstraling van de effecten stroomafwaarts. De herprofilering van het Alddijp binnen het ongestuurde systeem leidt tot een grotere

verhoging van de grondwaterstanden in vergelijking tot het hybride systeem. Deze effecten spelen stroomafwaarts van de Foarwurker Wei. De berekende grondwaterstanden zijn binnen het ongestuurde systeem langs het Alddijp 5 centimeter hoger dan in het gestuurde systeem. In het meandergebied lopen deze verschillen op naar meer dan 20 centimeter verschil. Binnen het gestuurde en ongestuurde systeem zijn nog aanpassingen mogelijk om zowel hogere als lagere grondwaterstanden te bereiken.



Figuur 8-10 Verschil in GHG 'ongestuurd systeem' min 'gestuurd systeem' (in m) (blauwe gebieden=hoger grondwaterstanden ongestuurd systeem; bruine gebieden = hoger grondwaterstanden gestuurd systeem).



Figuur 8-11 Verschil in GLG 'ongestuurd systeem' min 'gestuurd systeem' (in m) (blauwe gebieden=hoger grondwaterstanden ongestuurd systeem; bruine gebieden = hoger grondwaterstanden gestuurd systeem).

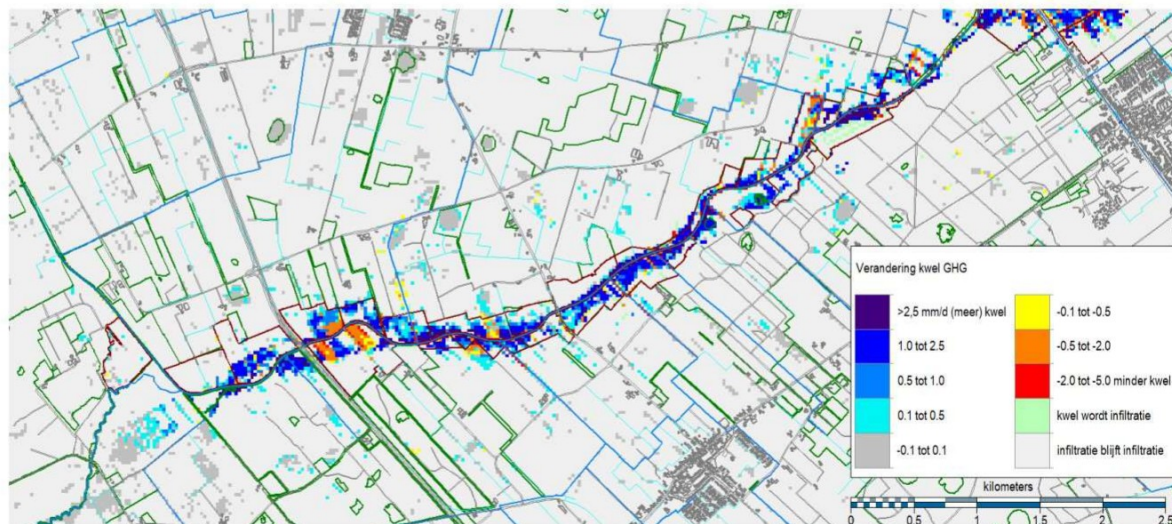
Kwel

Figuur 8-12 tot en met Figuur 8-21 tonen de verandering van de kwel binnen het stroomgebied van het Koningsdiep voor de langjarig gemiddelde situatie (2007 t/m 2014) bij de GHG en de GLG voor beide alternatieven. Het geeft daarmee inzicht in de hydrologische situatie voor de alternatieven **Hybride** en **Ongestuurd**. In de figuren is de verandering van de kwel van het eerste watervoerende pakket (modellaag 2) naar de deklaag (modellaag 1) getoond. Hierbij is met geel/oranje/rood aangegeven waar de kwel afneemt ten opzichte van de referentiesituatie, en met lichtgroen waar kwel omslaat naar infiltratie. Op de plekken waar er in de referentie situatie infiltratie is, maar waar bij het (on)gestuurde systeem sprake is van kwel, tonen de figuren ook de hoeveelheid kwel. Wanneer er in de referentiesituatie kwel is, en deze bij het (on)gestuurde systeem toeneemt, is de toename van de kwel weergegeven.

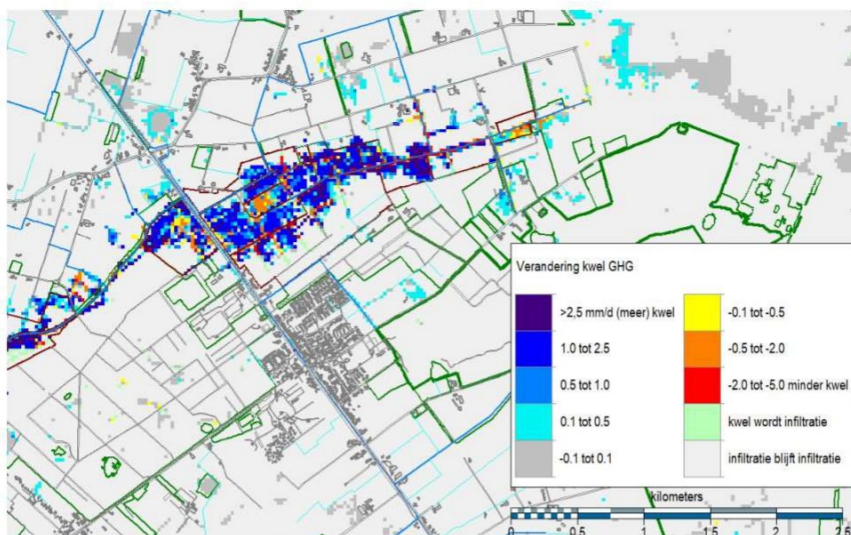
Zichtbaar is dat voor alternatief **Hybride** en alternatief **Ongestuurd** ten opzichte van de referentiesituatie er bij de GHG dicht bij het Alddijp een kwel of een toename van de kwel met 1 tot 2,5 mm/d is berekend. Bij de GLG is er bij het Alddijp zelf een afname van de kwel, maar in een brede zone er omheen is er een (toename van de) kwel tussen 0,1 en 0,5 mm/d berekend. Het verschil in kwel is over het algemeen minder dan 1 mm/dag. Bij de waterlopen, zowel het Alddijp als de zijwatergangen, is de kwel naar de watergangen bij het **Hybride** alternatief groter. In de gebieden tussen de waterlopen is de kwel bij het alternatief **Ongestuurd** groter. Deze kwelstroom die direct naast de beek omhoogkomt heeft een positief effect op de waterkwaliteit. Dit betreft gebufferd water.

Lokaal kunnen verschillen bestaan tussen de mate van kwel tussen de twee alternatieven Figuur 8-20 en Figuur 8-21 tonen het verschil tussen het langjarig gemiddelde voor alternatief **Hybride** en alternatief **Ongestuurd** voor, respectievelijk, het gehele gebied en de omgeving van de meanders.

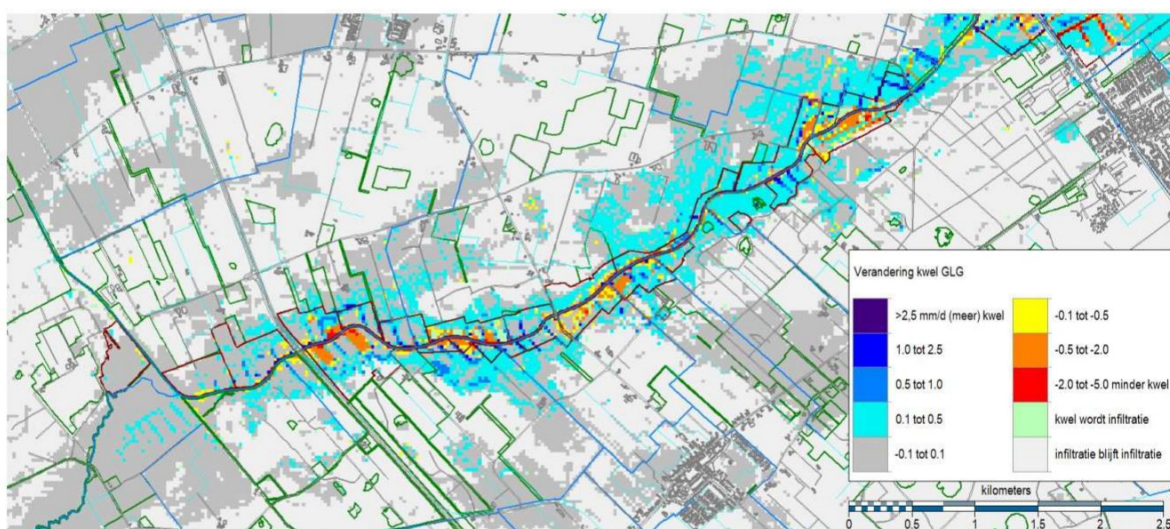
Binnen beide alternatieven worden dezelfde maatregelen getroffen in het brongebied. Kleine verschillen in gemodelleerde waterstanden in het brongebied zijn het gevolg van uitstraling van maatregelen die benedenstrooms genomen worden. De herprofilering van het Alddijp binnen het ongestuurde systeem leidt tot een grotere verhoging van de grondwaterstanden in vergelijking tot het gestuurde systeem.



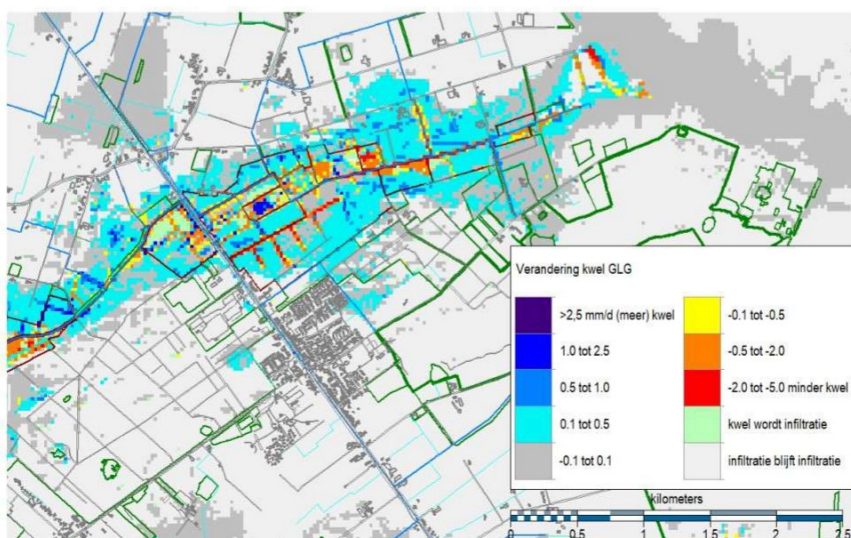
Figuur 8-12: Verandering kwel gestuurd systeem GHG-situatie in mm/d tussen wvp1 (modellaag 2) en deklaag (modellaag 1) voor de periode 2007-2014, westelijk deel (oranje-rood: afname kwel, blauw: (toename) kwel)



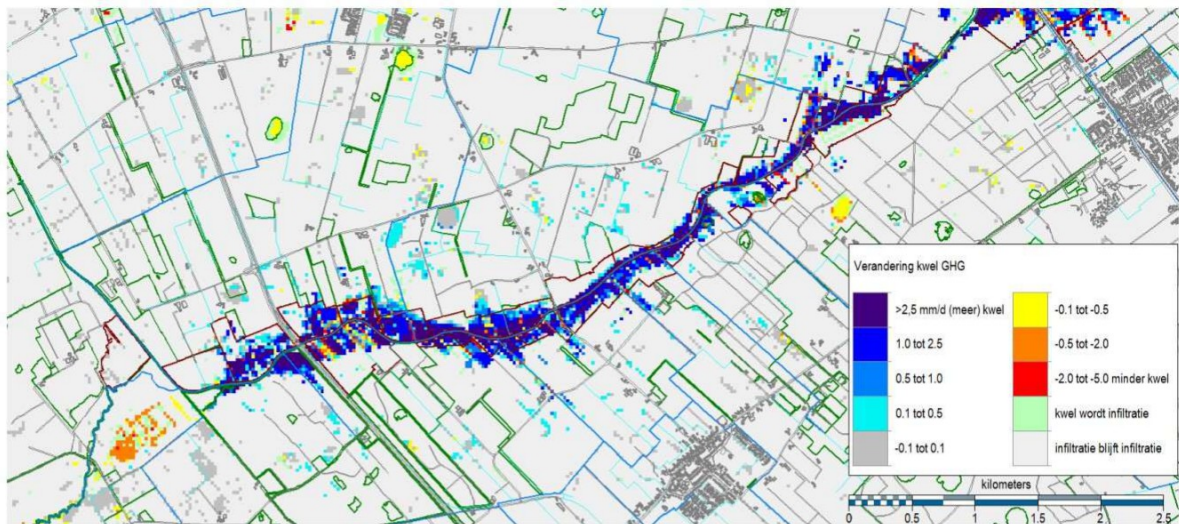
Figuur 8-13: Verandering kwel gestuurd systeem GHG-situatie in mm/d tussen wvp1 (modellaag 2) en deklaag (modellaag 1) voor de periode 2007-2014, brongebied (oranje-rood: afname kwel, blauw: (toename) kwel)



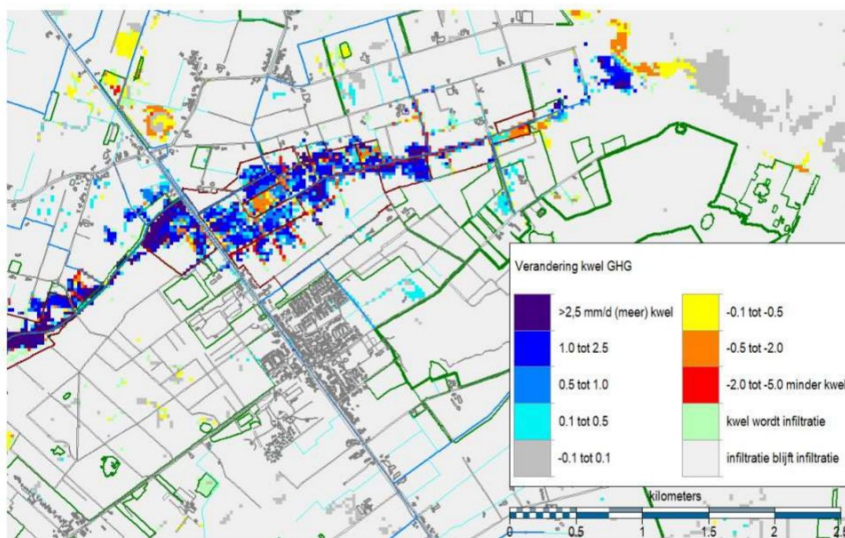
Figuur 8-14: Verandering kwel gestuurd systeem GLG-situatie in mm/d tussen wvp1 (modellaag 2) en deklaag (modellaag 1) voor de periode 2007-2014, westelijk deel (oranje-rood: afname kwel, blauw: (toename) kwel)



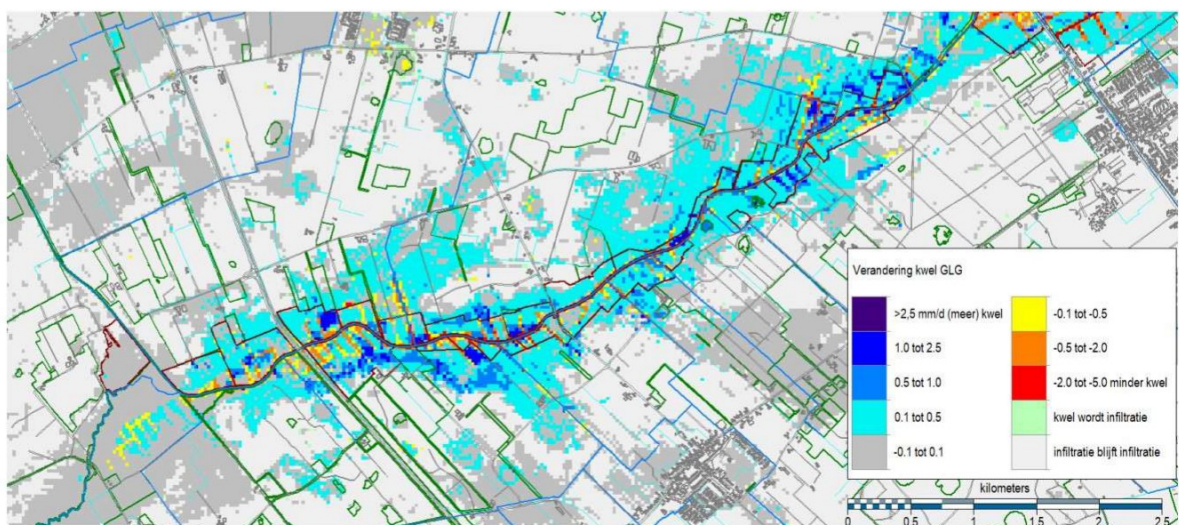
Figuur 8-15: Verandering kwel gestuurd systeem GLG-situatie in mm/d tussen wvp1 (modellaag 2) en deklaag (modellaag 1) voor de periode 2007-2014, brongebied (oranje-rood: afname kwel, blauw: (toename) kwel)



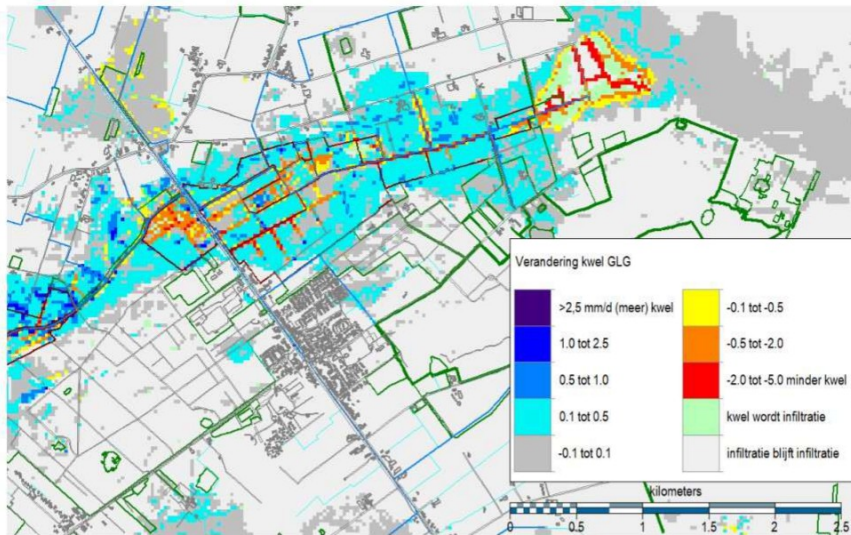
Figuur 8-16: Verandering kwel ongestuurd systeem GHG-situatie in mm/d tussen wvp1 (modellaag 2) en deklaag (modellaag 1) voor de periode 2007-2014, westelijk deel (oranje-rood: afname kwel, blauw: (toename) kwel)



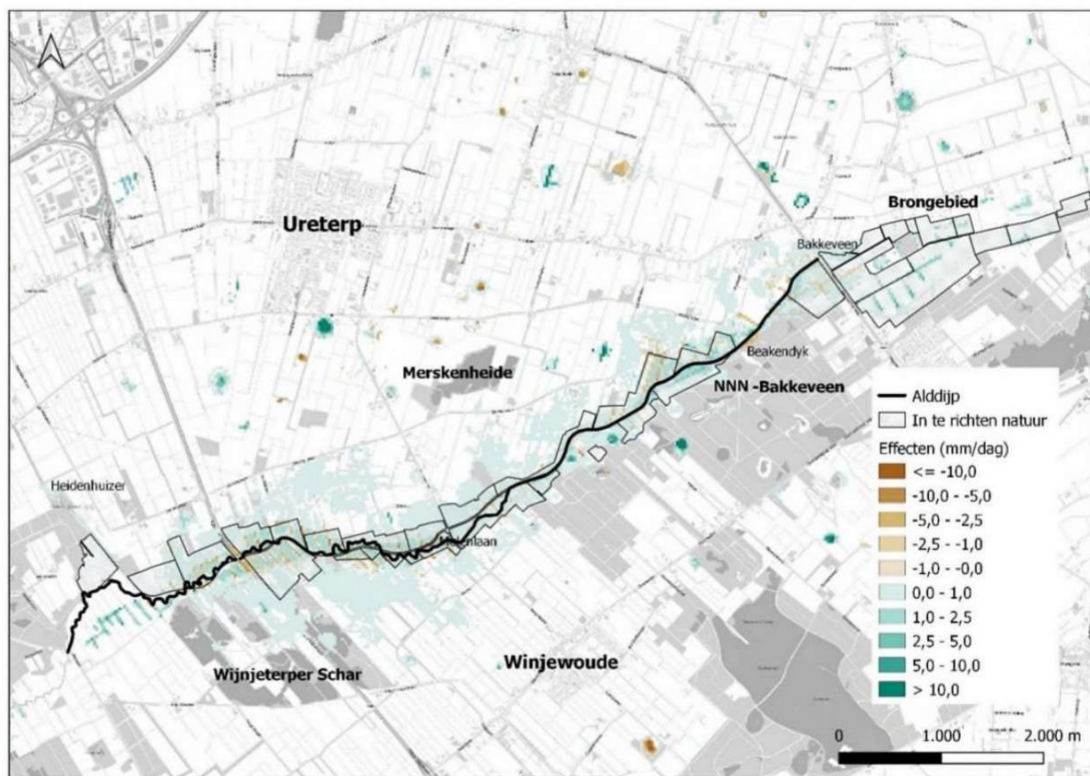
Figuur 8-17: Verandering kwel ongestuurd systeem GHG-situatie in mm/d tussen wvp1 (modellaag 2) en deklaag (modellaag 1) voor de periode 2007-2014, brongebied (oranje-rood: afname kwel, blauw: (toename) kwel)



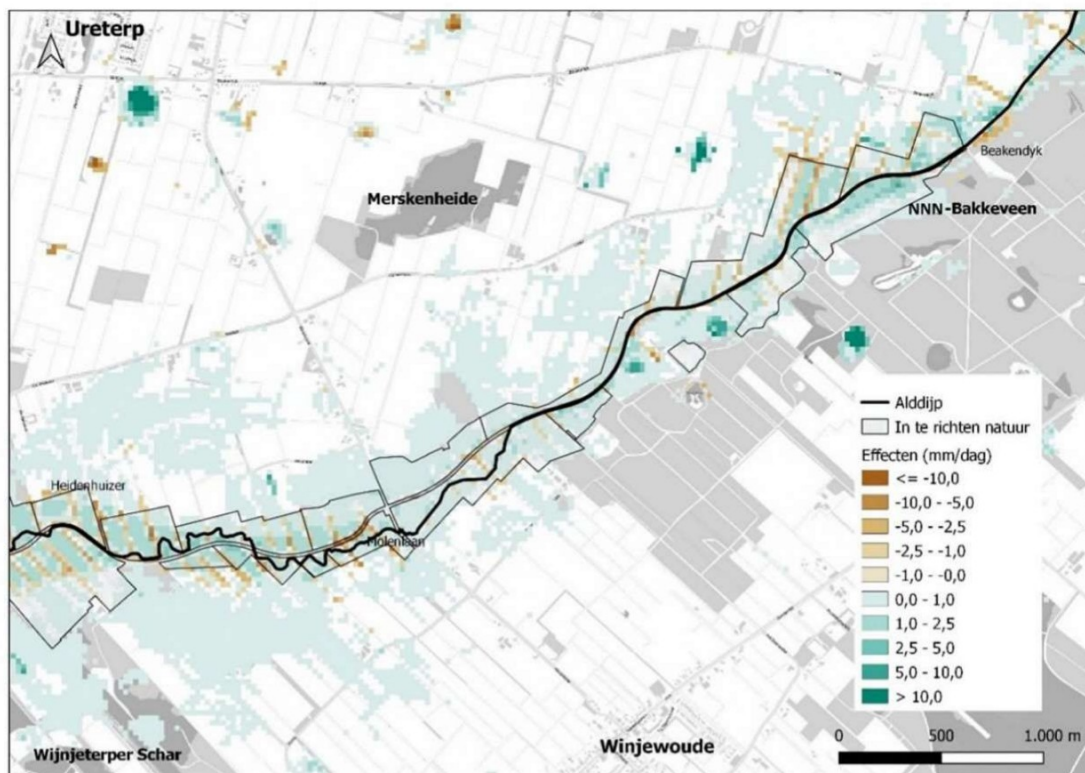
Figuur 8-18: Verandering kwel ongestuurd systeem GLG-situatie in mm/d tussen wvp1 (modellaag 2) en deklaag (modellaag 1) voor de periode 2007-2014, westelijk deel (oranje-rood: afname kwel, blauw: (toename) kwel)



Figuur 8-19: Verandering kwel ongestuurd systeem GLG-situatie in mm/d tussen wvp1 (modellaag 2) en deklaag (modellaag 1) voor de periode 2007-2014, brongebied (oranje-rood: afname kwel, blauw: (toename) kwel)



Figuur 8-20 Verschil in Kwel 'ongestuurd systeem' ten opzichte van 'gestuurd systeem' (in mm/dag). Negatief (bruin): kwel gestuurd = groter dan in ongestuurd systeem



Figuur 8-21 Verschil in Kwel 'ongestuurd systeem' ten opzichte van 'gestuurd systeem' in de omgeving van meanders (in mm/dag). Negatief (bruin): kwel gestuurd = groter dan in ongestuurd systeem

Blik op de flanken

Maatregelen op de flanken leiden tot een beekdal met meer infiltratie, hogere grondwaterstanden en een toename van de kwel in het beekdal. De mate waarin er richting systeemherstel wordt bewogen is sterk afhankelijk van welke maatregelen worden genomen en de plek waar deze maatregelen worden genomen. De herinrichting van het beekdal en de maatregelen op de flanken hebben daardoor cumulatieve positieve effecten. Het effect van de herinrichting wordt niet significant versterkt door de maatregelen op de flanken.

Beheer en onderhoud

Natuurwaarden kunnen zowel in beheerde als onbeheerde systemen ontstaan. In beheerde systemen draagt de gerichte sturing bij aan ruimtelijke variatie en biodiversiteit. In onbeheerde systemen zorgen ecologische processen voor natuurlijke dynamiek. De Nederlandse natuur wordt zowel op biotisch als abiotisch vlak sterk beïnvloed door mensen. Hierbij kan gedacht worden aan de hydrologie, de bodem, de planten en dieren. Bij het onderhouden van natuurwaarden kan door beheermaatregelen gestuurd worden op de successiestadia van natuurwaarden.

Tussen de twee alternatieven bestaat er een aanzienlijk verschil tussen het benodigde beheer voor de instandhouding van de natuurtypen. Alternatief **Hybride** is grotendeels gericht op een open beekdallandschap met graslanden. Alternatief **Ongestuurd** biedt binnen het beekdal meer ruimte aan natuurlijke ontwikkelingen, zoals van broekbossen op de natste locaties. Voor graslanden is beheer, zoals maaien, belangrijk voor de instandhouding. Maaien en begrazing zijn binnen broekbossen praktisch gezien niet mogelijk.

Beheer in de vorm van het maaien van oevers en onderhoud van stuwen is in het alternatief **Hybride** noodzakelijk voor de gewenste afvoercapaciteit. Een mogelijke aanvullende beheermaatregel is stroombaanmaaien. Hierbij wordt in het beekprofiel ruimte gegeven voor vegetatie, op een te maaien baan na. Doordat de afvoer dan nog maar door een deel van het beekprofiel stroomt, wordt de stroomsnelheid hoger (Bart Reeze en Witteveen en Bos, 2023).

Het alternatief **Ongestuurd** is noodzakelijkerwijs deels onbeheerd. Beheer zal op de nattere locaties (zie de figuren 8-6 en 7-7) lastig effectief uit te voeren zijn, met name in de wintermaanden. Het kan wel eenvoudiger worden om beheer in droge perioden uit te voeren, doordat delen van het plangebied droogvallen. Voor het beheer van het waterlichaam geldt dat in het ongestuurde systeem het nastreven van een moerasbeek (met

weinig beheer) mogelijk is. Een beektype dat meer beheer vraagt dan een moerasbeek is moeilijker te onderhouden. Zo lang NNN- en KRW-doelen en het beheer op elkaar (en op het natuur- en watersysteem) worden afgestemd is er geen belemmering.

Blik op de flanken

De maatregelen op de flanken hebben geen significante impact op het beheer binnen de alternatieven.

Beoordeling

De verbetering van de sponswerking van het beekdal leidt tot positieve effecten voor het oppervlaktewatersysteem en het grondwatersysteem. De natuurlijke sponswerking wordt het best hersteld in het alternatief **Ongestuurd**, maar hier speelt een belangrijk risico op verdroging in langdurige droge periodes doordat dan onvoldoende water wordt vastgehouden. Dit leidt per saldo tot een positieve beoordeling ten aanzien van het oppervlaktewatersysteem. In het scenario van flank tot flank wordt het risico op verdroging verminderd doordat de waterbeschikbaarheid toeneemt. De gevolgen van het alternatief **Ongestuurd** worden daardoor sterk positief beïnvloed. In het alternatief **Hybride** speelt het verdrogingsrisico geen rol in de beoordeling en wordt een positieve beoordeling gegeven vanwege herstel van de sponswerking. Maatregelen op de flanken hebben een positieve invloed op de effecten van dit alternatief.

Ten aanzien van het grondwatersysteem worden beide alternatieven positief beoordeeld, met de nuancering dat in het alternatief **Ongestuurd** een iets grotere verhoging van de grondwaterstanden zal optreden. Maatregelen op de flanken leiden niet tot een andere beoordeling.

In het alternatief **Hybride** is sprake van intensief en effectief beheer. Dit komt overeen met de referentiesituatie en wordt neutraal beoordeeld omdat er geen verschil is in de effecten voor beheer en onderhoud. Het alternatief **Ongestuurd** is deels onbeheerd en dit sluit aan op de mogelijkheden om doelmatig te beheren. Zolang NNN- en KRW-doelen en het beheer op elkaar en op veranderende omstandigheden worden afgestemd is er geen belemmering en neemt de behoefte aan beheer en onderhoud af. Dit wordt neutraal beoordeeld. De maatregelen op de flanken hebben hierop geen impact.

De beoordelingen voor de alternatieven (t.o.v. de referentiesituatie) zijn in onderstaande tabel samengevat:

Tabel 8-2 Beoordeling waterhuishouding

Thema	Beoordelingscriteria	Alternatief Hybride		Alternatief Ongestuurd	
		Beoordeling	Blik op de flanken	Beoordeling	Blik op de flanken
Waterhuishouding	Verandering in het oppervlaktewatersysteem	+	↑	+	↑↑
	Verandering in het grondwatersysteem	+	≈	+	≈
	Gevolgen voor het beheer en onderhoud	0	≈	0	≈

8.2 Ecologische waterkwaliteit

Voor stromende wateren zijn tien ecologische sleutelfactoren (ESF) benoemd door de STOWA (STOWA, 2018, zie figuur hieronder). De beoordelingscriteria zijn afgestemd op de ESF. Van de vier ESF-basisvoorwaarden worden afvoerdynamiek en stagnatie in deze paragraaf behandeld. Grondwater is in de voorgaande paragraaf aan de orde gekomen. Voor het verbeteren van de huidige ecologische toestand van het watersysteem van het Alldjip wordt vooral gezocht naar maatregelen die te maken hebben met de inrichting van het beekdallandschap en in het bijzonder de Natte doorsnede. Dit aspect zit dan ook verweven in de twee alternatieven en is niet zinvol om als criterium te hanteren, omdat daarmee een cirkelredenering ontstaat. De aanvullende voorwaarden zijn in twee criteria vevat. Bufferzone en Waterplanten zijn sleutelfactoren die erg

van het ontwerp afhankelijk zijn. Relevante aspecten zijn betrokken in het criterium Diversiteit in aquatische biotopen. De specifieke omstandigheden Belasting en Toxiciteit zijn samengevoegd, met name om het gewicht van deze criteria niet te groot te maken ten opzichte van de basisvoorwaarden. De Context komt aan bod in de vorige paragraaf onder Beheer en onderhoud. Het beoordelingskader is daarmee als volgt:



Figuur 8-22: Ecologische sleutelfactoren voor stromende wateren (bron: STOWA, 2018)

Het beoordelingskader voor het thema ecologische waterkwaliteit is als volgt:

Tabel 8-3 Beoordelingskader voor het thema ecologische waterkwaliteit

Thema	Beoordelingscriteria
Ecologische waterkwaliteit	Effect op de afvoerdynamiek
	Gevolgen voor stroming en stagnatie
	Connectiviteit
	Diversiteit in aquatische biotopen
	Belasting en toxiciteit

Afvoerdynamiek

Binnen alternatief **Hybride** wordt het KRW-type R5, langzaam stromende middenloop/benedenloop op zand, nagestreefd. De voeding van dit type beek bestaat voornamelijk uit grond- en oppervlaktewater, en tot op zekere hoogte uit regenwater. Er is sprake van een gedempte afvoerdynamiek.

Door verschillende maatregelen wordt binnen alternatief **Hybride** de wateraanvoer naar én het vasthouden van water in de beek vergroot. Allereerst wordt de wateraanvoer naar de beek vergroot door het verondiepen van sloten in het omliggende gebied. Ook in het brongebied worden verschillende watergangen gedempt. Hierdoor wordt de grondwaterstroom richting laagtes, waaronder de beek, versterkt. Ten tweede wordt er door bergingsgebieden nabij de Bakkefeanster Feart en andere (gestuurde) vormen van waterberging, zoals via de knipconstructie in de bosbeek, meer water vastgehouden in het beekdal. Ook de overstromingszone rondom de beek biedt de mogelijkheid om water in het gebied te laten infiltreren om zo water in het systeem te houden.

Dynamiek in waterstanden tussen winter en zomer is gebruikelijk in het beekdal, maar op het moment is wel sprake van hoge afvoerpieken door de te snelle afvoer. Op basis van uitgevoerde modelberekeningen (Antea Group 2018) neemt deze onnatuurlijke dynamiek in de waterstanden gedurende het jaar af door de herinrichting, en vertoont het een meer natuurlijk karakter. Het effect is bovenstrooms in het Koningsdiep het grootst. De effecten op de basisafvoer zijn naar verwachting niet zodanig dat de benodigde basisafvoer voor een natuurlijk functionerend systeem wordt behaald.

Op de piekafvoer is een significant positief effect te zien. Pieken in de waterafvoer worden afgevlakt en in perioden van droogte blijft langer water in het systeem aanwezig. Dit is terug te zien in lagere afvoeren onder meer extreme neerslagsituaties en een kleinere stijging van de piekwaterstanden ten opzichte van de gemiddelde waterstanden. Droogte in het beekdal heeft impact op de aanwezigheid van soorten. De effecten van droogte op de ecologie zijn afhankelijk van de regelmaat en voorspelbaarheid. Seizoensgebonden droogval is voorspelbaar. Het ecosysteem kan zich daarop aanpassen. Hier komen soorten voor die aanpassingen hebben om de periode van droogte kunnen overleven. Voorbeelden hiervan zijn: tolerantie voor uitdroging, een met de droogte gesynchroniseerde levenscyclus en bepaalde gedragsaanpassingen. Daarnaast bestaat er ook droogval die onregelmatig gebeurt. Onregelmatige droogval heeft grote gevolgen voor het watermilieu en de aquatische levensgemeenschap.

Naast dat er meer water in het gebied aanwezig blijft, en daarmee de afvoerdynamiek door het jaar heen afgevlakt wordt, wordt ook de interactie tussen het omliggende gebied versterkt binnen alternatief [Hybride](#). In delen van het gebied wordt de bodem tot 30 centimeter afgegraven. Hierdoor loopt de overstromingszone rondom de beek in perioden van hogere wateraanvoeren onder water – er staat in de winter water op maaiveld. Ook het aanvullende smalle beekprofiel in een deel van de in te richten percelen stroomt gedurende een periode met hoge peilen mee met het hoofdtraject. Zo stroomt de bypass (de huidige gekanaliseerde beek) in perioden met hoge afvoeren mee met de beek. In droge perioden staat het water stil in dit deel van de beek, maar is het traject wel watervoerend.

Binnen alternatief [Ongestuurd](#) wordt er ingezet op een ander KRW-type. Hierdoor verschilt het uitgangspunt voor de beoordeling van het herstel van de natuurlijke afvoerdynamiek licht. Binnen alternatief [Ongestuurd](#) wordt meer aansluiting gezocht bij een moerasbeek (KRW-type R20). Een moerasbeek vormt zich op plaatsen met een gering verhang op de hogere zandgronden. Binnen een moerasbeek is een duidelijke loop aanwezig binnen de moerasige laagte. De beek wordt gevoed door regen-, grond- en oppervlaktewater. Binnen een moerasbeek vormt de zijwaartse beweging van het water, met inundaties in de winter e.d., een onderscheidend onderdeel van de waterdynamiek.

Ook binnen alternatief [Ongestuurd](#) dragen de diverse maatregelen bij aan de natuurlijke afvoerdynamiek. De continuïteit van de waterstroom in de beek door de tijd heen wordt op verschillende manieren ondersteund. Net zoals binnen alternatief [Hybride](#) worden in het brongebied waterlopen gedempt en waterbergingsgebieden ingericht. Ook in de rest van het beektraject worden maatregelen getroffen om meer water aan te voeren naar en vast te houden in de beek. Door het dempen en verondiepen van sloten wordt de aanvoer van grondwater richting het beekdal versterkt. Daarnaast draagt het meanderen van de beek bij aan vertraging van de afvoer binnen het beektraject. Andere maatregelen, zoals hout in de beek en het achterwege houden van maaien in (delen) van de omgeving van de beek, dragen ook bij aan het vasthouden van water in de beek. Hierbij is het wel van belang dat (extreme) hoogwaterafvoeren mogelijk moeten zijn over deze structuren heen. De dwarsprofielen moeten de gemiddelde zomerafvoer kunnen afvoeren. In de winter kan het water over het maaiveld stromen.

Een beekbegeleidend moeras, zoals zich ontwikkelt bij alternatief [Ongestuurd](#), vormt een buffer die water vasthoudt gedurende natte perioden en langzaam afgeeft in drogere perioden. Tijdens hoogwaterafvoeren wordt water geborgen in de zone rondom de beek. Door het zo vertraagd afvoeren van het oppervlaktewater wordt de hoogwaterpiek uitgesmeerd over een langere periode. In droge perioden vindt er nalevering plaats vanuit deze zone. Wel bestaat er in zeer lange perioden het risico dat het water uitzakt en het beekdal verdroogt.

Al met al worden binnen beide alternatieven maatregelen getroffen om de afvoerdynamiek natuurlijker te maken. Door waterberging, het dempen van sloten en andere maatregelen worden piekafvoeren afgevlakt en de basisafvoer verhoogd. Binnen alternatief [Hybride](#) vormt de aanwezigheid van stuwen zowel een kans als een belemmering. Peilverschillen die door stuwen ontstaan kunnen ingezet worden om lokaal de stroming te versterken. Stuwen remmen echter stroming in de gehele beek af. Binnen alternatief [Ongestuurd](#) wordt door de meander en het beekbegeleidende moeras verder ingezet op het natuurlijk bergen en afremmen van de afvoer in het systeem. Hiermee zijn er kansen om de natuurlijke afvoerdynamiek meer te benaderen. Een aandachtspunt is dat de mate van versterking van de basisafvoer nog niet is gekwantificeerd. Vanwege de geringe bestaande afvoer is het niet de verwachting dat de basisafvoer van een natuurlijk systeem zal worden benaderd.

[Blik op de flanken](#)

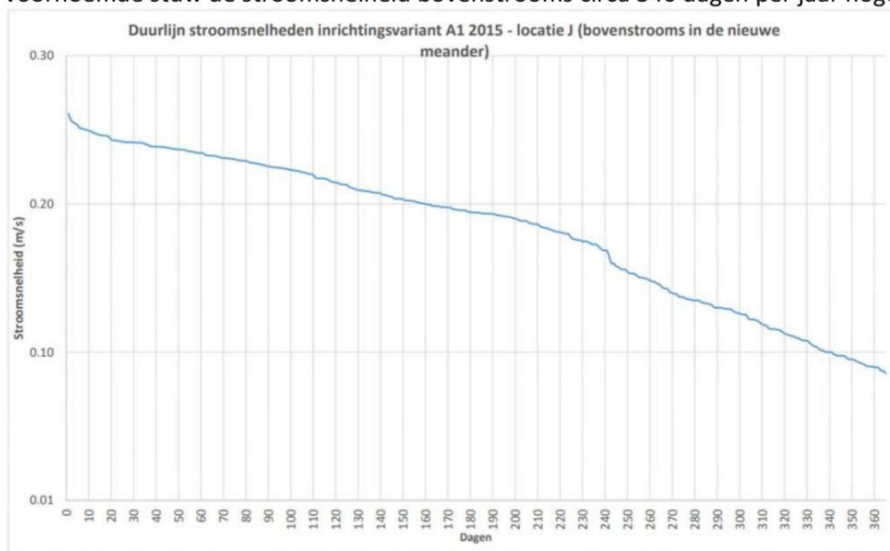
Maatregelen op de flanken hebben invloed op de hydrologische situatie in het beekdal. Verschillende maatregelen, zoals het verondiepen van de sloten, het omvormen van naaldbos en kleine stuwtjes in de sloten, zorgen ervoor dat water langer vastgehouden wordt op de flanken. Dit zorgt voor een meer constante aanvoer van water richting het beekdal. In natte perioden wordt er minder water direct afgevoerd naar de beek. Dit water wordt op de flanken vastgehouden om zo over een langere periode de beek te kunnen voeden. In die zin herstellen de maatregelen op de flanken tot op zekere hoogte de sponswerking van het beekdal. Dit biedt voor de alternatieven kansen om de natuurlijke afvoerdynamiek in het gehele stroomgebied te herstellen. Het alternatief **Ongestuurd** sluit hier nauw op aan, terwijl in het alternatief **Hybride** sprake blijft van een (gedeeltelijk) gestuurd beekdal en dus een minder positief effect.

Stagnatie

Onder stagnatie wordt het gebrek aan stroming verstaan. Stroming heeft invloed op verschillende kwaliteitsaspecten van het water, zoals de temperatuur in het oppervlaktewater en de aanwezigheid van zuurstof. Stroming en stagnatie vormen daardoor een basisvoorwaarde voor ecologische waterkwaliteit. Zowel binnen alternatief **Hybride** als in alternatief **Ongestuurd** worden maatregelen getroffen om de basisafvoer in het beekdal te verhogen. Hierbij kan gedacht worden aan waterberging, overstromingsgebieden en het dempen van watergangen. Voor een complete beschrijving wordt verwezen naar het voorgaande criterium. Door versterking van de basisafvoer van water kan de stroming binnen de beek versterkt worden.

Binnen alternatief **Hybride** wordt het KRW-type R5 nagestreefd. Binnen een gestuurd systeem, zoals het uitgangspunt vormt binnen alternatief **Hybride**, is het benutten van peilverschillen nabij de stuwen een kans om op verschillende plekken meer stroomsnelheid in de beek te creëren. Wel vormen stuwen een belemmering voor de algehele doorstroming van de beek. De stuwen remmen de stroming in de beek af om het water gecontroleerd door te laten lopen naar het volgende beektraject.

Bij stuw Mounleane is er, als voorbeeld van de mogelijke stroomsnelheden, een verhang van 1,5 m over een afstand van circa 1,3 km dat kan worden benut om lokaal hogere stroomsnelheden te verkrijgen. Hierdoor kan lokaal aangesloten worden bij dit kenmerk van een R5-watertype. Op basis van een gemodelleerde variant is bij voornoemde stuw de stroomsnelheid bovenstrooms circa 340 dagen per jaar hoger dan 0,1 m/s.



Figuur 8-23: Duurlijn stroomsnelheden (hybride variant) bovenstrooms in de nieuwe meander nabij stuw Mounleane gemodelleerd voor 2015/2016 (winterperiode indicatief voor een gemiddelde winter). Bron: Antea Group 2018.

Een hogere stroomsnelheid betekent logischerwijs dat deze over een korter traject kan worden behaald. Het bepalen van de optimale lengte van het traject (waarover het peilverschil wordt benut om stroomsnelheid te creëren) is een ontwerpogave. Hierbij is de afweging tussen omvang en kwaliteit van het resulterende habitat leidend.

Een stuw vormt een blokkade in het water waardoor het water niet vrij kan doorstromen. Hierdoor remmen de stuwen de stroming. Echter, zonder aanvullende inrichtingsmaatregelen om een meer natuurlijke situatie te creëren is de aanwezigheid van stuwen benodigd. Zonder bijvoorbeeld natuurlijke bronnen van stuwing zou

anders in de incidentele situatie zonder wateraanvoer de beek 'leeglopen'. De stuwen zorgen ervoor dat er ook in droge perioden nog water in de beek blijft staan.

Een lokale vergroting van de stroomsnelheid is mogelijk door het huidige grote profiel deels te laten verlanden en/of dichtgroeien. Met 'stroombaanmaaien' kan een stroompje worden gecreëerd waarin relatief hoge stroomsnelheden worden verkregen. Het effect van deze maatregel op stromingsminnende soorten is nog onvoldoende aangetoond om hier conclusies aan te verbinden.

In het alternatief **Ongestuurd** vormt het KRW-type R20 het uitgangspunt voor de benodigde stroming in de beek. Een moerasbeek kan gekarakteriseerd worden als een beek met een jaargemiddelde stroomsnelheid groter dan 0 cm/s tot ongeveer 20 cm/s. Binnen dit alternatief worden de stuwen uit de waterloop verwijderd. Ook wordt de beek verondiept en versmald, wat de stroomsnelheid zal vergroten over het gehele traject. Tevens wordt er een knijpconstructie aangelegd die zorgt dat de gewenste waterstanden worden gerealiseerd en dat de waterberging water vasthoudt. Door de aanleg van flauwe oevers wordt het dwarsprofiel vergroot, waar dit aansluit op de overstromingsvlaktes.

Concluderend kan worden gesteld dat beide alternatieven zorgen voor een toename in stroming en afname van stagnatie ten opzichte van de referentiesituatie. Binnen alternatief **Hybride** kunnen vooral lokaal hogere stroomsnelheden behaald worden. De stuwen vormen wel een belemmering voor natuurlijke stroming in de beek. Binnen alternatief **Ongestuurd** wordt de stroomsnelheid over het gehele traject vergroot door verondieping en versmalling van de beek. Binnen alternatief **Ongestuurd** sluit de stroomsnelheid daarmee beter aan bij een natuurlijk systeem. Afhankelijk van het uiteindelijke ontwerp zal de verandering beter gekwantificeerd kunnen worden dan nu is gedaan.

Blik op de flanken

Stroming is mede afhankelijk van de wateraanvoer en het verhang in het gebied. Door maatregelen op de flanken kan de wateraanvoer naar het beekdal veranderen. Door de verschillende maatregelen, zoals het verondiepen en het plaatsen van kleine stuwtjes in de sloten buiten de in te richten percelen, wordt de toestroom van water naar de beek uitgesmeerd over een langere periode. Door blijvende voeding van de beek vanuit het beekdal wordt hiermee ook de stroomsnelheid van het water door het jaar heen (licht) vergroot. Dit is een cumulatief positief effect. De gevolgen van herinrichting van de beek worden er evenwel niet significant door veranderd.

Connectiviteit

Tussen alternatief **Hybride** en alternatief **Ongestuurd** bestaan verschillen in de manier waarop de mogelijkheden voor connectiviteit ingevuld worden. Binnen alternatief **Hybride** worden de stuwen in het plangebied behouden. Om een hoger peil in peilvak Heidehuizen te realiseren wordt de vispassage bij de Poasen uitgebreid met twee schotten. In het bos bij de Beakendyk wordt de beekmeander hersteld en er wordt een nieuwe meander aangelegd ter hoogte van stuw Mounleane. Deze meanders zorgen dat de connectiviteit van de beek voor vissen, macrofauna en waterplanten toeneemt. Ook amfibieën, reptielen en kleine zoogdieren kunnen van aangelegde meanders profiteren. Wel is de bypass bij stuw Beakendyk niet permanent meestromend met de beek, waardoor dit wel een aandachtspunt blijft. Binnen de rest van het beekdal blijft de huidige beek behouden. Bij alternatief **Ongestuurd** worden de stuwen in het traject verwijderd. De mogelijkheden voor (vis)migratie zijn daarmee beter dan in het gestuurde systeem. Het risico van droogval in extreme droogteperiodes speelt meer in het ongestuurde alternatief, wat de connectiviteit onderbreekt. In beide alternatieven is de connectiviteit beter dan in de referentiesituatie.

In het brongebied zijn meerdere stuwen aanwezig, die gehandhaafd blijven. De verbeteringen in connectiviteit van het Alddijp werken dus alleen lokaal door. Om de connectiviteit verder te verbeteren zijn aanvullende maatregelen in het brongebied nodig. Op basis van de beschikbare informatie is nog onvoldoende te zeggen over bijvoorbeeld de stroming, frequentie van droogval en andere factoren. Dit vraagt om nadere uitwerking om de connectiviteit te optimaliseren.

Blik op de flanken

Geen additionele effecten verwacht.

Diversiteit in aquatische biotopen

In het **Hybride** alternatief wordt KRW-type R5 (langzaam stromende middenloop/benedenloop op zand) in stand gehouden, maar de knelpunten om aan R5 te voldoen zullen door de maatregelen die worden getroffen afnemen. Maatregelen die genomen worden zijn het realiseren van meandering, het herstel van (lokale) stroming door middel van stuwen en het verlagen van de fosfaataanvoer. Dit kan de diversiteit in aquatische biotopen vergroten, omdat meer locaties met verschillende stroomsnelheden – en daarmee biotoop voor stromingsminnende soorten – ontstaan. Voor het watertype R5 wordt de biodiversiteit gevormd door de wat kleinere stromingsminnende soorten zoals biermpje, riviergrondel, en rivierdonderpad. In de zones met vrij beperkte stroomsnelheden kunnen eurytope soorten als baars en blankvoorn aanwezig zijn. In de zones met geringe stroming, zoals de nieuwe meander, kunnen ook plantminnende soorten als snoek, vetje, zeelt, ruisvoorn en tiendoornige stekelbaars zich vestigen. Deze laatste soorten worden in de hoofdstroom van beken met voldoende stroming niet of nauwelijks verwacht. Tevens ontstaat in de beek biotoop voor waterplanten zoals stomphoekig sterrenkroos en grote waterranonkel en macrofauna zoals weidebeekjuffer, kokerjuffer en blauwe breedscheenjuffer.

Voor het **Ongestuurde** systeem wordt uitgegaan van een moerasbeek, waarmee de actueel voorkomende macrofauna eigenlijk beter aansluit bij de KRW-doelen. In het ongestuurde systeem wordt het aanbod aan leefgebieden, voedsel en schuilmogelijkheden rondom de steilere en flauwe oevers, de plassen en het moeras vergroot. Lokaal zal er plaats zijn voor stromingsminnende en algemene vissen in de moerasbeek, door de aanwezigheid van een continue loop en open water. Daarnaast ontstaat op beekdelen meer variatie in stroomsnelheden, waardoor de maatregelen ook gunstig zijn voor de (gering) stromingsminnende soorten. Er ontstaat een mozaïek aan habitats voor soorten uit het aquatische milieu, wat zorgt voor een grotere kans op diversiteit aan vissoorten ten opzichte van het **hybride** alternatief.

De visstand van een moerasbeek en de meanders zal worden gevormd door een beperkt aantal reofiele soorten, zoals biermpje, riviergrondel en winde. In de moeraszone worden daardoor plantminnende en zuurstoftolerante soorten aangetroffen, zoals kleine modderkruiper, ruisvoorn, snoek, tiendoornige stekelbaars, vetje en zeelt. Twee uitgesproken soorten van moeraszones, de kroeskarper en grote modderkruiper zijn ook zeer karakteristiek voor deze systemen. Daarnaast kan de overstromingszone dienstdoen als opgroeihabitat. De duur van de overstromingsperiode is niet doorgerekend.

Concluderend zorgt het herstel van randvoorwaarden in het **hybride** alternatief voor het ontstaan van geschikte omstandigheden voor de KRW-type R5 doelsoorten. Het **ongestuurde** alternatief zorgt echter voor een grotere kans op een hogere diversiteit aan vissoorten. Het succes en de ontwikkeling van soorten is wel afhankelijk van bronpopulaties. Daarnaast kan de watertemperatuur van invloed zijn. Het verondiepen in het **Ongestuurde** alternatief kan tot gevolg hebben dat de temperatuur in de beek oploopt. Echter, beschaduwning door het aanleggen van beekbossen zal de beschikbare hoeveelheid licht in de waterloop beperken waardoor opwarming van het beekwater vermindert en tevens woekering van waterplanten wordt tegengegaan. Hierbij geldt nog wel een ontwikkelduur bij aanleg van nieuwe, jonge bossen tot volwassen bos met voldoende schaduw.

Naast de aanwezigheid van bronpopulaties en de temperatuur van de beek, staat het succes van de aquatische flora en fauna onder invloed van sedimentatie dat door opwerveling voor vertroebeling kan zorgen. Bij het **Hybride** alternatief gaat de stroomsnelheid lokaal omhoog, waardoor op deze locaties iets meer erosie en stroomafwaarts iets meer sedimentatie op kan treden. Ten opzichte van de referentiesituatie is dit effect gering. Bij het **Ongestuurde** alternatief worden bij de herinrichting veel grondwerkzaamheden uitgevoerd. Na herinrichting moet een nieuw evenwicht ontstaan tussen de erosie en sedimentatie. Dit kan enkele jaren voor wisselende omstandigheden zorgen, met zowel positieve effecten als negatieve. Wanneer het evenwicht is bereikt, zal er in de zomer in de beek nauwelijks sedimentatie optreden, omdat de stroomsnelheden hier altijd hoger liggen dan daarbuiten. Wanneer het water in de zomer uit de beek treedt en in het beekdal komt, zal sedimentatie optreden in de diepere delen en erosie in de ondiepe delen. Door de lage stroomsnelheden zal de morfologische impact van deze processen beperkt zijn.

Blik op de flanken

In het scenario van flank tot flank is er een constantere aanvoer van water, waardoor verschillende risico's voor de waterkwaliteit worden beperkt. Er zal bijvoorbeeld minder sprake zijn van stilstaand water in het alternatief **Hybride** en van verdroging in het alternatief **Ongestuurde**. De positieve effecten van herinrichting van het beekdal worden daardoor versterkt.

Belasting en toxiciteit

De huidige fysisch-chemische waterkwaliteit in het Koningsdiep is niet op orde (Ecofide, 2015). De maximale toxische druk – Ecologische Sleutel Factor 5 Toxiciteit – wordt voornamelijk overschreden door het gewasbeschermingsmiddel diazinon, kobalt en PAK benzo(a)pyreen. De belasting van het watersysteem voldoet niet aan de norm, waarbij fosfor en zuurstof (i.e. zuurstofverzadiging en biochemisch zuurstofverbruik) de voornaamste oorzaak zijn. De waterkwaliteit wordt maar ten dele bepaald door het landgebruik direct aangrenzend aan de beek, de uitspoeling van nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen in het gehele stroomgebied speelt een belangrijke rol.

Binnen beide alternatieven wordt door het uitmijnen en het verwijderen van de toplaag in delen van de in te richten percelen de fosfaatbalans veranderd. Autonoom wordt deze ook al licht verbeterd door groen pachtbeheer (geen gebruik van bemesting). In het alternatief **Ongestuurd** ontstaat een sterke vernatting als gevolg van het verondiepen, natuurlijke waterberging en een brede oeverzone. Hierdoor ontstaat een risico op uitspoelen van nutriënten en verzuring. Echter, door het uitmijnen/verwijderen van de toplaag wordt de fosfaatbalans veranderd en het risico op uitspoeling verminderd. Zowel binnen alternatief **Hybride** als binnen alternatief **Ongestuurd** zijn er kwelstromen aanwezig richting de beek. Kwel heeft een bufferende werking. De grondwaterkwaliteit verbetert lokaal door de binding van fosfor (door de aanwezigheid van ijzer in de kwel).

In alternatief **Hybride** worden peilverschillen ingezet om lokaal hogere stroomsnelheden te behalen. De negatieve effecten van de te hoge belasting zullen (waarschijnlijk) lokaal minder invloed hebben door de aanwezigheid van stroming: zuurstof neemt toe en fosfor neemt af door de stroming en het voorkomen van de opbouw van een (zuurstofvragende) sliblaag.

In drogere perioden kunnen in beide alternatieven de mogelijkheden om voldoende stroomsnelheid in de beek te creëren ontbreken. Binnen alternatief **Ongestuurd** zakt het water uit en blijft het water lokaal in laagtes staan bij extreme droogte. Beschaduwning, zoals binnen alternatief **Ongestuurd** ontstaat langs delen van het beektraject, zorgt wel voor een afname in de verdamping en opwarming van het water. De lage stroomsnelheid kan in combinatie met bladinvall leiden tot de opbouw van een (zuurstofvragende) sliblaag. Binnen alternatief **Hybride** zorgen opstuwing (door de stuwen) en het gebrek aan watertoevoer ervoor dat het water stil komt te staan en (versneld) verdampt. Zuurstof neemt af en fosfor neemt toe door verdamping, met een negatieve impact op de belasting van het systeem. Stilstaand water zonder beschaduwning zal ook sneller opwarmen met negatieve gevolgen voor de waterkwaliteit. Anderzijds kunnen de stuwen in het beekdal ook betekenen dat er beperkte stroming aanwezig blijft. Dit is sterk afhankelijk van de wateraanvoer en de waterbuffers.

Blik op de flanken

De flank tot flank maatregelen – waarbij de fosfaatbalans wordt beïnvloed door slootrandenbeheer buiten de in te richten percelen, de landbouw wordt omgevormd naar natuurinclusieve/kringloop landbouw en op de flanken bos wordt aangelegd – zullen de waterkwaliteit verder doen verbeteren. Het kunnen behalen van KRW-doelen wordt daardoor kansrijker, maar de effecten van herinrichting van het beekdal worden niet significant beïnvloed.

Beoordeling

De natuurlijke afvoerdynamiek wordt in het alternatief **Ongestuurd** lokaal sterk hersteld omdat kan worden aangenomen dat de afvoer van water wordt geremd. Met name de piekafvoer van water wordt afgevlakt. Dit leidt tot een zeer positieve beoordeling. In samenhang met maatregelen op de flanken wordt dit effect nog sterker. Aandachtspunt is dat het niet waarschijnlijk is dat de natuurlijke afvoerdynamiek volledig hersteld wordt gezien de beperkte basisafvoer. Alternatief **Hybride** zorgt voor een gedeeltelijk herstel van de natuurlijke afvoerdynamiek, maar er blijft sprake van een gestuurd (onnatuurlijk) systeem en daarom wordt slechts een positieve beoordeling gegeven. Zeker wanneer binnen scenario van flank tot flank de natuurlijke afvoerdynamiek wél wordt hersteld, wordt de potentie van het beekdal op dit aspect niet behaald. In dit scenario is het alternatief dan ook niet efficiënter.

Beide alternatieven zorgen voor een toename in/herstel van stroming en hebben daardoor positieve gevolgen voor de ecologische sleutelfactor Stagnatie. Binnen alternatief **Hybride** kunnen vooral lokaal hogere stroomsnelheden behaald worden. Binnen alternatief **Ongestuurd** wordt de stroomsnelheid over het gehele traject vergroot. Binnen alternatief **Ongestuurd** sluit de stroomsnelheid daarmee beter aan bij een natuurlijk systeem. Alternatief **Hybride** scoort daarom positief en alternatief **Ongestuurd** zeer positief op het criterium stagnatie. Echter, afhankelijk van het uiteindelijke ontwerp zal de verandering beter kwantificeerbaar zijn.

Doordat in het scenario van flank tot flank meer water beschikbaar is zal de toename in stroming door beide alternatieven verder toenemen. Met name voor alternatief **Ongestuurd** betekenen deze maatregelen dat er meer voeding is vanuit het omliggende systeem, en dat daarmee het gehele jaar meer stroming verkregen kan worden.

Alternatief **Hybride** scoort positief op connectiviteit doordat de meanders de mogelijkheden voor (vis)migratie in de beek vergroten. Alternatief **Ongestuurd** scoort zeer positief, omdat de stuwen in de beek worden verwijderd. Droogval in de zomer kan invloed hebben op deze connectiviteit. De kans op droogval is groter in het ongestuurde alternatief ten opzichte van het hybride alternatief, maar dit speelt in extreme droogteperiodes dus niet continu. Binnen beide alternatieven blijven de stuwen in het brongebied gehandhaafd. Maatregelen op de flanken kunnen bijdragen aan het vasthouden van water en daarmee het tegengaan van droogte. Dit zal op beide alternatieven dezelfde positieve impact hebben.

Beide alternatieven creëren meer mogelijkheden voor diversiteit in aquatische biotopen. Het alternatief **Ongestuurd** wordt zeer positief beoordeeld omdat een mozaïek aan biotopen ontstaat voor een diversiteit aan soorten en omdat positieve gevolgen optreden voor de ecologische sleutelfactoren Bufferzone en Waterplanten. In het alternatief **Hybride** is dit in mindere mate het geval, waardoor (slechts) een positieve beoordeling wordt gegeven. De positieve gevolgen van beide alternatieven worden versterkt wanneer door maatregelen op de flanken constantere beschikbaarheid van water wordt gerealiseerd.

Door een toename in stroomsnelheid en kwel en het mitigeren van uitspoeling van nutriënten wordt een zeer positief effect op de waterkwaliteit behaald in beide alternatieven. Mogelijke risico's voor de waterkwaliteit worden in het alternatief **Ongestuurd** gemitigeerd, op het risico op verdroging na. Er wordt daarom een positieve beoordeling gegeven. In het alternatief **Hybride** zorgt stilstaand water voor risico's voor de waterkwaliteit, die ook in de referentiesituatie bestaan. Dit leidt tot een neutrale beoordeling. De maatregelen op de flanken zorgen voor een verdere verbetering van de waterkwaliteit, maar niet voor een afwijkende beoordeling van de effecten van de alternatieven.

Bovenstaande beschrijvingen leiden tot de volgende beoordelingen:

Tabel 8-4 Beoordeling waterkwaliteit

Thema	Beoordelingscriteria	Alternatief Hybride		Alternatief Ongestuurd	
		Beoordeling	Blik op de flanken	Beoordeling	Blik op de flanken
Ecologische waterkwaliteit	Effect op de afvoerdynamiek	+	≈	++	↑↑
	Gevolgen voor stroming en stagnatie	+	↑	++	↑
	Connectiviteit	+	↑	++	↑
	Diversiteit in aquatische biotopen	+	↑	++	↑
	Belasting en toxiciteit	0	≈	+	≈

8.3 Waterveiligheid

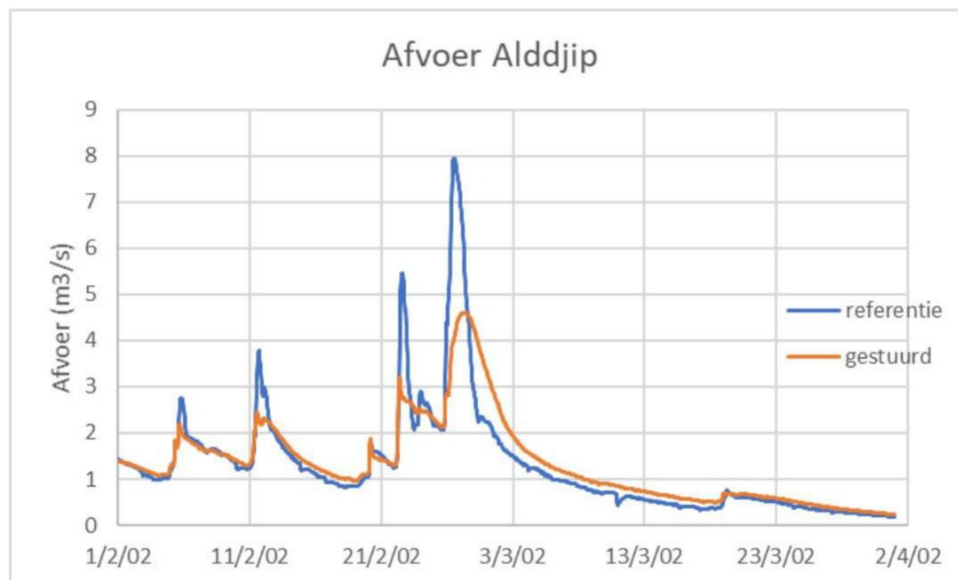
Het beoordelingskader voor het thema waterveiligheid is als volgt:

Tabel 8-5: Beoordelingskader thema Waterveiligheid

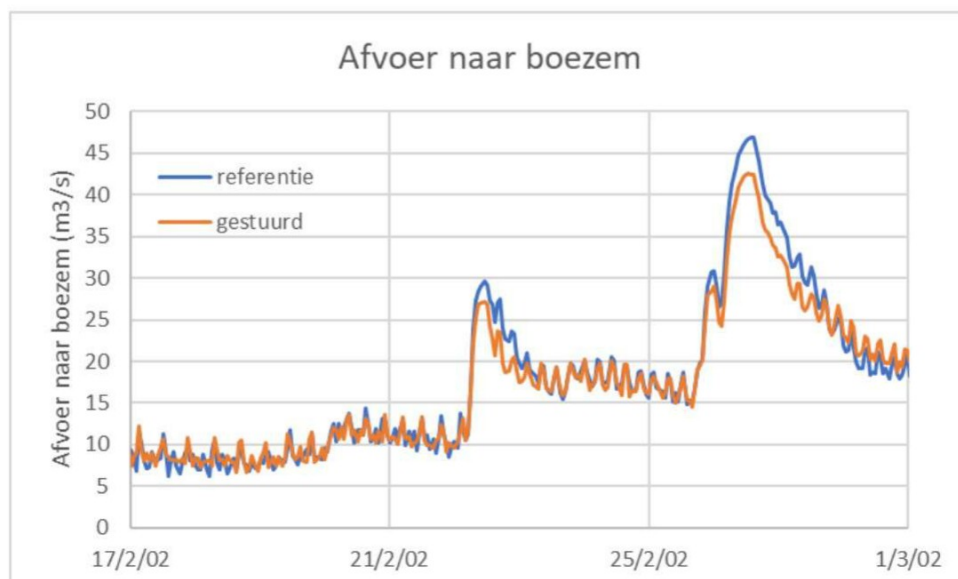
Thema	Beoordelingscriteria
Waterveiligheid	Afname (%) afvoer naar boezemwatersysteem (T=10)
	(Klimaat)robuustheid van het watersysteem

Afname (%) afvoer naar boezemwatersysteem (T=10)

Voor het alternatief **Hybride** zijn met het genoemde oppervlaktewatermodel berekeningen uitgevoerd. Wanneer naar de afvoer bij stuw Heidehuizen en naar Poasen, dus de afvoer vanuit het Alddijp zelf, wordt gekeken, nemen de piekafvoeren verder af. Het afgevoerde volume neemt af tot ca. 85% van de referentiesituatie, de afvoerpiek neemt af tot ca. 60% van de referentiesituatie. In Figuur 8-22 is dit weergegeven. Verder blijkt uit het oppervlaktewatermodel-berekeningen dat de piekafvoer bij de T=10-situatie met 8 à 9% afneemt, van 30 en 47 m³/s tot 27,2 en 42,5 m³/s. In Figuur 8-23 zijn de afvoeren naar de boezem weergegeven. Uit de berekeningen blijkt ook dat de afvoer over een langere periode wordt verdeeld, waarbij de afvoer na de afvoergolf iets hoger is.



Figuur 8-24: Modelmatig berekende afvoer vanuit het Alddijp (gestuurd = hybride) (bron: Sobek-model, 2018)



Figuur 8-25: Modelmatig berekende afvoer naar de boezem (gestuurd = hybride) (bron: Sobek-model, 2018).

Naast deze wintersituatie is tevens de periode 1 januari 2015 t/m 31 december 2016 doorgerekend. De totale afvoer naar de boezem neemt bij het alternatief **Hybride** zeer beperkt (ca. 2%) af over de gehele periode. Ook de afvoer vanuit het Alddijp blijft vrijwel gelijk aan de referentiesituatie. Verwacht kan worden dat de werkelijke afname van de afvoer iets groter zal zijn, omdat in een oppervlaktewatermodel de interactie met het grondwater in droge perioden vaak wordt onderschat. Bij het alternatief **Hybride** krijgt het water in het Alddijp – meer dan in de referentiesituatie – de gelegenheid om in de bodem te infiltreren. Daarnaast zijn de maatregelen erop gericht om de afvoer van kwel te beperken. Het resultaat zal naar verwachting zijn dat vooral in de zomers er vanuit het Alddijp minder afvoer zal optreden.

De inrichting van het watersysteem is bij het alternatief **Ongestuurd** anders dan bij het alternatief **Hybride**. Echter, bij beide systemen is er veel ruimte in het beekdal om piekafvoeren te bergen. Er wordt daarom verwacht dat de afname van de piekafvoeren bij het **Ongestuurde** alternatief gelijk zal zijn aan het **Hybride** alternatief.

Met alternatief **Ongestuurd** wordt waterberging gerealiseerd binnen het beekdal. Daarmee ontstaat ook binnen dit alternatief ruimte in het beekdal om piekafvoeren te bergen. Daarnaast speelt natuurlijke stuwing een belangrijke rol in de waterveiligheid van het beekdalsysteem. Een afwisselende inrichting van het beekdal kan daarnaast bijdragen aan het verminderen van wateroverlast. In een natuurlijk beeksysteem wisselen snel- en langzaam stromende delen zich af. Snelstromende delen zorgen voor de afvoer van water, terwijl in de langzaam stromende delen ruimte is voor infiltratie en verdamping. De vegetaties in de langzaam stromende delen vormen een figuurlijke spons. Het ruigere karakter maakt dat ze water afremmen en vasthouden en daarmee de afvoerpiek gelijkmatiger maken. Ter vergelijking, een soortenrijk grasland heeft een weerstand van $\sim 2^6$; moerasvegetaties en elzenbroekbossen hebben een weerstand van respectievelijk ~ 16 en ~ 50 . Daarmee is binnen alternatief **Ongestuurd** meer natuurlijke remming te realiseren dan binnen alternatief **Hybride**. In de winterperiode is er in het beekdal sprake van hogere grondwaterstanden en opstuwung (zie paragraaf 8.1), wanneer er in deze periode sprake is van hogere (piek)afvoeren, dan vormt de impact van de opstuwung een risico voor de omliggende landbouwgebieden.

Binnen alternatief **Hybride** kan door middel van de aanwezige stuwen in het beekdal direct gestuurd worden op de afvoer naar de boezem. Met deze sturing kan gericht actie ondernomen worden om waterveiligheidsdoelen te behalen. Binnen alternatief **Ongestuurd** is de afname van de afvoer meer afhankelijk van natuurlijke processen, zoals de natuurlijke inrichting van het beekdal. Dit brengt meer onzekerheden met zich mee. Echter; natuurlijke waterberging en de remming van de waterstroom door de aanwezigheid van natuurlijke stuwing brengen ook kansen met zich mee om het water lokaal in het beekdal op te vangen, om zo benedenstrooms een sterke afvlakking van de afvoerpiek te bereiken.

Blik op de flanken

De maatregelen op de flanken zorgen ervoor dat er meer water vastgehouden wordt op de flanken. Dit maakt dat de toestroom van water in een periode met extreme neerslag naar het beekdal afremt. Hierdoor kan een verdere afvlakking van de afvoerpieken bereikt worden en wordt de natuurlijke afvoerdynamiek hersteld. Dit versterkt voor beide alternatieven de positieve gevolgen. Met name voor het alternatief **Ongestuurd** is sprake van een toename van positieve effecten omdat de inrichting van het beekdal ertoe bijdraagt dat het water langer wordt vastgehouden en gelijkmatiger wordt afgevoerd.

(Klimaat)robuustheid van het watersysteem

De klimaatrobuustheid van een systeem is de mate waarop het systeem reageert op perioden van klimaatextremen. Daarom wordt bij dit aspect ingegaan op de manier waarop het systeem reageert op perioden van (extreme) droogte en neerslag.

Droogte

De twee alternatieven reageren op verschillende manieren op droogte. Binnen alternatief **Hybride** vormen stuwen een belangrijke manier waarop het systeem omgaat met droogte. Middels de stuwen kan in droge perioden gestuurd worden op de hoeveelheid water die in het systeem aanwezig blijft. De stroming neemt in het water dat in het beeksysteem blijft staan wel af. De waterkwaliteit gaat daarmee achteruit. Binnen alternatief **Ongestuurd** vormt natuurlijke stuwing een belangrijke manier waarop de afvoer van water uit het beeksysteem wordt geremd. Daarnaast vormt de moeras- en overstromingszone gebieden waarin water wordt opgevangen.

⁶ k-waarde [m]

Deze sponswerking wordt het sterkst hersteld binnen alternatief **Ongestuurd**, maar ook binnen alternatief **Hybride** worden hiertoe maatregelen getroffen. Binnen alternatief **Ongestuurd** zal, wanneer de droogte zeer lange perioden aanhoudt, het water uitzakken. Wel blijft er naar verwachting her en der (in laagtes) water in het beekstelsysteem staan.

In de huidige situatie heeft het beekdal te maken met perioden met een lage afvoer en weinig stroming. Autonoom kan dit versterkt worden door ontwikkelingen in het IJsselmeer. In droge perioden zou de aanvoer van water uit het IJsselmeer verminderd kunnen worden. Dit maakt dat droogte zowel bij de alternatieven als in de referentiesituatie een beduidend risico is. Binnen de alternatieven wordt wel invulling gegeven aan het beter vasthouden van water in het beekdal. Tevens worden binnen beide alternatieven de grondwaterstanden hooggehouden, waardoor er, in vergelijking tot de referentiesituatie, beter omgegaan kan worden met perioden van droogte.

Flora en fauna reageren op perioden van droogte. De effecten van droogte op beekgebonden waterfauna zijn door het STOWA (2020)⁷ in beeld gebracht. Na een periode van droogte lieten meer soorten een afname zien, dan dat er soorten toenamen. Er spelen effecten op individuele soorten. De stromingspreferentie van de taxa was sturend in hun reactie op perioden van droogte. Bij soorten met een voorkeur voor matig tot snelstromend water was een negatieve reactie vaker voorkomend dan bij andere soorten. Soorten die na een periode zonder stroming toenamen hadden een grotere voorkeur voor stilstaand water. Droogvalduur was een belangrijke milieufactor die de respons bepaalde. Beken met een hogere ecologische kwaliteit hadden te maken met een grotere terugval in ecologische kwaliteit dan beken met een lagere ecologische kwaliteit. Dit komt waarschijnlijk doordat in beken met een hogere ecologische kwaliteit meer relatief zeldzame soorten voorkomen. Als deze uit de beek verdwijnen in perioden van droogte, dan duurt het langer voordat deze via herkolonisatie terug zijn. De impact van droogte speelt daarmee op een stroomgebied-brede schaal. Zowel bij de uitvoering van de alternatieven als in de referentiesituatie vormt droogte een groot aandachtspunt. Door de verschillende maatregelen binnen de alternatieven wordt een verbetering behaald ten opzichte van de referentiesituatie. Binnen alternatief **Hybride** wordt ook ingezet op stromingsminnende soorten. Uit het hiervoor beschreven onderzoek is te verwachten dat de impact van droogte daarmee groter is voor dit alternatief. In perioden dat de beek droogvalt ontstaat er binnen beide alternatieven een knelpunt op het vlak van vismigratie.

Neerslagextremen

Neerslagextremen, zoals deze in de zomer maar ook in andere jaargetijden voor kunnen komen, vormen een andere ontwikkeling die vraagt om een klimaatrobuuste inrichting van het beekdal. Bij het voorgaande aspect (zie de beschrijving van afvoer in paragraaf 8.1) is hier in detail op ingegaan. Binnen alternatief **Hybride** kan gedurende perioden van hoge afvoeren de nevenbeek worden ingezet om een groter stromingstraject te creëren. Daarnaast vormen de stuwen een manier om te sturen op de afvoer van het systeem. Verder is er ruimte voor waterberging op de percelen naast de beek. Binnen alternatief **Ongestuurd** vormen het moeras en de overstromingszone plekken waar water geborgen kan worden. Daarnaast heeft het bos een remmende werking op de afvoer van water. Hierdoor worden de afvoerpieken benedenstrooms afgevlakt. Binnen beide alternatieven is er in het brongebied ruimte voor waterberging. In extreem natte periodes kan de inundatie bij het alternatief **Ongestuurd** ook buiten het plangebied reiken, waar dit voor wateroverlast kan zorgen.

Blik op de flanken

De maatregelen op de flanken hebben tot gevolg dat water langer vastgehouden wordt op de flanken. Dit maakt dat de toevoer van water naar de beek al meer geleidelijk verloopt. Daarmee is het systeem meer klimaatrobuust ingericht. In het alternatief **Hybride** wordt vervolgens het water alsnog relatief snel afgevoerd door de beek. In het alternatief **Ongestuurd** wordt het water ook in het beekdal meer vastgehouden en leidt een toename van wateraanvoer tot het verminderen van de kans op uitzakking in droge perioden. Maatregelen van flank tot flank zorgen er dan ook voor dat de positieve effecten van dit alternatief versterkt worden.

Beoordeling

In het alternatief **Hybride** ontstaat meer ruimte voor infiltratie en blijft sturing op de afvoer middels de stuwen mogelijk. De percentuele afname van de afvoer naar het boezemwatersysteem wordt zeer positief beoordeeld. In het alternatief **Ongestuurd** is die sturing niet meer mogelijk en ontstaan onzekerheden en wellicht risico's voor het boezemwater- en beekstelsysteem. De toename van mogelijkheden voor infiltratie, natuurlijke remming van

⁷ Stowa (2020) Effecten van droogte op beekgebonden waterfauna, [link](#)

water en afvlakking van de afvoerpieken leiden desalniettemin tot een positieve beoordeling. In het scenario van flank tot flank is er sprake van versterkte positieve gevolgen, waarbij de risico's van het ongestuurde systeem deels worden gemitigeerd omdat de aanvoer van water gelijkmatiger is.

Beide alternatieven dragen positief bij aan de klimaatrobustheid van het systeem doordat de afvoerpiek wordt afgevlakt en ruimte voor waterberging wordt gecreëerd. Dit draagt bij aan het voorkomen van wateroverlast bij neerslagextremen. In lange perioden van droogte zorgen stuwen er in de referentiesituatie en het alternatief **Hybride** voor dat water kan worden vastgehouden. Het alternatief **Ongestuurd** mist deze stuwen en heeft mede daardoor het risico dat het beekdal droogvalt. Dit leidt tot een positieve beoordeling voor het alternatief **Hybride** en een neutrale voor het alternatief **Ongestuurd**. De maatregelen op de flanken verminderen het risico op droogvallen van de beek, waardoor in dat geval een positieve beoordeling wordt gegeven voor het alternatief **Ongestuurd**. De positieve effecten van het alternatief **Hybride** worden in dit geval deels tenietgedaan omdat het vasthouden van water met stuwen minder nodig is als er meer toevoer is van water.

Bovenstaande beschrijvingen leiden tot de volgende beoordelingen:

Tabel 8-6 Beoordeling waterveiligheid

Thema	Beoordelingscriteria	Alternatief Hybride		Alternatief Ongestuurd	
		Beoordeling	Blik op de flanken	Beoordeling	Blik op de flanken
Waterveiligheid	Afname (%) afvoer naar boezemwatersysteem (T=10)	++	↑	+	↑↑
	(Klimaat)robustheid van het watersysteem	+	≈	0	↑

8.4 Natuur

Het beoordelingskader voor het thema natuur is als volgt:

Tabel 8-7 Beoordelingskader thema Natuur

Thema	Beoordelingscriteria
Natuur	Mogelijkheden voor hoge natuurkwaliteit (NNN)
	Effecten op bestaande natuurwaarden (NNN/FF)
	Effecten op Natura 2000-gebieden
	Mogelijkheden om bij te dragen aan N2000-opgaven

Mogelijkheden voor hoge natuurkwaliteit (NNN)

Grondwaterstanden

Het beekdal is in de huidige situatie te droog en gevoelig voor verdroging. Dit beperkt de mogelijkheden voor een hoge natuurkwaliteit. Als gevolg van de voorgestelde maatregelen ontstaan in zowel het **Hybride** alsook het **Ongestuurde** alternatief hogere grondwaterstanden, wat in de eindsituatie zorgt voor een gradiënt met natte en drogere delen. In het hydrologisch rapport is verkend in welke mate de ambities voor de natuurbeheertypes binnen de in te richten percelen aansluiten bij de grondwaterstanden in het gebied. Hieruit blijkt dat op veel punten in de toekomstige NNN-gebieden geen sprake meer is van te lage grondwaterstanden. Volgens de analyse kan de GHG nog wel hoger uitvallen dan de optima van specifiek beoogde natuurdoeltypen, maar dit zal geen negatieve impact hebben op de natuurdoeltypen. Door de aanwezigheid van de gradiënt zullen de natuurdoeltypen zich ontwikkelen het nieuwe hydrologische systeem.. In het algemeen wordt geconcludeerd

dat de GHG en GLG bij het **Hybride** alternatief beter aan de eisen van de natuurdoeltypes voldoet dan de referentiesituatie wanneer wordt getoetst aan de langjarige gemiddelden. Echter, in het ongestuurde alternatief zou kunnen worden gesteld dat meer kwel beschikbaar is. De kans op een hoge natuurkwaliteit in het hybride en ongestuurde systeem ontlopen elkaar daarom weinig.

In het natuurbeheerplan zijn de volgende ambitiebeheertypes aan het brongebied gegeven: N10.01 (nat schraalland), N10.02 (vochtig hooiland) en N11.01 (droog schraalland) (samen 80% van het gebied). In de toekomstige situatie wordt bij de GHG bij 35% tot ruim 90% aan het doel voldaan. Bij de referentiesituatie was dit 10% tot 65%. Bij de GLG is bij N10.02 nog maar 12% van de oppervlakte te droog (45% bij de referentiesituatie). N11.01 blijft overwegend suboptimaal, en is nog maar bij 20% van de oppervlakte echt te droog (was 40%). Opgemerkt moet worden dat N11.01 geen GLG heeft, omdat het geen grondwaterafhankelijk beheertype betreft. Daarmee kan het eigenlijk niet te droog zijn. Bij N10.01 neemt de oppervlakte 'te droog' af van 95% bij de referentiesituatie naar 45%.

Uit de analyse van het beheerplan komt daarmee naar voren dat voor de uitvoering van beide alternatieven een herverdeling van de natuurbeheertypen benodigd is. Er zal zich natuur ontwikkelen die passend is bij de dynamiek van het nieuwe hydrologische systeem.

Abiotiek

De nutriëntenstatus van het gebied wordt beïnvloed door verandering in kwelstromen en inundatie als gevolg van de herinrichting. De nutriëntenstatus, de voedselrijkdom, is in beeld gebracht aan de hand van de fosfaatbeschikbaarheid i.r.t. de aanvoer van ijzer en calcium. In de huidige situatie liggen de nutriëntenconcentraties in het beekdal te hoog voor bijvoorbeeld de ontwikkeling van vochtige schraalgraslanden, nat schraalland en vochtig hooiland.

Voor het alternatief **Hybride** en alternatief **Ongestuurd** is er bij de GHG dicht bij het Alddijp een toename van de kwel met 1 tot 2,5 mm/d berekend ten opzichte van de referentiesituatie. Bij de GLG is er bij het Alddijp een afname van de kwel, maar in een brede zone eromheen is een (toename van de) kwel tussen 0,1 en 0,5 mm/d berekend (zie uitgebreid paragraaf 8.1). Het herstel van de kwelstromen heeft een positief effect op de buffering in de bodem en daarmee de (te) hoge voedselrijkdom van de bodem. Onder natuurlijke omstandigheden is kwelwater vaak relatief voedselarm, heeft het een hoge pH (lage zuurgraad) en bevat het verhoogde concentraties basische kationen. Ondanks dat in het ongestuurde alternatief tussen de 0 – 1mm meer kwel wordt gemodelleerd, is de onzekerheid van het ongestuurde alternatief ook groter dan dit werkelijk zal optreden. Daarnaast kan het – gezien de gekozen classificatie – zijn dat de toename slechts 0,1mm is. Het verschil tussen de hoeveelheid kwel in het **Hybride** en **ongestuurde** alternatief is daarmee niet met zekerheid te voorspellen. Lokaal kunnen tussen de twee alternatieven wel verschillen bestaan in de locatie van kwel, namelijk dat in het **Hybride** alternatief kwel in een brede zone rondom zowel het Alddijp als de zijwatergangen komt, terwijl in het **Ongestuurde** alternatief de kwel dichter langs de waterlopen omhoogkomt. Volgens het 'Advies herstel Koningsdiep' (2015) dient hiervoor onderzoek gedaan te worden naar de precieze kwellocaties, aangezien er beperkingen zijn in het huidige hydrologisch model rondom de keileemlaag – wat het opwellende grondwater kan tegenhouden. Uitgaande van het huidige model wordt verwacht dat in het hybride systeem in een bredere zone de nutriëntenstatus verbeterd door kwelwerking. In deze zone kunnen onder de juiste abiotische condities de kwelwaterafhankelijke natuurtypen N10.01 Nat schraalland en N10.02 Vochtig hooiland ontstaan. Ook moet opgemerkt worden dat de kwelstromen door het jaar heen veranderen en dat in droge perioden de beschikbaarheid van fosfaat door ijzerrijk kwel verlaagd kan worden (zie voor een beschrijving van de kwelstromen paragraaf 8.1). Daar waar ijzerrijk kwel omhoogkomt, groeien vaak kenmerkende soorten van grondwatergebonden vegetaties.

In samenhang met kwelstromen staat de voedselrijkdom van de bodem ook onder invloed van inundatie (bestaande uit nutriënten en sediment) in de winterperiode. De huidige waterkwaliteit, maar ook de toekomstige kwaliteit, zal nog niet aan de KRW-normen voldoen. In het geval van inundatie zullen daarom niet enkel de aquatische biotopen, maar ook de inundatiezone onder invloed staan van de nutriënten en sediment in het water. De ontwikkeling van N10.01 nat schraalland is mogelijk op de natte delen van het beekdal, die buiten de inundatiezone van de beek vallen. Binnen de inundatiezone kan vochtig hooiland (N10.02) tot ontwikkeling komen. De geschiktheid voor N10.02 vochtig hooiland wordt verbeterd door het afgraven van de fosfaatrijke bovenlaag in zones langs de beek en door de maaiveldverlaging waardoor de afstand tot het grondwater kleiner is in de nieuwe situatie. Daarnaast is het vochtig hooiland wel bestand tegen hogere nutriëntenwaarden die door inundatie in het systeem kunnen komen. De verwachting is dat de sedimentatie- en nutriëntenlast en de kans

op het N10 beheertype in beide alternatieven niet onderscheidend zullen zijn. Wel is de inundatiezone, en daarmee de mogelijkheid op N10.02, in de **Ongestuurde** variant mogelijk groter. Echter, door het ontbreken van beheer in de ongestuurde variant is de kans op het ontstaan van grasland niet hoog. Naast de directe invloed van inundatie, zal op plekken waar inundatie optreedt ook tijdelijk het opwellende grondwater worden weggedrukt. Dit komt dan op andere plekken mogelijk aan de oppervlakte, mede afhankelijk van de aan- of afwezigheid van keileem in de ondergrond.

Naast de positieve effecten van kwel en inundatie kan in de zomerperiode een mogelijk negatief effect van verdroging gaan spelen. Echter, verdroging speelt in de referentiesituatie en zal in mindere mate in de plansituatie aanwezig blijven. Daarnaast is door de maaiveldverlaging minder risico op verdroging. De uitgangssituatie zal voor de beheerambities in het **Hybride** alternatief (i.e. voornamelijk N10 Vochtige schraallanden) en de ambities in het **Ongestuurde** alternatief (i.e. naast N10 vochtige schraallanden ook veel ruimte voor N05.04 dynamisch moeras langs de gehele beek) sterker worden. Daar waar nog verdroging optreedt, zal voor N05.04 gelden dat de grondwaterstanden tijdelijk sterk mogen wegzakken en fluctueren, zoals dat bijvoorbeeld in rivieruiterwaarden ook het geval is. Voor N10.01 nat schraalland en N10.02 vochtig hooiland geldt dat tijdelijke verdroging in de zomerperiode is geen sterke bedreiging vormt. Negatieve effecten als gevolg van verdroging zullen daarom voor beide alternatieven niet onderscheidend zijn, maar over het algemeen wordt wel gesteld dat een dynamisch en divers systeem (zoals het **Ongestuurde** alternatief) robuuster kan zijn tegen fluctuaties.

Biotiek

In het **Ongestuurde** systeem ontstaat door de herinrichting van de beek een grotere diversiteit aan aquatische biotopen van stromend en stilstaand water dan in het **Hybride** alternatief. Het ongestuurde systeem heeft wel een iets groter deel wat te nat is, waardoor de grondwaterstand te hoog kan zijn voor bijvoorbeeld dotterbloemhooiland en blauwgrasland. Echter, doordat het gebied buiten de beek wordt ingericht, wordt alsnog ruimte gecreëerd voor omstandigheden voor N10.02 vochtig hooiland met dotterbloemhooiland en vochtige beekgraslanden. Op plekken waar grondwaterstanden te hoog zijn voor dotterbloemhooiland en blauwgrasland kunnen andere natuurtypes tot ontwikkeling komen.

De natuurkwaliteit wordt in het **Ongestuurde** alternatief positief beïnvloed door de aanwezigheid van beekbegeleidende bossen (broekbos). De aanwezigheid van bomen en struiken versterkt de beekhabitat door inval van blad en hout en biedt beschutting en voedsel voor macrofauna met een terrestrische levensfase (Bron: Reeze et al., 2023). Dood hout biedt een stabiele leefomgeving voor macrofauna en vis. Veel macrofaunasoorten leven op of in het hout. Ze vinden er voedsel in de vorm van aangehechte (kiezel)algen en ingevangen blad; sommige soorten leven van microben en schimmels in het hout. Daarnaast biedt het hout hechtingsplaatsen voor filtereers, poppen en eieren, bouw materiaal voor huisjes en een route van land/lucht naar water of omgekeerd (voor de afzet van eieren of uitvliegen). Voor vissen vormt het dood hout een goede plek om te schuilen en voedsel te zoeken. De watervleermuis en meervleermuis jagen boven ondiepe wateren en plukken uitsluitende muggenlarven van het wateroppervlak. Ondiepe insectrijke zones creëren heeft een positieve impact op deze soorten.

Op de overgangszones van het **Ongestuurde** systeem ontstaan – naast broekbossen en vochtig hooiland – ook biotopen met flauwe oevers en dynamisch moeras. Flauwe oevers zijn een goede maatregel voor moerasbeken (i.e. uitgangspunt **Ongestuurde**), maar niet voor beken (i.e. uitgangspunt **Hybride**). Hier profiteren vis en macrofauna van, echter wel voornamelijk algemene en plantminnende soorten en niet de stromingsminnende soorten (Bron: Reeze et al., 2023). Hiernaast wordt met het aanleggen van een dynamisch bronmoeras (riet- en zeggemoeras) verwacht dat de kwaliteit van het gebied toeneemt.

De soortensamenstelling van zowel de flora als de fauna zal in het **Ongestuurde** systeem daarom positief beïnvloed worden door de nat-droog gradiënt in het beekdal en het daarbij horende mozaïek van habitats wat zal ontstaan, een zogenoemde 'biodiversiteits-hotspot'. Tevens heeft het een wisselwerking met de ecologische waterkwaliteit.

Het benedenstroomse beekdal ligt binnen een weidevogelkansgebied. De dotterbloemhooilanden in het plangebied zijn in principe geschikt als kuikenland voor weidevogels. Door de beslotenheid van het landschap is dit echter niet aantrekkelijk voor weidevogels. Voor specifiek weidevogels biedt alternatief **Hybride** de meeste kansen door de graslandtypes en openheid. Bij de optimalisatie van de NNN-opgave wordt echter in de basis rekening gehouden met de bestaande natuurwaarden in het gebied, de focus ligt dan ook op de optimalisatie

van botanische natuurdoeltypes. In andere meer open graslandgebieden in Fryslân liggen betere kansen om de weidevogelpopulatie in stand te houden en of uit te breiden.

Beheer

In het Natuurbeheerplan is de locatie van de verschillende natuurbeheertypen in de in te richten percelen vastgelegd. Afhankelijk van het herstel van het systeem (bijvoorbeeld op het vlak van de waterhuishouding en voedselrijkdom) en de manier waarop het gebied beheerd wordt, kunnen verschillende natuurtypen zich ontwikkelen. Binnen alternatief **Ongestuurd** wordt het beheer op lage delen langs de beek losgelaten, daarmee komen ook vegetatietypen uit latere successiestadia voor (zoals bossen omschreven binnen N14.01 rivier- en beekbegeleidend bos). In paragraaf 8.1 is verder ingegaan op de rol van beheer voor de opgaven in de in te richten percelen.

Concluderend, binnen beide alternatieven wordt ingezet op herstel van de biotische en abiotische situatie in het beekdal. Hiermee wordt de basis gelegd voor de aanwezigheid van verschillende natuurbeheertypen. Beide alternatieven dragen op deze manier bij aan de ontwikkeling van natuurwaarden binnen het NNN-gebied, zij het op verschillende wijzen. Binnen alternatief **Hybride** wordt voornamelijk ruimte geboden aan graslandvegetaties. Soortenrijke graslandvegetaties (N10.01, N10.02) zijn van grote waarde voor de biodiversiteit in Nederland. Kwalitatief goede graslandvegetaties zijn zeldzaam in Nederland, maar het beekdal van het Koningsdiep biedt hiervoor mogelijkheden. Zo biedt het gestuurde systeem bijvoorbeeld omstandigheden voor schraalgraslanden. Binnen alternatief **Ongestuurd** wordt er meer ingezet op moerasvegetaties. Langs de beek komt door het loslaten van beheer broekbos uitgebreid tot ontwikkeling. Ook bosbeken zijn zeldzaam in Nederland. Hoger op de flanken is er ook ruimte voor beheerde graslandvegetaties. Door dynamiek in het systeem ontstaat er meer potentie voor een meer diverse set aan natuurwaarden. Echter, hiervoor is een grote mate van systeemherstel wel zeer belangrijk. Het is onzeker of alleen herinrichting van het beekdal voldoende is om dit te bewerkstelligen.

Concluderend leiden beide alternatieven tot mogelijkheden voor hoge natuurkwaliteit in NNN-gebieden, al verschillen de (zeldzame) natuurbeheertypen waar de juiste condities voor ontstaan. Een heroverweging van de geambieerde beheertypen is hoe dan ook noodzakelijk. Beide alternatieven scoren positief.

Blik op de flanken

De flank tot flank maatregelen dragen bij aan het hiervoor benoemde systeemherstel. Het positieve effect van de alternatieven op het behalen van hoge natuurkwaliteit wordt daardoor versterkt. In de varianten zullen de maatregelen op de flanken niet onderscheidend uitpakken.

Effecten op bestaande natuurwaarden (NNN/FF)

Binnen het aspect Effecten op bestaande natuurwaarden worden de effecten op zowel bestaand Natuurnetwerk Nederland als beschermde soorten in beeld gebracht. Dit is gedaan aan de hand van de uitgevoerde natuurtoets op de in te richten percelen. De natuurtoets bestaat uit een bureaustudie naar waarnemingen van beschermde soorten uit het (recente) verleden en de ligging van beschermde gebieden in de invloedsfeer van het plan én een veldstudie naar de (mogelijke) aanwezigheid van beschermde soorten.

Natuurnetwerk Nederland

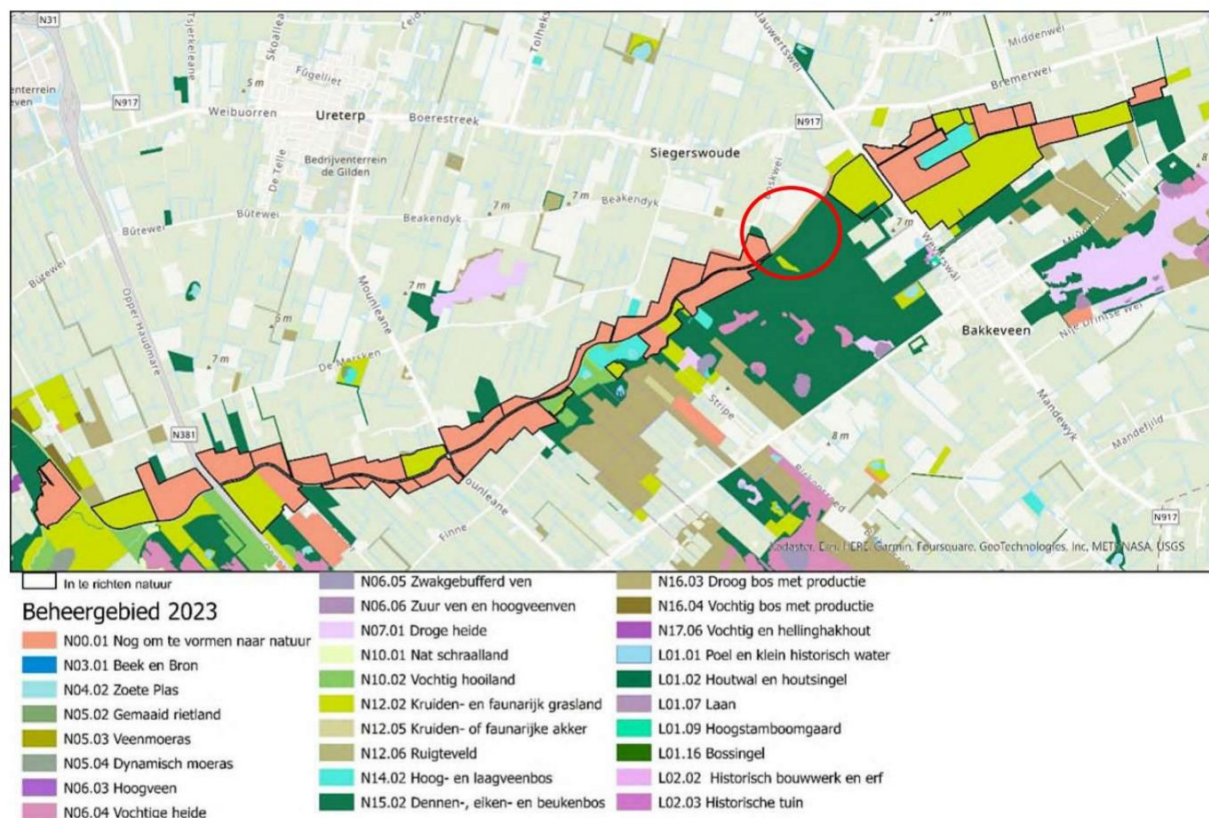
In het plangebied liggen verschillende percelen die aangewezen zijn in het kader van het Natuurnetwerk Nederland. Er speelt over het algemeen geen directe aantasting van de huidige natuurwaarde van deze percelen door de inrichting. De reden hiervoor is dat de percelen overwegend de beheertypen N0.01 Nog om te vormen natuur en N12.02 kruiden- en faunairijk grasland hebben. Het eerste beheertype, N00.01, betekent dat de percelen nog omgevormd moeten worden van agrarisch naar natuur. Daarnaast komen de maatregelen voor de herinrichting het tweede beheertype, N12.02, ten goede of hebben ze als doel het ambitietype te kunnen ontwikkelen.

Nabij de Beakendyk wordt binnen beide alternatieven een oude meander weer in gebruik genomen. De doorwerking van deze aanpassing voor de waterhuishouding in de omgeving kan betekenen dat lokaal een ander beheertype meer passend wordt.

De verdere ontwikkeling van het NNN in het plangebied zorgt op de volgende manieren voor een versterking van de wezenlijke kenmerken en waarden van NNN.

- Omvang: verandert niet, want de te ontwikkelen gebieden zijn al aangewezen als NNN. Echter, in de huidige situatie zijn de percelen in gebruik voor landbouw;

- Kwaliteit: de kwaliteit wordt versterkt door de ontwikkeling van een natuurlijker beekdal met bijbehorende beheertypen, ter plekke van huidige natuur maar ook grotendeels ter plekke van wat nu voor landbouw wordt ingezet;
- Samenhang: door de meer aaneengesloten natuurlijke beheertypen neemt de samenhang/connectiviteit toe. Zo wordt o.a. door het vispasseerbaar maken/verwijderen van stuwen meer connectie gecreëerd tussen de verschillende natuurgebieden.



figuur 8-26: Beheertypen en ligging van de bosbeek (rode cirkel)

Beschermde soorten

Uit het bureauonderzoek en de veldstudie voor de natuurtoets is naar voren gekomen dat in de in te richten percelen de volgende in het kader van de Omgevingswet beschermde soorten aanwezig kunnen zijn:

- Vogelsoorten met een jaarrond beschermd nest (mogelijk nestplaatsen);
- Algemene broedvogels (zeer waarschijnlijk nestplaatsen);
- Vleermuizen (mogelijk verblijfplaatsen en vliegroutes);
- Boomarter en eekhoorn (mogelijk beschermde nesten);
- Otter (mogelijk verblijfplaatsen);
- Waterspitsmuis (mogelijk essentieel leefgebied);
- Hazelworm en ringslang (mogelijk migrerende dieren);
- Aardbeivlinder en grote weerschijnvlinder (mogelijk essentieel leefgebied).

Niet alle biotoop-kritische subgroepen zijn relevant. Zo is ervoor vissen en overige soortgroepen (kevers, kreeftachtigen, weekdieren, mieren en slakken) geen essentieel leefgebied aanwezig binnen het plangebied. Daarom zijn effecten op deze soortgroepen op voorhand uitgesloten. Hieronder wordt ingegaan op de effecten op de soortgroepen waarvoor er potentieel geschikte biotopen aanwezig zijn.

Voor een aantal vogelsoorten kunnen vaste rust- en verblijfplaatsen in het plangebied aanwezig zijn. Van enkele vogelsoorten zijn de nesten jaarrond beschermd. Het gaat hierbij om de boomvalk, buizerd, havik, ooievaar, ransuil, sperwer en wespandief. Aantasting van verblijfplaatsen door verstoring of wegneming is niet zonder meer toegestaan. Daarom dienen er vervolgstappen, zoals mitigerende maatregelen of het aanvragen van een ontheffing genomen te worden als er verblijfplaatsen in het plangebied aanwezig zijn.

Verder zijn alle in gebruik zijnde nesten van vogelsoorten in Nederland beschermd onder de Wet natuurbescherming. Binnen de broedperiode mogen de nesten niet verwijderd of verstoord worden als deze in